



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 507**

51 Int. Cl.:
B23B 49/00 (2006.01)
B21J 15/28 (2006.01)
G01D 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03787919 .4**
96 Fecha de presentación : **19.08.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1534455**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2005**

54 Título: **Procedimiento y aparato para localizar objetos no visibles.**

30 Prioridad: **19.08.2002 GB 0219316**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.06.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.06.2009

73 Titular/es: **AB. Electronic Limited**
Spring Gardens
Romford, Essex RM7 9LP, GB

72 Inventor/es: **Hughes, Richard David**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 321 507 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).

ES 2 321 507 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para localizar objetos no visibles.

5 La invención se refiere a la localización de objetos no visibles, particularmente, aunque no exclusivamente con el fin de identificar la posición de un objeto no visible para llevar a cabo una etapa de procesamiento mecánico en la proximidad al objeto localizado de este modo.

10 Hay muchas situaciones en las cuales se desea localizar un objeto de manera precisa, aunque el objeto en cuestión no sea visible. Un sencillo ejemplo es la localización de la posición de un miembro portante en un tabique hecho de un bastidor de madera a ambos lados del cual se fijan las placas de cartón-yeso. Si se desea fijar algo a la pared, por ejemplo, usando un gancho, es necesario garantizar que el gancho, por ejemplo atornillado a la pared, forma parte del soporte de madera, en vez del cartón-yeso, a partir del cual será fácil de retirar cuando se aplica una carga, porque el cartón-yeso no es particularmente resistente. Los procedimientos convencionales, tales como golpear una pared con los nudillos para determinar la localización de los miembros del bastidor portante de madera no dan resultados particularmente precisos y requieren pericia. Realizar un agujero guía a través del cartón-yeso e insertar una pieza de alambre doblado a través del mismo y dentro de la cavidad, así mismo no es fácil de realizar de una manera sencilla, y aunque se puede llevar a cabo la localización, por ejemplo usando un pequeño imán, de los habituales clavos de hierro que sujetan el cartón-yeso a la estructura de madera, de nuevo, los resultados tienden a ser bastantes imprecisos, aunque este último enfoque tiene la ventaja de evitar el intento de insertar un gancho donde ya hay un clavo debajo. El documento US-A-5917314 revela un sistema de detección capacitivo para encontrar tacos de pared, mientras que el documento US-A-5434500 describe un soporte para marcar una posición de una partición precisamente opuesta a una posición seleccionada del otro lado contra el cual se apoya un generador de campo magnético.

25 Estos sistemas son útiles en el sector de la construcción, pero no se adaptan a su uso en situaciones en las cuales las dimensiones están sometidas a estrechos límites de tolerancia, algunas de los cuales son particularmente críticas en la fabricación. Por ejemplo, en la fabricación de aeronaves, una técnica ampliamente usada es la aplicación de una placa de metal o revestimiento a un bastidor subyacente, por ejemplo hecho de nervaduras o largueros. Con el fin de garantizar una conexión firme entre el revestimiento y la nervadura o travesaño, una técnica comúnmente empleada es la de fijar los dos juntos, por ejemplo con un remache o dispositivo de fijación especial. Con el fin de llevar a cabo esto último, las aberturas en el revestimiento y la nervadura o travesaño necesitan coincidir y esta coincidencia necesita ser particularmente precisa ya que si hay imprecisión, el remachado se puede volver más difícil, o incluso imposible y los remaches mal ajustados o mal aplicados se pueden aflojar cuando la aeronave está en servicio, lo cual conduce a un fallo potencialmente catastrófico. Por consiguiente, los requisitos para el emparejamiento preciso del agujero en el revestimiento con el agujero en la nervadura o larguero son muy estrictos y el precio por una precisión inadecuada puede ser el fallo del conjunto acabado en el cumplimiento de las rigurosas normas de seguridad, lo cual conduce a que todo el conjunto se ha de reciclar. Aunque si la nervadura o travesaño tiene agujeros preformados, es teóricamente posible usar cada uno de estos agujeros como guías sucesivas para realizar agujeros en un revestimiento aplicado, pero esto es normalmente poco práctico y algunas veces prácticamente imposible por razones de espacio, y porque aparecen imprecisiones. Además, perforar un agujero a través del revestimiento desde el interior no siempre proporciona una alineación precisa del agujero en el revestimiento, de manera que su eje corre exactamente en perpendicular a la superficie del revestimiento. Este es un problema particular cuando el revestimiento varía en espesor, por ejemplo ahusado desde una sección gruesa a una sección fina. Sin embargo, trabajar desde el exterior, es decir trabajar con el revestimiento entre el operador y el larguero o nervadura significa que las posiciones de los agujeros no se pueden ver. Los intentos de usar plantillas para solucionar este caso no han tenido éxito. El documento EP1132164 revela un procedimiento para instalar dispositivos de fijación en grandes estructuras de fuselaje.

50 La presente invención busca proporcionar un aparato para la detección rápida y muy precisa de un objeto no visible. Se ha de subrayar que el término "objeto" tal como se usa en la presente memoria está destinado a cubrir una gran variedad de posibilidades, incluyendo, en particular, un agujero.

55 Por consiguiente, en líneas generales con la presente invención se proporciona un procedimiento según la reivindicación 1.

60 Usando tal enfoque, la localización del objeto detrás de la superficie opaca se puede determinar rápida y fácilmente y cuando el desplazamiento es mínimo, la guía de mecanizado se localiza entonces adyacente a la superficie, en el punto de la superficie que recubre inmediata y centralmente el objeto en cuestión. La posición del conjunto y de la guía de mecanizado se puede fijar, por ejemplo bloqueando el conjunto sobre la superficie, después se puede usar la guía de mecanizado, por ejemplo un tubo guía para guiar, por ejemplo una broca para hacer un agujero en la superficie opaca precisamente localizada respecto del objeto no visible. El bloqueo del conjunto sobre la superficie se puede realizar, por ejemplo, vía ventosas de vacío.

65 La presente invención proporciona, por consiguiente, también el aparato según la reivindicación 4.

El miembro base está adaptado preferiblemente para moverse a través de la superficie y permitir que la guía de mecanizado se alinee con el objeto. El aparato incluye medios de fijación adaptados para bloquear la posición relativa del miembro base y el objeto, el uno respecto del otro. Preferiblemente, los medios para analizar incluyen un medio de

ES 2 321 507 T3

visualización adaptado para indicar la localización del objeto respecto del conjunto de detectores, y por consiguiente para indicar cuando el conjunto está posicionado con la guía de mecanizado asociada al mismo localizado lo más cerca del objeto no visible.

5 La presente invención es particularmente valiosa en el área técnica de la localización de agujeros, particularmente, aunque no exclusivamente, en el campo técnico anteriormente mencionado, es decir en el ajuste de un revestimiento metálico opaco sobre miembros de soporte subyacentes en la construcción de aeronaves. Aunque es teóricamente posible detectar la presencia de un agujero en un larguero o montante subyacente, porque las propiedades físicas del agujero difieren de las del material circundante que define el agujero, los detectores apropiados pueden ser caros y la
10 calibración y alineación normalmente necesaria de un conjunto de estos últimos pueden ser complejas. Sin embargo, en esta aplicación particular del procedimiento de la presente invención, un enfoque sencillo y altamente eficaz es poner un imán en el propio agujero, o localizar uno respecto de los detectores de efecto Hall y localizar un material ferromagnético, por ejemplo un disco de hierro dulce, en el agujero.

15 Las aleaciones convencionales usadas en la construcción de aeronaves son predominantemente aleaciones de aluminio que no son ferromagnéticas, por lo tanto el uso de un pequeño imán cilíndrico permite obtener señales muy claras y definidas procedentes de un conjunto de detectores de efecto Hall, incluso si el revestimiento es espeso, es decir de hasta 70 mm de espesor. Otros materiales pueden ser incluso más espesos, por ejemplo los materiales compuestos de fibra de carbono de 70 mm o más de espesor.

20 Como se ha señalado anteriormente, el objeto a localizar detrás del revestimiento opaco es un agujero en el larguero. Sin embargo, el objeto puede ser, por ejemplo, un imán situado respecto de un larguero (no perforado) usando una plantilla apropiada de posicionamiento, de manera que cuando, por ejemplo, se perfora un agujero usando la guía de mecanizado, se perfora a través tanto del revestimiento como del larguero, pero en la posición deseada del larguero.

25 El conjunto de detectores es, por regla general, un conjunto simétrico alrededor de la guía de mecanizado. El número y el posicionamiento de los detectores en el conjunto se pueden variar dependiendo del grado de precisión requerido, así como del tipo de detector. Un enfoque particularmente preferido es la utilización de un conjunto cruciforme de detectores con una pluralidad de detectores situados espaciados a lo largo de los brazos de una teórica cruz, estando entonces la guía de mecanizado situada en el punto central de la intersección entre estos brazos, ya que solamente se necesita un procesamiento de datos relativamente directo de las señales de detectores. Sin embargo, en circunstancias apropiadas, el conjunto puede ser más complejo, por ejemplo, 16 detectores x 16 detectores dispuestos en una cuadrícula cuadrada, o uno o más círculos concéntricos. El procesamiento del conjunto de datos de los detectores puede ser entonces más complejo, pero la precisión de la detección de posición puede ser mayor.

35 La visualización que proporciona una indicación de la localización del objeto respecto de la localización del conjunto es preferiblemente compacta y fácil de comprender. Una forma particularmente preferida de visualización es la de una pantalla de visualización plana, controlada por ordenador, en la cual se representan de manera apropiadamente simbólica la localización del objeto y la localización de la guía de mecanizado. Desplazando el conjunto y la guía de mecanizado, se puede hacer que coincidan las representaciones gráficas en la pantalla. La pantalla de visualización puede, por ejemplo, formar parte de un ordenador portátil convencional, o un dispositivo informático portátil, a menudo denominado PDA. En cualquier caso, combinando la programación y la electrónica de interfaz apropiadas, las señales procedentes de los detectores individuales en el conjunto se pueden procesar usando técnicas conocidas para producir la indicación en la pantalla. Programando apropiadamente, se pueden introducir características sofisticadas que hacen que el aparato sea más fácil de usar, por ejemplo reajustando automáticamente la escala de la visualización a medida que la guía de mecanizado y del objeto coinciden cuando se mueve el conjunto. Cuando el conjunto se
40 coloca en primer lugar, sobre o contra la superficie opaca, la localización del objeto se puede visualizar respecto de la localización de todo el conjunto, y a medida que se desplaza el conjunto para llevar la guía de mecanizado y el objeto a una alineación íntima, así la visualización se puede reinicializar automáticamente para concentrarse solamente en la estrecha área alrededor de la guía de mecanizado, incluso aunque las señales de todo el conjunto sigan pudiendo usarse en la forma deseada para calcular las posiciones relativas del conjunto y del objeto.

55 Se puede prescindir de la visualización si el movimiento de la guía de mecanizado y el conjunto está bajo el control mecánico apropiado en vez del control manual, por ejemplo, si la guía de mecanizado y el conjunto están montados en el extremo de un brazo robótico o en una base amovible análoga.

Una vez que se ha conseguido la coincidencia desplazando el conjunto respecto del objeto, es deseable fijar los dos temporalmente en posición el uno respecto del otro con el fin de permitir la utilización de la guía de mecanizado, por ejemplo, para actuar como una plantilla de posicionamiento para permitir que se lleve a cabo un procedimiento mecánico sobre la superficie opaca, por ejemplo, perforando un agujero en la posición identificada de este modo. Con este fin, el aparato puede incluir medios para fijar temporalmente el conjunto en una posición sobre la superficie opaca, por ejemplo fijándolo mediante ventosas de vacío accionables a la misma.

65 El uso de ventosas de vacío es particularmente recomendado en los casos en que la superficie opaca no es horizontal, una situación que se da a menudo en el montaje de, por ejemplo, una gran aeronave o grandes componentes de aeronave. En tal caso, la base que lleva el conjunto de detectores va preferiblemente equipada de ventosas de vacío que pueden ir sometidas a presión reducida a dos niveles discretos, un nivel que proporciona una fuerza de sujeción suficiente para fijar el miembro base del conjunto a la superficie con suficiente holgura para que se siga pudiendo

ES 2 321 507 T3

desplazar respecto del mismo, y un nivel de sujeción más resistente en el cual el miembro base que sujeta el conjunto de detectores se engancha firmemente en una posición fija contra la superficie opaca. La fijación por vacío (u otro medio de fijación) también se puede usar apropiadamente para localizar una unidad de visualización, particularmente donde la unidad de visualización es una PDA, o una parte de la superficie opaca en proximidad a la parte bajo la cual se sitúa el objeto. Al operar de este modo, se puede localizar rápidamente, por ejemplo, agujeros en un larguero bajo un revestimiento de ala opaco, con un grado adecuado de precisión.

Alternativamente, la aplicación y la fijación del miembro base se pueden conseguir montándolo en un brazo robótico, y acomodando de este modo el control del robot para que el miembro base se pueda mover hacia el área de interés, aplicar detección para localizar el agujero y mover el miembro base a continuación para alinearlos si se desea, después se puede mantener firmemente en su sitio mediante el robot mientras se efectúan otras acciones, por ejemplo perforar un agujero a través del revestimiento.

La precisión y rendimiento del aparato recién descrito es claramente susceptible de deterioro a causa del envejecimiento de los detectores. Este problema se puede paliar proporcionando, para su uso con el conjunto de detectores, alguna forma de plantilla estándar de sensibilidad conocida y con medios que permitan que el miembro base que lleva el conjunto de detectores se coordine precisa y repetidamente con la plantilla. Usando la programación apropiada de software, se pueden consultar las respuestas individuales de detectores cuando el conjunto se posiciona sobre la plantilla y las respuestas efectivas comparadas con las que se deberían producir teóricamente, o que se han producido usando la misma configuración pero en el pasado, con los actuales valores. La programación del software de análisis y captura de datos puede ser tal que permita que las correcciones automáticas se apliquen para compensar la deriva de los detectores o la pérdida de sensibilidad.

A título de explicación adicional de la invención, y a título ilustrativo del modo en que se puede poner en práctica, se hace referencia a los dibujos anexos en los cuales:

La figura 1 es una ilustración esquemática de una sección a través de un conjunto de detectores situado adyacente a un revestimiento metálico opaco situado a su vez adyacente a un larguero preperforado.

La figura 2 es un diagrama que muestra dos enfoques alternativos para proporcionar el campo magnético de longitud variable;

La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva que muestra el aparato según la invención en uso, y

La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra las disposiciones de la electrónica en el aparato.

En referencia a la figura 1, ésta muestra en forma extremadamente esquemática, el modo en que la presente invención se puede aplicar a la detección de agujeros en un larguero en el lado alejado de una hoja de revestimiento metálica. Por razones de simplicidad, solamente se muestra un agujero en la parte plana de un larguero, generalmente indicado como 1, siendo el agujero señalado como 2. Como se ha mostrado, se coloca una placa 3 (por ejemplo un revestimiento de aleación para un ala) que se ha de fijar al larguero contra este último.

Con el fin de permitir la detección de la posición del agujero 2, se sitúa un conjunto de imanes 4 establecido en un montaje apropiado respecto del agujero 2 desde abajo, como se muestra en la figura 1.

Situado en la parte superior de la placa 3, como se muestra en la figura 1, hay un conjunto de detectores, generalmente indicado como 10. Este conjunto consiste en un miembro base, que tiene una superficie inferior generalmente plana, en la cual se establece un conjunto cruciforme de dieciséis detectores 12 de efecto de Hall. Como se puede observar en el dibujo, ocho de los detectores 12 se ven espaciados en los dos lados de un detector central 12. Los ocho se alinean en una fila y el detector central 12 es, contando desde el extremo de la fila de detectores perpendiculares al plano del dibujo, el cuarto. El número de referencia 14 indica la pared de una abertura cilíndrica en medio del conjunto.

Como se apreciará, el extremo del conjunto de imanes 4 insertado dentro del agujero 2 es la localización central de un campo magnético, generalmente simétrico, que tiene su máximo situado en términos de la superficie superior de la placa 3, en el punto sobre esa superficie superior que está precisamente alineada con el eje del agujero 2. En los puntos sobre la superficie superior de la placa 3 más alejada de este punto, la fuerza del campo magnético es menor. Se puede medir la fuerza del campo magnético en cualquier punto sobre la superficie, usando un detector de efecto de Hall.

Los detectores de efecto de Hall 12 se conectan por un cable portador de señales apropiado 16 a una electrónica de evaluación, por ejemplo en forma de un ordenador portátil o PDA.

Se entenderá fácilmente que si el conjunto 10 se sitúa, como se muestra en la figura 1, con el agujero 14 situado coaxialmente con el agujero 2, entonces la fuerza del campo magnético será superior y de igual valor en las posiciones de los detectores de Hall radialmente más cercanos a la abertura 14, siendo la fuerza de campo detectada por cada uno de los detectores más alejados de la abertura 14 inferior, y siendo menor en los más exteriores.

ES 2 321 507 T3

Si el conjunto 10 se desvía de su posición en la figura 1, las fuerzas de campo variarán en los detectores individuales 12 y las señales de los mismos se pueden analizar apropiadamente para calcular cuanto se desvía el eje de la abertura 14 del eje del agujero 2. Desplazando el conjunto 10 para minimizar ese desvío, la abertura 14 se puede alinear con el agujero 2 esencialmente visto desde arriba, como se muestra en la figura 1. La abertura 14 puede entonces, por ejemplo, tener una guía de perforación insertada dentro de la misma o, por ejemplo, un instrumento de marcación de algún tipo para de este modo identificar ese punto sobre la superficie superior de la placa 3 que está dispuesta sobre el eje del agujero 2.

La figura 2 muestra esquemáticamente dos maneras diferentes de operar el sistema. Cada una se puede usar dependiendo de la tarea particular implicada.

El sistema mostrado a la izquierda del dibujo corresponde a la operación ilustrada en la figura 1, con un imán 4 en un lado de una hoja opaca 3, por ejemplo un revestimiento de aleación de aluminio para un ala de aeronave, y el detector 12 de efecto de Hall situado en el otro.

Sin embargo, el sistema se puede operar también “del otro modo”, como se muestra a la derecha de la figura 2. En esta variante, un imán 5 se puede situar detrás del detector 12 de efecto Hall, con una placa difusora ferromagnética 6 situada entre los mismos. El campo magnético por debajo del detector 12 de efecto Hall, según se ve en el dibujo, se ve afectado por una pieza “objetivo” ferromagnética 8 situada del otro lado del revestimiento 3. Esta puede ser una pieza de material ferromagnético, tal como hierro dulce o, por ejemplo, un disco o una varilla de material plástico moldeado con polvo o material de relleno de hierro. Este último enfoque es de particular valor en la localización de agujeros, para que de este modo se pueda perforar desde arriba un agujero concéntrico con los mismos, como se ve en la figura 2. Cada agujero en, por ejemplo, un larguero de ala de aeronave, puede tener tales varillas de plástico fijadas en el interior del mismo, y a continuación estas se retiran o se perforan cada vez que se realiza un agujero a través de la hoja opaca de material tras la localización del agujero y la fijación del miembro base que lleva el conjunto de detectores de efecto Hall, la guía de mecanizado y, en este caso, los imanes 5.

En referencia ahora a la figura 3, se muestra una ilustración esquemática del aparato según la invención, que se va a usar para localizar agujeros 22 en un larguero 20 perforado de ala de aeronave, cuando está localizado detrás de un revestimiento de aluminio 21, que se ha de fijar al larguero 20 mediante remaches. Cada remache necesita atravesar un agujero hecho en el revestimiento 21 y a través de uno de los agujeros preperforados 22 en el larguero 20.

El aparato consiste básicamente en una caja 30 de equipamiento principal neumática y de suministro de energía, una guía de perforación móvil 31, que, como se puede observar, se apoya contra el revestimiento 21, y que contiene la electrónica descrita más adelante y una unidad de visualización en un alojamiento 32. La caja 30 tiene un cable de alimentación eléctrica 37 apropiado para conectarse a una fuente de energía eléctrica.

En el lado inferior de la unidad 31 y por consiguiente no visible en la figura 2, hay un conjunto de detectores de efecto Hall. Estos rodean un tubo guía de perforación 33 en una disposición apropiada, por ejemplo cruciforme, aunque se pueden contemplar otras disposiciones.

La unidad 31 también lleva un par de conmutadores de línea de vacío 34 y 35 que se pueden accionar por el usuario del sistema para mantener la unidad 31 muy firme contra el revestimiento 21, es decir, en una posición fija respecto del mismo, y que se pueden ajustar para liberar poco vacío, de manera que la unidad 31 se pueda mover sobre el revestimiento 21. Un cable umbilical 36 proporciona aire y energía eléctrica a la unidad 31 procedente de la caja 30.

Antes de usar el aparato, para localizar uno de los agujeros 22 no visibles detrás del revestimiento 21, se coloca un imán en uno de los agujeros 22, de manera que un campo magnético se disperse a través del revestimiento 21 y que su fuerza de campo se pueda detectar adyacente a la superficie del revestimiento 21 visible en la figura 2, mediante los detectores de efecto Hall en el lado inferior de la unidad 31. Estos detectores se conectan a la electrónica de procesamiento situada en la unidad 31.

Procesando apropiadamente las señales recibidas procedentes de los detectores individuales de efecto Hall en el conjunto en el lado inferior de la unidad 31, se puede encontrar la localización del punto de fuerzas de campo magnético máximo, más particularmente visualizada en un dispositivo de visualización de pantalla sencillo 40 dispuesto en el alojamiento 32. El dispositivo de visualización 40 puede ser una PDA y el alojamiento 32 una estación de acoplamiento. El alojamiento 32 se puede fijar mediante una ventosa de succión al lado visible del revestimiento 21 en cualquier punto apropiado. La fijación se efectúa por una palanca de accionamiento de la ventosa de succión 41 sobre el alojamiento 32 y el dispositivo de visualización 40 está conectado por un cable de señal 44 con la electrónica en la unidad 31. Como se puede ver en el dispositivo de visualización 40, el dispositivo de visualización consiste en un par de círculos concéntricos 45, 46 y una estructura de barras transversales horizontales y verticales (fija) 47. Las electrónicas están dispuestas para mostrar en la pantalla la posición del punto de fuerza de campo magnética máxima. La estructura de barras transversales 47 se posiciona de tal manera que se corresponde con la abertura de perforación 33, es decir a medida que la unidad 31 se mueve, estos círculos concéntricos 45 y 46 sobre la pantalla también se mueven. Por consiguiente es muy sencillo, con la unidad 32 estacionaria pero la unidad 31 amovible, desplazar la unidad 31 en una posición en la que el círculo más pequeño 45 es precisamente central respecto de la estructura de barras transversales 47. El posicionamiento es fácil e intuitivo y análogo a la alineación del objetivo con los retículos en una mira telescópica de rifle.

ES 2 321 507 T3

Una vez que se ha conseguido esta coincidencia, la unidad 31 se puede entonces fijar firmemente en posición sobre el revestimiento 21 y la abertura 33 usarse como guía de perforación permitiendo que se realice un agujero en el revestimiento 21 que es precisamente perpendicular a la superficie del revestimiento 21 y que es precisamente coincidente con el agujero 22 en el larguero 20 que lleva el imán durante el procedimiento de posicionamiento. Por consiguiente, se puede realizar el agujero, se retira la unidad 31 del camino, se inserta un remache y se fija en posición, y el procedimiento se puede repetir con el fin de perforar el siguiente agujero en el revestimiento 21 para alinearse con la siguiente abertura 22 en la nervadura.

La figura 4 muestra un diagrama básico de la electrónica usada en el aparato mostrado en la figura 3.

Las cajas en líneas de puntos en la figura 4 indican qué partes del sistema están alojados en la unidad 31, cuales en el alojamiento 32 y cuales se alojan en la caja 30. Una alimentación de tensión de entrada alimentada por un cable 37 vía una unidad de protección apropiada contra una sobretensión y una sobreintensidad a una unidad de alimentación eléctrica 50. La unidad de protección 50 protege la alimentación indicada como 51 de cualesquiera transitorios y cualesquiera problemas de polaridad inversa. La unidad de alimentación 51 está básicamente diseñada para generar alimentaciones digitales-analógicas estables para su uso con el conjunto de detectores de efecto Hall en la unidad 31 y para proporcionar una tensión de sistema para alimentar la propia electrónica de procesamiento digital.

Situada en el lado de entrada de la unidad de alimentación eléctrica 51 se encuentra una unidad de supervisión de la alimentación 52 que se usa para vigilar el suministro de tensión a los detectores y para indicar, por ejemplo, mostrando brevemente un mensaje en el dispositivo de visualización 40, si hay un problema.

Haciendo ahora referencia al conjunto de detectores de efecto Hall, este se indica con 55 en la figura 3 y las salidas de los detectores individuales en el conjunto se alimentan a un multiplexor 56 y la tarjeta de acondicionamiento de señales 57 que se proporciona con la electrónica necesaria para limpiar y estabilizar la tensión medida de los detectores de efecto Hall. La señal que corresponde a la tensión seleccionada por el multiplexor 56 se alimenta a un convertidor digital-analógico de alta resolución 58 para proporcionar una señal digital que corresponde a la tensión de detectores de efecto Hall y se alimenta a su vez a una unidad de procesamiento de señales digitales 59 que almacena y procesa las señales de tensión digitales que corresponden a su vez a cada uno de los detectores de efecto Hall. Programando apropiadamente, se puede calcular entonces la posición del centro del campo magnético respecto del propio conjunto y se puede proporcionar esta información por una interfaz de comunicación en serie 60 al dispositivo de visualización 40 situado en el alojamiento 32. Como se ha subrayado respecto de la figura 3, este dispositivo de visualización gráfica presente la posición del conjunto de detectores respecto del imán de una manera muy fácilmente comprensible.

La electrónica también tiene una interfaz de salida 61 que se puede usar para controlar cualquier aparato externo, por ejemplo, un ordenador de vigilancia o un ordenador de control de robot.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para localizar un objeto que se encuentra detrás de una superficie opaca haciendo el objeto no visible, que comprende proporcionar en proximidad al objeto un campo magnético de fuerza variable, detectar la fuerza del campo magnético en una pluralidad de posiciones respecto del objeto usando un conjunto de detectores magnéticos de efecto Hall, estando el conjunto de detectores de efecto Hall asociados geoméricamente a una guía de mecanizado, de tal manera que la guía de mecanizado y el conjunto de detectores se posicionan fijamente el uno respecto del otro, interrogar los detectores para determinar el valor de la fuerza de campo en al menos la mayoría de los detectores, analizar las respuestas de los detectores para determinar el desplazamiento entre el objeto y la guía de mecanizado, y desplazar el conjunto y la guía de mecanizado a una posición en la cual el desplazamiento es mínimo, de tal manera que una vez que la guía de mecanizado se sitúa adyacente a la superficie en dicho punto de la superficie inmediata y centralmente recubriendo el objeto en cuestión, la posición del conjunto y la guía de mecanizado se fija usando medios de fijación para garantizar que dicha posición se fija durante una operación mecánica, **caracterizado** porque los medios de fijación se pueden operar para proporcionar un nivel de pluralidad de la fuerza de bloqueo.

15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual la fijación se efectúan bloqueando el conjunto de detectores en la superficie vía ventosas de vacío.

20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el cual el objeto es un agujero respecto del cual se sitúa un imán o un cuerpo de material ferromagnético.

25 4. Aparato para localizar un objeto no visible posicionado detrás de una superficie opaca, un objeto que tiene en su proximidad un campo magnético de fuerza variable, dicho aparato comprende medios para generar un campo magnético de fuerza variable, un elemento de base adaptado para colocarse sobre o contra la superficie, medios en el elemento base que definen una guía de mecanizado, un conjunto de detectores de efecto Hall situados respecto de la guía de mecanizado, medios para recoger y analizar las salidas de al menos algunos de los detectores para proporcionar una indicación de la variación del campo magnético asociado al objeto respecto de la posición del elemento base, y para proporcionar una indicación suplementaria de que la guía de mecanizado está situada adyacente a la superficie en dicho punto de la superficie que recubre inmediata y centralmente el objeto en cuestión, y medios de fijación adaptados para bloquear la posición del elemento base y del objeto el uno respecto del otro una vez que dicha indicación suplementaria se ha proporcionado, de manera que la posición del miembro base se fija durante una operación mecánica, **caracterizado** porque dicho medio de fijación es operable para proporcionar un nivel de pluralidad de la fuerza de bloqueo.

35 5. Aparato según la reivindicación 4, en el cual el elemento base está adaptado para ser desplazado a través de la superficie para permitir que la guía de mecanizado se alinee con el objeto.

40 6. Aparato según la reivindicación 4 o 5 en el cual los medios de análisis incluyen medios de visualización adaptados para indicar la localización del objeto respecto del conjunto de detectores, y por consiguiente para indicar cuando el conjunto de detectores está posicionado con la guía de mecanizado asociada al mismo, situada lo más cerca del objeto no visible.

45 7. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el cual el conjunto de detectores de efecto Hall es un conjunto cruciforme.

50 8. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el cual la visualización de señales es una pantalla plana controlada por ordenador adaptada para representar de manera aproximadamente simbólica la localización del objeto y la localización de la guía de mecanizado.

55 9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8 en el cual dicho nivel de pluralidad de la fuerza de bloqueo incluye un nivel de bloqueo completo y un nivel de bloqueo parcial.

60

65

70

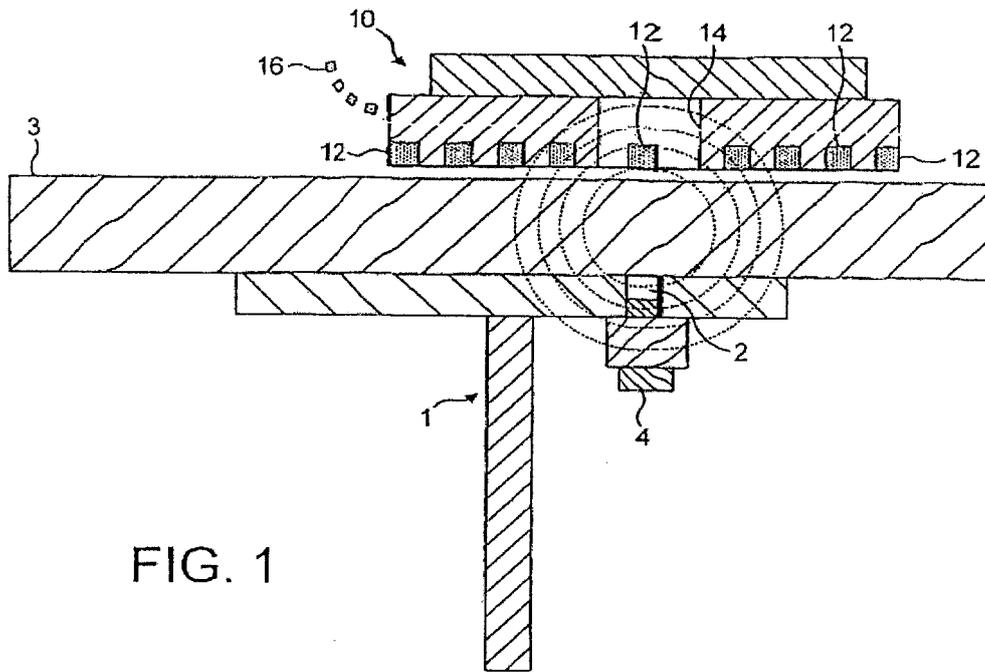


FIG. 1

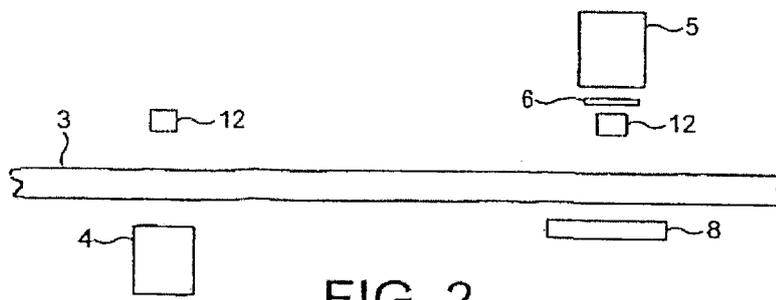


FIG. 2

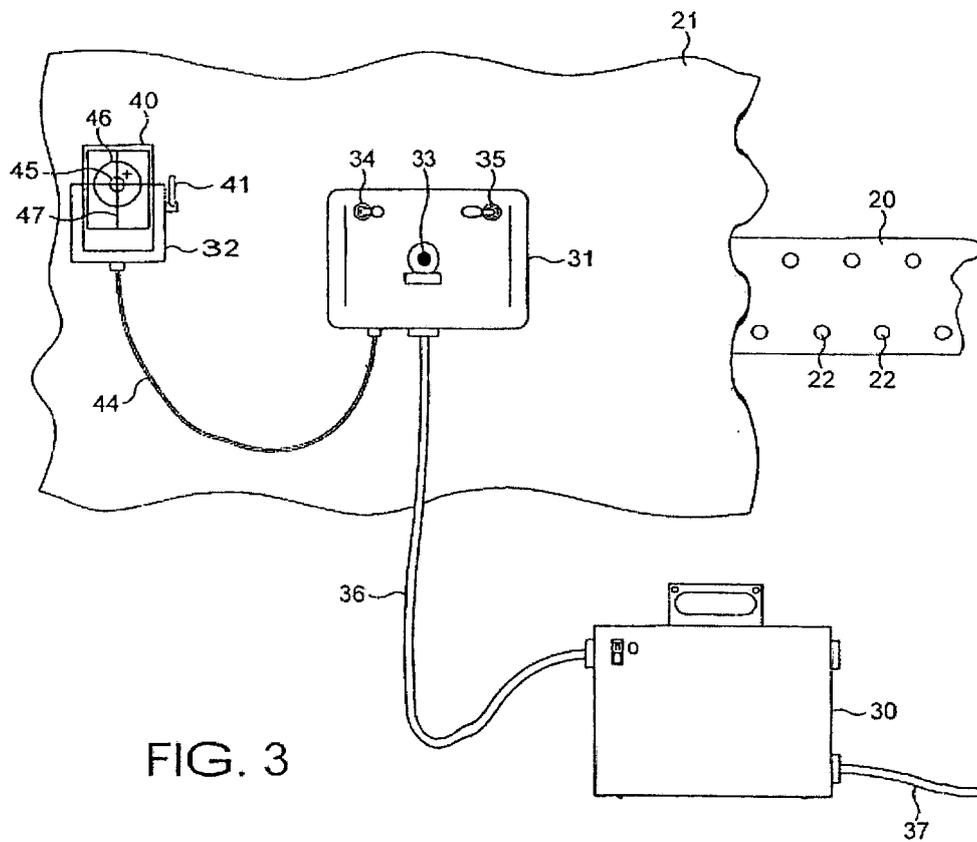


FIG. 3

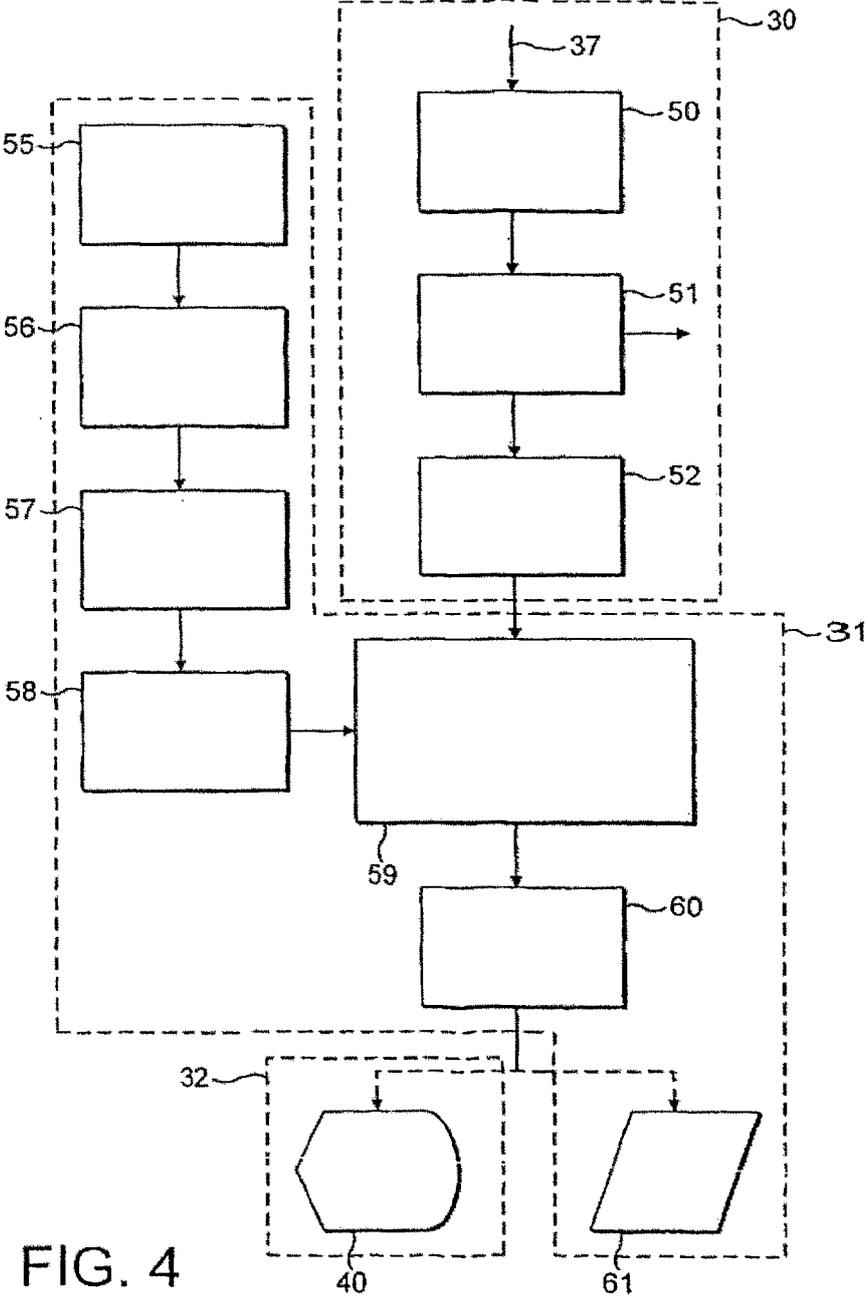


FIG. 4