

ESTUDIO ACÚSTICO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y SU ENTORNO.

SAN JUAN BLANCO, MANUEL; PÉREZ GARCÍA, ANTONIO; HERRÁEZ SÁNCHEZ, MARTA; MONTOYA MORENO, FELIPE

Dpto. IMEIM. Laboratorio de Acústica y Vibraciones. LTI.
E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad de Valladolid.
Paseo del Cauce s/n. 47011-Valladolid. ESPAÑA.
Tif: 983-423000 ext. 4443. Fax: 983-423310.

Resumen.

En este trabajo se presentan algunos de los resultados obtenidos del estudio realizado en Valladolid sobre los centros de transformación MT/BT tipo lonja, es decir, aquellos instalados en un local interior al propio edificio. Se consideraron como fuentes de ruido internas, comprobando el impacto tanto acústico como vibratorio que tuvieron sobre el resto del edificio y sus ocupantes.

En este sentido, se hace una revisión de la normativa existente, así como el grado de concordancia de los resultados con ésta; por último, se plantea una serie de mejoras que reduzcan el impacto.

1. Introducción.

Los centros de transformación forman parte del actual paisaje urbano, a pesar de que ante los ojos de la gran mayoría pasen totalmente desapercibidos.

Sin embargo, a estas alturas del siglo XX todavía en algunos casos estos centros son para ciertas personas sus vecinos más molestos.

En este trabajo se hace un breve repaso a la problemática existente en los centros de transformación tipo lonja (situados en lo que podría ser un local comercial) por ser ésta la situación de mayor proximidad a zonas habitadas de los edificios.

2. El centro de transformación. Vías de transmisión.

En los C.T. existen dos fuentes de ruido fundamentales: el transformador y el sistema de ventilación forzado; las vías de transmisión serán las indicadas en la Fig. 1. Se tendrá transmisión directa con la calle a través de las aberturas para la ventilación, tanto la natural (mediante un doble techo con salida al exterior (3)), como la forzada

(2). En cuanto al interior del edificio, se tendrá transmisión aérea a través de los cerramientos del centro (4), así como transmisión estructural por uniones rígidas (5), fundamentalmente de los ventiladores a los cerramientos.

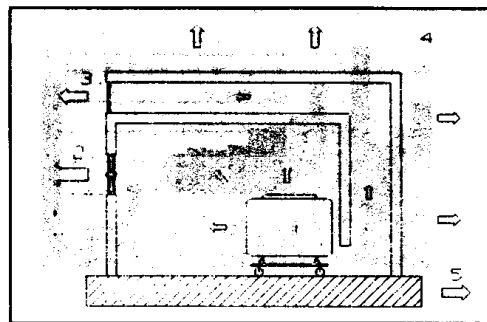


Fig. 1. Vías de transmisión del ruido. Vista lateral del centro de transformación.

3. El ruido en los transformadores.

Numerosos son los estudios en los que se analiza su origen^{[1][2][3]}. Se ha establecido que una de las principales causas es el efecto de la magnetostricción en los núcleos inducida por la corriente eléctrica alterna que los

alimenta.

Se comprueba inmediatamente, con la ayuda de un analizador, que el zumbido emitido por los transformadores conectados a una línea de corriente alterna consta de armónicos basados en una frecuencia fundamental doble de la frecuencia de suministro; así en España, cuyas líneas son a 50 Hz, estarán presentes la frecuencia fundamental a 100 Hz, así como sus armónicos. Cuanto más pequeño es el transformador, más alta es la frecuencia del armónico más fuerte; recíprocamente, mayores transformadores tienden a tener las componentes de baja frecuencia más fuertes. Este efecto es debido fundamentalmente al tamaño del transformador en relación con la longitud de onda de los armónicos que se alcanzan.¹¹

En este sentido, se presentan los espectros de presión acústica emitidos por un transformador de 630 kVA (Fig. 2.) y otro de 250 kVA (Fig. 3.), comprobándose cómo en el segundo caso aún es más importante la presencia del armónico de 200 Hz. Estos espectros se midieron a 1,5 m de la superficie radiante del transformador.

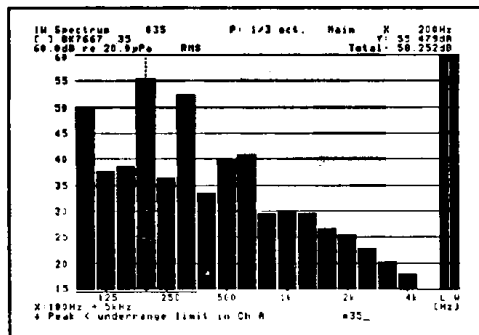


Fig. 2. Espectro de presión de un transformador de 630 kVA.

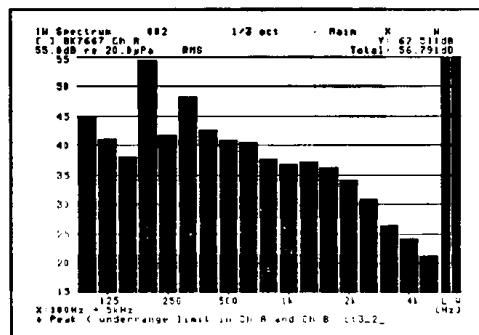


Fig. 3. Espectro de presión de un transformador de 250 kVA.

4. El ruido en los ventiladores.

El ruido aerodinámico en ventiladores tiene fundamentalmente dos componentes, una rotacional y otra vortical. La componente rotacional está asociada con el impulso dado al aire cada vez que un álabe pasa por un

punto dado; está compuesto, por tanto, de una serie de tonos discretos a la frecuencia fundamental del álabe y de los armónicos de la misma. La componente vortical del ruido se debe en gran parte al desprendimiento de torbellinos o vórtices de los álabes del ventilador; tendrá carácter aleatorio y, por tanto, tiene un espectro continuo sobre una amplio campo de frecuencias que vienen determinadas por la geometría y las condiciones de trabajo del ventilador.¹⁴

Añadiéndose al ruido aerodinámico, existen usualmente diversas fuentes de ruido no aerodinámicas propias de los motores que dan potencia al ventilador. Tales fuentes incluyen desequilibrios, ruido de cojinetes, ruidos magnéticos, ruidos de rozamiento y ruidos de engranajes.

En la Fig. 4. se presenta el espectro de presión típico medido en un centro de transformación con el ventilador activado (en blanco). Aparece sobrepuesto al del transformador (en negro), comprobándose cómo éste queda totalmente enmascarado al tener niveles superiores en 10 dB en todas las frecuencias. Se comprueba la existencia de la frecuencia fundamental, en 125 Hz, debida a la componente rotacional del ruido aerodinámico.

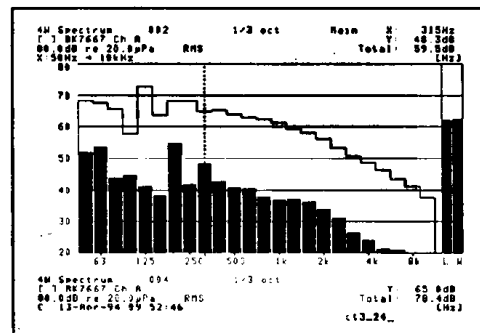


Fig. 4. Espectros en el interior de un C.T. con y sin ventilación.

5. La normativa.

En cuanto al problema acústico en los centros de transformación se pueden distinguir perfectamente dos vertientes:

i.- *La fuente*: El nivel de ruido (potencia acústica) emitido por el transformador y los equipos auxiliares.

ii.- *El entorno*: La protección acústica que tanto el local como los sistemas de anclaje ofrecen a las personas que desarrollan su actividad en el entorno del centro.

En cuanto a la fuente, conviene indicar la existencia de normativas que limitan los niveles de potencia acústica de emisión de los transformadores, tales como el documento de armonización CENELEC HD 428S2 (1983), integrado en el *Nuevo Enfoque* de la Unión Europea, o como la UNE 21-315-80¹⁵, que aconseja, según sea la

potencia nominal, que no se superen ciertos niveles.

Por lo que se refiere al entorno, existen limitaciones en cuanto al aislamiento mínimo que deben ofrecer los cerramientos y en cuanto a los niveles equivalentes máximos, Leq en dB(A), permisibles en los distintos ambientes, tanto en el exterior de los edificios como en el interior, siendo sin duda ésta la situación más crítica.

Podemos decir que existe regulación según tres niveles:

i.- *Nacional*: NBE-CA-88¹⁶¹. De carácter obligatorio y común a todo el Estado español.

ii.- *Regional*: algunas comunidades, entre ellas Castilla y León, pretenden regular mediante Decreto, las condiciones que deberían cumplir las actividades clasificadas para las personas, por sus niveles sonoros o de vibraciones. Son de obligado cumplimiento en la zona correspondiente, de forma independiente a las ordenanzas de los respectivos ayuntamientos.

iii.- *Local*: en forma de Reglamentos Municipales para la protección del medio ambiente contra las emisiones de ruidos y vibraciones.

En la Tabla I se recogen los distintos valores límites que indica cada una de ellas.

Conviene señalar cómo algunas reglamentaciones¹⁶¹ hacen correcciones a los niveles de ruido medidos en caso de que existan tonos audibles. La penalización puede alcanzar 5 dB(A), según la frecuencia y su pureza.

Este tipo de correcciones son de gran importancia para la valoración del problema acústico de los centros de transformación, ya que aunque los niveles de presión medidos no sean quizá elevados, hay que tener en cuenta la mayor molestia de éstos debido a la existencia de tonos puros.

6. El impacto acústico en las viviendas.

Éste era uno de los objetivos fundamentales del estudio: conocer hasta qué punto podía afectar la presencia de un centro de transformación en las proximidades de una vivienda.

Se trató de comprobar, en primer lugar, si los niveles de ruido, Leq en dB(A), estaban en concordancia con los valores que aconsejaban las normativas. Para ello, se midió en cada una de las viviendas el espectro de ruido en tercios de octava para un tiempo de promediación (lineal) de 1 minuto, es decir, el Leq para ese minuto. La medida se realizó mediante un analizador en tiempo real (BK 2144), mientras que con posterioridad se calculó el valor global en dB(A), ya en laboratorio (BK 2133).

Los valores que se obtuvieron estaban en el rango de 35 a 40 dB(A) (realizados en torno a las 18:00 horas), si bien presentaban en todos los casos la presencia de frecuencias características cuyos niveles eran superiores a los de las bandas próximas. Este problema se acentúa en las horas nocturnas en las que el ruido de fondo disminuye.

Se pueden distinguir dos tipos de espectros característicos; en primer lugar aquellos en los que no estaba activa la ventilación forzada, donde se encuentran máximos relativos a 100 Hz y sus armónicos (Fig. 5.), mientras que cuando está activa además se observa una frecuencia característica en el 1/3 de los 500 Hz (Fig. 6.).

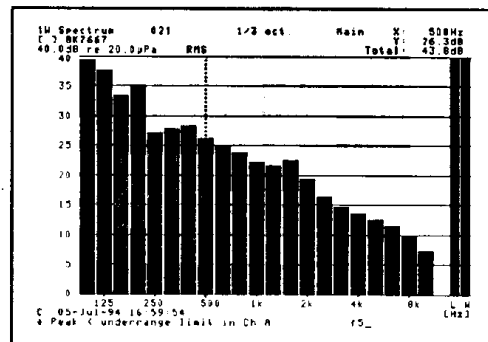


Fig. 5. Espectro en el interior vivienda. Sin ventilación.

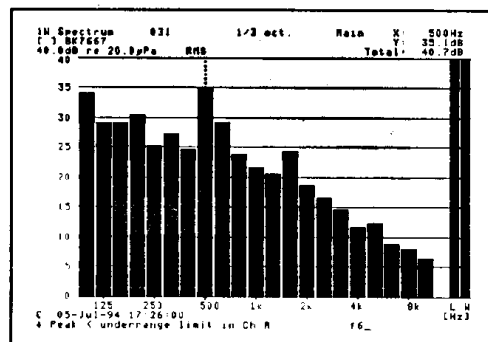


Fig. 6. Espectro en el interior vivienda. Con ventilación.

Para comprobar cómo evolucionaban temporalmente los niveles en frecuencia, se realizó la medida de un multiespectro. Se tomaron 60 espectros correlativos con promediación lineal de 1 segundo.

Al representar el multiespectro mediante gráficos tridimensionales, donde se muestran el nivel de presión frente a la frecuencia (en 1/3 de octava) y el tiempo, podemos observar con mayor claridad la presencia de las frecuencias características, cuyos niveles permanecen prácticamente constantes a lo largo del tiempo (Fig. 7. y Fig. 8).

Estas gráficas se pueden comparar con las que se obtienen en origen en el propio centro de transformación (Fig. 9.).

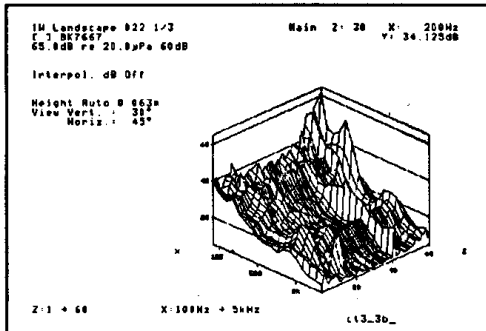


Fig. 7. Evolución temporal del espectro de presión en el interior de la vivienda. Sin ventilación.

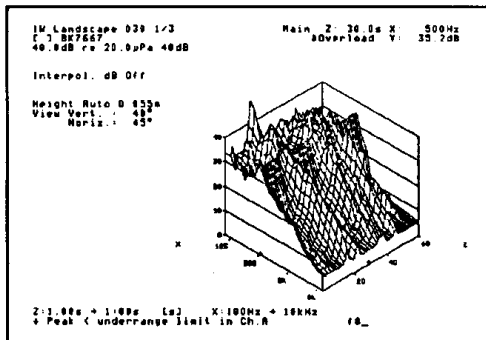


Fig. 8. Evolución temporal del espectro de presión en el interior de la vivienda. Con ventilación.

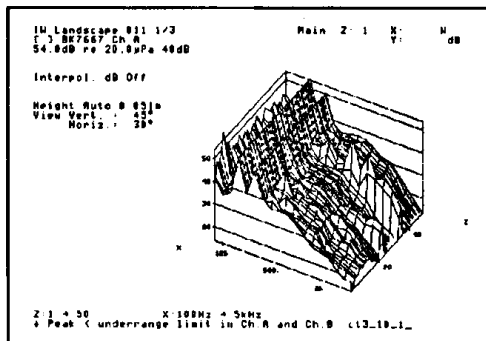


Fig. 9. Evolución temporal del espectro de presión en el interior del C.T. Sin ventilación.

7. Conclusiones.

A la vista de los resultados, y una vez estudiadas in situ las condiciones presentes en las instalaciones, parece conveniente recordar una vez más las soluciones clásicas a éste problema, y a otros muchos de distinta naturaleza, como son:

- * Eliminar las uniones rígidas de los ventiladores a los cerramientos.
- * Emplear filtros en los casos más críticos.
- * Intercalar elementos elásticos que reduzcan las transmisiones entre el transformador y los apoyos con la estructura del edificio.
- * Mejorar el aislamiento al ruido aéreo de los

cerramientos.

A pesar de todo, conviene añadir que este problema se hace más crítico cuanto menor es el aislamiento acústico que ofrecen los edificios. De ahí la importancia de que exista una concepción global de las instalaciones que exige la planificación conjunta desde el diseño inicial del edificio hasta su puesta en funcionamiento.

8. Referencias.

- [1] King, Arthur J.: "Reducción del ruido de los transformadores y reactancias con núcleo de hierro" de Harris, Cyril M. (dir.): *Manual para el control del ruido*, Vol. ii. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, 1977. p. 1045-1077
- [2] Requena, J.J.M.: "El ruido producido por los transformadores de potencia. Control." *Electra*. n. 11, Mayo 1985.
- [3] Requena, J.J.M. "Ruido en centros de transformación MT/BT". Jornadas Nacionales de Acústica, *Tecniacústica'93*. Valladolid, 1993. *Comunicaciones*. p. 133-136.
- [4] Wells, R.J. y Madison, R.D.: "Ruido de ventiladores." de Harris, Cyril M. (dir.): *Manual para el control del ruido*, Vol. ii. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid, 1977. p. 949-978
- [5] UNE 21-315-80 "Medida de los niveles de ruido de los transformadores y reactancias de potencia".
- [6] NBE-CA-88. Norma Básica de la Edificación sobre las condiciones acústicas en los edificios.
- [7] "Anteproyecto de Decreto, por el que se establecen las condiciones que deberán cumplir las actividades clasificadas para las personas, por sus niveles sonoros o de vibraciones." Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León.
- [8] "Reglamento Municipal para la protección del medio ambiente contra las emisiones de ruido y vibraciones" Ayuntamiento de Valladolid, 1989.
- [9] "Ordenanza municipal reguladora de la emisión y recepción de ruidos y vibraciones" Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 1990.

LOS RESULTADOS AQUÍ EXPUESTOS FORMAN PARTE DEL ESTUDIO "ANÁLISIS DE FUENTES DE RUIDO INTERNAS A LOS EDIFICIOS POR INSTALACIONES" REALIZADO POR EL LABORATORIO DE ACÚSTICA Y VIBRACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID PARA LA CONSEJERÍA DE FOMENTO DE LA JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN.

AGRADECEMOS LA COLABORACIÓN DE IBERDROLA S.A., SIN LA CUAL NO HUBIERA SIDO POSIBLE REALIZAR ESTE ESTUDIO.

Tabla I. Nivel Leq máximo en dB(A) permitido en el interior de los edificios por las distintas normativas.

Zona	NBE-CA-88 ⁽⁶⁾	Regional ⁽⁷⁾	Local ⁽⁸⁾
Estancias	45	35	40
Dormitorios	40	35	35
Servicios	50	40	40
Zonas comunes	50	50	50

Durante la noche (8-22 H)			
Zona	NBE-CA-88	Regional	Local
Estancias	40	30	35
Dormitorios	30	30	25
Servicios	-	35	35
Zonas comunes	-	40	40