

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901946857A1

Publication Date

20121120

Applicant

CUDA DOMENICO ROSARIO

Title

GENERAZIONE DI SEGNALI ACUSTICI PER IL TRATTAMENTO DI UN
SOGGETTO CON ACUFENE E/O IPERACUSIA

Titolari: Antonio Rocco DE CARIA
Domenico Rosario CUDA

Titolo: **GENERAZIONE DI SEGNALI ACUSTICI PER IL TRATTAMENTO DI UN SOGGETTO CON ACUFENE E/O IPERACUSIA**

5

* * * * *

DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda un metodo ed un dispositivo di generazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia. L'invenzione riguarda anche un dispositivo per l'erogazione di tali segnali acustici.

Per acufene, o *tinnitus*, si intende un disturbo costituito da rumori che vengono percepiti in un orecchio, in entrambe le orecchie, o, in generale, nella testa, e che non corrispondono ad alcun segnale acustico proveniente dall'ambiente circostante. Per iperacusia si intende, invece, il fastidio provocato dall'ascolto di suoni o rumori che possono essere anche di basso volume, ovvero una condizione in cui i suoni vengono percepiti come eccessivamente forti.

Nel seguito della presente descrizione si farà specifico riferimento all'acufene, ma quanto detto vale, *mutatis mutandis*, anche per l'iperacusia.

L'acufene può presentarsi sotto forma di rumore caratterizzato da una sola frequenza, ad esempio un fischio, un tintinnio e simili, nel qual caso si parla di acufene tonale, oppure sotto forma di un rumore a banda larga, ad esempio un fruscio, un ronzio, un soffio e simili, nel qual caso si parla di acufene non tonale.

Questo disturbo, solo apparentemente banale, può creare un vero

e proprio stato invalidante, coinvolgendo l'assetto psicologico ed emozionale del paziente, la sua vita di relazione, il ritmo sonno-veglia, le attitudini lavorative, il livello di attenzione e concentrazione, inducendo o potenziando stati ansioso-depressivi, interferendo pertanto sulla qualità della vita del
5 soggetto che ne è affetto.

Com'è noto, la percezione cosciente di un suono ha origine nella corteccia cerebrale. Alla corteccia cerebrale giungono, attraverso le vie acustiche e sotto forma di impulsi nervosi, i suoni provenienti dall'orecchio. Nell'orecchio, un organo chiamato coclea trasforma l'impulso sonoro
10 proveniente dal timpano in un impulso nervoso, che poi viaggerà, attraverso il nervo acustico, fino al cervello. La coclea è costituita da migliaia di cellule nervose, le cellule ciliate, le quali sono direttamente collegate al nervo acustico.

L'origine esatta dell'acufene non è ancora ben determinata e
15 probabilmente ci sono diversi meccanismi che possono generare tale disturbo. Si pensa, tuttavia, che l'acufene consista in un'anormale attività neurale delle vie uditive, spesso associata alla presenza di un danneggiamento importante delle cellule ciliate in piccole porzioni di coclea. Ciò genera uno scompenso che, riflettendosi sul nervo acustico e sui centri
20 nervosi uditivi, può trasformarsi in acufene.

Non esiste, ad oggi, una cura efficace contro l'acufene. Le terapie utilizzate, proprio come le cause del disturbo, sono svariate e diverse da soggetto a soggetto.

È noto, ad esempio, utilizzare, per il trattamento dell'acufene,
25 numerose classi di farmaci, quali ad esempio vasodilatatori, antistaminici,

corticosteroidi, sedativi, etc. Tali farmaci hanno, tuttavia, un effetto temporaneo e, soprattutto, possono generare effetti collaterali importanti, che ne impediscono l'uso frequente e prolungato. Attualmente, sono in via di sperimentazione farmaci che agiscono sui mediatori chimici contenuti nelle
5 cellule nervose dell'orecchio interno. Purtroppo tali farmaci non possono essere somministrati per via generale (via orale, iniezioni, etc.), ma richiedono l'uso di micro-pompe o di iniezioni monodose per l'infusione diretta nella coclea, il che è particolarmente invasivo per il soggetto.

Ancora, è noto che gli stati ansiosi e la depressione, che, come
10 detto in precedenza, spesso accompagnano l'acufene, e che sono la causa invalidante principale per il paziente, possono essere mitigati mediante appropriate terapie psicologiche, accompagnate da uso di ansiolitici, antidepressivi e sedute di psicoterapia (*counselling*).

È noto, inoltre, ricorrere ad una terapia conosciuta con l'acronimo
15 di TRT (*Tinnitus Retraining Therapy*), ovvero terapia di riallineamento o riprogrammazione dell'acufene.

La TRT si basa sul principio dell'arricchimento sonoro, il quale consiste nel somministrare al paziente, per la maggior parte della giornata, e anche durante la notte, un suono a banda larga, che lo aiuta a distogliere la
20 propria attenzione dall'acufene. Il suono trasmesso stimola le cellule nervose uditive, così da facilitare l'abitudine all'acufene al punto da ignorarlo. Questo tipo di terapia è estremamente lunga, tanto da richiedere anche due anni di trattamento per raggiungere dei risultati.

La stimolazione sonora, secondo la TRT, avviene a mezzo di
25 generatori di suono, detti anche dispositivi di mascheramento dell'acufene.

Si tratta, tipicamente, di piccoli apparecchi da applicare dietro o dentro l'orecchio, in modo da trasmettere il suono al timpano. Quando, poi, l'acufene si accompagna ad una perdita di udito, anche molto lieve, è opportuno applicare, invece di un generatore di suono, una versione
5 particolare di apparecchio acustico, magari avente abbinato un generatore di suono.

Questa terapia nota porta a qualche sollievo per il soggetto, ma non ad una diminuzione oggettiva del sintomo. In diversi casi, inoltre, si verificano intolleranze nei confronti dei generatori di suono indossabili e delle
10 protesi acustiche impiegati per la riproduzione audio, presumibilmente, dovute alla continua e prolungata stimolazione del soggetto con frequenze identiche a quelle dell'acufene. Dall'esperienza clinica è, infatti, emerso che la stimolazione diretta e continuativa delle aree "tinnitogene" in alcuni casi crea un'insofferenza nei confronti dei suoni erogati, se non un aumento della
15 percezione del sintomo.

Inoltre, i generatori di suono noti presentano limitate capacità di generazione dei segnali acustici, e quindi male si prestano ad essere adattati al particolare quadro clinico del paziente.

Scopo principale della presente invenzione è, dunque, quello di
20 fornire un metodo ed un dispositivo di generazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia, in grado di ridurre in modo oggettivo il disturbo.

Un altro scopo della presente invenzione è quello di fornire un metodo ed un dispositivo in grado di generare segnali acustici personalizzati
25 in base alle specifiche caratteristiche del disturbo da trattare.

Ancora un altro scopo della presente invenzione è quello di fornire un dispositivo in grado di ridurre drasticamente il tempo di erogazione, al soggetto, dei segnali acustici generati.

I Richiedenti hanno sviluppato una teoria del suono, detta
5 Neuromodulazione Acustica Condizionata o CAN (*Conditioned Acoustic Neuromodulation*). Tale teoria del suono, basata sulle più recenti conoscenze di plasticità cerebrale e di ascolto condizionato, si basa sull'idea di sottoporre il cervello ad una sorta di "allenamento", attraverso segnali acustici esterni utilizzati per il trattamento dell'acufene e/o iperacusia.

10 I Richiedenti hanno, pertanto, messo a punto un metodo ed un dispositivo per la generazione di segnali acustici in grado di stimolare aree cerebrali intatte adiacenti a quella stimolata dall'acufene, al fine di realizzare una competizione cerebrale, nonché un dispositivo di erogazione al soggetto dei segnali acustici generati. L'ascolto dei segnali acustici non è passivo,
15 come nel caso dell'arricchimento sonoro, ma richiede il riconoscimento da parte del soggetto dei segnali acustici erogati, e ciò determina una maggiore efficacia contro il disturbo. Nella presente relazione si parla, in tal caso, di ascolto attivo o condizionato.

Di conseguenza, la presente invenzione fornisce un metodo di
20 generazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia secondo la rivendicazione indipendente 1; un dispositivo per la sua implementazione secondo la rivendicazione indipendente 12 ed un dispositivo di erogazione di segnali acustici secondo la rivendicazione indipendente 14.

25 Caratteristiche preferite sono oggetto delle rivendicazioni

dipendenti.

In particolare, in un suo primo aspetto, l'invenzione riguarda un metodo di determinazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia, il metodo comprendendo le fasi di:

5 - determinazione di almeno una frequenza caratteristica dell'acufene e/o iperacusia del soggetto;

 - generazione di almeno un segnale acustico, il quale presenta uno spettro in frequenza simmetrico rispetto all'almeno una frequenza caratteristica determinata; e

10 - registrazione di almeno una traccia audio, comprendente il segnale acustico generato ed una pluralità di perturbazioni.

In una forma di realizzazione, il segnale acustico generato è costituito da un rumore a banda stretta centrato sull'almeno una frequenza caratteristica.

15 In una forma di realizzazione, il segnale acustico generato è costituito da due rumori a banda stretta immediatamente a monte ed a valle dell'almeno una frequenza caratteristica.

 In una forma di realizzazione, il segnale acustico generato è un rumore bianco a banda larga filtrato in corrispondenza dell'almeno una
20 frequenza caratteristica.

 In una forma di realizzazione, il segnale generato è un rumore bianco a banda larga con due picchi, ciascuno preferibilmente di +3dB di intensità, in corrispondenza della frequenza immediatamente a monte ed a valle dell'almeno una frequenza caratteristica.

25 In una forma di realizzazione, le perturbazioni presenti nella

traccia audio registrata comprendono una serie casuale di incrementi dell'intensità sonora del segnale acustico, più preferibilmente ciascuno della durata di due secondi.

5 In una forma di realizzazione, le perturbazioni presenti nella traccia audio registrata comprendono una successione casuale di "pulsazioni", preferibilmente ciascuna della durata di due secondi.

In una forma di realizzazione, le perturbazioni presenti nella traccia audio comprendono una successione casuale di "finestre" silenziose, preferibilmente ciascuna della durata di due secondi.

10 In una forma di realizzazione, le perturbazioni presenti nella traccia audio comprendono una successione casuale di "soffi", ottenuti sovrapponendo i segnali acustici generati ed il tono corrispondente all' almeno una frequenza caratteristica, ciascun "soffio" avendo una durata preferibilmente di due secondi.

15 Preferibilmente, dette perturbazioni sono in numero casuale in ogni traccia.

Preferibilmente, inoltre, dette perturbazioni si susseguono ad intervalli casuali in ogni traccia.

20 In una forma di realizzazione, il metodo comprende una fase ulteriore di erogazione di almeno una traccia. Preferibilmente l'erogazione della traccia avviene per una durata complessiva giornaliera minore di un'ora, più preferibilmente pari a 15 minuti, e per un numero predeterminato di giorni consecutivi, più preferibilmente 80 giorni consecutivi.

25 In un altro aspetto, l'invenzione fornisce un dispositivo per l'implementazione del metodo di cui sopra.

In un altro aspetto ancora, l'invenzione fornisce un dispositivo di erogazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia, il dispositivo comprendendo:

- una memoria, al cui interno viene memorizzata almeno una
5 traccia audio ottenuta con il metodo di cui sopra; ed
- un generatore acustico, atto ad erogare detta almeno una traccia
audio.

Preferibilmente, il dispositivo comprende un'interfaccia di interazione con il soggetto, più preferibilmente un visualizzatore a
10 sfioramento.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi del metodo e dei dispositivi secondo l'invenzione risulteranno meglio dalla seguente descrizione di una loro forma di realizzazione preferita, fatta con riferimento ai disegni allegati. In tali disegni:

- 15 - la Figura 1 mostra un grafico, in cui sono illustrati schematicamente quattro diversi segnali acustici, generati con il metodo e dispositivo di generazione secondo l'invenzione;
- la Figura 2 mostra schematicamente quattro diverse tracce audio registrate secondo il metodo ed il dispositivo di generazione
20 dell'invenzione; e
- la Figura 3 mostra schematicamente un dispositivo di erogazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia secondo l'invenzione.

Come accennato in precedenza, l'acufene può essere tonale,
25 ossia caratterizzato da una sola frequenza, o non tonale, ossia caratterizzato

da una banda di frequenze.

Il metodo dell'invenzione prevede una fase preliminare, o esame acufenometrico, di determinazione della frequenza caratteristica dell'acufene. Tale frequenza è, tipicamente, compresa tra 20 Hz e 20000 Hz, nel caso di acufene tonale, oppure è rappresentata da una banda di frequenze, nel caso di acufene non tonale. L'esame acufenometrico è noto nello stato della tecnica, per cui non verrà descritto in dettaglio nella presente trattazione.

Una volta determinata la frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene, il metodo prevede una fase di generazione di un segnale acustico, descritta qui di seguito in dettaglio, con riferimento alla Figura 1.

In Figura 1 sono illustrati schematicamente quattro tipi di segnale acustico, rispettivamente, s_1 , s_2 , s_3 ed s_4 . In particolare, in Figura 1 è indicata, a titolo di esempio, la frequenza caratteristica f_A di un acufene tonale. Specificatamente:

- il segnale acustico s_1 si ottiene a partire da un rumore bianco WN (*white noise*) a banda larga, filtrando tutte le frequenze a monte ed a valle della frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene. Il segnale acustico generato è, quindi, un rumore a banda stretta NBN (*Narrow Band Noise*) centrato sulla frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene;

- il segnale acustico s_2 si ottiene a partire da un rumore bianco WN a banda larga, filtrando tutte le frequenze ad eccezione di due picchi, uno immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle della

frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene. Il segnale acustico generato comprende, quindi, due rumori a banda stretta, NBN_1 ed NBN_2 , rispettivamente, a monte ed a valle della frequenza caratteristica dell'acufene/banda di frequenze dell'acufene;

5 - il segnale acustico s_3 si ottiene filtrando un rumore bianco WN a banda larga in corrispondenza della frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene. Il segnale acustico generato è, dunque, un rumore bianco WN con un "taglio" T in corrispondenza della frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene; ed

10 - il segnale acustico s_4 si ottiene a partire da un rumore bianco WN a banda larga, creando due picchi, P1 e P2, di +3dB di intensità immediatamente a monte ed a valle della frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene.

15 Si nota che tutti i segnali s_1 , s_2 , s_3 ed s_4 hanno uno spettro in frequenza simmetrico rispetto alla frequenza caratteristica f_A .

20 L'elaborazione del rumore bianco WN a banda larga di base secondo queste quattro modalità determina nel tempo, vantaggiosamente, una sorta di "riabilitazione" delle aree acustiche cocleari e corticali, che inizialmente interessa le frequenze vicine a quelle dell'acufene e, successivamente, la frequenza dell'acufene.

Il metodo prevede una fase successiva di registrazione di tracce audio, ciascuna comprendente uno dei segnali acustici s_1 , s_2 , s_3 ed s_4 , generati ed una pluralità di perturbazioni.

25 In Figura 2 sono illustrati quattro esempi di tracce audio registrate con perturbazioni di tipo diverso, rispettivamente tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4 . In particolare:

- in una traccia audio tr_1 , il segnale acustico s_1, s_2, s_3, s_4 generato viene perturbato con una successione casuale di incrementi I della propria intensità sonora, ad esempio di +3dB. Ciascun incremento ha, durata T_1 di preferibilmente due secondi. Preferibilmente, si registra una serie di un certo
5 numero di tracce tr_1 , preferibilmente cinque, ed, in ciascuna traccia tr_1 , il numero di incrementi I dell'intensità sonora è casuale e viene distribuito in modo diverso e casuale;

- in una traccia audio tr_2 , il segnale acustico s_1, s_2, s_3, s_4 generato viene perturbato con una successione casuale di "pulsazioni" P , ciascuna
10 della durata T_2 di preferibilmente due secondi. Preferibilmente, si registra una serie di un certo numero di tracce tr_2 , preferibilmente cinque, ed, in ciascuna traccia tr_2 , il numero di "pulsazioni" P è casuale e viene distribuito in modo diverso e casuale.

- in una traccia tr_3 , il segnale acustico s_1, s_2, s_3, s_4 generato viene
15 perturbato da una successione casuale di "finestre" silenziose F , ciascuna della durata T_3 di preferibilmente due secondi. Preferibilmente, si registra una serie di un certo numero di tracce tr_3 , preferibilmente cinque, ed, in ciascuna traccia tr_3 , il numero di "finestre" F è casuale e viene distribuito in modo diverso e casuale;

- in una traccia tr_4 , il segnale s_1, s_2, s_3, s_4 generato viene
20 perturbato con una successione casuale di "soffi" S , ciascuno della durata T_4 di preferibilmente due secondi. In particolare ciascun "soffio" S si ottiene sovrapponendo i quattro segnali acustici s_1, s_2, s_3, s_4 generati ed il tono corrispondente alla frequenza dell'acufene. Preferibilmente, si registra una
25 serie di un certo numero di tracce tr_4 , preferibilmente cinque, ed, in ciascuna

traccia tr_4 , il numero di "soffi" S è casuale e viene distribuito in modo diverso e casuale.

Nel caso di acufene non tonale, in alternativa o in aggiunta possono essere registrate tracce con segnali acustici a banda larga, a banda
5 stretta, per le frequenze comprese tra 20 e 500 Hz (Black Noise), per le frequenze comprese tra 500 e 1000 Hz (Brown Noise), per le frequenze comprese tra 1000 e 3000 Hz (Green Noise), per le frequenze comprese tra 4000 e 8000 Hz (Pink Noise), per le frequenze oltre gli 8000 Hz (Yellow Noise).

10 La serie di, ad esempio, cinque tracce registrata per ciascun tipo di traccia tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4 viene, quindi, erogata al soggetto, al quale viene chiesto di individuare le perturbazioni presenti. Ad esempio, nel caso della serie di tracce tr_1 , il soggetto deve indicare, per ogni traccia, il numero esatto di incrementi I ; nel caso della serie di tracce tr_2 , il soggetto deve indicare, per
15 ogni traccia, il numero di "pulsazioni" P che sente; nel caso della serie di tracce tr_3 , il soggetto deve indicare, per ogni traccia, il numero esatto di "finestre" F che identifica; e per la serie di tracce tr_4 , il soggetto deve indicare, per ogni traccia, il numero esatto di "soffi" S che riesce a percepire. Altri tipi di risposta da parte del soggetto possono essere contemplati. Nel
20 seguito ci si riferirà a questo tipo di esercizio con l'espressione di ascolto condizionato.

Preferibilmente, le tracce audio registrate vengono erogate al paziente sotto forma di esercizi quotidiani di ascolto attivo, o condizionato, preferibilmente della durata complessiva giornaliera di meno di un'ora, più
25 preferibilmente di 15 minuti, preferibilmente per un di numero predeterminato

di giorni consecutivi, più preferibilmente 80 giorni consecutivi.

Ne deriva, vantaggiosamente, una drastica riduzione del tempo necessario per l'apprendimento dello stimolo. Al posto di lunghe ore di ascolto, tipiche dei dispositivi di mascheramento noti, al paziente
5 necessitano così solo pochi minuti di esercitazione al giorno per ottenere significativi risultati clinici.

Il metodo dell'invenzione può prevedere una prima fase di erogazione al soggetto di tracce audio, ad esempio tr_2 e tr_3 , prive della frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene, in modo da
10 riabilitare inizialmente le aree acustiche cocleari e cerebrali vicine alle aree stimulate dall'acufene. Successivamente si erogano al soggetto tracce audio nel cui spettro è presente la frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene, ad esempio le tracce tr_1 e tr_4 , in modo da stimolare le aree tinnitogene, per meglio contrastare il disturbo.

15 Preferibilmente, all'inizio del trattamento, è prevista l'esecuzione, da parte del soggetto con acufene e/o iperacusia, di un test per la categorizzazione e l'inquadramento del soggetto medesimo, secondo metodologie di per sé note.

Preferibilmente, in alternativa e/o in aggiunta, all'inizio ed al fine
20 del trattamento, è prevista l'esecuzione da parte del soggetto di un test per la classificazione della gravità del disturbo, come handicap percepito dal soggetto medesimo.

Preferibilmente, è prevista, in aggiunta alla fase di ascolto attivo o condizionato, una fase di ascolto passivo o di arricchimento sonoro. Durante
25 tale fase di ascolto passivo, il soggetto può ascoltare brani musicali, ad

esempio suoni della natura o musica frattale, i quali hanno un effetto distrattivo, di blocco dell'attenzione selettiva e di riposo acustico. In particolare, vengono presentati al paziente suoni aventi una frequenza tale da mascherare la frequenza caratteristica/banda di frequenze dell'acufene
5 e/o iperacusia percepito dal paziente.

Preferibilmente, è prevista una fase cosiddetta di counselling, comprendente una prima parte identica per tutti i soggetti ed una seconda parte, che varia al variare del soggetto da trattare. Specificatamente, la prima parte, preferibilmente della durata di 50 giorni, comprende
10 l'erogazione al soggetto di cenni di anatomia e fisiologia dell'orecchio, una spiegazione esaustiva del problema dell'acufene e consigli utili alla sua gestione, cenni di dieta, correzione delle abitudini scorrette e delle false certezze. La seconda parte, preferibilmente della durata di 30 giorni, comprende l'erogazione al soggetto di una serie di citazioni, brevi racconti,
15 aneddoti, modi di dire, frasi famose che hanno una valenza terapeutica.

Coloro esperti nel settore comprenderanno come implementare il metodo suddetto in un idoneo dispositivo di tipo hardware, software e/o firmware.

Con riferimento alla Figura 3, in essa viene illustrato schematicamente un dispositivo di erogazione di segnali acustici per il
20 trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia secondo l'invenzione.

Il dispositivo, indicato in generale con il numero di riferimento 10, comprende una memoria 12, al cui interno vengono memorizzate le tracce audio tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4 ottenute con il metodo sopra descritto, ed un generatore
25 acustico 14, atto ad erogare le tracce audio tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4 .

Come anzidetto, preferibilmente, le tracce audio tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4 vengono erogate al soggetto sotto forma di esercizi giornalieri, preferibilmente della durata di 15 minuti, preferibilmente per un periodo di 80 giorni consecutivi. I risultati degli esercizi giornalieri vengono, 5 vantaggiosamente, registrati nella memoria 12 del dispositivo 10 per una valutazione clinica successiva da parte del medico.

Preferibilmente, il dispositivo 10 è dotato di un database, in cui vengono memorizzate le suddette informazioni di counselling. Le principali informazioni cliniche del trattamento, gli esiti degli esercizi giornalieri, così 10 come la valutazione iniziale e finale del disturbo, vengono altrettanto memorizzate e conservate nella memoria 12.

Preferibilmente, il dispositivo 10 è nella forma di un PC tavoletta e comprende un trasduttore acustico, ad esempio una coppia di auricolari 16. Naturalmente, senza uscire dall'ambito di protezione della presente 15 invenzione, il dispositivo 10 può essere un qualsiasi riproduttore di segnali audio adatto allo scopo.

Preferibilmente, il dispositivo 10 comprende mezzi di interfaccia 18 con l'utente, ad esempio un visualizzatore a sfioramento o un display o una tastiera.

20 Vantaggiosamente, il dispositivo 10 è totalmente interattivo ed automatico. Il soggetto è, infatti, guidato giorno dopo giorno nella riabilitazione mediante messaggi semplici e facilmente comprensibili.

È evidente che alla forma di realizzazione precedentemente descritta potranno essere apportate modifiche, varianti, sostituzioni ed 25 integrazioni, senza peraltro uscire dall'ambito di protezione dell'invenzione

come definito dalle rivendicazioni che seguono.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di generazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia, il metodo comprendendo le fasi di:

5 - determinazione di almeno una frequenza caratteristica (f_A) dell'acufene e/o iperacusia del soggetto;

- generazione di almeno un segnale acustico (s_1, s_2, s_3, s_4), il quale presenta uno spettro in frequenza simmetrico rispetto all'almeno una frequenza caratteristica (f_A) determinata; e

10 - registrazione di almeno una traccia audio (tr_1, tr_2, tr_3, tr_4), comprendente detto segnale acustico (s_1, s_2, s_3, s_4) generato ed una pluralità di perturbazioni (I, P, F, S).

2. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto almeno un segnale acustico (s_1) generato è costituito da un rumore a banda stretta
15 (NBN) centrato sull'almeno una frequenza caratteristica (f_A).

3. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto almeno un segnale acustico (s_2) generato è costituito da due rumori a banda stretta (NBN₁, NBN₂), a monte ed a valle dell'almeno una frequenza caratteristica (f_A).

20 4. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto almeno un segnale acustico (s_3) generato è costituito da un rumore bianco (WN) a banda larga filtrato in corrispondenza dell'almeno una frequenza caratteristica (f_A).

25 5. Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui detto almeno un segnale acustico (s_4) generato è costituito da un rumore bianco (WN) a

banda larga con due picchi (P_1 , P_2) di intensità, a monte ed a valle dell'almeno una frequenza caratteristica (f_A).

6. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta pluralità di perturbazioni presente nella traccia (tr_1) registrata comprende una serie casuale di incrementi (I) dell'intensità sonora del segnale acustico (s_1 , s_2 , s_3 , s_4) generato.

7. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui detta pluralità di perturbazioni presente nella traccia (tr_2) registrata comprende una serie casuale di pulsazioni (P).

10 8. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, in cui detta pluralità di perturbazioni presente nella traccia (tr_3) registrata comprende una serie casuale di finestre silenziose (F).

9. Metodo secondo le rivendicazioni da 1 a 5, in cui detta pluralità di perturbazioni presente nella traccia (tr_4) registrata comprende una serie casuale di soffi (S) ottenuti sovrapponendo i segnali acustici (s_1 , s_2 , s_3 , s_4) generati ed il tono corrispondente all'almeno una frequenza caratteristica (f_A).

10. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente un'ulteriore fase di erogazione al soggetto dell'almeno una traccia audio (tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4) registrata.

11. Metodo secondo la rivendicazione 10, in cui la fase di erogazione comprende l'erogazione di una serie di tracce (tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4) per una durata complessiva giornaliera di meno di un'ora, per un numero predeterminato di giorni consecutivi.

25 12. Dispositivo per l'implementazione del metodo secondo una

qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 9.

13. Dispositivo di erogazione di segnali acustici per il trattamento di un soggetto con acufene e/o iperacusia comprendente:

- una memoria (12), al cui interno viene memorizzata almeno una
5 traccia audio (tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4) generata secondo il metodo di una delle rivendicazioni da 1 a 9; ed

- un generatore acustico (14), atto ad erogare al soggetto l' almeno una traccia audio (tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4).

14. Dispositivo (10) secondo la rivendicazione 13,
10 comprendente, inoltre, un'interfaccia (I) di interazione con il soggetto.

CLAIMS

1. Method for generating acoustic signals for treating a subject with tinnitus and/or hyperacusis, the method comprising the steps of:
 - determining at least one characteristic frequency (f_A) of the tinnitus and/or hyperacusis of the subject;
 - generating at least one acoustic signal (s_1, s_2, s_3, s_4), which has a frequency spectrum symmetrical with respect to the determined at least one characteristic frequency (f_A); and
 - recording at least one audio track (tr_1, tr_2, tr_3, tr_4), comprising said generated acoustic signal (s_1, s_2, s_3, s_4) and a plurality of perturbations (I, P, F, S).
2. Method according to claim 1, wherein said generated at least one acoustic signal (s_1) consists of a narrowband noise (NBN) centred on the at least one characteristic frequency (f_A).
3. Method according to claim 1, wherein said generated at least one acoustic signal (s_2) consists of two narrowband noises (NBN₁, NBN₂), upstream and downstream of the at least one characteristic frequency (f_A).
4. Method according to claim 1, wherein said generated at least one acoustic signal (s_3) consists of a wideband white noise (WN) filtered at the at least one characteristic frequency (f_A).
5. Method according to claim 1, wherein said generated at least one acoustic signal (s_4) consists of a wideband white noise (WN) with two intensity peaks (P₁, P₂), upstream and downstream of the at least one characteristic frequency (f_A).
6. Method according to any one of the previous claims, wherein

said plurality of perturbations present in the recorded track (tr_1) comprises a random series of increases (I) of the sound intensity of the generated acoustic signal (s_1, s_2, s_3, s_4).

7. Method according to any one of claims 1 to 5, wherein said
5 plurality of perturbations present in the recorded track (tr_2) comprises a random series of pulses (P).

8. Method according to any one of claims 1 to 5, wherein said plurality of perturbations present in the recorded track (tr_3) comprises a random series of silent windows (F).

10 9. Method according to claims 1 to 5, wherein said plurality of perturbations present in the recorded track (tr_4) comprises a random series of hisses (S) obtained by overlapping the generated acoustic signals (s_1, s_2, s_3, s_4) and the tone corresponding to the at least one characteristic frequency (f_A).

15 10. Method according to any one of the previous claims, comprising a further step of outputting the recorded at least one audio track (tr_1, tr_2, tr_3, tr_4) to the subject.

11. Method according to claim 10, wherein the outputting step comprises outputting a series of tracks (tr_1, tr_2, tr_3, tr_4) for a total daily period
20 of less than one hour, for a predetermined number of consecutive days.

12. Device for implementing the method according to any one of claims 1 to 9.

13. Device for outputting acoustic signals for treating a subject with tinnitus and/or hyperacusis comprising:

25 - a memory (12), in which at least one audio track (tr_1, tr_2, tr_3, tr_4)

generated according to the method of one of claims 1 to 9 is stored; and

- an acoustic generator (14), adapted to output the at least one audio track (tr_1 , tr_2 , tr_3 , tr_4) to the subject.

14. Device (10) according to claim 13, further comprising an
5 interface (I) for interacting with the subject.

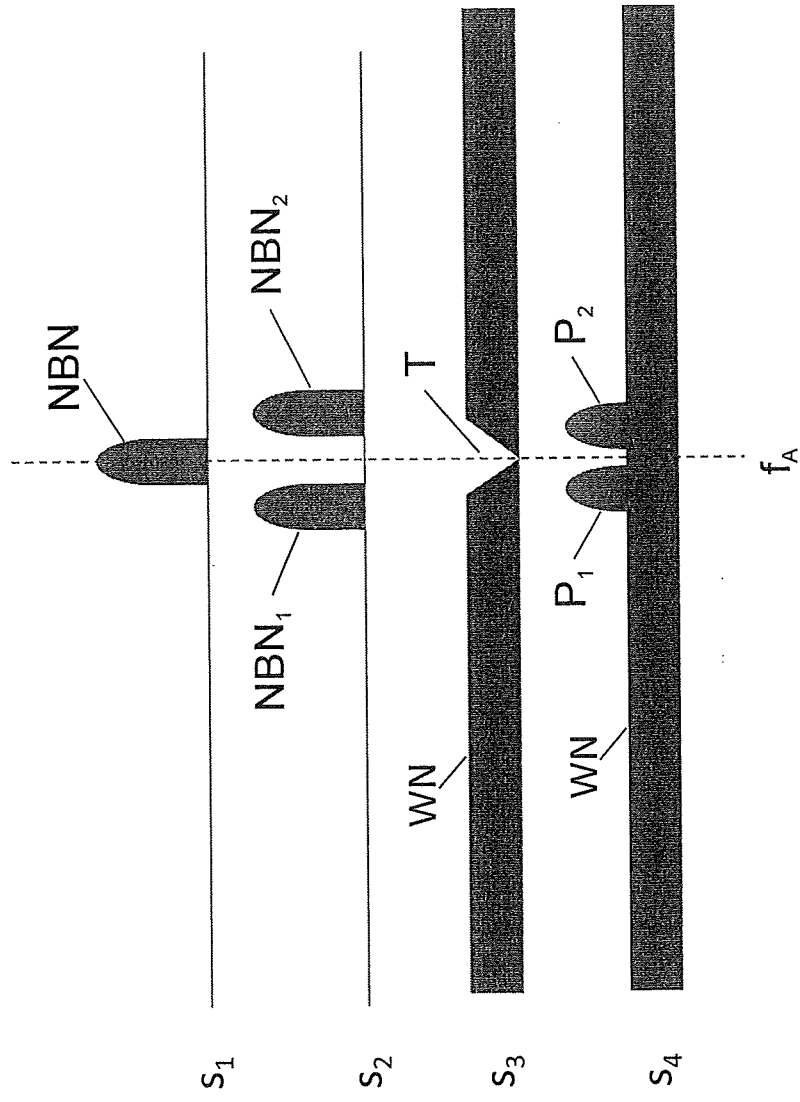


Fig. 1

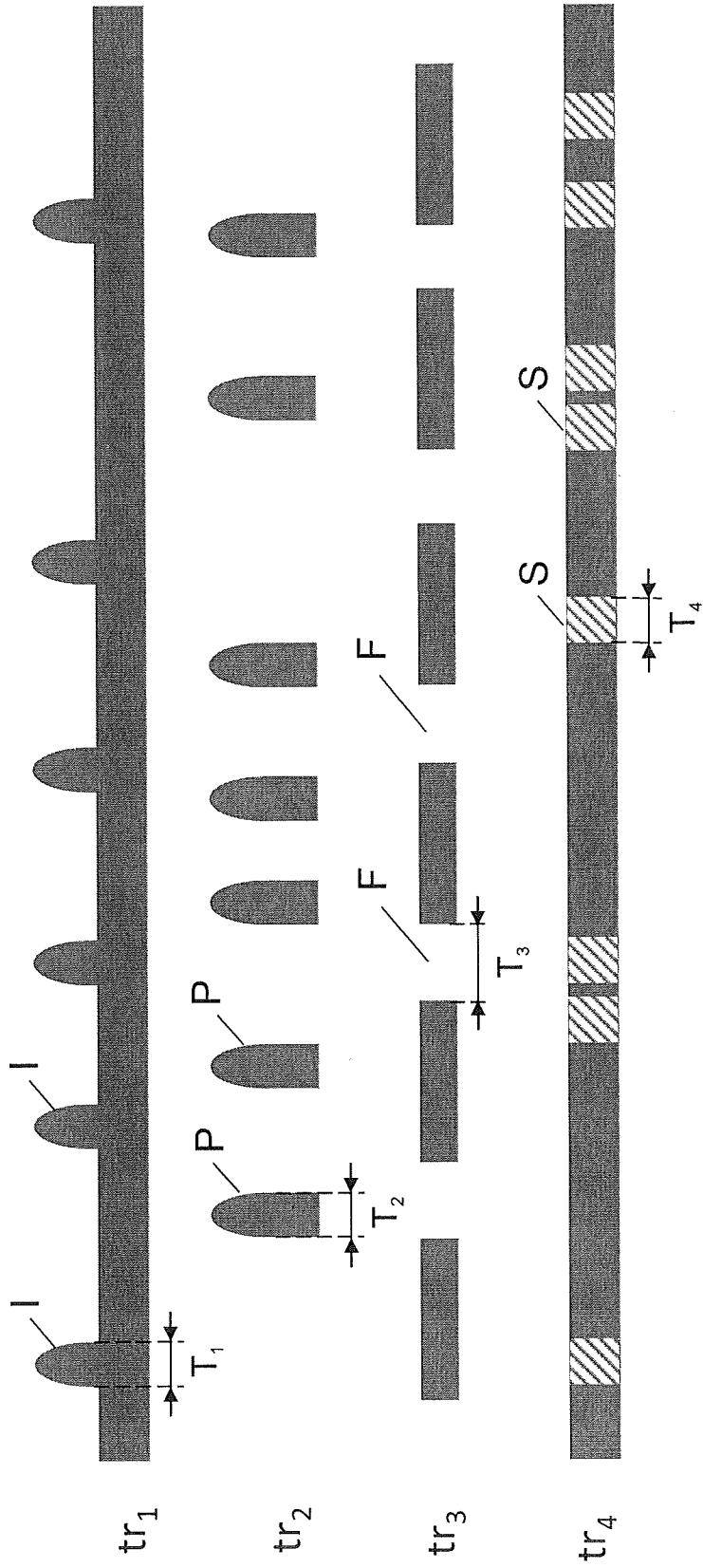


Fig. 2

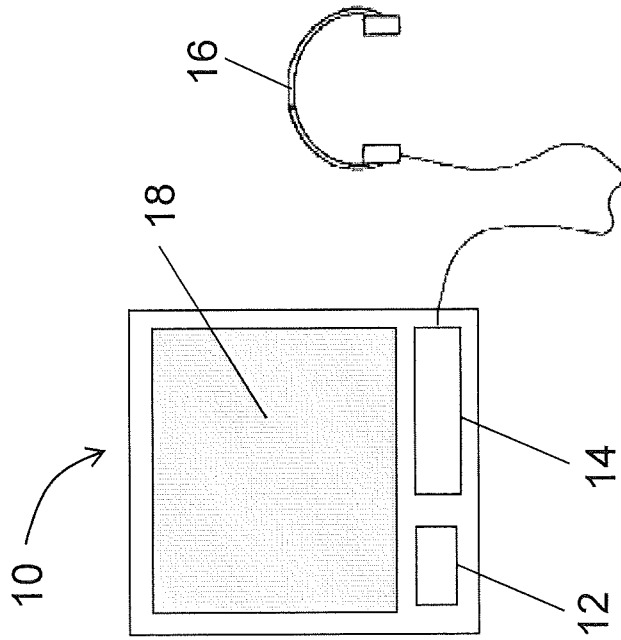


Fig. 3