



# **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO REMOTO CON ANÁLISIS VIBRATORIO E INTERFAZ GRÁFICA PARA EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO DE LOS MOTORES DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA PLANTA ONCOLÓGICA DE QUIMFA.**

**Jessica Carolina Jara Cuenca**





# ÍNDICE

**01** **Introducción**

**02** **Objetivos**

**03** **Marco teórico**

**04** **Metodología**

**05** **Resultados y Análisis**

**06** **Conclusiones y Recomendaciones**







# INTRODUCCIÓN

Los sistemas de ventilación industrial son una parte esencial para mantener condiciones ambientales controladas dentro de procesos productivos farmacéuticos, principalmente en plantas oncológicas donde las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) requieren un control riguroso de partículas, temperatura, humedad y presión diferencial en las áreas clasificadas.

El monitoreo se basa principalmente en rutinas de inspección convencional y acciones correctivas posteriores, sin integrar criterios formales de diagnóstico de vibraciones ni alarmas configuradas acorde a normas internacionales como ISO 10816/20816 e ISO 13373 .



# OBJETIVOS

## GENERAL

- Diseñar un sistema de monitoreo remoto con análisis vibratorio e interfaz gráfica para el mantenimiento predictivo de los motores del sistema de ventilación de la planta oncológica de QUIMFA.



## ESPECÍFICOS

- Analizar los modos de falla más relevantes en los motores del sistema de ventilación de la planta oncológica de QUIMFA a partir de criterios de diagnóstico vibratorio.
- Procesar y evaluar señales de vibración reales mediante indicadores de velocidad global, espectros de frecuencia y criterios de severidad establecidos por las normas ISO 10816/20816 e ISO 13373.
- Diseñar una interfaz gráfica de usuario que permita visualizar espectros, tendencias históricas y estados de alarma asociados a los motores monitoreados.
- Proponer una arquitectura técnica para la adquisición, almacenamiento y supervisión remota de mediciones vibracionales, orientada al mantenimiento predictivo de los equipos.



# MARCO TEÓRICO

- **Sistemas de Monitoreo de Vibraciones en Máquinas Rotativas**
- **Vibraciones Mecánicas en Máquinas Rotativas**
- **Transformada Rápida de Fourier (FFT)**
- **Clasificación por Zonas de Severidad Vibratoria (ISO 10816/20816)**

- Zona A – Condición excelente (normal)
- Zona B – Aceptable
- Zona C – Crítica (advertencia)
- Zona D – Inaceptable (alarma)
- Verde → Normal
- Amarillo → Advertencia
- Rojo → Alarma



# MARCO TEÓRICO

→ **Lectura y Limpieza de Datos CSV**

→ **Visualización del Espectro y Tendencias**

- *Gráficos espectrales interactivos*
- *Tendencias históricas de velocidad RMS*
- *Resaltado visual según zona (A, B, C y D)*
- *Detección rápida de anomalías*

→ **Registro Histórico y Trazabilidad**

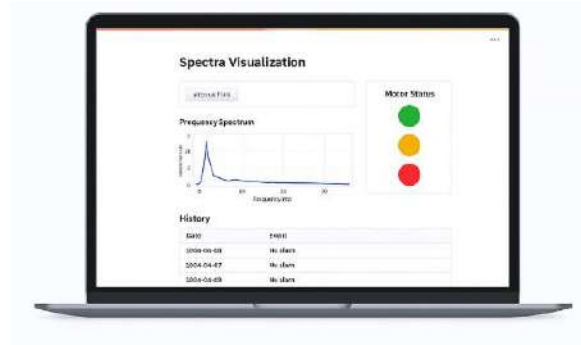


# MARCO TEÓRICO

→ Interacción del Operador

→ Sistema de Alarmas

→ Relevancia del Análisis Vibratorio en la Industria Farmacéutica

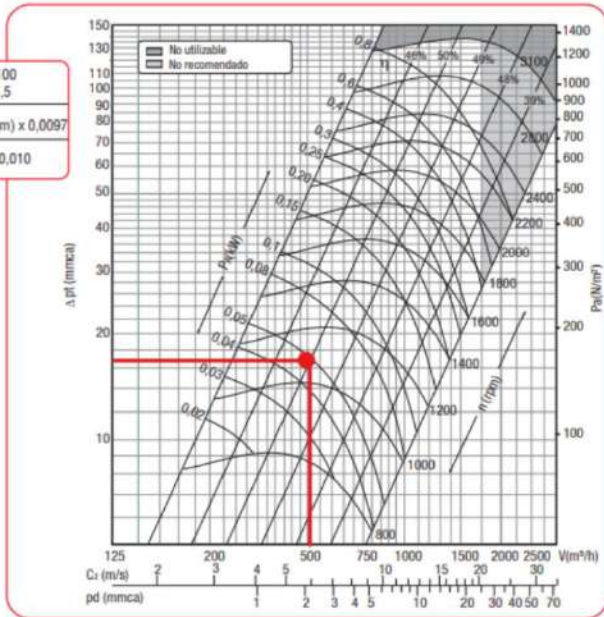


# METODOLOGÍA

Relevamiento técnico de los equipos críticos a monitorear.

TSA 7/3

Límite de trabajo	n máx. motor máx	rpm	3100
Velocidad Periférica	u	m/s	$n(\text{rpm}) \times 0.0097$
Momento de Inercia	$PD^2/4$	$\text{kg m}^2$	0.010



Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Límite de trabajo, velocidad máxima	n máx	rpm	3100
Límite de trabajo, potencia máxima del motor acopable	motor máx	kW	1.5
Velocidad periférica	u	m/s	$n(\text{rpm}) \times 0.0097$
Momento de Inercia	$PD^2/4$	$\text{Kg} \cdot \text{m}^2$	0.010

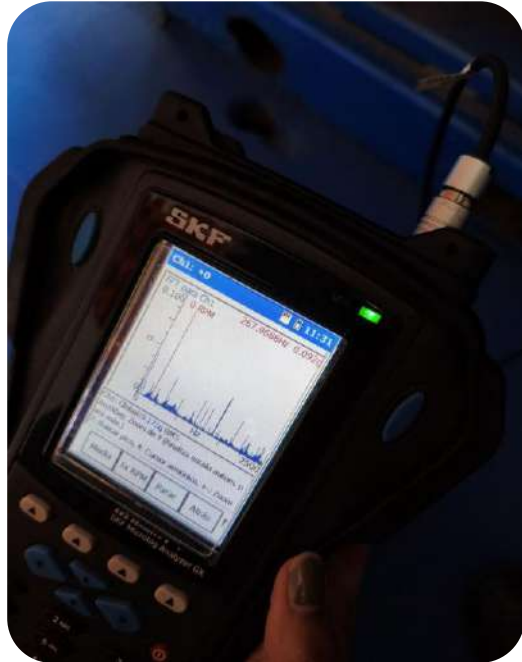
# METODOLOGÍA

Selección de puntos de medición.



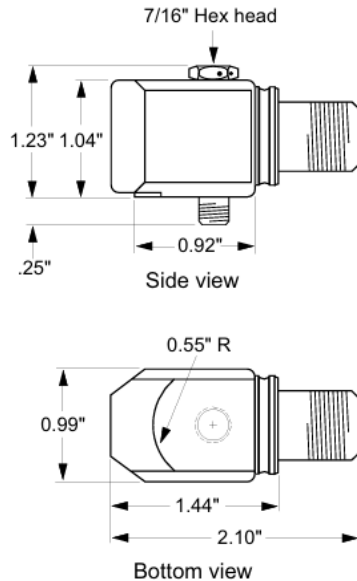
# METODOLOGÍA

Adquisición de datos vibratorios en planta.



# METODOLOGÍA

Selección de los sensores adecuados según rango, precisión, robustez y compatibilidad con el entorno industrial.



Parámetro	Valor
Sensibilidad	100 mV/g
Rango de aceleración	80 g pico
Frecuencia útil	1 – 5 000 Hz
Alimentación IEPE	18–28 V DC, 2–10 mA
Temperatura operativa	–55 °C a 120 °C
Ruido	700 µg rms
Montaje	Tornillo ¼-28 UNF
Material	Acero inoxidable 316L
Peso	145 g
Límite de choque	5 000 g pico
Certificación	Class I/II Div 1 – Ex ia IIC T4

# METODOLOGÍA

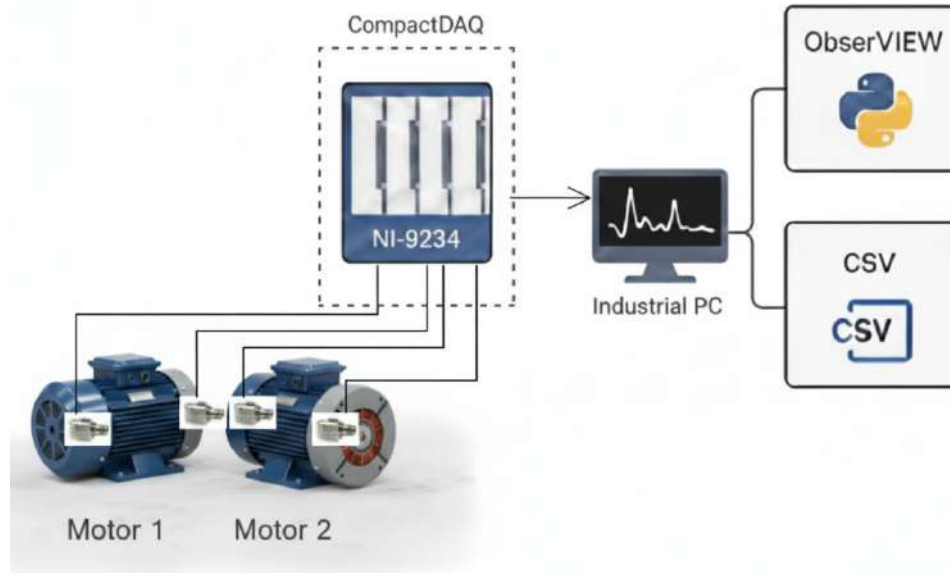
Evaluación de los dispositivos de adquisición en función del número de canales, velocidad de muestreo y protocolos de comunicación.



Parámetro	Valor
Canales	4 analógicos simultáneos
Resolución	24 bits
Muestreo	1,6 kS/s – 51,2 kS/s
Rango de entrada	±5 V
Acoplamiento	AC / DC
IEPE	2,1 mA típico
Ruido	~50 $\mu$ Vrms
Temperatura	-40 °C a 70 °C
Peso	173 g
Calibración	1 vez/año

# METODOLOGÍA

Flujo de adquisición y procesamiento de datos vibratorios.



## TECNOLOGÍAS



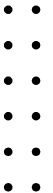
Streamlit



Python



ObserVIEW

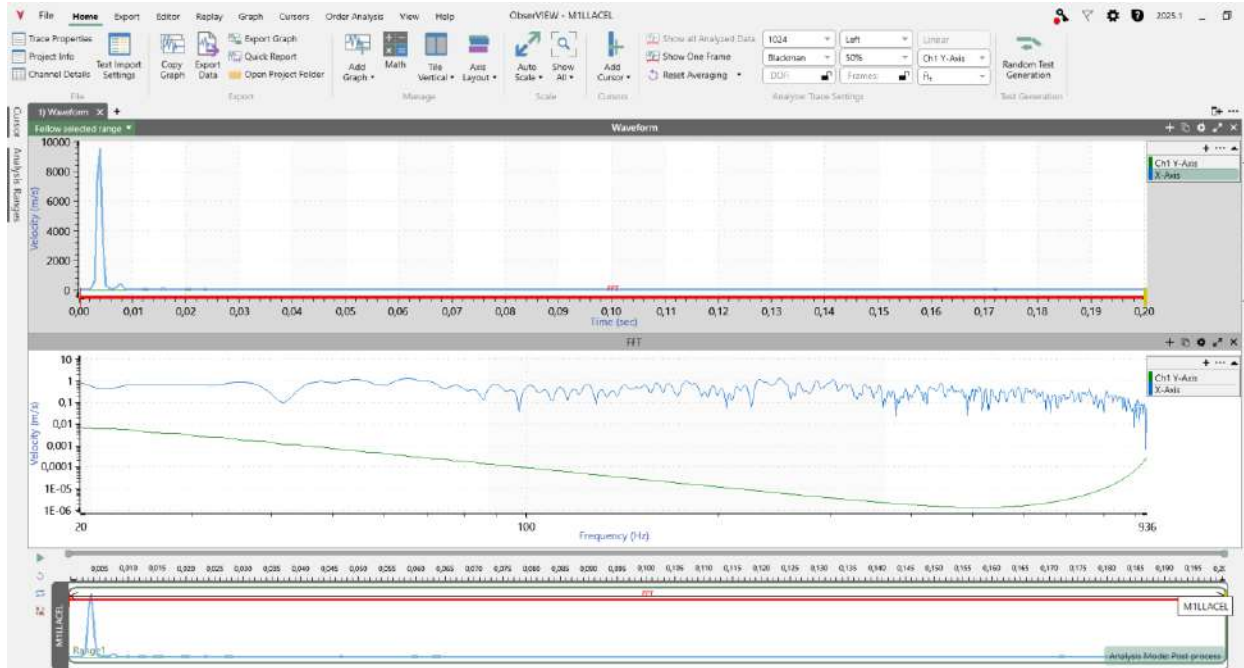


# RESULTADOS: Mediciones realizadas en planta

Motor	Punto	Fecha/Hora de medición	Velocidad global mm/s	Zona ISO 10816/20816	Estado
Motor 1	LF	04 Nov 2025 11:09:14	11.239	D	ALARMA
Motor 1	LL	04 Nov 2025 11:10:53	10.155	D	ALARMA
Motor 2	LF	04 Nov 2025 11:24:49	0.158	A	NORMAL
Motor 2	LL	04 Nov 2025 11:34:07	0.178	A	NORMAL

Fuente: Propia del autor

# RESULTADOS: Visualización del espectro en ObserVIEW



Fuente: Propia del autor

# RESULTADOS: Interfaz principal del sistema de monitoreo desarrollado en Python/Streamlit.



Fuente: Propia del autor

# RESULTADOS

Ítem	Cantidad	Precio unitario [USD]	Subtotal [USD]	Fuente (sitio web)
Módulo NI-9234 sonido y vibración	1	3,791.34	3,791.34	<a href="#">Newark – NI 9234 (779680-01) (Newark Electronics)</a>
Chasis cDAQ-9171 USB, 1 slot	1	558.96	558.96	<a href="#">Newark – cDAQ-9171 (781425-01) (Newark Electronics)</a>
Acelerómetro 787A-IS (100 mV/g, intrínsecamente seguro)	4	473.88	1,895.52	<a href="#">Catálogos online Amphenol Wilcoxon/Digi-Key (787A-IS) (DigiKey)</a>
Envolvente NEMA 4 acero 24"×24"×8"	1	151.99	151.99	<a href="#">Enclosure NEMA 24×24×8 – tienda online (Walmart/Industrial) (Walmart.com)</a>
Cable de instrumentación blindado (ej. Belden 8723, 100 ft)	100 ft = 30,48m	1.60	160.00	<a href="#">Belden 8723 – eBay (100 ft roll) (eBay)</a>
Switch Ethernet industrial 5 puertos no gestionado	1	120.00	120.00	<a href="#">FiberOpticLink – 5-Port Unmanaged Industrial Switch (Fiber Optic Link)</a>
PC de monitoreo HP i5, 16 GB RAM, SSD 512 GB	1	599.00	599.00	<a href="#">HP/desktop similar en Walmart (Walmart.com)</a>
Licencia avanzada ObserVIEW (single user standalone)	1	7,300.00	7,300.00	<a href="#">TestMart – ADVANCED LICENSE - SOFTWARE   ObserVIEW VR1653 (TestMart)</a>
TOTAL PROYECTO (hardware + software)			14,576.81\$= 101.801.261.92 Gs	

# RESULTADOS

The screenshot displays the ObserVIEW software interface. On the left is a sidebar with navigation options: Connect to Device, New Project, Open, and Settings. Below these is a 'Tools' section containing 'Batch File Processor'. The main area is titled 'Recent Files/Recordings:' and lists ten items, each with a file icon, name, path, and a close button (X). The items are:

- M1LLACEL: Escritorio\FACULTAD DE INGENIERIA\TIG\_JESSI\PKG\_Alarmas\_Vibracion\data\M1L... 4:06 p.m., 12/03/2025
- skf\_like\_fft: Downloads\skf\_like\_fft.csv 12:55 p.m., 12/03/2025
- skf\_like\_fft\_observable: Downloads\skf\_like\_fft\_observable.csv 6:00 p.m., 11/29/2025
- Accelerator Stomp: C:\ObserVIEW\Resources\VF\Files\Accelerator Stomp.vfwr
- Engine Ramp up with Tach: C:\ObserVIEW\Resources\VF\Files\Engine Ramp up with Tach.vfwr
- Firearm Burst: C:\ObserVIEW\Resources\VF\Files\Firearm Burst.vfwr
- Gingerman Raceway: C:\ObserVIEW\Resources\Example Projects\Gingerman Raceway\Gingerman Race...
- Modal Capture - Roving Hammer: C:\ObserVIEW\Resources\Example Projects\Modal Capture - Roving Hammer,Mod...
- Planer Blade Test: C:\ObserVIEW\Resources\VF\Files\Planer Blade Test.vfwr
- Sine Data Reduction Example: C:\ObserVIEW\Resources\Example Projects\Sine Data Reduction Example\Sine Dat...
- Vertical Beam Excitation: C:\ObserVIEW\Resources\VF\Files\Vertical Beam Excitation.vfwr

The right side of the interface features a red header with the 'Vibration Research' logo. Below this is a 'Feature Highlights' section with a toggle for 'Enable Online Content'. It contains a screenshot of a software window showing a green bar chart. Below the screenshot is a red-bordered icon of a bar chart and the text 'OCTAVE ANALYSIS'. A paragraph of text explains: 'ObserVIEW generates octave bands with an 8th order filter to meet IEC 61260-1 Class 1 filter specifications. It performs filter-based analysis and can apply A and C frequency weighting, linear and exponential averaging, and peak hold.' A 'LEARN MORE' button is located at the bottom of this section. To the right of the feature highlight is a 'Startup Help' panel with a 'Help me...' section containing four links: 'Connect to a device', 'Create a New Project', 'Open a Recording', and 'Check For Key Update', each with a question mark icon.



# CONCLUSIONES



Se ha logrado satisfactoriamente con los cuatro objetivos del trabajo:

Se identificaron y caracterizaron los modos de falla más relevantes presentes en los motores del sistema de ventilación, aplicando criterios de diagnóstico vibratorio que permitieron reconocer patrones asociados a desbalanceo, desalineación y fallas mecánicas incipientes.

Se procesaron y evaluaron las señales de vibración reales utilizando indicadores de velocidad global, análisis espectral y criterios de severidad definidos por las normas ISO 10816/20816 e ISO 13373.



Se desarrolló una interfaz gráfica de usuario capaz de visualizar espectros, tendencias históricas y estados de alarma.

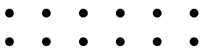
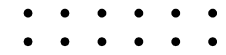
Se propuso una arquitectura técnica para la adquisición, almacenamiento y supervisión remota de mediciones vibracionales, estableciendo el flujo de información y las bases para un sistema orientado al mantenimiento predictivo de los equipos críticos de la planta.





# RECOMENDACIONES

- Validar el sistema en un conjunto reducido de motores críticos para ajustar umbrales y verificar el desempeño con datos reales.
  - Ajustar periódicamente los límites de advertencia y alarma según ISO 10816/20816 e ISO 13373 utilizando el historial de mediciones.
  - Mantener un historial organizado de espectros, tendencias y alertas para identificar patrones y priorizar intervenciones.
  - Integrar el sistema de monitoreo con el de mantenimiento, para generar automáticamente avisos u órdenes de trabajo ante eventos de alarma.
  - Capacitar al personal técnico en análisis vibratorio y uso de la interfaz para asegurar una correcta interpretación de los resultados.
- 
- 



**MUCHAS  
GRACIAS.**

