

	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:	ROBÓTICA COLABORATIVA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL
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:	32
Horas presenciales:	64	Horas no presenciales:	128
Horas presenciales del docente:	64	Relación Presencial/No presencial:	1:1
Horas inasistencia con las que se reprueba:	5	Cupo máximo de estudiantes:	25
Habitable (Si o No):	SI	Nota aprobatoria:	3
Créditos que otorga:	4	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.

La Robótica Colaborativa (cobots) y la automatización industrial avanzada son tecnologías disruptivas que están redefiniendo las capacidades de los sistemas de producción modernos. Esta asignatura es fundamental dentro de la Especialización en Tecnologías Avanzadas para la Automatización Industrial porque capacita al especialista para diseñar e implementar soluciones que van más allá de la automatización tradicional, enfocándose en la integración segura y eficiente de robots que pueden trabajar junto a los humanos. El dominio de la selección, programación, implementación y gestión de cobots, así como su integración con sistemas de visión y sensores, es esencial para crear celdas de trabajo flexibles, adaptables y ergonómicas. Estas competencias permiten optimizar la productividad, mejorar la calidad de los productos, y crear entornos laborales más seguros y enriquecedores, respondiendo directamente a la necesidad de implementar tecnologías de automatización avanzadas, flexibles y centradas en el ser humano.

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

Desarrollar en los estudiantes las competencias necesarias para el análisis, diseño, implementación, programación y gestión de sistemas de robótica colaborativa y automatización industrial avanzada, con un enfoque en la optimización de procesos productivos, la seguridad en la interacción humano-robot y la aplicación de estas tecnologías en la industria moderna.

Específicos:

1. Comprender los principios, arquitecturas y aplicaciones de la robótica colaborativa y los sistemas de automatización industrial.
2. Seleccionar y justificar el uso de robots colaborativos (cobots) y otras tecnologías de automatización según los requerimientos de un proceso industrial específico.
3. Programar y configurar robots colaborativos para la ejecución de tareas de ensamblaje, manipulación, inspección y otras aplicaciones industriales.
4. Diseñar celdas de trabajo colaborativas seguras y eficientes, considerando normativas de seguridad, ergonomía e interacción humano-robot.
5. Integrar sistemas de visión artificial, sensores y actuadores con robots colaborativos para mejorar la percepción y adaptabilidad de los sistemas automatizados.
6. Evaluar el impacto técnico, económico y humano de la implementación de soluciones de robótica colaborativa y automatización en entornos industriales.

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

- Resolución de Problemas Técnicos Complejos: Habilidad para diagnosticar y solucionar desafíos en la implementación y operación de sistemas robóticos.
- Pensamiento Sistémico y de Integración: Capacidad para comprender y gestionar la interacción entre robots, humanos, sensores, software y otros componentes de un sistema automatizado.
- Trabajo en Equipo Multidisciplinario: Colaborar eficazmente en proyectos de diseño e implementación de automatización robótica.
- Innovación y Adaptabilidad: Proponer soluciones creativas y adaptarse a las nuevas tecnologías y aplicaciones en robótica industrial.

2. Específicas

- Diseño de Soluciones con Robótica Colaborativa: Habilidad para diseñar soluciones de automatización que integren robots colaborativos, optimizando la eficiencia y la seguridad en la interacción humano-robot.
- Programación y Configuración de Cobots: Competencia para programar, configurar y poner en marcha robots colaborativos, utilizando diferentes interfaces y lenguajes de programación.
- Integración de Sistemas Periféricos: Capacidad para integrar sensores (visión, fuerza/torque, proximidad), actuadores y sistemas de control con robots colaborativos para aplicaciones industriales avanzadas.
- Análisis de Seguridad y Riesgos en Celdas Robóticas: Habilidad para identificar riesgos y aplicar normativas de seguridad en el diseño e implementación de celdas de trabajo con robots colaborativos.

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.ROB.1. Seleccionar y justificar el tipo de robot colaborativo (cobot) y las tecnologías de automatización asociadas más adecuadas para una aplicación industrial específica, considerando criterios técnicos, económicos y de seguridad.
- RA.ROB.2. Programar robots colaborativos utilizando diversas interfaces (enseñanza guiada, scripting) para la ejecución de tareas industriales comunes como manipulación, ensamblaje e inspección.
- RA.ROB.3. Diseñar celdas de trabajo colaborativas seguras y eficientes, aplicando normativas de seguridad industrial (ej. ISO/TS 15066) y metodologías de análisis de riesgos para la interacción humano-cobot.
- RA.ROB.4. Integrar sistemas de visión artificial y otros sensores a un sistema de robótica colaborativa para mejorar su percepción, adaptabilidad y capacidad de ejecución de tareas complejas.

- /. **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: Introducción a la Robótica Colaborativa y Automatización Avanzada

- Evolución de la robótica industrial: de robots tradicionales a cobots.
- Definición, características y arquitecturas de los robots colaborativos (Cobots).
- Tipos de colaboración humano-robot (coexistencia, secuencial, cooperativa).
- Componentes clave de un sistema cobot: manipulador, controlador, interfaz de enseñanza, efectores finales (grippers).
- Sensores en robótica: visión artificial, sensores de fuerza/torque, sensores de proximidad.
- Aplicaciones de la robótica colaborativa en la automatización industrial.

Módulo 2: Programación, Configuración e Integración de Robots Colaborativos

- Métodos de programación de cobots:
 - Programación por guiado manual (Hand-Guiding).
 - Interfaces gráficas de programación (bloques, flowcharts).
 - Lenguajes de scripting (ej. URScript) y programación basada en texto (Python para robótica).
- Sistemas de coordenadas y cinemática básica.
- Programación de trayectorias, movimientos y lógica de control.
- Integración de sistemas de visión 2D/3D para guiado e inspección.
- Comunicación con sistemas externos (PLC, IIoT).
- Simulación offline y online de programas robóticos.

Módulo 3: Seguridad, Diseño de Celdas y Aplicaciones Colaborativas

- Normativas y estándares de seguridad para robótica colaborativa: ISO 10218, ISO/TS 15066.
- Métodos de seguridad intrínsecos en cobots: limitación de fuerza y potencia, monitorización de velocidad.

- Análisis de riesgos (Risk Assessment) para aplicaciones colaborativas.
- Diseño de celdas de trabajo humano-cobot: Layout, ergonomía y dispositivos de seguridad complementarios.
- Aplicaciones típicas: Ensamblaje, pick and place, carga/descarga de máquinas, inspección de calidad.

Módulo 4: Gestión de Proyectos de Automatización Robótica y Tendencias

- Criterios para la selección y justificación de un cobot para una aplicación industrial.
- Análisis de viabilidad técnica y retorno de la inversión (ROI) de proyectos con cobots.
- Fases de un proyecto de implementación de automatización robótica.
- Puesta en marcha, pruebas y validación de celdas colaborativas.
- Integración de cobots con sistemas de aprendizaje autónomo para tareas adaptativas.
- Movilidad en cobots (AMRs con brazos colaborativos).
- El futuro de la robótica y la automatización flexible.

- /.
- 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-Prácticas (Virtual Sincrónico Viernes / Presencial Sábado):** Combinación de exposiciones conceptuales con demostraciones prácticas (en vivo con hardware si está disponible, o mediante software de simulación). Se analizarán fichas técnicas de cobots y videos de aplicaciones.
- **Talleres Intensivos de Laboratorio y Simulación (Presencial Sábado):**
 - Programación de secuencias de movimiento en cobots (reales o simulados).
 - Configuración de parámetros de seguridad.
 - Integración básica de sensores y sistemas de visión (simulada o real).
 - Diseño y simulación de celdas de trabajo colaborativas utilizando software especializado (ej. RoboDK, Process Simulate).
- **Aprendizaje Basado en Proyectos (Grupales):** Los estudiantes diseñarán, programarán (en simulación o hardware) y documentarán una aplicación de robótica colaborativa para resolver un problema industrial, incluyendo el análisis de seguridad y la justificación de la solución.
- **Análisis de Casos de Implementación:** Estudio crítico de proyectos de automatización con cobots en diferentes industrias, evaluando factores de éxito y desafíos.
- **Uso de Software de Simulación Robótica:** Herramienta fundamental para permitir la experimentación con diferentes modelos de cobots, programar tareas y validar conceptos.

-
- 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 Resolución de Ejercicios en Clase (Virtual y Presencial): 15%**
 - Evaluación de la participación en discusiones técnicas, solución de problemas cortos y análisis de casos.
- **Entregables de Talleres de Programación y Simulación (Individual/Grupal): 35%**
 - Calificación de los programas de robot, configuraciones de seguridad, diseños de celdas simuladas y la correcta aplicación de los conceptos en los ejercicios prácticos.
- **Análisis de Casos o Propuestas de Diseño (Individual/Grupal): 20%**
 - Evaluación de informes o presentaciones donde se analice una implementación existente o se proponga una solución de robótica colaborativa para un escenario industrial.
- **Proyecto Final Grupal (Diseño e Implementación Simulada/Real de Aplicación Cobot): 30%**
 - Desarrollo, documentación y presentación de un proyecto completo de una aplicación con robot colaborativo. Se evaluará la selección del cobot, el diseño de la celda, la programación, el análisis de seguridad y la viabilidad.

- 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.

- Siciliano, B., & Khatib, O. (Eds.). (2016). Springer Handbook of Robotics. Springer.
- Nof, S. Y. (Ed.). (2009). Springer Handbook of Automation. Springer.
- Groover, M. P. (2020). Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. Pearson.

- Gasparetto, A., & Scalera, L. (2019). Robotics in Industry: An Introduction. Springer.
- ISO/TS 15066:2016. Robots and robotic devices — Collaborative robots. International Organization for Standardization.
- Universal Robots. UR Academy (Recursos de aprendizaje en línea y manuales de programación).
- (Otros fabricantes de Cobots como KUKA, FANUC, ABB también ofrecen manuales y recursos técnicos).
- Revistas especializadas: IEEE Transactions on Robotics, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- Portales web: Robotics Business Review, The Robot Report, IFR (International Federation of Robotics).
- Recursos web: IFR (International Federation of Robotics), RIA (Robotics Industries Association), A3 Automate.