

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 661**

51 Int. Cl.:

F16P 3/14 (2006.01)

B23Q 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2016** **E 21190333 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023** **EP 3926230**

54 Título: **Método para detectar una sustancia**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.07.2023

73 Titular/es:

FELDER KG (50.0%)
KR-Felder-Strasse 1
6060 Hall, AT y
TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN (50.0%)

72 Inventor/es:

WEILER, THOMAS;
CAUDR, HELMUT y
BLEICHER, FRIEDRICH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 946 661 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**Método para detectar una sustancia**

5 La presente invención se refiere a un método para detectar una sustancia, preferiblemente tejido humano, en un entorno de una herramienta móvil con las características del preámbulo de la reivindicación 1, a un sistema de detección para realizar el método, así como a una máquina herramienta con dicho sistema de detección.

10 Los métodos para detectar sustancias en las proximidades de una herramienta móvil se conocen del estado de la técnica, por ejemplo, del documento EP 1579146 B1. En el método allí descrito, la aproximación de una parte del cuerpo de una persona a una hoja de sierra giratoria de una sierra circular se reconoce detectando cambios en un campo electromagnético en las proximidades de la hoja de sierra. Los cambios en el campo eléctrico provocados por un dieléctrico se detectan desafinando una antena. Una distinción en cuanto a si una pieza de trabajo o un dedo de la persona que guía la pieza de trabajo entra o entrará en contacto con la hoja de sierra se puede lograr caracterizando el cambio en la desintonización de la antena.

15 Las desventajas de los métodos conocidos del estado de la técnica son la falta de fiabilidad a la hora de reconocer una situación peligrosa evitando falsas identificaciones (los denominados "falsos positivos"), la falta de sensibilidad o fiabilidad a la hora de diferenciar entre una pieza y un tejido humano, y la falta de fiabilidad o sensibilidad en la detección de un contacto de una herramienta, por ejemplo, una hoja de sierra, por tejido humano. Además, las implementaciones de los métodos conocidos en el estado de la técnica, es decir, los sistemas de detección para llevar a cabo dichos métodos suelen estar asociados al uso de sensores adicionales, como sistemas de cámaras, láseres o sensores infrarrojos.

20 Los cambios estructurales necesarios para las máquinas herramienta con tales sistemas de detección son correspondientemente complejos.

30 Por lo tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar un método mejorado con respecto a la técnica anterior, para detectar una sustancia en las proximidades de una herramienta móvil, un sistema de detección para llevar a cabo el método y una máquina herramienta con tal sistema de detección.

En particular, deben eliminarse las desventajas mencionadas con anterioridad con respecto a la fiabilidad, sensibilidad y complejidad.

35 El conjunto de objetos se logra mediante un método con las características de la reivindicación 1, un sistema de detección con las características de la reivindicación 14 y una máquina herramienta con dicho sistema de detección. Las realizaciones ventajosas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

40 Según la invención, la tarea se resuelve detectando un cambio periódico en la capacitancia, siendo este cambio causado por el hecho de que el material está dispuesto en una región relativa a la herramienta y una propiedad geométrica de la herramienta cambia periódicamente en esta región cuando la herramienta se mueve. El área puede extenderse alrededor de la sustancia por detectar. Así, por ejemplo, el área puede corresponder a un área espacial con una distancia radial de la sustancia por detectar de varios centímetros alrededor de la sustancia. En otras palabras, un cambio periódico en la capacitancia puede ser causado por condiciones geométricas cambiantes en un punto, especialmente en el punto de la distancia normal más pequeña, entre el material y la herramienta durante el movimiento de la herramienta, y esto se puede detectar por la detección del material en las proximidades de la herramienta móvil. La expansión o extensión del área puede estar relacionada con la sensibilidad de detección del cambio de capacitancia.

50 El electrodo formado por al menos una parte de la herramienta móvil y el contraelectrodo eléctricamente aislado de ella forman en este caso una capacitancia que puede corresponder, por ejemplo, a un condensador de placa. La capacitancia depende de las superficies de los electrodos, la distancia entre los electrodos y una sustancia con ciertas propiedades eléctricas, en particular, ciertas propiedades dieléctricas, ubicada en el campo eléctrico entre los (o en una región de borde de los) electrodos. Diferentes dieléctricos con diferentes permisividades (constantes dieléctricas) también pueden influir en la capacitancia. Por ejemplo, la sustancia por detectar, por ejemplo, tejido humano en forma de una parte del cuerpo de un usuario de la herramienta móvil, puede diferir de la permisividad del material por procesar, por ejemplo, materiales compuestos de madera, plástico o fibra. Si se detecta un cambio en la capacitancia, se puede sacar una conclusión sobre el cambio en la permisividad relativa, es decir, sobre la presencia de una sustancia. Como resultado de una propiedad geométrica que cambia periódicamente en la zona debido a un movimiento de la herramienta, la superficie del electrodo formada por al menos una parte de la herramienta y/o, por otra parte, la distancia entre la superficie del electrodo formada por al menos una parte de la herramienta y el contraelectrodo aislado eléctricamente de la misma puede ahora cambiar, en particular localmente en la zona de la sustancia por detectar. Esto puede provocar un cambio periódico de capacidad. Si la sustancia por detectar está presente en una zona de la herramienta en la que se produce la propiedad geométrica que cambia periódicamente, se produce así un cambio periódico aumentado en la capacitancia. El entorno puede corresponder a un área de peligro inmediato de la herramienta, es decir, en particular, un intervalo cercano de varios centímetros a milímetros,

es decir, un entorno en el que la herramienta puede interferir indeseablemente con la sustancia. En general, una propiedad geométrica que cambia periódicamente en el área de la sustancia cuando se mueve la herramienta puede estar presente en un área circunferencial o de borde de la herramienta, en particular en un área efectiva de la herramienta. Debido a sus propiedades dieléctricas, una sustancia por detectar ubicada en un entorno de la misma puede ahora influir en el campo eléctrico que prevalece allí (en particular, un campo de borde emergente), por lo que puede producirse un cambio periódico en la capacitancia.

Un método de este tipo se caracteriza por una alta fiabilidad y sensibilidad en la detección de sustancias en un entorno, en particular, en un intervalo cercano, de una herramienta móvil. Las situaciones peligrosas, como el contacto no deseado de una herramienta móvil por parte de un usuario, se pueden reconocer a tiempo y se pueden evitar. También se pueden identificar defectos en el material por procesar, como clavos u otros cuerpos extraños en materiales a base de madera. Un método de este tipo también es insensible a las influencias externas, como la contaminación por polvo, ya que pueden afectar a la capacitancia como componente constante, pero dejan el componente periódico esencialmente sin cambios.

Puede estar previsto que la herramienta sea una herramienta de corte, preferiblemente una hoja de sierra circular. El mecanizado se refiere a un método de procesamiento mecánico en el que el material se elimina del material para ser procesado por la herramienta. Ejemplos de herramientas de corte son hojas de sierra, en particular hojas de sierra circular, o hojas de sierra de cinta, o herramientas de fresado, tales como fresas de punta o fresas de tambor.

En este contexto, también se puede prever que la propiedad geométrica que cambia periódicamente en la región durante el movimiento de la herramienta esté dada por una geometría de corte de al menos un filo de la herramienta, en particular por una secuencia de dientes de sierra, y/o al menos un rebaje de material y/o al menos una aplicación de material y/o al menos una conformación de la herramienta. La parte de la herramienta que es eficaz durante el mecanizado del material puede entenderse como el filo de la herramienta. Como ejemplo, se puede nombrar una secuencia de dientes de sierra, que definen una propiedad geométrica de la herramienta a través de la altura de los dientes y el espacio entre dientes que existe entre los dientes de sierra individuales. Cuando se mueve una herramienta diseñada de esta manera, la propiedad geométrica, que cambia periódicamente en el área alrededor del material debido a la presencia o ausencia del filo de la herramienta, por ejemplo, un diente de sierra se da en el área donde la superficie del electrodo (cambiando la posición) y/o la distancia entre la herramienta y el tejido cambia periódicamente en esta área. En el caso de un diseño corrugado o engarzado (doblado de los bordes de corte de la herramienta) de la herramienta, esto puede provocar adicionalmente un cambio periódico en la distancia entre el electrodo formado por la herramienta. En el caso de al menos un rebajo de material en la herramienta, por ejemplo, un rebajo de material o una muesca, también se puede lograr un cambio periódico en la superficie del electrodo de la herramienta cuando se mueve la herramienta. Aplicando material, cuando se mueve la herramienta, por ejemplo, se puede lograr un cambio periódico en la separación de los electrodos y la posición de la superficie del electrodo formado por la herramienta. Cuando se da forma a la herramienta, por ejemplo, con una versión ondulada de la herramienta, también se puede lograr un cambio periódico en el área del electrodo y/o la separación de electrodos del electrodo formado por la herramienta cuando se mueve la herramienta.

En principio, puede estar previsto que el movimiento de la herramienta sea un movimiento guiado, preferiblemente un movimiento de rotación. Guiando el movimiento de la herramienta, se puede configurar en un movimiento forzado. De esta manera, la herramienta puede aplicarse sobre el material por procesar bajo una guía determinada mutuamente. Ejemplos de tales movimientos son, por ejemplo, un movimiento de rotación, un movimiento guiado linealmente o un movimiento pendular o de carrera de péndulo. El movimiento guiado también puede tener lugar periódicamente.

También puede estar previsto que el contraelectrodo esté formado por al menos parte de una carcasa en la que se dispone la herramienta en la posición de montaje, y/o una pieza complementaria. Al formar el contraelectrodo a partir de una parte de la carcasa en la que está dispuesta la herramienta en la posición de montaje, se puede utilizar una parte existente de la máquina herramienta para formar la capacitancia, lo que significa que se puede prescindir del uso de sensores adicionales. Una parte eléctricamente conductora, por ejemplo metálica, de la carcasa puede ser adecuada como contraelectrodo. Sin embargo, también es concebible formar el contraelectrodo mediante una pieza adicional adecuada, por ejemplo, una pieza metálica plana, lo que puede ser ventajoso, por ejemplo, en el caso de una carcasa no conductora de electricidad.

Puede ser ventajoso que se registre la periodicidad de la propiedad geométrica de la herramienta, que cambia periódicamente en el área cuando se mueve la herramienta. Al detectar la periodicidad o frecuencia de la propiedad geométrica de la herramienta, que cambia periódicamente cuando la herramienta se mueve en el área, el cambio periódico en la capacitancia se puede caracterizar más fácilmente o mejor. La periodicidad o frecuencia se puede registrar registrando la duración del período. Por ejemplo, se puede registrar la velocidad del motor de un variador que mueve la herramienta. La periodicidad o frecuencia también se puede registrar, por ejemplo, mediante captadores inductivos o barreras fotoeléctricas.

También puede ser ventajoso que la capacitancia se utilice como elemento determinante de la frecuencia de un circuito oscilador electrónico, preferiblemente un circuito oscilador LC, para detectar el cambio de capacitancia. Se

puede entender que un circuito oscilador electrónico significa un circuito electrónico para generar una tensión alterna periódica con un determinado oscilador o frecuencia de oscilación y una determinada amplitud de oscilación u oscilación de la tensión alterna. Debido a que la capacitancia se usa como un elemento determinante de la frecuencia del circuito del oscilador electrónico, la capacitancia se puede caracterizar a través de la frecuencia del oscilador. Cuando el circuito oscilador está diseñado como un circuito oscilador LC, la capacitancia junto con una inductancia (inductancia fija) puede formar un circuito eléctrico capaz de resonancia.

En este caso, puede ser ventajoso que se detecte una modulación de frecuencia de la frecuencia del oscilador del circuito oscilador provocada por el cambio periódico en la capacitancia para la detección de la sustancia por detectar. Si la capacitancia se usa como un elemento determinante de la frecuencia de un circuito oscilador electrónico, los cambios en la capacitancia conducen a cambios en la frecuencia del oscilador, y los cambios periódicos en la capacitancia en particular conducen a cambios periódicos en la frecuencia del oscilador. Una modulación de frecuencia de la frecuencia del oscilador que se produce de esta manera es particularmente adecuada para detectar la sustancia por detectar, ya que la aparición de dicha modulación está directamente relacionada con la presencia de la sustancia por detectar en la zona de la herramienta móvil y, por ejemplo, se puede utilizar como un indicador de una situación peligrosa (tejido humano en el entorno de la herramienta en movimiento).

También puede resultar ventajoso que la modulación de frecuencia se demodule utilizando la periodicidad de la propiedad geométrica de la herramienta que cambia periódicamente. Dado que la modulación de frecuencia se produce con una frecuencia de modulación que se corresponde esencialmente con la periodicidad de la propiedad geométrica de la herramienta, que cambia periódicamente cuando la herramienta se mueve en el área, la presencia de la sustancia por detectar puede detectarse en forma especialmente sensible y fiable por una demodulación correspondiente. La señal de salida de tal demodulación de FM es, por lo tanto, esencialmente una señal con una frecuencia de señal que corresponde a la periodicidad de la propiedad geométrica que cambia periódicamente cuando la herramienta se mueve en el área y una amplitud que corresponde a las propiedades dieléctricas (permisividad) de la sustancia por detectar y su correlacionada proximidad a la herramienta en movimiento. La aparición de una señal de este tipo se puede utilizar como un indicador fiable de una situación peligrosa.

Aquí también puede ser ventajoso que se detecte una modulación de amplitud de la amplitud del oscilador del circuito oscilador, en particular, provocada por la sustancia por detectar en contacto con la herramienta. El contacto directo de la herramienta con la sustancia por detectar, por ejemplo, el contacto de la herramienta con el tejido humano provoca una atenuación de la amplitud del oscilador que, en el caso de una herramienta en movimiento, también da lugar a una modulación de la amplitud del oscilador análoga a la modulación de la frecuencia, con lo que esencialmente la periodicidad de la propiedad geométrica cambia periódicamente a medida que la herramienta se mueve en la zona. Por tanto, una amortiguación o una caída de la amplitud del oscilador del circuito oscilador puede servir para detectar el contacto con la herramienta por parte de la sustancia por detectar. La detección de una modulación de amplitud periódica o amortiguación de la amplitud del oscilador del circuito oscilador puede desensibilizar el método a componentes constantes y, por lo tanto, puede aumentar la tolerancia hacia materiales con ciertas propiedades dieléctricas que se dan, por ejemplo, en madera húmeda o en materiales poco conductivos.

También puede ser ventajoso que la modulación de amplitud se demodule utilizando la periodicidad de la propiedad geométrica de la herramienta que cambia periódicamente en el área. De manera análoga a la demodulación de FM descrita con anterioridad, se puede realizar la demodulación de AM y, de esta forma, se puede obtener información sobre cualquier contacto o entrada en contacto de la sustancia por detectar con la herramienta. La señal de salida de la demodulación AM puede ser una señal con una frecuencia de señal que se corresponde esencialmente con la periodicidad de la propiedad geométrica que cambia periódicamente en el área cuando se mueve la herramienta, cuya amplitud de señal es proporcional a la amortiguación periódica de la amplitud del oscilador.

También puede ser ventajoso que se detecte un cambio en la capacitancia total de la capacitancia para la detección de la sustancia por detectar en el área lejana de la herramienta. Cuando la sustancia que se va a detectar se acerca al área lejana de la herramienta, por ejemplo, cuando se acerca a la herramienta desde una distancia de varios decímetros, puede haber un aumento general de la capacitancia y, por lo tanto, un cambio en la capacitancia total de la capacitancia. De esta manera, por ejemplo, se puede reconocer una aproximación rápida de la sustancia por detectar a la herramienta. Se puede registrar la tasa de cambio del cambio en la capacitancia total de la capacitancia, o se puede registrar una tasa de cambio de una frecuencia de oscilador asociada con la capacitancia, así como el signo de la tasa de cambio en cada caso.

También puede ser ventajoso que se detecte al menos un parámetro de la impedancia asociado con la capacitancia, preferiblemente la resistencia en serie equivalente, para detectar el cambio en la capacitancia. Al detectar un parámetro de la impedancia asociado a la capacitancia, es posible inferir la presencia de la sustancia por detectar directamente. En especial cuando se detecta la resistencia en serie equivalente (ESR), la resistencia entre la herramienta y el contraelectrodo, que está aislado eléctricamente de él, se puede detectar de manera efectiva, por lo que la señal de resistencia se puede utilizar como un indicador confiable de una situación peligrosa, en particular, para detectar el contacto entre el material y la herramienta.

De esta manera, por ejemplo, se puede permitir un acercamiento lento a la herramienta 2, ya que se puede reconocer de manera confiable un contacto posterior. También es posible caracterizar el comportamiento de carga o descarga de la capacitancia y así, por ejemplo, determinar el valor instantáneo de la resistencia de corriente alterna.

También se desea protección para un sistema de detección para llevar a cabo el método descrito con anterioridad. El sistema de detección puede tener una herramienta móvil y un contraelectrodo que está aislado eléctricamente de la herramienta, estando formada una capacitancia por la herramienta y el contraelectrodo. La herramienta también puede tener una propiedad geométrica que cambia periódicamente durante el movimiento. El sistema de detección puede comprender además un dispositivo para detectar la capacitancia formada por la herramienta y el contraelectrodo. El dispositivo se puede diseñar de varias formas, por ejemplo, como se describió con anterioridad. Un sistema de detección de este tipo permite una detección fiable y sensible de una sustancia por detectar en un área, en particular en un área de peligro, de una herramienta móvil. Un sistema de detección de este tipo se caracteriza por una alta fiabilidad y una tecnología de sensores sencilla.

También se desea protección para una máquina herramienta con tal sistema de detección. En particular, una máquina herramienta de este tipo puede estar configurada como una sierra de mesa deslizante, por ejemplo, con una mesa deslizante y una unidad de sierra. Una máquina herramienta de este tipo se caracteriza por una gran seguridad y fiabilidad operativas. Además, solo se requieren pequeños cambios estructurales para diseñar una máquina herramienta de este tipo, de modo que, por ejemplo, las máquinas herramienta existentes también se puedan adaptar o convertir fácilmente.

Más detalles y ventajas de la presente invención se explican con más detalle a continuación sobre la base de la descripción de las Figuras con referencia a los ejemplos de realización mostrados en los dibujos. En ellos:

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una representación esquemática de una máquina herramienta,
las Figuras 2a a 2f muestran el curso de un acercamiento de una sustancia por detectar a una herramienta en movimiento,
las Figuras 3a a 3f muestran el curso de un acercamiento de una sustancia por detectar, así como un material por procesar a una herramienta en movimiento,
las Figuras 4a a 4f muestran el curso de una aproximación y el contacto de una sustancia por detectar con una herramienta en movimiento o con una herramienta en movimiento,
las Figuras 5a a 5f muestran un acercamiento de una sustancia por detectar a una herramienta en movimiento a distancia,
las Figuras 6a a 6h muestran diferentes versiones de una herramienta móvil,
la Figura 7 muestra un diagrama de bloques de un sistema de detección,
la Figura 8 muestra un diagrama de bloques de un sistema de detección y
las Figuras 9a a 9c muestran representaciones detalladas de partes de un sistema de detección.

La Figura 1 muestra una representación esquemática muy simplificada de una máquina 10 herramienta configurada como sierra de mesa con carcasa 6, mesa 11 de sierra y herramienta 2 configurada como hoja de sierra circular. La herramienta 2 está dispuesta en una abertura 12 de la mesa 11 de sierra y sobresale parcialmente de la misma. La herramienta 2 puede ser accionada o movida por un accionamiento 13 dispuesto en el interior de la carcasa 6. El accionamiento 13 puede presentar, por ejemplo, un motor eléctrico y una correa de transmisión. La máquina 10 herramienta también tiene elementos 15 operativos, que pueden incluir un interruptor de encendido/apagado, opciones de selección para modos de funcionamiento y pantallas de estado. En la realización de la máquina 10 herramienta mostrada esquemáticamente, un sistema 8 de detección para llevar a cabo un método de detección de acuerdo con la invención está dispuesto en una caja 16 de interruptores. Durante el funcionamiento de la máquina 10 herramienta, la herramienta 2 móvil, por ejemplo, una hoja de sierra circular giratoria puede resultar en un área de peligro para un usuario, que se crea por los dientes 20 de sierra móviles de la herramienta 2 diseñada como una hoja de sierra circular.

Una situación peligrosa de este tipo se ilustra en las Figuras 2a a 2f. En la Figura 2a, se muestra una herramienta 2 configurada como una hoja de sierra circular con dientes 20 de sierra formados en la misma. El movimiento de la herramienta, aquí un movimiento de rotación está representado estilísticamente por una flecha curva. En este caso, una capacitancia 5 está formada por la herramienta 2 y un contraelectrodo 4 (no mostrado aquí). Una sustancia 1 por detectar, por ejemplo, un dedo de un usuario se encuentra en un entorno, más precisamente en un área lejana, de los dientes 20 de sierra. Una distancia de algunos decímetros entre la sustancia 1 por detectar y la herramienta 2 puede entenderse aquí como un área lejana. El área B, que se muestra aquí como un círculo, se muestra alrededor de la sustancia 1. El área B se extiende sobre un área espacial determinada alrededor de la sustancia 1. Como se muestra, el área B corresponde al área circunferencial alrededor de la sustancia 1, dentro de la cual, con la herramienta 2 en movimiento, se puede detectar un cambio en la capacitancia 5 causado por la propiedad geométrica que cambia periódicamente de la herramienta 2 en movimiento en el área B. La extensión del área B puede estar relacionada con la sensibilidad de la detección del cambio en la capacitancia 5.

En las Figuras 2a a 2f, la propiedad geométrica de la herramienta 2 móvil, que cambia periódicamente en el área B, viene dada por los dientes 20 de sierra, que tienen una determinada superficie y están formados de manera que sobresalen circunferencialmente de la herramienta 2. La Figura 2b muestra la evolución en el tiempo de una señal 26 de capacitancia de la capacitancia 5 formada por la herramienta 2 y el contraelectrodo 4 (no mostrado aquí, véase, por ejemplo, la Figura 10). El tiempo se representa en la abscisa marcada t y el valor C de la capacitancia 5 se representa en la ordenada marcada C. Se puede observar en la Figura 2b que, cuando la sustancia por detectar se sitúa en una zona distante con respecto a la herramienta 2 móvil, como se muestra en la Figura 2a, no se produce ningún cambio significativo en la capacitancia 5, ya que aquí dentro del área B no hay ninguna propiedad geométrica de la herramienta 2 móvil que cambie periódicamente durante el movimiento.

En la Figura 2c, por otro lado, la sustancia por detectar ya se encuentra en un entorno de la herramienta 2 móvil con los dientes 20 de sierra formados en ella, en el que se produce un cambio periódico de la capacitancia 5. En el área B alrededor de la sustancia 1 por detectar, por ejemplo, un dedo de un usuario, hay partes de los dientes 20 de sierra. Con una sustancia 1 y una herramienta 2 móvil, los dientes 20 de sierra se mueven periódicamente más allá de la sustancia 1 y el campo eléctrico de la capacitancia 5 que emana de los dientes 20 de sierra está influenciado por las propiedades dieléctricas de la sustancia 1 de tal manera que es un cambio periódico en la capacitancia. Esto se ilustra mediante una curva ondulada, aquí esencialmente sinusoidal del valor C. También se puede ver en la Figura 2d que el valor total del valor C de la capacitancia 5 ha aumentado globalmente debido a la aproximación de la sustancia 1 por detectar a la herramienta 2. Esto corresponde esencialmente a una componente constante del valor C de la capacitancia 5. El cambio en la capacitancia 5 resultante de la propiedad geométrica que cambia periódicamente de la herramienta 2 en el área B corresponde esencialmente a una componente alterna.

En la Figura 2e, se muestra una sustancia 1 que se aproxima directamente a la herramienta 2, por lo que el movimiento de la herramienta 2 mueve los bordes de corte de la herramienta (o también los espacios entre los bordes de corte de la herramienta), que están formados en la herramienta 2 en forma de dientes 20 de sierra, dentro del área B más allá de la sustancia 1. Como se describió con anterioridad, la posición periódicamente cambiante de la superficie del electrodo de la herramienta 2 en forma local (es decir, en relación con el área B) provoca un cambio periódico en la capacitancia 5, como también se ilustra en la Figura 2f. También se puede ver en la Figura 2f que el acercamiento adicional de la sustancia 1 a la herramienta 2 ha dado como resultado un cambio (aumento) en la capacitancia total de la capacitancia 5. La parte que cambia periódicamente de la capacitancia 5 tiene un período T_z que es inversamente proporcional a la periodicidad f_z es. El período T_z corresponde esencialmente al período de tiempo que se requiere entre el movimiento de un diente 20 de sierra y un diente de sierra que lo sigue sobre la sustancia 1. Como resultado del acercamiento directo, por ejemplo, a una distancia de algunos milímetros, de la sustancia 1 a los dientes 20 de sierra de la herramienta 2, el cambio periódico en la capacitancia 5 provocado por ello es particularmente pronunciado.

En las Figuras 3a a 3f, se muestra una situación análoga a las Figuras 2a a 2f, pero aquí, además de la sustancia 1, se muestra un material 3 por procesar por la herramienta 2. La sustancia 1 y el material 3 por procesar pueden presentar tener diferentes propiedades eléctricas, en particular diferentes propiedades dieléctricas. La sustancia 1 presenta una primera permisividad ϵ_1 y el material 3 presenta una segunda permisividad ϵ_2 . Con diferentes permisividades ϵ_1 , ϵ_2 , entonces, en principio, la sustancia 1 y la herramienta 2 tienen diferentes influencias sobre los campos eléctricos. Estas influencias de diferente intensidad en los campos eléctricos se pueden utilizar para diferenciar una sustancia 1 de un material 3 en un área que rodea la herramienta 2.

En la Figura 3a, se muestra un material 3 que está acoplado con la herramienta 2 y una sustancia 1 situado a cierta distancia de la herramienta 2. Aquí también se muestra el área B alrededor de la sustancia 1. Al comparar el valor C que se muestra en la Fig. 3b con la curva que se muestra en la Fig. 2b, se puede ver que la capacitancia total de la capacitancia 5 aumenta en general por la presencia del material 3, pero con diferencias suficientemente grandes en las propiedades dieléctricas del material 3 y la sustancia 1 por detectar no causó gran cambio periódico en la capacitancia 5. Se supone que las propiedades dieléctricas, es decir, las permisividades ϵ_1 , ϵ_2 del material 3 y de la sustancia 1 por detectar difieren significativamente. Por ejemplo, las permisividades relativas del tejido humano y la madera difieren en aproximadamente un factor de 20, lo que también tiene un efecto correspondiente en el tamaño del cambio de capacitancia. En una inspección más cercana, una aproximación de un material 3 con una menor permisividad ϵ_2 también causará un cambio periódico en la capacitancia 5, pero, en la práctica, esto puede ser despreciado en comparación con el cambio periódico en la capacitancia 5 causado por una sustancia 1 con una alta permisividad ϵ_1 por detectar.

En la Figura 3c, se muestran el material procesado 3 y la sustancia 1 por detectar después de un acercamiento adicional a la herramienta 2 móvil. Partes de la herramienta 2 penetran en el área B. Del curso del valor de la capacitancia 5 mostrado en la Figura 3d, se puede ver que la capacitancia total de la capacitancia 5 se ha incrementado en general por la proximidad de la sustancia 1 y el material 3 y ahora también presenta un componente periódicamente variable causado por la proximidad de la sustancia 1.

Como se muestra en las Figuras 3e y 3f, este efecto es más pronunciado cuando la sustancia 1 por detectar se acerca más a la herramienta 2 móvil. Las partes más grandes de la herramienta 2 sobresalen hacia el área B. El

movimiento de la parte de la herramienta 2 que ha penetrado en el material 3 y los dientes 20 de sierra que han penetrado esencialmente solo contribuyen al valor total (componente constante) de la capacitancia 5, ya que los dientes 20 de sierra sumergidos en el material 3 no provocan ningún cambio en el área y/o distancia del electrodo formado por la herramienta 2 con respecto al material 3.

En las Figuras 4a a 4f, se muestra el curso de una aproximación y contacto de una sustancia 1 en o con una herramienta 2 móvil con dientes 20 de sierra formados en la misma. La línea 24 circunferencial descrita por los dientes 20 de sierra movidos con la herramienta 2 representa el límite desde el cual la herramienta 2 puede entrar en contacto de manera efectiva y, por lo tanto, corresponde esencialmente a la curva envolvente generada cuando la herramienta 2 se mueve. Paralelamente, los diagramas muestran el perfil de tiempo de una señal 29 de impedancia de un parámetro de la impedancia conectado a la capacitancia 5, aquí específicamente la resistencia en serie equivalente denotada por ESR.

En este caso, en la Figura 4a, se muestra una situación en la que la sustancia 1 por detectar se acerca a la herramienta 2 móvil sin tocarla (o la curva envolvente). Por lo tanto, la evolución temporal del valor de la resistencia efectiva en serie mostrada en la Figura 4b no se ve afectada esencialmente por la presencia de la sustancia 1 y, por lo tanto, es constante.

En la Figura 4c, se muestra una situación en la que la sustancia 1 por detectar se acerca a la herramienta 2 móvil de tal manera que los dientes 20 de sierra formados sobre ella entran en contacto con la sustancia 1 cuando pasa, pero no intervienen significativamente en ella. El curso temporal de la resistencia en serie equivalente mostrada en la Figura 4d muestra que esta se modifica periódicamente cuando la herramienta 2 entra en contacto con la sustancia 1. De esta manera, la detección de un parámetro de la impedancia conectada a la capacitancia 5, en particular al detectar la resistencia en serie equivalente de la capacitancia 5, puede usarse de manera confiable y con alta sensibilidad para detectar el contacto de la herramienta 2 con la sustancia 1 por detectar.

En la Figura 4e, se muestra una aproximación de la sustancia 1 a la herramienta 2 móvil, en la que los dientes 20 de sierra formados en la herramienta 2 ya pueden estar claramente enganchados con la sustancia 1. En la Figura 4f, tal contacto o intervención se puede ver claramente en el perfil de tiempo de la resistencia en serie equivalente de la capacitancia 5. El cambio en la resistencia en serie equivalente de la capacitancia 5 provocado por el contacto entre la sustancia 1 y la herramienta 2 puede ser causado, por un lado, por un acoplamiento capacitivo de la sustancia 1 al contraelectrodo 4 de la capacitancia 5 que existe incluso sin contacto (conexión en serie de las capacitancias o también a través de una conexión eléctricamente conductora, posiblemente creada en el proceso, de la herramienta 2 que forma un electrodo de la capacitancia 5 con la sustancia 1 referida a un potencial eléctrico específico (por ejemplo, el potencial de tierra)).

En las Figuras 5a a 5f, se muestra un acercamiento de la sustancia 1 a una herramienta en movimiento 2 a diferentes velocidades de acercamiento v_1 , v_2 desde el área lejana. En la Figura 5a, una sustancia 1 estacionaria por detectar, por ejemplo, la mano de un usuario se muestra inicialmente a cierta distancia, por ejemplo, unos pocos decímetros, de la herramienta 2 en movimiento. El perfil de tiempo del valor C de la capacitancia 5 mostrado en la Figura 5b es constante debido a la distancia constante.

En la Figura 5c, se muestra una aproximación de la sustancia 1 a la herramienta 2 móvil con una primera velocidad de aproximación v_1 . El aumento en el valor de la capacitancia 5 causado por esto se muestra en la Figura 5d. La pendiente de la curva de capacitancia es proporcional a la velocidad de aproximación.

De manera análoga a esto, en la Figura 5e, se muestra el acercamiento de una sustancia 1 a una herramienta 2 móvil con una segunda velocidad de acercamiento v_2 mayor. El curso temporal del valor de la capacitancia 5 mostrado en la Figura 5f es correspondientemente más pronunciado. Cuanto más rápido sea el enfoque, mayor será la pendiente del valor cambiante. Por lo tanto, además de la presencia de una sustancia 1 en un área cercana de la herramienta 2, se puede detectar una aproximación de una sustancia 1 por detectar a la herramienta 2 en un área lejana.

En las Figuras 6a a 6h, se muestran varios diseños de herramientas móviles 2 con propiedades geométricas que cambian cuando se mueven. Así, en la Figura 6a, se muestra una realización de la herramienta 2 con rebajes 21 de material, mediante la cual se da la propiedad geométrica que cambia periódicamente en el área B cuando se mueve la herramienta 2. Un diseño de este tipo de la herramienta 2 puede ser adecuado, por ejemplo, para muelas abrasivas segmentadas. Como se muestra en la Figura 6b, también se produce un cambio periódico de la capacitancia 5 en el caso de una herramienta 2 diseñada de esta manera en presencia de una sustancia por detectar. En la Figura 6c, se muestra una realización de la herramienta 2 con rebajes 21 de material, por ejemplo, agujeros. Como se muestra en la Figura 6d, también se puede provocar un cambio periódico de la capacitancia 5 en presencia de una sustancia 1 por detectar con una herramienta 2 diseñada de esta manera. Un diseño de este tipo puede ser adecuado, por ejemplo, para muelas abrasivas periféricas o también para hojas de sierra con dientes muy finos. En la Figura 6e, se muestra una realización de una herramienta 2 que presenta depósitos de material 22, por ejemplo, depósitos de material 22 que sobresalen axialmente de la herramienta 2, o taladros en la herramienta 2 que están llenos de un determinado material. Como se muestra en la Figura 6f, también se puede provocar un cambio

periódico en la capacitancia 5 con una herramienta 2 diseñada de esta manera en presencia de una sustancia 1 por detectar. En la Figura 6g, se muestra una realización de una herramienta 2 con propiedades geométricas que vienen dadas por las formaciones 23 de la herramienta 2 y que cambian periódicamente cuando se mueve la herramienta 2. Se muestran una vista superior y una vista lateral de la herramienta 2 como se indica en las otras Figuras. Por ejemplo, un área circunferencial de la herramienta 2 puede diseñarse para que sea ondulada. Como se muestra en la Figura 6h, también se puede provocar un cambio periódico de la capacitancia en presencia de una sustancia por detectar con una herramienta 2 diseñada de esta manera.

En general, se puede decir que la herramienta 2 y el contraelectrodo 4, que está realizado aislado de la misma, pueden formar una capacitancia 5 con un campo eléctrico no homogéneo radial y azimutal (o polar). El curso del campo o las inhomogeneidades del campo pueden corresponder a la forma (y posiblemente a la periodicidad) de la geometría de la herramienta. Cuando la herramienta 2 se mueve, el campo eléctrico no homogéneo puede ser transportado con la herramienta 2 y, en presencia de una sustancia 1 en el entorno o en el campo eléctrico de la herramienta 2, se puede provocar y detectar un cambio (posiblemente periódico) en la capacitancia 5 correspondiente a las inhomogeneidades del campo.

En la Fig. 7, se muestra un diagrama de bloques de una realización de un sistema 8 de detección para realizar un método de detección de una sustancia 1. El sistema 8 de detección tiene una capacitancia 5, que está formada por una herramienta 2 que forma un primer electrodo y una mesa 11 de sierra que forma un contraelectrodo 4, y un dispositivo 9 para detectar la capacitancia 5. La mesa 11 de sierra se conecta a tierra a través de la conexión 18 a tierra y, por lo tanto, se conecta eléctricamente al potencial de tierra. La herramienta 2 montada en el eje 14 de sierra de un accionamiento 13 (no mostrado aquí) sobresale parcialmente de una abertura 12 en la mesa 11 de sierra. Para detectar la capacitancia 5 mediante el dispositivo 9, la herramienta 2 está en contacto con el eje 14 de sierra a través de un contacto 17, por ejemplo, un contacto deslizante. En la realización mostrada, el dispositivo 9 para detectar la capacitancia 5 tiene un circuito 7 oscilador, un dispositivo para la detección 25 de la capacitancia y un dispositivo para la detección 28 de la impedancia. En el circuito 7 oscilador, la capacitancia 5 se puede utilizar como elemento determinante de la frecuencia. Caracterizando los parámetros operativos del circuito 7 oscilador, tales como la amplitud del oscilador y/o la frecuencia del oscilador, el dispositivo para la detección 25 de capacitancia puede emitir una señal 26 de capacitancia. Como alternativa a esto, la capacitancia 5 puede ser determinada por el dispositivo para la detección 25 de capacitancia por medio de otros métodos de medición, por ejemplo, caracterizando una corriente de carga o descarga de la capacitancia 5. Se puede detectar al menos un parámetro de la impedancia conectado a la capacitancia 5, por ejemplo, la resistencia en serie equivalente, y se puede emitir una señal 29 de impedancia desde el dispositivo para la detección 28 de impedancia conectada a una conexión 18 a tierra y, por lo tanto, referenciada al potencial de tierra en este ejemplo de realización. Para el procesamiento adicional de las señales emitidas por el dispositivo 9 para detectar la capacitancia 5, también se puede prever un dispositivo para la detección 19 de frecuencia que emite una señal 27 de frecuencia.

Los dispositivos mostrados en la Figura 7 además del sistema 8 de detección se utilizan para el procesamiento adicional de las señales emitidas por el dispositivo 9 para detectar la capacitancia 5. En este caso, una aproximación de una sustancia 1 a una herramienta 2 móvil, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 5a a 5f, puede ser reconocida en primer lugar por el dispositivo de detección 30 de proximidad. En este caso, una frecuencia límite superior e inferior para la señal 26 de capacitancia se puede determinar mediante un filtro 31 de paso de banda. La señal de salida del dispositivo para detección 30 de proximidad puede corresponder a la velocidad de aproximación v_1 , v_2 . El dispositivo de detección 32 de proximidad también presente sirve para detectar una aproximación de una sustancia 1 a la herramienta 2 móvil en las proximidades de la herramienta 2, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 2a a 2f y 3a a 3f. En este caso, se puede utilizar la señal 27 de frecuencia, que representa la periodicidad f_z que caracteriza las propiedades geométricas de la herramienta 2 que cambian periódicamente cuando la herramienta se mueve. Aquí también se puede utilizar un filtro 33 de paso de banda. Las señales entrantes pueden pasar a través de una evaluación 34 de capacitancia o una evaluación 35 de resistencia, caracterizando las señales de salida un acercamiento o contacto de la sustancia 1 por detectar con la herramienta 2. Un dispositivo para la detección 36 de valor de umbral con detectores de valor de umbral 37 puede definir niveles de señal a partir de los cuales se envía una señal de conmutación a la salida del dispositivo para la detección 36 de valores de umbral. Estos valores de umbral se pueden utilizar para definir umbrales de peligro, por lo que, por ejemplo, se puede establecer una velocidad de aproximación máxima admisible v_1 , v_2 o una aproximación máxima admisible de la sustancia 1 por detectar a la herramienta 2. Las señales emitidas por el dispositivo para la detección 36 de valores de umbral se pueden evaluar finalmente mediante la lógica de evaluación 38 en función del estado operativo de la máquina 10 herramienta, que se puede caracterizar por las señales 41 de entrada. Las medidas de protección deseadas también pueden ser iniciadas por la lógica de evaluación 38 estableciendo las señales 42 de salida en consecuencia.

En la Figura 8, se muestra un diagrama de bloques de una variante de una parte del sistema 8 de detección diseñado en forma análoga. Sin embargo, a diferencia de lo que se muestra, también es concebible una variante implementada en parte o en su totalidad en tecnología digital. La variante mostrada comprende una capacitancia 5, un circuito 7 oscilador operado con este y dos ramas de demodulación paralelas para caracterizar la capacitancia 5. La capacitancia 5 está formada por una herramienta 2 y un contraelectrodo 4, como se ilustra en la Figura 9c. El contraelectrodo 4 se puede conectar al potencial de tierra a través de una conexión 18 a tierra. Para caracterizar la

capacitancia 5, en el modo de realización representado en la Figura 8 forma una parte determinante de la frecuencia de un circuito 7 oscilador que, además de la capacitancia 5, tiene una inductancia L. Esta inductancia L se puede diseñar, por ejemplo, en forma de devanado primario de un transformador. Para caracterizar la capacitancia 5, un amplificador 39 de alta frecuencia es seguido en el lado de salida por un AM-demodulador AM y, en paralelo con él, un FM-demodulador FM. Cuando la capacitancia 5 cambia como se describió con anterioridad, hay un cambio en la frecuencia del oscilador o en la amplitud del oscilador, que puede ser detectado por las ramas de demodulación. Esto se ilustra en las Figuras 9a y 9b.

La Figura 9a muestra el caso de una modulación de la frecuencia del oscilador del circuito 7 oscilador en una representación de frecuencia. Aquí (como en la Fig. 9b) la abscisa indicada con f representa el eje de la frecuencia y la ordenada indicada con señal representa la amplitud del circuito 7 oscilador. Con una capacitancia 5 no perturbada, es decir, en ausencia de una sustancia 1 por detectar, se establece inicialmente una primera frecuencia de oscilación f_1 con una amplitud determinada. En el diagrama de frecuencia de la Figura 9a, esto corresponde a una señal en f_1 . Si la capacitancia 5 cambia ahora periódicamente por la presencia de una sustancia 1 por detectar, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 2a a 2f o 3a a 3f, habrá un aumento y una disminución periódicos de la frecuencia del oscilador. En el diagrama de frecuencia de la Figura 9a, la señal fluctuará periódicamente entre una frecuencia más alta y una más baja. Esta modulación de frecuencia tiene lugar con la periodicidad f_z de la propiedad geométrica de la herramienta 2 que cambia periódicamente cuando la herramienta 2 se mueve. La demodulación de FM suministra una señal de voltaje alterno, cuya ocurrencia y amplitud está directamente relacionada con la presencia y proximidad de la sustancia 1 por detectar en un área de la herramienta 2. En el caso de una aproximación (monótona) de una sustancia 1 por detectar a la herramienta 2 desde un rango lejano, la señal se movería (monótonamente) en una dirección a lo largo del eje de frecuencias, que también podría ser detectada por demodulación FM en forma de una señal (monótonamente) cambiante. Una señal de tensión alterna con la periodicidad f_z puede utilizarse ventajosamente como frecuencia de referencia para la demodulación. Por medio de un filtro 33 de paso de banda que es transparente en la periodicidad f_z , se puede prestar atención específica a la aparición de una señal causada por el cambio periódico de la capacitancia 5. Esto puede dar lugar a una gran estabilidad del método de detección con respecto a las perturbaciones y los componentes de CC. Un amplificador de CA 40 puede entonces suministrar la señal de salida filtrada a un detector 37 de valores de umbral.

Cuando la herramienta 2 es tocada por la sustancia 1, la amplitud del oscilador puede atenuarse inicialmente. Si la intervención continúa, puede haber un contacto periódico entre la sustancia 1 y la herramienta 2. De manera análoga a la demodulación de FM, ahora también puede tener lugar una demodulación de AM de la señal de salida modulada del circuito 7 oscilador. Por ejemplo, se puede obtener una señal de tensión alterna a partir de una modulación de amplitud de la amplitud del oscilador, cuya aparición y amplitud están directamente relacionadas con un contacto entre la sustancia 1 por detectar y la herramienta 2. La Figura 9b muestra el caso de una modulación de la amplitud del oscilador que se produce en la periodicidad f_z . Dado que la modulación de amplitud solo se produce con el contacto periódico de la sustancia 1 con la herramienta 2 y, por lo tanto, con la periodicidad f_z de la propiedad geométrica de la herramienta 2 que cambia periódicamente con el movimiento de la herramienta 2, se puede prestar atención con un filtro 33 de paso de banda a la aparición de la señal demodulada en la periodicidad f_z . Así, la detección del contacto de la herramienta 2 con la sustancia 1 puede realizarse en forma fiable y con alta sensibilidad. De nuevo, un amplificador de CA 40 puede proporcionar la señal de salida filtrada a un detector 37 de valores de umbral.

Lista de símbolos de referencia:

sustancia	1
herramienta	2
material	3
contraelectrodo	4
capacitancia	5
carcasa	6
circuito oscilador	7
sistema de detección	8
dispositivo	9
máquina herramienta	10
mesa de sierra	11
abertura	12
accionamiento	13

eje de sierra	14
elementos operativos	15
caja de interruptores	16
contacto	17
conexión a tierra	18
dispositivo de detección de frecuencia	19
diente de sierra	20
rebaje de material	21
aplicación de material	22
formación	23
línea circunferencial	24
dispositivo de detección de la capacitancia	25
señal de capacitancia	26
señal de frecuencia	27
dispositivo de detección de impedancia	28
señal de impedancia	29
dispositivo de detección de proximidad	30
filtro de paso de banda	31
dispositivo de detección de proximidad	32
filtro de paso de banda	33
evaluación de capacitancia	34
evaluación de resistencia	35
dispositivo de detección de valores de umbral	36
detector de valores de umbral	37
lógica de evaluación	38
amplificador de alta frecuencia	39
amplificador de voltaje CA	40
señales de entrada	41
señales de salida	42
área	B
duración del período	T _z
periodicidad	f _z
velocidad de aproximación	v ₁
velocidad de aproximación	v ₂
demodulador AM	AM
demodulador FM	FM
inductancia	L
valor de capacitancia	C
primera frecuencia	f ₁

REIVINDICACIONES

1. Método para detectar una sustancia (1), preferiblemente tejido humano, en las proximidades de una herramienta (2) móvil, en donde la sustancia (1) por detectar difiere en sus propiedades eléctricas de un material (3) que puede ser procesado por medio de la herramienta (2) móvil, y en donde, en el método se detecta un cambio en una capacitancia formada por la herramienta (2) y un contraelectrodo (4) eléctricamente aislado de la herramienta (2), **caracterizado por que** se detecta un cambio periódico en la capacitancia (5), en donde este cambio es causado por el hecho de que la sustancia (1) está dispuesta en un área (B) relativa a la herramienta (2) y una propiedad geométrica de la herramienta (2) cambia periódicamente en esta área (B) cuando la herramienta (2) se mueve, en donde una capacitancia (5) con un campo eléctrico radial y de manera azimutal no homogéneo con una configuración del campo correspondiente a la configuración de la forma de la geometría de la herramienta está formada por la herramienta (2) y el contraelectrodo (4) aislado de la misma y que durante el movimiento de la herramienta (2) el campo eléctrico no homogéneo es transportado con la herramienta (2) y ante la presencia de la sustancia (1) en el área alrededor de la herramienta (2) se provoca y detecta un cambio periódico en la capacitancia (5) correspondiente a las faltas de homogeneidad del campo.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la herramienta (2) es una herramienta de mecanizado, preferiblemente una hoja de sierra circular.
3. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la propiedad geométrica que cambia periódicamente en el área (B) con el movimiento de la herramienta (2) viene dada por
 - una geometría de corte de al menos un borde de corte de herramienta, en particular por una sucesión de dientes (20) de sierra y/o
 - al menos un rebaje (21) de material y/o
 - al menos una aplicación (22) de material y/o
 - al menos una forma (23) de la herramienta (2).
4. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el movimiento de la herramienta (2) es un movimiento guiado, preferiblemente un movimiento giratorio.
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde el contraelectrodo (4) está formado por al menos una parte de una carcasa (6), en la que la herramienta (2) está dispuesta en la posición montada y/o una pieza complementaria.
6. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde, además, se detecta la periodicidad (f_z) de la propiedad geométrica de la herramienta (2), que cambia periódicamente en el área (B) con el movimiento de la herramienta (2).
7. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde, para detectar el cambio en la capacitancia (5), la capacitancia (5) se usa como un elemento determinante de frecuencia de un circuito (7) oscilador electrónico, preferiblemente un circuito oscilador LC.
8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde una modulación de frecuencia, causada por el cambio periódico en la capacitancia (5), de la frecuencia del oscilador (f_o) del circuito (7) oscilador se detecta para la detección de la sustancia por detectar (1).
9. Método de acuerdo con la reivindicación 6 y 8, en donde la modulación de frecuencia se demodula usando la periodicidad (f_z) de la propiedad geométrica de la herramienta (2), que cambia periódicamente en el área (B).
10. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en donde, además, se detecta una modulación de amplitud -provocada en particular por el contacto de la herramienta (2) por la sustancia (1) por detectar- de la amplitud del oscilador del circuito (7) oscilador.
11. Método de acuerdo con la reivindicación 6 y 10, en donde la modulación de amplitud se demodula utilizando la periodicidad (f_z) de la propiedad geométrica de la herramienta (2), que cambia periódicamente en el área (B).
12. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde, además, se detecta un cambio en la capacitancia total de la capacitancia (5) para la detección de la sustancia (1) por detectar en la región lejana de la herramienta (2).
13. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde, para detectar el cambio en la capacitancia (5), se detecta al menos un parámetro de la impedancia (Z) asociada con la capacitancia (5), preferiblemente la resistencia en serie equivalente (ESR).

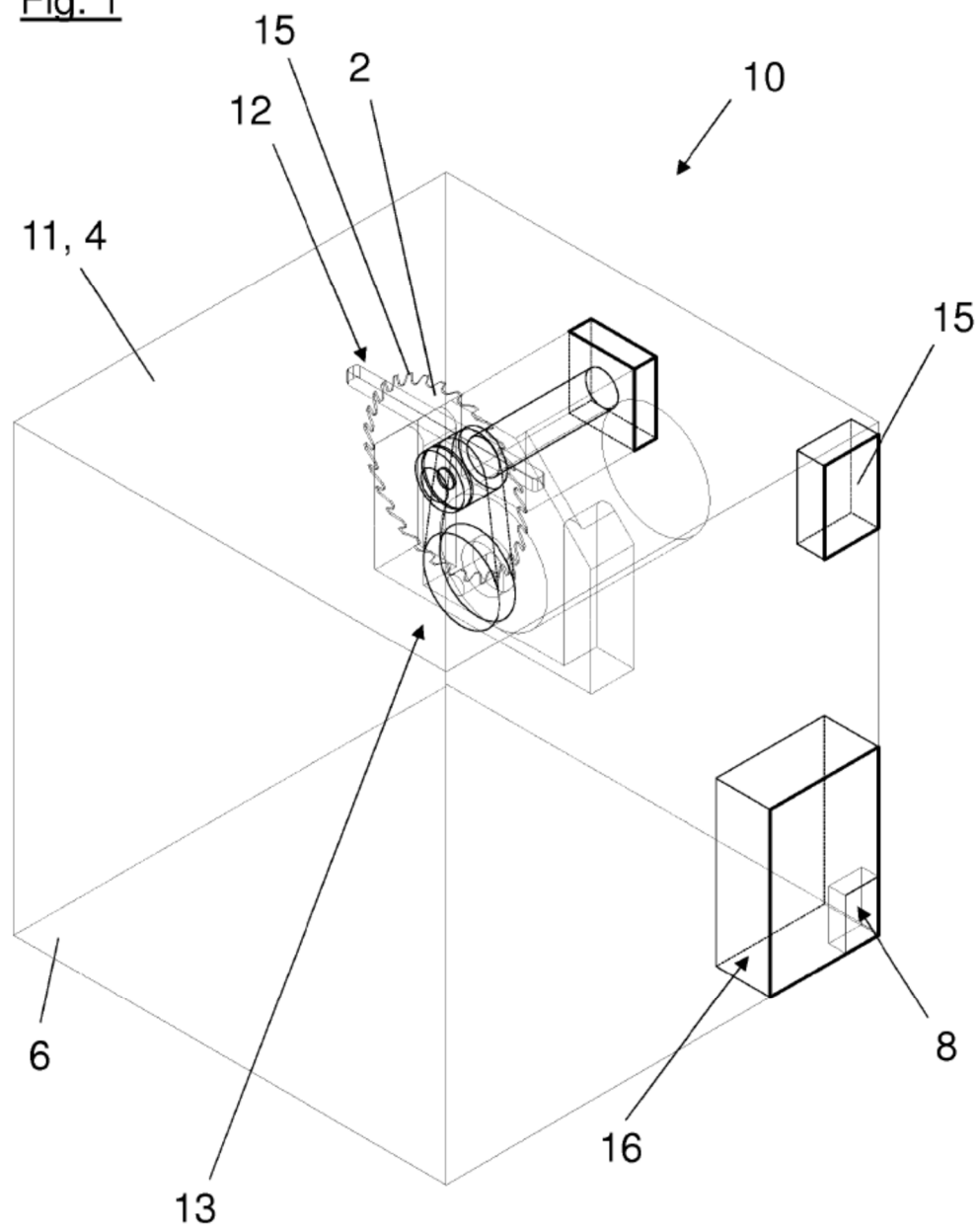
14. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la sustancia (1) que se va a detectar difiere en sus propiedades eléctricas del material (3) que se puede procesar por medio de la herramienta móvil (2) por medio de permitividades (ϵ_1 , ϵ_2), y al acercarse un material (3) que tiene una permitividad baja (ϵ_2) se provoca un cambio periódico en la capacitancia 5 que es despreciable en comparación con el cambio periódico en la capacitancia (5) que es causado por una sustancia (1) a detectar que tiene una permitividad alta (ϵ_1).

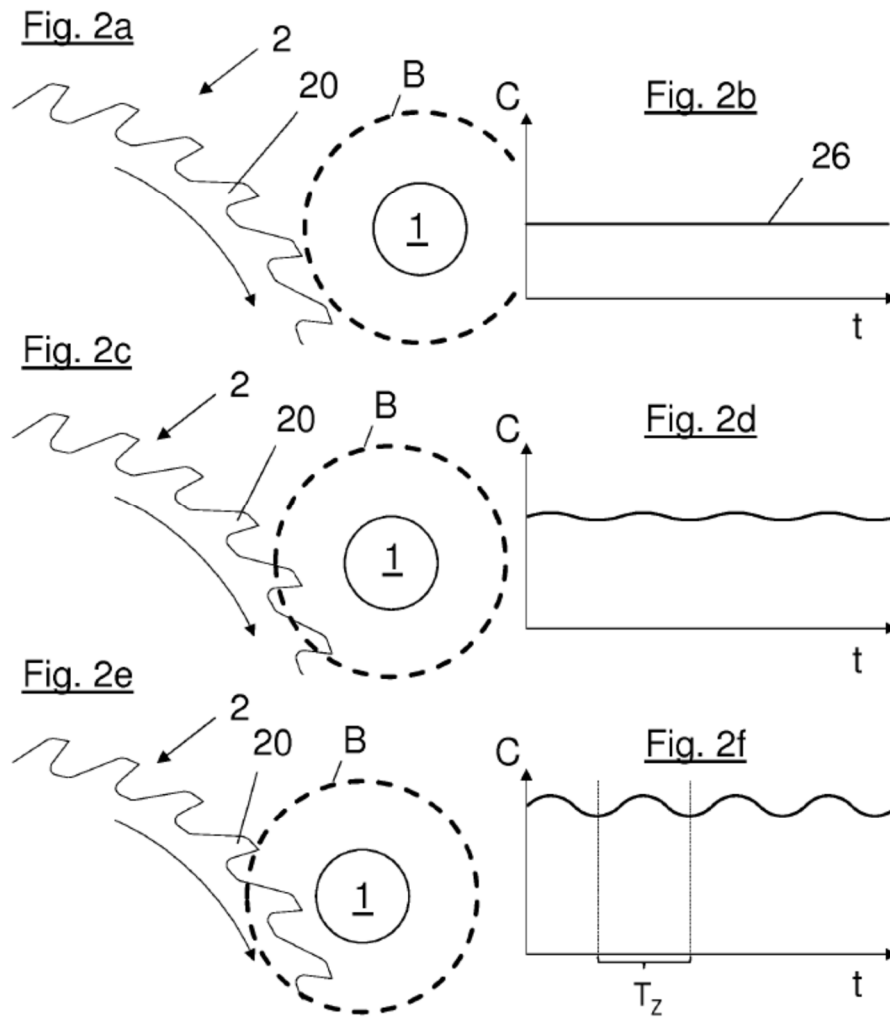
15. Método de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que se da una propiedad geométrica que cambia periódicamente en la región (B) de la sustancia (1) con el movimiento de la herramienta (2) en una región periférica o de borde de la herramienta (2) y en virtud de las propiedades dieléctricas de la sustancia (1) a detectar se influye en el campo eléctrico que allí reina, por lo que se provoca el cambio periódico de la capacitancia (5).

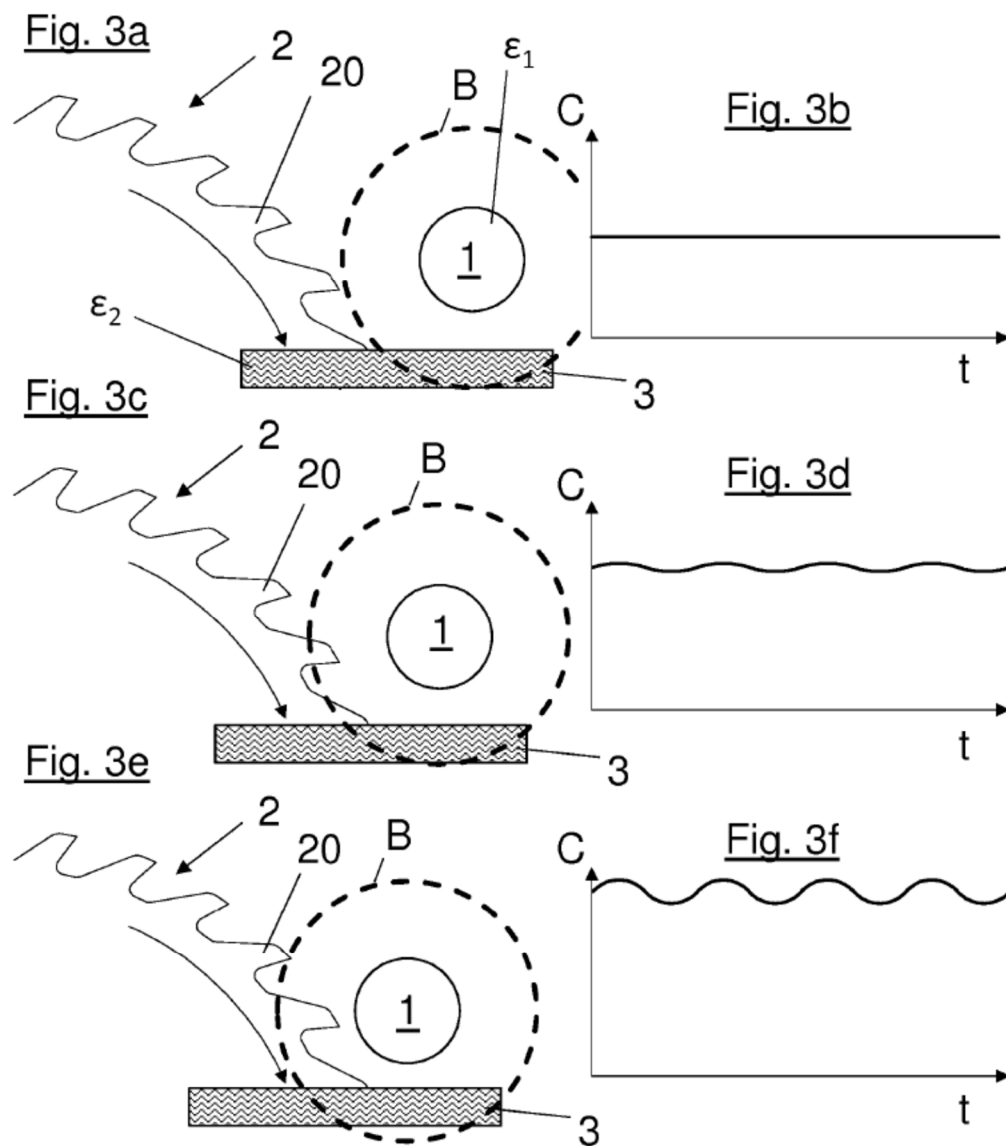
16. Sistema (8) de detección para llevar a cabo el método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15 que comprende una herramienta (2) móvil, en donde la herramienta (2) presenta una propiedad geométrica que cambia periódicamente en el área (B) al moverse, un contraelectrodo (4) aislado eléctricamente de la herramienta (2), y un dispositivo (9) para detectar una capacitancia (5) formada por la herramienta (2) y el contraelectrodo (4).

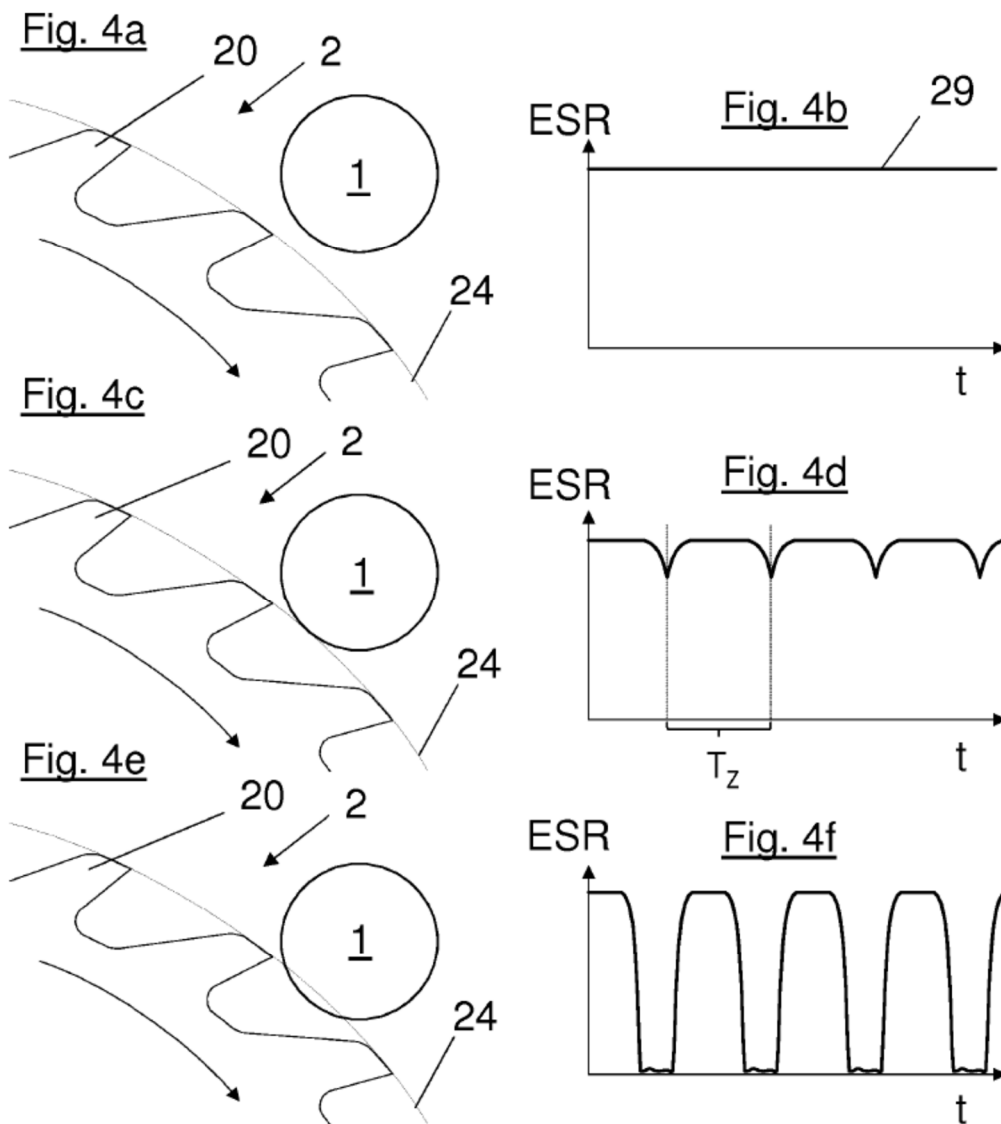
17. Máquina (10) herramienta, en particular una sierra de mesa deslizante, que comprende un sistema (8) de detección de acuerdo con la reivindicación 16.

Fig. 1









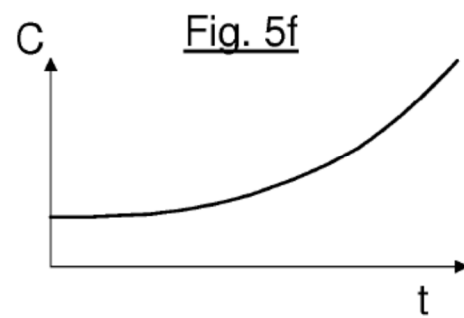
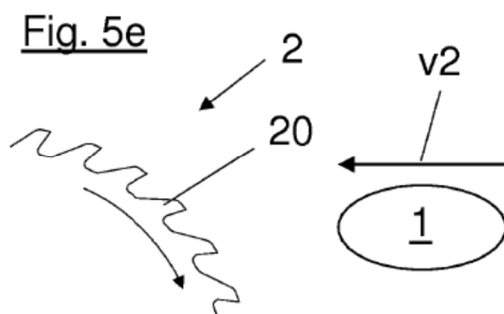
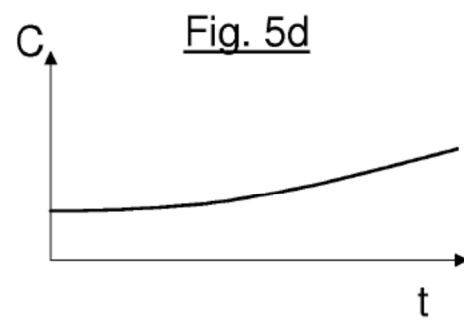
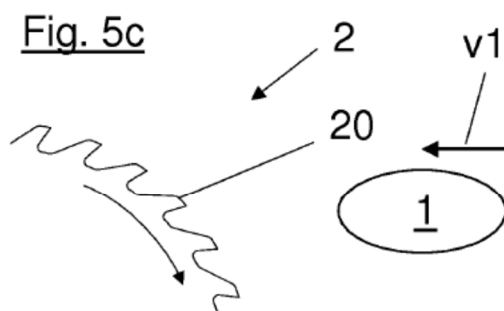
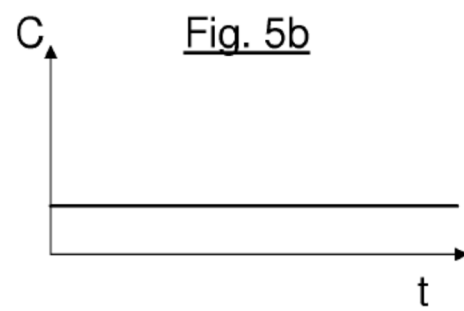
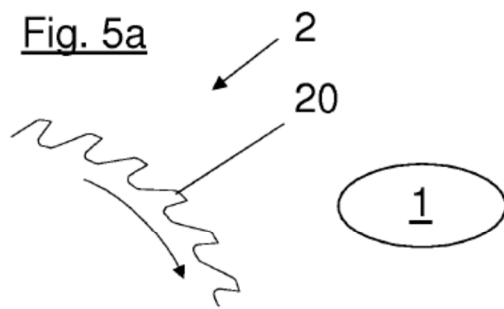
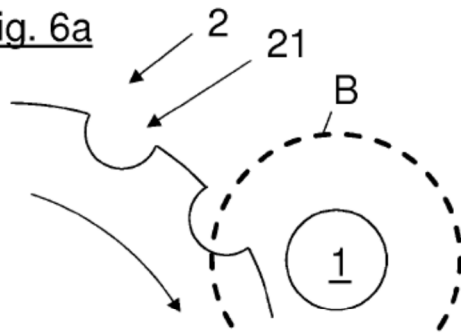


Fig. 6a



C

Fig. 6b

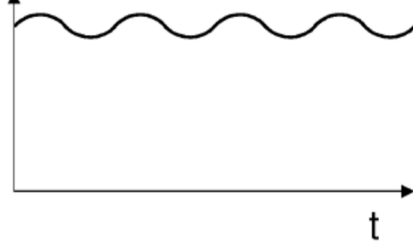
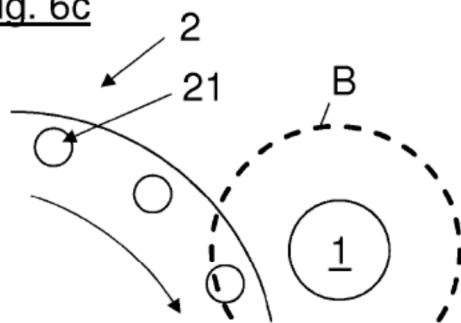


Fig. 6c



C

Fig. 6d

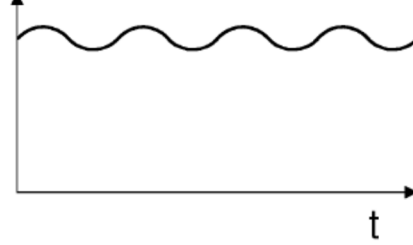
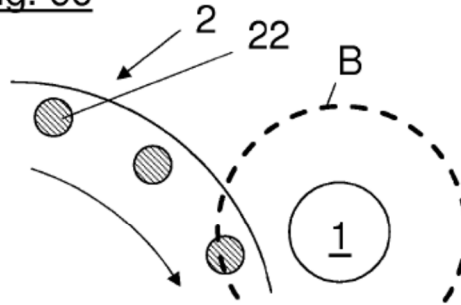


Fig. 6e



C

Fig. 6f

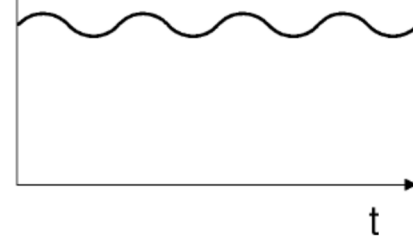
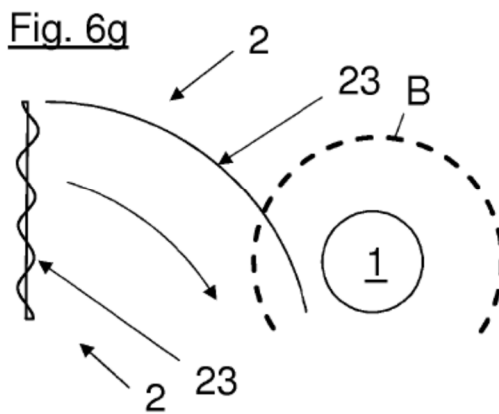
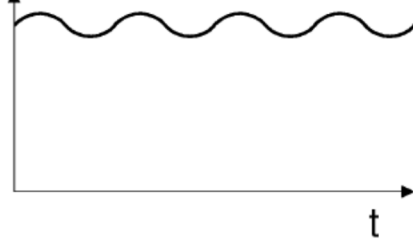


Fig. 6g



C

Fig. 6h



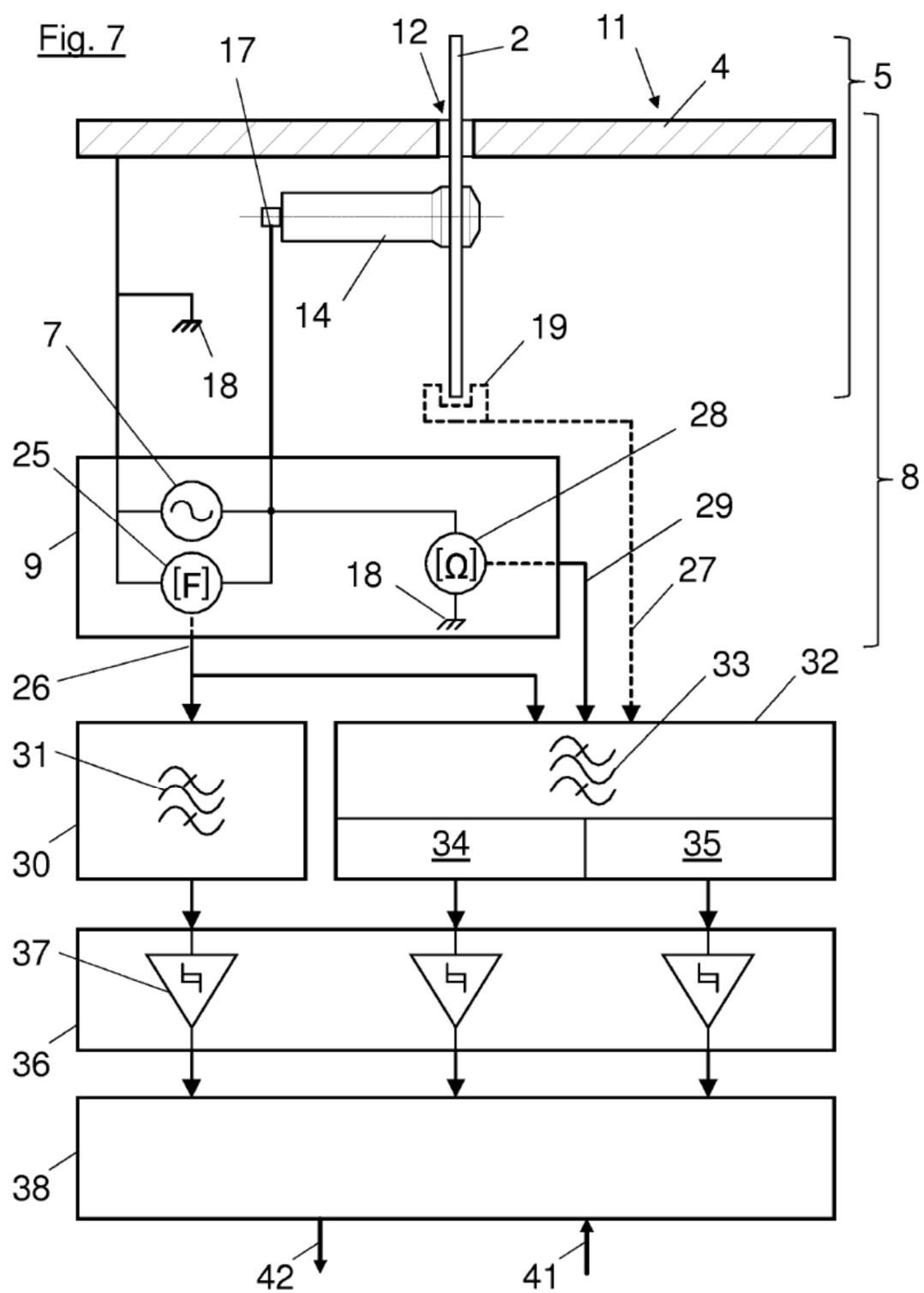


Fig. 8

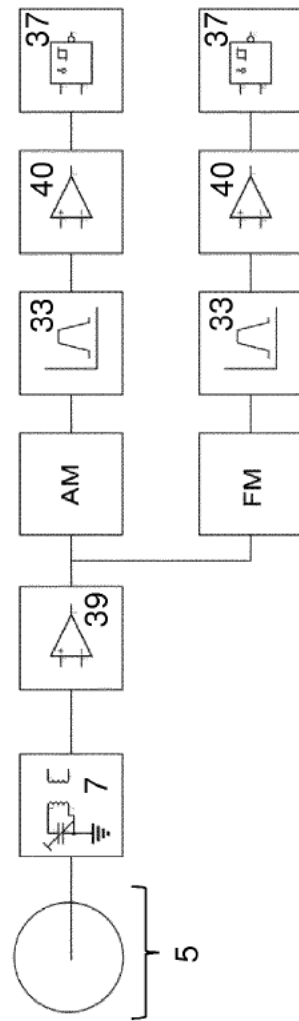


Fig. 9a

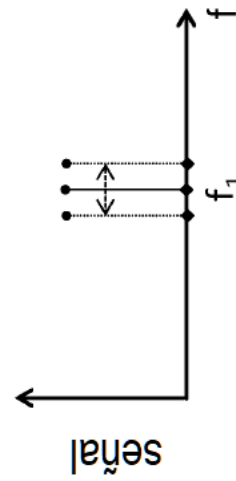


Fig. 9b

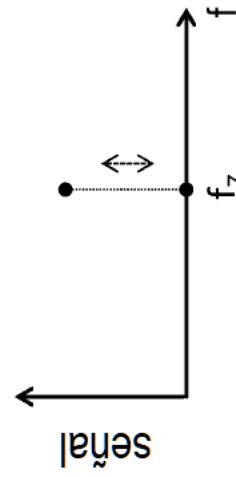


Fig. 9c

