



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 333 119**

51 Int. Cl.:
A61B 5/103 (2006.01)
A61B 5/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03812396 .4**
96 Fecha de presentación : **03.12.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1567057**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2005**

54 Título: **Detección de dedo vivo mediante medición en cuatro puntos de impedancia compleja.**

30 Prioridad: **03.12.2002 NO 20025803**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.02.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.02.2010

73 Titular/es: **Idex ASA**
Snarøyveien 30
1330 Fornebu, NO

72 Inventor/es: **Martinsen, Orjan, G.;**
Nysaether, Jon;
Riisnaes, Knut;
Mostad, Geir;
Pedersen, Rune;
Christie, Nicolai, W. y
Clausen, Sigmund

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 333 119 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 2 333 119 T3

DESCRIPCIÓN

Detección de dedo vivo mediante medición en cuatro puntos de impedancia compleja.

5 Esta invención se refiere a un conjunto sensor y a un método para determinar el estado de una estructura, especialmente para confirmar si una huella digital medida está en un dedo vivo, midiendo características de la zona próxima a la superficie de la estructura.

Introducción

10 Los sensores de huella digital basados en capacitancia o impedancia son algunos de los enfoques más prometedores para ofrecer un dispositivo miniaturizado de bajo coste para la identificación biométrica. Por lo tanto, tales sensores son posibles candidatos para su integración en teléfonos móviles, etc.

15 Para mejorar la confianza en los sensores de huella digital, es de gran importancia que pueda detectarse y rechazarse cualquier intento de burlar el sistema usando dedos falsos. Un dedo falso normalmente consistirá en un trozo de material con propiedades eléctricas parecidas a las de un dedo, y con una huella digital gravada o moldeada en su superficie. En un caso más extremo, puede suponerse que pueda usarse un dedo cortado muerto.

20 Para los sistemas de detección de dedos vivos, es importante tanto que la probabilidad de aceptar un dedo falso (tasa de aceptación falsa-FAR) como la probabilidad de rechazar un dedo real (tasa de rechazo falso-FRR) sean extremadamente bajas. Esto hace importante desarrollar un método para identificar propiedades muy características y únicas de un dedo vivo, propiedades que no pueden reproducirse fácilmente ni mediante materiales sintéticos ni mediante otra sustancia biológica que no sea tejido vivo, y que sean típicas de la gran mayoría de los dedos de la población.

25 Para los sensores de huella digital basados en capacitancia de bajo coste algún tipo de medición de impedancia de las propiedades del dedo será ideal, puesto que muy a menudo puede integrarse directamente en el dispositivo usando estructuras de medición existentes o añadiendo varios electrodos adicionales.

Técnica anterior

30 Últimamente se han desarrollado varios tipos diferentes de sensores de huella digital, desde sensores de matrices bidimensionales tal como se describe en el documento US 5.953.441 hasta disposiciones de sensores que reconstruyen la imagen de la huella digital a partir de una serie de imágenes parciales semisuperpuestas en el documento US 6.289.114 a sensores lineales tal como se describen en el documento EP 0988614 que escanean la superficie del dedo y usan la velocidad del dedo medida para reconstruir la imagen del dedo.

35 Los intentos de detectar dedos vivos incluyen mediciones tanto de la oxigenación de la sangre como del pulso sanguíneo. Sin embargo, puesto que la circulación de la sangre en el dedo puede casi no estar presente en dedos muy fríos, estos métodos están lejos de ser "infalibles". Tampoco estos principios son fáciles de implementar en un dispositivo de bajo coste.

40 Las patentes US 6.175.641, 5.953.441 y la solicitud de patente US2001/0005424 A1 muestran diferentes métodos basados en impedancia de investigación de si un objeto que está colocado sobre un sensor de huella digital corresponde a un dedo vivo.

45 La patente US 6.175.641, que se refiere a detección de impedancia sobre un sensor de matriz óptico, muestra dos métodos diferentes para medir las características eléctricas del dedo: en primer lugar, se mide la constante dieléctrica de manera local aplicando una señal CA entre dos estructuras de peine de electrodos poco separados sobre la superficie del sensor. Se afirma que esta medición puede separar el tejido vivo (constante dieléctrica alta) de los plásticos comerciales (constante dieléctrica baja).

50 En segundo lugar, el sensor tiene lo que se denomina un electrodo de dos puntos para determinar la impedancia del dedo, lo que presumiblemente dará información adicional que puede usarse para distinguir los dedos reales de los falsos. La patente también menciona el uso de varias frecuencias para aumentar la seguridad de la medición.

55 Sin embargo, el método descrito en esta patente tiene varios puntos débiles. Aunque la medición dieléctrica quizá funcione bien para dedos secos, para dedos sudados o húmedos las estructuras de peine poco separadas muy probablemente se cortocircuitarán debido al sudor salino y no se obtendrá ninguna información útil.

60 Además la impedancia de un dedo vivo, según se mide mediante el sistema de punto doble, puede variar con al menos un orden de magnitud dependiendo de la humedad del dedo. Por lo tanto es difícil usar esto como criterio para identificar un dedo, y tanto la magnitud de impedancia, su fase como su variación con la frecuencia, probablemente podrían falsearse mediante simples materiales cotidianos de sobra conocidos, tales como una patata pelada.

65 La patente 5.953.441 describe detección de suplantación para un sensor de huella digital capacitivo CA que contiene una matriz de elementos de detección capacitivos. La idea principal para la detección de dedo vivo es en este caso

enviar una señal CA a través de un electrodo alrededor del borde del área del sensor, y detectar la fase de las señales en los elementos de sensor, siendo esta fase característica de un dedo vivo.

5 Sin embargo, aunque este método descartará varios materiales de dedo falso diferentes, será relativamente fácil encontrar un material que dé aproximadamente la misma fase que un dedo, y de ese modo burlar el sistema.

10 La solicitud de patente US2001/0005424 A1 muestra un método semejante al método descrito en el documento 6.175.641. La impedancia del dedo (ya sea entre dos electrodos o entre un electrodo y el “infinito”) se mide en función de la frecuencia. Comparando la curva con una curva de referencia pueden detectarse entonces las características de vida de un dedo. Sin embargo, este método añade poco a los métodos descritos anteriormente. La respuesta absoluta de impedancia y frecuencia entre diferentes dedos, y entre diferentes estados (por ejemplo, con respecto a la humedad) del mismo dedo, difieren tanto que los “criterios de dedo vivo” tendrían que ser muy amplios, y por tanto el principio sería fácil de burlar.

15 La solicitud de patente internacional PCT/NO03/00157 (WO03094724), que se rige por el Art. 54(3) EPC, muestra otro principio de detección de dedo vivo, basándose en mediciones en cuatro puntos de impedancia compleja. En este caso, una tensión o corriente CA se aplica entre dos electrodos mientras se mide la caída de tensión entre otros dos electrodos, estando todos los electrodos en contacto con la superficie del dedo. El principio de cuatro puntos, aplicado a mediciones de impedancia de dedo, se visualiza en la figura 1. Una corriente CA se envía a través del dedo a través de
20 los electrodos externos, mientras se mide la caída de tensión entre los dos electrodos internos usando un amplificador diferencial.

Sumario de la invención

25 El objetivo de la presente invención es garantizar un sistema de medición en cuatro puntos para detección de dedo vivo que puede usarse para compensar las diferencias en las características de los dedos entre una población, tal como la variación del espesor del estrato córneo.

30 Para alcanzar este objetivo, la invención propuesta consiste en un sistema de medición de impedancia con una disposición de al menos cuatro electrodos. Los electrodos pueden estar en contacto directo con o acoplados de manera capacitiva al dedo a través de una capa aislante. Los electrodos se disponen de tal manera que pueden usarse en al menos dos configuraciones diferentes de electrodos en cuatro puntos, correspondientes a diferentes colocaciones relativas entre los electrodos de detección de corriente y tensión. Los objetivos de esta invención se obtienen tal como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

35 El uso de una técnica de cuatro puntos hace posible anular la impedancia en serie de la capa córnea, midiendo directamente por tanto la impedancia del interior del dedo. La impedancia de la capa córnea depende extremadamente de la humedad de la piel y de las condiciones ambientales tales como la temperatura. Esto hace difícil identificar criterios “restrictivos” que pueden usarse para separar dedos reales de falsos. Por el contrario, la humedad del interior del dedo permanece casi constante en condiciones ambientales cambiantes. La impedancia del interior del dedo (piel y tejido vivos) por lo tanto es más constante, y más reproducible de una persona a otra.

40 El principio de cuatro puntos facilitará por tanto la obtención de criterios “restrictivos” que pueden usarse para identificar si un dedo es un dedo real y vivo.

45 Debido a la estructura estratificada de la piel, el principio de cuatro puntos también da una “selectividad de profundidad” inherente: aumentando la frecuencia la medición se ve influida por partes aún más profundas de la piel viva. Esto hace posible medir variaciones específicas de la profundidad en las propiedades eléctricas simplemente llevando a cabo un barrido de frecuencias.

50 El tejido vivo del interior del dedo también tiene dispersiones muy características (variación en las propiedades eléctricas con la frecuencia) que pueden usarse para identificar un dedo real con un alto grado de seguridad. Estas propiedades cambian tras la muerte o cuando se corta un dedo de la mano, y también hace posible determinar si el dedo está vivo.

55 Un punto débil del principio propuesto en el documento PCT/NO03/00157 (WO03094724), es que la impedancia en cuatro puntos se mide sólo con un conjunto de electrodos en el que todos los electrodos están a una distancia fija.

60 Dependiendo de las posiciones relativas de los electrodos de la estructura de cuatro puntos, las mediciones de impedancia sin embargo se verán más o menos afectadas por el estrato córneo (capa córnea).

En el límite de una distancia muy corta entre los electrodos de corriente, la corriente no penetrará en absoluto en la piel viva del interior del dedo, dando así una medición únicamente del estrato córneo solo.

65 En el otro límite, con una distancia entre electrodos grande, la medición vendrá determinada en gran medida por las propiedades del tejido vivo del interior del dedo.

ES 2 333 119 T3

Debido a que personas diferentes tienen diferentes espesores de estrato córneo, una distancia entre electrodos fija dará diferentes resultados para personas diferentes, dificultando así la identificación de un dedo vivo sin usar criterios muy amplios. Si los criterios no son lo suficientemente restrictivos, el principio será fácil de burlar.

5 El ingeniero experto sabrá que configuraciones diferentes de electrodos, en las que los electrodos tienen colocaciones relativas diferentes, corresponden a la medición de diferentes partes del objeto adyacente a los electrodos. Sin embargo, la parte de un dedo que se mide mediante el principio de cuatro puntos no está solo determinada por la distancia entre los dos electrodos de detección de corriente y entre los dos electrodos de detección de tensión, sino también por la geometría de los electrodos y la colocación relativa de los electrodos de detección de tensión con respecto a los
10 electrodos de corriente.

Activando diferentes electrodos en la disposición o intercambiando el papel (detección de tensión o de corriente) de los electrodos que están usándose, por tanto puede conmutarse entre diferentes configuraciones de electrodos en cuatro puntos.

15 Conmutando entre varias configuraciones de electrodos diferentes dentro de la disposición, será posible por tanto medir secciones del dedo, por ejemplo, correspondientes a diferentes profundidades de medición, y por tanto compensar las variaciones, por ejemplo, en el espesor de estrato córneo.

20 Para ejemplificar, una dispersión característica (desplazamiento en la impedancia compleja con la frecuencia) que se observa para una persona que usa una disposición de electrodos, puede detectarse para otra persona que usa otra disposición.

25 Para revelar la misma dispersión, una persona con un estrato córneo muy grueso puede requerir, por ejemplo, una distancia mayor entre los electros de inyección de corriente o de detección de tensión que una persona con un estrato córneo delgado.

Un criterio mínimo para aceptar un objeto como un dedo vivo puede ser que se detecte al menos un fenómeno específico relacionado con la impedancia, para al menos una de las disposiciones de electrodos.

30 Debe recalarse que el centrarse en “diferencias en el espesor del estrato córneo” es sólo a modo de ejemplo. El principio se aplica a todas las propiedades del dedo en las que un cambio en la geometría de los electrodos puede ayudar a revelar ciertos fenómenos relacionados con la impedancia dentro de un intervalo de frecuencia dado.

35 Preferiblemente, para mejorar la seguridad de detectar un dedo vivo en una población significativa, el número de posibles configuraciones de electrodos puede ser mayor de dos, por ejemplo, 3-5. Naturalmente las diversas configuraciones pueden disponerse en forma de disposiciones independientes de modo que se requiera un mínimo de conmutaciones.

40 A continuación se describirá la invención en referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran la invención a modo de ejemplo.

La figura 1 ilustra el equivalente eléctrico de la estructura de dos capas que está siendo interrogada por un conjunto sensor según la invención.

45 La figura 2 ilustra una posible configuración para conmutar los papeles de varios electrodos según la invención.

La figura 3 ilustra un modelo multivariado para distinguir entre dedos vivos y otros objetos. Debe observarse que si sólo se usa una de las variables (o bien la variable uno o bien la variable 2), es probable confundir algunos de los “dedos falsos” (marcados en rojo) con dedos reales.

La figura 4 muestra el valor absoluto de impedancia medido en función de la frecuencia para una primera configuración de electrodos.

55 La figura 5 muestra la fase de impedancia medida en función de la frecuencia para una primera configuración de electrodos.

La figura 6 muestra el valor absoluto de impedancia medido en función de la frecuencia para una segunda configuración de electrodos.

60 La figura 7 muestra la fase de impedancia medida en función de la frecuencia para una segunda configuración de electrodos.

La figura 8 muestra una representación gráfica de la parte real e imaginaria de la impedancia de 4 puntos medida para varios dedos vivos con la frecuencia como parámetro.

65

ES 2 333 119 T3

Implementación práctica

En la figura 1 se sitúa una superficie 11 de dedo sobre varios sensores 10. La estructura del dedo comprende dos capas, el estrato córneo 12 y el tejido vivo 13 del dedo vivo. El estrato córneo 12 (capa córnea) constituye impedancias Z_1 , Z_2 , Z_3 y Z_4 , respectivamente, en cada uno de los cuatro electrodos 10 ilustrados, mientras que el tejido vivo representa la impedancia Z_0 .

En un dispositivo práctico, una medición en cuatro puntos puede implementarse mediante una disposición de electrodos sobre la superficie de sensor, por ejemplo, definida en una tecnología de película fina, de película gruesa o de placa de circuito impreso. Los electrodos pueden o bien dar un contacto galvánico con el dedo o bien pasivarse con un dieléctrico fino para dar un acoplamiento capacitivo puro de electrodo a dedo.

Un tamaño típico de los electrodos individuales (tanto electrodos de corriente como de tensión) será de 0,5-5 mm², y una separación típica entre electrodos mínima será de 0,3-2 mm.

La figura 2 muestra un ejemplo de cómo puede disponerse una disposición de 8 electrodos para permitir mediciones en varias distancias entre electrodos de corriente diferentes. En esta estructura, las mediciones de tensión siempre se realizan entre los electrodos 4 y 5, mientras que los dos conmutadores S1 y S2 se usan para realizar diferentes combinaciones de los electrodos 1, 2, 3 (fuente CA) con los electrodos 6, 7 y 8 (sumidero CA o tierra), y de ese modo variar la distancia entre electrodos de corriente. Como alternativa, el papel de los electrodos de detección de corriente y de tensión puede intercambiarse de modo que siempre se envía corriente entre los electrodos más internos y la medición de tensión se conmuta entre diversas combinaciones de los electrodos restantes. Se sabe de la técnica anterior que si el papel del par de detección de tensión se intercambia con el par de electrodos de corriente, la impedancia medida permanece esencialmente igual.

Eligiendo el intervalo de distancias entre electrodos correspondiente a las variaciones del espesor de estrato córneo en la población (u otras variaciones que dan efectos correspondientes, tales como diferencias de humedad), será posible obtener información que pueda compararse más directamente y así usarse para “restringir” los criterios para un dedo real. Esto permitirá la identificación de dedo vivo con un grado más alto de certidumbre que con cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

Al diseñar el sistema de lectura, es importante maximizar la impedancia de entrada en las ramas de detección de tensión, puesto que una impedancia demasiado baja dará lugar a una corriente de entrada parásita que influye en el principio de medición. Para minimizar el efecto de las impedancias de entrada, puede emplearse un acoplamiento de amplificación tal como se describe en el documento US 4.956.729. La corriente de entrada a un adaptador de tensión también puede minimizarse blindando el adaptador de entrada (y la pista que lo conecta con el amplificador) mediante un electrodo con la misma tensión que el propio adaptador de entrada (“blindaje activo”). Tal tensión se obtiene fácilmente mediante una sencilla fase de seguidor de tensión en la que la tensión de entrada se retroalimenta al electrodo de blindaje.

Si la impedancia de entrada del amplificador es lo suficientemente alta (o de manera equivalente, si la corriente de entrada es lo suficientemente baja), la tensión detectada no estará influida por las impedancias Z_2 , Z_3 , Z_1 y Z_4 a través de la capa córnea, sino sólo por Z_0 , siendo característica del interior del dedo.

Debe recalcar que el sistema dado a conocer en la figura 2 es sólo un posible modo en el que pueden disponerse los electrodos. En principio, pueden usarse todas las disposiciones de electrodos que proporcionan dos o más configuraciones de electrodos diferentes. Para detección de tensión o impedancia, pueden usarse los propios elementos de sensor de huella digital.

Tras la detección de dedo vivo, se obtienen mediciones de impedancia compleja en cuatro puntos para cada una de las disposiciones de electrodos para una única frecuencia o a través de un intervalo de frecuencias. Por ejemplo, pueden medirse las propiedades de manera continua con la frecuencia o en varias frecuencias discretas diferentes. El intervalo de frecuencias es preferiblemente de 1 a 3 órdenes de magnitud.

Midiendo la amplitud de la corriente a través del dedo y la tensión diferencial en al menos dos instantes de tiempo diferentes durante un ciclo de señal, pueden determinarse la reactancia X_0 y la resistencia R_0 de la impedancia compleja $Z_0 = R_0 + jX_0$ para cada frecuencia. También pueden usarse otras técnicas para detectar las componentes de la impedancia compleja.

Los datos de dedo vivo preferiblemente se registrarán justo antes, justo después o lo más preferiblemente, durante el transcurso de la captura de imagen de la huella digital. Esto dificulta burlar el sistema aplicando en primer lugar un dedo real y después un dedo falso con el patrón de huella digital correcto. En algunos sistemas, la detección de dedo vivo y la formación de imágenes de huella digital no pueden realizarse al mismo tiempo debido a señales que entran en conflicto. En este caso, es posible suspender la formación de imágenes de huella digital durante intervalos de tiempo cortos y llevar a cabo la detección de dedo vivo dentro de este periodo de tiempo. Entonces es importante que el tiempo para la detección de dedo vivo sea lo suficientemente corto como para evitar afectar de manera significativa a la calidad de imagen.

ES 2 333 119 T3

Para un sensor de barrido del tipo descrito en el documento EP 0988614, esto podría conseguirse saltándose, por ejemplo, una o dos líneas de los datos de imagen y realizando la detección de dedo vivo durante este tiempo. Como se mencionó anteriormente, esta solución comprende varios elementos de sensor para medir la impedancia entre un electrodo de estimulación y los elementos de sensor. Según la presente invención el papel de los elementos de sensor puede alterarse para uno o varios periodos de medición para medir el estado del dedo. Puesto que la solución descrita en la solicitud mencionada anteriormente permite el sobremuestreo y el rechazo de datos innecesarios, el modo de detección de dedo vivo no debe ser apreciable en la imagen de huella digital resultante.

En este caso, también es importante que el área geométrica usada para detección de dedo vivo se superponga al área usada para formación de imágenes de huella digital, de modo que pueda estarse seguro de que el dedo vivo detectado y los objetos sobre los que se han formado las imágenes son, de hecho, los mismos.

Como se describió anteriormente, el criterio para aceptar un objeto como un dedo vivo puede basarse en mediciones de al menos un parámetro relacionado con la impedancia a partir de al menos una de las configuraciones de electrodos.

Este parámetro puede ser, por ejemplo, un valor o combinación de valores relacionado con la impedancia medida, tal como la fase, magnitud, resistencia o reactancia, o puede ser una variación de algún valor con respecto a la frecuencia. El parámetro puede ser también algún valor derivado, por ejemplo, la frecuencia a la que algún parámetro alcanza un cierto valor.

En una realización preferida, al menos uno de estos parámetros está relacionado con un cambio de fase observado de la impedancia de dedo en cuatro puntos medida, que tiene lugar en el intervalo de frecuencias entre aproximadamente 10 kHz y 1 MHz. En este intervalo de frecuencias, se ha visto que la fase de impedancia de dedo experimenta un desplazamiento de 50-90 grados a medida que la parte dominante de la impedancia cambia de capacitiva a resistiva.

El cambio de una impedancia dominante capacitiva a una resistiva también se ve como un cambio en la frecuencia derivativa de la magnitud de impedancia, que cambia de negativa a aproximadamente cero cuando la frecuencia pasa una frecuencia típica.

Las figuras 4-7 muestran la magnitud medida y la fase de la impedancia para varios dedos vivos de personas diferentes, para dos configuraciones diferentes de electrodos. Las figuras 4 y 5 se refieren a una configuración de electrodos mientras que las figuras 6 y 7 se refieren a otra.

Se observa un fuerte desplazamiento positivo en fase para ambas configuraciones. También se observa que la curva de impedancia es esencialmente plana por encima de la frecuencia de transición de fase.

No se observa un fenómeno similar para ninguna otra sustancia que se haya probado. No se observa un desplazamiento tan fuerte de fase cuando el dedo se mide usando sólo mediciones de impedancia en dos puntos. Por tanto, éste es un criterio posible para determinar la validez de un dedo.

Las propiedades de este desplazamiento de frecuencia, tales como su magnitud y su frecuencia de transición, pueden caracterizarse de varias maneras diferentes. Por ejemplo, la impedancia compleja medida, puede representarse gráficamente en función de la frecuencia, es decir, representando gráficamente la fase y la magnitud frente a la frecuencia o representando gráficamente la parte imaginaria frente a la parte real con la frecuencia como parámetro, véase la figura 8. En esta figura se ilustra un posible análisis para identificar un dedo vivo, al mostrar las partes imaginaria y real de las impedancias medidas Z_I y Z_R . Como se mencionó anteriormente, la pendiente, el centro de gravedad o las longitudes de estas curvas son algunos parámetros posibles para identificar un dedo vivo. En una realización preferida, se usa la pendiente como base para la confirmación de dedo vivo.

La ventaja de este último método es que la curva parecerá similar para diferentes dedos aunque el punto de transición se produzca para frecuencias bastante diferentes.

Ciertas características de estas curvas, tales como la derivada de la curva, la longitud, el "centro de masas", las frecuencias de transición específicas o la frecuencia cuando la curva se aproxima a un determinado valor, pueden obtenerse entonces mediante una unidad de computación automática y usarse como parámetros de identificación de dedo vivo. El ingeniero experto estará familiarizado con que las mismas propiedades medidas pueden presentarse de varias maneras diferentes de las que muchas son matemáticamente equivalentes.

También se ha observado que la frecuencia de desplazamiento típica cambia cuando la distancia entre los electrodos aumenta. Esto se debe a que, en general, una distancia mayor da una mayor profundidad de medición en el dedo, y a que las propiedades eléctricas del dedo varían con la profundidad. Esto se visualiza comparando las curvas en las figuras 4 y 5, correspondientes a una distancia entre electrodos corta, con las de las figuras 6 y 7 (distancia entre electrodos mayor). En las figuras 4 y 5 la frecuencia de transición típica es mucho menor que en las figuras 6 y 7.

El desplazamiento medido en la frecuencia de transición con la distancia entre electrodos, que es muy característico para los dedos vivos, puede representarse paramétricamente, y este o estos parámetros pueden usarse para mejorar el modelo de identificación de dedo vivo.

ES 2 333 119 T3

Se ve a partir de las figuras 4-7 que la frecuencia de transición real varía de una persona a otra. Esto puede deberse a variaciones en el nivel de humedad o en el espesor del estrato córneo, y puede corregirse midiendo a través de un intervalo de frecuencia mayor, o midiendo en varias distancias de electrodo diferentes. Como se ve por las curvas, el aumento de la frecuencia tiene aproximadamente el mismo efecto sobre la fase que el aumento de la distancia entre electrodos. Alrededor de la frecuencia de transición, un aumento en la frecuencia o en la distancia entre electrodos generalmente aumentará la fase para los dedos vivos. Esta relación muy específica entre la distancia entre electrodos y la fase puede modelarse de manera matemática y usarse como otro criterio más para identificar un dedo vivo.

Preferiblemente, el criterio para aceptar un dedo vivo se basa en la medición de más de un parámetro. Un conjunto de parámetros o variables relevantes puede hallarse, por ejemplo, alimentando datos de impedancia obtenidos en un modelo multivariado tal como se ilustra en la figura 3. El conjunto de parámetros según una realización preferida son los datos de impedancia ilustrados en la figura 8.

A través del análisis estadístico de los datos medidos a partir de dedos vivos y falsos, un modelo de este tipo proporcionará un conjunto de variables combinadas ponderadas (normalmente dos o tres) que se optimizan para distinguir dedos reales de falsos. El modelo comprende así límites de desviación elegidos dentro del conjunto de datos, que son suficientes para distinguir los dedos reales, muertos y falsos.

Preferiblemente, las variables deben normalizarse usando cualquier método disponible, para evitar que las influencias varíen las características de sensor, etc. y ser estadísticamente independientes.

La configuración de electrodos que va a usarse para obtener las variables deseadas, estará determinada preferiblemente por el sistema de procesamiento de señal basado en mediciones en varias de las configuraciones de electrodos. Esto puede obtenerse usando varios electrodos diferentes, por ejemplo, como se mencionó anteriormente en un escáner de huella digital, pero también relacionado con otros sistemas que comprenden varios electrodos para realizar mediciones en la piel.

Una solución posible, de manera alternativa, a la variación de combinaciones de sensores comentada anteriormente, es que se mide una configuración en un tiempo hasta que las mediciones coincidan con el criterio dado, y después de esto concluir o conmutar a una segunda configuración. También pueden combinarse las mediciones obtenidas a partir de diferentes configuraciones de electrodos.

Los datos de impedancia en dos puntos u otras mediciones sobre el dedo (por ejemplo, la temperatura) pueden usarse en combinación con los datos en cuatro puntos para mejorar la selectividad frente a dedos falsos o muertos. Solo los objetos en los que todas las variables especificadas se encuentren dentro de ciertos límites se considerarán un dedo vivo. Otros objetos se rechazarán.

Esto se muestra esquemáticamente en la figura 3 para un modelo con dos variables, en el que sólo objetos que se encuentren dentro del área ovalada indicada (datos obtenidos mostrados como triángulos) se consideran vivos. Los círculos fuera del óvalo corresponden a datos de objetos rechazados.

En resumen, el método preferido, que requiere que no sólo un valor específico sino un conjunto de variables esté dentro de determinados límites, dificultará extremadamente la construcción de un material de "dedo falso". Por su parte, los dedos muertos se rechazarán debido a procesos biológicos que tienen lugar en el dedo tras la muerte, que cambian los parámetros eléctricos.

REIVINDICACIONES

5 1. Conjunto sensor para determinar el estado de una estructura para confirmar si la estructura está constituida por piel y tejido vivo, comprendiendo el conjunto sensor

- al menos cuatro electrodos, de los que

10 - al menos dos electrodos constituyen electrodos de suministro de corriente que están conectados a una fuente de corriente para proporcionar una corriente o tensión a dicha estructura;

- al menos dos electrodos constituyen electrodos colectores de los cuales al menos un primer electrodo colector está conectado a un instrumento de medición para medir al menos un valor paramétrico relativo a la impedancia de la estructura;

15 - medios de control adaptados para alterar qué electrodos constituyen electrodos de suministro de corriente y/o qué electrodos constituyen electrodos colectores entre diferentes mediciones para alterar la(s) distancia(s) entre los electrodos de suministro de corriente y/o los electrodos colectores para alterar de ese modo las profundidades de la estructura a las que se realizan las mediciones,

20 en el que el conjunto sensor comprende además:

- medios de almacenamiento que almacenan un conjunto predeterminado de valores, valores que son característicos para al menos un estado determinado de la estructura, y

25 - medios de cálculo adaptados para comparar el al menos un valor medido con el conjunto predeterminado de valores para determinar si la estructura está en dicho estado determinado.

30 2. Conjunto sensor según la reivindicación 1, en el que la corriente suministrada es oscilante dentro de un intervalo de frecuencia elegido.

35 3. Conjunto sensor según la reivindicación 2, que comprende medios de medición adaptados para medir la impedancia en cada electrodo colector, y en el que dichos medios de cálculo comprenden medios de comparación adaptados para comparar las partes imaginarias y reales de las señales de impedancia como funciones de la frecuencia aplicada, determinando la pendiente de la curva resultante y comparar esta pendiente con un conjunto predeterminado de pendientes que indican un dedo vivo.

40 4. Conjunto sensor según la reivindicación 1, en el que la distancia entre un primer electrodo de dichos electrodos de suministro de corriente y dicho primer electrodo colector es inferior a 1 mm.

45 5. Conjunto sensor según la reivindicación 1, en el que dichos medios de control están adaptados para intercambiar los papeles de los electrodos de modo que los papeles de los electrodos colectores y de suministro cambian de manera secuencial para variar las posiciones relativas entre los electrodos para alterar las profundidades de la estructura a las que se realizan las mediciones.

50 6. Conjunto sensor según la reivindicación 5, que comprende medios de medición adaptados para medir la fase de la señal en cada electrodo colector, y en el que dichos medios de cálculo comprenden medios de comparación adaptados para comparar la distancia entre los electrodos a frecuencias elegidas con la fase correspondiente de la señal, y comparar estos parámetros con un conjunto predeterminado que indica un dedo vivo.

7. Conjunto sensor según la reivindicación 1, en el que los electrodos colectores están constituidos por elementos de sensor en una disposición de sensores de huella digital.

55 8. Método para **caracterizar** el estado de una estructura para confirmar si la estructura está constituida por piel y tejido vivo, usando al menos cuatro electrodos acoplados a dicha estructura, comprendiendo dicho método las siguientes etapas:

60 - por medio de al menos dos electrodos de suministro de corriente, aplicar una corriente o tensión a la estructura entre dichos electrodos de suministro de corriente,

- por medio de al menos dos electrodos colectores, medir al menos un valor paramétrico relacionado con la impedancia de la estructura,

65 - alterar de manera secuencial qué electrodos constituyen electrodos de suministro de corriente y/o qué electrodos constituyen electrodos colectores para alterar la(s) distancia(s) entre los electrodos de suministro de corriente y/o los electrodos colectores para alterar de ese modo las profundidades de la estructura a las que se realizan las mediciones,

ES 2 333 119 T3

comprendiendo dicho método además las etapas de:

- comparar los valores relacionados con la impedancia medidos con un conjunto predeterminado de valores que **caracteriza** al menos un estado de dicha estructura,

5

- determinar si la estructura está en dicho estado basándose en la comparación.

9. Método según la reivindicación 8, en el que la etapa de aplicar una corriente o tensión entre los al menos dos electrodos de suministro de corriente comprende la aplicación de una corriente que es oscilante dentro de un intervalo de frecuencia elegido.

10. Método según la reivindicación 9, en el que la etapa de comparación comprende la etapa de comparar las impedancias medidas determinando la pendiente de la curva que describe la relación entre las partes imaginaria y real de la señal de impedancia medida en función de la frecuencia aplicada, y comparar la pendiente determinada con un conjunto predeterminado de valores que **caracterizan** un dedo vivo.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

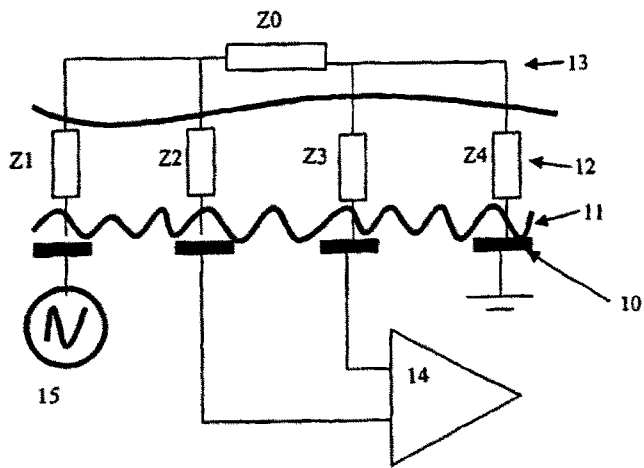


Fig. 1

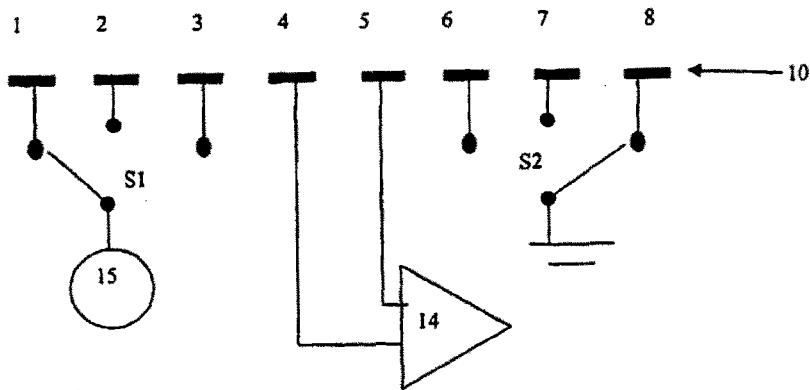


Fig. 2

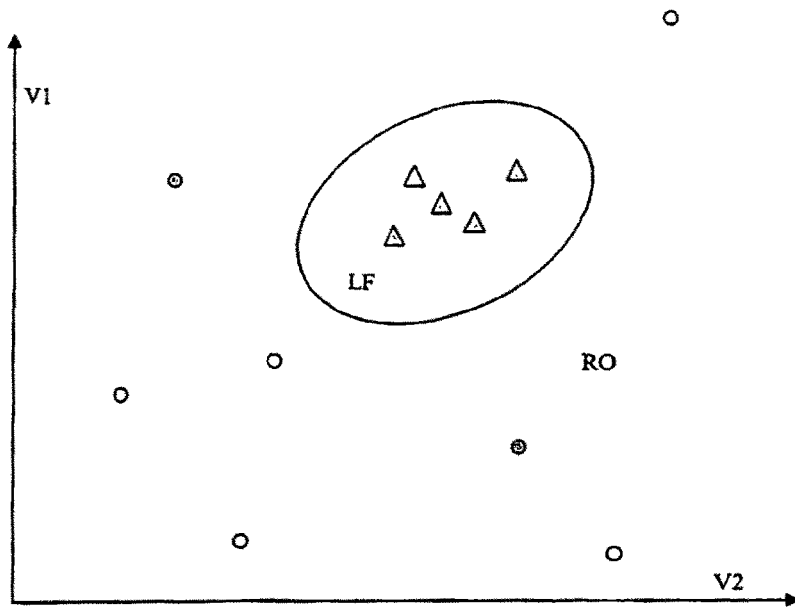


Fig. 3

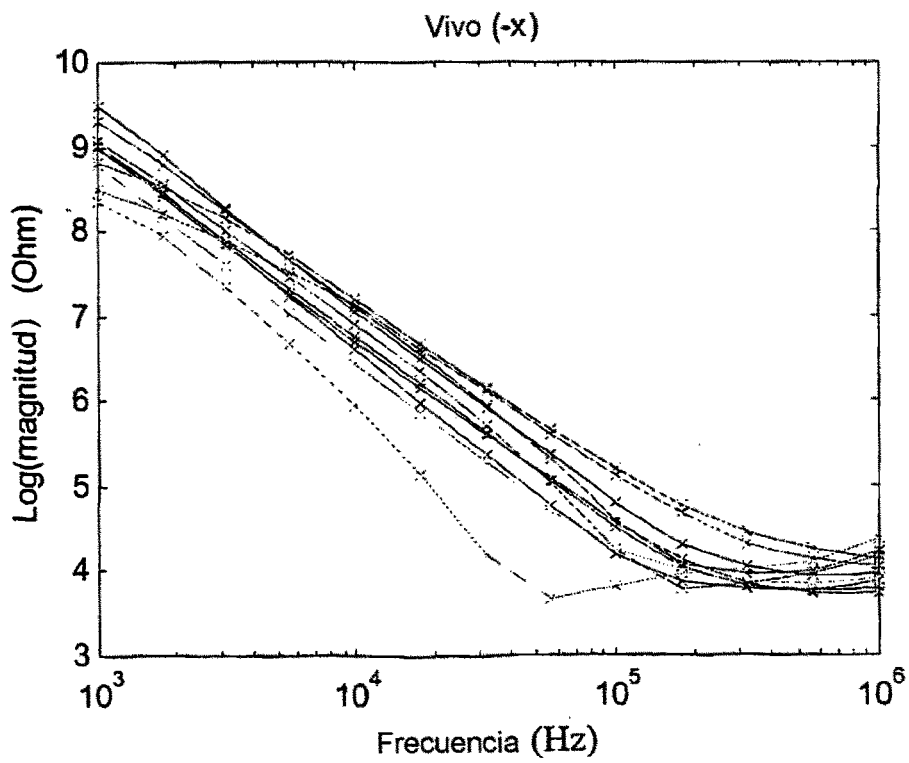


Fig. 4

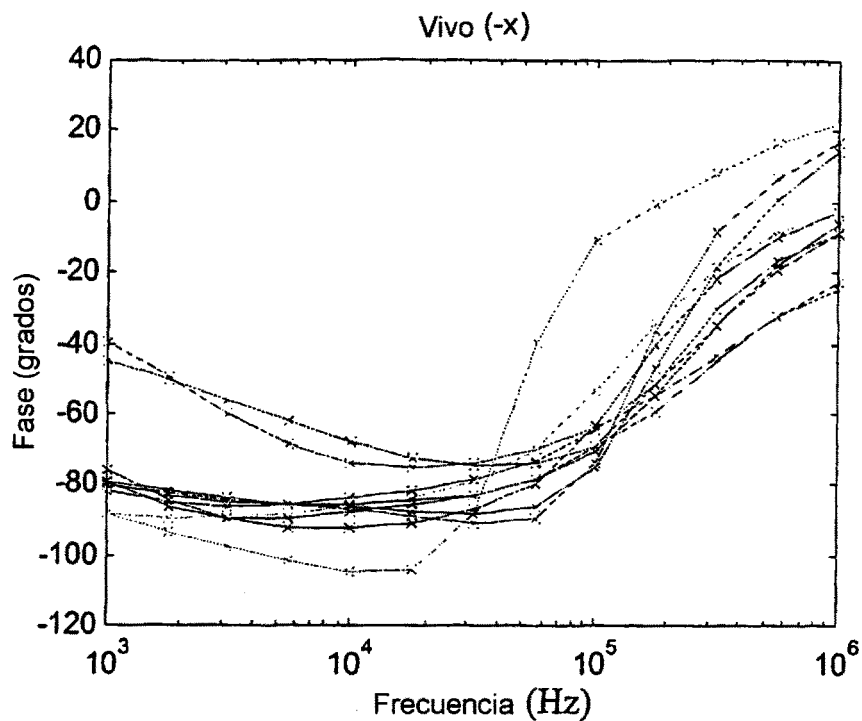


Fig. 5

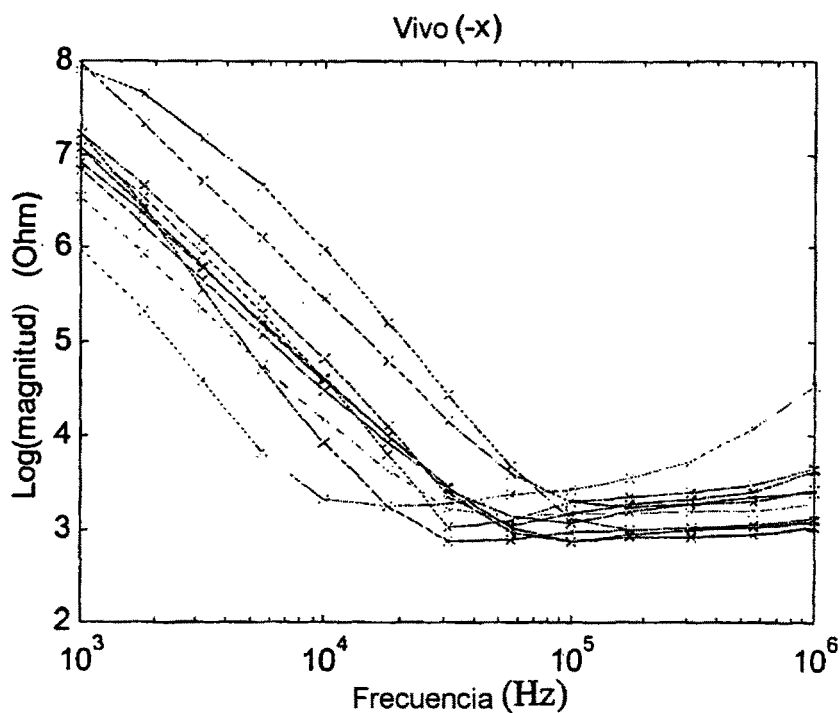


Fig. 6

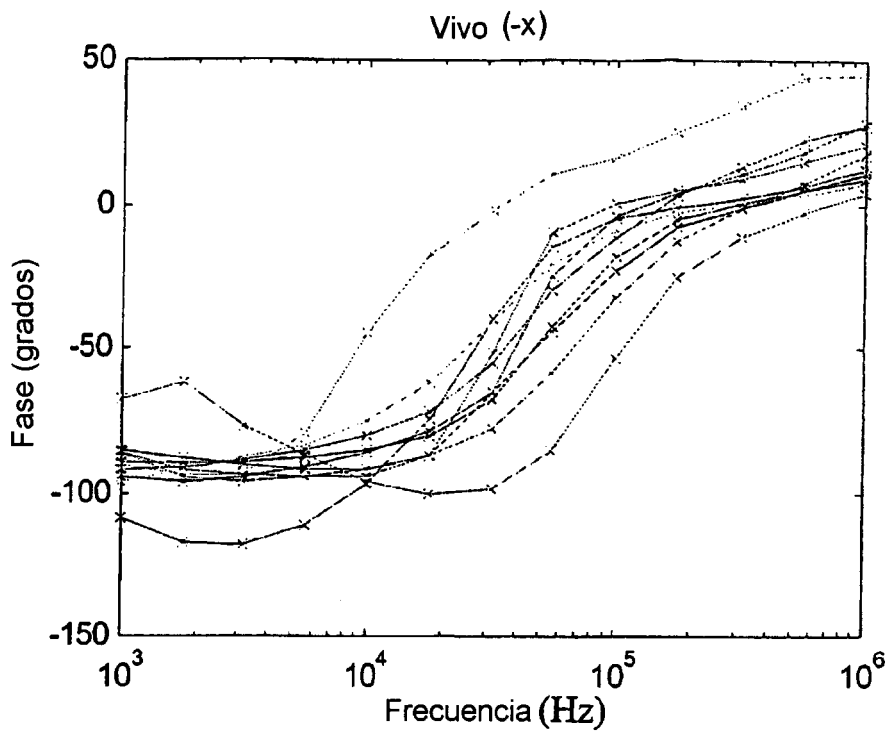


Fig. 7

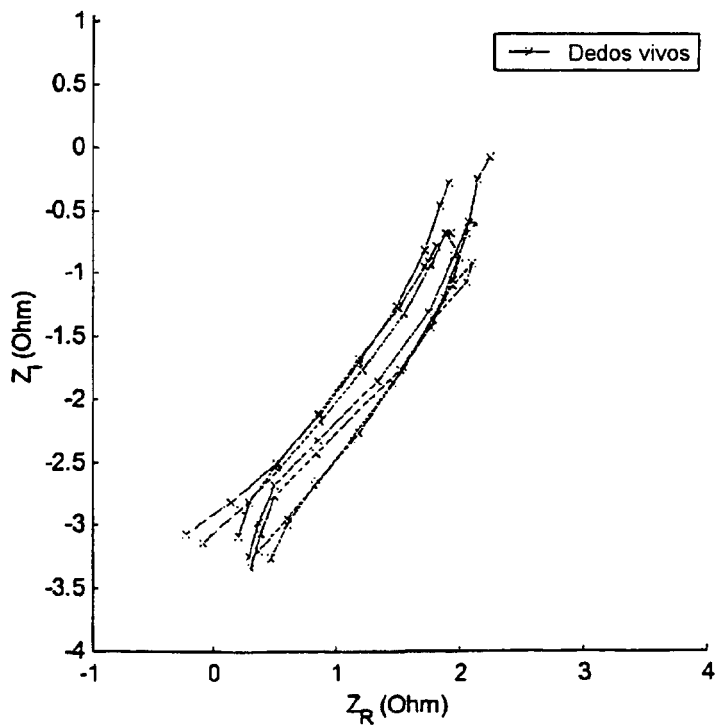


Fig. 8