

Informe de Gestión

Periodo: 2021-1

Coordinador: Mateo Sánchez

1. Introducción

El presente documento tiene como objetivo exponer los principales resultados obtenidos en el semillero de Condition Monitoring, perteneciente al grupo GIICA de la Universidad EIA, durante el período 2021-1.

El semillero de Condition Monitoring es un semillero creado a principios del año 2021 para dar continuidad a una serie de Trabajos de Grado (TG) y de proyectos del área de I+D+i relacionados con el monitoreo de condición de equipos industriales, la implementación de tecnologías IoT, el desarrollo de modelos computacionales y la aplicación de algoritmos de mantenimiento predictivo. El principal objetivo del semillero es fomentar la investigación aplicada en estos temas a través de la exploración de nuevas tecnologías para adquirir, almacenar y procesar datos, el diseño de nuevos experimentos utilizando la infraestructura de monitoreo instalada en el campus y la identificación de oportunidades de mejora de dicha infraestructura.

2. Desarrollo del Semillero

El trabajo realizado con los estudiantes durante el semestre se dividió en dos etapas principales: una etapa de **reconocimiento** y una etapa de **formulación**. También cabe aclarar que, desde el inicio, se vincularon al semillero dos TG en progreso del programa de Ingeniería Mecatrónica. Esto se hizo para permitir a los estudiantes más jóvenes interactuar con temáticas avanzadas para su nivel y apoyar el desarrollo de las tareas que requerían utilizar equipos propios del semillero. Dichos trabajos tienen como eje central el análisis de vibraciones mecánicas y el análisis de señales acústicas de un compresor Kaeser Airtower 7.5C que alimenta la red neumática de la Universidad EIA.

Durante la primera parte del semestre se trabajó bajo una modalidad mixta y, posteriormente, debido a las restricciones locales por el Covid-19, se pasó a una modalidad virtual. Pese a las restricciones, los estudiantes con TG obtuvieron el permiso para realizar algunas prácticas presenciales en el campus universitario, siguiendo el proceso estipulado por la Dirección de su programa.

2.1 Etapa de Reconocimiento

Durante esta etapa se presentó el plan del semillero a los estudiantes y se discutieron algunas oportunidades de aplicación del monitoreo de condición para solucionar problemas en el contexto

regional e internacional. Asimismo, los estudiantes de TG presentaron a sus compañeros un resumen de sus proyectos, aclarando el problema identificado por ellos y exponiendo los conceptos más importantes de su marco de referencia, que les permitirían afrontar dicho problema y cumplir con los objetivos propuestos. Estas actividades fueron lideradas por el profesor Sebastián Jiménez del área de Automatización y Control, quien estuvo coordinando el semillero hasta la primera semana de marzo de 2021.

Más adelante, se presentaron a los estudiantes los equipos de monitoreo propios del semillero:

- **Vibroanalizador:** Es una herramienta de hardware y software desarrollada por la Universidad de Antioquia, que permite adquirir señales de vibración mecánica de un equipo y analizar su espectro de frecuencias. También permite exportar los datos para analizarlos con software como Matlab o Python.
- **HDTAC:** Es la Herramienta para el Diagnóstico Temprano y Automático de Compresores desarrollada en un proyecto de investigación (con el mismo nombre) del área de I+D+i de la Universidad EIA. Está compuesta por cuatro tarjetas electrónicas que adquieren un conjunto de 28 señales del compresor Kaeser Airtower 7.5C y permiten almacenar los datos para su posterior análisis.
- **MM2:** Es una herramienta de hardware desarrollada durante el proyecto HDTAC bajo la misma arquitectura del sistema de medición principal. Puede ser utilizada a través de comandos predeterminados enviados desde un monitor serial. Permite adquirir señales de vibración mecánica de forma simultánea a través de 2 canales y almacenar los datos para su posterior análisis. También se puede personalizar el firmware para conectarla con dispositivos externos o adquirir otro tipo de señales con tasas de muestreo bajas, como temperatura y presión.

Se llevaron a cabo sesiones de carácter demostrativo con el Vibroanalizador y el módulo MM2, donde se expusieron, paso a paso, los procedimientos para adquirir, almacenar y exportar los datos, y se identificaron los requisitos (software y drivers) para su uso. La herramienta HDTAC se presentó a detalle por medio de material multimedia y de la documentación disponible del sistema. Debido a las restricciones por el Covid-19, no fue posible hacer una visita a las instalaciones de la universidad para inspeccionar el sistema en funcionamiento.

2.2 Etapa de Formulación

Una vez identificadas las herramientas disponibles en el semillero, se pasó a una etapa para formular los proyectos de investigación de los estudiantes. Primero, se presentó un resumen de las temáticas de interés: análisis de vibraciones mecánicas, análisis de señales acústicas, exploración de tecnologías IoT, benchmarking de servicios en la nube, desarrollo de algoritmos de mantenimiento predictivo, cálculo de KPIs y mejoramiento de la infraestructura HDTAC. Finalmente, se conformaron los grupos de trabajo y se formalizaron 5 proyectos (de los cuales 2 corresponden a los TG previamente mencionados).

A continuación, se enuncian los temas seleccionados, los objetivos, la metodología y la justificación de los proyectos propuestos, así como la composición de los equipos de trabajo.

Tabla 1. Proyectos del semillero de Condition Monitoring, 2021-1.

Tema	Mejoramiento de infraestructura HDTAC
Integrantes	Juan Diego Ramírez y Juan Esteban Guarín Rico
Objetivo	Definir los requisitos de una herramienta de visualización de datos "in situ" compatible con el hardware del proyecto HDTAC.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> – Inspeccionar el sistema HDTAC – Identificar las necesidades para transmitir, almacenar y mostrar los datos al usuario – Proponer soluciones y seleccionar los componentes necesarios para el montaje
Justificación	Esta herramienta permitirá mostrar los datos y los indicadores de operación del compresor Kaeser Airtower 7.5C de forma clara y "amigable" al usuario, añadiendo así valor a las operaciones de inspección y mantenimiento de la máquina.
Tema	Análisis de señales acústicas (TG)
Integrantes	Jacobo Garcés Quiroz, Joan Sebastián Estrada Ramos y Juan Manuel Giraldo Correa
Objetivo	Encontrar correlaciones entre una señal acústica y señales de vibración mecánica, presión, temperatura, flujo másico, voltaje y corriente. Calcular indicadores de desempeño del compresor Kaeser Airtower 7.5C a partir de la señal acústica.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> – Adquirir datasets de diferentes señales – Filtrar y preprocesar los datos – Hallar correlaciones entre los datasets – Calcular indicadores y analizar los resultados
Justificación	Este trabajo busca generar indicadores de operación del compresor Kaeser Airtower 7.5C a partir de métodos de medición no invasivos, que son deseables pues reducen el tiempo, el costo y la complejidad del proceso de instrumentación de la máquina.
Tema	Benchmarking de servicios en la nube
Integrantes	Felipe Bohórquez Giraldo y Carlos Daniel Gómez Díaz
Objetivo	Investigar acerca del funcionamiento de los servidores y la oferta de servicios en la nube para almacenar datos de dispositivos IoT. Adquirir datos (pluviómetro), enviarlos y almacenarlos en un servidor.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> – Investigar – Probar (diseño, pruebas, montaje)
Justificación	Este trabajo de investigación permitirá identificar y compartir con el semillero tecnologías clave para la gestión de grandes cantidades de datos generados por dispositivos IoT, en el marco de proyectos como el monitoreo de patrones de lluvia en diferentes regiones del país.
Tema	Mejoramiento de infraestructura HDTAC
Integrantes	Vanessa López Noreña
Objetivo	Definir los requisitos para automatizar el cálculo de los indicadores de desempeño del compresor Kaeser Airtower 7.5C.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar los datos disponibles – Proponer una solución para el cálculo automático de indicadores – Identificar las necesidades para desplegar la solución "in situ"

Justificación	El cálculo automático de los indicadores del compresor Kaeser Airtower 7.5C permitirá su visualización en tiempo real y reducirá el tiempo requerido para analizar los datos recolectados. A partir de esto, se podrá actuar con anticipación ante posibles fallos y tomar mejores decisiones en cuanto al mantenimiento de la máquina.
Tema	Análisis de vibraciones mecánicas (TG)
Integrantes	Hugo Andrés Salazar Giraldo y Juan José Álvarez Eguis
Objetivo	Implementar un sistema de adquisición de señales integrado con módulos del sistema HDTAC para medir vibraciones mecánicas en el compresor Kaeser Airtower 7.5C.
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer un montaje para la medición sincrónica de las señales de vibración - Implementar una "rutina" para la adquisición y almacenamiento de las señales
Justificación	Este trabajo busca detectar fallos de forma temprana en el compresor Kaeser Airtower 7.5C, a partir del análisis de vibraciones mecánicas, las cuales son de "fácil" medición (pues hay una amplia oferta de soluciones comerciales) y proporcionan información sobre el funcionamiento de múltiples subsistemas de la máquina a la vez. Además, su análisis proporciona resultados ágiles y se puede extrapolar a diferentes tipos de maquinaria.

Durante las últimas semanas del semillero, se brindó acompañamiento a los estudiantes en el desarrollo de las actividades iniciales de sus proyectos. Adicionalmente, se presentaron temas complementarios durante las sesiones semanales: un tutorial para hacer una aplicación simple con una plataforma en la nube (Ubidots) y un análisis general del papel de los KPIs en las compañías de hoy.

3. Análisis de los Resultados

En general, se alcanzaron todos los objetivos propuestos para el período 2021-1. Se identificaron las diferentes plataformas disponibles en el semillero para el desarrollo de aplicaciones de monitoreo, se llevaron a cabo algunas actividades prácticas de los TG con estas plataformas y se encontraron posibilidades clave de mejora del sistema HDTAC.

Los mayores avances se presentaron en el cronograma de actividades de los TG, pues se les brindó un acompañamiento continuo a estos estudiantes desde el inicio respecto al uso de los dispositivos de adquisición, las modificaciones requeridas en el firmware, el diseño de los experimentos, la familiarización con el compresor de aire y la interpretación de los datos adquiridos.

A continuación, se muestran dos imágenes donde se puede observar el montaje utilizado por los estudiantes de TG para completar tareas de adquisición de datos como insumo para sus proyectos.

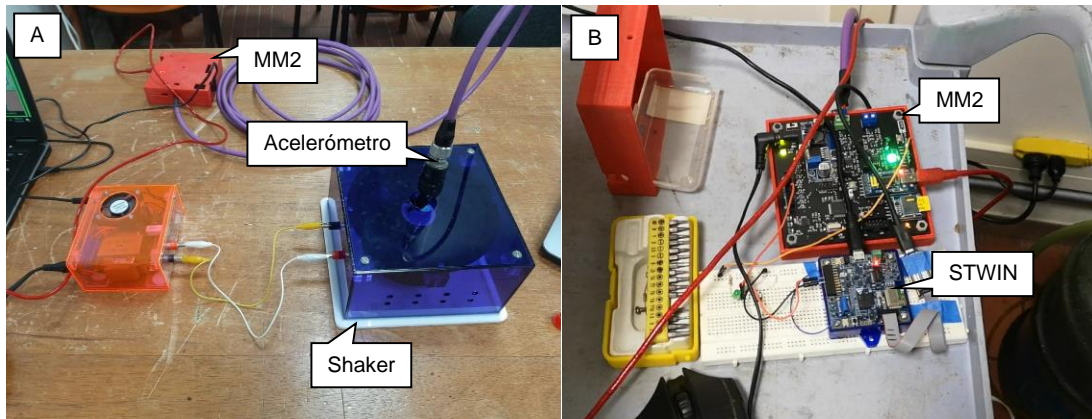


Figura 1. (a) Montaje para la adquisición de vibraciones mecánicas con un banco de pruebas y (b) montaje para la adquisición de señales acústicas del compresor Kaeser Airtower 7.5C.

Los demás proyectos del semillero presentaron avances reducidos debido al escaso tiempo restante posterior a su formulación. En general, se sostuvieron sesiones individuales con los equipos de trabajo y los estudiantes comprendieron cuáles eran las actividades a realizar durante la etapa inicial de cada proyecto. Cabe destacar que el proyecto de mejora del sistema HDTAC para instalar una herramienta de visualización de datos “in situ” presentó avances significativos, pues los estudiantes lograron identificar las necesidades del problema, seleccionaron los componentes principales requeridos para la solución y exploraron algunas posibilidades para la recepción y el almacenamiento de los datos utilizando Python. Los componentes seleccionados por los estudiantes fueron adquiridos utilizando el presupuesto del semillero y se pueden ver en la siguiente imagen.



Figura 2. Componentes adquiridos para la herramienta de visualización de datos “in situ”: (a) starter kit Raspberry Pi 4 RAM 4-GB y (b) touchscreen monitor 7-in para Raspberry Pi.