



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 714**

51 Int. Cl.:
A61F 2/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07726481 .0**

96 Fecha de presentación : **22.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2020961**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.2009**

54 Título: **Asistencia al habla electromecánica.**

30 Prioridad: **04.04.2006 EP 06112214**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.11.2011

73 Titular/es: **SERVONA GmbH**
Biberweg 24-26
53842 Troisdorf, DE

72 Inventor/es: **Küper, Martin**

74 Agente: **De Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 367 714 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

Asistencia al habla electromecánica.

La presente invención se refiere a un sistema electromecánico para estimular la vibración de tejido biológico, en particular, de tejido de la garganta humana.

5 Se conoce ya el uso de las denominadas ayudas para el habla, a fin de que los pacientes con laringectomía o traqueotomía sigan siendo capaces de articular por sí mismos el lenguaje hablado. Estas ayudas al habla consisten en sistemas electromecánicos que comprenden una superficie de vibración que es presionada contra el tejido de la garganta y, de esta forma, provoca que el tejido de la garganta vibre, con lo que hace también que el aire contenido en la faringe y en la cavidad oral vibre. Haciendo uso de los restantes órganos naturales del habla (conducto de
10 conexión), el paciente será entonces capaz de pronunciar palabras y sílabas, posiblemente tras un entrenamiento adecuado.

Se describen ayudas para el habla, por ejemplo, en los documentos DE-C-35 29 553, US-A-3.978.286, US-A-4.028.492, entre otros. Las ayudas para el habla conocidas comprenden una cáscara o semienvuelta dura o una superficie reverberante similar que, mediante un miembro percutor destinado a ser accionado electromecánicamente
15 (por ejemplo, un sistema de imán / bobina), es excitado de una manera pulsante y, por tanto, oscila de acuerdo con su resonancia propia. Como resultado de ello, la voz de una persona que utiliza esta ayuda al habla conocida tiene un sonido bastante mecánico y monótono. Se conoce por el documento US-A-2003/0031326.

Es el propósito de la invención proporcionar un sistema electromecánico para la estimulación o vibración de tejido biológico, particularmente de tejido de la garganta humana, de tal manera que el sistema electromecánico sea capaz
20 de una variación del sonido de forma que el habla generada tenga un sonido humano más natural.

De acuerdo con la presente invención, el propósito anterior se consigue por medio de un sistema electromecánico para la estimulación de vibración de tejido biológico según se define en la reivindicación 1.

Para el funcionamiento inventivo de una ayuda para el habla, es necesario que, a lo largo de un intervalo de frecuencias lo más grande posible, se disponga de una oscilación o vaivén constante y lo más grande posible de la superficie de oscilación que percute o topa con el tejido de la garganta. En la práctica, se ha puesto de manifiesto
25 que son suficientes excitaciones vibratorias del tejido de la garganta de hasta 1.500 Hertz. Así, pues, en el espectro de frecuencias de hasta 1.500 Hertz, deberá existir un gran vaivén u oscilación que sea tan constante como sea posible e independiente de la frecuencia.

En los sistemas electromecánicos, la oscilación de un elemento oscilante por debajo de la frecuencia de resonancia propia del sistema es sustancialmente constante a lo largo de la frecuencia. Adicionalmente, debe apreciarse que pueden generarse grandes oscilaciones si la frecuencia de resonancia propia y la frecuencia de resonancia,
30 respectivamente, son bajas, lo que trae consigo un mantenimiento por sí mismo, o "automantenimiento", del elemento oscilante. La fuerza con la que la unidad de accionamiento del sistema electromecánico puede transmitir a un convertidor de impedancia del sistema electromecánico, será tanto más grande cuanto menor sea la fuerza requerida para generar una oscilación. Bajo este punto de vista, un soporte blando es ventajoso.

Sin embargo, un soporte blando también significa que la frecuencia de resonancia es relativamente baja y que el intervalo de transmisión es, por tanto, relativamente pequeño; es de destacar que es únicamente el intervalo por debajo de la frecuencia de resonancia propia del sistema electromecánico el que puede utilizarse como intervalo de
40 transmisión. Por lo tanto, a fin de obtener un intervalo de transmisión que se extienda hasta una frecuencia de resonancia propia relativamente alta de aproximadamente 1,5 kHz, la unidad de accionamiento debe tener una frecuencia de resonancia propia relativamente alta. Una frecuencia de resonancia propia alta, sin embargo, tiene el efecto de que el soporte debe ser relativamente rígido, lo que, a su vez, provoca una resiliencia relativamente baja y, por tanto, una oscilación pequeña.

El sistema electromecánico de la invención comprende una unidad de excitación o accionamiento, es decir, un convertidor electromecánico para convertir energía electromecánica en energía mecánica. Este convertidor electromecánico está conectado operativamente a una superficie de vibración destinada a actuar sobre el tejido humano. El convertidor electromecánico es efectivo para hacer que la superficie de vibración oscile en torno a una posición de punto nulo o cero, por ejemplo, al presionarse la superficie de vibración contra el tejido, desde una posición de punto cero en una dirección positiva o negativa.

De acuerdo con la invención, el elemento de accionamiento del convertidor electromecánico estará ahora acoplado por medio de una unidad elástica y resiliente para el soporte del elemento de accionamiento, de tal manera que esta unidad tiene, en sí misma, una frecuencia de resonancia propia por encima de la frecuencia de resonancia propia del convertidor electromecánico. De esta forma, la superficie de vibración puede oscilar a lo largo de un intervalo de frecuencias cuyo límite superior se encuentra por encima de la frecuencia de resonancia propia del convertidor electromecánico y es igual o menor que la frecuencia de resonancia propia de la unidad elástica y resiliente, de tal modo que la oscilación de la superficie de vibración se lleva a cabo con un vaivén que, a un voltaje o tensión

- 5 eléctrica de entrada constante, es sustancialmente constante a lo largo de la frecuencia (siempre y cuando la superficie de vibración esté acoplada al tejido biológico y se presione contra este mediante una fuerza de, por ejemplo, entre 4 N y 7 N, lo que es realista en la práctica). A este respecto, el elemento de accionamiento en sí puede comprender la superficie de vibración o estar acoplado a la misma. Sin embargo, este acoplamiento, es decir, el contacto a tope, únicamente puede llevarse a la práctica si la superficie de vibración es presionada contra el tejido de la garganta con una fuerza que sea suficiente para obtener el efecto deseado del sistema global como ayuda para el habla. Esto tiene la ventaja de que, una vez que se ha retirado el sistema del tejido, la superficie de vibración del sistema no es excitada y los ruidos irradiados son, por tanto, reducidos.
- 10 Con la ayuda de la configuración de la invención, es también posible utilizar unidades de accionamiento electromecánicas tales como, por ejemplo, convertidores magnetostrictivos o electroacústicos que tienen una frecuencia de resonancia propia relativamente baja. De esta forma, puede utilizarse una unidad de accionamiento con un soporte blando, con la ventaja resultante de que pueden generarse grandes oscilaciones mediante fuerzas relativamente pequeñas. A fin de hacer posible ahora la generación de tal oscilación grande también en el caso de frecuencias por encima de la frecuencia de resonancia propia de la unidad de accionamiento, la invención permite que, en paralelo con la unidad de accionamiento y con la superficie de vibración, se disponga una unidad elástica y resiliente para soportar y centrar el elemento de excitación o accionamiento; la frecuencia de resonancia propia de esta unidad es sustancialmente idéntica a la frecuencia más alta a la que se va a hacer funcionar el sistema electromecánico. Se consigue, de esta manera, que el sistema global se haga funcionar con una oscilación aproximadamente constante y relativamente grande de esta frecuencia de vibración.
- 15 De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, se hace posible que la unidad elástica y resiliente se acople con una carga mecánica al elemento accionado del convertidor electromecánico, de tal manera que el elemento accionado sea cargado en dirección a la superficie de vibración.
- 20 Por otra parte, puede hacerse posible, de forma adecuada, que la unidad elástica y resiliente comprenda al menos un elemento elástico o de resorte. Generalmente, este elemento de resorte puede ser cualquier tipo posible de elemento de resorte (de centrado) (para un elemento oscilante movible linealmente), de un material que sea adecuado para tales elementos de resorte; estos pueden ser muelles o resortes de copa, resortes de hoja, resortes espirales que actúan lateralmente con respecto a su plano de extensión, o bien soportes del tipo de membrana. Los resortes helicoidales o de bobina, sin embargo, son particularmente útiles como elementos de resorte.
- 25 De acuerdo con una realización ventajosa adicional de la invención, se permite la posibilidad de que la unidad elástica y resiliente comprenda un primer elemento elástico o de resorte y un segundo elemento de resorte que están acoplados entre sí, de tal manera que al menos uno de los elementos de resorte sirve para cargar el elemento accionado del convertidor electromecánico.
- 30 La unidad elástica y resiliente se ha proporcionado con el fin de centrar el convertidor electromecánico y el elemento accionado del convertidor electromecánico, respectivamente. Si el centrado de la unidad de accionamiento se lleva a cabo por medio de una unidad elástica y resiliente según se proporciona por la invención, el centrado se lleva a efecto sirviéndose no solo de un efecto de "resiliencia", sino de todo un sistema de resiliencia y de resonancia propia adicional, es decir, la resonancia propia del sistema elástico y resiliente, que es tanto más grande cuanto mayor es el empuje o carga generada por la unidad elástica y resiliente.
- 35 De acuerdo con una realización ventajosa adicional de la invención, el elemento accionado del convertidor electromecánico y la superficie de vibración tienen, dispuesto entre ellos, un convertidor de impedancia (por ejemplo, del tipo neumático o hidráulico) destinado a adaptar la magnitud del vaivén oscilante de la superficie de vibración al tejido biológico, de tal manera que el convertidor de impedancia puede ser excitado en su lado de entrada por el convertidor electromecánico y por el elemento accionado de este último, respectivamente; en su lado de salida, por otra parte, el convertidor excitará la superficie de vibración. Con la ayuda de este convertidor de impedancia, la oscilación de la superficie de vibración, es decir, la resistencia de radiación del sistema electromecánico, puede ser adaptada a la resistencia de radiación del medio en cuyo seno se han de acoplar las vibraciones. De esta forma, en el caso de que el convertidor electromecánico o su elemento accionado, en combinación con la unidad elástica y resiliente, no exciten la superficie de vibración de la manera óptima proporcionada para el acoplamiento de energía al seno del medio (el tejido biológico o, en particular, el tejido de la garganta), el convertidor de impedancia puede ser puesto en funcionamiento para adaptar la resistencia de radiación de tal manera que la energía de vibración puede ser transmitida de manera efectiva a tejido biológico.
- 40 De acuerdo con una realización ventajosa adicional de la invención, el elemento accionado del convertidor electromecánico y la superficie de vibración tienen, dispuesto entre ellos, un convertidor de impedancia (por ejemplo, del tipo neumático o hidráulico) destinado a adaptar la magnitud del vaivén oscilante de la superficie de vibración al tejido biológico, de tal manera que el convertidor de impedancia puede ser excitado en su lado de entrada por el convertidor electromecánico y por el elemento accionado de este último, respectivamente; en su lado de salida, por otra parte, el convertidor excitará la superficie de vibración. Con la ayuda de este convertidor de impedancia, la oscilación de la superficie de vibración, es decir, la resistencia de radiación del sistema electromecánico, puede ser adaptada a la resistencia de radiación del medio en cuyo seno se han de acoplar las vibraciones. De esta forma, en el caso de que el convertidor electromecánico o su elemento accionado, en combinación con la unidad elástica y resiliente, no exciten la superficie de vibración de la manera óptima proporcionada para el acoplamiento de energía al seno del medio (el tejido biológico o, en particular, el tejido de la garganta), el convertidor de impedancia puede ser puesto en funcionamiento para adaptar la resistencia de radiación de tal manera que la energía de vibración puede ser transmitida de manera efectiva a tejido biológico.
- 45 De acuerdo con una realización ventajosa adicional de la invención, el elemento accionado del convertidor electromecánico y la superficie de vibración tienen, dispuesto entre ellos, un convertidor de impedancia (por ejemplo, del tipo neumático o hidráulico) destinado a adaptar la magnitud del vaivén oscilante de la superficie de vibración al tejido biológico, de tal manera que el convertidor de impedancia puede ser excitado en su lado de entrada por el convertidor electromecánico y por el elemento accionado de este último, respectivamente; en su lado de salida, por otra parte, el convertidor excitará la superficie de vibración. Con la ayuda de este convertidor de impedancia, la oscilación de la superficie de vibración, es decir, la resistencia de radiación del sistema electromecánico, puede ser adaptada a la resistencia de radiación del medio en cuyo seno se han de acoplar las vibraciones. De esta forma, en el caso de que el convertidor electromecánico o su elemento accionado, en combinación con la unidad elástica y resiliente, no exciten la superficie de vibración de la manera óptima proporcionada para el acoplamiento de energía al seno del medio (el tejido biológico o, en particular, el tejido de la garganta), el convertidor de impedancia puede ser puesto en funcionamiento para adaptar la resistencia de radiación de tal manera que la energía de vibración puede ser transmitida de manera efectiva a tejido biológico.
- 50 De forma conveniente, el convertidor de impedancia tiene su lado de entrada provisto de una superficie de entrada que puede ser excitada por el elemento accionado del convertidor electromecánico o por la unidad elástica y resiliente, y tiene su lado de salida provisto de una superficie excitada de salida, de manera que dichas superficies están acopladas operativamente entre sí a través de un fluido incompresible (gas o líquido, gel, silicona, un medio viscoso u otro material que sea incompresible en el intervalo de transmisión de interés y sea capaz de cambiar su forma). Ambas superficies del convertidor de impedancia han de ser flexibles o móviles (rígidas o elásticas). Una realización adecuada radica en la contención del fluido incompresible dentro de una superficie de membrana cerrada que está encapsulada por un cuerpo circundante, en tanto que las zonas que definen las superficies de entrada y de
- 55

salida se dejan libres.

A fin de hacer posible el cambio de la oscilación de la superficie de vibración o del convertidor de impedancia, el convertidor de impedancia comprende superficies de entrada y de salida de diferentes tamaños. De esta forma, por ejemplo, para aumentar el vaivén u oscilación de la superficie de vibración, la superficie de salida del convertidor de impedancia se selecciona de modo que sea más grande que la superficie de entrada del mismo. Y a la inversa, la superficie de entrada del convertidor de impedancia ha de seleccionarse de manera que sea más grande que la superficie de salida del mismo en el caso de que la oscilación generada por el sistema electromecánico sin convertidor de impedancia se haya de reducir. Utilizando el convertidor de impedancia, es también posible adaptar un sistema electromecánico modular para una óptima transmisión de la potencia mecánica disponible de la unidad de accionamiento al respectivo medio para la excitación de cuya vibración se utiliza el sistema electromecánico.

En este contexto, ha de apreciarse que las características del convertidor de impedancia no tienen necesariamente que ser combinadas con el soporte elástico del elemento accionado de acuerdo con la reivindicación 1. En lugar de ello, las características del convertidor de impedancia constituyen características independientes de una ayuda para el habla que puede llevarse a cabo también si el elemento accionado acoplado al lado de entrada del convertidor de impedancia, no es elásticamente soportado y centrado, respectivamente. De esta forma, por ejemplo, el elemento accionado puede ser dispuesto para un movimiento lineal sin estar centrado a lo largo de su recorrido de desplazamiento longitudinal.

En consecuencia, en el campo de las ayudas para el habla para un paciente o pacientes laringectomizados que se someten a cirugía de laringe, se propone por primera vez, de acuerdo con la presente invención, excitar la superficie de vibración a lo largo de un cierto intervalo de frecuencias. Hasta ahora, la superficie de vibración de las ayudas al habla ha venido excitándose o accionándose por medio de un elemento percutor –sencillamente de una manera pulsante, tal como en el caso de una campana. De esta forma, la oscilación de la superficie de vibración ha quedado determinada por su resonancia propia o por la resonancia propia del elemento que tiene formada en el mismo la superficie de vibración. Se ha venido impidiendo, por tanto, la variación del sonido. Con la presente invención, sin embargo, esta solución de la técnica anterior se abandona completamente y, al menos durante el funcionamiento de la ayuda para el habla, se consigue un acoplamiento permanente del elemento de generación de vibración con la superficie de vibración. En consecuencia, se hace ahora posible introducir diferentes frecuencias en la superficie de vibración, de tal manera que se permite a la superficie de vibración oscilar a través de todo un intervalo de frecuencias. En el uso concreto, se ha encontrado practicable un intervalo de frecuencias de desde varias decenas de Hertz hasta aproximadamente 1.500 Hertz. Con ello, se hace posible que la voz del paciente adopte un sonido humano, en lugar del sonido bastante metálico de las ayudas al habla previamente conocidas.

El sistema electromecánico de la presente invención puede ser utilizado por una persona que se ha sometido a una laringectomía o a una traqueotomía, para generar sonidos del habla mediante la aplicación de la superficie de vibración al tejido de la garganta de la persona de manera tal, que el elemento accionado se acopla a la superficie de vibración.

Por último, el sistema electromecánico de la presente invención puede también ser empleado en un método para la generación de sonidos del habla, a fin de ser utilizado por una persona que se ha sometido a una laringectomía o a una traqueotomía, de manera que dicho método comprende las siguientes etapas:

- aplicar un sistema electromecánico según se ha descrito anteriormente, por su superficie de vibración, al tejido de la garganta de la persona, de tal manera que el elemento accionado es acoplado a la superficie de vibración, y
- dar forma a la cavidad bucal y/o mover la boca, labios y lengua, por parte de la persona, de una manera adecuada para generar sonidos del habla.

Se describirá en lo que sigue, con mayor detalle, una realización de la invención con referencia a los dibujos que se acompañan. En los dibujos:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de los componentes funcionales esenciales del sistema electromecánico de acuerdo con una realización de la invención; y

La Figura 2 es una vista en sección longitudinal que ilustra la configuración del sistema electromecánico de la figura 1, al objeto de que el sistema pueda ser utilizado para excitar las vibraciones del tejido de la garganta humana.

La Figura 1 muestra una vista esquemática de la disposición y del funcionamiento coordinado de los diversos componentes y bloques funcionales de un sistema electromecánico 10 proporcionado para excitar las vibraciones del tejido de la garganta humana. El sistema electromecánico 10 comprende un convertidor electromecánico 12 que incluye un elemento accionado 14 que tiene una masa m_1 . El convertidor electromecánico 12 comprende un sistema magnético 16 con una bobina 18 dispuesta en su interior, la cual tiene una corriente fluyendo a su través y se ha dispuesto para desplazar en movimiento alternativo o de vaivén el elemento accionado 14. El elemento accionado

14 está acoplado, a su vez, a una superficie de vibración 20 que está conectada operativamente, a través de un convertidor de impedancia intermedio 22, al elemento accionado. En la presente realización, el convertidor electromecánico 12 se ha diseñado como un convertidor electroacústico que comprende, por ejemplo, una bobina de succión o émbolo y un sistema de imanes. La bobina de succión puede haberse proporcionado directamente como el elemento accionado o puede estar conectada a tal elemento, siendo este último el caso de la presente realización.

De acuerdo con la invención, para centrar el convertidor electromecánico 12 y el elemento accionado 14 del convertidor electromecánico 12, respectivamente, se utiliza una unidad elástica y resiliente 24 que, en la presente realización, comprende dos muelles o resortes de bobina 26, 28 que tienen unas masas oscilatorias m_2 y m_3 , respectivamente, y que están conectados en paralelo con el elemento accionado 14. Los dos resortes de bobina 26, 28 están conectados o unidos entre sí y se han dispuesto para soportarse el uno al otro, por sus extremos mutuamente alejados, en unas porciones de tope 29. El punto de unión 39 de los dos resortes de bobina 26, 28 tiene acoplado mecánicamente al mismo el elemento accionado 14 del convertidor electromecánico 12. En virtud de la configuración de los dos resortes de bobina 26, 28 y/o de su carga, una cierta "resiliencia" puede ahora prestarse para el centrado del elemento accionado 14, de tal manera que este sistema de centrado incluye, adicionalmente, al menos una frecuencia de resonancia propia (determinada por los resortes 26, 28) que será tanto más grande cuanto mayor sea la carga de los resortes 26, 28.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el convertidor de impedancia 22 está conectado entre el convertidor electromecánico 12 y la superficie de vibración 20. Con la ayuda de este convertidor de impedancia 22, puede influirse en el vaivén u oscilación ejecutada por el elemento accionado 14 por lo que se refiere a su efecto en la oscilación de la superficie de vibración 20. El convertidor de impedancia 22 se ha proporcionado en forma de una bolsa 32 de membrana, llena de un fluido incompresible 30 y rodeada por un cuerpo de recepción 34 de una configuración anular. Dentro de este cuerpo 34, la bolsa de membrana 32 queda expuesta o al descubierto en una superficie de entrada 36 y una superficie de salida 38. Dependiendo de la selección de la relación de tamaños entre estas dos superficies, la oscilación del elemento accionado 14 puede ser convertida en una oscilación más alta de la superficie de vibración 20 o en una oscilación más baja de la superficie de vibración.

La Figura 2 muestra un ejemplo de una posible realización del sistema electromecánico 10 de acuerdo con la Figura 1. Este ejemplo comprende un alojamiento 40 con una primera porción de alojamiento 42 y una segunda porción de alojamiento 44. La primera porción de alojamiento 42 alberga el núcleo magnético 16, la bobina 18 y el elemento accionado 14, proporcionado como un émbolo. El émbolo está provisto de una brida 46 de recepción de bobina, unida a la bobina 18. También acomodada dentro de la primera porción de alojamiento 42, alejada del convertidor electromecánico 12, se encuentra la unidad elástica y resiliente 24. En la Figura 2 se han mostrado también los resortes helicoidales o de bobina 26 y 28, de tal manera que el resorte de bobina 26 está soportado en el núcleo magnético 16 que sirve como tope fijo 29 y el resorte de bobina 28 está soportado en la primera porción de alojamiento 42 o en un elemento de sujeción 48 conectado al mismo como tope fijo 29. Por otra parte, ambos resortes de bobina 26, 28 se encuentran en acoplamiento dentro del émbolo. De esta forma, con la ayuda de la unidad elástica y resiliente 24, el émbolo es centrado.

Existe un contacto con el elemento accionado 14 (émbolo) del convertidor electromecánico 12 por parte de la cara de entrada 36 de la bolsa 32 de membrana llenada de fluido, perteneciente al convertidor de impedancia 22, en tanto que la cara de salida 38 del convertidor de impedancia 22 está dispuesta en contacto con un elemento 50 de excitación de tejido que comprende la superficie de vibración 20. El elemento 50 de excitación de tejido y el convertidor de impedancia 22 están acomodados dentro del segundo elemento de alojamiento 44.

En la presente realización, el convertidor electromecánico 12, que genera una gran oscilación con escasa fuerza, se utiliza como unidad de accionamiento. El rendimiento mecánico (fuerza x oscilación) es convertido por el convertidor de impedancia 22 en una oscilación más pequeña de la superficie de vibración 20 o del elemento 50 de excitación de tejido, con una fuerza grande.

En lo que sigue se desarrollarán una vez más los aspectos esenciales de la presente invención.

Cada sistema electromecánico presenta un vaivén u oscilación, por debajo de su frecuencia de resonancia propia, que no depende de la frecuencia, es decir, una oscilación que es constante a lo largo de la frecuencia. Si la frecuencia de resonancia es baja, lo que se consigue por medio de un soporte "blando", es posible generar grandes oscilaciones. La fuerza que la unidad de excitación o accionamiento es capaz de transmitir al convertidor de impedancia será mayor cuanto menor fuerza se requiera para generar la oscilación. En consecuencia, un soporte blando es ventajoso. Un soporte blando, sin embargo, lleva consigo que el intervalo de transmisión de frecuencias dentro del cual la oscilación es constante, sencillamente será pequeño puesto que tan solo puede utilizarse el intervalo por debajo de la frecuencia de resonancia propia del sistema electromecánico como intervalo de transmisión. Se ha encontrado que los sistemas electromecánicos, cuando se utilizan como ayudas para el habla, deberán tener un intervalo de transmisión de hasta 1,5 kHz. De esta forma, para hacer posible que se alcance dicho intervalo de transmisión, la unidad de accionamiento debe tener una frecuencia de resonancia propia relativamente alta. Una frecuencia de resonancia propia más alta, sin embargo, también llevará consigo un soporte más "rígido", con el resultado de una resiliencia reducida, lo que, a su vez, provocará una oscilación reducida para la que se

requiere una fuerza grande.

La interrelación física puede ser disociada mediante el uso, para el centrado de la unidad de accionamiento, de una unidad elástica y resiliente tal como, por ejemplo, uno o una pluralidad de muelles o resortes (de bobina). Esta unidad representa un sistema complejo de resiliencia y frecuencia de resonancia propia adicional (causada por los resortes), de tal manera que la frecuencia de resonancia propia será tanto más grande cuanto mayor sea la carga de los resortes.

La masa dinámica del convertidor electromecánico, en combinación con la elevada resiliencia de los resortes, constituye un sistema sintonizado en bajos, lo que permite grandes oscilaciones. En el intervalo hacia las frecuencias altas, las frecuencias de resonancia propia de los resortes harán posible una aceleración en aumento de forma continua y, por tanto, una oscilación aproximadamente constante que no puede alcanzarse de otra manera, por encima de la baja frecuencia de resonancia propia del sistema.

Si, por ejemplo, se emplean dos resortes para el centrado, al aumento de la aceleración hacia las frecuencias superiores será tanto mayor cuanto más cerca estén entre sí las frecuencias de resonancia propia de los resortes. Por lo tanto, cuando se utilizan dos resortes que tienen, por ejemplo, unas frecuencias de resonancia propia respectivas de aproximadamente 1,5 kHz en el estado ensamblado, se obtendrán, en el intervalo de 1,5 kHz – dependiendo del acoplamiento mecánico de los dos sistemas oscilatorios–, dos picos de resonancia en el intervalo de 1,4 kHz y 1,6 kHz. Hasta 1,4 kHz, se obtendrá, de esta forma, una oscilación aproximadamente constante aunque el sistema de accionamiento se haga funcionar por encima de su frecuencia de resonancia, que puede ser, por ejemplo, de 200 Hertz. Cuando se utilizan elementos de centrado convencionales que normalmente presentan una única resiliencia al sistema de accionamiento, el anterior comportamiento que puede llevarse a efecto con la invención no será posible. Únicamente mediante la disposición proporcionada por la invención, se ha hecho posible, con o sin convertidor de impedancia, introducir una oscilación relativamente grande, de un intervalo de frecuencias relativamente grande, en el tejido de la garganta humana.

El contexto técnico anteriormente esbozado puede ser resumido como sigue:

- Para una ayuda al habla, se requiere un vaivén u oscilación constante lo más grande posible a lo largo de un intervalo de frecuencias lo más ancho posible.
- Se dispone, sin embargo, de una oscilación constante únicamente por debajo de la frecuencia de resonancia propia del convertidor electromecánico (unidad de excitación o accionamiento), lo que significa que, en una disposición convencional, la frecuencia de resonancia propia de la unidad de accionamiento constituirá la frecuencia de límite superior del intervalo de transmisión del sistema electromecánico en su conjunto.
- Por tanto, para poder obtener rendimientos útiles, se necesita una oscilación lo más grande posible en el lado del sistema electromecánico en su conjunto.
- La resiliencia del soporte del sistema de accionamiento determinará la frecuencia de resonancia propia y la oscilación del sistema, de tal manera que se observará que un soporte blando tendrá como resultado una oscilación grande con una frecuencia de resonancia baja y un soporte duro tendrá como resultado una oscilación pequeña con una frecuencia de resonancia propia alta.
- Los elementos de resorte y, en particular, los resortes helicoidales o de bobina tienen una resiliencia (en la que puede influirse a través de la masa dinámica) así como una frecuencia de resonancia propia (en la que puede influirse a través de la carga).
- Mediante la selección adecuada de las propiedades elásticas, las masas dinámicas y las cargas, la interrelación entre la frecuencia de resonancia propia y la rigidez del soporte (el dispositivo de accionamiento) –interrelación que ha venido siendo indisoluble en la tecnología de los convertidores convencionales– se ha desecho. Esto permite el diseño de un sistema electromecánico global que tiene una oscilación grande a la vez que presenta una frecuencia de resonancia propia grande.

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema electromecánico para estimular la vibración del tejido de la garganta humana, de tal modo que dicho sistema comprende:

- 5
- un convertidor electromecánico (12), que tiene una frecuencia de resonancia propia y que es susceptible de hacerse funcionar para convertir energía eléctrica en energía mecánica en un elemento accionado (14), linealmente movable, dispuesto para oscilar alrededor de una posición de punto nulo o cero o desde una posición de punto cero en una dirección positiva o negativa, y
 - una superficie de vibración (20), destinada actuar sobre el tejido de la garganta,
- 10
- de tal modo que el elemento accionado (14) del convertidor electromecánico (12) está acoplado operativamente a la superficie de vibración (20),

caracterizado por que:

- 15
- el elemento accionado (14) está soportado por una unidad elástica y resiliente (24) que tiene una frecuencia de resonancia propia por encima de la frecuencia de resonancia propia del convertidor electromecánico (12), por lo que se provoca que la superficie de vibración (20) oscile a lo largo de un intervalo de frecuencias cuyo límite superior se encuentra por encima de la frecuencia de resonancia propia del convertidor electromecánico (12), y que es igual o menor que la frecuencia de resonancia propia de la unidad elástica y resiliente (24), de tal modo que la oscilación de la superficie de vibración se lleva a cabo con un vaivén que, a un voltaje o tensión eléctrica de entrada constante, es sustancialmente constante a lo largo de la frecuencia.

20

2.- El sistema electromecánico de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad elástica y resiliente (24) está acoplada, con una carga mecánica destinada a cargar el elemento accionado (14) en dirección hacia la superficie de vibración (20), al elemento accionado (14) del convertidor electromecánico (12).

25

3.- El sistema electromecánico de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que la unidad elástica y resiliente (24) comprende al menos un elemento elástico o de resorte (26, 28), acoplado al elemento accionado (14) del convertidor electromecánico (12) y que se extiende entre el elemento accionado (14) y un punto fijo situado externamente al convertidor electromecánico (12).

4.- El sistema electromecánico de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que el elemento elástico es un resorte helicoidal o de bobina (26, 28).

30

5.- El sistema electromecánico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la unidad elástica y resiliente (24) comprende un primer elemento de resorte (26) y un segundo elemento de resorte (28) que están acoplados entre sí, de tal manera que al menos uno de los elementos de resorte (26, 28) sirve para cargar el elemento accionado (14) del convertidor electromecánico (12).

35

6.- El sistema electromecánico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la superficie de vibración (20) está formada sobre el elemento accionado (14) o por que el elemento accionado (14) está acoplado, o, en particular, conectado o unido, a la superficie de vibración (20) o un elemento (50) que tiene formada en él la superficie de vibración (20).

40

7.- El sistema electromecánico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el elemento accionado (14) del convertidor electromecánico (12) y la superficie de vibración (20) tienen, dispuesto entre ellos, un convertidor de impedancia (22) para adaptar la magnitud del vaivén de oscilación de la superficie de vibración (20) al tejido de la garganta, de tal manera que el convertidor de impedancia (22) puede ser excitado en su lado de entrada por un elemento accionado (14), y en su lado de salida excitará, a su vez, la superficie de vibración (20).

45

8.- El sistema electromecánico de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por que el lado de entrada del convertidor de impedancia (22) comprende una superficie de entrada excitable (36) y el lado de salida del convertidor de impedancia (22) comprende una superficie de salida excitable (38), cuyas caras están acopladas operativamente entre sí a través de un fluido incompresible tal como, por ejemplo, un gas, un líquido, un gel, una silicona, un medio viscoso distinto u otro material que sea incompresible en el intervalo de transmisión de interés.

9.- El sistema electromecánico de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que las superficies de entrada y de salida (36, 38) del convertidor de impedancia (22) tienen tamaños diferentes.

50

10.- El sistema electromecánico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que la superficie de vibración (20) es rígida o elástica.

11.- El sistema electromecánico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que

el elemento accionado (14) está separado de la superficie de vibración (20) o, si se ha proporcionado, del convertidor de impedancia (22) en el caso de que la superficie de vibración (20) esté descargada o no se apoye en el tejido con la suficiente fuerza.

