

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 722**

51 Int. Cl.:
G10L 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09162126 .8**
96 Fecha de presentación: **05.06.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2136359**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.12.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y APARATO DE MEDICIÓN DE LA INTELIGIBILIDAD DE UN DISPOSITIVO DE DIFUSIÓN SONORA.**

30 Prioridad:
19.06.2008 FR 0803435

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.01.2012

73 Titular/es:
**ARCHEAN TECHNOLOGIES(SOCIÉTÉ PAR
ACTIONS SIMPLIFIÉE)
721 AVENUE DE BEAUSOLEIL
82000 MONTAUBAN, FR y
ANTOINE WILHELM-JAURÉGUIBERRY**

72 Inventor/es:
**Wilhelm-Jauréguiberry, Antoine y
Aumont, Xavier**

74 Agente: **Mir Plaja, Mireia**

ES 2 371 722 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

Procedimiento y aparato de medición de la inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora

5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento de medición del nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora, a un aparato de medición de este nivel de inteligibilidad y a un soporte de registro que permite la puesta en ejecución del procedimiento por medio de un dispositivo informático tal como un ordenador personal.

10 **[0002]** Es corriente utilizar dispositivos de difusión sonora para difundir un mensaje vocal de información o de alerta a una o varias personas, en formas o ambientes muy variados. Pueden citarse por ejemplo los dispositivos de sonorización de edificios o los que se encuentran en los medios de transporte (avión, tren, etc.) o también los utilizados al aire libre en las ferias u otras manifestaciones equivalentes. Se entienden sin embargo también por dispositivo de difusión sonora otros dispositivos que utilizan transductores electroacústicos para transmitir un mensaje vocal tales como teléfonos o dispositivos similares, aparatos de ayuda auditiva o también aparatos de guiamiento vocal.

15 **[0003]** Para asegurarse de la adecuación del dispositivo a su misión, es necesario verificar si un mensaje difundido por el dispositivo es inteligible, es decir apto para ser comprendido, en numerosas condiciones de escucha y en muy diversos ambientes de servicio del dispositivo, como por ejemplo el ruido ambiente, las reverberaciones sonoras, etc.

20 **[0004]** Existen dos tipos de métodos para evaluar el nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora:
 • los métodos llamados objetivos tales como los descritos en el documento US 2005/0135637 que utilizan procedimientos normalizados en los cuales una señal sonora de referencia (por ejemplo ruido blanco o ruido rosa) es modulada en amplitud a distintas tasas y frecuencias de modulación, esta señal es difundida por al menos un altavoz del dispositivo de difusión sonora a medir y es luego capturada por un micrófono y analizada comparando por ejemplo la profundidad de modulación en las distintas bandas de frecuencia entre la señal de origen y la señal difundida y capturada. Estos métodos, si bien ofrecen la ventaja de dar mediciones reproducibles, no utilizan mensajes que tengan un contenido verbal y no son más que una aproximación de la finalidad perseguida, que es la de evaluar la aptitud del mensaje difundido para ser comprendido.

25 • los métodos llamados subjetivos apuntan a paliar este inconveniente recurriendo a un panel de oyentes que deben evaluar la inteligibilidad del dispositivo tal como la perciben. Para hacer esto, métodos normalizados prevén listas de palabras (método de descuento de palabras fonéticamente equilibradas) o textos (método de ensayo de rima modificada) que son difundidas(os) por el dispositivo a medir con destino al panel de oyentes. Sin embargo, para evitar el exceso de subjetividad en estos enjuiciamientos, conviene efectuar múltiples ensayos, alternando los oyentes y los mensajes difundidos, lo cual hace que la medición resulte larga y costosa para un resultado cuya reproducibilidad puede ponerse en tela de juicio.

30 **[0005]** Por los documentos DE 37 08 002, US 6.275.797 y US 2004/0158431 son igualmente conocidos procedimientos de ensayo respectivamente de codificadores vocales, líneas de comunicación o aparatos auditivos en los cuales una señal vocal es transmitida por una primera vía perturbada y es después tratada por un dispositivo de reconocimiento vocal para ser comparada, en forma de texto, con la misma señal no perturbada tratada por un dispositivo de reconocimiento vocal análogo o idéntico.

35 **[0006]** La presente invención tiene pues por objeto proponer un procedimiento y un aparato de medición del nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora que no presenten los inconvenientes de la técnica anterior y permitan obtener una medición rápida, reproducible y representativa de la aptitud de un mensaje verbal difundido para ser comprendido.

40 **[0007]** Para hacer esto, la invención se refiere a un procedimiento de medición del nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora que comprende las etapas siguientes:
 - definición de un contenido verbal de un mensaje vocal, llamado contenido verbal de origen,
 - elaboración de un mensaje sonoro, llamado mensaje sonoro de origen, a partir de dicho contenido verbal de origen,
 - difusión de dicho mensaje sonoro de origen por parte del dispositivo de difusión sonora,
 - captura a la salida del dispositivo de difusión de un mensaje sonoro difundido,
 - transmisión de dicho mensaje sonoro difundido a un módulo de reconocimiento vocal adaptado para restituir un contenido verbal del mensaje sonoro difundido,
 - análisis del contenido verbal del mensaje sonoro difundido restituído por parte del módulo de reconocimiento vocal por comparación del mismo con el contenido verbal de origen, y
 - cálculo de una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora a partir de este análisis.

45 **[0008]** Según el procedimiento de medición de la invención, se insertan en el mensaje sonoro de origen marcadores de sincronización en emplazamientos predefinidos del contenido verbal de origen y el reconocimiento vocal se efectúa de manera dependiente en función de la posición de dichos marcadores de sincronización en el mensaje sonoro difundido. El contenido verbal del mensaje difundido puede ser así sincronizado con el contenido verbal de origen y la comparación de los dos puede ser efectuada "palabra a palabra", haciéndose así que la etapa de comparación sea más rápida y más precisa.

[0009] Según una característica ventajosa de la invención, el mensaje de origen es un mensaje predeterminado y el módulo de reconocimiento vocal se adapta mediante adición de datos de aprendizaje relativos a dicho mensaje de origen.

5 **[0010]** En otro modo de ejecución del procedimiento de medición según la invención, a la salida de la etapa de elaboración el mensaje de origen es transmitido a un segundo módulo de reconocimiento vocal y el análisis del contenido verbal del mensaje difundido restituído por el primer módulo de reconocimiento vocal se efectúa por comparación con el contenido verbal del mensaje de origen restituído por el segundo módulo de reconocimiento vocal.

10 **[0011]** Según una característica ventajosa del procedimiento de medición según la invención, la medida del nivel de inteligibilidad es obtenida por medio de una combinación de indicadores tomados de entre los miembros del grupo que consta de una tasa de reconocimiento, una tasa de sustitución, una tasa de supresión y una tasa de inserción, siendo cada indicador calculado para una duración predeterminada del mensaje de origen. Más concretamente, la duración predeterminada corresponde a una duración de mensaje comprendida entre 30 y 50 segundos.

15 **[0012]** Según otra característica del procedimiento de medición de la invención, particularmente adaptado para la puesta a punto de prótesis auditivas, se utiliza a título de dispositivo de difusión sonora dicha prótesis auditiva en serie con un filtro que presenta una curva de respuesta en frecuencia idéntica a la de una oreja a equipar y se mide el nivel de inteligibilidad de dicho dispositivo. Es en efecto frecuente que un paciente cuya oreja debe ser equipada se queje de una falta de inteligibilidad incluso cuando la prótesis ha sido ajustada para compensar los fallos de la curva de respuesta en frecuencia de su oreja. Así, midiendo directamente el nivel de inteligibilidad tal como será percibido por el paciente, puede ponerse a punto la prótesis para maximizar este nivel sin tener necesidad de recurrir al paciente.

20 **[0013]** La invención propone igualmente un aparato de medición del nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora según la reivindicación 7.

25 **[0014]** Ventajosamente y según la invención, el aparato incluye además un lector de soportes de registro y/o medios de memoria interna adaptados para leer y registrar ficheros representativos del mensaje sonoro de origen, del contenido verbal de dicho mensaje y de los datos de aprendizaje del módulo de reconocimiento vocal.

30 **[0015]** Ventajosamente y según la invención, el aparato puede igualmente incluir un módulo de elaboración del mensaje sonoro de origen que coopere con la salida analógica para transmitir un mensaje sonoro de origen con destino al dispositivo de difusión sonora, comprendiendo dicho módulo de elaboración del mensaje sonoro al menos uno de los miembros del grupo que consta de un micrófono, un lector de soportes de registro o un módulo de síntesis de la palabra.

35 **[0016]** Ventajosamente y según la invención, el aparato de medición incluye un segundo módulo de captura y de numerización así como un segundo módulo de reconocimiento vocal, adaptados para cooperar con la salida analógica y restituir un contenido verbal restituído del mensaje sonoro de origen. En este caso, el módulo de cálculo está adaptado para comparar dicho contenido verbal restituído del mensaje sonoro de origen y un contenido verbal del mensaje sonoro difundido y calcular una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora a partir de dicha comparación.

40 **[0017]** La invención se extiende igualmente a un soporte de registro - en particular de tipo amovible (CD-ROM, DVD, llave USB, tarjeta de memoria, ...) - para la puesta en ejecución del procedimiento de medición con ayuda de un dispositivo informático del tipo de un ordenador personal, por ejemplo. El soporte contiene al menos un fichero de tipo sonoro que representa el mensaje sonoro de origen, un fichero de tipo texto asociado que representa el contenido verbal del mensaje sonoro de origen y un fichero de datos de aprendizaje del módulo de reconocimiento vocal asociados al mensaje sonoro de origen. Así, un ordenador personal que contenga un apropiado programa de reconocimiento vocal puede ser simplemente programado para ejecutar el procedimiento de medición. Ventajosamente, el soporte de registro puede contener asimismo instrucciones de programa adaptadas para programar un módulo de reconocimiento vocal y ejecutar el cálculo de la medida de inteligibilidad.

45 **[0018]** La invención se refiere asimismo a un procedimiento y un aparato de medición de la inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora y a un soporte de registro caracterizados en combinación por la totalidad o parte de las características anteriormente mencionadas o que se mencionan de aquí en adelante.

50 **[0019]** Otras finalidades, características y ventajas de la invención quedarán de manifiesto a la luz de la descripción que se da a continuación y de los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 representa un logigrama esquemático de las etapas del procedimiento según la invención,
- las figuras 2a y 2b representan esquemáticamente dos tramos complementarios del procedimiento según un segundo modo de ejecución,
- la figura 3 representa un logigrama esquemático de las etapas del procedimiento según un tercer modo ejecución,

- la figura 4 representa esquemáticamente un aparato de medición según la invención adaptado para la puesta en ejecución del procedimiento según el primer o el segundo modo de ejecución, y
- la figura 5 representa esquemáticamente un aparato de medición según la invención adaptado para la puesta en ejecución del procedimiento según su tercer modo de ejecución.

5
10
[0020] La figura 1 representa en 110 una etapa de definición de un contenido verbal de un mensaje a difundir, llamado contenido verbal de origen 111. Esta definición puede hacerse haciendo uso de las distintas normas existentes para la elección de palabras (por ejemplo según el método de descuento de palabras fonéticamente equilibradas) o de frases (por ejemplo según el método de ensayo de rimas modificadas) particulares, o bien puede estar también basada en mensajes tipo que son o serán difundidos por un dispositivo de difusión sonora 40 (figura 4) cuya inteligibilidad debe evaluarse. Esta etapa de definición no es necesariamente efectuada cada vez que se pone en ejecución el procedimiento. En efecto, puede ser suficiente definir de una vez por todas una serie de contenidos que cubran lo esencial de las necesidades y normalizarlos.

15
20
[0021] El contenido verbal de origen 111 es a continuación transmitido a una etapa 120 de elaboración de un mensaje sonoro que servirá de mensaje sonoro de origen 121 para someter a ensayo el dispositivo de difusión sonora 40. Como la precedente, esta etapa 120 puede no ser efectuada completamente en cada ejecución del procedimiento. Por ejemplo, un contenido verbal de origen 111 normalizado podrá ser leído en voz alta por un orador y ser registrado en un soporte de registro 122 (figura 2a) en forma de un fichero sonoro analógico o numérico. En este caso, solamente será necesaria en cada ejecución la relectura del fichero sonoro. En otra variante, la etapa 120 podrá ser efectuada cada vez por transmisión de un fichero de texto que represente el contenido verbal de origen 111 a un módulo de síntesis vocal que elaborará el mensaje sonoro a partir de este fichero.

25
30
[0022] El mensaje sonoro de origen 121 es entonces transmitido a la etapa 130, en la cual es enviado al dispositivo de difusión sonora 40 para ser difundido por ejemplo en una sala de conferencias en la cual se desee medir el dispositivo de difusión sonora. Es importante señalar que a continuación en la descripción debe comprenderse que la expresión "difusión sonora" cubre a la vez el dispositivo que va a generar las ondas sonoras por medio de transductores electromecánicos tales como altavoces, por ejemplo, pero asimismo el ambiente del dispositivo, que puede comprender una sala con sus eventualmente cambiantes condiciones de eco, de reverberación y/o de atenuación, o bien condiciones al aire libre sujetas a variaciones del viento, etc.

35
[0023] El mensaje sonoro difundido 131 puede ser así deformado con respecto al mensaje sonoro de origen 121 tanto a causa de las características intrínsecas del dispositivo de difusión sonora 40 como por las condiciones ambientales que prevalezcan al tener lugar esta difusión.

40
[0024] El mensaje sonoro difundido 131 es entonces capturado en la etapa 140, por ejemplo por medio de un micrófono 411 (figura 4) asociado a un módulo de captura y de numerización como por ejemplo un convertidor analógico-numérico que equipa una tarjeta de adquisición sonora, y es transformado en un fichero sonoro numerizado que representa lo más fielmente posible el mensaje sonoro difundido.

45
[0025] En la etapa 150, el mensaje sonoro difundido es entonces transmitido (en esta forma) a un módulo de reconocimiento vocal. Tales módulos son perfectamente conocidos para el experto en la materia, tal como es el caso del propuesto por la sociedad italiana LOQUENDO.

50
[0026] Un módulo de reconocimiento vocal tiene como función principal la de restituir un contenido verbal correspondiente a un mensaje sonoro, en general en forma de un fichero de texto que incluye una lista de palabras reconocidas por el módulo de reconocimiento vocal, así como, para cada palabra, una serie de informaciones complementarias tales como una datación del instante en el cual la palabra ha sido reconocida y una estimación de la probabilidad de que la palabra reconocida concuerde en realidad con la correspondiente parte del mensaje sonoro.

55
[0027] En la etapa 150, el mensaje sonoro difundido 131 es analizado por el módulo de reconocimiento verbal, que emite un contenido verbal restituido 151 del mensaje sonoro difundido. Este contenido verbal restituido 151 es entonces transmitido a la etapa 160, en la cual es analizado para así obtener de ello una medida del nivel de inteligibilidad 170 del dispositivo de difusión sonora 40.

[0028] El análisis que se efectúa en la etapa 160 puede ser de dos tipos, o sea que puede ser de tipo intrínseco o bien de tipo comparativo.

60
65
[0029] En un primer modo de ejecución del procedimiento de medición, la estimación de la probabilidad proporcionada por el módulo de reconocimiento vocal para cada palabra es empleada para así obtener de ello por combinación de las probabilidades un indicador de pertinencia representativo de la probabilidad de que el mensaje sonoro difundido 131 haya sido "percibido" de manera coherente por el módulo de reconocimiento vocal. En efecto, cuando una palabra del mensaje sonoro de origen 121 es deformada por el dispositivo de difusión sonora y se encuentra de nuevo así en el mensaje sonoro difundido 131, pueden producirse varios casos:

■ la palabra no ha sido reconocida por el módulo de reconocimiento vocal, no se propone pues palabra alguna en el contenido verbal restituido 151, o más exactamente una sucesión de símbolos convenidos indica esta ausencia de reconocimiento, y la estimación de probabilidad para esta palabra es nula.

5 ■ varias palabras candidatas pueden corresponder a la parte del mensaje sonoro difundido considerada. El módulo de reconocimiento vocal propone entonces aquella cuya probabilidad sea la mayor. La diferencia entre esta probabilidad y el valor 1 corresponde al riesgo que podría correr un oyente de tomar una palabra por otra.

■ finalmente, la palabra puede haber sido correctamente reconocida por el módulo de reconocimiento vocal y su probabilidad de corresponder a la parte del mensaje sonoro difundido considerada es cercana a 1.

10 **[0030]** Así, combinando las estimaciones de probabilidad de cada palabra, por ejemplo sacando su media para producir una probabilidad resultante, se obtiene un indicador de pertinencia que es tanto más cercano al valor 1 cuanto más bien “comprendidas” por el módulo de reconocimiento vocal hayan sido las palabras que constituyen el mensaje sonoro difundido 131. Basta entonces con comparar este indicador de pertinencia con una tabla de referencia para deducir de ello una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora 40.

15 **[0031]** Ventajosamente, el cálculo de este indicador de pertinencia se efectúa para fracciones significativas del contenido verbal restituido 151 del mensaje sonoro difundido para tener en cuenta un número de palabras mínimo. Es así preferible tener en cuenta un número de palabras que corresponda a una duración del mensaje comprendida entre 30 segundos y un minuto, y más en particular tomar los valores del indicador de pertinencia para las duraciones de 30 y 50 segundos.

20 **[0032]** A fin de mejorar el procedimiento de medición anteriormente descrito, a menudo es útil suministrar datos suplementarios al módulo de reconocimiento vocal. A título de ejemplo, puede citarse el suministro de un diccionario de las posibles palabras, o bien también de los datos de aprendizaje, generados por el propio módulo de reconocimiento vocal, a continuación de numerosos ensayos de reconocimiento vocal.

25 **[0033]** Por ejemplo, cuando el contenido verbal de origen corresponde a una lista de palabras establecida según la norma aplicable al método de descuento de las palabras fonéticamente equilibradas, resulta práctico limitar el diccionario utilizable por el módulo de reconocimiento vocal a esta lista de palabras. Se obtiene así un reconocimiento más rápido y más preciso.

30 **[0034]** Se ilustra a continuación la utilización de datos de aprendizaje en relación con un segundo modo de ejecución del procedimiento según la invención, modo en el cual la medición de la inteligibilidad se basa en la comparación entre el contenido verbal del mensaje difundido restituido por el módulo de reconocimiento vocal y el contenido verbal de origen.

35 **[0035]** Se ha ilustrado en la figura 2a un primer tramo del procedimiento que permite la generación de estos datos de aprendizaje.

40 **[0036]** En la etapa 110 se elige un contenido verbal de origen 111 predeterminado y en la etapa 120 el correspondiente mensaje sonoro de origen 121 es registrado en un soporte 122 y después es transmitido directamente a la etapa 150 de reconocimiento vocal sin ser “deformado” por la etapa de difusión. El contenido verbal restituido del mensaje sonoro de origen es entonces transmitido a una etapa de análisis 165, que puede ser un análisis intrínseco del mismo tipo como la etapa 160 vista anteriormente, o bien, como se verá de manera más detallada a continuación, un análisis por comparación con el contenido verbal de origen 111 salido de la etapa 110. Se repiten estas operaciones hasta ser completo el reconocimiento vocal del mensaje sonoro de origen 121, lo cual es simbolizado por un resultado de un 100%. En este momento, el módulo de reconocimiento vocal de la etapa 150 ha generado datos de aprendizaje 152 que son adecuados para asegurar que si el mensaje sonoro difundido 121 no fue deformado por el dispositivo de difusión sonora 40, la medición del nivel de inteligibilidad daría un resultado óptimo.

45 **[0037]** En un segundo tramo del procedimiento ilustrado en la figura 2b, el mensaje sonoro de origen 121 salido por ejemplo del soporte de registro 122 es difundido en la etapa 130, y el mensaje sonoro difundido 131 es capturado en la etapa 140 y transmitido a la etapa de reconocimiento vocal 150. El módulo de reconocimiento vocal recibe los datos de aprendizaje 152 salidos del tramo precedente. Así es mejorada la etapa 150 y el contenido verbal restituido 151 del mensaje sonoro difundido 131 puede ser más finamente analizado en la etapa 160.

50 **[0038]** Según el segundo modo de ejecución del procedimiento de medición de la invención, se introduce en esta etapa 160, a título de referencia, el contenido verbal de origen 111 definido en la etapa 110, como lo indica la flecha en la figura 2b. Debido a ello, el análisis que se hace ya no es solamente intrínseco como se ha visto anteriormente, sino que puede ser igualmente llevado a cabo de manera comparativa entre la referencia (contenido verbal de origen 111) y el contenido verbal restituido 151 a partir del mensaje sonoro difundido 131.

55 **[0039]** Pueden entonces definirse y utilizarse otros indicadores que permiten evaluar la correspondencia entre los dos contenidos verbales:

- la tasa de reconocimiento está definida como el número de palabras correctamente reconocidas con respecto al número total de palabras,
- la tasa de sustitución está definida como el número de palabras sustituidas (erróneas) con respecto al número total de palabras,
- la tasa de supresión está definida como el número de palabras suprimidas (que faltan) con respecto al número total de palabras,
- la tasa de inserción está definida como el número de palabras insertadas sin razón con respecto al número total de palabras,
- la tasa de error está definida como el número de errores de cualquier naturaleza con respecto al número total de palabras. Se comprenderá que la tasa de error es igual a la suma de las tasas de sustitución, de supresión y de inserción.
- la tasa de exactitud está definida como la tasa de reconocimiento de la cual se resta la tasa de inserción.

[0040] Aún ahí, por razones de estandarización y de reproducibilidad de la medición, se preferirá definir estos indicadores para una predeterminada duración de mensaje, por ejemplo comprendida entre 30 segundos y un minuto, y más en particular para duraciones de 30 y 50 segundos.

[0041] La medida de inteligibilidad 170 del dispositivo de difusión sonora 40, resultado del análisis de la etapa 160, es entonces calculada efectuando una selección o una combinación de los indicadores precedentes, por medio por ejemplo de una combinación lineal, de una media cuadrática o de cualquier otro tipo de composición aplicable.

[0042] Este modo de análisis por comparación entre el contenido verbal 151 del mensaje difundido restituido por el módulo de reconocimiento vocal y el contenido verbal de origen 111 utilizado en la etapa 160 puede aplicarse sea cual fuere el contenido verbal de origen, tanto si el mismo está constituido por una lista de palabras como si lo está por una lista de frases.

[0043] Puede aún mejorarse este segundo modo de ejecución del procedimiento sincronizando el contenido verbal 151 del mensaje difundido restituido por el módulo de reconocimiento vocal y el contenido verbal de origen 111.

[0044] Para hacer esto, en la etapa 120 se insertan marcadores de sincronización 125 en el mensaje sonoro de origen 121, en emplazamientos predefinidos del contenido verbal de origen 111. Por ejemplo, el marcador de sincronización 125 puede ser una señal sonora tal como un simple "bip" entre cada palabra de una lista de palabras o entre cada frase en el método de las rimas modificadas. El marcador de sincronización puede igualmente ser más complejo, por ejemplo modulando la frecuencia o la amplitud de una tonalidad para formar un "bip" largo portador de una información más rica, como un número de rango de la frase o de la palabra siguiente. El marcador de sincronización 125 será adaptado para no ser deformado hasta el punto de no ser reconocible al tener lugar la difusión del mensaje de origen, en la etapa 130, por ejemplo eligiendo una tonalidad de frecuencia fácilmente detectable y generalmente bien retransmitida por dispositivos de difusión, como por ejemplo una tonalidad de 2500 Hz.

[0045] El reconocimiento vocal de la etapa 150 y/o el análisis de la etapa 160 se efectúa de manera dependiente en función de la posición de los marcadores de sincronización 125 en el mensaje sonoro difundido 131. El contenido verbal del mensaje difundido 151 puede ser así sincronizado con el contenido verbal de origen 111 y la comparación de los dos puede ser efectuada "palabra a palabra", haciendo así que sea más rápida y más precisa la etapa de comparación.

[0046] Por ejemplo, la palabra de enésimo rango, tal como la define el marcador de sincronización, salida del módulo de reconocimiento vocal de la etapa 150 es comparada con la palabra de igual rango en el contenido verbal de origen 111. Si las dos palabras son idénticas, es incrementado un contador. La relación del valor de este contador al número de palabras del contenido verbal de origen, para una duración predeterminada, es una posible medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión. Al no tener el módulo de reconocimiento vocal que analizar y comparar el fragmento sonoro recibido con el conjunto de su diccionario, sino solamente con la palabra candidata identificada por el marcador de sincronización, dicho módulo de reconocimiento vocal puede ejecutar su tarea de manera más precisa y más rápida.

[0047] Se hace ahora referencia a la figura 3 para describir un modo de ejecución preferencial del procedimiento, en forma de un tercer modo de ejecución.

[0048] Las etapas 110 a 150 son idénticas a las etapas de igual referencia descritas anteriormente. Sin embargo, a la salida de la etapa 120 de elaboración del mensaje sonoro de origen 121, éste es transmitido a una nueva etapa 155 de reconocimiento vocal que es en su funcionamiento idéntica a la etapa 150. El módulo de reconocimiento vocal de la etapa 155 restituye entonces un contenido verbal restituido 112 del mensaje sonoro de origen 121. Este contenido es entonces comparado en la etapa 160 con el contenido verbal restituido 151 del mensaje sonoro difundido 131 para sacar de ello los indicadores descritos anteriormente. Entonces se calcula una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora 40 realizando una selección o una combinación de estos indicadores.

[0049] En este modo de ejecución preferencial, ya no es necesario imponerle una restricción al contenido verbal de origen 111 del mensaje sonoro de origen. En efecto, sea cual fuere este contenido, el mismo será restituído por el módulo de reconocimiento vocal de la etapa 155 para ser comparado con el contenido verbal restituído 151 del mensaje sonoro difundido 131.

5 **[0050]** Las etapas 150 y 155 pueden ventajosamente desarrollarse de manera síncrona y la comparación de la etapa 160 puede efectuarse en tiempo real. Por ende, en presencia de un mensaje sonoro de origen 121 en flujo continuo, difundido por el dispositivo de difusión sonora 40, el nivel de inteligibilidad podrá ser medido en continuo, por ejemplo calculando la combinación de los indicadores en un periodo deslizante de los 30 o 50 últimos segundos.

10 **[0051]** Este modo preferencial es particularmente ventajoso puesto que permite medir el nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora 40 en presencia del público sin que el mismo sea estorbado por esta operación. En efecto, en los métodos de la técnica anterior, y particularmente con los métodos llamados objetivos, la estridencia y la amplitud de las señales sonoras utilizadas hace que resulte incómoda, o incluso imposible, la medición en presencia de público. Ahora bien, el propio público es una variable a tomar en cuenta, puesto que influye en gran medida en el ruido de fondo que se genera, en la atenuación de ciertas frecuencias y en la modificación de las reverberaciones, por ejemplo. Una estación de tren o una estación de metro vacía no presenta las mismas propiedades acústicas como el mismo sitio atestado a la llegada de un tren.

15 **[0052]** En adelante y gracias al procedimiento según la invención puede pensarse en efectuar una medición del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora de una estación de tren a una hora de gran afluencia, al tener lugar la llegada de un tren cuando el ruido ambiente generado llega a ahogar ciertas frecuencias o cuando la presencia del tren modifica las condiciones de eco midiendo en continuo el nivel de inteligibilidad de una emisión radiofónica esencialmente verbal o de los mensajes de servicio, por ejemplo.

20 **[0053]** El procedimiento de medición según la invención puede emplearse igualmente para la puesta a punto de una prótesis auditiva. Una prótesis de este tipo es en general ajustada por el especialista en acústica de forma tal que la amplificación sonora que le proporcione al paciente permita compensar anomalías de la curva de respuesta en frecuencia de la oreja del mismo, medida por el facultativo. Sin embargo, esta corrección no siempre permite satisfacer al paciente, que a menudo se queja de problemas de comprensión. Viene entonces a continuación un ciclo de puesta a punto de la prótesis, recurriendo al paciente y al facultativo, pudiendo dicho ciclo resultar largo, costoso y desagradable para el paciente. Poniendo en serie un filtro representativo de las anomalías de la curva de respuesta en frecuencia de la oreja a equipar y la prótesis y considerando a este conjunto como el dispositivo de difusión sonora, resulta entonces posible gracias al procedimiento de la invención medir el nivel de inteligibilidad resultante para el paciente.

25 **[0054]** La figura 4 representa un aparato 41 de medición del nivel de inteligibilidad según la invención en presencia de un dispositivo de difusión sonora 40.

30 **[0055]** El dispositivo de difusión sonora 40 comprende por ejemplo un amplificador 401 y una pluralidad de altavoces 402. El amplificador 401 posee una entrada analógica 403 adecuada para recibir una señal que representa a un mensaje sonoro de origen.

35 **[0056]** El aparato de medición 41 comprende un micrófono 411 que es apto para ser situado en las inmediaciones de uno o varios altavoces 402, en una posición susceptible de ser ocupada por un oyente. El micrófono 411 está conectado a un módulo de captura y de numerización 415, como por ejemplo un convertidor analógico-numérico que equipa a una tarjeta de adquisición sonora. Este módulo le suministra una señal representativa del mensaje sonoro difundido 131 a un módulo de reconocimiento vocal 418.

40 **[0057]** Un lector 414 de soportes de registro 420 y/o de las memorias internas 416 tales como un disco duro o una memoria RAM, ROM, etc., así como un calculador 412 están previstos para gestionar el funcionamiento del aparato y ejecutar los cálculos necesarios para la medición a efectuar. El aparato comprende asimismo un visualizador 417 adecuado para visualizar los resultados de la medición.

45 **[0058]** Ventajosamente, puede así reunirse en un solo soporte de registro 420, como por ejemplo un disco óptico o una CD-ROM o bien también una tarjeta de memoria, el conjunto de los ficheros de instrucciones y de datos que permite el empleo del aparato. Así, pueden encontrarse ahí por ejemplo el mensaje sonoro de origen 121 en forma de un fichero de tipo sonoro tal como un fichero MP3, el contenido verbal de origen 111 de este mensaje en forma de un fichero de texto, los datos de aprendizaje 152 relativos al mensaje 121 para el módulo de reconocimiento vocal 418, y las instrucciones de programa en forma de ficheros ejecutables por el calculador 412 para permitir la ejecución del procedimiento de medición de la inteligibilidad.

50 **[0059]** Los medios de memoria 414, 416 están igualmente adaptados para suministrarle a un módulo de salida analógica 413, como por ejemplo un convertidor numérico-analógico, informaciones numéricas adecuadas para permitir la elaboración de una señal representativa del mensaje sonoro de origen 121.

55 **[0059]** Los medios de memoria 414, 416 están igualmente adaptados para suministrarle a un módulo de salida analógica 413, como por ejemplo un convertidor numérico-analógico, informaciones numéricas adecuadas para permitir la elaboración de una señal representativa del mensaje sonoro de origen 121.

- 5 [0060] El aparato de medición 41 incluye asimismo un generador de señales de sincronización 419 adaptado para cooperar con el módulo de salida analógica 413 e insertar marcadores de sincronización 125 en el mensaje sonoro de origen 121 en emplazamientos predefinidos del contenido verbal de origen 111. En este caso, el módulo de reconocimiento vocal 418 está adaptado para detectar dichos marcadores y sincronizar el contenido verbal restituído del mensaje sonoro difundido con el contenido verbal de origen.
- 10 [0061] El módulo de salida analógica 413 está a su vez conectado a la entrada analógica 403 del amplificador 401 para transmitirle la señal representativa del mensaje sonoro de origen 121.
- 15 [0062] El funcionamiento del aparato 41 es conforme al procedimiento de medición anteriormente descrito. A partir de los datos leídos en la CD-ROM 420 por el lector 414 o de los datos contenidos en los medios de memoria interna 416, el módulo de salida analógica elabora el mensaje sonoro de origen 121, provisto dado el caso de marcadores de sincronización 125, que es transmitido a la entrada 403 del amplificador 401. Este mensaje es entonces difundido por los altavoces 402 en el ambiente del dispositivo de difusión sonora 40, como por ejemplo una sala de conferencias. El micrófono 411 se sitúa en las inmediaciones de uno o varios de los altavoces 402, en una posición susceptible de ser ocupada por un oyente, en el sitio donde se desea medir el nivel de inteligibilidad del conjunto. El mensaje sonoro difundido 131 capturado por el micrófono 411 y tratado por el módulo de captura y de numerización 415 es transmitido al módulo de reconocimiento vocal 418, que restituye su contenido verbal 151, completado dado el caso por la indicación del rango de los elementos de su contenido salido de la interpretación de los marcadores de sincronización 125 en el mensaje sonoro difundido. Este contenido verbal 151 del mensaje difundido es utilizado por el calculador 412, dado el caso con el contenido verbal de origen 111 del mensaje sonoro de origen leído en la CD-ROM, para calcular la medida del nivel de inteligibilidad y visualizarla en el visualizador 417.
- 20 [0063] La figura 5, en la que referencias idénticas remiten a los elementos idénticos a los de la figura 4, representa igualmente un aparato de medición más particularmente adaptado para la puesta en ejecución del procedimiento de medición según el modo de ejecución preferencial del mismo. El aparato de medición comprende un módulo 52 de elaboración del mensaje sonoro de origen, eventualmente separable del cuerpo del aparato, que comprende una pluralidad de fuentes sonoras tales como un micrófono 521 o un lector de CD-ROM 522 o bien también un módulo de síntesis vocal (no representado) aptos para suministrarle alternativamente al módulo de salida analógica 413 un mensaje sonoro de origen 121 en continuo. Este mensaje sonoro de origen 121 es transmitido por una parte al dispositivo de difusión sonora 40 y por otra parte a un segundo módulo de captura y de numerización 515 y luego a un segundo módulo de reconocimiento vocal 518. Este segundo módulo de reconocimiento vocal 518 le suministra al calculador 412 un contenido verbal restituído 112 del mensaje sonoro de origen 121 que permite tratar de manera comparativa el contenido verbal restituído 151 del mensaje sonoro difundido 131. El resultado de la comparación permite así calcular como se ha visto anteriormente una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora 40 y visualizarla por medio del visualizador 417.
- 25 [0064] Se entiende que esta descripción se da a título de ejemplo ilustrativo, y que el experto en la materia podría aportar al mismo numerosas modificaciones sin por ello salir fuera del alcance de la invención, tales como por ejemplo sustituir la señal analógica entre el aparato 41 y el dispositivo de difusión sonora 40 por un enlace numérico transportado, dado el caso, por una fibra óptica a fin de minimizar ciertos problemas de parasitaje y mejorar la calidad de transmisión, o bien también a fin de utilizar un solo módulo de reconocimiento vocal haciendo secuencialmente uso del mismo, en lugar de utilizar dos en paralelo.
- 30 [0065] Del mismo modo, el aparato de medición 41 puede ser realizado por medio de un ordenador personal convenientemente programado por comprender elementos tales como una tarjeta de sonido adaptada para capturar o emitir mensajes sonoros con una calidad suficiente.
- 35
- 40
- 45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medición del nivel de inteligibilidad (170) de un dispositivo de difusión sonora (40) que comprende las etapas siguientes:
 - definición (110) de un contenido verbal de un mensaje vocal, llamado contenido verbal de origen (111),
 - elaboración (120) de un mensaje sonoro, llamado mensaje sonoro de origen (121), a partir de dicho contenido verbal de origen,
 - difusión (130) de dicho mensaje sonoro de origen (121) por parte del dispositivo de difusión sonora (40),
 - captura (140) a la salida del dispositivo de difusión de un mensaje sonoro difundido (131),
 - transmisión (150) de dicho mensaje sonoro difundido (131) a un módulo de reconocimiento vocal (418) adaptado para restituir un contenido verbal (151) del mensaje sonoro difundido (131),
 - análisis (160) del contenido verbal (151) del mensaje sonoro difundido restituido por parte del módulo de reconocimiento vocal por comparación del mismo con el contenido verbal de origen (111), y
 - cálculo de una medida del nivel de inteligibilidad (170) del dispositivo de difusión sonora (40) a partir de este análisis.

caracterizado por el hecho de que se insertan en el mensaje sonoro de origen (121) marcadores de sincronización (125) en emplazamientos predefinidos del contenido verbal de origen, y **de que** el reconocimiento vocal se efectúa de manera dependiente en función de la posición de dichos marcadores de sincronización en el mensaje sonoro difundido (131).
2. Procedimiento de medición según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** el mensaje sonoro de origen (121) es un mensaje predeterminado, y **de que** el módulo de reconocimiento vocal se adapta mediante adición de datos de aprendizaje (152) relativos a dicho mensaje sonoro de origen.
3. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** a la salida de la etapa de elaboración (120) el mensaje sonoro de origen (121) es transmitido a un segundo módulo de reconocimiento vocal (518), y **de que** el análisis del contenido verbal (151) del mensaje sonoro difundido (131) restituido por el primer módulo de reconocimiento vocal (418) se efectúa por comparación con el contenido verbal (112) del mensaje sonoro de origen (121) restituido por el segundo módulo de reconocimiento vocal (518).
4. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por el hecho de que** la medida del nivel de inteligibilidad es obtenida por medio de una combinación de indicadores tomados de entre los miembros del grupo que consta de una tasa de reconocimiento, una tasa de sustitución, una tasa de supresión y una tasa de inserción, siendo cada indicador calculado para una duración predeterminada de mensaje de origen.
5. Procedimiento de medición según la reivindicación 4, **caracterizado por el hecho de que** la duración predeterminada corresponde a una duración de mensaje comprendida entre 30 y 50 segundos.
6. Procedimiento de medición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, adaptado para la puesta a punto de una prótesis auditiva, **caracterizado por el hecho de que** se utiliza a título de dispositivo de difusión sonora (40) dicha prótesis auditiva en serie con un filtro que presenta una curva de respuesta en frecuencia idéntica a la de una oreja a equipar, y **de que** se mide el nivel de inteligibilidad de dicho dispositivo.
7. Aparato (41) de medición del nivel de inteligibilidad de un dispositivo de difusión sonora (40), **caracterizado por el hecho de que** incluye:
 - un generador de señales de sincronización (419) adaptado para insertar marcadores de sincronización (125) en un mensaje sonoro de origen (121) en emplazamientos predefinidos de un contenido verbal de origen (111),
 - al menos una salida analógica (413) adaptada para transmitir un mensaje sonoro de origen (121) con destino al dispositivo de difusión sonora (40),
 - al menos un micrófono (411) asociado a un módulo de captura y de numerización (415), adaptado para capturar un mensaje sonoro difundido (131) por dicho dispositivo de difusión sonora,
 - al menos un módulo de reconocimiento vocal (418) adaptado para detectar dichos marcadores (125) de sincronización, restituir un contenido verbal (151) del mensaje sonoro difundido a partir del mensaje sonoro difundido (131) capturado por el módulo de captura (415), y sincronizar el contenido verbal (151) restituido del mensaje sonoro difundido (131) con el contenido verbal de origen (111),
 - un módulo de cálculo (412) adaptado para analizar dicho contenido verbal (151) y calcular una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora,
 - un visualizador (417) adaptado para visualizar dicha medida.
8. Aparato de medición (41) según la reivindicación 7, **caracterizado por el hecho de que** incluye además un lector (414) de soportes de registro (420) y/o de los medios de memoria interna (416) adaptados para leer y registrar ficheros representativos del mensaje sonoro de origen, del contenido verbal de dicho mensaje y de los datos de aprendizaje del módulo de reconocimiento vocal.

9. Aparato de medición según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado por el hecho de que** incluye además un módulo (52) de elaboración del mensaje sonoro de origen que coopera con el módulo de salida analógica (413) para transmitir un mensaje sonoro de origen con destino al dispositivo de difusión sonora.
- 5 10. Aparato de medición según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** el módulo (52) de elaboración del mensaje sonoro de origen comprende al menos uno de los miembros del grupo que consta de un micrófono (521), un lector de soportes de registro (522) o un módulo de síntesis de la palabra.
- 10 11. Aparato de medición según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por el hecho de que** incluye un segundo módulo de captura y numerización (515) y un segundo módulo de reconocimiento vocal (518) que están adaptados para cooperar con la salida analógica (413) y restituir un contenido verbal restituido (112) del mensaje sonoro de origen (121), y **de que** el módulo de cálculo (412) está adaptado para comparar dicho contenido verbal restituido (112) del mensaje sonoro de origen y un contenido verbal (151) del mensaje sonoro difundido y calcular una medida del nivel de inteligibilidad del dispositivo de difusión sonora a partir de dicha comparación.
- 15

Fig 1

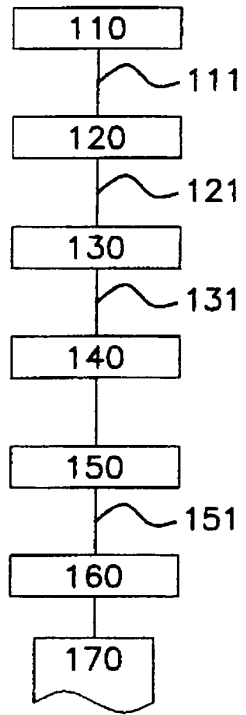


Fig 3

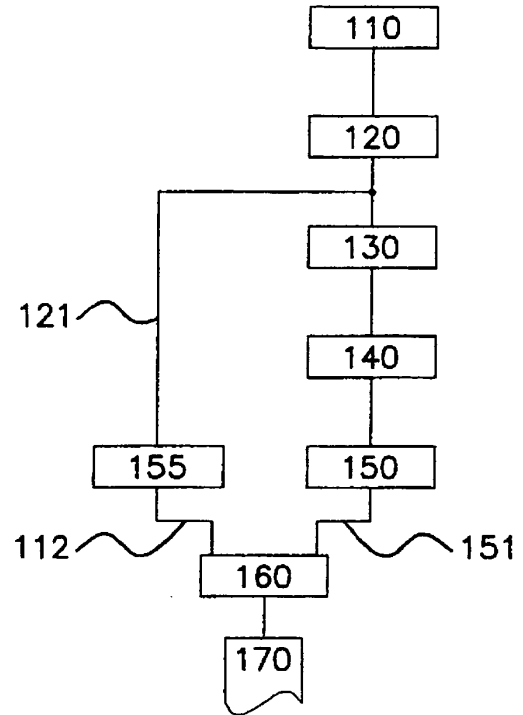


Fig 2a

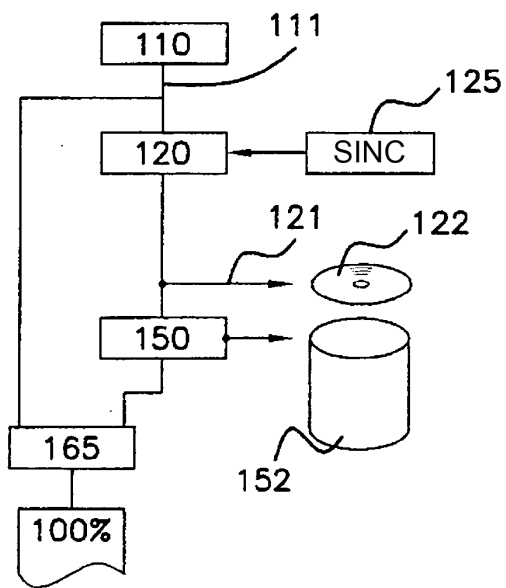


Fig 2b

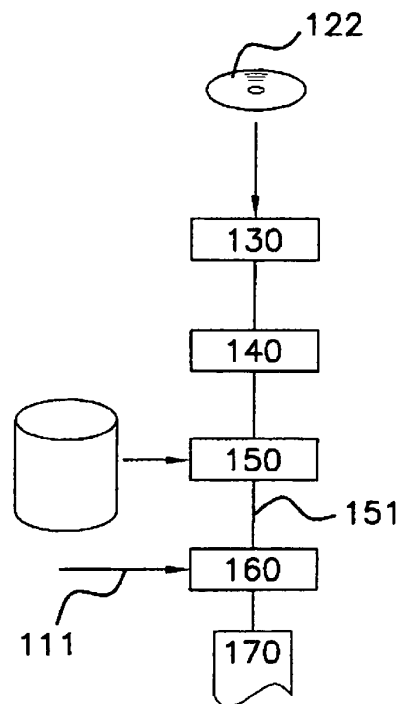


Fig 4

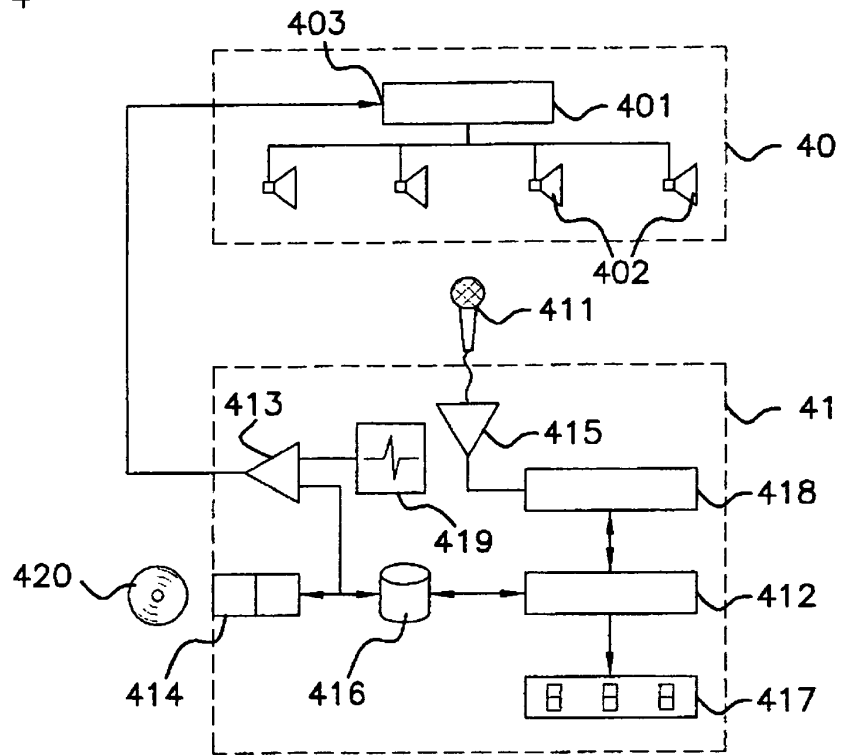


Fig 5

