

Estudio de vibraciones mecánicas a través de un acelerómetro mpu6050

Tomás Cufaro Fernández

Acustica I

Profesores: Mariano Arouxet, Joaquín García, Maite Afín

22/08/20

UNTREF

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE TRES DE FEBRERO

Keywords: Vibraciones, Acelerómetro, Insertion Loss, MPU6050.

ABSTRACT

En este trabajo se analiza el comportamiento vibratorio de una máquina de hogar: un secarropas white-whestinghouse CL/311 a través de un acelerómetro MPU6050 configurado con RaspberryPi3b+. Se propone una posible reducción del efecto de las vibraciones a través de métodos de amortiguación y se estudia su efecto sobre la máquina. Se tratara de resolver si la solución es efectiva o bien proponer una mejor si no lo es. Como también se analiza la funcionalidad del instrumento de medición elegido elegido para el problema presentado.

1 INTRODUCCIÓN

Se estudian las vibraciones de un secarropas con un motor que funciona con corriente alterna. El funcionamiento de la máquina implica un movimiento rotatorio periódico. Esto explica que la máquina imprima una fuerza de carácter periódico y sinusoidal. El valor de resonancia natural de la máquina se obtuvo en este mismo estudio. Las vibraciones mecánicas pueden presentar varios problemas que interfieran con el buen funcionamiento de la máquina como también afectar el ambiente en el cual se encuentra. La medición de dichas vibraciones permite realizar

Maquina	Valores
peso [kg]	45,5
altura [mts]	1,03
profundida [mts]	0.56
largo [mts]	0.47
W_o [Hz]	80

Table 1. Propiedades físicas de la máquina

un análisis para caracterizarlas y proponer una solución acorde a lo obtenido. Los acelerómetros tipo MEM como el utilizado para este trabajo presentan un uso extendido hoy en día. Los teléfonos celulares conocidos como *smartphones* tienen incorporado un acelerómetro de estas características. Son poco costosos, pequeños y muy efectivos para los objetivos utilizados que en general responden a posicionamiento o reconocimiento de movimiento. El dispositivo de medición además de poseer un acelerómetro también cuenta con un giroscopio y un termómetro. En este caso se pone a prueba para medir vibraciones mecánicas y es evaluada su funcionalidad. Para calibrar el acelerómetro se tomaron muestras en las condiciones iniciales. De esta forma se puede ajustar los desvíos que presente agregando una constante de calibración u *offset* a la hora de medir. El acelerómetro utilizado, según las especificaciones presenta un máximo de capacidad de obtención de muestra de 1000Hz⁴. Sin embargo, no se pudo alcanzar este nivel habiendo conseguido un máximo de 300Hz. Esto se debe a deficiencias

del software utilizado y al equipo Raspberriypi donde esta embebido el acelerómetro. El código fuente fue realizado específicamente para este trabajo⁵.

2 MODELO TEÓRICO

Para la implementación de tratamientos de vibraciones mecánicas un parámetro que describe la efectividad de dicho comportamiento es la transmisibilidad de la fuerza (??). Esto permite describir la interacción entre el sistema antivibratorio, la máquina, y la transmisión de energía vibratoria, para evaluar cuanto se transmite de la máquina a su entorno.

$$T = \frac{\sqrt{1 + (2\xi r)^2}}{\sqrt{(1 - r^2)^2 + (2\xi r)^2}} \quad (1)$$

Se realiza una estimación con los mencionados parámetros para evaluar un hipotético funcionamiento de un sistema propuesto. Para esto se relevaron distintos trabajos^{6,7} que permitieron obtener valores referencia para los materiales utilizados en este estudio. A partir de dichos valores se modela una posible configuración que se observa en la Tabla ??.

propiedades del materia	k	Ra	ξ
Goma/genérico	744,605[N/m]	144,48	0,19
Parámetros de modelado	r	T	Db
60Hz	7,38	0.0187	-17.28
80Hz	9.83	0.0104	-19.80

Table 2. Tabla de valores obtenido tras modelado de sistema

Se puede ver que existen soluciones aptas para la realización de un estudio de vibraciones mecánicas. En este caso los valores obtenidos para la hipotética deflexión estática son físicamente reales. Se obtuvo un valor para el sistema modelado de cuatro dispositivos de goma amortiguando a la máquina que presentan una deflexión estática de 12 cm.

3 SISTEMA DE MEDICIÓN Y PROCESO DE DATOS

En esta sección se describe el proceso de medición y el posterior tratado de datos.

3.1 Medición

Para la medición se fijó el dispositivo en la máquina como se observa en Fig1 para que capture todas las vibraciones de la estructura. También se

realizaron las mediciones necesarias en la base. Las muestras realizadas fueron:

- Respuesta libre
- Respuesta libre amortiguada.
- Estudio forzado. En máquina y base
- Estudio amortiguado. En máquina y base

Como sistema de amortiguación se utilizaron unos tacos de corcho y goma de los cuales se desconoce cualquier tipo de información como se observa en Fig3. Por ende se trató de caracterizarlo a través del proceso de medición sin buenos resultados. La contracción de los tacos de goma es casi nula debido a su excesiva rigidez imposibilitando obtener una deflexión estática del mismo.



Fig. 1: sistema de medición. Dispositivo en máquina.

3.2 Procesamiento de Señales

Para el procesamiento de señales se trabajó solamente con los datos obtenidos del acelerómetro en el eje transversal al sistema. Se ajusto el acelerómetro de tal manera que el eje transversal a la máquina sea el eje z. Para analizar las señales obtenidas se aplico la transformación de Fourier para analizar el dominio frecuencial. También se realizó un proceso de suavizado de las curvas para un mejor análisis del comportamiento. El análisis y proceso de resultados está desarrollado en esta notebook donde se pueden dejar comentarios y recomendaciones.⁸

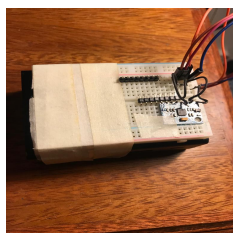


Fig. 2: dispositivo de medición: RPI3 + MPU6050.



Fig. 3: dispositivo antivibratorio

4 RESULTADOS

En primer Lugar se analizó la respuesta libre Como se ve en la Figura 4

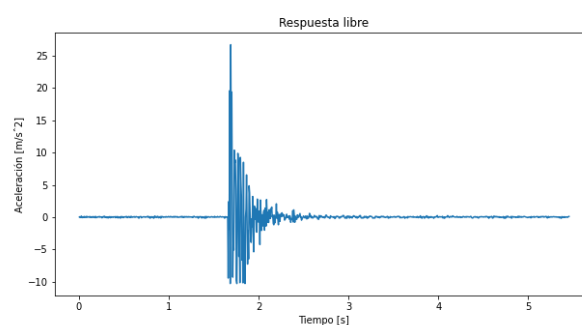


Fig. 4: Respuesta libre del sistema.

no se pudo encontrar un pseudo periodo claro en ninguna de las muestras obtenidas para la medición libre. El sistema está sobreamortiguado. Esto llevó a realizar un análisis de IL (Insertion loss) para poder estimar el funcionamiento del sistema antivibratorio y su efectividad.

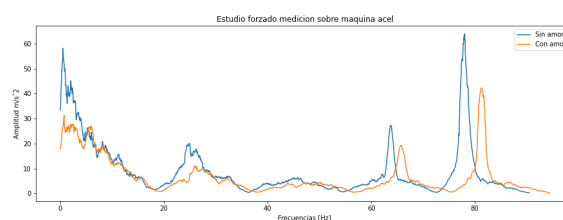


Fig. 5: Estudio sobre máquina en valores de aceleración.

En la Figura 6 vemos que hay cierta reducción a partir de la utilización de los tacos de goma en los valores de aceleraciones obtenidos, sin embargo no parece muy significativa ya que se repiten los modos vibratorios en el sistema en ambos casos. En cuanto al comportamiento se ve mayor energía en las frecuencias bajas. Como también se observa que la resonancia del sistema se encuentra al rededor de 60Hz teniendo también un componente de mayor energía aproximado en 60Hz.

Por otro lado, sobre la base, los valores obtenidos a partir de las mediciones, como se ve en Figura 8, reflejan una importante disminución a partir de la utilización de los dispositivos antivibratorios. Se puede observar una reducción importante en el caso de las mencionadas

