

Protectores auditivos analógicos por medio de control activo de ruido

**Ana M. Monsalve C. & Jorge P. Arenas B. **Carlos de la Colina T. y Jaime Pfretzschner S.*

**Instituto de Acústica, UACH. Casilla 567. Valdivia (Chile)*

***Instituto de Acústica, CSIC. Serrano 144, 28006. Madrid (España)*

INTRODUCCION

La cancelación activa de ruido emplea el principio de interferencia acústica, cuya teoría general fue dada en el año 1690 por C. Huygens. En el año 1933, el físico alemán Georg Heinrich Paul Lueg (1898-1979) expuso teóricamente los principios básicos del control activo de ruido, aplicando esta técnica al caso de propagación en ductos y en campo libre [1].

La comprobación experimental de la teoría de Lueg se demoró 20 años y su primera aplicación técnica 50. Un notable desarrollo fue hecho por Harry Olson en el año 1953 [2], cuando identificó una posible aplicación del sistema en autos y aviones.

Durante la misma época de los años 50, Simshauser y Hawley [3] propusieron el desarrollo del primer protector auditivo activo, trabajando con tonos puros y obteniendo una buena respuesta, abriendo así el gran campo de aplicación de los protectores auditivos activos.

Según Casali [4], existen dos tipos de sistemas de protección personal auditiva aplicando el control activo de ruido:

- Aquellos diseñados solamente para protección auditiva.
- Aquellos diseñados también para implementarlos en comunicaciones, los cuales tienen asociados un micrófono de garganta, cuya mayor aplicación es la aviación y el ejército de tierra.

DESARROLLO

Una vez planteado el modelo general del esquema de los protectores auditivos activos desarrollados con electrónica analógica (ver fig.1), surge la necesidad de analizar los diferentes montajes susceptibles ser llevados a la práctica, para después tomar la mejor decisión considerando factores como sencillez de diseño, facilidad de manipulación y fabricación, autonomía comodidad, costos, etc...

Durante una primera etapa se pensó en realizar un montaje basado en filtros de butterworth, encargados de desfazar la señal, que luego debe pasar por un sumador, de manera que la respuesta final sea el resultado de la interferencia destructiva de las ondas. Sin embargo, el hecho de montar este circuito tendría los siguientes inconvenientes:

- Al tratar de implementarlo, los valores comerciales de los elementos necesarios no corresponden a aquellos teóricos.
- Si se quiere que el circuito reaccione bien en el espectro de frecuencias de interés (bajas frecuencias, preferiblemente inferiores a los 1000Hz), es necesario implementar varios circuitos del mismo tipo, en los cuales se variará la frecuencia de corte. Finalmente, la señal de cada uno de estos circuitos debe ir a un sumador total para poder observar la interferencia total a la salida.
- Aún en el caso de que se llevara a cabo la ejecución práctica de circuitos con diferentes frecuencias de corte, ello repercutiría en el tamaño del montaje a realizar, lo cual posiblemente dificultaría su fácil

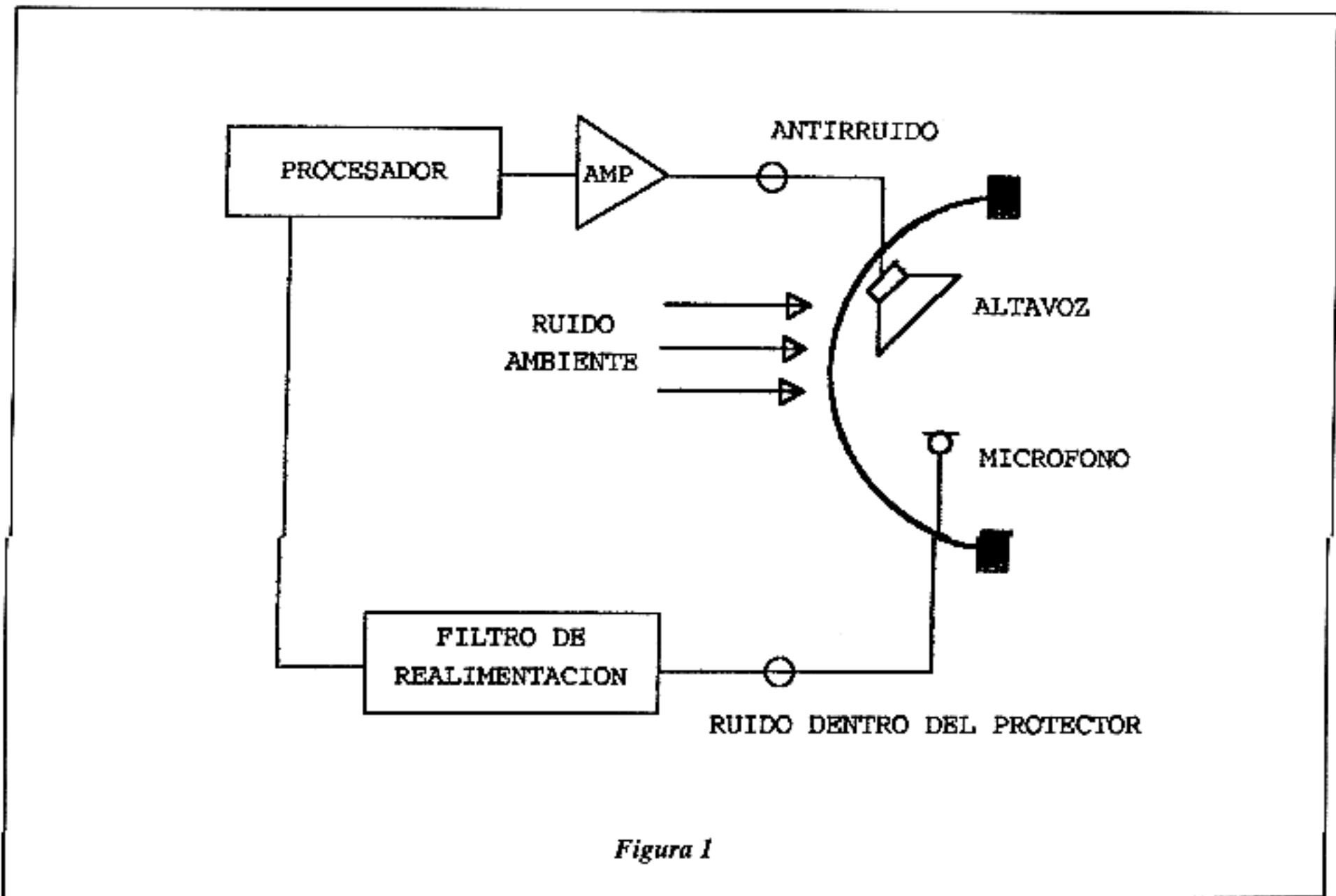
manipulación, su tamaño, precio y demás características descritas con anterioridad. Aparte del circuito en si, hace falta tener en cuenta la inclusión de un preamplificador necesario para el funcionamiento del micrófono, que es otro factor en contra de este diseño.

En vista de todo lo anterior, se pensó entonces en implementar algo mucho más seguro y sencillo, a partir de un micrófono miniatur con su preamplificador, el cual debería tener una ganancia e impedancia de salida apropiadas para activar el altavoz utilizado.

Finalmente, se emplearon dos etapas de amplificación electrónica: la primera correspondiente a la etapa de preamplificación, y la segunda a la de potencia, la cual es necesaria ya que la impedancia de salida de la primera etapa no es suficientemente baja respecto al altavoz empleado.

El circuito y las baterías necesarias para su funcionamiento se instalaron en una caja de aluminio, con la intención de aislarlo del ruido eléctrico exterior, y protegerlo lo mejor posible.

El circuito proporciona una ganancia máxima de 46 dB regulables mediante un potenciómetro de 10 K Ω , con el fin de evitar las posibles realimentaciones electroacústicas.



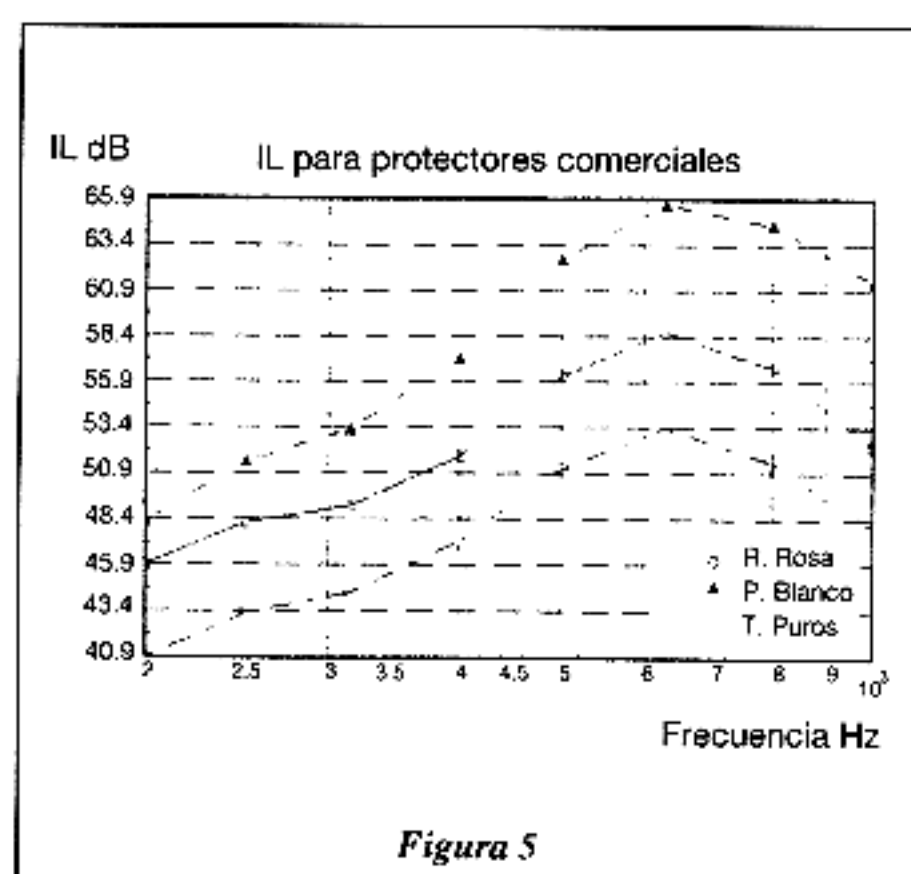
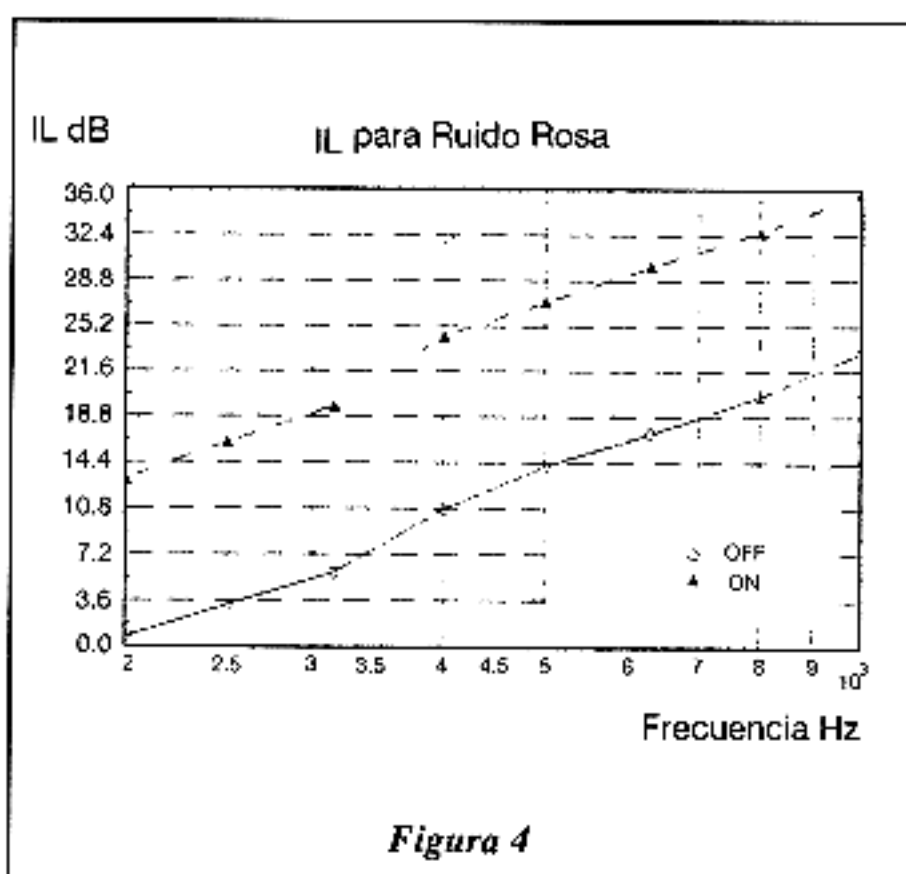
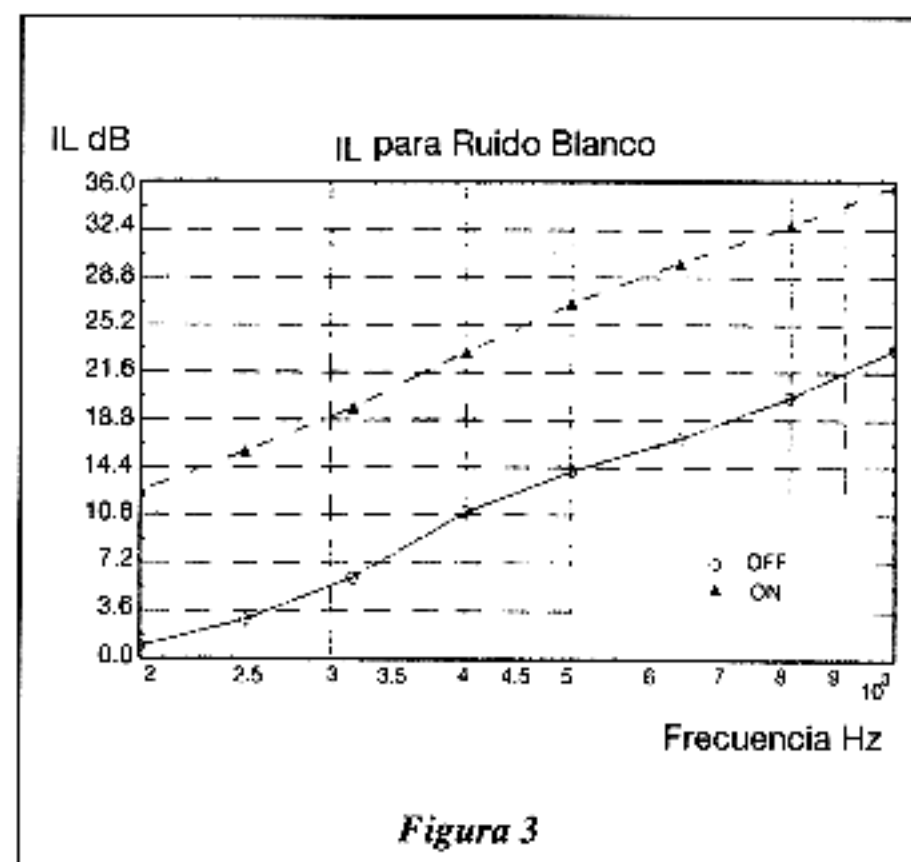
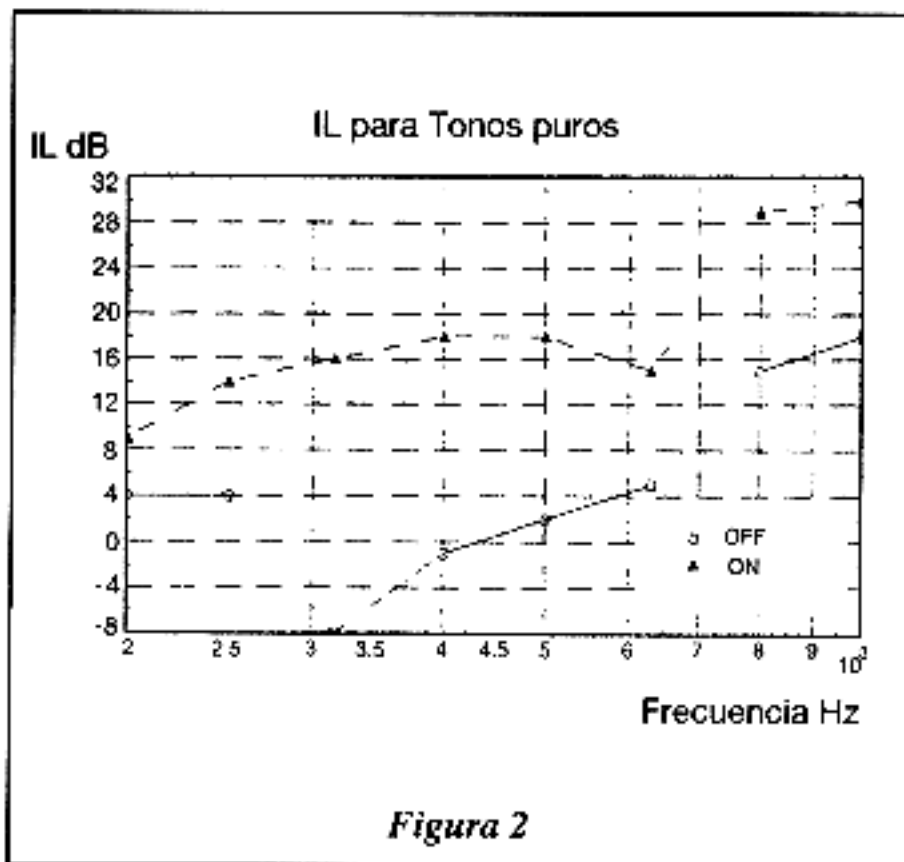
MEDICIONES

Se realizaron mediciones de las pérdidas por inserción (IL) del dispositivo implementado y de un protector comercial de gran calidad, en la cámara anecoica del Instituto de Acústica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Madrid, España.

Para la realización de dichas mediciones se utilizó : una cabeza artificial normalizada según ISO DIS 6290, un analizador de espectros Hewlett Packard modelo 5369A, generadores de tonos puros y de ruido blanco Brüel & Kjaer modelos 1024 y 1027 y un generador programable de señales Analogic Corporation modelo Data 2020.

RESULTADOS

De las mediciones realizadas con el dispositivo implementado, utilizando diferentes señales de excitación, se observa que las pérdidas por inserción en el caso de tonos puros son discrepantes respecto a las obtenidas con señales aleatorias debido sin duda a las resonancias mecánicas del protector utilizado (de baja calidad). Con señales aleatorias se obtienen resultados muy similares, debido a que ambas señales son prácticamente equivalentes en el intervalo de frecuencias seleccionado. Por otra parte, la protección adicional obtenida con el sistema activo, utilizando como señal de excitación tonos puros, oscila en torno a los 15



dB, como se ve en la fig.2, mientras que con señales aleatorias lo hace en torno a los 13 dB, según se muestra en las figs. 3 y 4, siendo ésta mucho menos variable con la frecuencia como cabe esperar con este tipo de excitación.

Repitiendo el proceso de medida previo, para los protectores comerciales, se han obtenido las correspondientes pérdidas por inserción. Utilizando como señal de excitación tonos puros, se ha obtenido una protección adicional que varía entre 10 dB y -6 dB, en el rango de frecuencias considerado. En la fig.5 se observa la pérdida por inserción del sistema encendido utilizando diferentes señales de excitación.

CONCLUSIONES

Observando los resultados obtenidos, se puede concluir que se ha conseguido un sistema de diseño sencillo y económico, requisito esencial en el desarrollo de este trabajo, que proporciona una reducción del nivel de ruido muy satisfactoria, complemento indispensable, en particular en el rango de bajas frecuencias, que es donde los protectores auditivos pasivos presentan su menor capacidad de aislamiento.

Comparando la protección adicional conseguida con ambos sistemas activos de reducción de ruido, se pone de manifiesto una clara superioridad del dispositivo desarrollado en este trabajo, independientemente del tipo de señal de excitación, exceptuando el caso de tonos puros, en que para la frecuencia inferior considerada sucede lo contrario debido a la inferior calidad del protector pasivo empleado en este estudio.

Con este trabajo se ha mostrado que se puede mejorar considerablemente la protección auditiva mediante la técnica de control de ruido activo, en base a una implementación simple del sistema, que no debe encarecer apreciablemente el dispositivo final.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Guicking, D., " On the invention of active noise control by Paul Lueg ", J. Acoust. Soc Am., 87, 2251-2254, (1990).
- 2.-Olson, H.F., and May, E.G., "Electronic sound absorber", J. Acoust. Soc. Am., 25, 1130-1136 , (1953).
- 3.-Elliot, S. J., and Nelson, P.A., "The active control of sound", Electronics & Communication Engineering Journal, 127-136, (August 1990).
- 4.-Casali , J.G., "A classification of special hearing-protectors designed to improve auditory perception", Anais I Congreso Brasil/ Argentina & 15 Encuentro de la Sobrac, Florianópolis, 24-46, (Abril 1994).