



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 277 333**

51 Int. Cl.:
G01D 11/10 (2006.01)
G05B 19/4061 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **95921705 .0**
86 Fecha de presentación : **20.06.1995**
87 Número de publicación de la solicitud: **0716730**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **19.06.1996**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de la magnitud de un movimiento incontrolado de un indicador.**

30 Prioridad: **01.07.1994 DE 4423119**

73 Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

72 Inventor/es: **Hoffsommer, Klaus;**
Steger, Roland y
Herzog, Bernhard

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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 la reducción de la magnitud de un movimiento incontrolado de un indicador.

Estado de la técnica

La invención parte de un procedimiento para la reducción de la magnitud de un movimiento incontrolado de un indicador de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación principal. Se conoce a partir del Artículo "El motor paso a paso y la duración de su paso", *Feinwerktechnik & Messtechnik* 99 (1991) 7-8, páginas 327 a 332, de Klaus Mayer un motor paso a paso, que presenta un rotor magnético permanente dispuesto sobre un eje del motor, y que gira dentro del campo magnético giratorio de dos sistemas de bobinas. Si se monta un indicador sobre el eje del rotor, entonces es posible ajustar a través de la activación del motor paso a paso un ángulo de giro determinado y representar el ángulo de giro por medio del indicador sobre un disco de escala. Tales sistemas se pueden emplear, por ejemplo, para la representación del número de revoluciones, de la velocidad y de otras informaciones específicas del vehículo en un instrumento combinado del automóvil. En este caso es habitual prever en el otro extremo de la escala un pasador de tope como tope mecánico para el indicador, y en particular inmediatamente después de la conexión del motor paso a paso, llevar el indicador hacia un tope, con el fin de obtener una posición inicial definida para el rotor del motor paso a paso. En los motores paso a paso habituales hasta ahora, se plantea con frecuencia el problema de que el sistema, que está constituido por el indicador y el motor paso a paso, pudiendo estar dispuesto también un engranaje multiplicados entre el indicador y el rotor, está tensado mecánicamente, porque los componentes mecánicos se deforman elásticamente durante la presión de apriete contra el tope a través del par del rotor. La causa de tales deformaciones está en este caso sobre todo en la elasticidad del indicador y en el juego mecánico del engranaje de multiplicación. Si se desconecta el motor paso a paso después del choque en el tope, entonces se produce con frecuencia que la tensión del sistema se anula de forma repentina, de manera que el indicador salta desde el tope. Debido al salto incontrolado del indicador desde el tope se pueden provocar errores en la representación. Por otra parte, la mayoría de las veces se considera por el conductor del vehículo subjetivamente como desagradable que el indicador salte de forma repentina fuera del tope. Se conoce a partir del documento EP 0 403 691 A1 un procedimiento para el reconocimiento de una posición predeterminada del indicador de una instalación de indicación. En este caso, se detecta cuándo el indicador alcanza un tope, por ejemplo se verifica si el indicador ha girado realmente como consecuencia de un par de torsión que actúa sobre el mismo. Si se detecta la consecución del tope, entonces no se carga ya el rotor en adelante por un campo, que hace girar el indicador contra el tope.

Ventajas de la invención

El procedimiento de acuerdo con la invención con los rasgos característicos de la reivindicación 1 tiene, en cambio, la ventaja de que se reduce la magnitud de un movimiento incontrolado del indicador de este tipo. Por la magnitud debe entenderse en este caso el ángulo de giro previsible del indicador en el caso de un saldo desde el tope mecánico. De esta manera, se consigue la ventaja de que el indicador accionado por

el motor paso a paso se encuentra también después de un proceso de desconexión en una posición definida exacta, con lo que se mejora la exactitud de la representación y, por lo tanto, la legibilidad. Además, se mejora la sensación subjetiva del movimiento del indicador para la mejora que realiza la lectura.

Con la reducción de la intensidad de campo se consigue la ventaja adicional de que el procedimiento para la reducción de la magnitud de un movimiento incontrolado del indicador se puede realizar de una manera especialmente sencilla y con coste favorable en virtud de la reducción de la intensidad de campo magnético de las bobinas de activación.

El movimiento de separación del indicador tiene la ventaja de que en virtud del movimiento giratorio controlado del indicador fuera del tope, no se puede realizar ningún giro libre del rotor mayor que el ángulo de paso mínimo, con lo que resulta un comportamiento de giro especialmente tranquilo del rotor y, por lo tanto, del indicador.

La nueva conexión después de la desconexión tiene la ventaja de que a partir del principio de la conexión y desconexión alternas se obtiene una activación especialmente sencilla del motor paso a paso, por medio de la cual se puede conseguir una detención controlada del rotor que sigue el par de torsión del indicador para la reducción de la magnitud del movimiento incontrolado del indicador.

A través de las medidas indicadas en las reivindicaciones dependientes son posibles desarrollos ventajosos y mejoras del procedimiento indicado en la reivindicación 1.

A través de la reducción continua de la intensidad de campo del campo magnético de las bobinas de activación se genera un comportamiento de rotor muy uniforme y de esta manera se alcanza una expansión extraordinariamente uniforme del par de torsión que actúa sobre el indicador, puesto que el rotor se mueve de una manera especialmente libre de sacudidas durante el desplazamiento.

De la misma manera es ventajoso reducir la intensidad de campo en etapas discretas a un valor más bajo, puesto que a través de la realización discreta de los valores individuales de la intensidad de campo a conseguir se simplifica la activación de las bobinas del motor paso a paso.

Si se reduce la intensidad de campo más lentamente que la duración de la constante de tiempo mecánica del motor paso a paso, entonces se gira el rotor del motor paso a paso, entre el instante, en el que el par de rotor se reduce precisamente por debajo del par del indicador, y el instante, en el que el campo magnético de las bobinas de activación hace oscilar al rotor giratoria de nuevo a una posición estable, solamente menos que una rotación completa, antes de que el rotor sea captado de nuevo por el campo magnético de las bobinas de activación. Esto significa que se limita la velocidad de rotación máxima del rotor, con lo que se acelera el indicador en la menor medida posible. De este modo se reduce al mínimo el grado de la separación del indicador desde el tope.

La reducción de la intensidad de campo por medio de la disminución de la tensión de activación de los arrollamientos de activación del motor paso a paso representa un procedimiento especialmente sencillo y que se puede realizar con un coste favorable para la reducción de la intensidad de campo.

De la misma manera es sencillo reducir la ampli-

tud del impulso de un modulador de la amplitud del impulso conectado delante de los arrollamientos de activación, puesto que la activación del modulador de la amplitud del impulso se puede llevar a cabo también a través de señales digitales y porque en el caso de una separación espacial del modulador de la amplitud del impulso con respecto al motor paso a paso, se puede equipar el modulador de la amplitud del impulso de una manera habitual con un dispositivo para la realización del procedimiento con menos gasto que el motor paso a paso.

Se consigue una realización especialmente ventajosa, porque reduce los gastos, y sencilla de la reducción de la tensión de activación a través de la modificación del valor elemental de al menos una impedancia controlable de un circuito de impedancia que está conectado delante de los arrollamientos de activación.

Si se reduce la tensión de alimentación de un excitador del motor paso a paso conectado delante del motor paso a paso, entonces se obtiene la ventaja de que el circuito previsto para la reducción de la tensión de alimentación se puede disponer directamente en el excitador del motor paso a paso colocado la mayoría de las veces de una manera más favorable en el espacio. Además, se puede realizar una disposición para la reducción de la tensión de alimentación, sin tener que realizar una modificación en el circuito del excitador del motor paso a paso propiamente dicho o sin ejercer una influencia sobre el modo de funcionamiento del excitador del motor paso a paso o de otro módulo conectado delante del motor paso a paso, por ejemplo del modulador de la amplitud del impulso.

A través de la lectura del ángulo de giro de compensación a partir de un medio de memoria se obtiene la ventaja de que para diferentes motores paso a paso y diferentes elasticidades mecánicas de indicadores, engranajes, etc. así como para diferentes condiciones ambientales que influyen sobre las elasticidades, se puede regular el ángulo de giro de compensación óptimo en cada caso a través de la modificación sencilla del contenido de la memoria del medio de memoria.

La selección de una velocidad de giro reducida para el movimiento de separación del indicador desde el tope sirve de una manera ventajosa para generar un comportamiento del indicador que es considerado subjetivamente agradable por la persona que realiza la lectura, puesto que un movimiento lento del indicador actúa de una manera más aleatoria que un movimiento rápido del indicador.

Una reducción de la intensidad de campo magnético durante el movimiento giratorio en torno al ángulo de giro de compensación reduce el ángulo de giro de compensación que es necesario para una expansión completa del sistema tensado mecánicamente, con lo que se acorta el proceso de desconexión. La reducción de la intensidad de campo del campo magnético de las bobinas de activación entre el movimiento de separación del indicador y la desconexión del motor paso a paso sirve de una manera ventajosa para la reducción de la magnitud de un movimiento incontrolado del indicador para el caso de que se ha seleccionado el ángulo de giro de compensación demasiado pequeño.

El incremento de las tensiones del tiempo de desconexión ofrece la ventaja de que, puesto que la velocidad de giro del indicador y, por lo tanto, también la velocidad de giro del rotor se reducen en virtud de la reducción del par del indicador mientras se expande el

sistema, está presente más tiempo para un movimiento del rotor, de manera que a través de la prolongación del periodo de tiempo de desconexión se asegura que el rotor, a pesar de la velocidad de giro reducida dentro del periodo de tiempo de desconexión se mueva al menos en la medida de la mitad de una rotación del rotor en la dirección del par del indicador, de manera que el rotor es forzado, durante la nueva conexión, a una posición estable, en la que se produce un par más reducido del indicador.

La especificación de seleccionar el periodo de tiempo más corto de la desconexión menor que el periodo de tiempo más corto posible, en el que el rotor del motor paso a paso continúa moviéndose en la medida de una rotación completa, y de que se seleccione el periodo de tiempo de desconexión más largo menor que el periodo de tiempo más largo posible, en el que el rotor del motor paso a paso continúa moviéndose en la medida de una rotación completa, conduce a la ventaja de que el rotor continúa moviéndose durante el periodo de tiempo de desconexión en una medida menor que una rotación del rotor, con lo que se limita la velocidad de giro máxima del rotor que se produce en este caso.

Se ha revelado, además, que es ventajoso que la suma del periodo de tiempo de conexión y del periodo de tiempo de desconexión precedente se seleccione mayor que el periodo de tiempo, en el que el rotor del motor paso a paso continúa moviéndose en este periodo de tiempo en la medida de una rotación completa, puesto que de esta manera el rotor después del movimiento giratorio durante el periodo de tiempo de desconexión se frena tan fuertemente durante el periodo de tiempo de la conexión que se puede superar para el siguiente movimiento giratorio también el momento de inercia del rotor, con lo que se reduce de la misma manera la velocidad máxima de giro del rotor.

Dibujo

Los ejemplos de realización de la invención se representan en el dibujo y se explican en detalle en la descripción siguiente.

En este caso:

La figura 1 muestra un motor paso a paso con indicador.

La figura 2 muestra la curva general de las tensiones de activación con una reducción continua antes de la desconexión.

La figura 3 muestra la curva general de las tensiones de activación con conexión y desconexión múltiples.

La figura 4 muestra la curva general del ángulo de giro con un movimiento alrededor de un ángulo de giro de compensación antes de la desconexión.

La figura 5 muestra un circuito de activación para un motor paso a paso.

La figura 6 muestra un circuito de impedancia para la activación de una bobina de activación.

La figura 7 muestra un ejemplo de la curva de las tensiones de activación con conexión y desconexión múltiples.

La figura 8 muestra la curva del ángulo de giro para la curva de las tensiones de activación representada en la figura 7.

La figura 9 muestra las posiciones estables del par del indicador y del par rotor para la curva de las tensiones de activación representada en la figura 7.

La figura 10 muestra un ejemplo de la curva de las direcciones de campo del campo magnético de las

bobinas de activación durante el movimiento del rotor en la medida del ángulo de giro de compensación.

La figura 11 muestra la curva del ángulo de giro para el desarrollo, representado en la figura 10, de las direcciones de campo del campo magnético de las bobinas de activación.

La figura 12 muestra la curva del par del rotor para la curva representada en la figura 10 de las direcciones de campo del campo magnético de las bobinas de activación.

La figura 13 muestra la curva del par del indicador para la curva representada en la figura 10 de las direcciones de campo del campo magnético de las bobinas de activación.

La figura 14 muestra un ejemplo de las posiciones estables e inestables del par del indicador y del par del rotor durante una reducción continua de las tensiones de activación.

La figura 15 muestra la curva de las tensiones de activación y del par del indicador para las posiciones estables e inestables, representadas en la figura 14, del par del indicador y del par del rotor.

La figura 16 muestra la curva del ángulo de giro para las posiciones estables e inestables representadas en la figura 14, del par del indicador y del par del rotor.

La figura 1 muestra la disposición de un motor paso a paso 14. El motor paso a paso 14 presenta cuatro núcleos de bobinas 13, que están dispuestas desplazadas 90 grados en cada caso opuestas entre sí sobre una primera línea circular. Los núcleos de las bobinas 13 presentan en cada caso una bobina de activación 15. Los extremos de los núcleos de las bobinas 13 están colocados por parejas opuestos entre sí y presentan en los lados frontales dirigidos entre sí en cada caso una entrada cóncava, completándose las entradas cóncavas de los cuatro núcleos de bobinas 13 para formar otra línea circular concéntrica a la primera línea. En el punto medio de estas dos líneas circulares está alojado de forma giratoria alrededor del punto de intersección, que se encuentra en el punto medio, de sus ejes de simetría, un rotor 12 de forma aproximadamente de paralelogramo, que presenta ensanchamientos cóncavos en sus extremos, estando la línea circular de los ensanchamientos convexos de nuevo concéntrica al punto medio y siendo el radio de los ensanchamientos convexos aproximadamente igual al radio del ensanchamiento cóncavo de los núcleos de las bobinas 13. El rotor 12 está configurado como imán permanente y presenta un polo sur magnético y un polo norte magnético. La línea límite entre el polo sur magnético y el polo norte magnético se extiende a lo largo del eje de simetría más corto del rotor 12, de manera que el polo sur magnético se apoya en un extremo del rotor 12 y el polo norte magnético se apoya en el otro extremo del rotor 12. Sobre el árbol 20, que se extiende a través del eje de giro del rotor y que está conectado de forma fija contra giro con éste, está dispuesto un indicador 10. El indicador 10 choca durante un movimiento en contra del sentido de las agujas del reloj contra un tope mecánico 11. En dos bobinas de activación 15 opuestas entre sí se puede aplicar una primera tensión de activación U_1 y en la segunda pareja de bobinas de activación 15 que se encuentran opuestas entre sí se puede aplicar una segunda tensión de activación U_2 . Los núcleos de las bobinas 13 están identificados, además, en cada caso con una letra característica "a", "b", "c", "d".

A través de la aplicación de las tensiones de activación U_1 , U_2 , en cada caso, en una o en las dos parejas de bobinas de activación 15 que están colocadas opuestas entre sí se puede generar en la zona dentro de la otra línea circular un campo magnético, que ejerce sobre el rotor 12 un par de torsión y de esta manera desplaza el rotor 12 en un movimiento giratorio hasta que la dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 está paralela a la dirección de campo del rotor 12 y el polo norte magnético del rotor 12 está colocado delante del polo sur magnético del campo magnético de las bobinas de activación 15, en el supuesto de que no actúen otras fuerzas sobre el rotor 12.

Las letras características "a", "b", "c", "d" sirven en este caso como indicadores de la dirección para facilitar la explicación del modo de funcionamiento del motor paso a paso 14 y de los procedimientos para la reducción de movimientos incontrolados del indicador. En este caso se utiliza la siguiente terminología. La dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 tiene entonces la dirección "a", cuando los valores de la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 están ajustadas en las bobinas de activación 15 de tal forma que el polo sur magnético del campo magnético de las bobinas de activación 15 se encuentra delante del núcleo de las bobinas 13 identificado con la letra "a", es decir, que el polo norte magnético del rotor 12 delante del núcleo de las bobinas 13, que está identificado con la letra "a", se movería a una posición estable, en el caso de que, además de la fuerza del campo magnético de las bobinas de activación 15, no actuasen otras fuerzas sobre el rotor 12. El rotor 12 se encuentra entonces en la posición "A", cuando su polo norte se encuentra delante del núcleo de las bobinas 13, que está identificado con la letra "a". Una posición del rotor 12 se designa entonces en este caso como "posición estable", cuando manteniendo el ajuste de los valores de la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 , no se modifica con el tiempo y cuando el rotor 12 retorna de nuevo por sí mismo a esta posición en el caso de una desviación pequeña desde esta posición. En oposición a ello, se designa como "posición inestable" del rotor 12, cuando, en efecto, manteniendo el ajuste de los valores de la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 , no se modifica ya la posición con el tiempo, pero el rotor 12, en el caso de una desviación reducida desde esta posición, se movería más fuera de la posición. Una "posición inestable" es una posición, en la que el rotor 12 no se retiene en virtud de un desequilibrio de todos los pares de torsión que actúan sobre el mismo, sino que se mueve a medida que transcurre el tiempo a otra posición. El par de torsión, que actúa a través del campo magnético de las bobinas de activación 15 sobre el rotor 12, se designa como "par del rotor M_{12} ".

En la figura 1 se representa ahora el caso en el que sobre el rotor 12 se ejerce a través del campo magnético de las bobinas de activación 15 un par de torsión, que quiere mover el rotor 12 en el sentido contrario a las agujas del reloj. A través del tope mecánico 11, sin embargo, se impide el movimiento giratorio del rotor 12. El tope mecánico 11 ejerce, por su parte, ahora sobre el indicador 10 un par de torsión, que se designa con "par del indicador M_{10} ". Cuando se aplican las tensiones de activación U_1 , U_2 , de manera que resulta una dirección del campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 en dirección "b", es de-

cir, en la dirección de campo “b”, no se gira de esta manera el rotor 12 con su polo norte magnético totalmente delante del núcleo de las bobinas 13 con la letra “b”, sino que se mantiene en una posición estable, que está alejada de la posición “b” en la medida de un ángulo diferencial. El ángulo diferencial es en este caso dependiente sobre todo de las elasticidades del indicador 10, del árbol 20 y del tope mecánico 11. La posición estable del rotor 12 se caracteriza porque la fuerza del indicador F_{Zeig} ejercida sobre el indicador 10 a través del tope mecánico 11 es de la misma magnitud que la fuerza del rotor F_{rot} ejercida a través del par de torsión del campo magnético de las bobinas de activación 15 sobre el rotor 12 y, por lo tanto, a través del árbol 20 sobre el indicador 10. Si se mantiene de esta manera la tensión de activación U_1 , U_2 , entonces el rotor 12 se mantiene en esta posición. Esta posición es la posición estable, en la que los dos pares de torsión que se encuentran en equilibrio presentan el valor máximo posible, en el que es posible un equilibrio y se designa como “posición final estable”. Si se desconectasen ahora las tensiones de activación U_1 , U_2 una vez, entonces se resolvería a través de la reducción repentina de la fuerza del rotor F_{rot} de una manera repentina la fuerza del indicador F_{Zeig} , con lo que el indicador se separaría del tope 1 en el sentido de las agujas del reloj.

Habitualmente entre el rotor 12 y el indicador 10 está conectado un engranaje, que contiene una multiplicación, en la que el indicador 10 solamente se mueve en la medida de una fracción del ángulo, en el que se mueve el rotor 12. También en un engranaje de este tipo está presente la mayoría de las veces una elasticidad, que se obtiene principalmente a través de la elasticidad del piñón utilizado y del juego del engranaje. Tal engranaje permite ahora también que el rotor 12 gire varias veces alrededor de sí mismo entre el instante del choque del indicador 10 en el tope mecánico 11 y el instante de la consecución de la posición final estable. Después de la consecución de la posición final estable se modifica habitualmente la activación del motor paso a paso 14, de manera que no gira ya el campo magnético de las bobinas de activación 15, sino que el campo magnético de las bobinas de activación 15 se mantiene fijo en una posición angular. El rotor 12 se mantiene ahora en una posición estable, que no tiene que ser necesariamente igual a la posición final estable. A continuación, debe desconectarse el motor paso a paso 14, es decir, que los valores de la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 deben reducirse a cero. Aquí entra la invención. Debe conseguirse que el motor paso a paso 14 sea desconectado de tal forma que se reduzca o incluso se evite totalmente la magnitud de un movimiento incontrolado del indicador que se produce con alta probabilidad en el caso de una desconexión repentina. En lugar de la desconexión repentina de las tensiones de activación U_1 , U_2 se inicia un procedimiento, por medio del cual se descompone la fuerza del rotor F_{rot} y, por lo tanto, también la fuerza del indicador F_{rot} más lentamente que en el caso de una desconexión repentina. El rotor 12 se mueve en este caso con una velocidad limitada, de manera que se reduce a un mínimo una separación visible del indicador 10 fuera del tope mecánico 11. El procedimiento se puede dividir en este caso en tres tipos principales de procedimiento, que se explican ahora a continuación.

Todos los tipos de procedimiento tienen en común

que el rotor 12 se mueve para la distensión lenta de la fuerza del rotor F_{rot} en el sentido de las agujas del reloj. En este caso debe partirse de una manera unitaria como base de los diagramas mostrados en las otras figuras 2 a 16, de que en el motor paso a paso 14 está presente una elasticidad, por ejemplo en virtud de un engranaje intermedio, que es suficientemente grande para que el rotor 12, después del instante del choque del indicador 10 en el tope mecánico 11, gire varias veces alrededor de sí mismo en sentido contrario a las agujas del reloj, hasta que ha alcanzado la posición final estable. De esta manera, a la inversa, son necesarias también varias rotaciones del rotor 12, para posibilitar una descomposición completa de la fuerza del indicador F_{Zeig} .

En la figura 2 se representa la curva de las tensiones de activación U_1 , U_2 para el primer tipo de procedimiento. Las amplitudes de las dos tensiones de activación U_1 , U_2 se extienden ambas a lo largo de una curva sinusoidal. La tensión de activación U_1 está desplazada en este caso en su fase 90 grados con respecto a la tensión de activación U_2 . De esta manera, se consigue un giro del rotor 12 en el sentido contrario a las agujas del reloj. El rotor 12 es accionado en este caso habitualmente en el modo de micropasos, es decir, que las curvas sinusoidales se aproximan en etapas discretas, correspondiendo una fase a un micropaso. Si el indicador 10 choca ahora en un instante discrecional en el tope mecánico 11, entonces el rotor 12 continúa girando hasta que ha alcanzado la posición final estable y el par de torsión del rotor M_{10} , ejercido por el campo magnético de las bobinas de activación 15 sobre el rotor 12 y también sobre el indicador 10 es igual al par de torsión del indicador M_{12} ejercido a través del tope mecánico 11 sobre el indicador 10. El rotor 12 se mantiene en esta posición, mientras que la dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 continúa moviéndose en adelante en sentido opuesto a las agujas del reloj. El rotor 12 no sigue ya este movimiento del campo. Puesto que el par del rotor M_{12} depende del ángulo diferencial entre la dirección de campo del campo magnético del rotor 12 y la dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15, el rotor 12 no lleva a cabo movimientos pendulares que oscilan en torno a la posición final estable. Si debe desconectarse ahora el motor paso a paso 14 en esta situación, entonces se detiene en primer lugar el movimiento giratorio del campo magnético de las bobinas de activación 15, manteniendo constantes en el tiempo los valores de la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 . De esta manera, no se modifica ya el par del rotor M_{12} y se atenúan los movimientos pendulares del rotor 12. El rotor 12 se mueve a una posición estable, en la que predomina el equilibrio del par de torsión. El estado presente entonces del motor paso a paso 14 se utiliza ahora como punto de partida para los tres tipos de procedimiento diferentes. El siguiente desarrollo es representativo del primer tipo de procedimiento: A partir de un instante inicial t_0 se reducen los valores de la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 . La relación entre las fases de las dos tensiones de activación U_1 , U_2 entre sí ya no se modifica en este caso. A través de la reducción de las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 se reduce el par del rotor M_{12} , con lo que el indicador 10, siguiendo el par del indicador M_{10} , gira en el sentido de las agujas del reloj. En este caso se reduce entonces

también el par del indicador M_{10} . Por lo tanto, de esta manera se reducen ambos pares de giro. Puesto que la magnitud de un movimiento incontrolado del indicador, en el caso de una desconexión repentina del motor paso a paso, depende de la magnitud de la fuerza del indicador F_{Zeig} que está presente en este instante y, por lo tanto, del par del indicador M_{10} , se reduce de la misma manera la magnitud previsible del movimiento incontrolado del indicador. Si se desconecta de nuevo el motor paso a paso 14 ya después de la reducción de las tensiones de activación U_1 , U_2 a un valor más reducido de la amplitud, entonces se reduce también la medida de un movimiento incontrolado del indicador. De una manera preferida, se reducen totalmente las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 . En un instante final t_1 , las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 se han reducido ambas entonces al valor cero. Especialmente a través de la reducción continua de las tensiones de activación U_1 , U_2 hasta el valor cero se puede conseguir que, en general, no se produzca ya ningún movimiento incontrolado del indicador. Con la ayuda de las figuras 14 a 16 se explica con más detalle este primer tipo de procedimiento.

Como segundo tipo de procedimiento para la expansión de la fuerza del indicador F_{Zeig} se prevé, como se representa en la figura 3, desconectar a partir del instante t_0 ambas tensiones de activación U_1 , U_2 durante un primer periodo de tiempo de desconexión t_{a1} y a continuación conectarlas de nuevo durante un primer periodo de tiempo de conexión t_{e1} . Se suceden varios procesos de este tipo con un segundo periodo de tiempo de desconexión t_{a2} , un segundo periodo de tiempo de conexión t_{e2} , un tercer periodo de tiempo de desconexión t_{a3} y un tercer periodo de tiempo de conexión t_{e3} . Después del tercer periodo de tiempo de conexión t_{e3} se alcanza el instante final t_1 y no se conecta ya el motor paso a paso 14. Durante los periodos de tiempo de desconexión t_{a1} , t_{a2} , t_{a3} se mueve el rotor 12 desde su posición estable en la dirección de la fuerza del indicador F_{Zeig} y durante los periodos de tiempo de conexión t_{e1} , t_{e2} , t_{e3} es recibido de nuevo por el campo magnético de las bobinas de activación 15 del motor paso a paso 14 conectado de nuevo en una posición estable con par reducido del rotor M_{12} y se estabiliza en esta posición. De esta manera, se reduce con cada rotación del rotor el par del rotor M_{10} en un valor absoluto determinado y, por lo tanto, también la fuerza del indicador F_{Zeig} . Las rotaciones del rotor son controladas en el tiempo a través del comportamiento y de este modo se desarrollan de forma controlada. Por lo tanto, también aquí a través de la reducción paso a paso del par del indicador M_{10} se reduce la magnitud de un movimiento incontrolado previsible del indicador. Con la ayuda de las figuras 7 a 9 se explica en detalle este procedimiento.

La figura 4 muestra la curva del ángulo de giro para el tercer tipo de procedimiento. El ángulo de giro φ del rotor 12 se reduce con el movimiento del rotor 12 en sentido contrario a las agujas del reloj. Tan pronto como el rotor 12 es frenado hasta la parada a través del par creciente del indicador M_{10} y se fuerza en la posición final estable, se consigue un ángulo de giro mínimo φ_{min} . El tercer tipo de procedimiento prevé ahora, antes de que se desconecte el motor paso a paso 14, que se mueva el rotor 12 a partir del instante inicial t_0 a través de la activación de las bobinas de activación 15 con una inversión del sentido en la medida del ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ en el

sentido de las agujas del reloj, con lo que de la misma manera se reduce la fuerza del indicador F_{Zeig} . También este movimiento giratorio del rotor 12 se realiza en sentido contrario al movimiento giratorio de forma controlada durante la desconexión brusca. Después de alcanzar el ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$, se desconecta el motor paso a paso 14 en el instante final t_1 . Puesto que el rotor 12 se ha movido antes de la desconexión en la medida del ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$, en el instante t_1 solamente actúa una fuerza reducida del indicador F_{Zeig} sobre el rotor 12, con lo que se reduce la magnitud de una separación incontrolada del indicador 10 desde el tope mecánico 11. En el caso óptimo, el ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ se selecciona precisamente tan grande que el par del indicador M_{10} se ha reducido al valor cero. Con la ayuda de las figuras 10 a 13 se explica en detalle este procedimiento.

En la figura 5 se representa una disposición que se utiliza para la activación del motor paso a paso 14, para llevar a cabo el procedimiento. Un aparato de medición 4, que presenta una resistencia de medición RM, está conectado delante del excitador del motor paso a paso 3. El excitador del motor paso a paso 3 suministra en sus dos salidas las tensiones del excitador U_{1s} , U_{2s} , que son alimentadas a un modulador de la amplitud del impulso 2. Entre las salidas del modulador de la amplitud del impulso 2, que las que se encuentran tensiones U_{1p} , U_{2p} moduladas en la amplitud del impulso, y las entradas del motor paso a paso 14 está dispuesto un circuito de impedancia 16, en cuyas salidas se encuentran las tensiones de activación U_1 , U_2 . El excitador del motor paso a paso 3 presenta, además, dos conexiones de entrada, en las que se encuentra una tensión de alimentación U_A , que se genera por medio de una fuente de tensión de alimentación 18, que presenta un medio de memoria 19 y un control del ciclo 17. Un conmutador S está conectado con el control del ciclo 17, que presenta cuatro salidas, una de las cuales está conectada con el circuito de impedancia 16, otra de las cuales está conectada con el modulador de la amplitud del impulso 2, la tercera está conectada con la fuente de la tensión de alimentación 5 y la cuarta está conectada con el excitador del motor paso a paso 3. El medio de memoria 19 está conectado con el control del ciclo 17.

El aparato de medición 4 sirve a través de la resistencia de medición RM, por ejemplo, para la medición de una temperatura o de un número de revoluciones RPM y para la conversión del valor de medición obtenido en un ángulo de giro φ que se ajusta en el motor paso a paso 14. El valor del ángulo de giro φ que se ajusta se comunica por el aparato de medición 4 al excitador del motor paso a paso 3, que lleva a cabo de nuevo una conversión del valor del ángulo de giro φ a ajustar en dos valores correspondientes de las tensiones del excitador U_{1s} , U_{2s} . El modulador de la amplitud del impulso 2 convierte los valores alimentados al mismo de las tensiones del excitador U_{1s} , U_{2s} en tensiones activación U_{1p} , U_{2p} correspondientes moduladas en la amplitud del impulso. Las tensiones de activación U_{1p} , U_{2p} moduladas en la amplitud del impulso llegan entonces a través del circuito de impedancia 16, cuya estructura se explicará en detalle con relación a la figura 6, hasta el motor paso a paso 14, en el que los valores de la tensión entrantes para las tensiones de activación U_1 , U_2 llegan a las bobinas de activación 15 y provocan una rotación del

indicador 10 montado en común con el rotor 12 sobre el árbol 20. Ahora está previsto que después de la activación del conmutador S, se inicie el control del ciclo 17, después de lo cual se llevan a cabo uno o varios de los tres tipos de procedimiento mencionados anteriormente antes de la desconexión del motor paso a paso 14. Para la reducción de la intensidad de campo del motor paso a paso 14 de acuerdo con el primer tipo de procedimiento se pueden modificar a través de la conexión entre la instalación de desconexión 18 y el circuito de impedancia 16 los valores de las impedancias que están presentes en el circuito de impedancia 18, de manera que se reducen las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 . De la misma manera, está previsto que el control del ciclo 17 lleve a cabo una reducción de la amplitud del impulso de las tensiones de activación U_{1p} , U_{2p} moduladas en la amplitud del impulso en el modulador de la amplitud del impulso 2. Además, está previsto reducir la intensidad de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 en el motor paso a paso 14 reduciendo la tensión de alimentación UA del excitador del motor paso a paso 3. Todas las tres posibilidades de actuación, es decir, sobre el circuito de impedancia 16, sobre el modulador de la amplitud del impulso 2 y sobre el excitador del motor paso a paso 3 se activan de tal forma que la intensidad de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 se reduce de forma continua o en etapas discretas a un valor más bajo. De la misma manera, se activa todas las tres posibilidades de actuación porque, de acuerdo con el segundo tipo de procedimiento, se realizan varios procesos de desconexión y de conexión. La cuarta línea de salida del control del ciclo 17 está conducida directamente hacia el excitador del motor paso a paso 3, en el que se puede llevar a cabo una influencia del control del ciclo 17 sobre el ángulo de giro φ de acuerdo con el tercer tipo de procedimiento. El control del ciclo 17 toma en primer lugar del medio de memoria 19 el valor para el ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ para comunicarlo entonces al excitador del motor paso a paso 3, después de lo cual este excitador activa un movimiento del rotor 12 del motor paso a paso 14 en la medida del ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ fuera del tope mecánico 11. La activación del conmutador S se lleva a cabo en este caso en el instante de inicio t_0 y la terminación del proceso de desconexión se realiza a través del control del ciclo 17 en el instante final t_1 . El control del ciclo 17 está configurado de una manera preferida de tal forma que se lleva a cabo una adaptación del procedimiento de desconexión a las magnitudes variables del medio ambiente que influyen sobre las elasticidades de los elementos tensados, como temperatura, humedad. A tal fin, hay que procurar naturalmente entonces que los valores de los parámetros correspondientes de las magnitudes del medio ambiente lleguen desde las instalaciones de medición hacia el control del ciclo 17.

En la figura 6 se representa una forma de realización para el circuito de impedancia 16. En este caso, se conecta un divisor de la tensión, que está constituido por una resistencia de divisor R_1 y por una resistencia variable R_v , en paralelo a la entrada del circuito de impedancia 16, en la que se encuentra la tensión de activación U_{1p} modulada en la amplitud del impulso. En paralelo con la resistencia del divisor R_1 está conectada la bobina de activación 15, que está arrollada sobre el núcleo de la bobina 13. Las dos resistencias

R_1 , R_v forman el circuito de impedancia 16.

A través de la variación del valor de la resistencia variable R_v se puede variar de esta manera la tensión que cae en la resistencia del divisor R_1 , que forma la tensión de activación U_1 para la bobina de activación 15. De este modo, el proceso de desconexión puede llevar a cabo a través del control del ciclo 17 por medio de la modificación del valor de la resistencia variable R_v una modificación de la amplitud de la tensión de activación U_1 .

En la figura 7 se representa la curva de las tensiones de activación U_1 , U_2 para el tercer tipo de procedimiento. La curva resultante de ello del ángulo de giro φ del rotor 12 se representa en la figura 8 y la figura 9 muestra un diagrama que representa las posiciones estables con la ayuda de los pares M_{10} , M_{12} del indicador 10 y del rotor 12. El modo de funcionamiento del tercer tipo de procedimiento se explica ahora con la ayuda de las figuras 7, 8 y 9. Se parte de que el rotor 12 se encuentra antes del instante t_0 en una posición estable, que establece el polo norte magnético del rotor 12 entre las posiciones "a" y "b". En este caso, se supone, además, que las bobinas de activación 15 están alimentadas con corriente de tal forma que su campo magnético quiere hacer girar el polo norte magnético del rotor 12 a la posición "b". esta dirección del campo "b" se mantiene constante en este tercer tipo de procedimiento. En la figura 9 se representa una línea ζ , que muestra la curva idealizada del par del indicador M_{10} en función del ángulo de giro φ . La curva del par del rotor M_{12} se representa a través de la línea ω . La posición estable, en la que se encuentra el rotor 12 antes del instante inicial t_0 , se identifica con la letra "A₁". En el estado de reposo estable entre las posiciones "a" y "b", el par de indicador M_{10} del indicador 10 tiene exactamente la misma magnitud que el par de rotor M_{12} del rotor 12. En el instante inicial t_0 se desconectan las tensiones de activación U_1 , U_2 . El par del indicador M_{10} comienza a continuación a hacer girar el indicador 10 en el sentido de las agujas del reloj en dirección a la posición "a", en virtud del campo magnético desconectado de las bobinas de activación 15 del motor paso a paso 14. El indicador 10 se mueve en este caso de una manera sucesiva sobre las posiciones "a", "d", "c" y "b". Entre el instante, en el que el indicador 10 cubre la posición "a" y el instante, en el que el indicador 10 cubre la posición "b" se conectan de nuevo las tensiones de activación U_1 , U_2 . El campo magnético, que se produce de nuevo en el motor paso a paso 14, de las bobinas de activación 15 en el motor paso a paso 14 absorbe a continuación el movimiento giratorio del rotor 12 y a continuación también del indicador 10 y fuerza al rotor 12 en un primer instante de recepción t_{x1} a una nueva posición estable, que se encuentra de nuevo entre las posiciones "a" y "b". Puesto que el par del indicador M_{10} se ha reducido durante esta rotación del rotor 12, la nueva posición estable "A₂" está más próxima a la posición "b". Después de que el rotor 12 ha sido recibido en la nueva posición estable "A₂" por el campo magnético de las bobinas de activación, se desconectan de nuevo las tensiones de activación U_1 , U_2 . A continuación se inicia un nuevo proceso de giro del rotor 12 sobre las posiciones "a", "d", "c" y "b" hacia una tercera posición estable "A₃". El rotor 12 es recibido en un segundo instante de recepción t_{x2} en la tercera posición estable "A₃", puesto que el campo magnético de las bobinas de activación

15 ha sido conectado en el momento oportuno a través de una nueva conexión de las tensiones de activación U_1 , U_2 antes del instante, en el que el rotor 12 cubre la posición “b”. De nuevo se reduce el par del indicador M_{10} a través de esta rotación del rotor 12, con lo que la tercera posición estable “ A_1 ” se encuentra de nuevo más próxima a la posición “b”. La velocidad de rotación del rotor 12 se reduce en virtud del par decreciente del indicador M_{10} con cada movimiento giratorio en el sentido de las agujas del reloj. Esto se puede reconocer en la figura 8, porque se reduce la inclinación empinada de los flancos empinados entre las posiciones estables “ A_1 ”, “ A_2 ”, “ A_3 ” a medida que se incrementa el tiempo t y se reduce el ángulo de giro φ . Una nueva desconexión de las tensiones de activación U_1 , U_2 provoca un nuevo movimiento giratorio del rotor 12, que cubre a partir de la posición estable “ A_3 ” de una manera sucesiva las posiciones “a”, “d” y “c”. después de pasar la posición “c”, se reduce el par del indicador M_{10} al valor cero, es decir, que el indicador 10 se apoya ahora sin fuerza del indicador F_{Zsig} en el tope mecánico 10. La posición inestable en la que se encuentra el rotor 12 en este primer instante del par cero t_{x3} lleva la letra “E”. Pero puesto que el motor paso a paso 14 está todavía conectado, el par del rotor M_{12} actúa todavía sobre el rotor 12 en virtud del ángulo diferencial entre las posiciones “E” y “b”. De esta manera, sobre el rotor 12 actúa solamente todavía el par del rotor M_{12} a partir del instante de la consecución de la posición inestable “E”. Este par del rotor M_{12} provoca una rotación del rotor 12 desde la posición inestable “E” hacia una posición estable “F”, que es idéntica a la posición estable “b”. Puesto que en la posición estable “F” no actúa ningún par de torsión ya sobre el rotor 12, el rotor 12 permanece en la posición estable “b”. Después de que el rotor 12 ha alcanzado la posición “b” en el segundo instante del par cero t_{x4} , se desconectan definitivamente las tensiones de activación U_1 , U_2 en el instante final t_1 . Otra conexión y desconexión de las tensiones de activación U_1 , U_2 permanecería ahora sin efecto y el indicador 10 permanecería en su posición. De esta manera, se consigue que el par del indicador M_{10} se descomponga paso a paso, pudiendo girar el rotor 12 como máximo un poco en la medida de una revolución. Cuando el indicador 10 está conectado con el rotor 12 a través de un engranaje reductor, la rotación máxima del rotor 12 en la medida de una revolución provoca un movimiento giratorio reducido correspondiente del indicador 10. En este caso, no se produce ninguna separación perturbadora del indicado 10 fuera del tope mecánico 11.

Con relación a la selección de las longitudes de los periodos de tiempo de conexión t_{e1} , t_{e2} , t_{e3} y de los periodos de tiempo de desconexión t_{a1} , t_{a2} , t_{a3} se pueden dar las siguientes instrucciones de dimensionado: Puesto que la velocidad de giro del rotor 12 se reduce de la misma manera a medida que disminuye el par del indicador M_{10} , deben seleccionarse de forma ascendente los periodos de tiempo de desconexión t_{a1} , t_{a2} , t_{a3} consecutivos. El rotor 12 debe llevar a cabo aproximadamente una revolución completa durante un periodo de tiempo de desconexión t_{a1} , t_{a2} , t_{a3} y durante el periodo de tiempo de desconexión t_{a1} , t_{a2} , t_{a3} debe girar al menos más allá de la posición “a”, para que no sea retornado de nuevo a su posición estable previa en el caso de una nueva conexión. Por otra parte, el periodo de tiempo de desconexión t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}

debería seleccionarse tan corto que se restablezca de nuevo en el momento oportuno el campo magnético de las bobinas de activación 15 durante el periodo de tiempo de conexión t_{e1} , t_{e2} , t_{e3} siguiente, de tal forma que el rotor giratorio 12 es recibido en la siguiente posición estable, es decir, después de un poco menos que una revolución completa, por el campo magnético de las bobinas de activación 15 y es forzado a esta posición estable. Los periodos de tiempo de conexión t_{e1} , t_{e2} , t_{e3} deberían seleccionarse de nuevo tan grandes que se lleve a cabo un frenado suficiente del rotor giratorio 12 en la posición estable. De esta manera, se consigue que el rotor 12 no arrastre consigo energía para la revolución siguiente a partir de la revolución recién realizada, lo que conduciría a una elevación de la velocidad del rotor 12 alcanzada durante la revolución. En el sentido de la invención, se limita la velocidad máxima del rotor durante la desconexión del motor paso a paso 14 a un valor tan reducido que en el caso ideal no se produce ninguna separación del indicador 10. Con respecto al ejemplo representado en las figuras 7 a 9, el periodo de tiempo de la conexión t_{e1} , t_{e2} , t_{e3} debería comenzar, por lo tanto, después del instante, en el que el rotor 10 ha alcanzado la posición “a” y debería terminal después del instante, en el que el rotor 10 ha alcanzado la posición “ A_3 ”.

En la figura 10 se representa la curva del tiempo de la dirección del campo magnético de las bobinas de activación 15 en el motor paso a paso 14 para el segundo tipo de procedimiento. La figura 11 muestra la curva correspondiente del ángulo de giro φ del rotor 12 con la ayuda de la curva β representada allí. Además, la figura 12 muestra la curva aproximada del par del rotor M_{12} y la figura 13 muestra la curva aproximada del par del indicador M_{10} . Con la ayuda de las figuras 10 a 13 se explica ahora el segundo tipo de procedimiento.

Como punto de partida sirve aquí de la misma manera de nuevo la hipótesis de que el rotor 12 se encuentra antes del instante inicial t_0 con su polo norte magnético entre las posiciones “a” y “b” en una posición estable “ A_1 ”. El campo magnético de las bobinas de activación 15 tiene en primer lugar la dirección de campo “b”. A partir del instante inicial t_0 se conmuta ahora la dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15, de manera que la nueva dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 apunta en la dirección de la posición “a”. Esto corresponde a un modo de paso completo, que se supone aquí para la simplificación de la explicación del ciclo del procedimiento. Pero el tipo de procedimiento es adecuado de la misma manera para un modo de micro paso. A través de la conmutación de la dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 se conmuta el signo del par del rotor M_{12} y se provoca un movimiento giratorio del rotor 12 en el sentido de las agujas del reloj. El rotor 12 se mueve en este caso más allá de la posición “a” a una segunda posición estable “ A_{11} ”. El par del rotor M_{12} se encuentra en este caso de nuevo en un valor constante, que es igual al par del indicador M_{10} . La velocidad de giro del rotor 12 no se incrementa en este caso en la misma medida que en el primero y el tercer tipo de procedimiento, puesto que el rotor lleva a cabo aquí menos que un cuarto de giro hasta que se frena de nuevo. A tal fin, de una manera preferida, se selecciona la frecuencia de giro de la dirección de campo del campo magnético

co de las bobinas de activación 15 más baja que en el modo giratorio convencional del rotor 12 para la representación de valores de medición en el disco de la escala. A continuación, se lleva a cabo una conmutación de la dirección de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 en la dirección de la posición “d”, de manera que se lleva a cabo un nuevo proceso de giro del rotor 12 en el sentido de las agujas del reloj. El par del indicador M_{10} se reduce en este caso de nuevo a un valor más reducido, a partir de lo cual se obtiene una nueva tercera posición estable “ A_{12} ” con una igualdad del par del indicador M_{10} y del par del rotor M_{12} . Siguen otros cambios de la dirección del campo magnético, sobre las posiciones “c” y “b”. El rotor 12 se mueve en este caso sobre las otras posiciones estables “ A_{13} ” y “ A_{14} ”. Tan pronto como el par del indicador M_{10} ha alcanzado el punto cero, actúa solamente todavía el par del rotor M_{12} , que se ejerce a través del campo magnético de las bobinas de activación 15 sobre el rotor 12 y mueve el rotor 12 en la dirección del campo magnético predeterminado precisamente a través de las bobinas de activación 15. En el momento, en el que el rotor 12 ha girado en la última dirección válida del campo magnético, se ha reducido también el par del rotor M_{12} al valor cero, de manera que no actúan ya pares de ningún tipo sobre el rotor 12. El rotor 12 se mantiene, por lo tanto, en la última posición estable “ A_{15} ”. De esta manera se ha descompuesto también aquí paso a paso el par del indicador M_{10} desde el valor máximo, moviéndose el rotor 12 en la medida del ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ en el sentido de las agujas del reloj fuera del tope mecánico 11. Por lo tanto, también en este caso se puede evitar una separación del indicador 10 fuera del tope mecánico 11 a través de la descomposición controlada del par del indicador M_{10} . De esta manera, se reduce la magnitud de un movimiento incontrolado del indicador, que es previsible durante la desconexión del motor paso a paso 14. En el caso ideal se gira el rotor 12 precisamente en el sentido de las agujas del reloj, hasta el punto de que el par del rotor M_{10} es cero. Entonces se puede desconectar el motor paso a paso 14 sin provocar un movimiento incontrolado del indicador.

También está previsto aplicar el segundo tipo de procedimiento combinado con el primero o tercer tipo de procedimiento, reduciendo adicionalmente al movimiento en torno al ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 o llevando a cabo de una manera alterna procesos de desconexión y de conexión. De este modo se puede acortar adicionalmente el proceso de desconexión.

En la figura 14 se representa con relación al primer tipo de procedimiento la curva del par del indicador M_{10} con la ayuda de la línea ζ y la curva del par del rotor M_{12} con la ayuda de las líneas γ_1 , γ_2 , γ_3 y γ_4 . En la figura 15 se representan las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 así como la curva aproximada del par del indicador M_{10} . La figura 16 muestra la curva correspondiente del ángulo de giro φ del rotor 12. Con la ayuda de las figuras 14, 15 y 16 se explica la curva del primer tipo de procedimiento.

De nuevo se aplica como posición de partida un amarre del rotor 12 en la posición estable “ A_1 ” entre las posiciones “a” y “b”. La dirección de campo del campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 se mantiene durante todo el procedimiento en la dirección de la posición “b”. En el instante ini-

cial T_0 comienza a caer la amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 de forma continua a modo de rampa. De ello resulta un debilitamiento continuo del campo magnético de las bobinas de activación 15, con lo que el rotor 12 se mueve siguiendo el par del indicador M_{10} en el sentido de las agujas del reloj. En este caso, se reduce, además, el par del indicador M_{10} . El movimiento desde la posición estable “ A_1 ” hasta la posición “a” se muestra en la figura 14. La amplitud de las tensiones de activación U_1 , U_2 se reduce de manera que el par del rotor M_{12} se modifica desde el desarrollo de la curva inicial γ_1 hacia el desarrollo de la curva γ_2 . El par del indicador M_{12} se desplaza en este caso a lo largo de la línea ζ desde la posición estable “ A_1 ” hacia la posición inestable “ D_1 ”. Tan pronto como se ha alcanzado la posición inestable “ D_1 ”, cualquier otra reducción de la intensidad de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 provocaría una reducción del par del rotor M_{12} activo sobre el rotor 12. De una manera correspondiente, el rotor 12 bascula desde esta posición inestable “ D_1 ” y se gira sobre las posiciones “d”, “c” y “b” hasta una segunda posición estable “ A_2 ”. Esta posición resulta de nuevo a partir del punto de intersección de la línea ζ con el par del rotor M_{12} representado por medio de la línea γ_2 . En el caso de una velocidad de reducción reducida, la velocidad del rotor entre las posiciones “ A_1 ” y “ D_1 ” es en este caso comparativamente menor que la velocidad de rotación entre las posiciones “ D_1 ” y “ A_2 ”, puesto que en el primer caso se determina a través de la velocidad de la reducción de las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 y en el segundo caso se determina a través de la constante de tiempo mecánica. La constante de tiempo mecánica es en este caso igual al valor recíproco de la frecuencia propia del rotor 12 en condiciones de funcionamiento. Esta frecuencia propia depende, naturalmente, de los elementos mecánicos acoplados en el rotor 12, como el árbol 20, un engranaje eventual y también al indicador 10 y determina el comportamiento de estabilización del rotor 12. A través de la selección de una velocidad de reducción pequeña se frena el rotor 12 de nuevo, de una manera similar a la que se consigue en el tercer tipo de procedimiento por medio de la fase de conexión, después de casi una revolución. De nuevo la reducción de las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 provoca un giro más lento del rotor desde la posición estable “ A_2 ” hacia una segunda posición inestable “ D_2 ” que aparece cuando el par del rotor M_{12} en la posición “a” es precisamente de la misma magnitud que el par del indicador M_{10} . El par del rotor M_{12} está representado en este caso por la línea γ_3 en la figura 14. También aquí el rotor 12 bascula de nuevo desde la posición inestable “ D_2 ” y cubre las posiciones “d”, “c” y “b” hasta la tercera posición estable “ A_3 ”. Siguen otros muchos procesos de este tipo, sobre las posiciones “ D_3 ”, “ A_4 ”, “ D_4 ”, “ A_5 ”, “ D_5 ” hasta que el par del indicador M_{10} se ha reducido hasta el valor cero. Entonces el rotor 12 se encuentra en la posición inestable “E”. En esta posición inestable “E”, sobre el rotor 12 no actúa ya ningún par del indicador M_{10} , sino solamente la porción del par del rotor M_{12} que existe todavía en este instante. A través del par del rotor M_{12} se gira el rotor 12 desde la posición inestable “E” a la posición estable definitiva “F”, que se caracteriza porque el polo norte magnético del rotor 12 se encuentra delante de la posición “b”. Allí se mantiene el rotor 12, hasta que las amplitudes de

las tensiones de activación U_1 , U_2 se han reducido a cero y se ha alcanzado el instante final t_1 . Puesto que las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 ya tienen el valor cero, se ha desconectado ya el motor paso a paso. En este primer tipo de procedimiento se ha conseguido que el rotor 12 realice de forma alterna movimientos lentos y rápidos, estando limitados los movimientos giratorios rápidos a máximo una revolución del rotor, con lo que no puede aumentar la velocidad del rotor 12 de forma incontrolada y no puede conducir a una separación del indicador 10 fuera del tope mecánico 11. No es absolutamente necesario reducir la atenuación de la intensidad de campo del campo magnético de las bobinas de activación 15 totalmente al valor cero. Se consigue ya una reducción de la intensidad de un movimiento incontrolado del indicador a través de la atenuación del par del rotor M_{10} durante el movimiento del rotor 12 desde una posición inestable a una posición estable. No obstante, cuantos más procesos de este tipo se realicen antes de un proceso de desconexión brusco, tanto más reducida es esta intensidad.

Por lo tanto, todos los tres tipos de procedimientos tienen en común que el par del indicador M_{10} se descompone de forma controlada, de manera que no se produce una separación o solamente una separación apenas visible del indicador 10 fuera del tope mecánico 11. De la misma manera, está previsto combinar los tres tipos de procedimiento entre sí y de esta manera obtener una solución adaptada al caso de aplicación. En este caso, es posible mover el rotor 12 en primer lugar en la medida de un ángulo de giro de compensación $\Delta\varphi$ fuera del tope mecánico y luego reducir las amplitudes de las tensiones de activación U_1 , U_2 o bien en forma de rampa o descomponer el par del indicador M_{10} a través de varios procesos de conexión y desconexión.

El motor paso a paso 14 representado y tratado en las figuras 1 a 16 presenta cuatro bobinas de activación 15 y cuatro núcleos de bobinas 13. No obstante, el procedimiento es adecuado de la misma manera para cuatro otro tipo de motor paso a paso 14. Así, por ejemplo, se conoce un motor paso a paso 14 que presenta solamente dos bobinas de activación 15, cuyos núcleos de las bobinas 13 están configurados en forma de C y que están conectados entre sí en un brazo del núcleo de las bobinas 13, de manera que solamente tres lados frontales de un núcleo de las bobinas 13 están dispuestos desplazados 120° entre sí sobre la línea circular, para el que se puede emplear de la misma manera el procedimiento.

Como indicador 10 en el sentido de la invención debe entenderse, en general, una palanca montada aproximadamente perpendicular al árbol 20. Esta palanca no tiene que utilizarse necesariamente en este caso para la representación del ángulo de giro φ . Por ejemplo, está previsto montar un primer indicador 10 de un material rígido, por ejemplo acero u otro metal sobre el árbol 20, que choca en el tope mecánico 11, mientras que otro indicador 10 que representa el ángulo de giro φ , que está fabricado habitualmente de un plástico transparente, se fija de la misma manera sobre el árbol 20. De este modo, la alta elasticidad perturbadora del indicador 10 que representa el ángulo de giro φ está sustituida por la elasticidad reducida del primer indicador 10, lo que da como resultado un posición final estable con un par de indicador M_{10} más reducido.

De una manera alternativa a los procedimientos descritos anteriormente, se pueden emplear también otros tipos de procedimientos para reducir una separación del indicador 10 fuera del tope 11, tal como, por ejemplo, una reducción de la velocidad del indicador cuando choca en el tope.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la reducción de la magnitud de un movimiento incontrolado de un indicador (10) accionado de forma giratoria por un motor paso a paso (14) a través de su rotor (12) y que se apoya en un tope mecánico (11) durante la desconexión del motor paso a paso (14), **caracterizado** porque antes de la desconexión del motor paso a paso (14) se toman medidas, que reducen un rebote del indicador (10) desde el tope (11), de tal manera que se reduce la intensidad de campo del campo magnético del motor paso a paso (14), que actúa sobre el rotor (12) del motor paso a paso (14), a un valor más reducido o porque el indicador (10) antes de la desconexión se mueve fuera del tope (11) en la medida de un ángulo de giro de compensación ($\Delta\varphi$) predeterminado o porque el motor paso a paso (14) después de la desconexión se conecta de nuevo al menos una vez después de un periodo de tiempo de desconexión (t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}) predeterminado durante un periodo de tiempo de conexión (t_{e1} , t_{e2} , t_{e3}) predeterminado.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la intensidad de campo se reduce de forma continua hasta el valor más bajo.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la intensidad de campo se reduce en etapas discretas hasta el valor más bajo.

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la intensidad de campo se reduce más lentamente que la duración de la constante de tiempo mecánica del motor paso a paso (14).

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la intensidad de campo se reduce disminuyendo la tensión de activación de los arrollamientos de activación (15) del motor paso a paso (14).

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque la tensión de activación de los arrollamientos de activación (15) del motor paso a paso (15) se reduce disminuyendo la amplitud del impulso de un modulador de la amplitud del impulso (2) que está conectado delante de los arrollamientos de activación (15).

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque la tensión de activación de los arrollamientos de activación (15) del motor paso a paso se reduce modificando el valor elemental de al menos una impedancia (R_V) controlable de un cir-

cuito de impedancia (16) que está conectado delante de los arrollamientos de activación (15).

8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se reduce la intensidad de campo disminuyendo la tensión de alimentación (U_A) de un excitador del motor paso a paso (3) que está conectado delante del motor paso a paso (4).

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el valor del ángulo de giro de compensación ($\Delta\varphi$) se lee a partir de un medio de memoria (19).

10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la velocidad de giro reducida para el movimiento de recorrido del indicador (10) se selecciona en torno al ángulo de giro de compensación ($\Delta\varphi$).

11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque durante o después del movimiento de recorrido del indicador (10) en la medida del ángulo de giro de compensación ($\Delta\varphi$) y antes de la desconexión del motor paso a paso (14), se reduce la intensidad de campo del campo magnético del motor paso a paso (14) a un valor más bajo.

12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el motor paso a paso (14) se conecta y desconecta de nuevo varias veces, incrementando los periodos de tiempo de la desconexión (t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}).

13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado** porque el periodo de tiempo de desconexión más corto (t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}) se selecciona menor que el periodo de tiempo más corto posible, en el que el rotor (12) del motor paso a paso (14) continúa moviéndose en la medida de un giro completo, y porque el periodo de tiempo de desconexión más largo (t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}) se selecciona menor que el periodo de tiempo más largo posible, en el que el rotor (12) del motor paso a paso (14) continúa moviéndose en la medida de un giro completo.

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque la suma del periodo de tiempo de conexión (t_{e1} , t_{e2} , t_{e3}) y del periodo de tiempo de desconexión (t_{a1} , t_{a2} , t_{a3}) precedente se selecciona mayor que el periodo de tiempo, en el que el rotor (12) del motor paso a paso (14) continúa moviéndose en este periodo de tiempo en la medida de un giro completo.

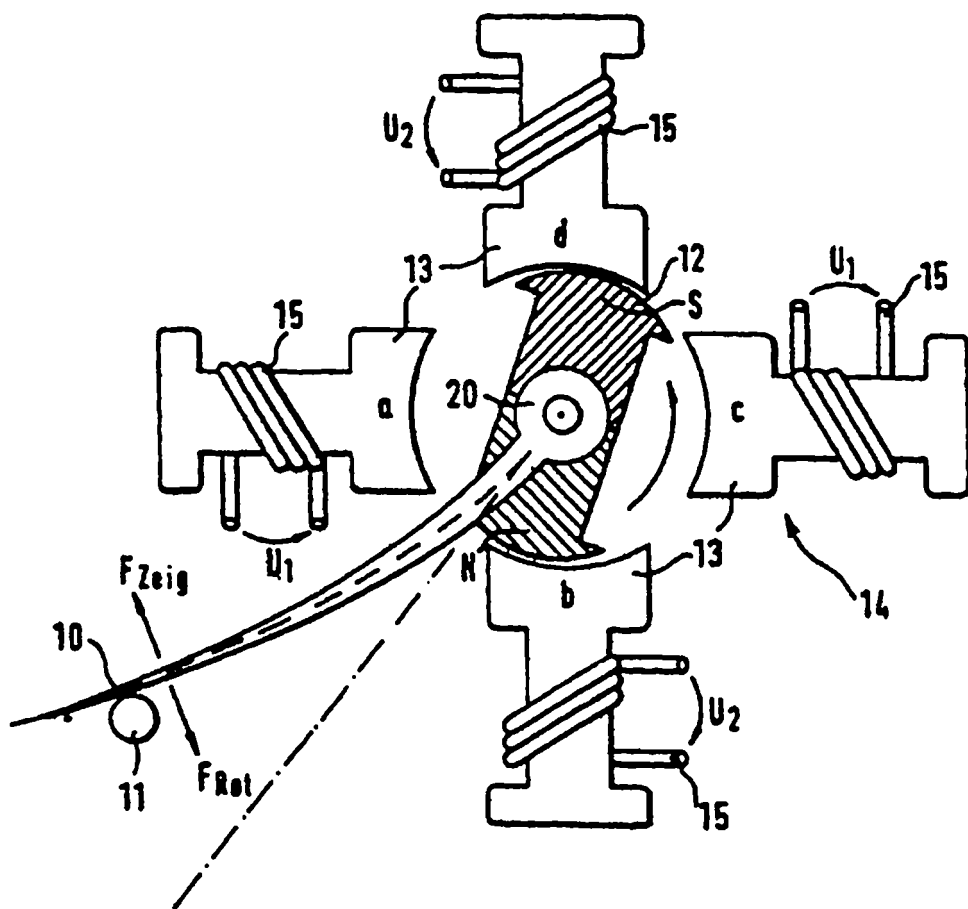
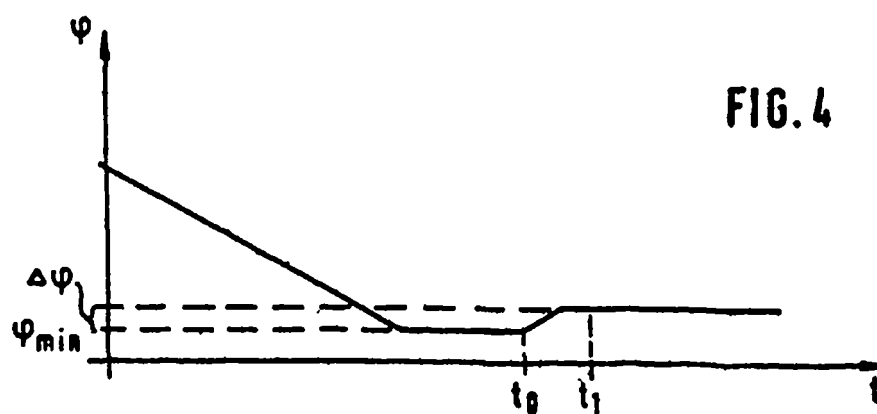
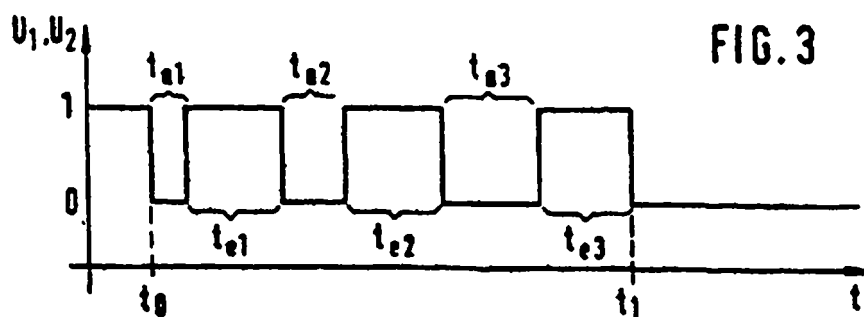
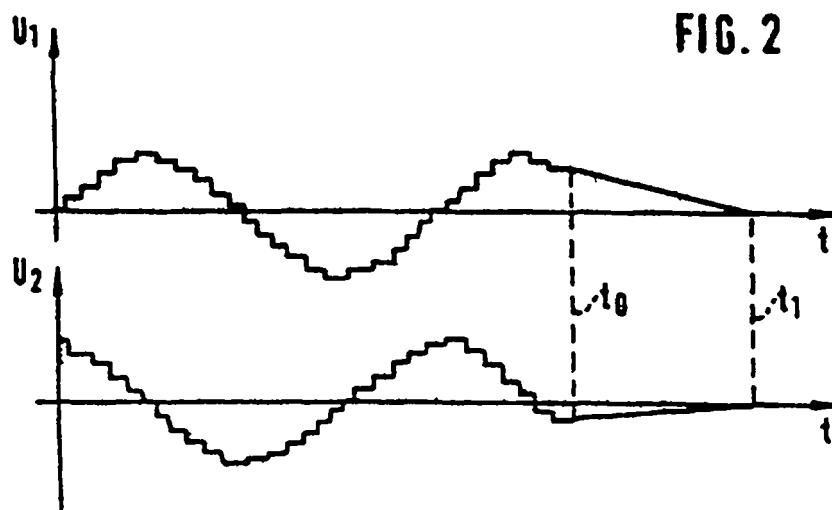


FIG. 1



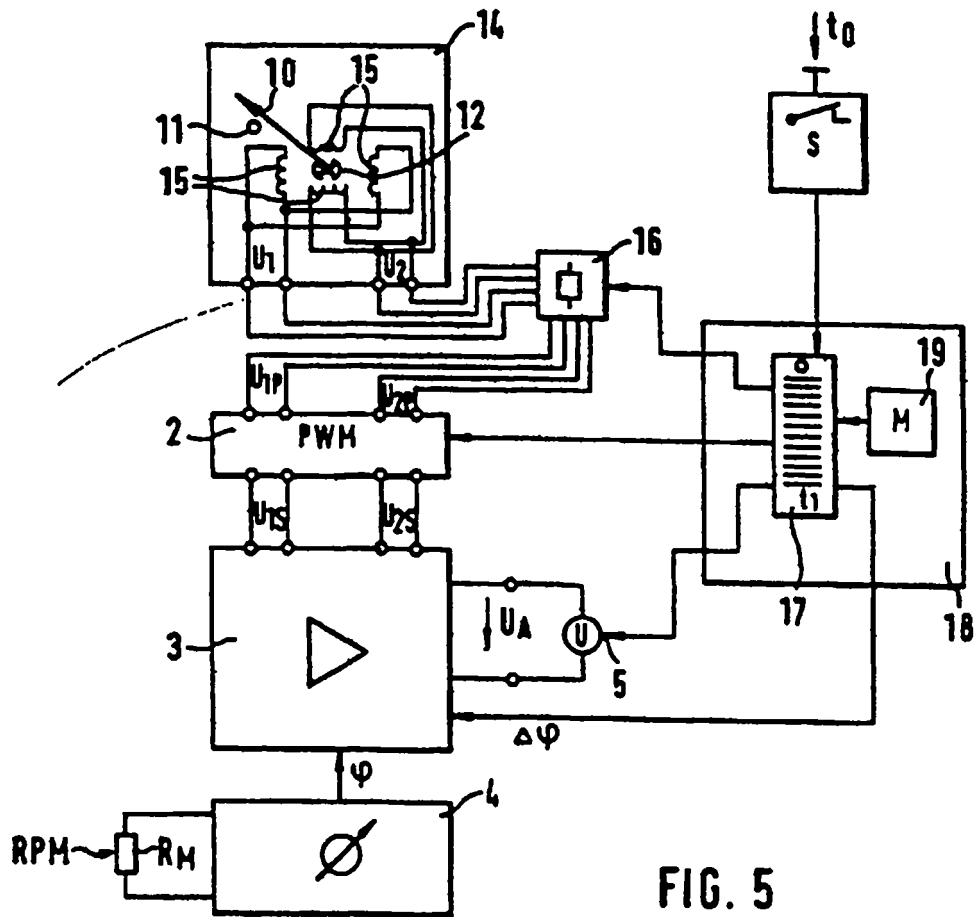


FIG. 5

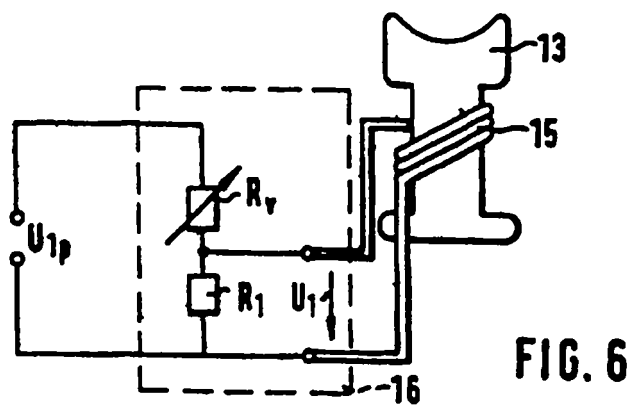


FIG. 6

