

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

## 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:	IOT 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 INDUSTRIA 5.0 Y 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:	96
Horas presenciales del docente:	48	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:	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.

El Internet de las Cosas Industrial (IIoT) es una tecnología habilitadora fundamental para la Industria 5.0, permitiendo la interconexión masiva de sensores, actuadores, máquinas y sistemas dentro del entorno productivo. Esta asignatura es crucial porque proporciona a los especialistas el conocimiento para diseñar, implementar y gestionar soluciones IIoT que capturen datos en tiempo real, optimicen procesos, mejoren la toma de decisiones y habiliten nuevos modelos de negocio. La capacidad de integrar dispositivos IIoT con plataformas en la nube y Edge Computing, asegurar la comunicación y analizar los datos generados es vital para la creación de fábricas inteligentes, el mantenimiento predictivo, la gestión eficiente de la energía y la personalización masiva. Para el Especialista en Industria 5.0 y Automatización Industrial, dominar el IIoT es indispensable para materializar la visión de sistemas productivos conectados, adaptables, eficientes y centrados 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 para diseñar, implementar y gestionar arquitecturas y aplicaciones de Internet de las Cosas Industrial (IIoT), seleccionando los componentes adecuados (sensores, dispositivos, protocolos de comunicación, plataformas) y considerando los aspectos de seguridad, interoperabilidad y análisis de datos para la optimización de procesos industriales en el contexto de la Industria 5.0.

2. Específicos:
1. Comprender los conceptos fundamentales del IoT y su aplicación en entornos industriales.
  2. Identificar y utilizar las arquitecturas, protocolos de comunicación y componentes de las redes IoT industriales.
  3. Aplicar soluciones IoT para el monitoreo y control de procesos industriales en tiempo real.
  4. Desarrollar competencias para implementar mantenimiento predictivo y optimización de procesos mediante redes IoT conectadas.
  5. Evaluar la seguridad, escalabilidad y sostenibilidad de las soluciones IoT 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

- Pensamiento Sistémico y de Integración: Capacidad para comprender la interacción entre dispositivos, redes, plataformas y aplicaciones en un ecosistema IIoT.
- Resolución de Problemas en Entornos Conectados: Habilidad para diagnosticar y solucionar problemas de conectividad, configuración y flujo de datos en sistemas IIoT.
- Adaptabilidad a Nuevas Tecnologías de Conectividad: Disposición para aprender y aplicar nuevos protocolos, estándares y plataformas IIoT.
- Gestión de Proyectos Tecnológicos: Habilidad para planificar la implementación de soluciones IIoT considerando recursos, tiempos y riesgos.

2. Específicas

C2 (Corresponde al RA2 del programa): Integrar y aplicar tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) industrial, machine learning y técnicas de fabricación inteligente para optimizar la conectividad, personalización y flexibilidad de los procesos productivos, mejorando la eficiencia y calidad en entornos industriales.

(Sub-competencias específicas de la asignatura):

- Diseñar y dimensionar soluciones de IIoT para la monitorización y control de procesos industriales.
- Seleccionar e integrar sensores, actuadores y dispositivos de comunicación para aplicaciones IIoT.
- Configurar protocolos de comunicación industrial y de IoT (MQTT, CoAP, OPC UA, LoRaWAN, etc.).
- Desarrollar prototipos de aplicaciones IIoT utilizando plataformas de desarrollo y servicios en la nube.
- Analizar los requisitos de seguridad y privacidad en sistemas IIoT.

**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.

**Resultados de Aprendizaje (RA) (Alineados con RA2 del programa y**

**adaptados):**

- **RA2.9.** Analizar y seleccionar los componentes de hardware (sensores, actuadores, gateways, dispositivos embebidos) y los protocolos de comunicación industrial y de IoT más adecuados para una aplicación IIoT específica.
- **RA2.10.** Diseñar arquitecturas de soluciones IIoT, considerando la recolección de datos desde el borde (Edge Computing) hasta la nube (Cloud Computing), y la integración con sistemas industriales existentes (PLC, SCADA).
- **RA2.11.** Implementar (a nivel de prototipo o simulación) aplicaciones IIoT básicas, configurando dispositivos, estableciendo comunicación y visualizando datos para la monitorización de variables de proceso.
- **RA2.12.** Evaluar los desafíos de seguridad, interoperabilidad y gestión de grandes volúmenes de datos en despliegues de IIoT, proponiendo estrategias para abordarlos.

- /. **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 Internet de las Cosas Industrial (IIoT)**

- Definición de IoT e IIoT: diferencias, aplicaciones y propuesta de valor en la industria.
- Arquitectura de referencia de IIoT: capas (dispositivos, conectividad, plataforma/Edge, aplicación/Cloud, empresarial).
- Componentes clave de un sistema IIoT:
  - Sensores y Actuadores inteligentes.
  - Dispositivos embebidos y microcontroladores (ej. ESP32, Raspberry Pi, Arduino industrial).
  - Gateways IIoT y su función.
- Casos de uso de IIoT en la Industria 5.0: mantenimiento predictivo, optimización de la cadena de suministro, monitorización remota, eficiencia energética, gemelos digitales.

#### **Módulo 2: Tecnologías de Conectividad y Protocolos para IIoT**

- **Redes de Corto Alcance:**
  - Wi-Fi, Bluetooth/BLE, Zigbee, Z-Wave.
  - NFC y RFID para identificación y seguimiento.
- **Redes de Área Amplia de Baja Potencia (LPWAN):**
  - LoRaWAN, Sigfox, NB-IoT.
  - Características, ventajas y casos de uso.
- **Redes Celulares Industriales:** 4G LTE, 5G y su impacto en IIoT (URLLC, mMTC).
- **Protocolos de Comunicación a Nivel de Aplicación para IoT:**
  - MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).
  - CoAP (Constrained Application Protocol).
  - AMQP (Advanced Message Queuing Protocol).

- **Protocolos Industriales y su integración con IIoT:**
  - OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) como estándar de interoperabilidad.
  - Integración con Modbus, Profinet, Ethernet/IP.
- Consideraciones de selección de tecnología de conectividad.

### **Módulo 3: Plataformas IIoT, Edge Computing y Cloud Computing**

- **Plataformas IIoT:**
  - Funcionalidades: gestión de dispositivos, ingesta de datos, almacenamiento, analítica, visualización, APIs.
  - Ejemplos de plataformas comerciales (AWS IoT, Azure IoT Hub, Google Cloud IoT, Siemens MindSphere, PTC ThingWorx) y de código abierto.
- **Edge Computing en IIoT:**
  - Concepto, arquitectura y beneficios (baja latencia, reducción de ancho de banda, procesamiento local).
  - Casos de uso: control en tiempo real, analítica en el borde.
- **Cloud Computing para IIoT:**
  - Servicios IaaS, PaaS, SaaS y su aplicación en IIoT.
  - Almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos IIoT en la nube.
  - Integración de servicios de IA/ML en la nube con datos IIoT.
- Gestión de dispositivos y actualizaciones Over-The-Air (OTA).

### **Módulo 4: Desarrollo de Aplicaciones IIoT, Seguridad y Consideraciones Avanzadas**

- Ciclo de vida del desarrollo de una solución IIoT.
- Herramientas y lenguajes de programación para desarrollo de aplicaciones IIoT (ej. Python, Node-RED).
- Creación de dashboards y visualización de datos IIoT.
- **Seguridad en IIoT (Security by Design):**
  - Amenazas y vulnerabilidades específicas de IIoT (dispositivos, redes, plataformas, datos).
  - Seguridad en el dispositivo: arranque seguro, cifrado, gestión de identidades.
  - Seguridad en la comunicación: TLS/DTLS, VPNs.
  - Seguridad en plataformas y datos.
- Interoperabilidad y estándares en IIoT.
- Análisis de datos básicos provenientes de IIoT para la toma de decisiones.
- Integración de IIoT con Gemelos Digitales.
- Consideraciones éticas y de privacidad en IIoT.
- Estudio de casos de implementaciones exitosas de IIoT en diferentes sectores.

- /.
- **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 Interactivas (Virtual Sincrónico Viernes / Presencial Sábado):** Exposición de los fundamentos, arquitecturas, protocolos y plataformas IIoT. Se utilizarán ejemplos de la industria, arquitecturas de referencia y se fomentará la discusión sobre las ventajas y desafíos de cada tecnología.
- **Talleres Prácticos de Configuración y Programación (Presencial Sábado):**
  - Trabajo con kits de desarrollo IIoT (ej. ESP32, Raspberry Pi con sensores) para la recolección de datos.
  - Configuración de comunicación mediante protocolos como MQTT.
  - Conexión de dispositivos a plataformas IIoT (Cloud o locales simuladas).
  - Creación de dashboards básicos para visualización de datos.
- **Aprendizaje Basado en Proyectos (Grupales, desarrollo progresivo):** Los estudiantes, en equipos, diseñarán y desarrollarán (a nivel de prototipo o simulación avanzada) una solución IIoT para un problema industrial o de monitorización específico, desde la selección de sensores hasta la visualización de datos.
- **Análisis de Hojas de Datos y Selección de Componentes (Virtual Sincrónico / Presencial):** Ejercicios prácticos donde los estudiantes deban seleccionar sensores, dispositivos de comunicación y plataformas IIoT basándose en los requisitos de una aplicación dada.
- **Estudio de Casos de Implementación IIoT (Virtual Sincrónico / Presencial):** Análisis de proyectos IIoT reales en diversos sectores, identificando arquitecturas, tecnologías utilizadas, beneficios y lecciones aprendidas.
- **Uso de Plataformas IIoT Educativas o de Prueba:** Se buscará utilizar versiones gratuitas o educativas de plataformas Cloud IIoT (AWS IoT, Azure IoT) o herramientas de simulación para que los estudiantes puedan experimentar con la ingesta, procesamiento y visualización de datos.

- 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 Problemas de Diseño (Virtual y Presencial): 15%**
  - Evaluación de la participación en discusiones sobre selección de tecnologías, diseño de arquitecturas y análisis de protocolos.
- **Entregables de Talleres Prácticos (Configuración de Dispositivos y Plataformas): 30%**

- Calificación de los ejercicios de configuración de sensores, establecimiento de comunicación MQTT, conexión a plataformas IIoT y creación de dashboards básicos.
- **Análisis de Casos y Propuestas de Arquitectura IIoT (Individual/Grupal): 25%**
  - Evaluación de informes o presentaciones donde se analice una necesidad industrial y se proponga una arquitectura IIoT completa, justificando la selección de cada componente y protocolo.
- **Proyecto Final Grupal (Desarrollo de Prototipo/Simulación de Solución IIoT): 30%**
  - Desarrollo, documentación y presentación de un prototipo funcional (o simulación detallada) de una solución IIoT para un problema específico. Se evaluará la integración de componentes, la funcionalidad, la gestión de datos y la consideración de aspectos de seguridad.

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.

- Bahga, A., & Madiseti, V. (2014). Internet of Things: A Hands-On Approach. VPT.
- Hersent, O., Boswarthick, D., & Elloumi, O. (2012). The Internet of Things: Key applications and protocols. Wiley.
- Minoli, D. (2013). Building the Internet of Things with IPv6 and MIPv6: The Evolving World of M2M Communications. Wiley.
- Al-Fuqaha, A., Guibene, W., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(4), 2347-2376.
- Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 30(3), 291-319.
- Documentación oficial de plataformas IIoT: AWS IoT, Microsoft Azure IoT Suite, Google Cloud IoT Core.
- Documentación de protocolos: MQTT.org, OPCFoundation.org, LoRa Alliance.
- Tutoriales y guías de kits de desarrollo (Raspberry Pi Foundation, Espressif Systems for ESP32, Arduino).
- Artículos y whitepapers de la Industrial Internet Consortium (IIC).
- Revistas y portales: IoT Business News, IoT For All, IEEE Internet of Things Journal.