

ESTUDIO DE UN SISTEMA DE REDUCCIÓN DE RUIDO CON CONTROL ACTIVO DE UN ORDENADOR DOMÉSTICO

PACS: 43.50.Ki

Salueña X; Romeu J; Jiménez S; Capdevila R; Nápoles A; Argüelles A.

Laboratorio de Mecánica e Ingeniería Acústica

ETS de Ingenieros Industriales de Terrassa. U.P.C.

Colom 11

08922 Terrassa. Spain

Tel.: 937 398 145

Fax 937 398 101

E-mail: saluena@em.upc.es

ABSTRACT

Actually, personal computer is an indispensable tool, so at work as home. Although emitted noise levels are low, they can provoke fatigue at works that require any concentration. We have achieve noise and vibration studies in PC and We have propose an Active noise control system. We have apply an author theory about active encapsuled and We have design a simpleand cheap analogic prototype, previously We have dispose the signal inside of the box with low cost passive method . It has observed improvement.

RESUMEN

Actualmente, el ordenador personal es una herramienta indispensable, tanto en el trabajo como en el hogar. Aunque los niveles de ruido emitidos son bajos, pueden provocar fatiga en trabajos que requieran cierta concentración. Se ha realizado un estudio de ruido y vibraciones del PC y se ha propuesto un sistema de cancelación de ruido por control activo. Se ha aplicado la teoría propuesta por este mismo autor sobre encapsulamiento activo y se ha diseñado un prototipo analógico sencillo y barato, acondicionando previamente la señal en el interior de la caja por métodos pasivos de bajo costo. Se han observado mejoras.

FUENTES DE RUIDO EN EL ORDENADOR PERSONAL

En un ordenador personal (ver figura 1) en estado estacionario, es decir sin el funcionamiento del disco duro, la disquetera, altavoces o CD-ROM, la principal fuente de ruido es el ventilador externo. Los ordenadores más actuales disponen de hasta dos ventiladores externos, por lo que el ruido se acentúa. En la oficina el número de ordenadores se multiplica y un tenue pero desagradable zumbido invade nuestros oídos, un ruido de baja frecuencia que sería difícil de cancelar por métodos pasivos.

Resulta curioso que si se desmonta dicho ventilador, se coloca en el exterior y se analiza su espectro en un analizador de frecuencias, resulta que el pico más ruidoso desaparece. La solución a este hecho es que la caja del ordenador actúa de caja de resonancia y la frecuencia del pico se corresponde con la frecuencia propia de la caja. Midiendo la longitud mayor de la

caja (36 cm) y calculando su primera frecuencia propia (472 Hz) se encuentra que coincide con la del pico del espectro de ruido (ver figura 2).

Figura 1 Ordenador personal utilizado en el proyecto

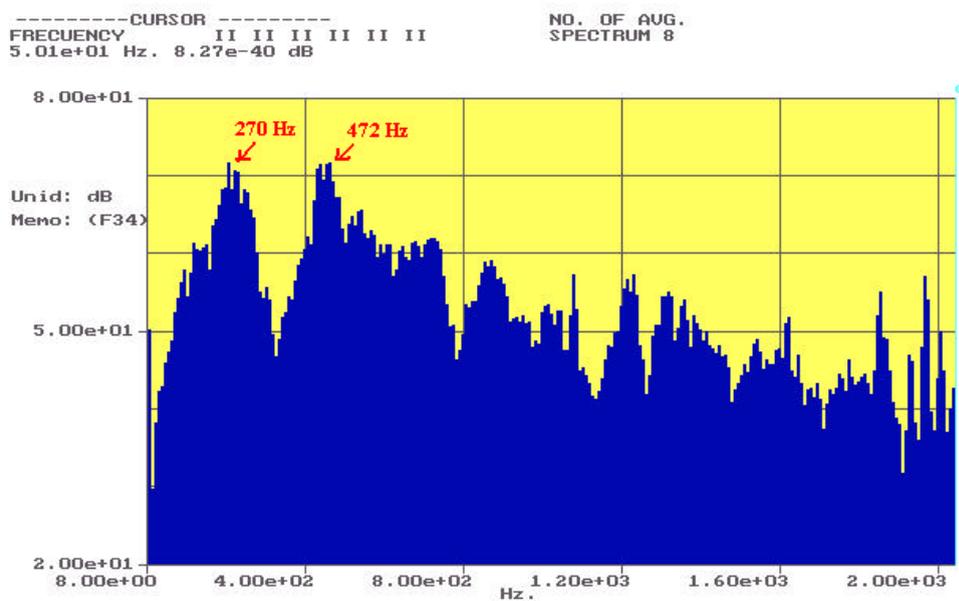
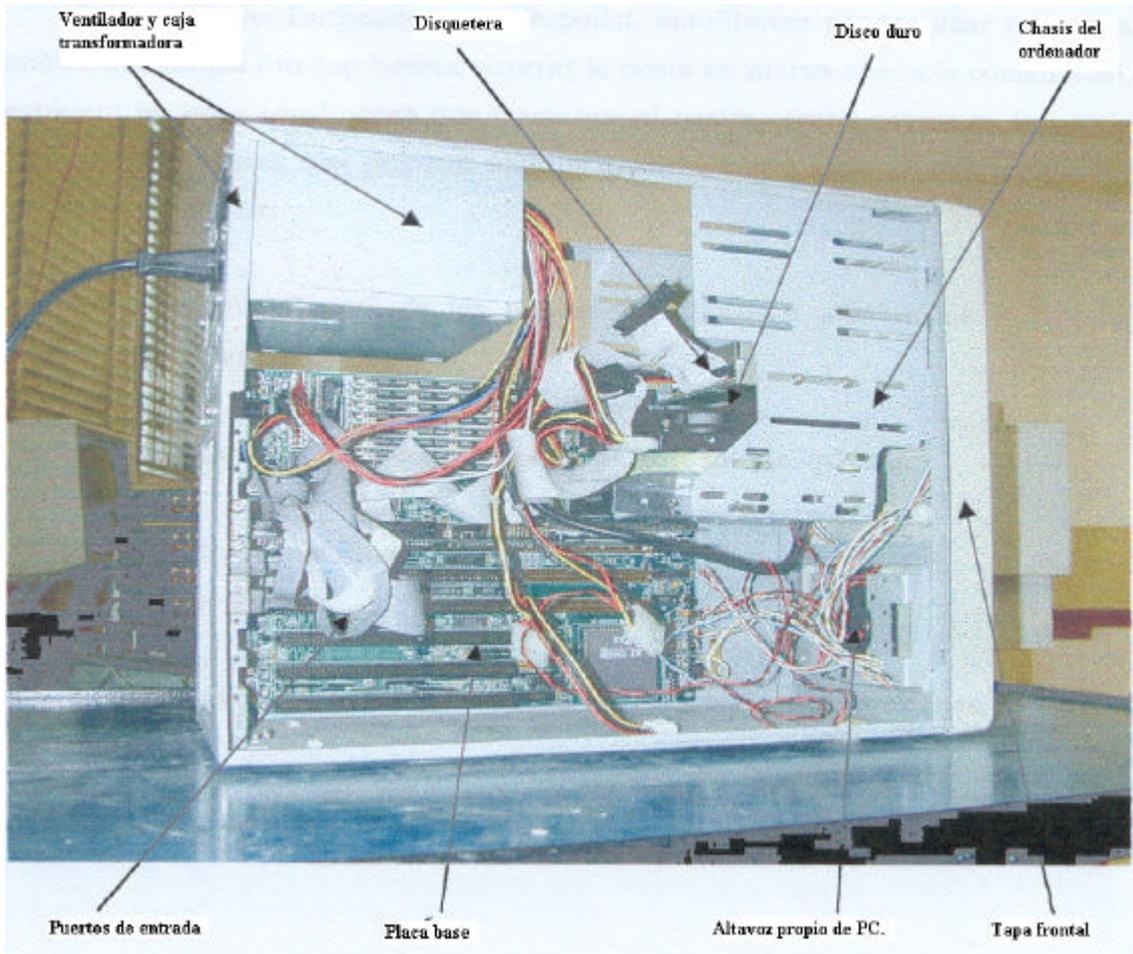


Figura 2 Espectro del ruido del PC en un punto del exterior se observan claramente los picos entorno a las de frecuencias de 270 Hz y 472 Hz.

CONTROL ACTIVO EN UNA CAJA DE RESONANCIA

Como ya se comentó en una publicación anterior¹, si se encapsula una fuente de ruido y se consigue una cancelación global en su interior también se consigue una cancelación global en el exterior, lo que facilita la aplicación del control activo al disminuir la densidad global². Este caso sería un ejemplo límite de esta propiedad. Si se consigue la cancelación global del encapsulamiento, la caja del ordenador, se consigue la cancelación global en el recinto. Es como si se eliminase la caja de resonancia a una guitarra, el sonido producido por la vibración de las cuerdas sería ínfimo.

La aplicación del control activo se basa en los siguientes conceptos:

- Las frecuencias a cancelar por el control activo dependen únicamente de la caja del ordenador por lo que se podrá realizar un montaje en función de sus dimensiones independientemente de los componentes en ella montados. La estrategia es muy parecida a la utilizada en conductos³.
- Las frecuencias a cancelar son de baja densidad global en el interior de la caja por lo que el control será simple y sólo se necesitará un desfasador por frecuencia modal de la caja.
- Se realizará un feedforward con un micrófono de referencia por frecuencia a cancelar, a veces con un solo micrófono y filtros.
- El control puede ser fijo y analógico de bajo coste.
- El micrófono de referencia puede ser un electret pero debe disponer de pantalla antiviento.
- La situación del micrófono de referencia y del altavoz de control deben escogerse adecuadamente.
- Debe evitarse la contaminación de la señal de referencia.

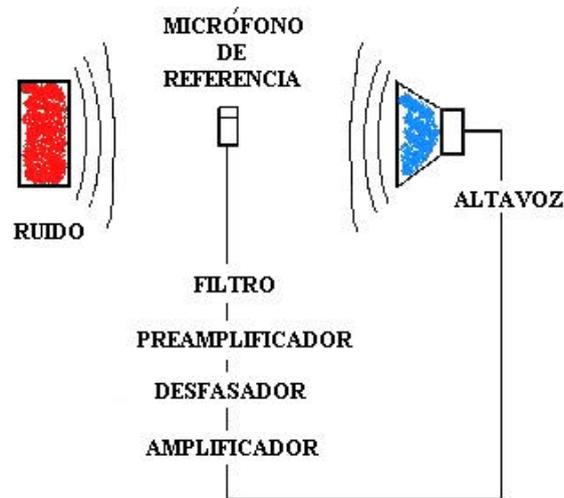


Figura 3. Esquema de feedforward

SEÑAL DE REFERENCIA

Así como la señal en el exterior depende casi únicamente del ruido del ventilador, en el interior de la caja del ordenador es una combinación del ruido del ventilador y del ruido producido por la vibración del disco duro, que siempre gira, que se transmite y amplifica a través de la chapa de la caja. Como la señal de referencia del control activo debe ser lo más parecida posible al ruido del ventilador se debe eliminar la transmisión de vibraciones procedente del disco duro.

Tras el cálculo correspondiente de las dimensiones elemento antivibratorio⁴ y tras probar algunos prototipos se determinó las características y dimensiones de dicho elemento que debía ser una combinación de chapa y material antivibratorio (ver figura 4)

Otras características que debía cumplir dicho elemento es:

- Adaptabilidad y simplicidad de montaje en los ordenadores personales actuales.
- Bajo coste

Los resultados tras la adaptación son satisfactorios y la señal del ventilador predomina.

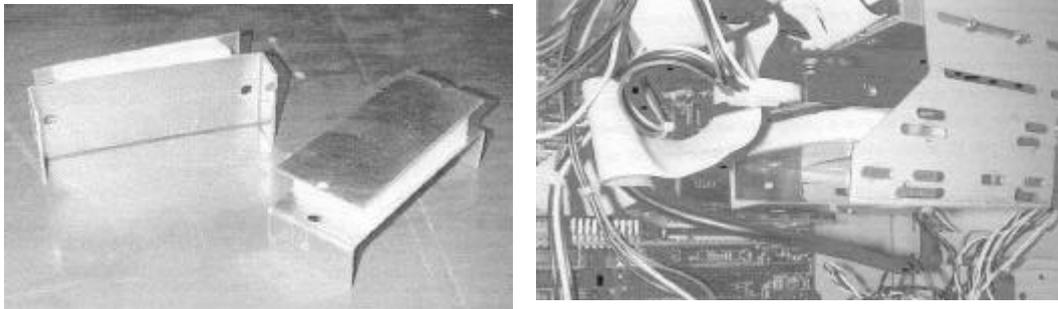


Figura 4. Prototipo de los elementos antivibratorios del disco duro y montaje.

SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control es analógico y consta de un desfasador al que llega una señal de referencia preamplificada y filtrada mediante un pasabandas entorno a la frecuencia de 472 Hz y cuya salida se amplifica se conecta a un altavoz secundario.

El sistema debe ser compacto, adaptable, de fácil montaje y de bajo coste.

En el momento de redacción se está desarrollando el prototipo de este sistema, ya que el proyecto se ha realizado utilizando filtros, preamplificadores y amplificadores comerciales

ESTRATEGIA DEL CONTROL ACTIVO

El control activo se aplica en este primer proyecto entorno a la frecuencia de 472 Hz aunque en la actualidad también intente aplicarse entorno a 270 Hz utilizando una teoría y modo distinto. Como puede observarse en la figura 5, el campo acústico en el interior, a la altura del ventilador, es una onda estacionaria con un nodo aproximadamente en el centro de la caja y máximos en los extremos (paredes de ordenador).

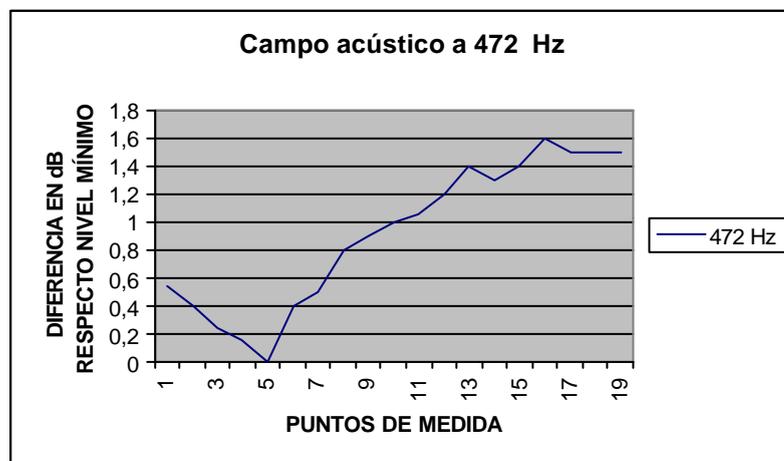


Figura 5. Campo acústico a 470 Hz en el interior del PC entre el final de la caja transformadora y la pared de la caja.

La estrategia de control utilizada ha sido un feedforward con un micrófono de referencia situado en el nodo del campo acústico, para evitar cambios bruscos de amplitud y un altavoz situado en un máximo, un extremo de la caja. Se ha situado un micrófono de seguimiento en el interior de la caja, cerca del altavoz, para fijar el calibrado del desfaseador.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha obtenido una reducción media de unos 4,5 dB en el intervalo desde 456 a 488 Hz, entorno a 472 Hz.

En el momento de redacción de este artículo se está desarrollando un prototipo para eliminar el pico entorno a 472 Hz y el de 270 Hz.

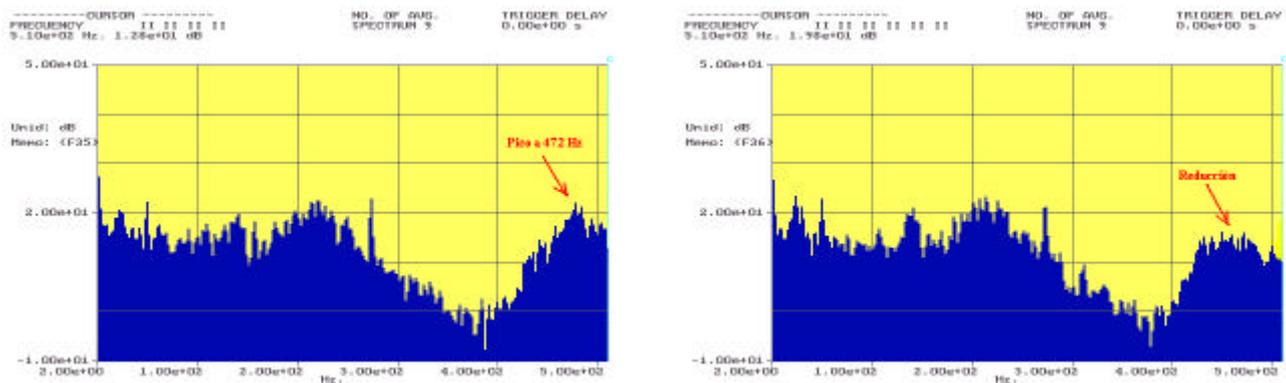


Figura 6. Espectro de frecuencias del ruido del ventilador en un punto exterior antes y después de aplicar el control activo de ruido (Tiempo de integración 10 segundos).

CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una nueva posible aplicación del control activo, la reducción del ruido en un PC. Aunque el sistema todavía está en fase de desarrollo, los resultados son bastante satisfactorios ya que se ha conseguido reducir entre 4 y 5 dB a las frecuencias entorno a 472 Hz. En la actualidad se está investigando en la reducción de frecuencias más bajas por este sistema y en la elaboración de un prototipo adaptable, de fácil montaje y de bajo coste.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) X. Salueña, J. Romeu, S. Jiménez, R. Capdevila, T. Pámies, M. Gutierrez "Reducción del ruido de baja frecuencia emitido por una fuente sonora, mediante control activo de ruido, aprovechando la disminución de la densidad modal por encapsulamiento." XXI Jornadas Nacionales de Acústica, Proc. Tecniacústica 00, Madrid 2000.
- (2) H. Kuttruff, "Room acoustics", Ed. Elsevier, Londres, 1991.
- (3) L. A. Brady, R. A. Burdisso, J. P. Smith " Investigation of the Herschel – Quincke Tube Concept for the Suppression of Higher-Order Modes in a Duct", Inter-noise 99 pp 545-550, 1999

(4) J. Romeu S. Jiménez, R. Capdevila, X. Salueña "Calidad acústica en la edificación: Instalaciones de ascensores " Col.legi d'Enginyers Industrials de Catalunya. 1999