

ESTUDIO DE VIBRACIONES PROVOCADAS POR MÁQUINAS EN CUARTOS DE ASCENSORES

PACS: 43.40.At

González Hernández, Carlos; Navarro Rodrigo, Eugenio; De Yñigo Mojado, Jesús; Herranz Sánchez, Gregorio.

Máster Universitario en Acústica Arquitectónica y Medioambiental;
Universidad Europea de Madrid

C/ Tajo, s/n.

28670 Villaviciosa de Odón. Madrid. España

Teléfono: 902 232 350

E-mail: cgonzalez.hdez@gmail.com; enavarrorodrigo@gmail.com; jesus.de.ynigo@gmail.com

ABSTRACT

We study the vibrations caused by machines common in the quarter-lift: lift motor, gear box and electrical contactors.

We analyze the spectra in acceleration vs time and natural frequency in each of the measurements and describe the findings on spectra of the same type of machine to identify any patterns that repeat and advise further action.

Data are processed by RD 1367/2007, ISO 2631 Parts 1 and 2 (L_{aw}) and ISO 2631 / 2, 1989 (Curves K).

RESUMEN

Se estudian las vibraciones ocasionadas por las máquinas habituales en los cuartos de ascensor: motor del ascensor, reductor y cuadro eléctrico de contactores.

Analizamos los espectros en aceleración vs tiempo y frecuencia propia en cada una de las mediciones realizadas y exponemos las conclusiones sobre espectros del mismo tipo de máquina para observar posibles patrones que se repitan y aconsejar futuras actuaciones.

Se tratan los datos según RD 1367/2007, las ISO 2631 partes 1 y 2 (L_{aw}) e ISO 2631/2 de 1989 (Curvas K).

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS

En el presente estudio, analizamos las vibraciones ocasionadas por las distintas máquinas que nos podemos encontrar en un cuarto típico de ascensor (motor, reductor y cuadro eléctrico de contactores) y que se pueden transmitir al resto del edificio, pudiéndose generar problemas de ruido y vibraciones a los usuarios de la edificación.



Imágenes del reductor, cuadro de contactores y motor respectivamente.

Durante el estudio hemos analizado cada uno de los diferentes componentes que forman la sala de máquinas de un ascensor, para posteriormente realizar una comparativa de los mismos tratando de encontrar patrones comunes en los diversos elementos, en cuanto a niveles de vibración y frecuencia se refiere.

Para la realización de este proyecto, hemos utilizado un equipo de medición de vibraciones PULSE de la marca Brüel & Kjaer y acelerómetros Deltraton Triaxial TEDS para medir los tres ejes del espacio a la vez como marcan las normativas nacionales (R.D. 1367/2007) e internaciones ISO 2631 partes 1 y 2.

En los cuartos de ascensores encontramos las tres máquinas que previsiblemente son los focos principales de generación de ruido y vibraciones: motor, reductor y cuadro de contactores. A continuación explicamos cómo hemos realizados el muestreo de mediciones:

Una vez localizada la máquina, estudiamos el entorno y marcamos los puntos de medida en cada elemento (cuatro puntos para el motor, dos para el reductor y dos para el cuadro de contactores). En cada uno de los puntos, tomamos una medida de vibración de fondo o ambiental y otra medida con la máquina en funcionamiento, a fin de comprobar que no existen focos de vibración externos que nos falseen la medida. Este procedimiento se ha realizado para los cuatro puntos medidos en el motor y reductor, ya que para las muestras en el cuadro de contactores, al actuar el foco generador de ruido en un periodo muy leve de tiempo, los instantes anteriores y posteriores tenemos los niveles de vibración ambiental. Por supuesto, se ha calibrado el equipo antes y después de cada medición.

La primera máquina que analizamos es el motor del ascensor, ya que es la que mayor probabilidad tiene de generar una vibración de mayor intensidad. El motor además, es el más grande y el que más potencia tiene de las tres máquinas y por tanto es en el que hemos cogido más puntos de medición con un total de cuatro puntos, uno por cada esquina.

En el motor distinguimos tres periodos de funcionamiento: arrancada, funcionamiento continuo y parada.

- La arrancada corresponde a un pico de vibración pronunciado que se alcanza cuando el ascensor comienza a funcionar.
- El funcionamiento continuo corresponde con un ciclo estacionario en el cual suele ser continuo el nivel de vibración con pequeñas oscilaciones.
- La parada corresponde a un pico de vibración pronunciado que se alcanza cuando el ascensor se detiene.

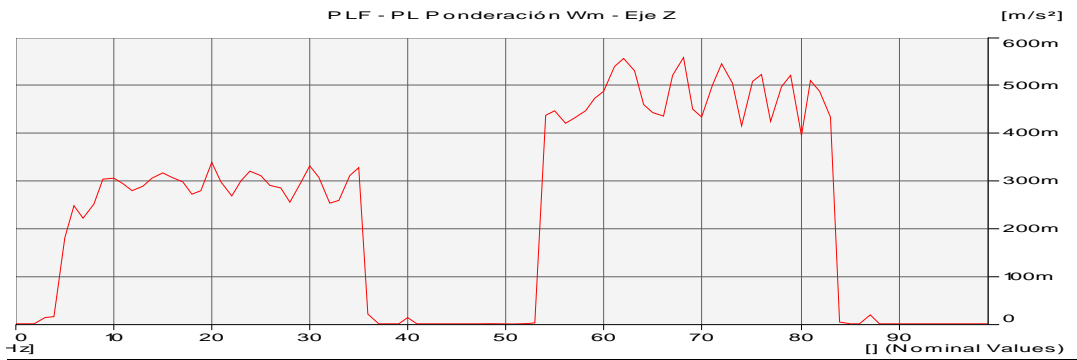


Imagen aceleración frente al tiempo con dos periodos del motor del ascensor (bajada, parada y subida)

Analizamos cada periodo por separado y comprobamos todos los parámetros para determinar cuál ha sido el más desfavorable (en cuanto a nivel y frecuencia).

La segunda fuente de vibración elegida es el cuadro de contactores. Los contactores se encuentran ubicados dentro de un cuadro eléctrico y se caracterizan por generar un pico de vibración muy pronunciado cuando el ascensor es llamado y cuando ha llegado a su destino (a modo de conmutador de energía).

En esta máquina elegimos dos puntos de muestreo y la vibración de fondo la cogemos de la misma medida ya que el contactor únicamente entra en funcionamiento en las acciones anteriormente descritas.

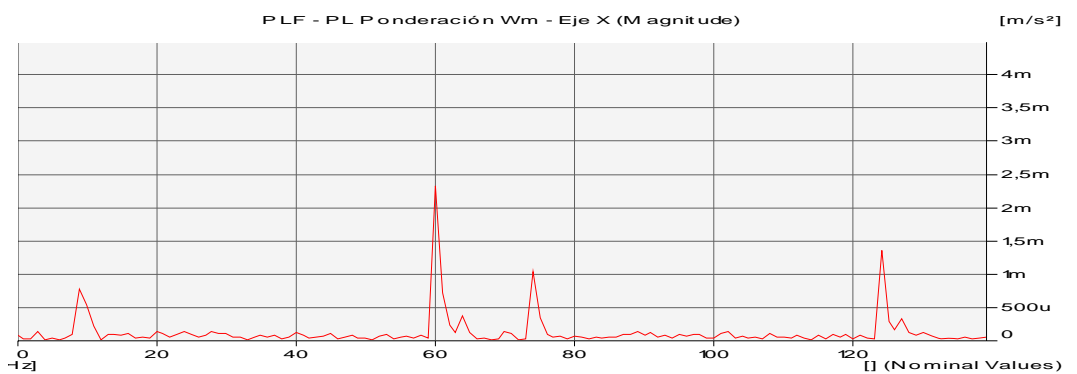


Imagen aceleración vs tiempo del cuadro de contactores

La última fuente de vibración es el reductor. El reductor tiene como objetivo evitar que el ascensor tenga una arrancada y parada brusca. Este entra en funcionamiento con el motor del ascensor, por lo que hemos tomado dos puntos de medida y por cada punto de medida hacemos dos mediciones, una para la vibración de fondo o ambiental y otra para la vibración con un normal funcionamiento.

Como el reductor de velocidad funciona a la par que el motor, se pueden apreciar los mismos periodos de funcionamiento, por lo que se analiza de la misma manera teniendo en cuenta la arrancada, funcionamiento continuo y la parada, siempre que sea posible ya que puede haber ocasiones en las que no se distingan estos periodos.

Todas las mediciones han sido tomadas con una única persona en la cabina del ascensor y con el mismo procedimiento de medida tal y como se indica en este documento, siguiendo un

protocolo marcado desde el principio, con el fin de que todas las mediciones se obtuviesen en las mismas condiciones.

Los ejes del espacio los hemos referenciado de tal manera que Z es el eje vertical, X es el eje horizontal e Y es el eje de profundidad.

CONCLUSIONES

Motores:

Dividimos los motores en tres grupo según la potencia del motor:

- Motor de 5Kw:

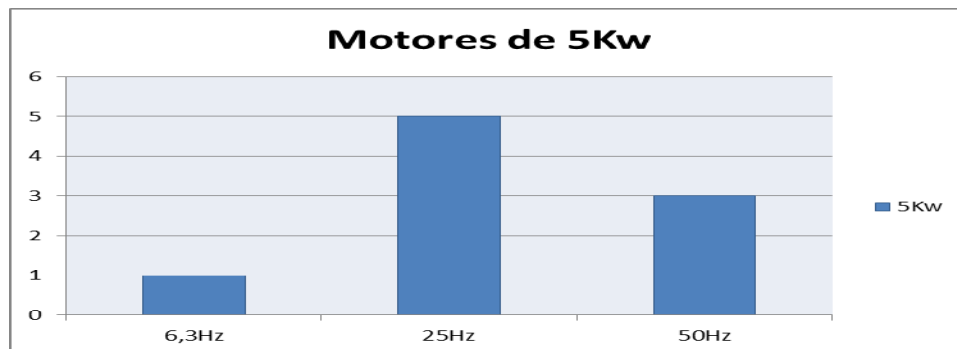
Se han analizado nueve motores de este tipo de potencia.

En cuanto a la frecuencia, cinco de los nueve motores tienen el mayor valor de aceleración en 25 Hz y en el eje Z. Tres de los motores presentan en la frecuencia de 50 Hz el mayor nivel de aceleración.

El nivel de vibración más pronunciado se encuentra concentrado en el eje Z en seis de los nueve motores medidos.

En cuanto a los periodos (arrancada, funcionamiento continuo y parada), es el periodo de funcionamiento del ascensor es el que más aceleración tiene en cinco de los nueve motores.

En uno de los motores analizados no se haya ninguna coincidencia con los demás motores.



- Motor de 4Kw:

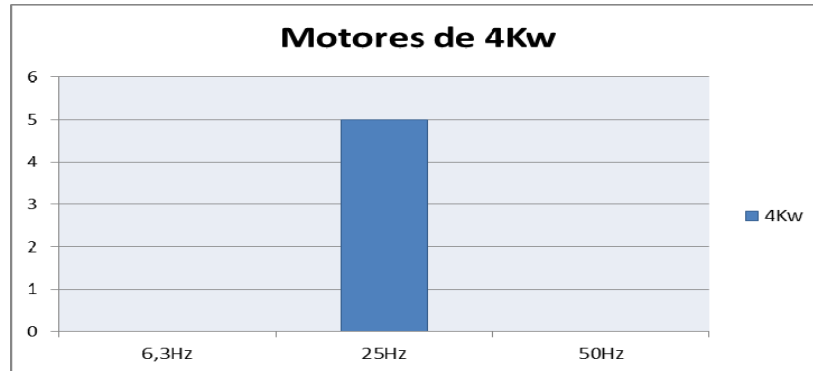
•

Se han analizado cinco ascensores con un motor de esta potencia.

En todos los ascensores la frecuencia predominante de vibración es la de 25 Hz.

En dos motores predomina el eje Z y en tres predomina el eje Y. En la suma total de ciclos de funcionamiento es el eje Z el de mayor repercusión.

En cuanto a los periodos (arrancada, funcionamiento continuo y parada), es el periodo de funcionamiento es el que mayor valor de aceleración se obtiene.

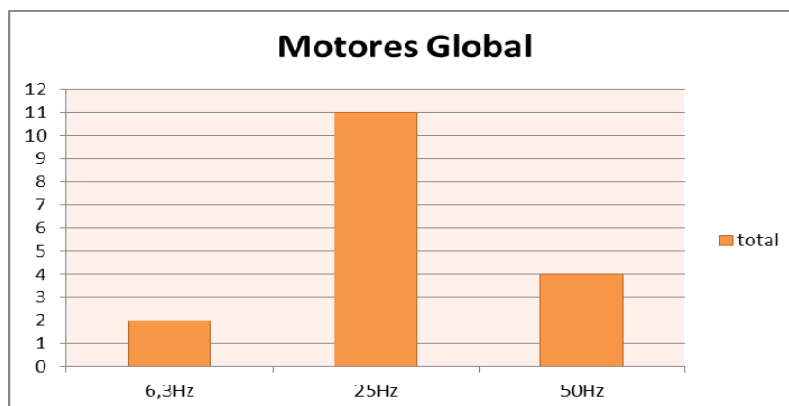
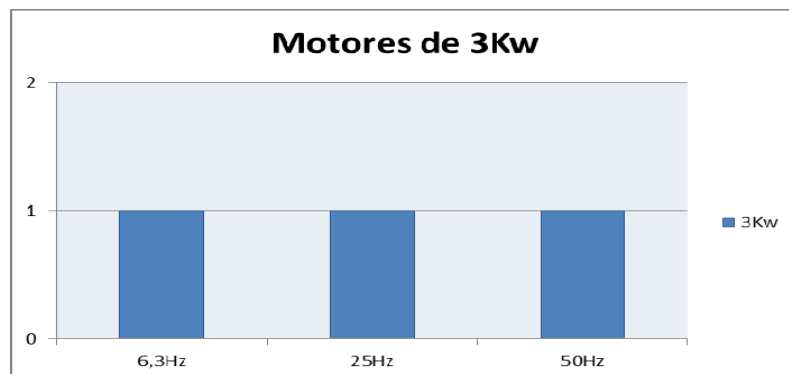


- Motor de 3Kw:
-

De los tres motores analizados, cada uno tiene una frecuencia predominante de vibración distinta 25, 50 y 6,3Hz, aunque la frecuencia que más se repite es la de 25 Hz seguida de la de 50 Hz.

Predomina el eje Z en dos de los tres motores.

En cuanto a los periodos (arrancada, funcionamiento continuo y parada), es el periodo de arrancada es el que mayor nivel de vibración tiene en dos de los tres motores.

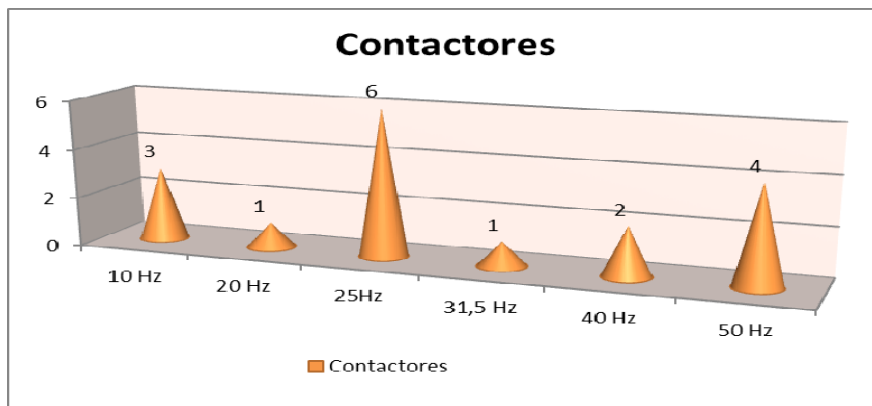


Cuadro de contactores:

Entre 20 Hz y 63 Hz se encuentran las frecuencias predominantes en diez de los catorce contactores que presentan datos.

Entre 20 Hz y 40 Hz tenemos seis de los catorce contactores que presentan datos.
En ocho de los catorce contactores predomina el eje Z.

En tres contactores no se ha podido calcular la vibración por ser muy baja (no hay diferencia con la vibración de fondo).



Reductores de velocidad:

La mayoría de los reductores presentan la banda de tercio de octava de 25 Hz como la que más vibra aunque está repartido, seis de los diecisiete reductores presentan esta característica. Obtenemos que el eje X es en el que se encuentra los mayores niveles de vibración.

La parada es el periodo de funcionamiento que más aceleración contiene.

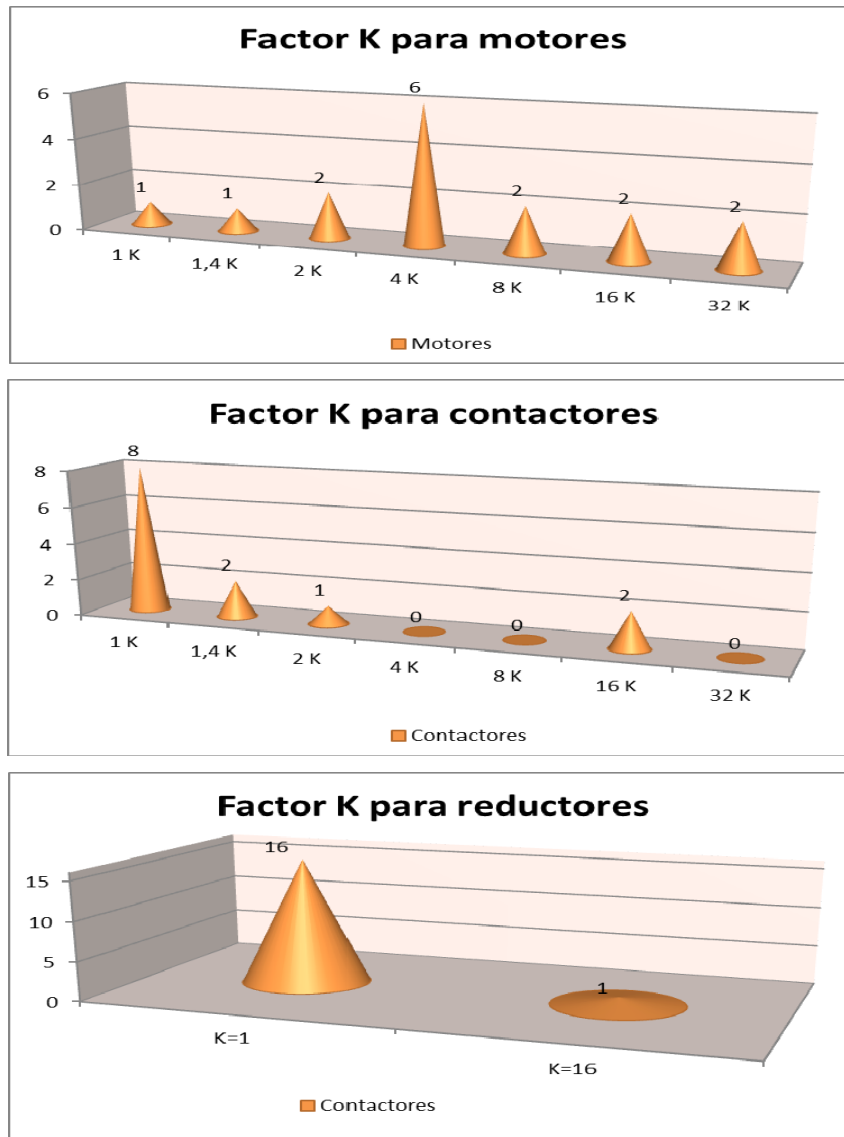
En dos reductores no se puede diferenciar cuál es el periodo más desfavorable ya que la vibración es tan pequeña que casi no se distingue con la vibración de fondo.

La inmensa mayoría de reductores tienen una vibración tan pequeña que no se aprecia con claridad la misma y no generan problemas desde origen. Destacamos que hay varios reductores en los que no se pueden apreciar los tres periodos de funcionamiento, debido a lo cual cogemos el instante más desfavorable para analizarlo.

Valoración del factor K según ISO 2631-2 1989:

Hemos utilizado este factor como una referencia de nivel de vibración en origen para poder hacernos una mejor idea de la vibración generada por las distintas máquinas. No lo hemos aplicado como se indica en diversa normativa ya que no se han tomado los datos en lugares de recepción sino a pie de máquina.

Mostramos resultados para motor, cuadro de contactor y reductor:



Obtenemos como resultado que en quince de los dieciséis reductores tienen un valor $K=1$. En uno de los reductores obtenemos un valor de $K=16$ (previsiblemente influenciado por la cercanía al motor del ascensor), por lo que desechamos esta muestra como patrón válido.

Comentar a modo recuerdo, que los límites K permitidos en recepción en la mayoría de la normativa es de $K=2$ durante el día y $K=1,4$ durante la noche (en viviendas, cultural y docente).

RECOMENDACIONES

Con los datos obtenidos en el presente estudio, vamos a dar una serie de recomendaciones sobre cómo actuar frente a las distintas máquinas que tenemos en los cuartos de ascensores. Como se puede observar, la mayoría de los motores tiene la frecuencia perturbadora de vibración más problemática en 25 Hz o superior.

Si estos motores generasen problemas de ruido y vibraciones al resto del edificio necesitaríamos colocar un elemento anti vibratorio con una frecuencia propia de 3 Hz en los

apoyos del motor con la estructura. Con esta solución que se propone, estaríamos garantizando una atenuación del 98,54% de la vibración, es decir, transmitiríamos a la estructura un 1,46% del nivel de vibración más elevado en el peor caso (frecuencia predominante más baja).

Para los reductores de velocidad actuaremos de la misma forma que con los motores. En el caso concreto del cuadro de contactores, debemos indicar que no existe una frecuencia que pueda caracterizarlo debido a su condición de choque se excitan un rango amplio de frecuencias.

Los contactores durante su funcionamiento normal, se caracterizan por estar en reposo hasta que el ascensor es llamado o ha llegado a su destino, por lo tanto sólo entra en funcionamiento en estas dos ocasiones. Por tanto, en el cuadro de contactores lo que evaluamos es la atenuación que podemos conseguir y ver si esta atenuación es suficiente para solucionar el problema de ruido generado a causa de los golpes o choques que éstos originan sobre la estructura del edificio.

Si elegimos el peor caso que tenemos que es de 20 Hz y si esta generara molestias, necesitaremos como mínimo un elemento anti vibratorio con una frecuencia propia de 3 Hz para garantizar una atenuación del 97,70% de la vibración, es decir, transmitiríamos a la estructura un 2,30% del nivel de vibración más elevado en el peor caso (frecuencia predominante más baja).

AGRADECIMIENTOS

A Brüel & Kjaer por la participación en este proyecto cediéndonos los equipos de medición. A Rocío Fonseca por su ayuda al acceso en las distintas instalaciones de ascensores.

REFERENCIAS

- [1] ISO 2631-1 (1978): Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo.
- [2] ISO 2631-1 (1997): Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: General requirements.
- [3] ISO 2631-1 (2008): Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos generales.
- [4] ISO 2631-2 (1989): Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz).
- [5] ISO 2631-2 (2003): Evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1 to 80 Hz).
- [6] RD 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Anexo IV.