

	UNIVERSIDAD DE CALDAS	
	FORMATO PARA CREACIÓN – MODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ACADÉMICAS	
	CÓDIGO: R-1202-P-DC-503	VERSIÓN: 3

PLAN INSTITUCIONAL DE ACTIVIDAD ACADÉMICA

I. IDENTIFICACIÓN

Facultad que ofrece la Actividad Académica:	CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES		
Departamento que ofrece la Actividad Académica:	FÍSICA		
Nombre de la Actividad Académica:	MATERIA ELECTIVA: MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y GESTIÓN DE ACTIVOS INDUSTRIALES		
Código de la Actividad Académica:			
Versión del Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA):	1		
Acta y fecha del Consejo de Facultad para: aprobación____ modificación____	Acta No. ____ Fecha: _____		
Programas a los que se le ofrece la Actividad Académica (incluye el componente de formación al cual pertenece):	ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL		
Actividad Académica abierta a la comunidad:	Si __ No _X__		
Tipo de actividad: Teórica ____ Teórico - Práctica __X__ Práctica _____			
Horas teóricas:	32	Horas prácticas:	16
Horas presenciales:	48	Horas no presenciales:	64
Horas presenciales del docente:	48	Relación Presencial/No presencial:	1:1
Horas inasistencia con las que se reprueba:	5	Cupo máximo de estudiantes:	25
Habilitable (Si o No):	SI	Nota aprobatoria:	3

Créditos que otorga:	3	Duración en semanas:	16
Requisitos (escribir los códigos y el nombre de las actividades académicas que son requisitos, diferenciados por programas para el caso de una actividad académica polivalente):			

- I. **JUSTIFICACIÓN:** describe las razones por las cuales es importante la actividad académica desde la perspectiva del conocimiento, el objeto de formación del programa, el perfil profesional del egresado(s), y su lugar en el currículo.

En la automatización industrial avanzada, la optimización de la disponibilidad, fiabilidad y el ciclo de vida de los activos es fundamental para garantizar la resiliencia y la sostenibilidad de las operaciones. El Mantenimiento Predictivo (PdM), habilitado por tecnologías como el IoT y el Machine Learning, permite anticipar fallos en equipos y sistemas automatizados, programando intervenciones solo cuando son necesarias. Esta asignatura electiva es crucial porque profundiza en las estrategias y técnicas para implementar PdM y sistemas de Gestión de Activos Físicos. Para el Especialista en Tecnologías Avanzadas para la Automatización Industrial, estas competencias son vitales para reducir costos operativos, maximizar la eficiencia de los activos y contribuir a la toma de decisiones estratégicas basadas en datos sobre el rendimiento y la salud de la infraestructura productiva.

- I. **OBJETIVOS:** describe en forma clara lo que se pretende con el desarrollo de la actividad académica.

Desarrollar en los estudiantes las competencias para analizar, diseñar e implementar estrategias de mantenimiento predictivo y gestión de activos industriales, utilizando datos de sensores, técnicas de análisis avanzado y herramientas de software, para optimizar la fiabilidad y el ciclo de vida de los equipos en entornos de automatización.

2. Específicos:
 1. Comprender los principios del mantenimiento predictivo y su aplicación en la optimización de la operación industrial.
 2. Identificar las herramientas y tecnologías clave para la gestión de activos industriales en el contexto de la Industria.
 3. Aplicar técnicas de machine learning y analítica de datos para el mantenimiento predictivo y la detección temprana de fallos.
 4. Evaluar las estrategias de gestión de activos que mejoren la productividad y reduzcan los costos operativos.
 5. Desarrollar proyectos que integren el mantenimiento predictivo y la gestión eficiente de activos en entornos industriales automatizados.

NOTA: en el caso que el Programa Institucional de la Actividad Académica (PIAA) se desarrolle por competencias, es necesario completar los siguientes aspectos, en lugar de objetivos:

-
- I. **COMPETENCIAS:** describe actuaciones integrales desde saber ser, el saber hacer y el saber conocer, para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética.

1. Genéricas

- Análisis de Datos para la Toma de Decisiones: Capacidad para interpretar datos de condición de maquinaria y tomar decisiones informadas sobre estrategias de mantenimiento.
- Pensamiento Sistémico en la Gestión de Activos: Comprensión de cómo las decisiones de mantenimiento impactan el rendimiento global de los activos y la organización.
- Optimización de Procesos y Recursos: Habilidad para proponer mejoras en las estrategias de mantenimiento que reduzcan costos y aumenten la disponibilidad.
- Planificación y Gestión Estratégica: Capacidad para desarrollar e implementar planes de mantenimiento predictivo alineados con los objetivos del negocio.

2. Específicas

- Diagnóstico y Predicción de Fallos: Habilidad para utilizar datos y técnicas de análisis para diagnosticar el estado de los activos y predecir fallos potenciales.
- Selección e Implementación de Tecnologías de Monitorización: Competencia para elegir e integrar las tecnologías de sensado y monitorización adecuadas para un programa de PdM.
- Aplicación de Modelos Predictivos: Capacidad para aplicar o interpretar modelos de machine learning básicos para el mantenimiento predictivo.
- Gestión del Ciclo de Vida de Activos: Comprensión de los principios de la norma ISO 55000 y su aplicación para optimizar el valor de los activos industriales a lo largo de su vida útil.

COMPETENCIAS GENÉRICAS: describen el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que le permiten al egresado del programa interactuar en diversos contextos de la vida profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS: describen los comportamientos observables que se relacionan directamente con la utilización de conceptos, teorías o habilidades, logrados con el desarrollo del contenido de la Actividad Académica.

- I. **RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RA):** cada asignatura debe contener resultados de aprendizaje particulares, siempre articulados con los generales de cada programa. Los RA de una asignatura pueden tributar a varios RA generales, y no necesariamente hay una relación uno a uno.

- **RA.ELEC.5.** Comprender y diferenciar las diversas estrategias de mantenimiento industrial (correctivo, preventivo, basado en condición, predictivo, prescriptivo) y los principios de la gestión integral de activos físicos (ISO 55000).
- **RA.ELEC.6.** Identificar y seleccionar las tecnologías de monitorización de condición (vibraciones, termografía, análisis de aceites, ultrasonido, etc.) y las fuentes de datos (sensores IIoT, SCADA, CMMS) adecuadas para la implementación de programas de mantenimiento predictivo.
- **RA.ELEC.7.** Aplicar técnicas básicas de análisis de datos y modelado predictivo (ej. análisis de tendencias, reconocimiento de patrones, modelos de regresión simples) para la detección temprana de anomalías y la predicción de fallos en equipos industriales, utilizando software especializado.
- **RA.ELEC.8.** Formular un plan básico para la implementación de un programa de mantenimiento predictivo en un contexto industrial, considerando los aspectos técnicos, organizacionales y económicos, y su integración con sistemas de gestión de activos.

/.

CONTENIDO: describe los temas y subtemas que se desarrollarán en la actividad académica. Estos deben estar en perfecta coherencia con los objetivos, método y evaluación de la asignatura y con los perfiles de formación de los programas a los que se ofrece la actividad académica.

Módulo 1: Fundamentos del Mantenimiento Industrial y la Gestión de Activos

- Evolución de las estrategias de mantenimiento: Correctivo, Preventivo, Basado en Condición (CBM), Predictivo (PdM), Prescriptivo (RxM).
- Objetivos y beneficios del Mantenimiento Predictivo.
- Introducción a la Gestión de Activos Físicos: Norma ISO 55000 (Principios, Requisitos, Guías).
- Ciclo de vida de los activos industriales.
- Indicadores clave de rendimiento (KPIs) en mantenimiento y gestión de activos (MTBF, MTTR, OEE, costos de mantenimiento).
- Sistemas de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS/GMAO) y Enterprise Asset Management (EAM).

Módulo 2: Tecnologías de Monitorización de Condición (CBM) para PdM

- **Análisis de Vibraciones:**
 - Fundamentos, sensores (acelerómetros), parámetros de medición.
 - Técnicas de análisis en el dominio del tiempo y la frecuencia (FFT).
 - Diagnóstico de fallos comunes (desbalanceo, desalineación, holguras, rodamientos, engranajes).
- **Termografía Infrarroja:**
 - Principios, cámaras termográficas, emisividad.
 - Aplicaciones en inspección eléctrica, mecánica y de procesos.
- **Análisis de Aceites y Lubricantes:**
 - Técnicas (viscosidad, contenido de agua, conteo de partículas, espectrometría).
 - Diagnóstico del estado del lubricante y del desgaste de la maquinaria.

- **Ultrasonido (Aéreo y de Contacto):**
 - Detección de fugas, inspección de rodamientos, inspección eléctrica (arco, corona).
- **Otras Técnicas de CBM:** Ensayos no destructivos (END) relevantes, análisis de corriente de motor (MCSA).
- Integración de datos de CBM con plataformas IIoT.

Módulo 3: Análisis de Datos y Modelado para Mantenimiento Predictivo

- Adquisición y preprocesamiento de datos de sensores y sistemas de control.
- Técnicas de análisis de datos para PdM:
 - Análisis de tendencias y límites de alarma.
 - Análisis estadístico de fallos (distribuciones de Weibull).
 - Reconocimiento de patrones.
- Introducción al Machine Learning aplicado a PdM:
 - Modelos supervisados (regresión, clasificación) para predicción de RUL (Remaining Useful Life) o detección de anomalías.
 - Modelos no supervisados (clustering) para identificación de estados de operación.
- Herramientas de software para análisis de datos y ML (Python con librerías como Pandas, NumPy, Scikit-learn, o software comercial de APM).
- Visualización de datos para el diagnóstico y la toma de decisiones en mantenimiento.

Módulo 4: Implementación de Programas de PdM y Gestión Estratégica de Activos

- Fases para la implementación de un programa de Mantenimiento Predictivo.
- Selección de activos críticos para PdM.
- Integración de PdM con CMMS/EAM y sistemas de planificación de la producción.
- Cálculo del Retorno de la Inversión (ROI) de un programa de PdM.
- Desarrollo de una cultura de fiabilidad y mantenimiento proactivo.
- Asset Performance Management (APM) y su relación con Industria 5.0.
- El rol de los Gemelos Digitales en el PdM y la gestión de activos.
- Estudio de casos de implementación exitosa de PdM y gestión de activos en diferentes industrias.
- Tendencias futuras: Mantenimiento Prescriptivo, IA avanzada en PdM, integración con la sostenibilidad del activo.

- /. **METODOLOGÍA:** describe las estrategias educativas, métodos, técnicas, herramientas y medios utilizados para el desarrollo del contenido, en coherencia con los objetivos o competencias.

- Clases Teórico-Conceptuales con Discusión (Virtual Sincrónico Viernes / Presencial Sábado): Exposición de los principios de las estrategias de mantenimiento, gestión de activos, tecnologías de monitorización y técnicas de análisis. Se fomentará la discusión con ejemplos de la industria y análisis de la aplicabilidad de cada técnica.

- Talleres Prácticos de Análisis de Datos (Presencial Sábado / Entornos Virtualizados):
- Uso de software (Python, R, Excel avanzado, o herramientas especializadas) para analizar conjuntos de datos de vibraciones, temperaturas, etc. (reales anonimizados o simulados).
- Ejercicios de aplicación de técnicas estadísticas básicas y visualización para identificar tendencias y anomalías.
- Introducción al desarrollo de modelos predictivos simples.
- Análisis de Casos de Estudio de Implementación de PdM (Virtual Sincrónico / Presencial): Estudio de casos reales donde se muestre el proceso de implementación de un programa de PdM, los desafíos y los resultados obtenidos.
- Demostraciones de Tecnologías de Monitorización (Presencial Sábado, si hay disponibilidad de equipos básicos, o mediante videos y simuladores): Demostración del uso de cámaras termográficas básicas, equipos de ultrasonido simples, o análisis de datos de vibración.
- Aprendizaje Basado en Problemas/Proyectos (Grupales, desarrollo progresivo): Los estudiantes, en equipos, seleccionarán un tipo de activo industrial y desarrollarán una propuesta para un programa de mantenimiento predictivo, incluyendo la selección de tecnologías de monitorización, la estrategia de análisis de datos y la justificación económica.
- Revisión de Estándares y Guías Técnicas: Lectura y discusión de extractos de la norma ISO 55000 y guías técnicas sobre tecnologías de CBM.

- I. **CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN:** describe las diferentes estrategias evaluativas, con valoraciones cuantitativas y reportes cualitativos, si son del caso, que se utilizarán para determinar si el estudiante ha cumplido con lo propuesto como objetivos o como competencias de la Actividad Académica. Ver reglamento estudiantil y política curricular.

- **Participación y Aportes en Discusiones Técnicas (Virtual y Presencial): 15%**
 - Evaluación de la comprensión de conceptos y la capacidad de análisis crítico en debates sobre estrategias de mantenimiento y gestión de activos.
- **Informes de Talleres de Análisis de Datos y Tecnologías CBM (Individual/Grupal): 30%**
 - Calificación de los ejercicios de análisis de datos, interpretación de resultados y la selección justificada de tecnologías de monitorización para escenarios dados.

- **Análisis de Casos de Estudio o Revisión de Literatura (Individual/Grupal): 25%**
 - Evaluación de la capacidad para analizar implementaciones de PdM, identificar factores clave de éxito o fracaso, o realizar una revisión crítica de una tecnología de CBM específica.
- **Propuesta de Plan de Mantenimiento Predictivo (Proyecto Final Grupal): 30%**
 - Desarrollo y presentación de una propuesta estructurada para implementar un programa de PdM para un conjunto de activos industriales. Se evaluará la selección de tecnologías, la metodología de análisis de datos, la justificación de costos/beneficios y la alineación con los principios de gestión de activos.

I. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:** describe los textos guía, manuales, fuentes primarias, páginas de Internet, entre otras, que serán utilizadas para el desarrollo de la Actividad Académica.

- Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance*. Butterworth-Heinemann. (2nd Edition o más reciente).
- Bloch, H. P., & Geitner, F. K. (2006). *Machinery Failure Analysis and Troubleshooting: Practical machinery management for process plants*. Gulf Professional Publishing.
- ISO 55000:2014 Series. *Asset management — Overview, principles and terminology / Management systems — Requirements / Management systems — Guidelines for the application of ISO 55001*. ISO.
- Davies, A. (1998). *Handbook of Condition Monitoring: Techniques and Methodology*. Springer.
- Scheffer, C., & Girdhar, P. (2004). *Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance*. Newnes.
- Kaplan, G. S. (2003). *Total Productive Maintenance (TPM): A Foundation of Continuous Improvement*. Engineering Process Improvement.
- Gulati, R. (2012). *Maintenance and Reliability Best Practices*. Industrial Press Inc.
- Manuales y documentación de software de análisis de datos (Python libraries: Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, Seaborn; R) y plataformas APM/CMMS.
- Artículos de SMRP (Society for Maintenance & Reliability Professionals).
- Publicaciones y recursos de portales como *Reliabilityweb.com*, *PlantServices.com*, *Uptime Magazine*.