

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 968**

51 Int. Cl.:  
**H03K 17/95** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06015722 .9**

96 Fecha de presentación: **27.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1885065**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.02.2008**

54 Título: **DETECTOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO Y PROCEDIMIENTO PARA SU FUNCIONAMIENTO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.01.2012**

73 Titular/es:  
**Pepperl + Fuchs GmbH  
Lilienthalstrasse 200  
68307 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:  
**Kühn, Thomas**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 372 968 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Detector de proximidad inductivo y procedimiento para su funcionamiento.

5 La presente invención se refiere a un detector de proximidad inductivo conforme al preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento para el funcionamiento de un detector de proximidad inductivo según el preámbulo de la reivindicación 7.

Un detector de proximidad de este tipo se conoce por ejemplo por el documento DE 198 34 071 y por el DE 41 20 806, y comprende un oscilador con un circuito oscilante y un amplificador del oscilador así como un dispositivo de evaluación y de control para evaluar una impedancia del circuito oscilante y para emitir una señal de conmutación.

10 En un procedimiento genérico para el funcionamiento de un detector de proximidad inductivo se evalúa la impedancia de un circuito oscilante de un oscilador como medida de la distancia de un blanco, y comparando la impedancia con por lo menos un umbral a determinar se obtiene y se emite una señal de conmutación.

15 Es sabido que un sistema de bobinas preamortiguado por un medio disipativo, por ejemplo por una carcasa metálica, se puede desamortiguar al aproximarse un blanco no-férreo, al menos dentro de un determinado campo de distancias al blanco. El motivo de esto son las corrientes de Foucault inducidas en el blanco no-férreo, que dan lugar a una atenuación de los campos causantes. Este efecto de desamortiguación que se basa en una disminución desproporcionada de las pérdidas de amortiguación previa respecto a un incremento de las pérdidas del blanco está por este motivo especialmente marcado en los metales de alta conductividad, por ejemplo en aluminio o cobre.

20 A diferencia de esto, la amortiguación con metales féreos de alta permeabilidad o aleaciones, por ejemplo hierro, níquel o acero da lugar por lo general a un incremento de pérdidas en todo el campo de distancias al blanco. Este comportamiento opuesto se puede aprovechar para realizar detectores de no-hierro/hierro con igual distancia de conmutación para ambos materiales.

25 A este respecto hay una dificultad que consiste en que al aproximar un blanco no férreo a una distancia muy reducida, los efectos de amortiguación debido a las pérdidas en el blanco rebasan el efecto de desamortiguación descrito. La desamortiguación cambia por lo tanto de modo continuo a una amortiguación ya que el incremento de pérdidas del blanco es superior a la disminución de pérdidas de preamortiguación.

30 De ahí resultan unas ambigüedades indeseables en cuanto a la señal de conmutación. En una solución anterior en conmutadores conocidos de no-hierro/hierro se empotra por lo tanto el sistema de bobinas dentro de una carcasa del conmutador lo suficiente para que el blanco solamente se pueda aproximar al sistema de bobinas dentro del campo de unas situaciones de conmutación que se puedan asignar de forma unívoca. Ahora bien, esto entraña una disminución indeseable de la distancia de conmutación utilizable. Esta medida además se limita a detectores que no se vayan a instalar al ras.

35 En el documento DE 44 27 990 A1 se describe un detector de proximidad inductivo según el preámbulo de la reivindicación 1 destinado a la medición de distancias con independencia del material. Para conseguir un punto de conmutación que sea independiente de las propiedades del material del objeto metálico se mide allí adicionalmente la frecuencia de resonancia de un circuito oscilante.

El objeto del documento EP 0 169 582 A1 es un detector de proximidad en el cual se incrementa la ganancia al comienzo del proceso de oscilación con el fin de acelerar la aceleración para salir del ruido.

El documento DE 100 04 718 A1 se refiere a un detector de proximidad inductivo en el que se evalúa una frecuencia del oscilador para determinar la distancia de un objeto.

40 En el documento DE 198 34 071 A1 se describe un detector de proximidad inductivo en el cual hay una bobina de medida dispuesta directamente detrás de una cara frontal de la carcasa del sensor.

El objetivo de la invención es crear un detector de proximidad inductivo en el que se pueda aprovechar la totalidad del campo de sensibilidad. Además se trata de describir un procedimiento para el funcionamiento de un detector de proximidad inductivo que permita obtener unas distancias de conmutación mayores.

45 Este objetivo se resuelve por medio del detector de proximidad inductivo que presenta las características de la reivindicación 1, y mediante el procedimiento con las características de la reivindicación 8.

Unos ejemplos de realización preferentes del detector de proximidad conforme a la invención y unas variantes ventajosas del procedimiento conforme a la invención constituyen el objeto de las reivindicaciones dependientes.

50 El detector de proximidad inductivo de la clase antes descrita está perfeccionado conforme a la invención por existir un dispositivo de medición de la frecuencia para medir la frecuencia de oscilación del oscilador y para eliminar

ambigüedades en el resultado de la evaluación del dispositivo de evaluación y control.

El procedimiento de la clase antes descrito está perfeccionado conforme a la invención por el hecho de que se mide adicionalmente la frecuencia del oscilador con el fin de eliminar ambigüedades en la evaluación de la amplitud de las oscilaciones del oscilador.

5 Puede considerarse como la idea básica de la invención el hecho de medir la frecuencia del oscilador además de evaluar la impedancia del circuito oscilante o la amplitud del oscilador, para obtener de este modo una información adicional. En este caso se aprovecha que la amortiguación del oscilador con un blanco no-férreo da lugar en el caso de distancias muy reducidas a una menor inductividad y con ello a una mayor frecuencia de oscilación en comparación con distancias mayores.

10 Una ventaja esencial del detector de proximidad conforme a la invención y del procedimiento conforme a la invención es que con medios sencillos se aprovecha todo el campo de sensibilidad del sensor y por lo tanto se pueden conseguir unas distancias de conmutación superiores.

15 Dado que las citadas diferencias de frecuencia se encuentran en cuanto al orden de magnitud dentro del campo porcentual, la medición de la frecuencia propiamente dicha puede tener una configuración sencilla. Por este motivo las ventajas conformes a la invención se pueden realizar de modo económico incluso con detectores de proximidad de estructura sencilla.

20 En principio se puede realizar el detector de proximidad conforme a la invención con un oscilador que trabaje de modo continuo con dos umbrales de conmutación separados para la amplitud del oscilador, cuyo rebasamiento en exceso o en defecto se interpreta como señal de conmutación no-férrea o señal de conmutación férrea respectivamente. Debe entenderse por un oscilador que trabaje de modo continuo un oscilador en el que la amplitud de oscilación varía de modo relativamente lento según la distancia del blanco.

Sirviéndose de un enlace "OR" lógico entre las dos señales de conmutación se puede obtener entonces la función deseada de un sensor que trabaje con independencia del material, siempre y cuando se recurra a la frecuencia de oscilación como magnitud adicional.

25 El detector de proximidad conforme a la invención se realiza de modo especialmente preferente sirviéndose de un oscilador que trabaje con fuerte pendiente o de modo discontinuo, cuyo estado de oscilación varíe dentro de un campo de impedancia muy reducido. Sirviéndose de un oscilador de esta clase se pueden evaluar también variaciones extremadamente pequeñas de la impedancia del circuito oscilante.

30 En una variante ventajosa del detector de proximidad inductivo el amplificador del oscilador es un amplificador regulable, en particular controlado por la tensión. Para ello se prefieren especialmente amplificadores de alto grado de linealidad en los que una pequeña variación de la impedancia de resonancia ya se reproduce en una gran elongación máxima de la amplitud. Con esta clase de amplificadores controlados por la tensión se pueden ajustar unos umbrales de conmutación muy definidos para el detector de proximidad. Mediante una ganancia determinada ajustada en el amplificador del oscilador se determina un umbral para la impedancia de resonancia. Por este motivo, a la impedancia de resonancia correspondiente al umbral resulta especialmente grande la variación de amplitud en función de una variación de la impedancia. En un caso de evaluación sencillo se comprueba entonces únicamente si el oscilador está o no oscilando.

40 Con vistas a los metales féreos y metales no féreos que se trata de determinar el amplificador del oscilador controlado por la tensión, se puede ajustar de acuerdo con la invención a un mínimo de dos ganancias diferentes. De acuerdo con la invención el amplificador del oscilador se conmuta entre dos ganancias exactamente definidas y después de cada conmutación se evalúa el respectivo estado de oscilación del oscilador. Las ganancias están elegidas de tal modo que exista una variación de amplitud especialmente grande cuando se mueve a través del punto de conmutación un blanco no-férreo o un blanco férreo. Los umbrales además se eligen muy preferentemente de tal modo que se obtenga la misma distancia de conmutación para blancos no féreos como que blancos féreos.

45 La evaluación de una amplitud de oscilación del oscilador se puede realizar en una variante de realización sencilla mediante un comparador conectado a continuación del amplificador del oscilador, pudiendo estar previsto convenientemente un rectificador entre el amplificador y el comparador. En el caso de que la amplitud de oscilación esté por encima de un umbral ajustado en el comparador, oscila también la señal de salida del comparador como señal rectangular con la respectiva frecuencia de oscilación. Esta señal rectangular se puede aprovechar por lo tanto de modo muy sencillo para la determinación de la frecuencia.

50 El dispositivo de control y evaluación puede ser por ejemplo un microcontrolador en el que esté también integrado el dispositivo de medición de la frecuencia.

La medición de la frecuencia puede realizarse en principio por un procedimiento conocido. La determinación o

medición de la frecuencia puede efectuarse de forma especialmente sencilla contando los períodos de oscilación, por ejemplo sirviéndose del microcontrolador.

5 La ganancia de ajuste variable del amplificador del oscilador controlado por la tensión también puede aprovecharse para compensar variaciones de la distancia de conmutación debidas a la temperatura. En cuanto a los aparatos existe para ello para determinar una temperatura de los componentes electrónicos y para compensar las variaciones de temperatura de la distancia de conmutación, un sensor de temperatura que trabaje juntamente con el amplificador del oscilador controlado por la tensión. Como sensor de temperatura puede emplearse por ejemplo una red NTC. En estas variantes, se puede mejorar considerablemente la funcionalidad y fiabilidad del detector de proximidad incluso para campos de aplicación con temperaturas ambientes que oscilen fuertemente.

10 Una ventaja esencial de la invención es que se aprovecha todo el campo de sensibilidad del sensor y por lo tanto se puede aumentar la distancia de conmutación. En una variante especialmente preferida del detector de proximidad conforme a la invención la carcasa del sensor está realizada de tal modo que se pueda instalar allí un sistema de bobinas, al ras con relación con la superficie del sensor.

15 Para obtener un detector de proximidad que muestre para blancos no-férreos y para blancos férricos una distancia de conmutación esencialmente igual, se emite convenientemente una señal de conmutación cuando el circuito oscilante no alcanza un umbral inferior o rebasa un umbral superior. El umbral inferior y el umbral superior se pueden fijar para ello convenientemente mediante ciclos de aprendizaje.

Se obtiene una señal de conmutación unívoca y una información que indique si se trata de un blanco férreo o de un blanco no férreo, si se llevan a cabo sucesivamente los siguientes pasos del procedimiento:

- 20 a) Medición de la amplitud de oscilaciones para una primera ganancia;
- b) Establecimiento de la señal de conmutación si el oscilador no oscila para la primera ganancia, y vuelta al paso a);
- c) Medición de la frecuencia del oscilador, en el caso de que el oscilador oscile para la primera ganancia;
- d) Establecimiento de la señal de conmutación si la frecuencia de medida se encuentra dentro de un campo de frecuencias a determinar, y vuelta al paso a);
- 25 e) Medición de la amplitud de oscilación para una segunda ganancia, si la frecuencia medida no se encuentra dentro del campo de frecuencias que se ha de establecer;
- f) Establecimiento de la señal de conmutación si el oscilador oscila para la segunda ganancia, y vuelta al paso c); y
- g) Vuelta al paso a) si el oscilador no oscila para la segunda ganancia.

30 Mediante la primera ganancia se define un umbral inferior para la impedancia de resonancia del circuito oscilante. De modo correspondiente se establece mediante la segunda ganancia un umbral superior para la impedancia de resonancia.

En el detector de proximidad conforme a la invención se puede emitir en principio, además de una pura señal de conmutación basada en la información adicional dada por la medición de la frecuencia, también otra señal que indique si el blanco que ha sido determinado es un blanco no-férreo o un blanco férreo.

35 Otras ventajas y características de la invención se describen a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Éstos muestran:

la figura 1 un diagrama en el que está representada la variación de la impedancia de resonancia dentro del campo de distancias cuestionable para blancos no férricos y blancos férricos;

la figura 2 un esquema de bloques de un detector de proximidad inductivo conforme a la invención; y

40 la figura 3 un diagrama de flujo mediante el cual se explica una variante del procedimiento conforme a la invención.

En la figura 1 está representada la variación relativa de la impedancia de resonancia  $\Delta Z/Z$  de un circuito oscilante al aproximarse un blanco para un detector de proximidad con una distancia de conmutación nominal  $d$  de 15 mm. La curva correspondiente a un blanco no férreo lleva la cifra de referencia 60. La curva identificada con la cifra de referencia 70 muestra la variación de la impedancia de resonancia  $\Delta Z/Z$  para un blanco férreo. En el ejemplo representado el circuito oscilante es un circuito oscilante paralelo, de modo que un aumento de la impedancia de resonancia  $Z$  equivale a una disminución de las pérdidas o a una desamortiguación, y viceversa.

45 La situación solamente es unívoca para un blanco no férreo en la zona III. Allí la impedancia de resonancia es mayor

que un umbral superior 80. Pero dado que esto solamente está realizado para un blanco no férreo dentro de este campo de distancias, se puede decidir unívocamente que hay un blanco no férreo situado más próximo que la distancia de conmutación  $d$  del sensor.

5 Los campos I, II y IV, así como el campo III en la medida en que se trate de demostrar blancos férreos, no se pueden distinguir sin embargo basándose únicamente en la medición de la impedancia. Así se realiza una impedancia de resonancia que es menor que el umbral inferior 90, tanto en el campo I por un blanco no férreo como también en el campo III por un blanco férreo. Además, las impedancias de resonancia entre el umbral superior 80 y el umbral inferior 90 se realizan por un blanco no férreo en los campos II y IV y además por un blanco férreo en el campo IV.

10 El campo II en el que debería conmutar el conmutador, ya que el blanco se encuentra notablemente más próximo del sensor que la distancia de conmutación  $d$ , por lo tanto no se puede distinguir del campo IV en el que el conmutador no debe conmutar. Esto es sumamente indeseable.

15 La solución conforme a la invención consiste en ampliar la evaluación de la impedancia realizando también una medición de la frecuencia del oscilador. La amortiguación obtenida por un blanco no férreo en el campo II da lugar a una menor inductividad debida a las corrientes de Foucault inducidas en el blanco, y por lo tanto a una frecuencia de oscilación superior que la correspondiente amortiguación en el campo IV. Al distinguir las dos frecuencias de oscilación se puede deducir una afirmación unívoca a pesar de tratarse de impedancias de resonancia idénticas, indicando si hay una amortiguación en el campo II o en el IV. Por este motivo ya no es necesario empotrar el sistema de bobinas y se pueden realizar también detectores que se puedan instalar al ras o en todo caso esencialmente al ras.

20 Dado que las frecuencias de oscilación del oscilador son claramente distintas en los campos que se trata de distinguir, siendo la diferencia de frecuencias de un orden de magnitud mayor dentro de un campo porcentual, no es necesario proceder a una determinación de alta precisión o de alta resolución de la frecuencia de oscilación. Más bien se puede efectuar una separación relativamente basta de entre dos frecuencias, y el aparato para la medición de la respuesta se puede mantener reducido. Por ejemplo puede ser suficiente contar los períodos de oscilación a lo largo de un intervalo de tiempo suficientemente grande.

25 En la figura 2 está representado un posible ejemplo de realización de un detector de proximidad inductivo 100 conforme a la invención. El detector de proximidad 100 allí representado muestra como componentes esenciales un circuito oscilante 10, un amplificador del oscilador 16, un comparador 20, un microcontrolador 30 empleado como dispositivo de evaluación y control con el dispositivo de medición de la frecuencia 40 así como un amplificador de salida 50.

30 El circuito oscilante 10 es un circuito oscilante paralelo y está formado por una inductividad 12 y una capacidad 14. Junto con el amplificador del oscilador 16 reacoplado a través de una resistencia 18, el circuito oscilante 10 forma un oscilador. Junto con el amplificador del oscilador 16 reacoplado a través de una resistencia 18 el circuito oscilante 10 forma un oscilador. El amplificador del oscilador 16 es un amplificador controlado por la tensión que está acoplado también por medio del sistema de bobinas o el circuito oscilante 10.

35 El umbral de conmutación del oscilador está determinado por la ganancia del amplificador del oscilador 16. Ésta a su vez es definida por una tensión de control que es generada por el microcontrolador 30 como dispositivo de evaluación y control y que se conduce al amplificador 16 a través de una entrada 32. Para este fin pueden estar previstos por ejemplo en el microcontrolador 30 un convertidor digital-analógico o una fuente de modulación de amplitud de impulsos con filtro de paso bajo. La conmutación entre los dos umbrales para determinar el estado de amortiguación y por lo tanto para determinar la impedancia de resonancia del circuito oscilante 10 tiene lugar mediante la correspondiente conmutación de la tensión de control del amplificador 16. Esta misma tensión de control puede emplearse también adicionalmente para efectuar el seguimiento de la distancia de conmutación  $d$  durante las variaciones de temperatura.

40 Una señal de salida del amplificador 16 se conduce a una primera entrada 22 de un comparador 20, que en el ejemplo representado es un Trigger de Schmitt. En la segunda entrada 24 del comparador 20 se aplica una tensión de referencia que también puede estar generada en el microcontrolador 30. Si el oscilador oscila ahora con una determinada amplitud determinada por la tensión de referencia aplicada a la entrada 24 del comparador 20, entonces en la salida 26 del comparador 20 aparecen impulsos rectangulares que por una parte permiten comprobar el estado de oscilación y por otra parte permiten determinar la frecuencia. Para este fin la salida 26 del comparador 20 está unida al microcontrolador 30.

45 En el microcontrolador 30 está integrado el dispositivo de medición de la frecuencia 40 previsto conforme a la invención, que en un ejemplo de realización sencillo cuenta los impulsos rectangulares emitidos por el comparador 20 a lo largo de un intervalo de tiempo suficientemente grande.

- 5 En el microcontrolador 30 se trata no sólo la información de medida con vistas a la impedancia de resonancia sino también la amplitud del oscilador, así como la información de la frecuencia, y en función de esto se dispone en la salida 34 del microcontrolador 40 de una señal. Esta señal se conduce a un amplificador final 50 que a partir de ella genera la señal de conmutación 52 propiamente dicha, emitida por el sensor 100. Además de esto el microcontrolador 30 puede emitir otra señal mediante la cual se indica si se trata de un blanco no férreo o de un blanco férreo. Esto es posible en cualquier caso en los campos II y III.
- Mediante la figura 3 se explica un ejemplo de un procedimiento sobre la forma en que se pueden evaluar en el microcontrolador 30 las informaciones de medida descritas y cómo se puede controlar en su conjunto el desarrollo de la medición.
- 10 Partiendo del inicio S1 del diagrama de flujo se lleva a cabo primeramente en el paso S2 una medición con una primera ganancia del amplificador del oscilador 16 que corresponde al umbral inferior 90 en el diagrama de la figura 1. A continuación se comprueba en el paso S3 si el oscilador está oscilando, es decir si la impedancia de resonancia del circuito oscilante es mayor que el umbral inferior. Si esto sucede, se lleva a cabo en el paso S4 una medición de la frecuencia y a continuación se comprueba en el paso S5 si la frecuencia corresponde al campo de frecuencias correspondiente al campo II de la figura 1. Si esto es así, es decir si el blanco se encuentra en el campo II, es decir considerablemente más próximo que la distancia de conmutación respecto al sensor, se acciona en el paso S10 el conmutador y el desarrollo vuelve al paso S2. Ahora bien si la comprobación realizada en el paso S3 indica que el oscilador no oscila, se acciona en el paso S10 el conmutador, ya que se debe estar dentro del campo III en la curva 70 perteneciente a un blanco férreo.
- 15 Si la frecuencia que se ha determinado en el paso S5 no corresponde al campo II y a una frecuencia correspondiente a un blanco no férreo, se realiza el cambio al paso S6, donde se lleva a cabo una medición de la amplitud del oscilador para un segundo umbral que corresponde al umbral superior 80 en el diagrama representado en la figura 1. A continuación tiene lugar en el paso S7 nuevamente una comprobación para determinar si oscila el oscilador. Si esto es así, indica que se está en el campo III y que se trata de un blanco no férreo, y en consecuencia se acciona en el paso S9 el conmutador. A continuación tiene lugar un cambio al paso S4 y a una nueva medición de la frecuencia de oscilación.
- 20 Si la comprobación en el paso S7 da como resultado que el oscilador no oscila, se deja sin accionar el conmutador en el paso S8 y tiene lugar el cambio al inicio del desarrollo en el paso S2.
- 25 El desarrollo aquí descrito se puede ampliar por principio, por cuanto también el campo I para un blanco no férreo se puede distinguir unívocamente en el campo III para un blanco férreo.
- 30 Con la presente invención se proporciona un detector de proximidad inductivo novedoso, en el que con medios sencillos se logra una funcionalidad notablemente superior. Mediante una evaluación combinada tanto de las variaciones de impedancia como también de las variaciones de frecuencia resulta posible en el detector de proximidad conforme a la invención reconocer una aproximación o la presencia y además la distinción entre blancos no féreos y blancos féreos. Se entiende aquí como metales féreos especialmente el hierro, el níquel y el acero. En particular se pueden crear detectores de proximidad inductivos que presenten para blancos no féreos y para blancos féreos la misma distancia de conmutación d.
- 35 Mediante la evaluación combinada de las variaciones de impedancia y de frecuencia conformes a la invención se puede utilizar en principio todo el campo de sensibilidad del detector de proximidad inductivo y de este modo se pueden crear en particular sensores en los que el sistema de bobinas esté instalado al ras con relación a una superficie exterior del sensor.
- 40 Una ventaja esencial de una estructura de este tipo es en particular que se pueden conseguir unas distancias de conmutación mayores.

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Detector de proximidad inductivo con un oscilador con un circuito oscilante (10) y un amplificador del oscilador (16), con un dispositivo de evaluación y control (30) para evaluar una impedancia (Z) del circuito oscilante (10) y para emitir una señal de conmutación, y con un dispositivo de medición de la frecuencia (40) para medir la frecuencia de oscilación del oscilador y para eliminar ambigüedades en el resultado de la evaluación del dispositivo de evaluación y control (30), **caracterizado porque** para evaluar un estado de oscilación del oscilador se puede conmutar entre por lo menos dos ganancias distintas en el caso de dos umbrales de conmutación independientes del amplificador del oscilador (16).
- 10 2.- Detector de proximidad según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el amplificador del oscilador (16) es un amplificador controlado por la tensión.
- 3.- Detector de proximidad según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** para evaluar una amplitud de oscilación del oscilador existe un comparador (20) conectado a continuación del amplificador del oscilador (16).
- 4.- Detector de proximidad según una de las reivindicaciones 1 o 3, **caracterizado porque** la medición de la frecuencia tiene lugar mediante el recuento de los períodos de oscilación en un microcontrolador (30).
- 15 5.- Detector de proximidad según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** una carcasa del sensor está realizada de tal modo que allí se puede instalar al ras un sistema de bobinas, con referencia a la superficie del sensor.
- 20 6.- Detector de proximidad según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** para determinar la temperatura de los componentes electrónicos y para compensar las variaciones de temperatura existe un sensor de temperatura que actúa juntamente con el amplificador del oscilador (16), en particular una red NTC.
- 25 7.- Procedimiento para el funcionamiento de un detector de proximidad inductivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que se evalúa una impedancia (Z) del circuito oscilante (10) de un oscilador como medida de la distancia de un blanco, en el que mediante la comparación de la impedancia (Z) del circuito oscilante (10) con por lo menos un umbral a determinar, se obtiene y emite una señal de conmutación, y en el que adicionalmente se mide la frecuencia del oscilador con el fin de eliminar ambigüedades en la evaluación de la impedancia (Z) del circuito oscilante (10), **caracterizado porque** el amplificador del oscilador se conmuta entre dos ganancias exactamente definidas y porque después de la conmutación se evalúa el respectivo estado de oscilación del oscilador.
- 30 8.- Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** se emite una señal de conmutación cuando la impedancia (Z) queda por debajo de un umbral inferior (90) o si rebasa un umbral superior (80).
- 9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** el umbral inferior (90) y/o el umbral superior (80) se determinan en ciclos de aprendizaje.
- 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** como amplificador del oscilador (16) se emplea un amplificador controlado por la tensión.
- 35 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** se emplea una ganancia de ajuste variable del amplificador del oscilador (16) para la compensación de las variaciones de temperatura de la distancia de conmutación (d).
- 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado porque** sucesivamente se llevan a cabo los siguientes pasos del procedimiento:
- 40 a) Medición de la amplitud de oscilación para una primera ganancia (S2);
- b) Establecimiento de la señal de conmutación en el caso de que el oscilador no oscile para la primera ganancia (S10), y vuelta al paso a);
- c) Medición de la frecuencia del oscilador, si el oscilador oscila (S4) durante la primera ganancia;
- d) Establecimiento de la señal de conmutación, si la frecuencia medida está situada dentro de un campo de frecuencias (S10) que se ha de establecer, y vuelta al paso a);
- 45 e) Medición de la amplitud de oscilación para una segunda ganancia, si la frecuencia medida no está situada dentro del campo de frecuencias a establecer (S6);
- f) Establecimiento de la señal de conmutación si el oscilador oscila para la segunda ganancia (S9), y vuelta al paso c); y
- 50 g) Retorno al paso a) si el oscilador no oscila (S8) a la segunda ganancia.

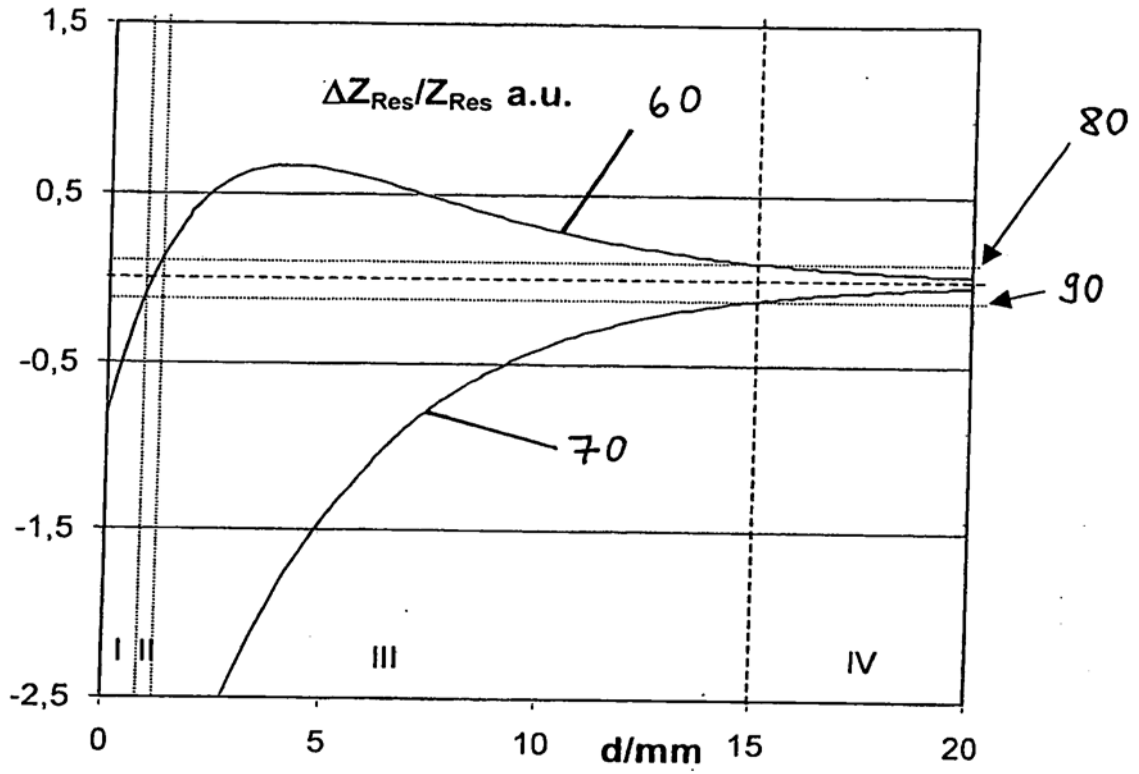


Fig. 1

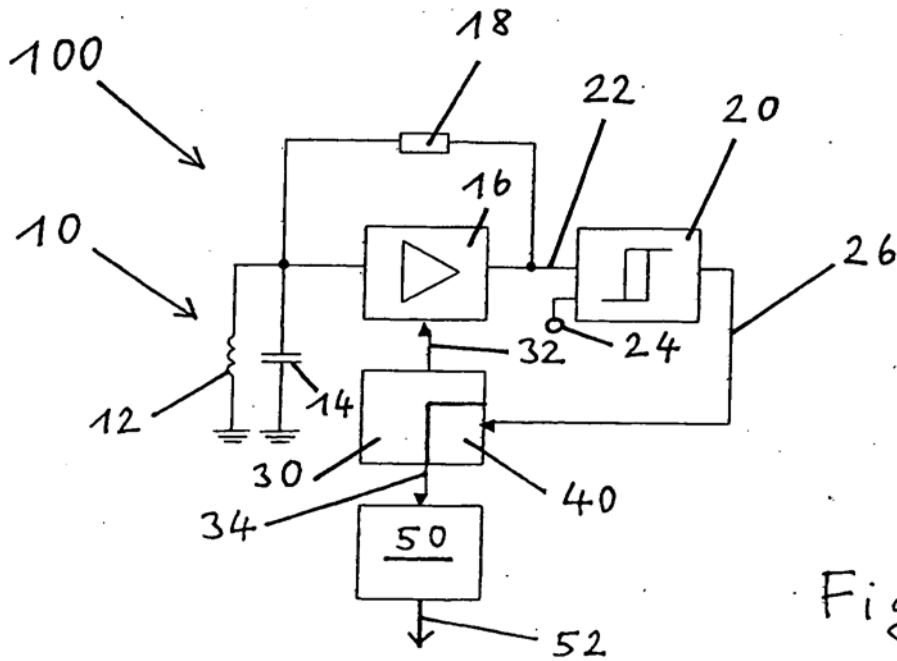


Fig. 2



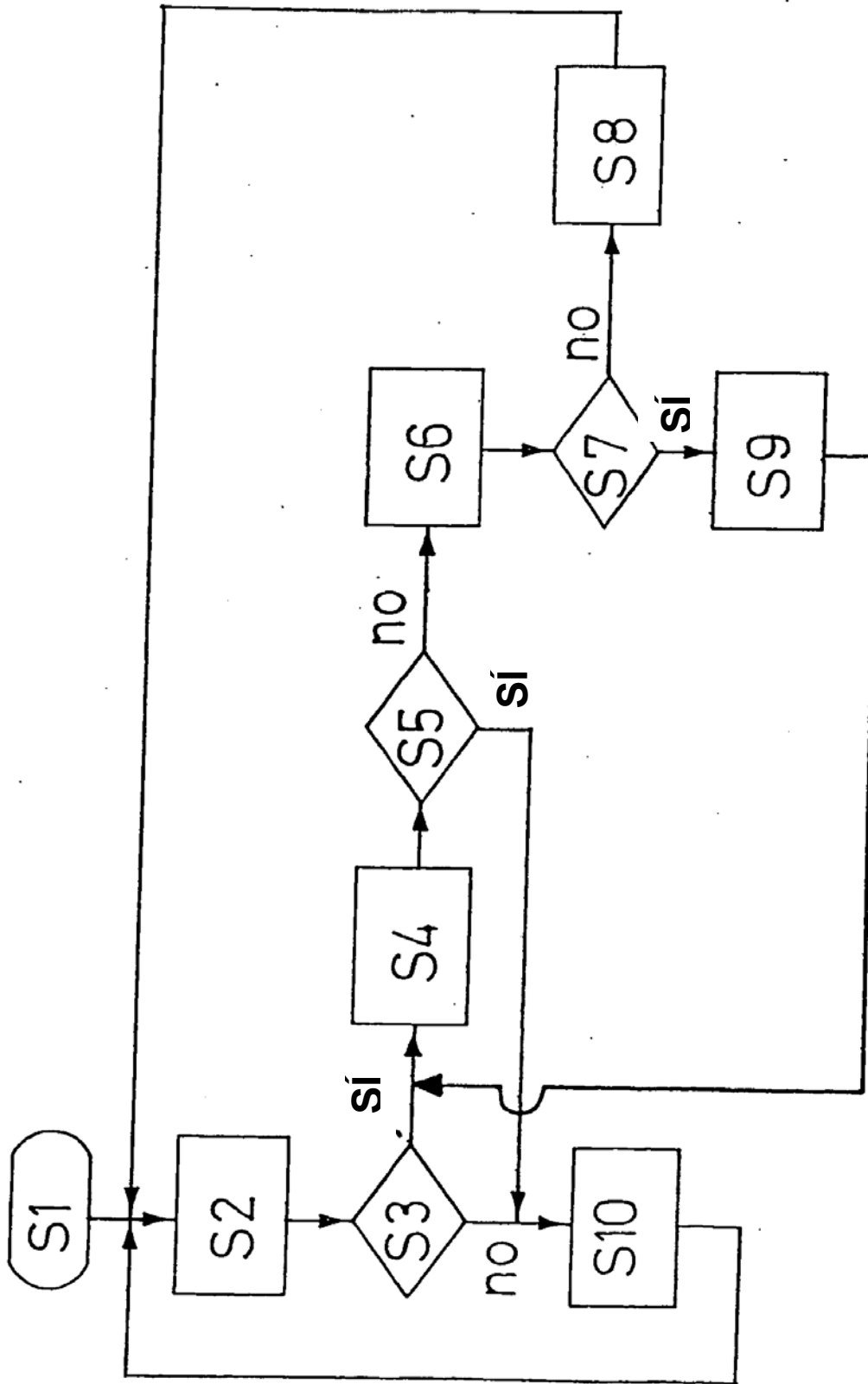


Fig. 3