

COMPARACIÓN CAR/CAAE EN UNA PLACA DELGADA EN SOPORTE SIMPLE

PACS: 43.50.Ki

M. Cuesta y P. Cobo
Instituto de Acústica. CSIC
C/Serrano 144-28006 Madrid. España
Tfn- 91 5618806
Fax- 91 4117651
e-mail: iaccr52@ia.cetef.csic.es, iacpc24@ia.cetef.csic.es

ABSTRACT

The main objective of this work is to compare the results of applying Active Noise Control (ANC) and Active Structural Acoustic Control (ASAC) to a simply supported plate. In both cases the exciting source is a piezoceramic. As actuator, a loudspeaker and a similar piezoceramic are used in the ANC and ASAC systems, respectively. A control unity which implements both FXLMS and FULMS algorithms is used to generate the secondary field in order to reduce the noise radiated by the plate.

RESUMEN

El principal objetivo de este trabajo es comparar los resultados obtenidos al aplicar técnicas de Control Activo del Ruido (CAR) y de Control Activo Acústico Estructural (CAAE) a una placa simplemente soportada. En ambos casos la fuente de excitación es una piezocerámica. Como actuador se utiliza un altavoz y una piezocerámica del mismo tipo, en los dispositivos CAR y CAAE respectivamente. La unidad de control utilizada, que implementa los algoritmos FXLMS y FULMS, genera el campo secundario para reducir el ruido radiado por la placa.

INTRODUCCION

El ruido de baja frecuencia debe controlarse con técnicas activas (Cobo, 1997). Frente a los métodos de control pasivo, que aprovechan las propiedades absorbentes de ciertos materiales para reducir los niveles sonoros, las técnicas activas introducen una energía adicional al sistema, un campo sonoro secundario de igual amplitud que el ruido indeseado con desfase de 180°. En función del origen del ruido y de los mecanismos de reducción, se distinguen dos técnicas de control activo. La aproximación clásica CAR (Control Activo del Ruido) pretende reducir el campo primario utilizando altavoces como actuadores para generar el secundario, y micrófonos o

acelerómetros como sensores de error (Cuesta y Cobo, 2000; 2001). Recientemente surge la técnica CAAE (control Activo Acústico Estructural), mucho más efectiva, y que consiste en alterar los propios mecanismos de generación del ruido en la fuente (Fuller et al., 1996). Se trata de cancelar ruido de origen estructural utilizando actuadores (generalmente piezocerámicas) para alterar las características de vibración de la estructura, y sensores de error puntuales (acelerómetros o micrófonos) o distribuidos (tiras de PVDF).

La técnica CAAE concentra el esfuerzo del controlador en alterar aquellos modos estructurales que más contribuyen a la radiación acústica, y por consiguiente es más efectiva que el CAR, que trata de reducir toda la potencia sonora detectada en el sensor de error. Otra ventaja que presenta el CAAE frente al CAR es la reducción del volumen global del sistema con la posibilidad de adherir a la estructura tanto actuadores como sensores. Los algoritmos para minimizar la señal de error son los mismos en ambos casos, si bien el esfuerzo computacional es siempre menor en el método CAAE ya que se requieren menos actuadores y sensores para alcanzar iguales reducciones.

Inspirándonos en el artículo de Fuller et al. (1991) comparamos las prestaciones de ambos sistemas de control activo en una placa delgada sujeta en condiciones de contorno sencillas, y excitada mecánicamente para generar la radiación acústica.

DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

La experiencia se monta en la cámara anecoica del Instituto de Acústica (fotos 1-2). La placa bajo estudio es de acero inoxidable con dimensiones 50.9 cm x 30.9 cm x 0.2 cm. Está soportada en las condiciones de contorno simple de manera que no exista ni desplazamiento ni momento en los extremos, si bien pueden rotar. En el margen de baja frecuencia que nos interesa, hasta 500 Hz aproximadamente, la placa presenta 10 resonancias estructurales. Entre éstas, sólo las correspondientes a los modos volumétricos (impar-impar) contribuyen significativamente a la radiación.

La instrumentación utilizada es:

- Generador de Señal AGF 5101
- Amplificador General Radio + amplificador de línea
- Micrófono B&K 4161 de 1 pulgada calibrado
- Preamplificador de micrófono B&K 2636
- Controlador digital (DSP C40) que implementa los algoritmos FXLMS y FULMS

La placa es excitada armónicamente con un actuador piezoeléctrico. Está formado por dos cerámicas Pz29 (3 cm x 3 cm x 0.2 cm) adheridas cada una a un lado de la placa y excitadas en contrafase, de manera que al deformarse con la tensión aplicada generan la vibración vertical de la placa. La fuente secundaria, en el caso de la experiencia CAR, es un altavoz (foto 1) colocado sobre la placa. Para la aproximación CAAE utilizamos otro actuador similar colocado simétricamente respecto al primario (foto 1). Un micrófono de error en dirección perpendicular a la placa y a 2 m aproximadamente de ésta, detecta los niveles de presión sonora generados por la estructura. La unidad de control se muestra en la foto 2. La señal del generador alimenta al actuador primario y entra como referencia al controlador. La señal secundaria sale del controlador y previa amplificación en el caso CAAE, excita la fuente secundaria. La señal del micrófono es la que trata de reducir el controlador procesando la señal de referencia.

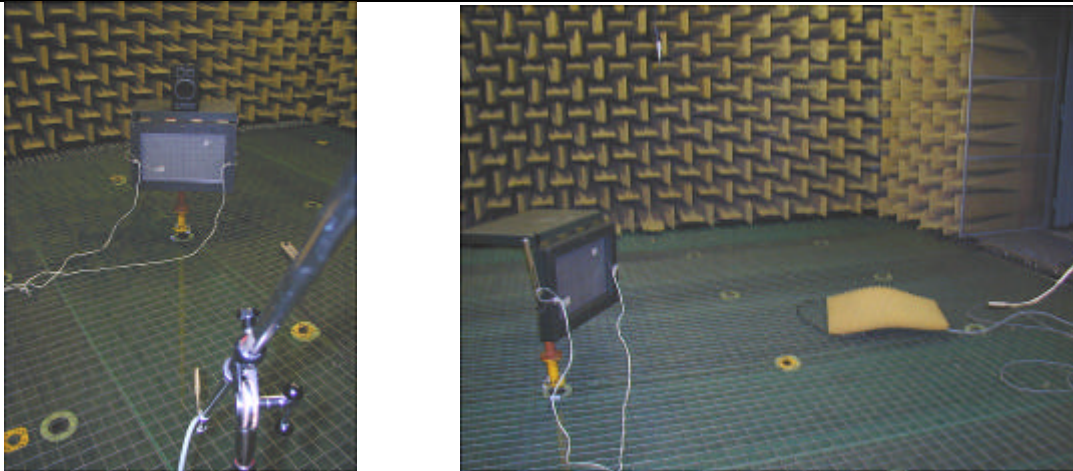


Foto 1. Montaje utilizado en las experiencias CAR (derecha) y CAEE (izquierda)

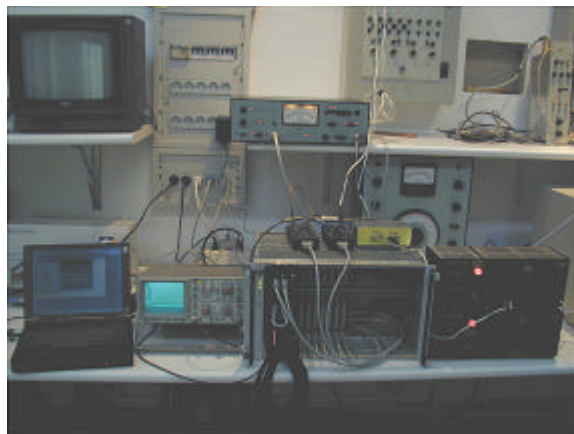


Foto 2. Unidad de control

RESULTADOS

Se excita la placa a varias frecuencias de resonancia. En la tabla 1 se recogen los niveles espectrales relativos y de presión sonora de la señal de error a estas frecuencias, con las dos técnicas de control analizadas. Las figuras 1 y 2 muestran algunos de los espectros obtenidos en la cancelación.

Tabla 1. Atenuaciones con sistemas CAR y CAEE

f (Hz)	Resultados CAR		Resultados CAEE	
	Reducción espectral (dB)	Reducción SPL (dB)	Reducción espectral (dB)	Reducción SPL (dB)
218	70	15	60	8
345	70	13	52	4
440	74	15	53	4

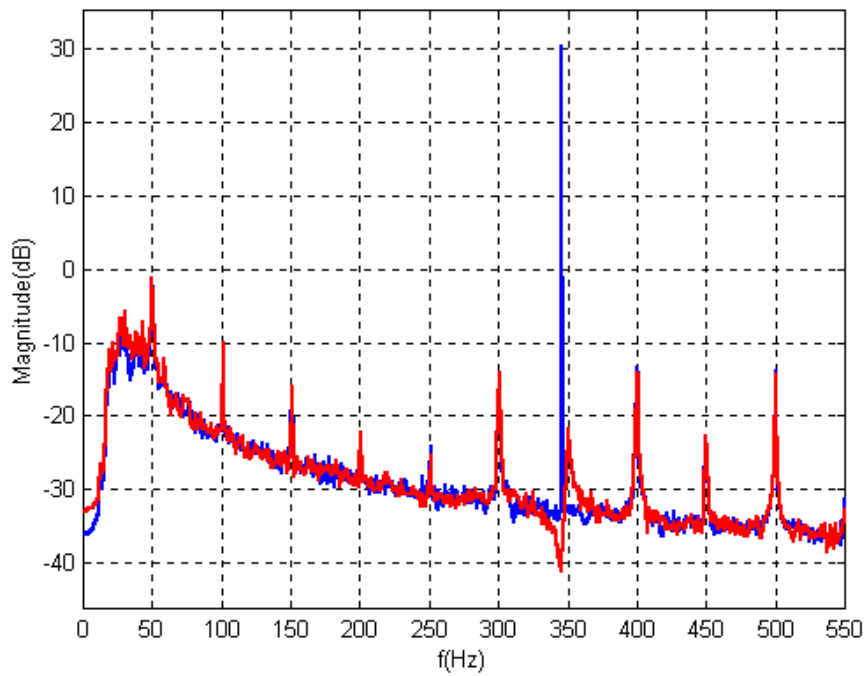
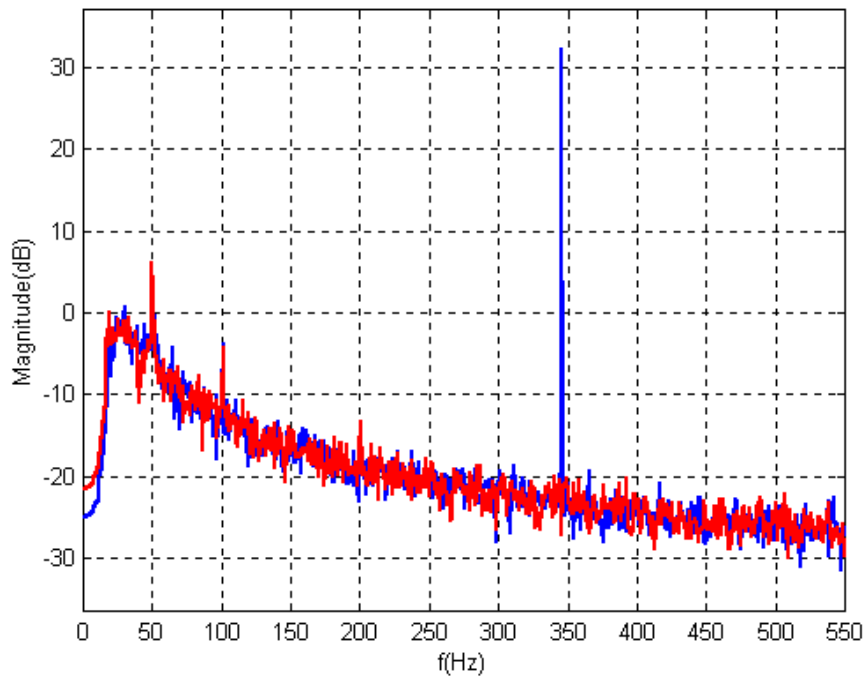


Figura 1. Espectro de la señal de error a 345 Hz sin (azul) y con (rojo) cancelación CAAE (arriba) y CAR (abajo)

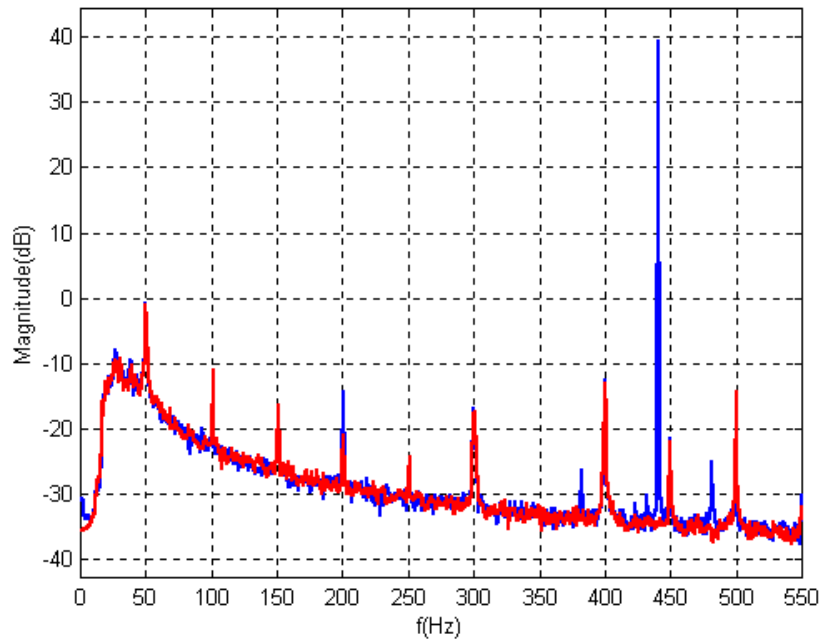
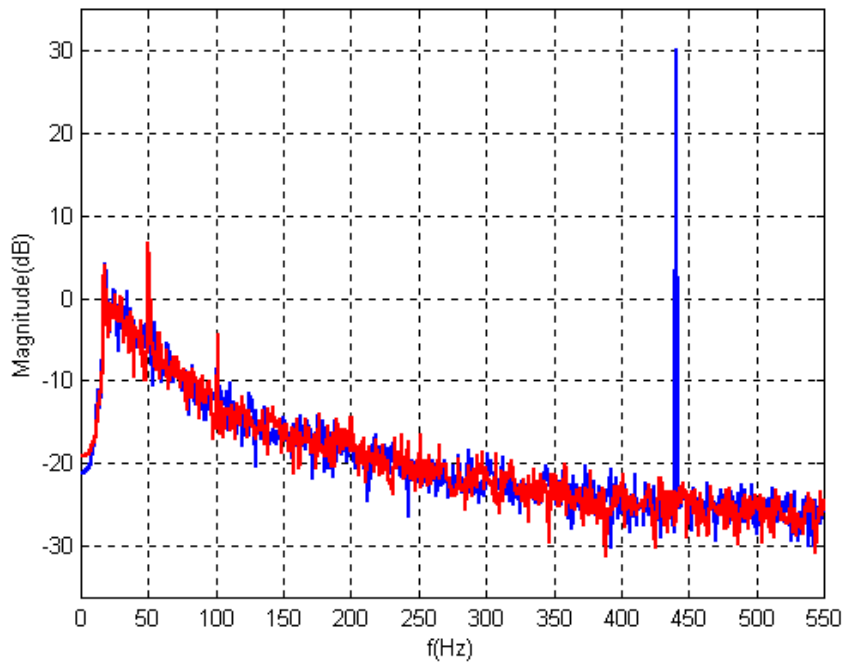


Figura 2. Espectro de la señal de error a 440 Hz sin (azul) y con (rojo) cancelación CAE (arriba) y CAR (abajo)

Los espectros analizados presentan los armónicos de 50 Hz, correspondientes a la red y que a pesar de las medidas adoptadas no han podido eliminarse. A partir de las figuras anteriores y de los niveles de atenuación recogidos en la tabla 1 se puede deducir que el sistema CAR implementado funciona mejor que el sistema CAAE. Resulta contradictorio con lo expuesto en la introducción pero la causa es un defecto de diseño en el sistema CAAE. Las cerámicas utilizadas son demasiado pequeñas para excitar los niveles sonoros adecuados por lo que deberán utilizarse otras más grandes. Es crítico para el óptimo funcionamiento de un sistema CAAE que las cerámicas utilizadas estén perfectamente adheridas a la superficie y colocadas en ella apropiadamente para excitar la vibración deseada. En nuestro dispositivo CAAE el actuador primario durante la fase de pegado se desvió de su posición original, resultando una posición final inclinada respecto de la secundaria. El dispositivo mejorado se presentará en la comunicación oral, así como los resultados optimizados.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo es analizar los beneficios que resultan de implementar un sistema CAR y otro CAAE en una placa de acero en soporte simple. La placa es excitada armónicamente con un actuador piezocerámico. Como fuente secundaria se utiliza un altavoz en el dispositivo CAR, y una cerámica similar a la primaria en el CAAE. Un micrófono de error en campo lejano detecta la presión sonora que el controlador digital cancelará activamente. Se presentan resultados de cancelación espectral y de los niveles de presión sonora en ambas aproximaciones, con reducciones significativas. Durante las jornadas a celebrar se presentaran los nuevos resultados que se consigan con la optimización del diseño CAAE.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la CICYT, a través del Proyecto AMB99-1095-C02-01.

REFERENCIAS

- Cobo, P., 1997. Control Activo del Ruido. Principios y Aplicaciones. CSIC, Colección Textos Universitarios, N°26, Madrid
- Cuesta, M. and Cobo, P., 2000. Active control of the exhaust noise radiated by an enclosed generator. *Applied Acoustics*, 61, 83-94.
- Cuesta, M. and Cobo, P., 2001. Optimisation of an active control system to reduce the exhaust noise radiated by a small generator. *Applied Acoustics*, 62, 513-526.
- Fuller, C.R., Hansen, C.H., and Snyder, S.D., 1991. Active control of sound radiation from a vibrating rectangular panel by sound sources and vibrational inputs: an experimental comparison. *J. Sound. Vib.*, 145(2), 195-215
- Fuller, C.R., Elliott, S.J., and Nelson, P.A., 1996. *Active Control of Vibration*. Academic Press, London