

## Examen 01-11-2022

### Práctica

El Mantenimiento Predictivo son acciones de mantenimiento previstas en avance a partir del monitoreo de maquinaria industrial en combinación con modelos de predicción para análisis de fallas.

Se utiliza en la Industria buscando evitar las alternativas actuales de Mantenimiento Preventivo; mantenimiento periódico (costoso y con tiempos sin poder utilizar el equipo) o simplemente esperar a que ocurra la falla y reparar cuando sea necesario (puede llevar a mayores roturas en el equipamiento).

Se requiere diseñar un sistema de Mantenimiento Predictivo para utilizar en motores eléctricos (Bombas, ventiladores, etc) a partir de la señal de un acelerómetro midiendo las vibraciones del dispositivo.

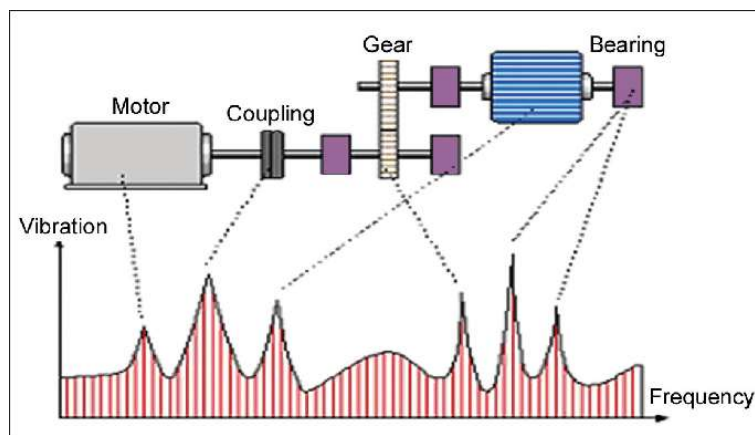


Figure 1. Typical vibration analysis FFT plot (magnitude vs. frequency).

Los requerimientos que se le imponen para el mismo son:

- Frecuencia mínima de la banda de interés 100Hz, eventos de baja frecuencia causados por imbalances, desalineaciones, piezas sueltas, etc.
- Frecuencia máxima de la banda de interés 2000Hz, eventos de alta frecuencia, señales tempranas de falla en rodamientos, engranajes, etc.
- Se requiere una atenuación de al menos 20 dB en 50Hz, para eliminar ruido de línea.

Cuenta además con un registro de las señales de interés de un acelerómetro de un único eje, realizados a una frecuencia de muestreo (30kHz) para permitir el análisis de las mismas:

[z\\_axis\\_30kHz.txt](#) (los valores de la señales en dichos registros se encuentran expresados en voltios). La señal presenta una serie de interferencias por fuera de la banda de interés, provenientes de ruido eléctrico generado por la activación y alimentación de los motores.

Se le pide:

1. En base a los requerimientos proponga la función de transferencia de un filtro pasa-banda de respuesta máximamente plana en la banda de paso adecuado para el sistema.
2. Factorice la  $H(s)$  obtenida en el punto anterior e implemente la parte pasa-bajos de manera analógica calculando los componentes del circuito activo que la realice. Utilice valores comerciales.
3. Simule el circuito activo obtenido en el punto anterior en LTSpice utilizando valores comerciales de componentes y compare la respuesta en frecuencia obtenida con la del sistema original. Indique si la considera adecuada.
4. Analice el filtro analógico obtenido y las señales de acelerómetro para evaluar si podría servir como filtro antialias y justifique su respuesta. Se digitalizará a 6kHz, en 12bits con un voltaje de referencia de 3.3V
5. Implemente la sección restante de manera digital.
6. Ensaye el filtro digital diseñado sobre la señal [z\\_axis\\_6kHz.txt](#), de manera de verificar el correcto funcionamiento del filtro y la atenuación obtenida en 50Hz. Dicha señal ya ha sido filtrada con un filtro pasa-bajos y remuestreada.
7. Diseñe un filtro FIR con PyFDA de similares características al obtenido a partir de la factorización.
8. Grafique dos figuras presentando la versión filtrada y la versión original para ambos filtros, tanto para el dominio temporal como el frecuencial.

\* Para cargar las señales puede utilizar los siguientes comandos de ejemplo:

```
filename = 'ecg1.txt'      # nombre de archivo
data = np.loadtxt(filename) # carga de la señal
fs = 1000                 # frecuencia de muestreo 1000Hz
```

## Teoría

Responda verdadero o falso según corresponda. Justifique su respuesta.

**Responder en un archivo de texto a parte**

1. Los conversores sigma-delta incluyen un filtro digital pasabajos como parte del bloque decimador.
2. Dado un filtro determinado, por ejemplo Butterworth pasabajos de 3er orden con frecuencia de corte en 20 Hz, si se modifica el Q, se pueden modificar algunos de sus parámetros pero no deja de ser un filtro de Butterworth.

3. Se puede aumentar el rango dinámico de un conversor, aumentando la frecuencia de muestreo de la señal, logrando medio bit de mejora por cada vez que se duplica la frecuencia de muestreo.