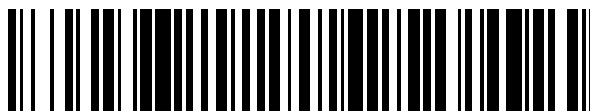


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 264**

51 Int. Cl.:

G01V 3/10 (2006.01)

G01V 3/15 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2010** **E 10726895 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013** **EP 2433159**

54 Título: **Detector de metales**

30 Prioridad:

18.05.2009 DE 102009021804

19.06.2009 DE 102009029928

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.08.2013

73 Titular/es:

REIME, GERD (100.0%)
Klotzbergstrasse 60 i
77815 Bühl, DE

72 Inventor/es:

REIME, GERD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 421 264 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 metales.

La invención concierne a un sensor para localizar objetos metálicos, especialmente un detector de metales que funciona en modo PI, con las características del preámbulo de la reivindicación 1, así como a un procedimiento correspondiente con las características del preámbulo de la reivindicación 10.

Se conoce por el documento DE 32 25 166 A1 un detector de metales que funciona en el modo de procedimiento de inducción de impulsos (PI) y que posee varias bobinas de emisión y una bobina de recepción, circulando en las bobinas de emisión una corriente de la misma dirección. Las bobinas de emisión están colocadas de modo que se compensen en el caso de un campo no distorsionado en la bobina de emisión. La intensidad de corriente de ambas bobinas de emisión puede regularse individualmente. Las bobinas están dispuestas concéntricamente.

Se conoce por el documento DE 103 01 951 A9 un detector de metales que funciona en el modo de procedimiento de inducción de impulsos (PI) y que sirve de base al preámbulo de la reivindicación 1. La interacción de las bobinas primarias y secundarias es desacoplada por un solapamiento parcial de los sistemas de bobinas coplanarios. Se efectúa un ajuste del desacoplamiento por medio de masas mecánicamente desplazables en la zona del solapamiento o con ayuda de medios auxiliares eléctricos de compensación, por ejemplo en forma de señales de compensación adicionales enviadas del generador al circuito de recepción. Éstos compensan la porción no completamente desacoplada de la energía de emisión introducida en la bobina de recepción. No se presenta un "reacoplamiento" entre la señal detectada de la bobina de recepción y la acción de compensación, es decir que no se produce una regulación cerrada.

Se conoce por el documento DE 103 18 350 B3 una disposición comparable en la que varias bobinas están encajadas una en otra en posiciones contiguas y decaladas, solapándose respecto de su campo magnético alterno. Una bobina muy grande, preferiblemente la bobina de recepción, determina la periferia de la disposición de bobinas.

Se conoce por el documento DE 36 19 308 C1 una inversión del principio anteriormente citado, es decir, una bobina de emisión circundante con dos bobinas de recepción configuradas como un "ocho", en las que se extinguen mutuamente los campos emitidos.

Se conoce por el documento DE 43 39 419 C2 un detector de metales con una bobina de emisión y una bobina de recepción que se superponen parcialmente de modo que sea mínimo el coeficiente de inducción alterna. Las bobinas se hacen funcionar alternativamente como bobina de emisión y como bobina de recepción.

Para reducir una diafonía capacitiva de la bobina de emisión hacia la bobina de recepción cuando la bobina de emisión y la bobina de recepción están muy próximas una a otra, tal como ocurre en bobinas impresas, se prevé en el documento DE 10 2004 047 189 A1 una medida de apantallamiento en forma de un electrodo de apantallamiento entre las bobinas de emisión y de recepción. Se han previsto también devanados auxiliares para realizar un ajuste de precisión.

Se conoce en sí por el documento EP 706 648 B1 una regulación de amplitud en la que se capturan señales luminosas con compensación de influencias externas tales como influencias de luz extraña, de temperatura o de envejecimiento entre el emisor de luz y el receptor de luz. Los emisores de luz se hacen funcionar a intervalos y alternativamente por medio de un generador de cadencia. La luz regulada en la amplitud de al menos un trayecto de luz actúa sobre el receptor de luz, eventualmente junto con la luz de otro emisor de luz tal como, por ejemplo, una fuente de luz de compensación, de modo que se origine una señal de recepción sin porciones de señal sincrónicas en cadencia. La señal de recepción del receptor de luz es alimentada a un desmodulador síncrono que descompone a su vez la señal de recepción en las componentes de señal correspondientes a las dos fuentes de luz. Éstas se comparan una con otra en un comparador, obteniéndose un estado del valor de regulación que corresponde a un estado nulo. Si no se aplica a la salida del comparador una señal correspondiente a este estado nulo, se emplea este valor de regulación para regular la potencia de radiación que se alimenta a las fuentes de luz hasta que se alcance este estado.

Partiendo de este estado de la técnica, la presente invención se basa en el problema de proporcionar un sensor sencillo y efectivo y un procedimiento correspondiente.

Este problema se resuelve por medio de un sensor con las características de la reivindicación 1 y por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 10.

El sensor presenta al menos una bobina de recepción y varias bobinas de emisión o partes de bobina de emisión que dividen una bobina de emisión de una manera determinada, preferiblemente como mitades simétricamente especulares. Debido a la interacción de varias bobinas de emisión y al menos una bobina de recepción, estando dispuestas las bobinas de emisión de manera que solapen parcialmente a la bobina de recepción, se obtiene en las bobinas de recepción un punto local de extinción óptima de los campos emitidos por las bobinas de emisión. Las bobinas están dispuestas aquí de modo que las partes de bobina de emisión ejerzan, con igual alimentación de corriente, una acción sobre al menos una bobina de recepción en la que se origina en las bobinas de recepción un

- punto local de extinción óptima de los campos emitidos. Sin embargo, este punto se desplaza o se mueve en una primera dirección con una alimentación de corriente de principal a única de una primera bobina de emisión o una primera parte de la bobina de emisión, mientras que, con una alimentación de corriente de principal a única de otra bobina de emisión o de otra parte de la bobina de emisión, dicho punto se desplaza o se mueve en otra dirección
- 5 preferiblemente opuesta a la primera dirección. Este punto local de extinción óptima es influenciado por la aproximación de un metal. Un circuito de regulación para regular las corrientes de las partes de bobina de emisión conduce en general a un desplazamiento del punto local de extinción óptima que conduce a una extinción de la señal de recepción. El valor de regulación necesario para ello o su variación se emplea preferiblemente como medida de la aproximación de un metal.
- 10 Con esta solución se obtiene un sencillo reajuste del desacoplamiento entre los sistemas de emisión y de recepción incluso en condiciones ambientales continuamente cambiantes, tal como, por ejemplo, al aproximarse un metal o producirse variaciones mecánicas del cuerpo de bobina o ante la presencia o variaciones de efectos del suelo.
- Si se prevén varias bobinas de recepción y varias bobinas de emisión, se pueden disponer cada vez al menos una bobina de emisión y al menos una bobina de recepción en planos diferentes. Las bobinas en un plano se giran con
- 15 respecto a las bobinas en al menos otro plano hasta que se extinga la interacción de las bobinas en un ángulo central determinado que depende de la respectiva clase de utilización. Para posibilitar una intervención de regulación en la que el valor de regulación sea al mismo tiempo el valor de medida, se desplazan las bobinas al menos insignificadamente en paralelo una a otra, preferiblemente, por ejemplo, en una distancia de 0,1 a 2 por ciento del diámetro de las bobinas, o bien se las gira correspondientemente una con respecto a otra. Las bobinas de
- 20 emisión y de recepción están así superpuestas de una manera casi congruente en lo que respecta a su perímetro, de modo que se obtiene una estructura extraordinariamente compacta. En la práctica, esta disposición de las bobinas, que pueden configurarse como bobinas impresas, preferiblemente en lados opuestos de una placa, conduce con la electrónica descrita a una alta sensibilidad de detección. Para un diámetro total de la disposición de bobinas de 25 mm se podría conseguir en la práctica un límite de detección de más de 500 mm.
- 25 La señal inducida en las bobinas de recepción por los campos emitidos por las bobinas de emisión es alimentada a un amplificador. Cuando se emplean, por ejemplo, dos bobinas de recepción, estas bobinas de recepción pueden estar conectadas en paralelo o bien en serie. Es esencial a este respecto que se pueda extinguir la señal inducida en las bobinas de recepción. Preferiblemente, se puede elegir también un amplificador con una entrada simétrica. Un desmodulador síncrono pospuesto al amplificador y dotado de un comparador pospuesto puede ser previsto para
- 30 comparar las señales de tensión asociadas a las bobinas de emisión a fin de obtener un valor de regulación. La salida del comparador suministra el valor de regulación. En al menos una fuente de corriente regulada se regula de preferencia continuamente, por medio del valor de regulación, la amplitud de la corriente alimentada a las bobinas de emisión de modo que las amplitudes de las señales de tensión en las entradas del comparador sean sustancialmente iguales. A esto le corresponde entonces una extinción de la señal recibida en la bobina o las
- 35 bobinas de recepción. La extinción corresponde a su vez a un desacoplamiento completo entre la bobina de emisión y las bobinas de recepción.
- Gracias a la desmodulación síncrona de las señales de las bobinas de recepción y a la comparación de las señales de salida asignables a las fases de cadencia por medio de un comparador se obtiene una información (valor de regulación) que puede emplearse para controlar las corrientes de al menos una de las bobinas de emisión. Esto
- 40 corresponde entonces a un circuito de regulación cerrado. En el caso de una disposición mecánicamente correcta de las bobinas de emisión con respecto a la bobina o las bobinas de recepción, se adjudican por la regulación corrientes iguales a las bobinas de emisión, es decir que en este caso se extingue la señal de recepción en ambas bobinas de emisión o en la única bobina de emisión. El valor de regulación se encontrará entonces, por ejemplo, en un rango medio de regulación. Al aproximarse, por ejemplo, un metal, se varía de manera correspondiente este valor
- 45 de regulación, mientras que permanece extinguida la señal de recepción en la bobina o las bobinas de recepción. Por el contrario, una posición mutua de las bobinas de emisión y las bobinas de recepción no enteramente correcta debido a posibles tolerancias de fabricación conduce únicamente a un decalaje constante del valor de regulación respecto de su estado ideal.
- En principio, precisamente en el caso de bobinas impresas se pueden disponer también sobre la placa de circuito
- 50 impreso más de solamente dos planos de bobinas.

Otras ventajas se desprenden de las reivindicaciones subordinadas y de la descripción siguiente.

Breve descripción de las figuras

En lo que sigue se explica la invención con más detalle ayudándose de ejemplos de realización representados en las figuras adjuntas. Muestran:

- 55 La figura 1, un sistema sensor según el procedimiento PI perteneciente al estado de la técnica, así como la correspondiente evolución de la amplitud en la bobina de recepción,
- La figura 2, una disposición de dos mitades de bobina especularmente simétricas en un primer ejemplo de realización,

La figura 3, una disposición mecánica de las mitades de bobina según la figura 2 junto con una bobina de recepción,

La figura 4, una electrónica sensora con una regulación cerrada para la estabilización del punto local de extinción óptima en la bobina de recepción,

5 Las figuras 5 y 6, desplazamientos del punto local de extinción óptima con una alimentación diferente de la disposición de bobinas de emisión,

La figura 7, un diagrama del valor de regulación de la electrónica sensora en función del tiempo,

La figura 8, la disposición de una primera mitad de bobina de emisión y una primera mitad de bobina de recepción en otro ejemplo de realización,

La figura 9, la disposición de las bobinas según la figura 8 con los elementos de conexión a la electrónica,

10 La figura 10, la disposición de bobinas según la figura 8 como solución impresa, en corte, y

La figura 11, una electrónica sensora según la figura 10 con una regulación cerrada de la estabilización del punto local de extinción óptima en las bobinas de recepción.

Descripción detallada de ejemplos de realización preferidos

15 Se explica ahora la invención con más detalle a título de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos adjuntos. No obstante, los ejemplos de realización consisten solamente en ejemplos que no deberá limitar el concepto inventivo a una disposición determinada. Antes de que se describa la invención con detalle, cabe consignar que ésta no se limita a los respectivos componentes del dispositivo ni a los respectivos pasos del procedimiento, ya que estos componentes y procedimientos pueden variar. Los términos aquí empleados están destinados exclusivamente a describir formas de realización especiales y no se emplean en sentido restrictivo. Cuando, además, se emplean en la descripción o en las reivindicaciones el singular o el artículo indeterminado, esto se refiere también a la pluralidad de estos elementos, siempre que el contexto general no ponga de manifiesto inequívocamente algo diferente.

20 El término "punto local de extinción" empleado en esta solicitud designa el punto producido al superponerse al menos dos bobinas de disposición geométrica fija que emiten un campo y situado sobre una línea imaginaria entre los centros de las dos bobinas de emisión, en cuyo punto se extingue, al circular corriente por las dos bobinas, el campo magnético entonces provocado en la bobina o las bobinas de recepción.

25 La figura 1 muestra la evolución de la amplitud en un sistema sensor según el procedimiento PI del estado de la técnica en la bobina de recepción 1.9 al desplazarse la bobina de emisión 1.10 y la bobina de recepción una con respecto a otra. La amplitud 1.7 de la bobina de emisión está registrada abajo sobre el desplazamiento de la figura 1. El desplazamiento se inicia en 1.1 y termina en 1.5, ascendiendo el camino de desplazamiento recorrido aquí en el diagrama, por ejemplo, +/- 5 mm respecto del punto 1.3 de extinción óptima.

30 Si se desplaza, por ejemplo, la bobina de recepción con relación a la bobina de emisión en la dirección de la flecha doble 1.6 hacia la derecha, disminuye primero la señal recibida 1.2. La señal tiene una posición de fase síncrona en cadencia con respecto a la señal alimentada a la bobina de emisión, en el ejemplo de realización una posición de fase de 0°. Al alcanzar el punto local de extinción óptima, es decir, el punto de desacoplamiento 1.3, la señal recibida es nula, mientras que la señal recibida 1.4 aumenta nuevamente bajo un desplazamiento adicional con una fase girada en 180°. El punto local de extinción óptima es relativamente estable solo en el funcionamiento de laboratorio. Las tolerancias de fabricación, las influencias de la temperatura, la deformación mecánica de la disposición de bobinas o la presencia de, por ejemplo, influencias del suelo, por ejemplo al buscar metales en suelos que contienen metales, desplazan este punto. Asimismo, el punto local de bobina es desplazado también por un objeto metálico aproximado.

35 La posibilidad de la posición geométrica de un punto de extinción óptima se puede localizar bajo todas las influencias anteriormente citadas en, por ejemplo, una zona a lo largo de la flecha doble 1.6.

A pesar de todas las influencias citadas anteriormente, el punto de la extinción óptima deberá permanecer siempre exactamente en el mismo sitio local con medios sencillos y con una regulación cerrada. Esto se consigue con la medida siguiente:

45 Se divide la bobina de emisión 1.10 según el estado de la técnica y preferiblemente se la parte por la mitad de modo que se formen dos mitades de bobinas sustancialmente idénticas y especularmente simétricas. Sin embargo, es posible una división diferente cuando se pueda conseguir así, con una alimentación de corriente correspondiente, un desplazamiento continuo o constante y, por tanto, no a tirones del punto local de extinción. La figura 2 muestra la disposición de estas partes de bobina o mitades de bobina 2.1 y 2.2 como bobinas de emisión con los terminales 2.3 para la primera mitad de bobina superior 2.1 y 2.4 para la segunda mitad de bobina inferior 2.2. Los dos terminales restantes de las mitades de bobina están agrupados en 2.5 en el ejemplo de realización. Unas tensiones complementarias 2.6 y 2.7 que completan una tensión en los terminales 2.3 y 2.4 provocan en ambas mitades de bobina un campo magnético de la misma polaridad. En este caso, las dos mitades de bobina se comportan

50

sustancialmente como una única bobina en el estado de la técnica. Las mitades de bobina o mejor partes de bobina se denominan en lo que sigue bobinas de emisión 2.1, 2.2.

La figura 3 muestra una disposición mecánica de la primera bobina de emisión superior 2.1 y de la segunda bobina de emisión inferior 2.2 junto con la bobina de recepción 1.9. Para lograr una mejor diferenciación, la bobina de recepción 1.9 se ha dibujado con línea de trazos. El diámetro de la bobina de recepción 1.9 de forma circular en este ejemplo de realización corresponde aproximadamente al diámetro de las partes de bobina de emisión de forma semicircular.

El eje horizontal 3.2 de la disposición de bobinas de emisión, que comprende las dos bobinas de emisión 2.1 y 2.2, está inclinado en el ángulo W con respecto al eje horizontal 3.1 de la bobina de recepción 1.9. Por tanto, la bobina de emisión 2.2 cubre la bobina de recepción 1.9 en una cuantía determinada superior a la de la bobina de emisión 2.1. El ángulo W está en la práctica, por ejemplo, en el intervalo de 1-10°. Cuanto mayores sean las tolerancias a esperar, por ejemplo las influencias de temperatura, las tolerancias de fabricación, etc., tanto mayor deberá elegirse el ángulo W. Entre la disposición de las bobinas de emisión 2.1, 2.2 y la bobina de recepción 1.9 existe – medido desde el respectivo punto medio en el ejemplo de realización – la distancia A, la cual, con una tensión igual, pero complementaria en las bobinas de emisión 2.1 y 2.2, determina aproximadamente la zona en la que viene a quedar situado el punto local 1.3 de desacoplamiento. En lugar de un giro angular son imaginables también otras disposiciones como, por ejemplo, un desplazamiento de las bobinas de emisión una con respecto a otra, con lo que se obtiene una cobertura diferente de la bobina de recepción 1.9. Por tanto, la bobina de recepción es cubierta por las preferiblemente dos bobinas de emisión 2.1, 2.2 con medidas de superficie diferentes. En tanto se alcance el objetivo de que se pueda conseguir un desplazamiento del punto local de extinción con una alimentación de corriente correspondiente de las partes de bobina de emisión, es indiferente la disposición geométrica de las bobinas de emisión con respecto a la bobina de recepción con la que se consigue o se facilita esto.

Se ha manifestado como ideal para la materialización de la invención anteriormente descrita un procedimiento con una regulación de amplitud según el documento EP 706 648 B1 citado al principio para la construcción de un sensible detector de metales. Sin embargo, son imaginables otros procedimientos en tanto que, con alimentación de corriente de solamente una primera parte de la bobina de emisión, el punto de extinción óptima se desplace en una primera dirección, por ejemplo hacia la derecha hasta el punto 5.1, mientras que, con alimentación de corriente de una segunda parte de la bobina de emisión, el punto de extinción óptima se desplace en otra segunda dirección opuesta a la primera dirección, por ejemplo hacia la izquierda hasta el punto 6.1. Un procedimiento de regulación cuida entonces de que se regule completamente un desplazamiento del punto local de extinción óptima y, por tanto, se efectúe una extinción continua de la señal de recepción 1.11.

La figura 4 muestra aquí como ejemplo de realización una electrónica sensora con una regulación cerrada para estabilizar el punto local de extinción óptima en la bobina de recepción 1.9 de un campo magnético generado en las bobinas de emisión 2.1 y 2.2. Un generador de cadencia 4.8 suministra una primera señal de cadencia 4.13 a una fuente de corriente regulada 4.10 y una segunda señal de cadencia invertida 4.12 a una segunda fuente de corriente regulada 4.9. La frecuencia del generador de cadencia puede elegirse según la inductividad de las bobinas y en el ejemplo de realización está en aproximadamente 120 kHz. La señal puede ser, por ejemplo, una señal rectangular o una señal sinusoidal. La primera fuente de corriente regulada 4.10 alimenta el terminal 2.4 de la bobina de emisión inferior 2.2. Análogamente a esto, la segunda fuente de corriente regulada 4.9 alimenta el terminal 2.3 de la bobina de emisión superior 2.1. La señal aplicada a la bobina de recepción 1.9 es amplificada con el amplificador de tensión alterna 4.5 – llamado amplificador en lo que sigue.

La señal de salida del amplificador 4.5 es alimentada al desmodulador síncrono 4.6. Éste recibe del generador de cadencia 4.8 una primera señal de cadencia 4.18, necesaria para la desmodulación, y una segunda señal de cadencia 4.19. En el caso más sencillo, el desmodulador síncrono 4.6 alimentará de forma síncrona la señal de salida del amplificador 4.5 durante todo el segmento de una fase de cadencia a las entradas correspondientes del comparador integrador 4.7. En este caso, las señales de cadencia 4.18 y 4.19 son tan largas como las fases de cadencia de emisión.

Por tanto, a igual tensión de la primera señal de entrada 4.15 y la segunda señal de entrada 4.17 del comparador integrador 4.7 no se produce en la bobina de recepción 1.9 ninguna porción de señal síncrona en cadencia. En este caso, por ejemplo bajo la influencia exterior de un metal se compara el valor medio de una primera señal de cadencia en la bobina de recepción 1.9 con el valor medio de la segunda señal de cadencia. En el estado completamente regulado las señales de recepción presentes en las entradas del amplificador 4.5 se corresponden ya una con otra y, por tanto, con un estado nulo de la salida del amplificador, de modo que el amplificador 4.5 ve únicamente ruido en la entrada. Por tanto, éste puede amplificar hasta un valor muy alto o puede construirse como un amplificador limitador de alta amplificación. Lo mismo rige también en el estado completamente regulado para la primera señal de entrada 4.15 y la segunda señal de entrada 4.17. Si no se aplica a la salida del comparador 4.7 ninguna señal correspondiente a este estado nulo, se reajusta el valor de regulación 4.16 y se regula así la corriente en las bobinas de emisión 2.1, 2.2 hasta que se alcance este estado.

Durante la longitud del segmento de cadencia la señal de salida de la bobina de recepción 1.9 presenta unas pequeñas evoluciones de amplitud determinadas por la naturaleza del metal. Por este motivo, para realizar un mejor

análisis de las propiedades del metal, el intervalo de exploración del desmodulador síncrono puede ser elegido también tan solo fraccionalmente en los ciclos de cadencia. A este fin, se acortan correspondientemente las señales de cadencia primera y segunda 4.18 y 4.19 necesarias para la desmodulación y se las coloca en el segmento de la fase de cadencia necesario para el análisis del metal. Se pueden elegir entonces libremente los instantes de exploración. Éstos pueden elegirse, por ejemplo, en pequeños pasos de, por ejemplo, algunos millares de nanosegundos y pueden estar situados en sitios prefijados o prefijables cualesquiera del segmento de cadencia o de la señal de cadencia para obtener determinadas informaciones a partir de la señal de recepción.

Las señales de salida del desmodulador síncrono 4.6 asignables por el desmodulador síncrono 4.6 a las dos señales de cadencia 4.12 y 4.13 son estudiadas en cuanto a diferencias de amplitud por el comparador integrador 4.7. El comparador puede estar construido como un circuito comparador de alta amplificación. Cada desviación aún tan pequeña de las tensiones de entrada o las señales de entrada 4.15 y 4.17 conduce a una desviación correspondiente del valor de regulación 4.16 respecto del valor momentáneo. En la práctica, se han acreditado las amplificaciones de "bucle abierto" de hasta 240 dB. Esto puede superarse, por ejemplo, por medio de dos amplificadores operacionales situados uno tras otro y amortiguados en tensión alterna con un contraacoplamiento de CC a través de todo el circuito de regulación, es decir, con incorporación del acoplamiento entre las bobinas de emisión y la bobina de recepción. Las fuentes de corriente reguladas 4.9 y 4.10 son activadas por medio de una etapa inversora 4.11 en forma invertida una con respecto a otra con el valor de regulación 4.16 para restablecer el estado en el que se presentan amplitudes iguales de las señales de entrada en el comparador 4.7, es decir, en el que no aparecen diferencias de las dos evoluciones de señal en las entradas del comparador 4.7. Si aumenta la corriente de una de las fuentes de corriente reguladas, entonces ésta disminuye de manera correspondiente en la otra.

Gracias al desplazamiento de la corriente en ambas mitades de bobina o bobinas de emisión se desplaza continuamente el punto local de extinción óptima dentro de un amplio intervalo. El tamaño del intervalo depende del tamaño de la bobina empleada. Puede ascender, por ejemplo, a ± 5 mm, por ejemplo en el caso de un diámetro de bobina de 50 mm. La figura 5 muestra el desplazamiento del punto local 5.1 de extinción óptima hacia la derecha cuando la bobina de emisión inferior 2.2 de la disposición de bobinas de emisión recibe una corriente más alta que la de la bobina de emisión superior 2.1. En el caso contrario de las corrientes de emisión, el punto 6.1 de extinción óptima se desplaza según la figura 6 hacia la izquierda. El circuito de regulación cuida ahora de que el valor obtenido para el punto de extinción óptima siga regulándose continuamente de modo que no se aplique ninguna señal diferencia al desmodulador síncrono 4.6. Esto conduce a que las variaciones dinámicas o variables con el tiempo en el entorno del detector de metales, tal como, por ejemplo, la aproximación de un metal, se perciban como variaciones del valor de regulación 4.16.

Por tanto, sin la influencia de un metal en la zona activa como sensor se ajusta un equilibrio de las corrientes de emisión de tal manera que en la bobina de recepción 1.9 no se originen porciones síncronas en cadencia y, por tanto, se mantenga siempre el punto de extinción óptima. El valor de regulación 4.16 en la salida de regulación del circuito de regulación de la figura 4 adopta así según la figura 7 un valor eléctrico determinado que corresponde a la posición local del lugar de ubicación de la extinción óptima. La aproximación 7.4 de un metal varía el lugar de ubicación de la extinción óptima. Por tanto, en la bobina de recepción 1.9 se obtiene una señal con porciones síncronas en cadencia que son detectadas por la rectificación síncrona y son reguladas de inmediato adicionalmente por la regulación adicional continua de las corrientes de emisión en 4.9 y 4.10 hasta que estén extinguidas en la bobina de recepción las porciones síncronas en cadencia. La figura 7 muestra el estado de reposo del valor de regulación 4.16 y la variación en la zona de la aproximación 7.4 de un metal. Para detectar la aproximación de un metal se puede evaluar, por ejemplo, la diferencia entre el estado de reposo 4.16 y el valor de regulación variado 7.3.

Por tanto, en este sistema de regulación cerrada no se mide al aproximarse un metal, como en el estado de la técnica, la magnitud de la señal producida en la bobina de recepción ni se la hace visible para el usuario en un indicador correspondiente, sino que se mide el valor de regulación o, mejor todavía, la variación del valor de regulación que interviene en el desplazamiento local del punto de extinción óptima al aproximarse un metal.

La regulación adicional se efectúa en el dominio de μs , de modo que incluso con un barrido rápido del metal la señal de salida de la bobina de recepción se mantiene siempre en el desmodulador síncrono en un estado sin porciones síncronas en cadencia. En principio, es suficiente a este respecto que se regule la corriente en solamente una bobina de emisión o mitad de bobina de emisión, pero se restringe así el margen dinámico.

En el caso de una tolerancia de fabricación, una influencia de temperatura o bien la influencia del suelo se modifica ciertamente el valor de regulación 4.16 (decalaje), pero se conserva en cualquier caso la extinción óptima de la señal 1.11 en la bobina de recepción 1.9.

Función de la disposición dividida de bobinas de emisión:

En el caso ideal, se alimenta la misma cantidad de corriente a las dos bobinas de emisión 2.1 y 2.2 o se las suministra la misma tensión y éstas se comportan como una bobina. Supongamos que el punto de extinción óptima está situado en el centro como en la figura 1.

Si se alimenta con corriente "solamente" la bobina de emisión 2.2 en relación con la bobina de emisión 2.1, se varía el punto 5.1 de extinción óptima y éste se desplaza "hacia la derecha" según la figura 5. Esto quiere decir que la disposición de bobinas de emisión tendría que desplazarse hacia la derecha en comparación con la bobina de recepción para alcanzar el punto de extinción óptima. Recíprocamente, una alimentación de corriente exclusiva de la bobina de emisión 2.1 puede desplazar el punto 6.1 de extinción óptima "hacia la izquierda" según la figura 6. Por tanto, la disposición de bobinas de emisión tendría que ser desplazada hacia la izquierda para alcanzar el punto de extinción óptima. Sin embargo, dado que son factibles todas las relaciones posibles de valores de corriente por efecto de la regulación cerrada de la figura 4, se puede alcanzar siempre con seguridad el punto de extinción óptima con una disposición estacionaria de bobinas de emisión. Esto es importante especialmente cuando se tienen que aceptar tolerancias de fabricación relativamente grandes de las bobinas. Se prescinde de una "conexión" de devanados auxiliares como en el documento DE 10 2004 047 189 A1 o de masas mecánicamente desplazables.

Otra ventaja reside en la alta dinámica sin la "limitación" frecuentemente usual de las indicaciones de valores de medida en el caso de grandes piezas metálicas cuando no se alcanza una distancia determinada.

En la representación según la figura 2 se ha representado como redonda la bobina de emisión, pero, por supuesto, son posibles también otras formas como, por ejemplo, la disposición en "doble D" conocida por el estado de la técnica o una disposición asimétrica de las dos bobinas de emisión decaladas por encima y por debajo de la bobina de recepción. Esta disposición se puede emplear también, análogamente al modo de actuación anteriormente descrito, en métodos de medida diferenciales, como, por ejemplo, con el empleo de dos bobinas de recepción dentro de las bobinas de emisión (patente DE 36 19 308 C1).

Es esencial que se divida la bobina de emisión o al menos una parte importante de ella y que en caso de una misma alimentación de corriente de las dos partes de bobina, se ejerza una acción sobre la bobina o bobinas de recepción en la que se obtenga un punto local de extinción óptima 1.3, y en caso de alimentación de corriente de solo una primera mitad o una primera parte de la bobina de emisión se desplace el punto de extinción óptima en una primera dirección, por ejemplo hacia la derecha hasta el punto 5.1, mientras que en caso de alimentación de corriente de una segunda mitad o una segunda parte de la bobina de emisión se desplace el punto de extinción óptima en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, por ejemplo hacia la izquierda hasta el punto 6.1. Asimismo, está presente una regulación continua de las corrientes de las dos bobinas de emisión que conduce a un desplazamiento del punto local de extinción óptima y, por tanto, provoca una extinción continua de la señal de recepción 1.11. Para evaluar la presencia de un metal se aprovecha el valor de regulación de la regulación de corriente diferencial de las dos mitades de bobina de emisión.

Las figuras 8 a 11 muestran otro ejemplo de realización de la invención. Al igual que en el primer ejemplo de realización, el punto de extinción óptima permanecerá siempre, con medios sencillos y con una regulación cerrada, en exactamente el mismo sitio local. Esto se consigue empleando según las figuras 8 y 9 varias bobinas de emisión 2.1, 8.3, preferiblemente dos mitades de bobina sustancialmente idénticas y especularmente simétricas. Asimismo, se emplean como bobina de recepción varias bobinas de recepción 8.1, 8.2 que están formadas también en el ejemplo de realización por dos mitades de bobina sustancialmente idénticas y especularmente simétricas. Sin embargo, es posible una división diferente cuando se pueda conseguir así, con una alimentación de corriente correspondiente, un desplazamiento continuo o constante y, por tanto, no a tirones del punto local de extinción.

La figura 3 muestra la superposición de la bobina de recepción y las mitades de bobina de emisión allí existentes en el primer ejemplo de realización. Para reducir netamente la demanda de espacio necesaria para esa disposición se emplean en el segundo ejemplo de realización de las figuras 8 a 11 varias bobinas de emisión 2.1, 8.3 y varias bobinas de recepción 8.1, 8.2. La figura 8 muestra solamente, para una mejor compresión, una primera mitad de bobina de emisión 2.1 y una primera mitad de bobina de recepción 8.1 representada con línea de trazos. Las demás mitades correspondiente completan en cada caso las bobinas de forma semicircular para obtener una forma circular, con lo que resulta una imagen según la figura 9.

Las bobinas de emisión 2.1, 8.3 y las bobinas de recepción 8.1, 8.2 están acopladas inductivamente una con otra como en el primer ejemplo de realización y están dispuestas solapándose para producir un desacoplamiento de interacción. Se puede alcanzar en principio un punto de extinción óptima mediante un giro/desplazamiento, sobre lo cual se entrará en detalles más adelante. A través de una electrónica sensora, que está representada en la figura 11, se efectúa la alimentación de corriente de las bobinas de emisión y la evaluación de la señal de recepción 4.20 de las bobinas de recepción. Las bobinas de emisión 2.1, 8.3 ejercen, con igual alimentación de corriente, una acción sobre las bobinas de recepción en la que se obtiene un punto local 1.3 de extinción óptima, es decir, en el que una superposición de las bobinas de disposición geométrica fija conduce a un punto sobre una línea imaginaria entre las dos bobinas de emisión en el que se extingue en las bobinas de recepción el campo magnético producido entonces al circular la corriente por las dos bobinas. Cuando se alimenta corriente a una primera bobina de emisión 2.1, el punto de extinción óptima se mueve en una primera dirección, mientras que, cuando se alimenta corriente a la otra bobina de emisión 8.3, dicho punto se mueve en una segunda dirección opuesta preferiblemente a la primera dirección. Mientras que en el primer ejemplo de realización se determinó el punto de extinción óptima por la distancia A para una misma alimentación de corriente, este punto se determina en el segundo ejemplo de realización por el giro de las mitades de bobina superiores consistentes cada una de ellas en al menos una bobina de emisión y una

bobina de recepción con respecto a las mitades de bobina inferiores, las cuales consisten también al menos en una respectiva bobina de emisión y una respectiva bobina de recepción.

Gracias al circuito de regulación para regular la amplitud de las corrientes de las bobinas de emisión es posible desplazar el punto local de extinción óptima de modo que se produzca una extinción de la señal de recepción. El punto local de extinción óptima depende a su vez nuevamente de influencias exteriores sobre el campo magnético, de modo que, por ejemplo, se puede detectar una aproximación de un metal efectuando una regulación adicional correspondiente. El valor de regulación 4.16 entonces obtenido es al mismo tiempo el valor de medida.

Según las figuras 8 a 10, están dispuestas siempre al menos una bobina de emisión 2.1; 8.3 y al menos una bobina de recepción 8.2; 8.1 en un primer plano 10.2 y en al menos un plano adicional 10.3. Las bobinas dispuestas en el primer plano están giradas con respecto a las bobinas dispuestas en el al menos un plano adicional en la medida de un ángulo central, como puede verse especialmente en la figura 8, respecto de un supuesto eje medio común M1, M2. Si las bobinas están realmente superpuestas de manera congruente en su perímetro, se obtiene entonces, según la clase de utilización, al menos un ángulo central en el que tiene lugar la extinción. Para llegar ahora nuevamente a un estado en el que el circuito de regulación puede regular y, por tanto, generar un valor de regulación, se desplazan en paralelo uno respecto de otro, partiendo de este "estado extinguido", los planos en los que están dispuestas las bobinas. En otras palabras, se desplazan sus ejes medios M1, M2 uno con respecto a otro en la medida de la distancia B de la figura 8 o la figura 10. Esta distancia puede ser muy pequeña y en general puede ser suficiente una distancia de 0,1 a 2 por ciento del diámetro de la bobina.

La figura 10 muestra que la bobina especularmente simétrica opuesta a la bobina de emisión 2.1 en el plano 10.3 es la bobina de recepción 8.2, mientras que la primera bobina de recepción 8.1 se completa con la segunda bobina de emisión 8.3. La bobina de emisión 2.1 y la bobina de recepción 8.2 están situadas en el plano adicional 10.3, y la bobina de emisión 8.3 y la bobina de recepción 8.1 están situadas sobre el primer plano 10.2.

La figura 10 muestra la disposición de bobinas como solución impresa en corte, estando representados solamente dos planos 10.2 y 10.3. Se sobrentiende por sí solo que precisamente en una solución impresa son imaginables también otros planos con otras bobinas. El material de soporte 10.1, es decir, la placa, lleva las bobinas planares situadas arriba y abajo. La bobina de emisión 8.3 y la bobina de recepción 8.1 están situadas conjuntamente arriba en esta representación, mientras que la bobina de emisión 2.1 y la bobina de recepción 8.2 están situadas abajo. Con una posición correspondiente de las bobinas superiores con respecto a las bobinas inferiores se extingue completamente en las bobinas de recepción 8.1, 8.2 la señal emitida por las bobinas de emisión. Mientras que en el primer ejemplo de realización un ángulo de inclinación conduce a un desplazamiento del punto medio de la disposición de bobinas, en el segundo ejemplo de realización se realiza un desplazamiento en una medida igual a la distancia B, que puede ascender, por ejemplo, a 0,5 mm. Sin embargo, en caso necesario, se pueden combinar también entre ellos, en principio, una inclinación y un desplazamiento. Es esencial que el punto de extinción óptima pueda mantenerse siempre lo más exactamente posible en el mismo sitio local como consecuencia de la regulación cerrada, según se representa en la figura 11, para que el valor de regulación pueda emplearse como valor de medida. Las bobinas de recepción pueden estar conectadas en serie o en paralelo en tanto sea posible una extinción.

Las bobinas de emisión 2.1, 8.3 y las bobinas de recepción 8.1, 8.2 se forman por varias partes de bobina que, unidas una a otra, configuran la forma de una disposición preferiblemente circular, y preferiblemente las bobinas de emisión y las bobinas de recepción se forman, como en el ejemplo de realización, por medio de sustancialmente dos mitades de bobina del mismo tamaño.

La figura 11 muestra como ejemplo de realización una electrónica sensora con una regulación cerrada para estabilizar el punto local de extinción óptima en las bobinas de recepción 8.1, 8.2 de un campo magnético generado en las bobinas de emisión 2.1 y 8.3. Un generador de cadencia 4.8 suministra una primera señal de cadencia 4.13 a una primera fuente de corriente regulada 4.10 y una segunda señal de cadencia invertida 4.12 a una segunda fuente de corriente regulada 4.9. La frecuencia del generador de cadencia puede elegirse según la inductividad de las bobinas y en el ejemplo de realización está en aproximadamente 120 kHz. La señal puede ser, por ejemplo, una señal rectangular o una señal sinusoidal. La primera fuente de corriente regulada 4.10 alimenta el terminal de una bobina de emisión. Análogamente a esto, la segunda fuente de corriente regulada 4.9 alimenta el terminal de la otra bobina de emisión. La señal aplicada a las bobinas de recepción es amplificada con el amplificador de tensión alterna 4.5 – llamado amplificador en lo que sigue. La señal de salida del amplificador 4.5 se alimenta al desmodulador síncrono 4.6. Éste recibe del generador de cadencia 4.8 una primera señal de cadencia 4.18, necesaria para la desmodulación, y una segunda señal de cadencia 4.19. En el caso más sencillo, el desmodulador síncrono 4.6 alimentará de forma síncrona la señal de salida del amplificador 4.5, durante todo el segmento de la fase de cadencia, a las entradas correspondientes del comparador integrador 4.7. En este caso, las señales de cadencia 4.18 y 4.19 son tan largas como las fases de cadencia de emisión.

Por tanto, a una misma tensión de la primera señal de entrada 4.15 y de la segunda señal de entrada 4.17 del comparador integrador 4.7 no se obtiene en las bobinas de recepción 8.1, 8.2 ninguna porción de señal síncrona en cadencia. En este caso, bajo, por ejemplo, una influencia exterior de un metal se compara el valor medio de una primera señal de cadencia en las bobinas de recepción 8.1, 8.2 con el valor medio de la segunda señal de cadencia.

En el estado completamente regulado las señales de recepción presentes en las entradas del amplificador 4.5 corresponden ya a un estado nulo, de modo que el amplificador 4.5 ve únicamente ruido en la entrada. Por tanto, éste puede amplificar hasta un nivel muy alto o puede construirse como un amplificador limitador de alta amplificación. Lo mismo rige también en el estado completamente regulado para la primera señal de entrada 4.15 y la segunda señal de entrada 4.17. Si no se aplica a la salida del comparador 4.7 ninguna señal correspondiente a este estado nulo se reajusta el valor de regulación 4.16 y se regula así la corriente en las bobinas de emisión 2.1, 8.3 hasta que se alcance este estado.

El circuito de regulación cuida ahora de que el valor obtenido para el punto de extinción óptima siga regulándose continuamente de modo que no se aplique ninguna señal diferencia al desmodulador síncrono 4.6. Esto conduce a que las variaciones dinámicas o variables con el tiempo en el entorno del detector de metales, tal como, por ejemplo, la aproximación de un metal, sean percibidas como una variación del valor de regulación 4.16.

Lista de símbolos de referencia

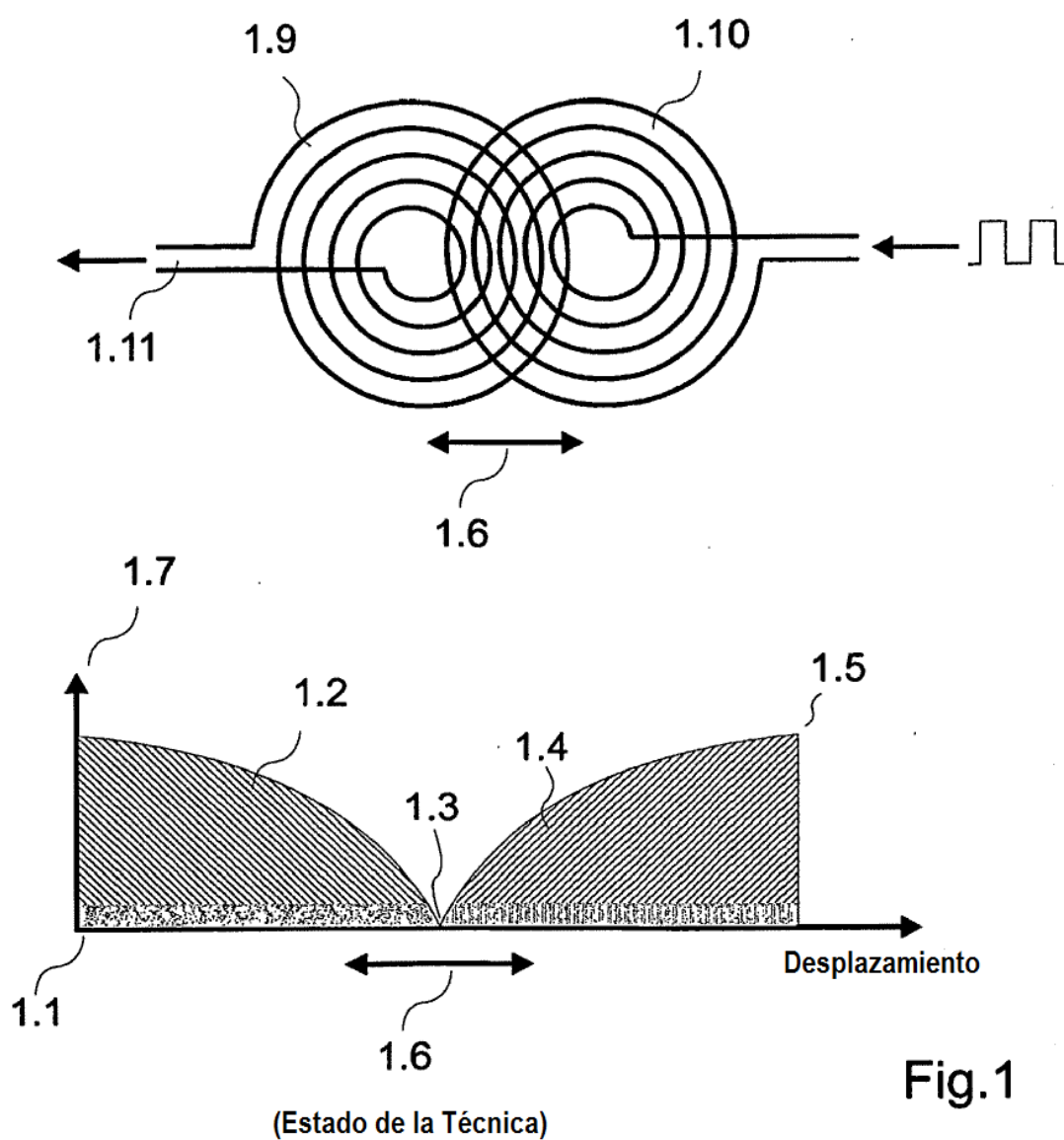
	1.1	Punto inicial del desplazamiento
	1.2	Señal con posición de fase 0°
15	1.3	Punto de desacoplamiento
	1.4	Señal con posición de fase 180°
	1.5	Punto final del desplazamiento
	1.6	Flecha doble de desplazamiento de la bobina de recepción con respecto a la bobina de emisión
	1.7	Amplitud de la bobina de recepción
20	1.9	Bobina de recepción
	1.10	Bobina de emisión (estado de la técnica)
	1.11, 4.20	Señal de recepción
	2.1	Primera mitad de bobina superior
	2.2	Segunda mitad de bobina inferior
25	2.3	Terminal de la primera mitad de bobina superior
	2.4	Terminal de la segunda mitad de bobina inferior
	2.5	Terminales agrupados de las mitades de bobina primera y segunda
	2.6	Tensión complementaria de 2.7
	2.7	Tensión complementaria de 2.6
30	3.1	Eje horizontal de la bobina de recepción
	3.2	Eje horizontal de la disposición de bobinas de emisión
	W	Angulo de inclinación
	A, B	Distancia
	4.5	Amplificador de tensión alterna
35	4.6	Desmodulador síncrono
	4.7	Comparador integrador
	4.8	Generador de cadencia
	4.9	Segunda fuente de corriente regulada
	4.10	Primera fuente de corriente regulada
40	4.11	Etapa inversora
	4.12	Segunda señal de cadencia
	4.13	Primera señal de cadencia
	4.15	Primera señal de entrada del comparador integrador
	4.16	Valor de regulación
45	4.17	Segunda señal de entrada del comparador integrador
	4.18	Primera señal de cadencia necesaria para la desmodulación
	4.19	Segunda señal de cadencia necesaria para la desmodulación
	5.1	Punto de extinción óptima desplazado hacia la derecha
	6.1	Punto de extinción óptima desplazado hacia la izquierda
50	7.3	Valor de regulación al aproximarse un metal
	7.4	Zona de aproximación de un metal
	8.1	Primera mitad de bobina de recepción
	8.2	Segunda mitad de bobina de recepción
	8.3	Segunda mitad de bobina de emisión
55	10.1	Material de soporte (placa)
	10.2	Primer plano
	10.3	Plano adicional
	M1, M2	Eje medio

REIVINDICACIONES

1. Sensor para localizar objetos metálicos, especialmente detector de metales que funciona en modo PI, con varias bobinas de emisión (2.1, 2.2) y al menos una bobina de recepción (1.9) que están acopladas inductivamente una con otra y dispuestas solapándose parcialmente para producir un desacoplamiento de la interacción entre ellas, pudiendo alcanzarse un punto (1.3) de extinción óptima de la interacción,
5 así como con una electrónica sensora para alimentar corriente a las bobinas de emisión y para evaluar una señal de recepción (1.11) de la bobina de emisión,
caracterizado por que
- las bobinas de emisión (2.1, 2.2) solapan al menos parcialmente a la al menos una bobina de recepción,
10 - las bobinas de emisión (2.1, 2.2) ejercen, con una misma alimentación de corriente, una acción sobre la al menos una bobina de recepción (1.9) en la que se produce un punto local (1.3) de extinción óptima,
- con alimentación de corriente a una primera bobina de emisión (2.1) el punto de extinción óptima se mueve en una primera dirección, mientras que con alimentación de corriente a una bobina de emisión adicional (2.2) el punto de extinción óptima se mueve en otra dirección, y
15 - está previsto un circuito de regulación para regular las corrientes de las partes de bobina de emisión que conduce a un movimiento del punto local de extinción óptima que provoca una extinción de la señal de recepción (1.11).
2. Sensor según la reivindicación 1, **caracterizado** por que las bobinas de emisión están formadas por varias partes de bobina de emisión que presentan juntas aproximadamente la forma de una bobina de emisión correspondiente preferiblemente a la al menos una bobina de recepción (1.9).
20 3. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** por que preferiblemente dos bobinas de emisión (2.1, 2.2) cubren la bobina de recepción (1.9) con medidas de superficie diferentes.
4. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que están previstas varias bobinas de recepción (8.1, 8.2) y varias bobinas de emisión (2.1, 8.3), estando dispuestas en cada caso al menos una bobina de emisión (2.1; 8.3) y al menos una bobina de recepción (8.2; 8.1) en un primer plano (10.2) y en al menos un plano adicional (10.3), estando giradas las bobinas dispuestas en el primer plano con respecto a las bobinas dispuestas en al menos un plano adicional para extinguir la interacción de las bobinas en la medida de un ángulo central respecto de su supuesto eje medio común (M1, M2), estando los ejes medios (M1, M2) decalados o desplazados uno con respecto a otro.
25 5. Sensor según la reivindicación 4, **caracterizado** por que el perímetro de las bobinas de emisión (2.1, 8.3) es aproximadamente casi congruente con el perímetro de las bobinas de recepción (8.1, 8.2).
30 6. Sensor según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** por que las bobinas de emisión (2.1, 8.3) y/o las bobinas de recepción (8.1, 8.2) están formadas por varias partes de bobina o por dos mitades de bobina de tamaños sustancialmente iguales.
7. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que un eje (3.2), preferiblemente un eje de simetría, de la disposición de bobinas de emisión que comprende las bobinas de emisión (2.1, 2.2), está inclinado en un ángulo (W) con respecto a un eje (3.1), preferiblemente de simetría, de la bobina de recepción (1.9).
35 8. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que los puntos medios de una disposición de las bobinas de emisión (2.1, 2.2) y de la bobina de recepción (1.9) están espaciados uno de otro en una distancia (A) que, con corrientes de igual magnitud en las bobinas de emisión, determina aproximadamente la zona en el que viene a quedar situado el punto local (1.3).
40 9. Sensor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que está previsto un comparador (4.7) para comparar las señales de tensión asociadas a las bobinas de emisión (2.1, 2.2) a fin de obtener un valor de regulación y por que está prevista al menos una fuente de corriente regulada (4.9, 4.10) en la que el valor de regulación para regular la amplitud de la corriente alimentada a las bobinas de emisión regula de preferencia continuamente la amplitud de modo que las amplitudes de las señales de tensión en las entradas del comparador (4.7) sean sustancialmente iguales o de modo que a partir de ambos segmentos de cadencia de un ciclo de cadencia no exista ninguna diferencia de las señales de tensión en las entradas del comparador (4.7).
45 10. Procedimiento para localizar objetos metálicos con un sensor, especialmente con un detector de metales que funciona en modo PI, con varias bobinas de emisión (2.1, 2.2) y al menos una bobina de recepción (1.9) que están acopladas inductivamente una con otra y que están dispuestas solapándose parcialmente para producir un desacoplamiento de la interacción entre ellas, pudiendo alcanzarse un punto (1.3) de extinción óptima en el que se provoca una extinción de la señal de recepción (1.11), alimentándose corriente a las bobinas de emisión por medio de una electrónica sensora y evaluándose una señal de recepción (1.11) de la bobina de recepción,
50

caracterizado por que

- se alimenta corriente por la electrónica sensora a varias bobinas de emisión (2.1, 2.2) que solapan al menos parcialmente a la bobina de recepción,
- 5 - las bobinas de emisión, con una misma alimentación de corriente, ejercen una acción sobre la al menos una bobina de recepción (1.9) en la que se produce un punto local (1.3) de extinción óptima,
- con alimentación de corriente a una bobina de emisión (2.1) se mueve el punto de extinción óptima en una primera dirección, mientras que con alimentación de corriente a una bobina de emisión adicional (2.2) se mueve el punto de extinción óptima en otra dirección, y
- 10 - se regulan las corrientes de las bobinas de emisión de modo que resulte un desplazamiento del punto local de extinción óptima que provoque una extinción de la señal de recepción (1.11).
- 11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** por que se emplean como bobinas de emisión varias partes de bobina de emisión que presentan juntas aproximadamente la forma de una bobina de emisión correspondiente preferiblemente a la bobina de recepción (1.9), y/o se emplean como bobinas de emisión dos mitades de bobina de emisión de tamaños sustancialmente iguales.
- 15 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado** por que un eje (3.2), preferiblemente un eje de simetría, de la disposición de bobinas de emisión que comprende las bobinas de emisión (2.1, 2.2), está dispuesto inclinado en un ángulo (W) con respecto a un eje (3.1), preferiblemente un eje de simetría, de la bobina de recepción (1.9).
- 20 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado** por que la bobina de recepción es cubierta por las preferiblemente dos bobinas de emisión (2.1, 2.2) con medidas de superficie diferentes.
- 25 14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizado** por que, para fabricar el sensor, se prevén varias bobinas de recepción (8.1, 8.2) y varias bobinas de emisión (2.1, 8.3), de las cuales se disponen siempre al menos una bobina de emisión (2.1; 8.3) y al menos una bobina de recepción (8.2; 8.1) en un primer plano (10.2) y en al menos un plano adicional (10.3), girándose las bobinas dispuestas en el primer plano con respecto a las bobinas dispuestas en al menos un plano adicional en la medida de un ángulo central con relación a su supuesto eje medio común (M1, M2) hasta que se extinga la interacción de las bobinas, desplazándose entonces los ejes medios (M1, M2) uno respecto de otro en una distancia (B).
- 30 15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizado** por que se comparan de preferencia continuamente las señales de tensión asociadas a las partes de la bobina de emisión (2.1, 2.2) para obtener un valor de regulación y por que el valor de regulación regula por medio de al menos una fuente de corriente regulada (4.9, 4.10) la amplitud de la corriente alimentada a las partes de la bobina de emisión de modo que las amplitudes de las señales de tensión en las entradas de comparador (4.7) sean sustancialmente iguales.
- 35 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, **caracterizado** por que la variación del valor de regulación que conduce al desplazamiento local del punto (1.3) de extinción óptima, por ejemplo al aproximarse un metal, se emplea como valor de medida, por ejemplo para la aproximación de un metal.
- 40 17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, **caracterizado** por que las bobinas de emisión (2.1, 2.2) se activan con la cadencia de un generador de cadencia (4.8) y por que se exploran con dicha cadencia las señales de recepción de la bobina de recepción (1.9), pudiendo elegirse libremente los instantes de exploración, regulándose éstos en pequeños pasos de preferiblemente algunos millares de nanosegundos y estando dichos instantes situados en sitios cualesquiera prefijados o prefijables del segmento de cadencia para obtener determinadas informaciones a partir de la señal de recepción.



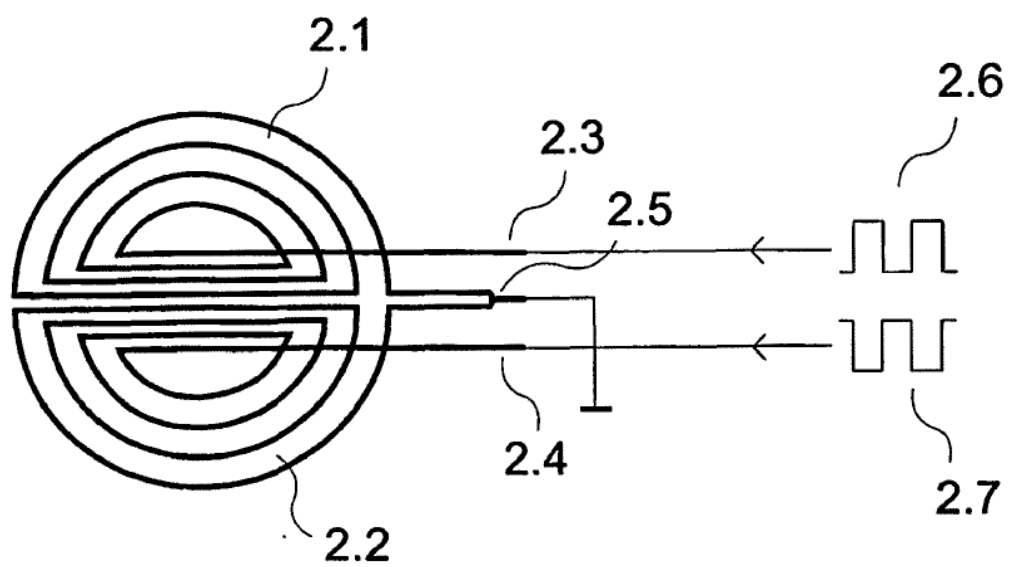


Fig.2

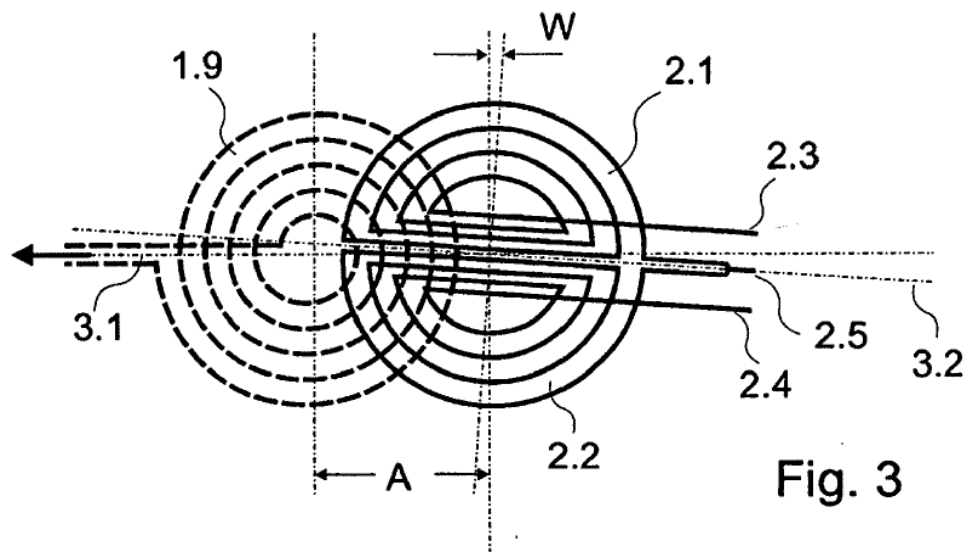


Fig. 3

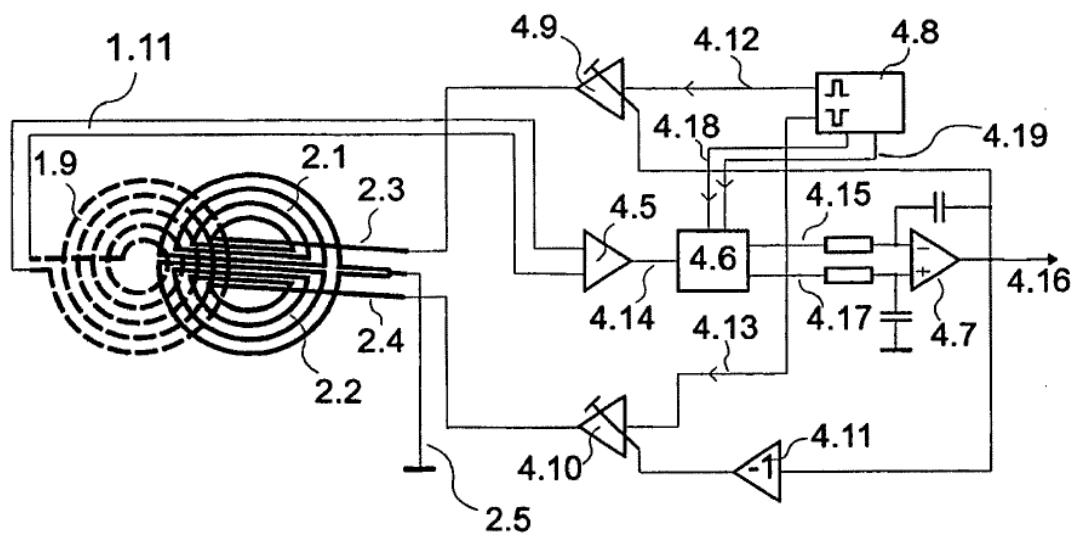
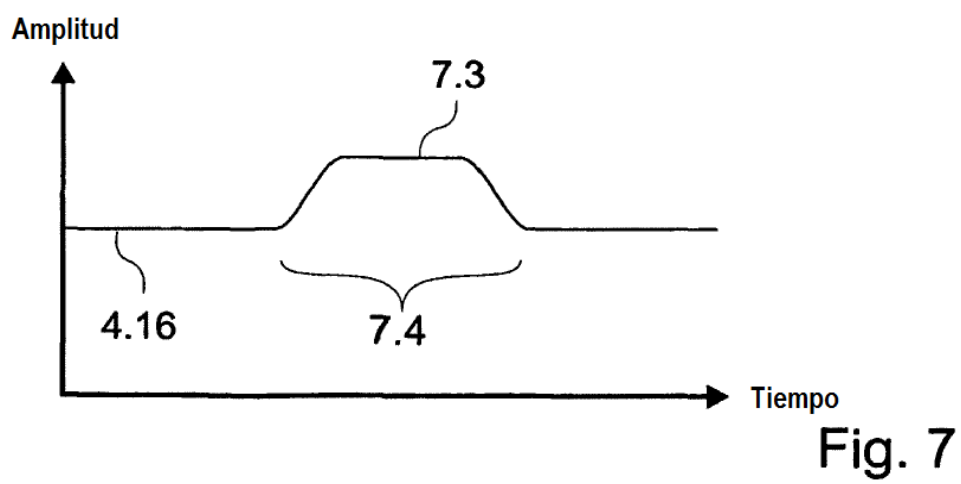
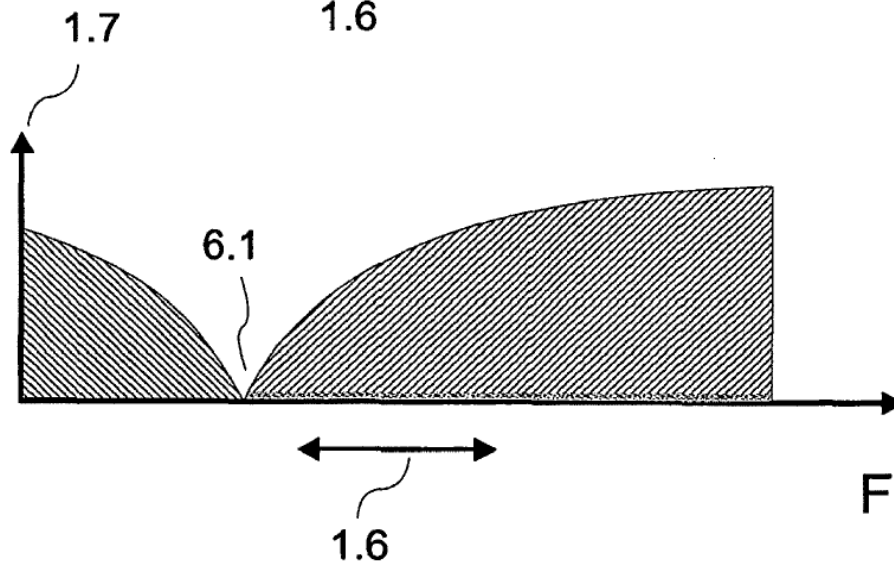
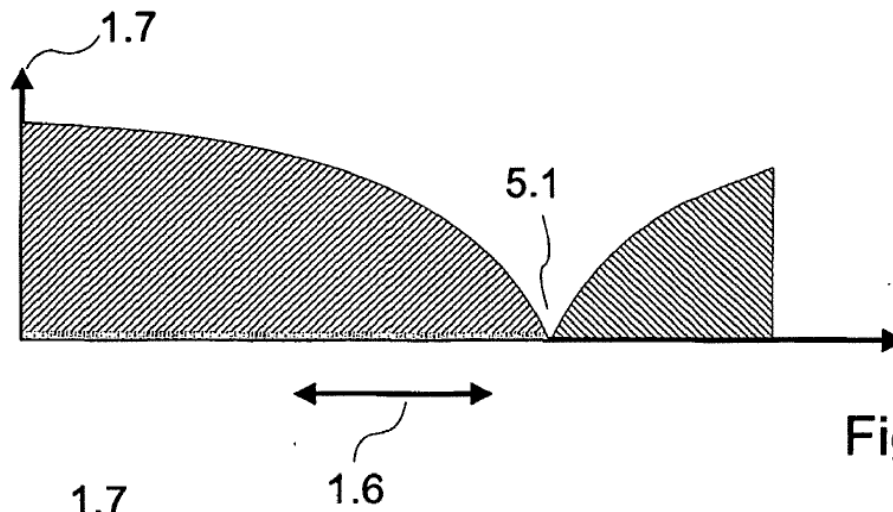
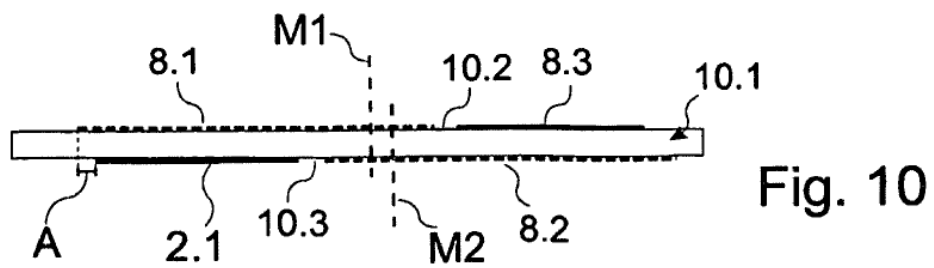
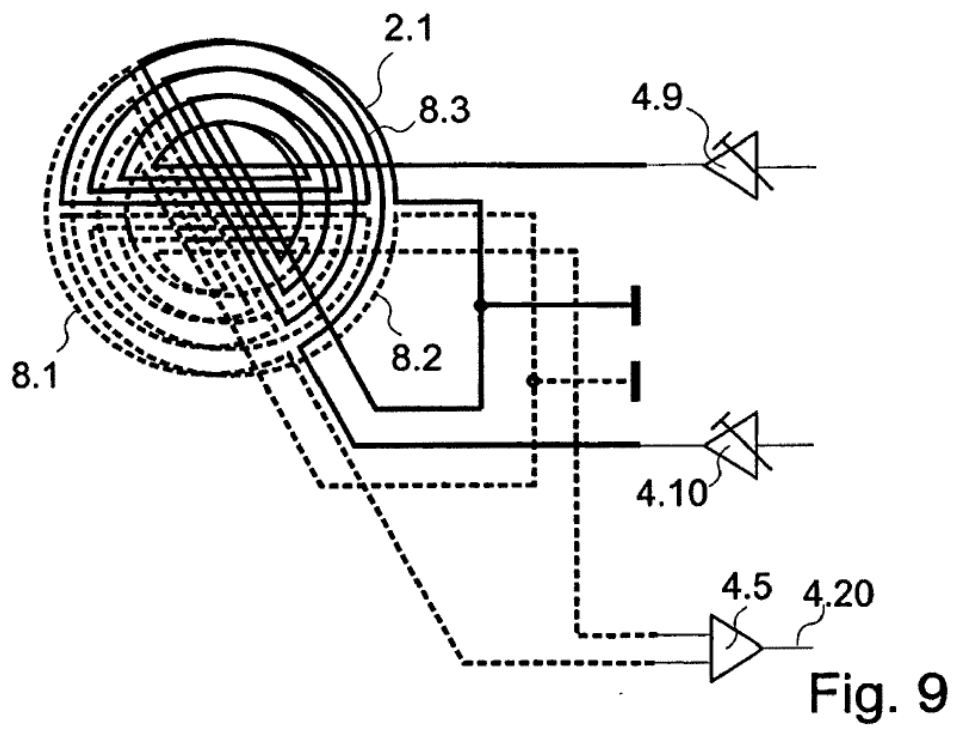
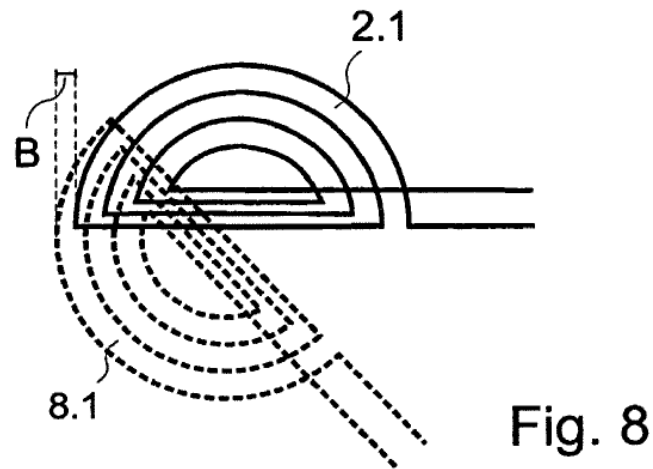


Fig. 4





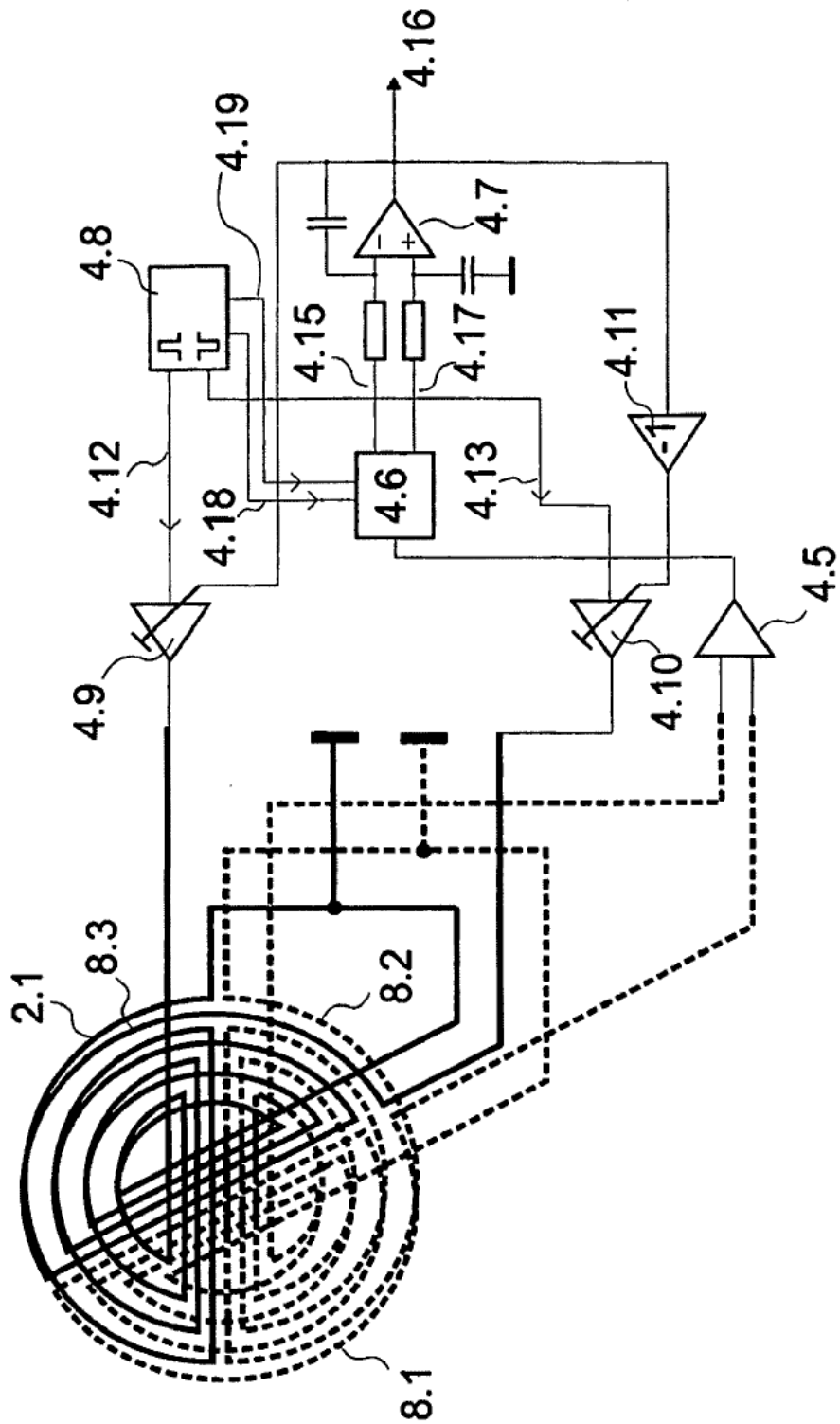


Fig. 11