

SUPRESORES DE REALIMENTACIÓN POSITIVA

JUAN MANUEL ALVAREZ PEREZ GUAITA¹, ALEJANDRO SEBASTIAN PEREZ¹
y NICOLAS RAVOTTI¹

¹Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN, FRC),
Maestro López Esq. Cruz Roja Argentina. CP X5016ZAA. Córdoba, Argentina.

juanmalvarez@live.com.ar, coconoway@gmail.com, nicolas.ravotti@gmail.com

Resumen – *Habitualmente diversos sistemas electroacústicos experimentan realimentación positiva, denominada comúnmente “acople”. El mismo produce la saturación de los elementos de la cadena, afectando el sonido generado por los altavoces y creando un sonido molesto. El fundamento de este proceso es conocido, sin embargo el control del mismo no resulta sencillo. Actualmente existen varios métodos para el control y eliminación del acople. Los equipos electrónicos que realizan dicha función en forma automática suelen denominarse destructores de realimentación (feedback destroyer). El objetivo de este trabajo es analizar los factores que producen la realimentación positiva del sistema, el principio de funcionamiento de los equipos para su control y las ventajas y desventajas que estos introducen en el sistema electroacústico.*

1. INTRODUCCIÓN

El fenómeno denominado comúnmente *acople*, el cual se percibe como un sonido *agudo* que evoca al de un *aullido*, no es más que la realimentación positiva en un sistema electroacústico durante el proceso de amplificación de una señal capturada por un micrófono y emitida por un altavoz. Este, se produce cuando los micrófonos (sensores de presión sonora) capturan en fase y con altos niveles sonoros la señal emitida por los altavoces, lo cual produce la retroalimentación del sistema y consecuente oscilación amplificada del mismo.

La frecuencia de oscilación depende directamente del tiempo del lazo cerrado de realimentación (eléctrico y acústico) pudiendo generarse entonces múltiples frecuencias de realimentación, con unas componentes fundamentales y sus armónicas. En la Figura 1 se muestra un diagrama electroacústico de realimentación positiva de un sistema de refuerzo sonoro simplificado, compuesto por un micrófono, un mezclador de audio, un amplificador de potencia y una caja acústica [1].

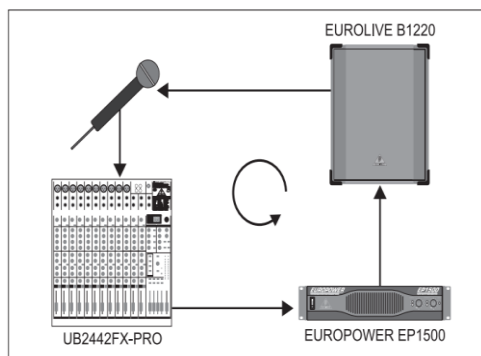


Figura 1: Esquema de realimentación positiva en un sistema de refuerzo sonoro.

Para prevenir este fenómeno, debe analizarse algunos factores principales para reducir las posibilidades de realimentación como: sensibilidad y directividad de los micrófonos, ganancia de amplificación por bandas de frecuencia, directividad y nivel de presión sonora de los altavoces. Sin embargo, actualmente se recurre a dos métodos principales para su total cancelación.

Uno de estos métodos consiste en la utilización de ecualizadores gráficos de 1/3 de octava para reducir la ganancia en las bandas donde se evidencian posibles frecuencias de realimentación, las cuales son medias con un analizador de espectro. Generalmente estos ecualizadores vienen provistos con vúmetros de LED por banda que indica el nivel de la señal a la entrada y salida del dispositivo, permitiendo al técnico actuar sobre la ganancia en el momento del acople, este método es denominado, control manual ó pasivo.

El otro método, denominado control automático ó activo, utiliza un elemento denominado destructor de realimentación (*feedback destroyer*), el cual detecta y cancela automáticamente la realimentación durante su fase inicial.

El objetivo de este trabajo es analizar los factores que producen la realimentación positiva del sistema, el principio de funcionamiento de los equipos para su control y las ventajas y desventajas que estos introducen en el sistema electroacústico.

2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA REALIMENTACION POSITIVA.

2.1.1 Distancia

Para mantener la ganancia del bucle máximo bajo la unidad, la cantidad de energía acústica que alimenta de nuevo al micrófono tiene que ser tan pequeña como sea posible. O sea, se busca aumentar al máximo posible la relación entre la señal original (fuente primaria ó nativa), la señal procesada (amplificada,

ecualizada, comprimida, etc.) y re-emitada por los altavoces (fuentes secundarias ó artificiales).

Como la presión sonora disminuye con respecto a la distancia “ r ” en el espacio libre o hasta la distancia crítica “ D_c ” en espacios cerrados, es importante mantener el micrófono a una distancia adecuada de los sistemas de altavoces.

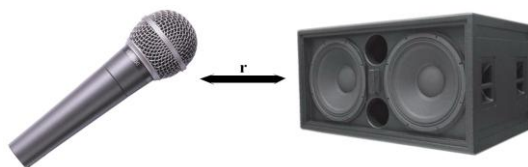


Figura 2: Distancia entre micrófonos y altavoces.

2.1.2 Directividad

La selección de micrófonos ó altavoces durante el diseño de un sistema electroacústico, implica especificar la directividad de los transductores entre otros factores, como sensibilidad, potencia nominal, impedancia, etc. El diagrama de directividad (DD) de los transductores utilizados (altavoces y micrófonos) es una de las principales variables a analizar cuando se desea disminuir el riesgo de acoples en el sistema. Los DD dependen principalmente de las características físicas de los transductores, como tamaño y posición de diafragmas, materiales, geometría, principio de funcionamiento del transductor, polarización, entre otros factores.

La Figura 3 representa un altavoz de bobina móvil típico.

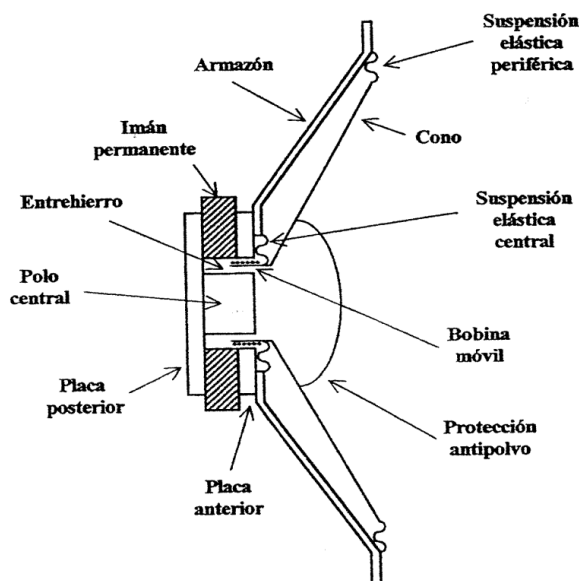


Figura 3: Corte transversal de un altavoz de bobina móvil típico, en donde se indican sus partes funcionales más importantes [2].

La directividad o direccionalidad de un altavoz está dada por varios factores, fenómenos de interferencia o cancelación entre ondas provenientes de distintos puntos del diafragma, patrón de

direccionalidad de la bocina, la propia interferencia del gabinete, espacialmente notoria en altas frecuencias [2].

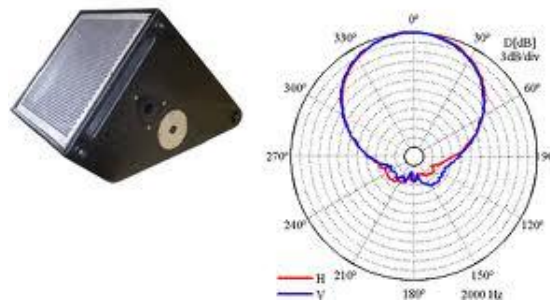


Figura 4: Ejemplo de diagrama de directividad de una caja acústica pasiva para la banda de 2 kHz. Rojo: plano horizontal;Azul: plano vertical, medidos en cámara anecoica.

2.1.3 Frecuencia de oscilación

Por lo general, la respuesta de frecuencia de los sistemas electroacústicos no es planas originalmente. Esto conduce a la realimentación acústica en la frecuencia con máxima ganancia, que puede ser mucho mayor que la ganancia media de todas las frecuencias. Por consiguiente, en primer lugar es útil aplicar algún tipo de filtrado para compensar las irregularidades de la respuesta en frecuencia del sistema, este proceso se conoce como *ecualización*. Para realizar adecuadamente esta tarea, se mide en tiempo real la función de transferencia del sistema la cual incluye todos los procesadores de audio y altavoces del mismo.

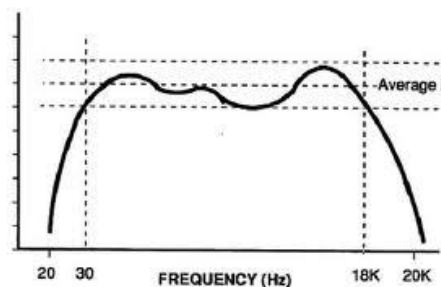


Figura 5: ejemplo de respuesta de frecuencia de un sistema electroacústico sin compensación espectral.

3. METODOS DE CANCELACIÓN DE REALIMENTACIÓN POSITIVA.

Actualmente son cuatro los métodos principales para eliminar la realimentación positiva o acople: a) control la realimentación por modulación de fase; b) control de realimentación por reducción de ganancia; c) método de filtrado espacial y d) modelización de recintos. En este trabajo se presentan solo los dos primeros.

3.1. Control de realimentación por modulación de fase.

El método consiste en tomar la señal del micrófono, detectar los picos que corresponden a las frecuencias de realimentación, desfazar 180° estas frecuencias y reinyectarlas al sistema para anular los acoples. Esta reinyección se realiza antes del proceso de amplificación.

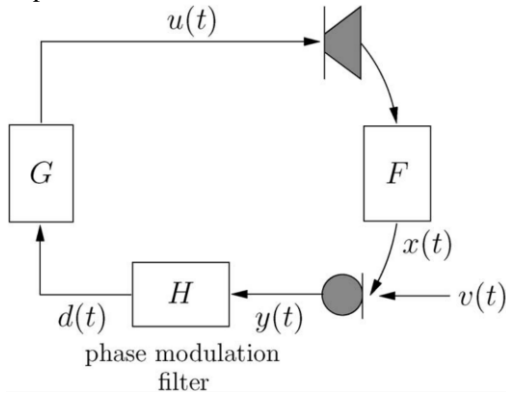


Figura 5: Cancelación mediante la colocación de un filtro de fase modulada [3].

Al producirse la realimentación el bloque H procede a realizar la cancelación mediante el método mencionado.

3.2. Control de realimentación por reducción de ganancia.

Esta forma de eliminar realimentaciones es el más usado comercialmente. Lo que hace es actuar directamente sobre la frecuencia de feedback atenuándola. Para esto utiliza filtros notch de alto orden.

Primeramente debemos identificar cuáles son las potenciales frecuencias de resonancia características del circuito de amplificación. Luego se detecta la realimentación y se le aplica el filtro para atenuarla.

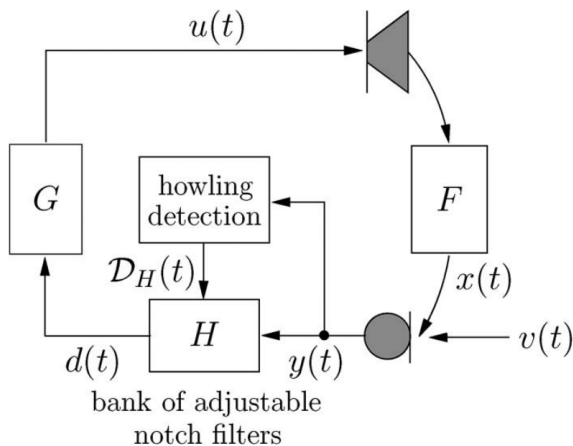


Figura 6: Detección y cancelación de acoples mediante un banco de filtros notch de alto orden [3].

En la Figura 6 se presenta un diagrama en bloques del método de cancelación. La

realimentación es detectada y mediante un banco de filtros notch sintonizados a diferentes frecuencias se la elimina.

En las Figuras 7 y 8 se compara la respuesta en frecuencia de dos filtros elimina banda de diferente orden (curvas azules) que son empleados para controlar un acople (curva roja) con un contenido espectral de banda angosta.

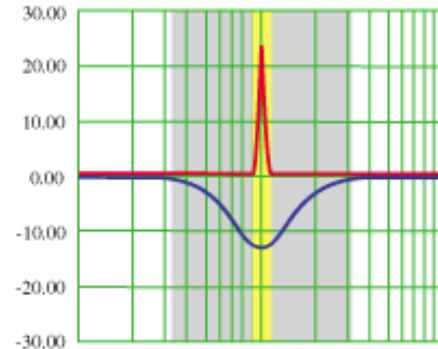


Figura 7: Respuesta en frecuencia de filtro elimina banda de bajo orden.

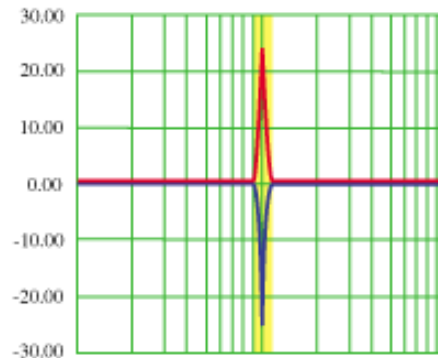


Figura8: Respuesta en frecuencia del filtro elimina banda de alto orden.

4. CONCLUSIONES.

Principalmente se buscan solucionar los problemas de realimentación positiva mediante, la ganancia general de los amplificadores, la posición u orientación de los micrófonos o altavoces, reduciendo la ganancia en las frecuencias específicas por medio de filtros de banda angosta, o se recurre a dispositivos que automáticamente detectan acoples y los eliminan por alguno de los métodos mencionados. Sin embargo, el problema resulta controlable pero no puede eliminarse en ningún caso.

Lo primero a destacar es que estos dispositivos, más allá de su calidad, actúan sin discreción sobre cualquier frecuencia que se vea incrementada bruscamente, sin discriminar si verdaderamente se trata de una realimentación. Por esta razón, y para no dañar la señal equivocadamente, algunos técnicos optan por no utilizar equipos automáticos y emplear ecualizadores con indicadores de nivel, que les permiten actuar sobre las realimentaciones de forma manual. De todas formas los “feedback destroyer”

pueden funcionar eficiente y rápidamente bajo la supervisión de un técnico especializado.

Generalmente los dispositivos comerciales actúan reduciendo la ganancia de la frecuencia de realimentación a través de filtros notch, y es por esto que se diferencian entre ellos por la calidad y cantidad de estos filtros. Otra característica de suma importancia en estos dispositivos digitales es la etapa de cuantización de los conversores A/D y D/A.

Algunas de las marcas que ofrecen estos equipos son Roland, dBx, Behringer y Phonic.

4. REFERENCIAS

- [1] “*Manual de uso*”. Feedback Destroyer Behringer FBQ2496. Versión 1.0. Marzo 2005.
- [2] Miyara Federico, “*Acústica y Sistemas de Sonido*”. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario 1999.
- [3] Toon van Waterschoot, Moonen Marc, “*Feedback cancellation for audio signals using a warped all-pole near-end signal model*”. Katholieke Universiteit Leuven, ESAT-SCD, Kasteelpark Arenberg 10, B-3001 Leuven, Belgium.
- [4] Toon van Waterschoot, Moonen Marc, “*Fifty Years of Acoustic Feedback Control: State of the Art and Future Challenges*”. Proceedings of the IEEE. Vol. 99, No. 2, February 2011.
- [5] Troxel Dana, “*Understanding Acoustic Feedback & Suppressors*”. Rane Note 158. © 2005 Rane Corporation.

5. DATOS BIOGRÁFICOS

Álvarez Pérez Guaita Juan Manuel, nacido en Córdoba el 22/01/1984. Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina. Actualmente trabaja en E.P.E.C. “Empresa Provincial de Energía de Córdoba” control de transformadores de distribución y transmisión en la provincia de Córdoba.
e-mail: juanmalvarez@live.com.ar

Pérez Alejandro Sebastián, nacido en Córdoba el 9/05/1983. Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina. Actualmente trabaja en Seltron SRL. Sus áreas de interés la grabación musical, la post-producción y masterización, así como la programación a bajo nivel.
e-mail: coconoway@gmail.com

Ravotti Nicolás, Nacido en General Cabrera, Córdoba el 15/09/1987. Estudiante de Ingeniería Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina. Su área de interés es la electroacústica y los sistemas digitales.
e-mail: nicolas.ravotti@hotmail.com