

SISTEMA DE LAZOS DE INDUCCIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA

Ricciardi Eduardo¹, Aquino Carlos de J.², Toranzos Victor³, Cáceres Manuel⁴, Lombardero Oscar G.⁵

^{1,2,3,4,5} Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación/Departamento de Ingeniería, FACENA UNNE, 9 de julio 1449. Corrientes.

*ogl@exa.unne.edu.ar

Resumen

Los sistemas de lazos de inducción que trabajan en la zona de audiofrecuencia, se conocen internacionalmente por sus siglas AFILS (Audio Frequency Induction Loop Systems). Este tipo de dispositivo fue concebido para ser utilizado por personas con disminución auditiva que poseen audífono, ya que casi la totalidad de estos, cuenta con una llave selectora de varias posiciones, una de las cuales se denomina "T", de Telebobina. El lazo de inducción a través de un amplificador electrónico, emite señales de audio que son captadas por el audífono en esa condición, y la persona puede escuchar voz o música, sin interferencia del ruido ambiente. El sistema implementado puede ser adaptado a cualquier área de cobertura, modificándose en consecuencia los niveles de potencia, para que la señal de audio llegue con el nivel adecuado dentro de la zona referida. Es utilizado en teatros, salones de conferencia, aulas de hipoacúsicos, aeropuertos, estaciones de colectivos, etc.

Palabras clave: hipoacusia; aros magnéticos; audífono

Introducción

Los llamados *aros magnéticos*, son denominados así en el contexto de la lengua española, pero en la literatura internacional también se los conoce como *lazos de inducción*. En ambos casos se hace referencia a los campos magnéticos que se generan en una espira conductora por donde circula una corriente eléctrica variable con el tiempo. Este fenómeno físico se conoce desde los tiempos de Michael Faraday (1792-1867), quien lo estudió metódicamente encontrando una relación matemática que vincula la variación del flujo magnético con la corriente eléctrica en un conductor.

Este principio físico es el que se ha tomado en cuenta en el campo de la medicina, para desarrollar dispositivos en carácter de ayudas técnicas para personas con disminución auditiva (hipoacusia), que emplean un audífono de tipo retroauricular. Se trata de compensar la falta de capacidad auditiva para escuchar las señales de audio que existen en el mundo natural, sobre todo en ambientes donde la comunicación es fundamental. Cuando nos referimos a la palabra audio hacemos mención a las ondas acústicas que pueden ser oídas por el sistema auditivo humano.

El oído constituye el órgano del equilibrio y de la audición. También se lo denomina órgano vestibulococlear. El estudio histológico del oído permite dividirlo en tres partes: el oído externo, el medio y el interno.

El oído externo está conformado por el pabellón auricular. El medio por una membrana timpánica, el martillo, el yunque y el estribo. El oído interno está constituido principalmente por la cóclea que envía las señales a través de los nervios auditivos hacia el cerebro. En la Fig. 1 se puede apreciar un dibujo de las distintas partes que constituyen el oído humano.

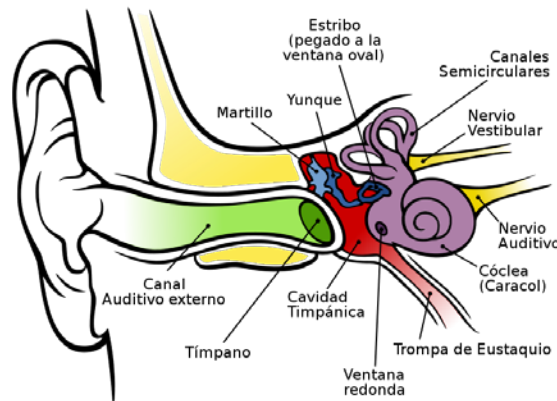


Fig. 1. Partes constituyentes del oído humano

La hipoacusia se define como la disminución de la percepción auditiva. Las hipoacusias pueden clasificarse de acuerdo a su intensidad, las causas habituales y sus consecuencias.

En la hipoacusia leve sólo surgen problemas de audición con voz baja y ambiente ruidoso. En las moderadas se aprecian dificultades con la voz normal, y existen problemas en la adquisición del lenguaje y en la producción de sonidos. En las severas sólo se oye cuando se le grita o se usa amplificación. En las profundas, la comprensión es prácticamente nula, incluso con amplificación. En este caso no se produce un desarrollo espontáneo del lenguaje.

En la hipoacusia de transmisión existe una deficiencia de la transformación de energía en forma de ondas sonoras a ondas hidráulicas en el oído interno, que impide que el sonido llegue a estimular correctamente las células sensoriales de órgano de Corti por lesiones localizadas en el oído externo o medio. Las malformaciones severas del oído externo y del oído medio, tales como la ausencia de conducto auditivo externo y membrana timpánica y la fusión de los huesecillos, si la cóclea es normal, provoca una pérdida auditiva de 60 dB como máximo, suficientemente grave para comprometer la adquisición del lenguaje, pero susceptible de amplificación.

En la hipoacusia neurosensorial existe una inadecuada transformación de las ondas hidráulicas en el oído medio en actividad nerviosa por lesiones en las células ciliadas o en las vías auditivas. Existe también la sordera cortical y los trastornos de percepción del lenguaje que trascienden estos últimos del objetivo de esta unidad didáctica. Por lo dicho anteriormente, cualquier sordera superior a 60 dB indica una pérdida neurosensorial pura o mixta.

Por último hay hipoacusias mixtas que participan de ambos mecanismos. Las principales causas de sordera infantil severa y profunda son las genéticas -al menos el 50% de todos los casos-, adquiridas y malformativas. Atendiendo al momento de producirse la pérdida auditiva, las hipoacusias se clasifican en prelinguales, cuando la lesión se produjo con anterioridad a la adquisición del lenguaje (0-2 años), perilinguales, cuando sucedió durante la etapa de adquisición del lenguaje (2-5 años) y poslinguales cuando la pérdida auditiva es posterior a la estructuración del mismo. Naturalmente, cuanto más precoz sea la pérdida, tanto más grave será la patología.

En este trabajo se desarrolló un dispositivo como ayuda técnica para aquellas personas que sufren hipoacusia leve a moderada, que utilicen audífonos de tipo retroauricular, ya que son los que cuentan con la telebobina interna.

Materiales y Métodos

Se tomó como base el amplificador de audio TDA2002 de la firma SGS-Thompson, de 8 Watts de potencia, ya que satisface los requerimientos de potencia para el tamaño de la espira de campo que se tomó como referencia (16 m²). Además, es de fácil obtención en el mercado local y de bajo costo. El

circuito de amplificación es de tipo estándar con acoplamiento capacitivo para un rango de señales de audio entre 100 y 10.000Hz. Este rango supera la respuesta del audífono que no alcanza a superar los 5KHz. Para implementar el lazo se utilizó alambre de 2 mm² con aislación de PVC con una resistencia de 0,25 ohms aproximadamente, para 16 m lineales.

En la Figura 2 podemos observar el diagrama en bloques del sistema completo.

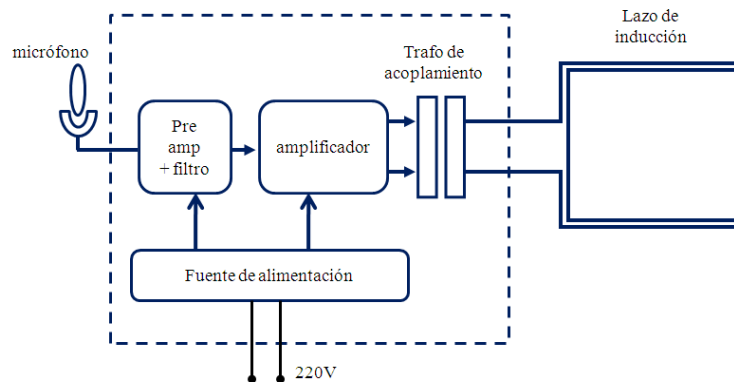


Fig. 2. Diagrama en bloques del sistema.

Como audífono de prueba se utilizó uno comercial de la marca Viennatone modelo 3845 fabricado en 1992. La respuesta del mismo, según el fabricante es de 200 Hz a 5 KHz, teniendo un máximo de ganancia a 1KHz, siendo los puntos de mínima, los valores mencionados anteriormente.

Cálculo del transformador de acoplamiento

El cálculo del transformador se realizó teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

Campo B = 10 KGauss.

R_p (impedancia de primario) = 8 Ohms.

R_s (impedancia del secundario) = 0,25 Ohms

Frecuencia mínima de trabajo = 100Hz.

La sección del núcleo S_n se calculó teniendo en cuenta la potencia W y la frecuencia mínima.

$S_n = 15(W/f_{min})^{1/2} = 4,24 \text{ cm}^2$.

Número de espiras del primario:

$N_p = [0,315 * (V_{max}) * 10^8] / [B * f_{min} * S_n]$

Considerando una excursión máxima de tensión de 10V resulta:

N_p = 74,29 espiras.

La relación de transformación resulta:

$K = (R_p/R_s)^{1/2} = 5,66$

de manera que las espiras del secundario serán:

N_s = N_p / K = 74,29 / 5,66 = 13,12 espiras.

El circuito del amplificador se puede apreciar en la Fig. 3.

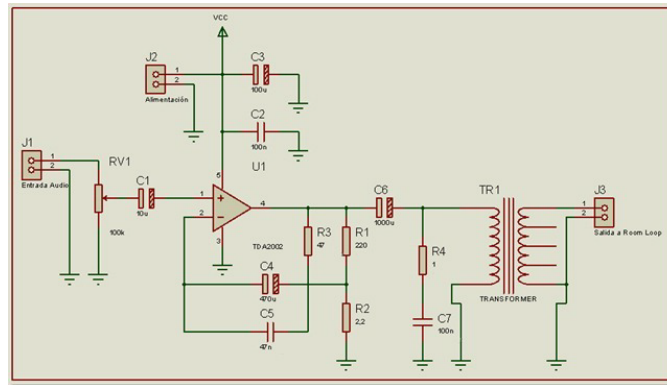


Fig. 3. Circuito esquemático del amplificador.

Resultados y Discusión

Se realizó el ensayo del equipo inicialmente a una frecuencia fija de 1Khz, la que se consideraba situada en la zona de la banda de audio más representativa para la configuración de la mayoría de los sonidos audibles. Además se buscaba presentar una impedancia fija del lazo al amplificador para verificar el comportamiento del transformador de acoplamiento. Luego se hizo un barrido en frecuencia tomando como referencia el ancho de banda del audífono de prueba de audición.

En la Fig 4 podemos observar fotografías del equipo terminado.



Fig 4. Vista frontal y lateral del equipo terminado

Conclusiones

Se diseñó e implementó un sistema de aros magnéticos para un área de cobertura de aproximadamente 16 a 20 m², pudiéndose extender a un área mayor simplemente aumentando la potencia del amplificador y del transformador de acoplamiento. El equipo funcionó adecuadamente para los ensayos realizados utilizando micrófonos tipo electret y un dispositivo de música para formato MP3. Según el modelo implementado en el programa Matlab, el nivel (amplitud) de campo magnético mantiene su valor dentro de un rango de -10 y +10 dB entre 1m y 4m de altura, lo que se pudo constatar en forma cualitativa directamente con el audífono, ya que no se experimentaba una variación de amplitud al moverse alrededor del aro magnético, estando sentado o parado. Se concluye que se tiene la posibilidad de construir diversos modelos de aros o lazos magnéticos ajustándolos al área de cobertura y también al modelo "mostrador", que sería un sistema de pequeñas dimensiones y tamaño para uso personal.

Referencias

- 1) AMPETRONIC. "Audio Induction Loops and Hearing Loops Systems". www.ampetronic.com
- 2) FAIRCHILD "TDA2002 Audio Amplifier". Fairchild Semiconductors. www.fairchildsemi.com
- 3) Mc Tavish J. P. "Field pattern of a magnetic dipole". Am Journal Phys. 68 (6) June 2000. Pp. 577-578.
- 4) TACA SYSTEMS. "Nueva Norma IEC 60118/4:2006". Electroacoustics - Hearing aids - Part 13: Electromagnetic compatibility (EMC)
- 5) FRANCISCO SINGER. Transformadores. Ed Neo Técnica. Bs As. 1976.
- 6) SEARS-ZEMANSKY, "Física General" Ed Aguilar. Bs As. 1971.
- 7) SIMON RAMO, JOHN R. WHINNERY, "Campos y Ondas". Ediciones Pirámide, SA. Madrid. 1974.