

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2009.06.05</b>	(73) Titular(es): <b>ARCHEAN TECHNOLOGIES (SOCIÉTÉ PAR ACTIONS SIMPLIFIÉE) 721 AVENUE DE BEAUSOLEIL 82000 MONTAUBAN</b>	<b>FR</b>
(30) Prioridade(s): <b>2008.06.19 FR 0803435</b>	<b>ANTOINE WILHELM-JAURÉGUIBERRY</b>	<b>FR</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2009.12.23</b>		
(45) Data e BPI da concessão: <b>2011.08.17 226/2011</b>	(72) Inventor(es): <b>ANTOINE WILHELM-JAURÉGUIBERRY XAVIER AUMONT</b>	<b>FR FR</b>
	(74) Mandatário: <b>MARIA MANUEL RAMOS LUCAS LARGO DE S. DOMINGOS N.º 1 2910-092 SETÚBAL</b>	<b>PT</b>

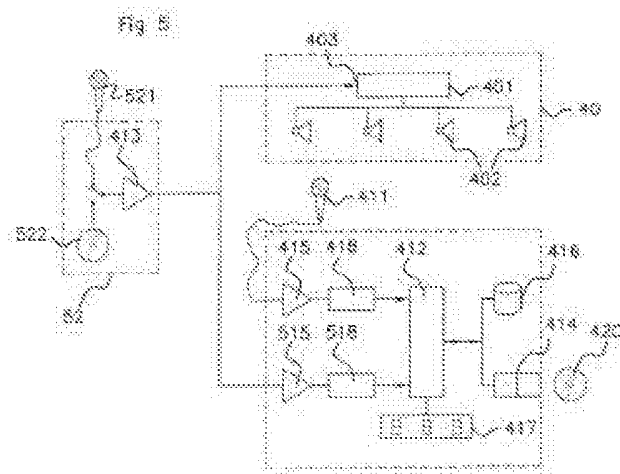
(54) Epígrafe: **MÉTODO E APARELHO PARA MEDIR A INTELIGIBILIDADE DE UM DISPOSITIVO DE DIFUSÃO DE SOM**

(57) Resumo:

O MÉTODO ENVOLVE A DEFINIÇÃO DE UM CONTEÚDO VERBAL DE UMA MENSAGEM VOCAL, E DESENVOLVENDO UMA MENSAGEM SONORA A PARTIR DO CONTEÚDO VERBAL. A MENSAGEM DE SOM É TRANSMITIDA POR UM DISPOSITIVO DE RADIODIFUSÃO SONORA (40). A MENSAGEM DE SOM TRANSMITIDA É CAPTURADA NUMA SAÍDA DO DISPOSITIVO DE RADIODIFUSÃO. A MENSAGEM DE SOM TRANSMITIDA É TRANSMITIDA A UM MÓDULO DE RECONHECIMENTO VOCAL (418) PARA RESTITUIR O CONTEÚDO VERBAL DA MENSAGEM DE SOM TRANSMITIDA. O CONTEÚDO VERBAL DA MENSAGEM TRANSMITIDA É ANALISADA E UM NÍVEL DE INTELIGIBILIDADE DO DISPOSITIVO DE TRANSMISSÃO É MEDIDA A PARTIR DA ANÁLISE. REIVINDICAÇÕES INDEPENDENTES TAMBÉM ESTÃO INCLUÍDAS PARA O SEGUINTE: (1) UM APARELHO PARA MEDIR UM NÍVEL DE INTELIGIBILIDADE DE UM DISPOSITIVO DE RADIODIFUSÃO SONORA (2) UM MEIO DE INFORMAÇÃO REMOVÍVEL PARA IMPLEMENTAR UM MÉTODO DE MEDIÇÃO DE NÍVEL DE INTELIGIBILIDADE.

## Resumo

O método envolve a definição de um conteúdo verbal de uma mensagem vocal, e desenvolvendo uma mensagem sonora a partir do conteúdo verbal. A mensagem de som é transmitida por um dispositivo de radiodifusão sonora (40). A mensagem de som transmitida é capturada numa saída do dispositivo de radiodifusão. A mensagem de som transmitida é transmitida a um módulo de reconhecimento vocal (418) para restituir o conteúdo verbal da mensagem de som transmitida. O conteúdo verbal da mensagem transmitida é analisada e um nível de inteligibilidade do dispositivo de transmissão é medida a partir da análise. Reivindicações independentes também estão incluídas para o seguinte: (1) um aparelho para medir um nível de inteligibilidade de um dispositivo de radiodifusão sonora (2) um meio de informação removível para implementar um método de medição de nível de inteligibilidade.



## Descrição

Método e aparelho para medir a inteligibilidade de um dispositivo de difusão de som

A invenção refere-se a um método de medida do nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão de som, um aparelho de medida do nível de inteligibilidade, assim como um suporte de registo que permite a implementação do método através de um dispositivo informático, tal como um computador pessoal.

É comum utilizar-se dispositivos de difusão de som para difundir uma mensagem para uma ou várias pessoas, em formas e ambientes muito variados. Podemos citar, por exemplo, dispositivos de sonorização de batimentos, ou os que se encontram nos meios de transporte (aviões, comboios, ...) ou ainda aqueles utilizados no ar, como em feiras ou outras manifestações equivalentes. Também se pode entender por dispositivo de difusão de som, os dispositivos que utilizam transdutores eletroacústicos para transmitir uma mensagem de voz, tal como nos telefones ou outros aparelhos semelhantes, aparelhos de ajuda auditiva ou ainda aparelhos de guia de voz.

É necessário, para se garantir a adequação do aparelho ao seu objetivo, verificar-se se uma mensagem difundida pelo dispositivo é inteligível, isto é, se está adequada a ser compreendida, dentro das inúmeras condições de escuta e de

ambientes de serviço bastante diversos do dispositivo, como por exemplo, o ruído ambiente, as vibrações sonoras, etc.

Existem dois tipos de métodos para avaliar o nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão de som:

- Os métodos ditos objetivos, tais como os descritos na patente US 2005/ 0135637, que utiliza os métodos normalizados, segundo os quais um sinal sonoro de referência (por exemplo, ruído branco ou ruído rosa) é modulado em amplitude nos diferentes valores e frequências de modulação, sendo esse sinal difundido pelo menos por um altifalante do dispositivo de difusão de som que se quer medir, depois capturado por um microfone e analisado em relação, por exemplo à profundidade de modulação nas diferentes bandas de frequência entre o sinal de origem e o sinal difundido e capturado. Esses métodos, oferecem a vantagem de revelar medidas reproduzíveis, não utilizam a mensagem com conteúdo verbal e apresentam apenas uma aproximação do objetivo pretendido de avaliar a amplitude que deve ser compreendida na mensagem difundida.
- Os métodos ditos subjetivos visam diminuir os inconvenientes, apelando a uma audiência que deve avaliar a inteligibilidade do dispositivo, até que esteja aperfeiçoado. Para isso, os métodos normalizados prevêm listas de palavras (método de contar palavras foneticamente equilibradas) ou textos (método de teste de rima modificada) que são difundidas pelo dispositivo que se pretende avaliar no destino do painel da audiência. No entanto, para evitar demasiada subjetividade nessa avaliação, é

conveniente efectuar vários testes, em que se alterna a audiência e as mensagens difundidas, o que torna esta avaliação longa e dispendiosa para um resultado em que o nível de reprodução pode estar sujeito a um depósito.

São igualmente conhecidas as patentes DE 3708 002, US 6 275 797 e US 2004/ 0158431 com métodos de teste, respetivamente de transcodificadores vocais, linhas de comunicação ou um aparelho auditivo, no qual se transmite um sinal de voz através de uma primeira voz perturbada e depois tratada através de um dispositivo de reconhecimento de voz para ser comparada, sob a forma de texto, com o mesmo sinal não perturbado e tratado por um dispositivo de reconhecimento de voz análogo ou idêntico.

A presente invenção tem portanto o objetivo de propor um método e um aparelho de medir o nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão de som que não apresenta os inconvenientes da técnica anterior e que permita obter uma medida rápida, reproduzível e representativa da capacidade de ser compreendida numa mensagem verbal difundida.

De modo a alcançar o seu objetivo, a invenção refere-se a um método de medida do nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão de som que compreende as seguintes etapas:

- definição de um conteúdo verbal de uma mensagem de voz, sendo o referido conteúdo verbal de origem,
- elaboração de uma mensagem sonora, sendo a referida mensagem sonora de origem, a partir do referido conteúdo verbal de origem,

- difusão da referida mensagem sonora de origem através do dispositivo de difusão sonora,
- captura, à saída do dispositivo de difusão, de uma mensagem sonora difundida,
- transmissão da referida mensagem sonora difundida para um módulo de reconhecimento de voz adaptado para restituir um conteúdo verbal da mensagem sonora difundida,
- análise do conteúdo verbal da mensagem difundida, restituída pelo módulo de reconhecimento de voz para comparação desta com o conteúdo verbal de origem, e
- cálculo de uma medida de nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora, a partir desta análise.

De acordo com o método de medida da invenção, os marcadores de sincronismo são inseridos na mensagem sonora de origem, em locais predefinidos do conteúdo verbal de origem e o reconhecimento de voz é submetido, em função da posição dos referidos marcadores de sincronismo na mensagem difundida. O conteúdo verbal da mensagem difundida pode ser assim sincronizado com o conteúdo verbal de origem e a comparação dos dois pode ser efetuada “palavra a palavra”, tornando assim a etapa de comparação mais rápida e mais precisa.

De acordo com uma característica vantajosa da invenção, a mensagem de origem é uma mensagem predeterminada e o módulo de reconhecimento de voz está adaptado através de dados de aprendizagem, relativos à referida mensagem de origem.

Numa outra realização do método de medida, de acordo com a invenção, depois da etapa de elaboração, a mensagem de origem é transmitida para um segundo módulo de reconhecimento de voz e a análise do conteúdo verbal da mensagem difundida, restituída pelo primeiro módulo de reconhecimento de voz, é efetuada por comparação com o conteúdo verbal da mensagem de origem restituída pelo segundo módulo de reconhecimento de voz.

De acordo com uma característica vantajosa do método de medida, de acordo com a invenção, a medida do nível de inteligibilidade é obtida através da combinação de indicadores tomados a partir de um valor de reconhecimento, um valor de substituição, um valor de supressão e um valor de inserção, sendo cada indicador calculado através de uma duração predeterminada da mensagem de origem. Mais precisamente, a duração predeterminada corresponde a uma duração de mensagem de entre 30 e 50 segundos.

De acordo com uma outra característica do método de medida da invenção, particularmente adaptada para a fixação de próteses auditivas, utiliza-se, a título do dispositivo de difusão sonora, a referida prótese auditiva em série com um filtro, que apresenta uma curva de resposta com uma frequência idêntica àquela de um ouvido que vai levar um aparelho e mede-se o nível de inteligibilidade do referido dispositivo. É de facto frequente que um paciente, cujo ouvido deve levar um aparelho, se queixe de falta de inteligibilidade, mesmo depois de a prótese ter sido regulada para compensar as falhas da curva de resposta com a frequência do seu ouvido. Deste modo, ao medir-se diretamente o nível de inteligibilidade, de modo a que seja

percebido pelo paciente, pode afinar-se a prótese para maximizar esse nível sem haver necessidade de chamar o paciente.

A invenção propõe igualmente um aparelho de medida do nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão sonora, de acordo com a reivindicação 7.

Como vantagem e de acordo com a invenção, o aparelho compreende um outro leitor de suportes de registo e/ ou de meios de memória interna adaptados para ler e registar os ficheiros representativos da mensagem sonora de origem, do conteúdo verbal da referida mensagem e dos dados de aprendizagem do módulo de reconhecimento de voz.

Como vantagem e de acordo com a invenção, o aparelho pode igualmente compreender um módulo de elaboração da mensagem sonora de origem que coopera com a saída analógica para transmitir uma mensagem sonora de origem para o destino do dispositivo de difusão sonora, compreendendo um, pelo menos um microfone, um leitor de suportes de registo ou um módulo de síntese de palavras.

Como vantagem e de acordo com a invenção, o aparelho de medida compreende um segundo módulo de receção e de numeração, assim como um segundo módulo de reconhecimento de voz, adaptados para cooperar com a saída analógica e restituir um conteúdo verbal restituído da mensagem sonora de origem. Neste caso, o módulo de cálculo está adaptado para comparar o referido conteúdo verbal restituído da



mensagem sonora de origem e um conteúdo verbal da mensagem sonora difundida e calcular uma medida de nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora, a partir da referida comparação.

A invenção refere-se igualmente a um suporte de registo - em especial, do tipo amovível (CD - ROM, DVD, USB, cartão de memória...) - para a implementação do método de medida com o auxílio de um dispositivo informático, do tipo de um computador pessoal, por exemplo. O suporte contém pelo menos um ficheiro de tipo sonoro que representa a mensagem sonora de origem, um ficheiro de tipo texto associado que representa o conteúdo verbal da mensagem sonora de origem e um ficheiro de dados de aprendizagem do módulo de reconhecimento de voz associado à mensagem sonora de origem. Deste modo, um computador pessoal que tenha um programa de reconhecimento de voz apropriado pode ser simplesmente programado para executar o método de medida. Como vantagem, o suporte de registo pode conter igualmente instruções de programa adaptadas para programar um módulo de reconhecimento de voz e executar o cálculo de medida de inteligibilidade.

A invenção refere-se igualmente a um método e a um aparelho de medida de inteligibilidade de um dispositivo de difusão sonora e a um suporte de registo caracterizados pela combinação por todas ou por parte das características mencionadas anteriormente ou a seguir.

Outros objetivos, características e vantagens da invenção serão apresentados na seguinte descrição e nas ilustrações anexas, nas quais:

- A figura 1 representa um fluxograma esquemático das etapas do método da invenção,
- As figuras 2a e 2b representam esquematicamente duas secções complementares do método, de acordo com uma segunda realização,
- A figura 3 representa um fluxograma esquemático das etapas do método, de acordo com uma terceira realização.
- A figura 4 representa esquematicamente um aparelho de medida, de acordo com a invenção, adaptado para a implementação do método, de acordo com uma terceira realização.

A figura 1 representa em 110 uma etapa de definição do conteúdo verbal de uma mensagem a difundir, sendo o referido conteúdo verbal de origem 111. Essa definição pode ser feita servindo-se de diferentes normas que existem para a escolha de palavras (por exemplo, de acordo com o método de decomposição de palavras foneticamente equilibradas) ou de frases (por exemplo, de acordo com o método de teste de rimas modificadas) particulares, ou ainda, basear-se em mensagem tipo que são ou serão difundidas através de um dispositivo sonoro 40 (figura 4) e cuja inteligibilidade é avaliada. Essa etapa de definição não é necessariamente efectuada em todas as vezes que se implementa o método. Com efeito, pode ser suficiente definir uma vez para toda uma série de conteúdos que cobrem o essencial das necessidades e para as normalizar.

O conteúdo verbal de origem 111 é de seguida transmitido para uma etapa de elaboração 120 de uma mensagem sonora que irá servir de mensagem sonora de origem 121 para testar o dispositivo de difusão sonora 40. Esta etapa 120 pode, tal como a anterior, não seguir todas as etapas do método. Por exemplo, um conteúdo verbal de origem 111 normalizado poderá ser lida em voz alta por um orador e ser registado num suporte de registo 122 (figura 2a) sob a forma de um ficheiro sonoro analógico ou numérico. Nesse caso, apenas a revisão do ficheiro sonoro será necessária em cada execução. Numa outra variante, a etapa 120 poderá ser efetuada em cada transmissão de um ficheiro de texto que represente o conteúdo verbal de origem 111 para um módulo de síntese de voz que irá elaborar a mensagem sonora, a partir desse ficheiro.

A mensagem sonora de origem 121 é então transmitida para a etapa 130, na qual é enviada para o dispositivo de difusão sonora 40 para ser difundida, por exemplo, numa sala de conferências, na qual se pretende medir o dispositivo de difusão sonora. É importante salientar que deve entender-se o termo difusão sonora como incluindo de todas as vezes, o dispositivo que vai gerar as ondas sonoras através de transdutores eletromecânicos como altifalantes, por exemplo, mas igualmente o ambiente do dispositivo, que pode compreender uma sala com condições eventualmente modificadoras do eco, reverberações e/ ou de atenuação, ou ainda, condições ao ar livre submetidas a variações do vento, etc.

A mensagem sonora difundida 131 pode ser deste modo deformada relativamente à mensagem sonora de origem 121,

quer devido a causas de características intrínsecas do dispositivo de difusão sonora 40, quer devido às condições de ambiente presentes aquando da sua difusão.

A mensagem sonora difundida 131 é então capturada na etapa 140, por exemplo, através de um microfone 411 (figura 4) associado a um módulo de captura e de numeração, como por exemplo, um conversor analógico - numérico que inclui uma cartão de aquisição sonora e é transformada num ficheiro sonoro numerado e registado, tão fielmente quanto possível relativamente à mensagem sonora difundida.

Após a etapa 150, a mensagem difundida é então transmitida (nessa forma) para um módulo de reconhecimento de voz. Esses módulos são bem conhecidos neste campo, assim como o módulo proposto pela sociedade italiana LOQUENDO.

Um módulo de reconhecimento de voz tem como função principal, restituir um conteúdo verbal correspondente a uma mensagem sonora, em geral sob a forma de um ficheiro de texto que compreende uma lista de palavras reconhecidas pelo módulo de reconhecimento de voz, assim como, por cada palavra, uma série de informações complementares, de tal forma que uma datação do momento em que a palavra foi reconhecida, é uma estimativa da probabilidade de a palavra reconhecida concordar na realidade com a parte da mensagem sonora correspondente.

Na etapa 150, a mensagem sonora difundida 131 é analisada pelo módulo de reconhecimento verbal que distribui um

conteúdo verbal restituído 151 da mensagem sonora difundida. Esse conteúdo verbal restituído 151 é então transmitido para a etapa 160 na qual ele é analisado para aí fazer uma medição do nível de inteligibilidade 170 do dispositivo de difusão sonora 40.

A análise realizada na etapa 160 pode ser de dois tipos, intrínseca ou comparativa.

Numa primeira realização do método de medida, a estimativa de probabilidade fornecida pelo módulo de reconhecimento de voz por cada palavra é usado para identificar, através da combinação de probabilidades, um indicador de pertinência representativo da probabilidade de a mensagem sonora difundida 131 ter sido compreendida de forma coerente pelo módulo de reconhecimento de voz. De facto, logo que uma palavra da mensagem sonora de origem 121 é deformada pelo dispositivo de difusão sonora e se encontra deste modo, na mensagem sonora difundida 131, podem suceder-se várias situações:

- A palavra não foi reconhecida pelo módulo de reconhecimento de voz, e não foi, por isso, proposta nenhuma palavra no conteúdo verbal restituído 151 ou, mais exatamente, uma série de símbolos acordados sinalizam essa ausência de reconhecimento e a estimativa de probabilidade para essa palavra é nula.
- Várias palavras candidatas podem corresponder à parte da mensagem sonora difundida a considerar. O módulo de reconhecimento de voz propõe então aquela cuja probabilidade é mais forte. A diferença entre essa probabilidade e o valor 1 corresponde ao risco que

poderia ter um auditor de escolher uma palavra ao invés de outra.

- Enfim, a palavra pode ter sido corretamente reconhecida pelo módulo de reconhecimento de voz e a sua probabilidade de corresponder à parte da mensagem sonora difundida considerada, é próximo de 1.

Deste modo, ao combinarem-se as estimativas de probabilidades de cada palavra, por exemplo, ao realizar-se a média para produzir uma probabilidade resultante, obtém-se um indicador de pertinência que é tão próximo do valor 1 que as palavras, que constituem a mensagem difundida 131, foram bem “compreendidas” pelo módulo de reconhecimento de voz. É suficiente comparar então esse indicador de pertinência com uma tabela de referência para dela tirar uma medida de nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora 40.

Como vantagem, o cálculo desse indicador de pertinência é realizado por frações significativas do conteúdo verbal restituído 151 da mensagem sonora difundida para ter em conta um número mínimo de palavras. É, por isso, preferível ter em conta um número de palavras correspondentes a uma duração da mensagem compreendida entre 30 segundos e um minuto, e mais particularmente, aumentar os valores do indicador de pertinência para as durações de 30 e 50 segundos.

De modo a melhorar o método de medida descrito anteriormente, é muito útil fornecer-se dados complementares ao módulo de reconhecimento de voz. A título de exemplo, pode citar-se o fornecimento de um dicionário

das palavras possíveis ou ainda dos dados de aprendizagem gerados pelo próprio módulo de reconhecimento para a série de numerosos testes de reconhecimento de voz.

Por exemplo, logo que o conteúdo verbal de origem corresponda a uma lista de palavras estabelecidas, de acordo com a norma aplicável ao método de decomposição das palavras foneticamente equilibradas, é prático delimitar o dicionário utilizável para esse módulo de reconhecimento de voz a essa lista de palavras. Obtém-se assim um reconhecimento mais rápido e mais preciso.

Ilustra-se agora a utilização de dados de aprendizagem em relação à segunda realização do método, de acordo com a invenção, modo no qual a medida de inteligibilidade recai na comparação entre o conteúdo verbal da mensagem difundida restituída pelo módulo de reconhecimento de voz e o conteúdo verbal de origem.

Está ilustrada na figura 2a, uma primeira secção do método que permite gerar esses dados de aprendizagem.

Na etapa 110, um conteúdo verbal de origem 111 predeterminado é escolhido e, na etapa 120, a mensagem sonora de origem 121 correspondente é registada num suporte 122 e depois transmitida diretamente para a etapa 150 de reconhecimento de voz, sem ser “deformada” pela etapa de difusão. O conteúdo verbal restituído da mensagem sonora de origem é então transmitido para uma etapa de análise 165, que pode ser uma análise intrínseca do mesmo tipo da etapa

160, vista anteriormente ou, então, como se verá de forma mais detalhada, a seguir, uma análise por comparação com o conteúdo verbal de origem 111 a partir da etapa 110. Essas operações são repetidas até que o reconhecimento de voz da mensagem sonora de origem 121 seja completamente aquela que é simbolizada por um resultado de 100%. Nesse momento, o módulo de reconhecimento de voz da etapa 150 já gerou os dados de aprendizagem 152 que são próprios para garantir que se a mensagem sonora difundida 131 não for deformada pelo dispositivo de difusão sonora 40, a medida do nível de inteligibilidade dará um resultado ótimo.

Numa segunda secção do método ilustrado na figura 2b, a mensagem sonora de origem 121 a partir, por exemplo, do suporte de registo 122 é difundida na etapa 130, a mensagem sonora difundida 131 é capturada na etapa 140 e transmitida na etapa de reconhecimento de voz 150. O módulo de reconhecimento de voz recebe os dados de aprendizagem 152 emitidos na secção anterior. Deste modo, a etapa 150 é melhorada e o conteúdo verbal restituído 151 da mensagem sonora difundida 131 pode ser analisado mais claramente na etapa 160.

De acordo com a segunda realização do método de medida da invenção, introduz-se nesta etapa 160, a título de referência, o conteúdo verbal de origem 111 definido na etapa 110, como se indica na seta na figura 2b. Deste modo, a análise feita não é apenas intrínseca, como se viu anteriormente, mas pode igualmente ser de modo comparativo entre a referência (conteúdo verbal de origem 111) e o conteúdo verbal restituído 151, a partir da mensagem sonora difundida 131.



Pode-se então definir e utilizar outros indicadores que permitem avaliar a correspondência entre os dois conteúdos verbais:

- O valor de reconhecimento é definido pelo número de palavras corretamente reconhecidas, em relação ao número de palavras no total,
- O valor de substituição é definido pelo número de palavras substituídas (erradas), em relação ao número de palavras no total,
- O valor de supressão é definido pelo número de palavras suprimidas (em falta), em relação ao número de palavras no total,
- O valor de inserção é definido pelo número de palavras inseridas erradamente, em relação ao número de palavras no total,
- O valor de erro é definido pelo número de erros de todo o tipo, em relação ao número de palavras no total. Deve entender-se que o valor de erro é igual à soma dos valores de substituição, de supressão e de inserção.
- O valor de exatidão é definido pelo valor de reconhecimento, ao qual se subtrai o valor de inserção.

Além disso, por razões de standardização e de reprodução da medida, preferimos definir esses indicadores por uma duração da mensagem predeterminada, por exemplo, compreendida entre 30 segundos e um minuto e, mais particularmente, pelas durações de 30 e 50 segundos.

A medida de inteligibilidade 170 do dispositivo de difusão sonora 40, que resulta da análise da etapa 160 é então

calculada fazendo-se uma seleção ou uma combinação dos indicadores precedentes, através, por exemplo, de uma combinação linear, de uma média quadrada ou de qualquer outro tipo de composição aplicável.

Este modo de análise por comparação entre o conteúdo verbal 151 da mensagem difundida restituída pelo módulo de reconhecimento de voz e o conteúdo verbal de origem 111 utilizado na etapa 160 pode aplicar-se em qualquer conteúdo verbal de origem, que será constituído por uma lista de palavras e frases.

Pode ainda melhorar-se esta segunda realização do método através da sincronização do conteúdo verbal 151 da mensagem difundida e restituída pelo módulo de reconhecimento de voz e o conteúdo verbal de origem 111.

Para isso, na etapa 120, os indicadores de sincronização 125 são inseridos na mensagem sonora de origem 121, nos lugares definidos do conteúdo verbal de origem 111. Por exemplo, o marcador de sincronização 125 pode ser um sinal sonoro tal como um simples "bip" entre cada palavra de uma lista de palavras ou entre cada frase no método das rimas modificadas. O marcador de sincronização pode igualmente ser mais complexo, por exemplo, ao modular-se a frequência ou a amplitude de uma tonalidade para formar um "bip" longo, portador de uma informação mais rica, como um número de classificação da frase ou da palavra seguinte. O marcador de sincronização 125 será adaptado para não ser deformado ao ponto de não ser reconhecível após a difusão da mensagem de origem, na etapa 130, por exemplo,

escolhendo-se uma tonalidade de frequência facilmente detetável e geralmente bem transmitida pelos dispositivos de difusão, por exemplo, uma tonalidade de 2500 Hz.

O reconhecimento de voz da etapa 150 e/ ou a análise da etapa 160 é avaliada em função da posição dos marcadores de sincronização 125 na mensagem sonora difundida 131. O conteúdo verbal da mensagem difundida 151 pode ser assim sincronizado com o conteúdo verbal de origem 111, e a comparação dos dois pode ser feita “palavra a palavra”, tornando assim a etapa de comparação mais rápida e mais precisa.

Por exemplo, a palavra de classificação enésima, tal como definida pelo marcador de sincronização, emitida pelo módulo de reconhecimento de voz da etapa 150 é comparada com a palavra da mesma classificação no conteúdo verbal de origem 111. Se as duas palavras forem identificadas, um contador sobe. A relação de valor desse contador do número de conteúdo verbal de origem, para uma direção predeterminada, é uma medida possível do nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão. O módulo de reconhecimento de voz, não tem nada para analisar e comparar no fragmento sonoro recebido juntamente com o dicionário, mas apenas com a palavra candidata identificada pelo marcador de sincronização, podendo assim realizar a sua tarefa de forma mais precisa e mais rápida.

Iremos agora referir-nos à figura 3 para descrever um modo de realização preferida do método, sob a forma de uma terceira realização.

As etapas 110 à 150 são identificadas pelas etapas com a mesma referência descritas anteriormente. No entanto, na emissão da etapa 120 de elaboração da mensagem sonora de origem 121, esta é transmitida a uma nova etapa 155 de reconhecimento de voz, idêntica no seu funcionamento, à etapa 150. O módulo de reconhecimento de voz da etapa 155 restitui então um conteúdo verbal restituído 112 da mensagem sonora de origem 121. Esse conteúdo é então comparado entre a etapa 160 e o conteúdo verbal restituído 151 da mensagem sonora difundida 131, para tirar os indicadores descritos mais altos. Uma medida do nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora 40 é então calculada ao realizar-se uma seleção ou uma combinação desses indicadores.

Nesta realização preferida, já não é necessário impor uma restrição ao conteúdo verbal de origem 111 da mensagem sonora de origem. De facto, qualquer que seja o seu conteúdo, este será restituído pelo módulo de reconhecimento de voz da etapa 155 para ser comparado com o conteúdo verbal restituído 151 da mensagem sonora difundida 131.

As etapas 150 e 155 podem, como vantagem, desenrolar-se de maneira sincronizada e a comparação da etapa 160 realizar-se-á em tempo real. Por isso, na presença de uma mensagem sonora de origem 121 com um fluxo contínuo, difundido pelo dispositivo de difusão sonora 40, o nível de inteligibilidade poderá ser medido de forma continuada, por exemplo, calculando a combinação de indicadores sobre um período incerto dos últimos 30 ou 50 segundos.

Essa realização preferida é particularmente vantajosa pois permite medir o nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão sonora 40 na presença de público, sem que este seja constrangido por esta operação. De facto, segundo os métodos da técnica anterior, e em particular, com os métodos ditos objetivos, a estridência e a amplitude dos sinais sonoros utilizados tornam impraticável, ou seja impossível, a medida em presença de público. Ou então o próprio público é uma variável a ter em conta, pois ele influencia bastante o barulho de fundo gerado, a atenuação de certas frequências, a modificação das reverberações, por exemplo. Um posto ou uma estação de metro vazia não apresenta as mesmas propriedades acústicas que o mesmo lugar, lotado à chegada de um comboio.

Pode-se, doravante, graças ao método de acordo com a invenção, considerar a realização de uma medida do nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora de uma estação a uma hora de grande influência, à chegada de um comboio, quando o ruído ambiente gerado vem inundar certas frequências, ou quando a presença do comboio modifica as condições do eco, ao medir-se continuamente o nível de inteligibilidade de uma emissão radiofónica essencialmente verbal ou mensagens de serviço, por exemplo.

O método de medida, de acordo com a invenção, pode ser igualmente empregue para medir a afinação de uma prótese auditiva. Uma prótese dessas é em geral regulada pela acústica, de tal maneira que a amplificação sonora que ela fornece ao paciente permita compensar as anomalias da curva de resposta na frequência do próprio ouvido, medido pelo médico. No entanto, essa correção não permite satisfazer

sempre o paciente que está frequentemente cheio de problemas de compreensão. Daí advém um ciclo de ajustes da prótese, fazendo apelo ao paciente e ao médico, ciclo esse que pode estender-se por muito tempo, ser dispendioso e desagradável para o paciente. Ao pôr-se um filtro em série representativo das anomalias da curva de resposta da frequência do ouvido que vai levar o aparelho, assim como a prótese, e tendo em consideração esse conjunto como o dispositivo de difusão sonoro, torna-se então possível, graças ao método da invenção, medir o nível de inteligibilidade resultante para o paciente.

A figura 4 representa um aparelho de medida 41 do nível de inteligibilidade, de acordo com a invenção, na presença de um dispositivo de difusão sonora 40.

O dispositivo de difusão sonora 40 compreende por exemplo um amplificador 401 e vários altifalantes 402. O amplificador 401 possui uma entrada analógica 403 própria para receber um sinal que representa uma mensagem sonora de origem.

O aparelho de medida 41 compreende um microfone 411 apto para ser colocado perto de um ou vários altifalantes 402, numa posição susceptível de ser ocupada por um auditor. O microfone 411 é ligado a um módulo de captura e de numeração 415, por exemplo um conversor analógico - numérico que equipa um cartão de aquisição sonora. Esse módulo distribui um sinal representativo da mensagem sonora difundida 131 para um módulo de reconhecimento de voz 418.

Um leitor 414 de suportes de registo 420 e/ ou memórias internas 416, tais como um disco rígido ou memória RAM, ROM, etc, tal como uma calculadora 412, são previstas para gerar o funcionamento do aparelho e realizar os cálculos necessários para a medição a realizar. O aparelho compreende igualmente um visor 417 próprio para mostrar os resultados da medição.

Como vantagem, pode-se assim reunir num único suporte de registo 420, por exemplo, um disco ótico ou um CD- ROM ou ainda um cartão de memória com os ficheiros de instruções e os dados que permitem a implementação do aparelho. Deste modo, pode encontrar-se por exemplo a mensagem sonora de origem 121 sob a forma de um ficheiro do tipo sonoro, tal como um ficheiro MP3, o conteúdo verbal de origem 111 dessa mensagem sob a forma de um conteúdo de texto, os dados de aprendizagem 152 relativos à mensagem 121 para o módulo de reconhecimento de voz 418, assim como as instruções do programa sob a forma de ficheiros executáveis para a calculadora 412 para permitir a realização do método de medida de inteligibilidade.

Os meios de memória 414, 416 estão igualmente adaptados para fornecer a um módulo de saída analógico 413, por exemplo, um conversor numérico analógico, informações numéricas próprias de modo a permitir a elaboração de um sinal representativo da mensagem sonora de origem 121.

O aparelho de medida 41 compreende igualmente um gerador de sinais de sincronização 419 adaptado para cooperar com o módulo de saída analógica 413 e inserir marcadores de

sincronização 125 na mensagem sonora de origem 121 nos locais predefinidos do conteúdo verbal de origem 111. Nesse caso, o módulo de reconhecimento de voz 418 está adaptado para detetar os referidos marcadores e sincronizar o conteúdo verbal restituído da mensagem sonora difundida com o conteúdo verbal de origem.

O módulo de saída analógico 413 é, por sua vez, ligado à entrada analógica 403 do amplificador 401 para lhe transmitir o sinal representativo da mensagem sonora de origem 121.

O funcionamento do aparelho 41 está de acordo com o método de medida descrito anteriormente. A partir dos dados lidos no CD- ROM 420 através do leitor 414 ou dos dados contidos nos meios de memória interna 416, o módulo de saída analógica elabora a mensagem sonora de origem 121, faz corresponder a situação mais apropriada, de entre os marcadores de sincronização 125, que é transmitida para a entrada 403 do amplificador 401. Essa mensagem é então difundida pelos altifalantes 402 no ambiente do dispositivo de difusão sonora 40, por exemplo uma sala de conferência.

O microfone 411 é colocado no visor de um ou vários altifalantes 402, numa posição susceptível de ser ocupada por um auditor, no local ou onde quer que se pretende medir o nível de inteligibilidade do todo. A mensagem sonora difundida 131 capturada pelo microfone 411 é tratada pelo módulo de captura e de numeração 415, é depois transmitida para o módulo de reconhecimento da voz 418 que aí restitui o conteúdo verbal 151, e é completada a situação aplicável pela indicação da classificação dos elementos de som contidos na emissão da interpretação dos marcadores de sincronização 125 na mensagem sonora



difundida. Esse conteúdo verbal 151 da mensagem difundida é utilizado pela calculadora 412, e aplicada a situação apropriada com o conteúdo verbal de origem 111 da mensagem sonora de origem no CD- ROM, para calcular a medida do nível de inteligibilidade e arquivá-la no ficheiro 417.

A figura 5, ou as referências idênticas referem-se aos elementos idênticos aos da figura 4, e representam igualmente um aparelho de medida mais particularmente adaptado para a implementação do método de medida de acordo com a realização preferida. O aparelho de medida compreende um módulo de elaboração 52 da mensagem sonora de origem, eventualmente separável do corpo do aparelho, que compreende várias fontes sonoras, como um microfone 521 ou um leitor de CD- ROM 522 ou ainda um módulo de síntese de voz (não representado) apto para fornecer como alternativa ao módulo de saída analógico 413, uma mensagem sonora de origem 121 contínua. Essa mensagem sonora de origem 121 é transmitida uma parte para o dispositivo de difusão sonora 40 e outra parte para um segundo módulo de captura e de numeração 515, depois para um segundo módulo de reconhecimento de voz 518. Esse segundo módulo de reconhecimento de voz 518 fornece à calculadora 412 um conteúdo verbal restituído 112 da mensagem sonora de origem 121, o que permite tratar de forma comparativa o conteúdo verbal restituído 151 da mensagem sonora difundida 131. O resultado da comparação permite, deste modo, calcular, como já se viu anteriormente, uma medida do nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora 40 e de a arquivar no meio arquivador 417.

Bem entendido, esta descrição é dada a título de exemplo ilustrativo e um perito neste campo poderá proceder a várias modificações sem sair do âmbito da invenção, como por exemplo, substituir o sinal analógico entre o aparelho 41 e o dispositivo de difusão sonora 40 através de uma ligação numérica transportada, no caso de se aplicar, por uma fibra ótica, de modo a minimizar certos problemas de parasitagem e melhorar a qualidade de transmissão, ou ainda utilizar apenas um módulo de reconhecimento de voz servindo-se sequencialmente mais tarde de dois em paralelo.

Além disso, o aparelho de medida 41 pode ser realizado através de um computador pessoal programado de forma adequada desde que compreenda os elementos tais como um cartão adaptado para capturar ou emitir mensagens sonoras com uma qualidade suficiente.

Lisboa, 8 de Novembro de 2011

## Reivindicações

1. Método de medida de nível de inteligibilidade (170) de um dispositivo de difusão sonora (40) compreendendo as seguintes etapas:

- definição (110) de um conteúdo verbal de uma mensagem de voz, sendo o referido conteúdo verbal de origem (111),
- elaboração (120) de uma mensagem sonora, sendo a referida mensagem sonora de origem (121), a partir do referido conteúdo verbal de origem,
- difusão (130) da referida mensagem sonora de origem (121) através do dispositivo de difusão sonora (40),
- captura (140) à saída do dispositivo de difusão de uma mensagem sonora difundida (131),
- transmissão (150) da referida mensagem sonora difundida (131) para um módulo de reconhecimento de voz (418) adaptado para restituir um conteúdo verbal (151) da mensagem sonora difundida (131),
- análise (160) do conteúdo verbal (151) da mensagem difundida restituída pelo módulo de reconhecimento de voz para comparação desta com o conteúdo verbal de origem (111), e
- cálculo de uma medida de nível de inteligibilidade (170) do dispositivo de difusão sonora (40) a partir desta análise,

caracterizado pelo facto de os marcadores de sincronização (125) serem inseridos na mensagem de origem (121), nos lugares predefinidos do conteúdo verbal de origem e pelo facto de o reconhecimento de voz ser avaliado pela sincronização na mensagem sonora difundida (131).

2. Método de medida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de essa mensagem sonora de origem (121) ser uma mensagem predeterminada e em que o módulo de reconhecimento de voz está adaptada para adicionar dados de aprendizagem (152) relativas à referida mensagem sonora de origem.

3. Método de medida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo facto de na emissão da etapa de elaboração (120), a mensagem sonora de origem (121) ser transmitida para um segundo módulo de reconhecimento da voz (518) e em que a análise do conteúdo verbal (151) da mensagem sonora difundida (131) restituída pelo primeiro módulo de reconhecimento de voz (418) se realiza por comparação com o conteúdo verbal (112) da mensagem sonora de origem (121) restituída pelo segundo módulo de reconhecimento de voz (518).

4. Método de medida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo facto de a medida do nível do nível de inteligibilidade ser obtida através de uma combinação de indicadores tomados a partir de um valor de reconhecimento, um valor de substituição, um valor de supressão e um valor de inserção, sendo cada indicador calculado por uma duração predeterminada da mensagem de origem.

5. Método de medida de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo facto de a duração predeterminada

corresponder a uma duração de mensagem compreendida entre 30 e 50 segundos.

6. Método de medida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, adaptado para medição no local de uma prótese auditiva, caracterizado pelo facto de se utilizar como dispositivo de difusão sonora (40) a referida prótese auditiva em série com um filtro que apresenta uma curva de resposta na frequência idêntica à de um ouvido que vai levar o aparelho e pelo facto de se medir o nível de inteligibilidade do referido dispositivo.

7. Aparelho de medida (41) do nível de inteligibilidade de um dispositivo de difusão sonora (40), caracterizado pelo facto de ele compreender:

- um gerador de sinais de sincronização (419) adaptado para inserir marcadores de sincronização (125) em lugares predefinidos de um conteúdo verbal de origem (111),
- pelo menos uma saída analógica (413) adaptada para transmitir uma mensagem sonora de origem (121) para um destino do dispositivo de difusão sonora (40),
- pelo menos um microfone (411) associado a um módulo de captura e de numeração (415) adaptado para capturar uma mensagem sonora difundida (131) para o referido dispositivo de difusão sonora,
- pelo menos um módulo de reconhecimento de voz (418) adaptado para detetar os referidos marcadores (125) de sincronização, restituir um conteúdo verbal (151) da mensagem sonora difundida a partir da mensagem sonora difundida (131) capturada pelo módulo de captura (415) e sincronizar o conteúdo verbal (151) restituído da

mensagem sonora difundida (131) com o conteúdo verbal de origem (111),

- um módulo de cálculo (412) adaptado para analisar o referido conteúdo verbal (151) e calcular uma medida de nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora,

- um visor (417) adaptado para visualizar a referida medida.

8. Aparelho de medida (41) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo facto de compreender um outro leitor (414) de suportes de registo (420) e/ ou meios de memória interna (416) adaptados para ler e registar os ficheiros representativos da mensagem sonora de origem, do conteúdo verbal da referida mensagem e os dados de aprendizagem do módulo de reconhecimento de voz.

9. Aparelho de medida (41) de acordo com uma das reivindicações 7 ou 8, caracterizado pelo facto de compreender um outro módulo de elaboração (52) da mensagem sonora de origem cooperando com o módulo de saída analógica (413) para transmitir uma mensagem sonora de origem ao destino do dispositivo de difusão sonora.

10. Aparelho de medida (41) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo facto de o módulo de elaboração (52) da mensagem sonora de origem compreender pelo menos um microfone (521), um leitor de suportes de registo (522) ou um módulo de síntese da fala.

11. Aparelho de medida (41) de acordo com uma das reivindicações 7 a 10, caracterizado pelo facto de

compreender um segundo módulo de captura e de numeração (515), assim como um segundo módulo de reconhecimento de voz (518), adaptados para cooperar com a saída analógica (413) e restituir um conteúdo verbal restituído (112) da mensagem sonora de origem (121) e pelo facto de o módulo de cálculo (412) estar adaptado para comparar o referido conteúdo verbal restituído (112) da mensagem sonora de origem com um conteúdo verbal (151) da mensagem sonora difundida e calcular uma medida do nível de inteligibilidade do dispositivo de difusão sonora a partir da referida comparação.

Lisboa, 8 de Novembro de 2011

Fig 1

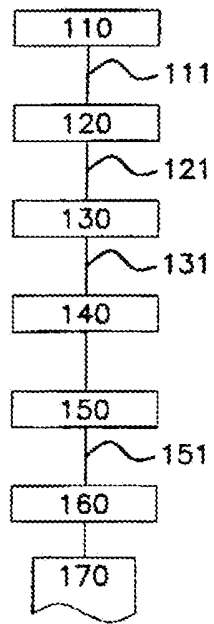


Fig 3

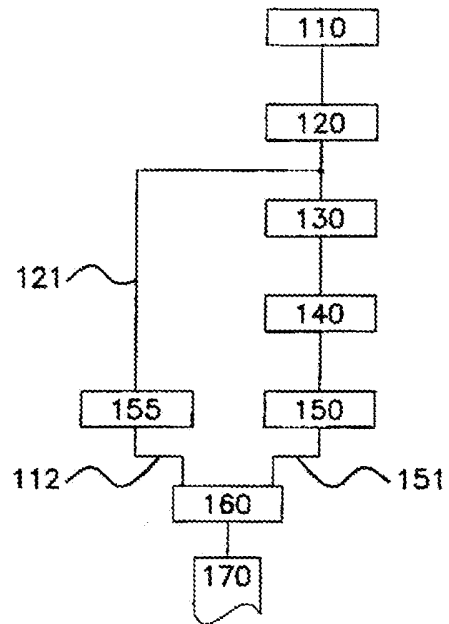


Fig 2a

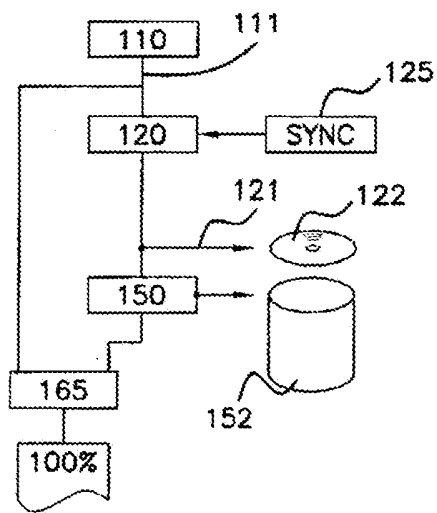


Fig 2b

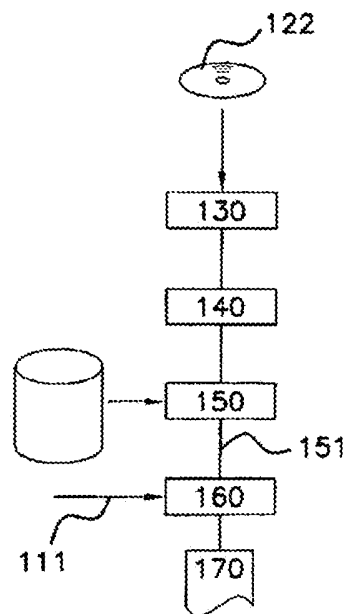




Fig 4

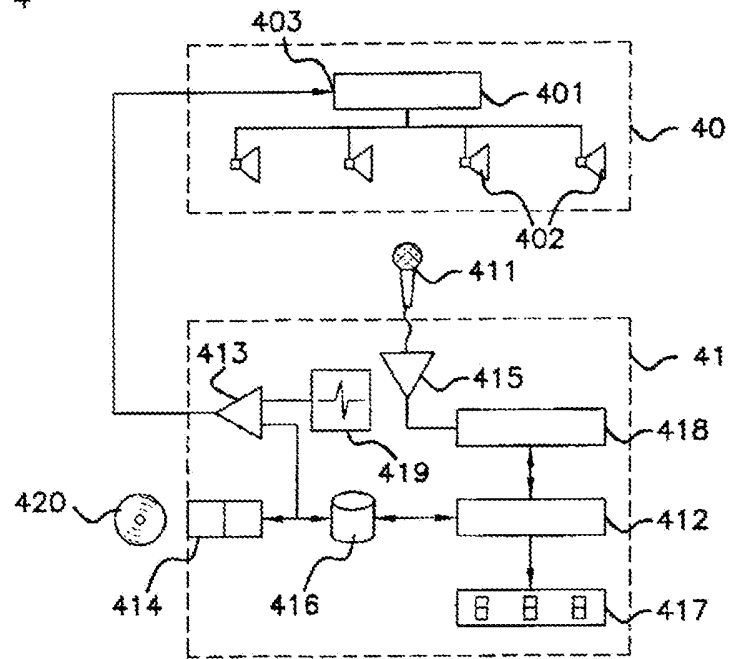


Fig 5

