

## ANEXO XX AL DECRETO XXX DE XXX DE XXXX

### CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN ROBÓTICA COLABORATIVA

#### 1. Identificación.

Denominación: Robótica Colaborativa

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 600 horas.

Familia Profesional: Electricidad y Electrónica (Únicamente a efectos de clasificación de las enseñanzas de formación profesional).

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.

Equivalencia en créditos ECTS: 24.

Referente en la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: P-5.5.4.

Referencia del Marco Español de Cualificaciones para el aprendizaje permanente: 5 C.

#### 2. Acceso al Curso de Especialización.

Estar en posesión de alguno de los títulos siguientes o su equivalente a efectos académicos:

- Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, establecido por el Decreto 222/2011, de 26 de octubre, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Sistemas Electrónicos y Automatizado.
- Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos, establecido por el Decreto 118/2012, de 3 de julio, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos.
- Técnico Superior en Mecatrónica Industrial, establecido por el Decreto 340/2013, de 22 de abril, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial.
- Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico, establecido por el Decreto 341/2013, de 22 de abril, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico.
- Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial, establecido por el Decreto 254/2012, de 27 de noviembre, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial.
- Técnico Superior en Electromedicina Clínica, establecido por el Decreto 24/2018, de 20 de febrero, por el que se establece el currículo correspondiente al título de Técnico Superior de Electromedicina Clínica.

#### 3. Perfil profesional.

##### 3.1. Competencia general:

La competencia general de este curso de especialización consiste en desarrollar proyectos de robótica colaborativa, tanto de brazos robóticos como de robots móviles autónomos, así como

realizar el montaje, puesta en marcha y mantenimiento de dichos sistemas, respetando criterios de calidad, seguridad, accesibilidad y respeto al medio ambiente.

### 3.2. Entorno profesional:

Las personas que hayan obtenido el certificado que acredita la superación de este curso de especialización podrán ejercer su actividad en empresas, públicas y privadas de todos los sectores productivos, tanto por cuenta ajena como propia, desempeñando su trabajo en el área de diseño, desarrollo, montaje, mantenimiento o consultoría de actividades relacionadas con la robótica colaborativa.

Las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes son las siguientes:

- Jefa o jefe de equipo de supervisión de montaje de sistemas de robótica colaborativa.
- Jefa o jefe de equipo de supervisión de mantenimiento de sistemas de robótica colaborativa.
- Proyectista de sistemas de robótica colaborativa.
- Técnica o técnico de puesta en marcha de sistemas de robótica colaborativa.
- Programadora o programador de robots colaborativos.

### 3.3. Las competencias profesionales, personales y sociales de este curso de especialización son las que se relacionan a continuación:

- a) Definir los datos necesarios para el desarrollo de proyectos y memorias técnicas de proyectos basados en robótica colaborativa.
- b) Seleccionar los equipos y elementos del sistema robótico colaborativo de acuerdo con las especificaciones y las prescripciones reglamentarias.
- c) Configurar instalaciones y sistemas robóticos colaborativos, de acuerdo con las especificaciones y las prescripciones reglamentarias.
- d) Elaborar los programas de control de acuerdo con las especificaciones y las características funcionales de la instalación.
- e) Supervisar, montar, mantener y realizar la puesta en marcha del sistema robótico colaborativo.
- f) Elaborar documentación técnica y administrativa de acuerdo con la legislación vigente y con los requerimientos del cliente.
- g) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.
- h) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en

el de los miembros del equipo.

i) Organizar y coordinar equipos de trabajo con responsabilidad, supervisando el desarrollo del mismo, manteniendo relaciones fluidas y asumiendo el liderazgo, así como aportando soluciones a los conflictos grupales que se presenten.

j) Comunicarse con sus iguales, superiores, clientela y personas bajo su responsabilidad, utilizando vías eficaces de comunicación, transmitiendo la información o conocimientos adecuados y respetando la autonomía y competencia de las personas que intervienen en el ámbito de su trabajo.

k) Generar entornos seguros en el desarrollo de su trabajo y el de su equipo, supervisando y aplicando los procedimientos de prevención de riesgos laborales y ambientales, de acuerdo con lo establecido por la normativa y los objetivos de la empresa.

l) Supervisar y aplicar procedimientos de gestión de calidad, de accesibilidad universal y de «diseño para todas las personas», en las actividades profesionales incluidas en los procesos de producción o prestación de servicios.

m) Ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones derivadas de su actividad profesional, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente, participando activamente en la vida económica, social y cultural.

#### 4. Enseñanzas del Curso de Especialización.

##### 4.1. Objetivos generales:

a) Analizar las necesidades y características de las instalaciones para definir los datos de los proyectos y memorias técnicas.

b) Identificar las características de los equipos y elementos de los sistemas robóticos para seleccionarlos.

c) Obtener las especificaciones técnicas y prescripciones reglamentarias para configurar instalaciones y sistemas robóticos.

d) Definir las condiciones de funcionamiento de los sistemas robóticos para elaborar los programas para su control y funcionamiento.

e) Realizar operaciones de montaje y puesta en marcha seguros de sistemas robóticos colaborativos.

f) Aplicar técnicas de mantenimiento en los equipos y elementos de los sistemas robóticos colaborativos para su mantenimiento y supervisión.

g) Desarrollar documentación técnica y administrativa, utilizando las herramientas ofimáticas y de diseño asistido por ordenador para los destinatarios.

h) Analizar y utilizar los recursos y oportunidades de aprendizaje relacionados con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a nuevas situaciones laborales y personales.

i) Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en los procesos y en la organización del trabajo y de la vida personal.

j) Evaluar situaciones de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental, proponiendo y aplicando medidas de prevención personales y colectivas, de acuerdo con la normativa aplicable en los procesos de trabajo, para garantizar entornos seguros.

k) Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias, para dar respuesta a la accesibilidad universal y al «diseño para todas las personas».

l) Identificar y aplicar parámetros de calidad en los trabajos y actividades realizados en el proceso de aprendizaje, para valorar la cultura de la evaluación y de la calidad y ser capaces de supervisar y mejorar procedimientos de gestión de calidad.

#### 4.2. Módulos profesionales.

CÓDIGO	MÓDULO PROFESIONAL	ASIGNACIÓN HORARIA
5087	Robótica Colaborativa.	120 h
5088	Configuración y Programación.	280 h
5089	Robots Móviles Autónomos.	120 h
5090	Seguridad y Mantenimiento.	80 h
TOTAL		600

#### 4.3. Módulos profesionales: Resultados de Aprendizaje, Criterios de Evaluación y Contenidos.

Módulo Profesional 1: Robótica Colaborativa.

Equivalencia en créditos ECTS: 5.

Código: 5087.

Duración: 120 horas.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1. Caracteriza diferentes tipos de robots, identificando los componentes que los forman y determinando sus aplicaciones en entornos productivos automatizados.

Criterios de evaluación:

- Se ha determinado la tipología y las características de los robots y manipuladores.
- Se han identificado robots y manipuladores en función de la aplicación requerida.
- Se han reconocido los sistemas mecánicos utilizados en las articulaciones de robots y manipuladores.

- d) Se han caracterizado los elementos que conforman la unidad de control de robot.
- e) Se han identificado los elementos que conforman la unidad de programación.

Contenidos: Caracterización de los robots implantados en el sector productivo.

- Tipología de los robots.
- Definición de robot.
- Ventajas del uso de robots en el entorno productivo.
- Morfología de un brazo robótico. Elementos constitutivos. Grados de libertad.
- Espacio de trabajo del robot.
- Sistemas mecánicos: elementos mecánicos. Sistemas de transmisión.
- Unidades de control de robots.
- Unidades de programación.

RA2. Analiza la estructura de brazos robóticos colaborativos, identificando sus ventajas y determinando sus aplicaciones en entornos productivos automatizados.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado las características morfológicas del brazo robótico.
- b) Se han analizado las características funcionales del brazo robótico.
- c) Se han evaluado las ventajas del brazo robótico colaborativo respecto del brazo robótico clásico.
- d) Se han identificado aplicaciones en entornos productivos en las que se justifica el uso del brazo robótico colaborativo y sus elementos necesarios.
- e) Se ha caracterizado su aplicación en distintos sectores de importancia económica.

Contenidos: Análisis de brazos robóticos industriales colaborativos.

- Definición de robot colaborativo.
- Características del brazo robótico colaborativo.
- Ventajas específicas del uso de robots colaborativos.
- Aplicaciones de los robots colaborativos:
  - o Manipulación.
  - o Paletizado y empaquetado.
  - o Carga y descarga de máquinas.
  - o Ensamblaje, atornillado, soldadura, pulido entre otras.
  - o Dispensado.
  - o Moldeo por inyección.
  - o Manipulación con visión artificial.
  - o Control de calidad.
  - o Pruebas y análisis.
  - o Cosecha.
  - o Tratamiento de cultivos.
  - o Poda, entre otros.
- Industria 4.0

– Agricultura 4.0

RA3. Caracteriza periféricos en entornos productivos, identificando su función y conexasión al robot.

Criterios de evaluación:

- a) Se han caracterizado los tipos de sensores y su conexasión al robot.
- b) Se han caracterizado los tipos de efectores finales y su conexasión al robot.
- c) Se han caracterizado los tipos de intercambiadores de herramientas y su conexasión al robot.
- d) Se han caracterizado los tipos de pulsadores e interruptores y su conexasión al robot.
- e) Se han caracterizado los tipos de cintas transportadoras y su conexasión al robot.
- f) Se han caracterizado los tipos de sistemas neumáticos y su conexasión al robot.
- g) Se han caracterizado los tipos de sistemas hidráulicos y su conexasión al robot.
- h) Se han caracterizado los tipos de automatismos eléctricos y su conexasión al robot.

Contenidos: Caracterización de periféricos en el sector productivo.

- Sensores.
- Efectores finales.
- Intercambiadores de herramientas.
- Pulsadores e interruptores.
- Cintas transportadoras.
- Sistemas neumáticos.
- Sistemas hidráulicos.
- Automatismos eléctricos.

RA4. Configura aplicaciones basadas en visión artificial identificando sus aplicaciones y calibrando las cámaras.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los tipos de cámaras de visión artificial.
- b) Se han caracterizado los tipos de detección.
- c) Se han analizado las aplicaciones de cada tipo de detección.
- d) Se ha razonado la necesidad de calibrar cámara con robot.
- e) Se ha realizado el proceso de calibración de la cámara.
- f) Se ha configurado un sistema basado en detección por visión artificial.

Contenidos: Configuración de aplicaciones basadas en visión artificial.

- Tipos de cámaras.

- Tipos de detección.
- Aplicaciones.
- Calibración de cámara.
- Integración con información de otros sensores. Fusión sensorial.
- Configuración de aplicaciones con visión artificial.
- Construcción de modelos de la escena.

RA5. Automatiza procesos manuales integrando robots colaborativos y mejorando los indicadores clave.

Criterios de evaluación:

- Se han calculado los indicadores clave de desempeño del proceso manual.
- Se ha dividido el proceso manual en tareas.
- Se ha razonado cómo pueden mejorarse los indicadores clave de desempeño del proceso.
- Se ha determinado el proceso de entrada de las piezas, su presentación y los elementos mecánicos que lo facilitan.
- Se ha determinado el proceso de salida de las piezas y los elementos mecánicos que lo facilitan.
- Se ha determinado el modelo de robot adecuado según los requerimientos.
- Se ha determinado la herramienta adecuada según los requerimientos.
- Se ha implementado el programa de robot.
- Se han calculado los indicadores clave de desempeño del proceso automatizado.
- Se ha razonado cómo pueden mejorarse los indicadores clave de desempeño del proceso automatizado.
- Se han evaluado y corregido los posibles riesgos de la aplicación.

Contenidos: Automatización de un proceso manual mediante la integración de una aplicación robótica colaborativa.

- Cálculo de los indicadores clave de desempeño del proceso.
- División del proceso en tareas.
- Determinación de la secuencia de acciones y disposición de los elementos.
- Selección de robot colaborativo y complementos.
- Automatas programables.
- Pantalla de operador.
- Dispositivos de seguridad.
- Programación del robot.
- Comunicaciones en células robotizadas.
- Evaluación de riesgos.
- Marcado CE.

Módulo Profesional 2: Configuración y programación.

Equivalencia en créditos ECTS: 10.

Código: 5088.

Duración: 280 horas.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1: Configura los parámetros fundamentales del sistema, identificando los menús del panel de control y creando programas básicos de movimiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los menús de la consola de programación.
- b) Se han identificado los elementos del panel de conexiones.
- c) Se ha desplazado el robot mediante el panel de movimiento usando los recursos de éste.
- d) Se han configurado la posición y orientación del Punto Central de Herramienta mediante el método que incluye posicionar la herramienta del robot en diferentes orientaciones respecto al mismo punto de referencia.
- e) Se han configurado los parámetros de Carga y Centro de Gravedad de la herramienta mediante la utilidad del robot para determinarlos.
- f) Se ha posicionado el robot en varias posiciones y orientaciones determinadas.
- g) Se han generado movimientos con los comandos de los diferentes tipos de movimiento en programa de robot.
- h) Se ha implementado lectura de señales de entrada y modificación de señales de salida.

Contenidos: Configuración y programación básicas.

- Manejo de la consola de programación.
- Panel de conexiones.
- Posicionamiento del robot.
- Selección y ejecución de programas.
- Configuración del Punto Central de Herramienta.
- Configuración de la Carga y Centro de Gravedad.
- Tipos de movimientos.
- Puntos de paso.
- Entradas y salidas.

RA2: Desarrolla programas, interactuando con señales de entradas y salidas y optimizando movimientos y tiempo de ciclo.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha desarrollado un programa de coger y dejar un objeto interactuando con sensores.
- b) Se han actualizado los parámetros de carga y centro de gravedad de la herramienta al coger y dejar objetos.
- c) Se ha optimizado el movimiento y tiempo de ciclo del programa.



- d) Se ha estructurado el programa según sus acciones principales y renombrado los puntos de paso, las señales y variables utilizadas.
- e) Se han configurado limitaciones en los diferentes parámetros de las funciones de seguridad.
- f) Se ha configurado el arranque automático de un programa encender robot.
- g) Se han implementado subprogramas.
- h) Se han aplicado bucles y comandos condicionales para posibilitar una ejecución no lineal del programa.
- i) Se ha creado un sistema de referencia generando movimientos respecto a éste.

Contenidos: Desarrollo de programas.

- Actualización de Carga y Centro de Gravedad durante programa.
- Recursos de optimización del movimiento y tiempo de ciclo.
- Estructura y nomenclatura de programa.
- Funciones de seguridad.
- Arranque automático.
- Subprogramas.
- Comandos condicionales de control del flujo del programa.
- Sistemas de referencia.

RA3. Aplica recursos avanzados de programación, ampliando la funcionalidad del programa y la interacción con otros dispositivos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han implementado hilos de ejecución en paralelo al programa principal, generados simultáneamente a éste o por una condición.
- b) Se han ejecutado comandos en el lenguaje de bajo nivel.
- c) Se han implementado funciones en el lenguaje de bajo nivel.
- d) Se han ejecutado comandos en el lenguaje de bajo nivel enviados de manera remota.
- e) Se ha cargado, ejecutado, pausado y parado un programa mediante comandos enviados de manera remota.
- f) Se han configurado los buses de comunicaciones.
- g) Se han escrito y leído registros del robot para interactuar con otros periféricos mediante los buses de comunicación.
- h) Se ha segmentado y securizado la red industrial.
- i) Se han implementado actividades de ciberseguridad.
- j) Se han configurado y verificado dispositivos IoT.

Contenidos: Recursos avanzados de programación.

- Hilos de ejecución en paralelo al programa principal.
- Programación en lenguaje de bajo nivel.
- Control remoto.
- Buses de comunicación.

- Registros del robot.
- Securización y segmentación de redes mediante dispositivos de red.
- Configuración de dispositivos de red.
- Dispositivos IoT.

RA4. Desarrolla programas para aplicaciones concretas a partir de las especificaciones, secuenciando las diferentes fases de la acción y estructurándolo mediante un diagrama de flujo.

Criterios de evaluación:

- Se ha caracterizado y secuenciado cada aplicación.
- Se ha implementado un diagrama de flujo.
- Se ha valorado la estructura de programa más apropiada para cada aplicación específica dado un diagrama de flujo.
- Se ha implementado un programa que permita acciones como paletizar, dosificar, pulir, atornillar, entre otras.
- Se ha implementado un programa para detectar y coger sin dañar un elemento de interés.
- Se ha implementado un programa que utiliza un Punto Central de Herramienta remoto.

Contenidos: Programación de aplicaciones.

- Programación secuencial. Diagramas de flujo y gráficos secuenciales.
- Detectar, coger y dejar.
- Paletizado.
- Cinta transportadora.
- Dosificación.
- Pulido.
- Punto Central de Herramienta remoto.
- Atornillado.

Módulo Profesional 3: Robots Móviles Autónomos.

Equivalencia en créditos ECTS: 5.

Código: 5089.

Duración: 120 horas.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1: Caracteriza robots móviles autónomos identificando los componentes que lo forman y determinando su funcionamiento.

Criterios de evaluación:

- a) Se han establecido las diferencias entre robots móviles autónomos colaborativos y vehículos de guiado automático.
- b) Se han identificado los componentes de los robots móviles autónomos colaborativos.
- c) Se ha evaluado la función de cada elemento del robot.
- d) Se han reconocido los elementos mecánicos utilizados por el sistema de control de movimiento del robot móvil autónomo.
- e) Se han relacionado los elementos eléctricos que conforman la morfología del robot móvil autónomo.
- f) Se han caracterizado los diferentes sensores del sistema robótico.
- g) Se han evaluado complementos que interactúan con el robot.

Contenidos: Caracterización de los robots móviles autónomos.

- Características de los robots móviles autónomos y de los vehículos de guiado automático.
- Morfología del robot móvil autónomo. Elementos constitutivos.
- Tipología y funcionamiento de los sensores.
- Interactuación con periféricos y sensores externos.

RA2: Determina el funcionamiento general del sistema robótico identificando aplicaciones y procesos automatizables y caracterizando el entorno de trabajo adecuado.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los principios fundamentales del funcionamiento del sistema.
- b) Se han identificado los pasos necesarios para poder hacer una auditoría de una planta previamente al proceso de automatización.
- c) Se ha realizado una auditoría de red wifi para garantizar un funcionamiento adecuado del robot móvil autónomo.
- d) Se han determinado los requisitos básicos para el correcto proceso de mapeo del entorno.
- e) Se han analizado procesos automatizables en los que se justifica la aplicación de un sistema basado en robot móvil autónomo colaborativo.
- f) Se ha seleccionado el robot y elementos complementarios necesarios en una aplicación específica.

Contenidos: Determinación del funcionamiento general del sistema robótico.

- Funcionamiento general del sistema.
- Tipos de aplicaciones y procesos automatizables.
- Identificación de entornos de trabajo adecuados.
- Selección del robot y elementos complementarios.

RA3. Configura y desarrolla aplicaciones basadas en robots móviles autónomos, teniendo en cuenta sus características y el contexto de trabajo.

Criterios de evaluación:

- a) Se han instalado de forma adecuada los elementos necesarios en el entorno para apoyar la navegación del robot móvil.
- b) Se ha configurado la interfaz de red del robot para poder conectarse adecuadamente a una red de planta mediante su propia red wifi.
- c) Se han diseñado e implementado redes inalámbricas para instalaciones industriales.
- d) Se ha creado y optimizado un plano del entorno.
- e) Se ha comprobado y corregido la precisión de la localización alcanzada en diferentes puntos en el plano.
- f) Se ha establecido una secuencia de control relativa a una aplicación mediante un gráfico secuencial o un diagrama de flujo.
- g) Se ha creado una misión relativa a una aplicación aplicando zonas, posiciones y marcadores.
- h) Se han aplicado operadores lógicos, recarga de batería y registros del PLC a una misión.
- i) Se ha incorporado una misión en otra mayor.
- j) Se ha establecido una cola de misiones.
- k) Se ha configurado la puesta en marcha y recarga automáticas en el programa de gestión de flotas.
- l) Se ha planificado la misión generando un plan para cada robot de la flota.
- m) Se ha integrado una supervisión de los robots durante la ejecución de la misión.

Contenidos: Configuración y desarrollo de aplicaciones basadas en robots móviles autónomos.

- Software de configuración y programación.
- Interfaz de programación del robot.
- Configuración del interfaz de red del robot.
- Diseño e implementación de redes inalámbricas para instalaciones industriales:
  - Caracterización de tecnologías inalámbricas.
  - Implementación de métodos de acceso y organización de las células.
  - Implementación de roaming.
  - Identificación de la localización de los puntos de acceso.
  - Selección de antenas.
  - Diseño de redes wifi para instalaciones industriales.
  - Implementación de redes inalámbricas para instalaciones industriales.
- Creación y optimización de planos.
- Definición de zonas, posiciones y marcadores en el plano.
- Creación de misiones y gestión de cola.
- Gestión de periféricos y sensores externos.
- Gestión de flotas.

RA4. Verifica el funcionamiento de robots móviles autónomos teniendo en cuenta su aplicación y los objetivos del sistema.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha comprobado el conexionado entre los elementos que conforman un robot móvil autónomo.
- b) Se ha verificado el funcionamiento de los dispositivos de seguridad (PLC de seguridad, láseres de seguridad y otros elementos).
- c) Se ha seguido un protocolo de actuación para la puesta en servicio de un robot móvil autónomo.
- d) Se ha verificado la secuencia de funcionamiento.
- e) Se han calibrado los sensores internos para el posicionamiento del robot móvil autónomo.
- f) Se ha comprobado la respuesta del robot ante situaciones anómalas.
- g) Se ha monitorizado el estado de las señales externas e internas y el valor de los datos procesados.
- h) Se ha actualizado *software* y *firmware* del robot.
- i) Se han tenido en cuenta las normas de seguridad.
- j) Se ha realizado el plan de mantenimiento.

Contenidos: Verificación del funcionamiento de robots móviles autónomos.

- Técnicas de verificación. Conexiones y funcionamiento.
- Monitorización de programas. Visualización de variables, señales y registros. Ejecución de programas paso a paso, cíclicos y de forma continuada, entre otros.
- Instrumentos de medida. Técnicas de medida.
- Actualización de *software* y *firmware*.
- Mantenimiento preventivo.
- Baterías. Tipos, mantenimiento, conservación, sustitución y procedimiento de carga.

RA5. Repara averías en robots móviles autónomos diagnosticando disfunciones y elaborando informes de incidencias.

Criterios de evaluación:

- a) Se han evaluado métodos eficaces para la resolución de problemas.
- b) Se ha accedido de forma remota al robot para poder realizar el diagnóstico.
- c) Se han reconocido los puntos susceptibles de avería.
- d) Se ha utilizado instrumentación de medida y comprobación.
- e) Se han analizado las misiones.
- f) Se ha analizado el programa.
- g) Se han diagnosticado las causas de las averías.
- h) Se han localizado y reparado las averías.
- i) Se han restaurado copias de seguridad.
- j) Se ha restablecido el funcionamiento del sistema.
- k) Se ha documentado la intervención en un informe de incidencias del sistema.
- l) Se han tenido en cuenta las normas de seguridad.

Contenidos: Reparación de averías.

- Métodos de resolución de problemas. Método de las Ocho Disciplinas, entre otros.
- Diagnóstico y localización averías: técnicas de actuación. Instrumentos de medida y comprobación. Fichero de registro.
- Análisis de misiones y mapa. Registros de trazas.
- Restauración de copias de seguridad.
- Arranque y parada del robot.
- Arranque y parada de la flota.
- Reglamentación vigente.

Módulo Profesional 4: Seguridad y mantenimiento.

Equivalencia en créditos ECTS: 4.

Código: 5090.

Duración: 80 horas.

Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

RA1: Caracteriza la seguridad de una instalación robótica, teniendo en cuenta las características de la instalación y la normativa de aplicación.

Criterios de evaluación:

- a) Se han tenido en cuenta las características de la instalación.
- b) Se han identificado las categorías y tipos de paro.
- c) Se han caracterizado los modos de seguridad.
- d) Se han caracterizado los modos operativos.
- e) Se han identificado las funciones de seguridad del robot.
- f) Se han caracterizado los elementos de seguridad.

Contenidos: Caracterización de la seguridad en una instalación robótica fija y móvil.

- Categorías y tipos de paro.
- Modos de seguridad.
- Modos operativos.
- Funciones de seguridad del robot.
- Elementos de seguridad.

RA2: Aplica las funciones de seguridad del robot teniendo en cuenta su función en el sistema y el entorno de trabajo.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha caracterizado la limitación de fuerza.
- b) Se ha tenido en cuenta la limitación de potencia.
- c) Se ha caracterizado la limitación de momento.
- d) Se han configurado limitaciones en los parámetros de las funciones de seguridad.
- e) Se han creado planos de seguridad.
- f) Se han configurado entradas configurables de seguridad.
- g) Se han configurado salidas configurables de seguridad.

Contenidos: Aplicación de funciones de seguridad del robot.

- Definición de parámetros de las funciones de seguridad.
- Planos de seguridad.
- Entradas configurables.
- Salidas configurables

RA3. Evalúa la normativa vigente en seguridad para máquinas aplicando sus principios sobre robots.

Criterios de evaluación:

- a) Se han caracterizado directivas, leyes y estándares.
- b) Se han identificado los principios generales de diseño con seguridad para máquinas según normativa vigente.
- c) Se han identificado los requisitos fundamentales del sistema de seguridad para robots integrados en entornos productivos según normativa vigente.
- d) Se han caracterizado los tipos de operación colaborativa.
- e) Se han caracterizado los tipos de contacto.
- f) Se ha calculado la distancia de seguridad según normativa vigente.
- g) Se ha elaborado una evaluación de riesgos en una aplicación colaborativa.
- h) Se han aplicado medidas correctoras para eliminación y/o reducción de riesgos en una aplicación robótica colaborativa.

Contenidos: Marco normativa de aplicación.

- Directivas, leyes y estándares.
- Evaluación de riesgos en una aplicación colaborativa: DM 2006/42/EC– Anexo I.
- Directiva de baja tensión. 2014/35/EU (LVD) C.
- Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo: ISO 12100.
- Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño: ISO 13849–1.
- Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots integrados en entornos productivos. Parte 1: Robots: ISO 10218–1:2011, ISO 18497:2018.
- Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots integrados en entornos

productivos. Parte 2: Sistemas robot e integración: ISO 10218–2:2011, ISO 18497:2018.

- Robots y dispositivos robóticos— Robots Colaborativos ISO/TS 15066.
- Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano: ISO 13855:2018.
- Actualización de normativa de aplicación.

RA4. Verifica el funcionamiento seguro de robots y periféricos teniendo en cuenta su área de trabajo y su interacción en el conjunto.

Criterios de evaluación:

- Se ha verificado el funcionamiento de los dispositivos de seguridad de la instalación robótica.
- Se ha verificado el funcionamiento de los dispositivos de seguridad de los robots y periféricos de la instalación robótica.
- Se ha comprobado el funcionamiento seguro del conexionado entre los elementos que conforman un sistema robotizado.
- Se ha verificado la secuencia de funcionamiento siguiendo las normas de seguridad.
- Se ha comprobado la respuesta segura de la instalación robótica ante situaciones anómalas.
- Se ha realizado el plan de mantenimiento de la instalación robótica segura.

Contenidos: Verificación del funcionamiento seguro de robots y periféricos.

- Parámetros de seguridad de la instalación robótica.
- Parámetros de seguridad de los robots y periféricos de la instalación robótica.
- Técnicas de verificación de la seguridad. Conexiones y funcionamiento.
- Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para una instalación segura.

RA5. Mantiene entornos productivos robotizados diagnosticando y solucionando disfunciones y elaborando informes de incidencias.

Criterios de evaluación:

- Se ha examinado el plan de mantenimiento de la instalación robótica.
- Se han examinado los documentos técnicos de los elementos de la instalación robótica.
- Se ha actualizado el *software* y *firmware* de los robots y periféricos de la instalación.
- Se han creado copias de seguridad de los ficheros del sistema robótico.
- Se ha utilizado instrumentación de medida y comprobación.
- Se han diagnosticado y solucionado disfunciones del sistema.
- Se ha restablecido el funcionamiento del sistema.
- Se ha elaborado un informe del proceso y las actuaciones realizadas en el mantenimiento del sistema.

Contenidos: Mantenimiento de entornos productivos robotizados.



- Plan de mantenimiento de la instalación robótica.
- Mantenimiento de robots y periféricos de la instalación. Guías técnicas.
- Actualización de *software* y *firmware*.
- Creación de copias de seguridad.
- Diagnóstico y localización de disfunciones: técnicas de actuación.
- Documentación del proceso y actuaciones en el mantenimiento de la instalación robótica.
- Reglamentación vigente.

## 5. Espacios y equipamientos.

### 5.1. Espacios:

ESPACIO FORMATIVO	SUPERFICIE M2 / 30 ALUMNAS O ALUMNOS	SUPERFICIE M2 / 20 ALUMNAS O ALUMNOS
Aula técnica.	120	90

### 5.2. Equipamientos:

ESPACIO FORMATIVO	EQUIPAMIENTO
Aula técnica.	Sistemas de proyección. Medios audiovisuales. Ordenadores instalados en red con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Brazo robótico colaborativo con herramienta pinza o ventosa de vacío. Equipos periféricos para brazo robótico. Robot móvil autónomo y/o vehículo de guiado automático. Sistemas de guiado. <i>Software</i> simulador del brazo robótico colaborativo. <i>Software</i> de configuración de sistema de visión artificial. <i>Software</i> simulador de robot móvil autónomo. Equipos de verificación y medida.

## 6. Profesorado.

### 6.1. Especialidades del profesorado con atribución docente en los módulos profesionales del curso de especialización en Robótica Colaborativa:

MÓDULO PROFESIONAL	ESPECIALIDAD DEL PROFESORADO	CUERPO
5087. Robótica colaborativa.	Equipos Electrónicos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica.	Profesoras técnicas y profesores técnicos de Formación Profesional.
	Profesora y profesor Especialista.	

5088. Configuración y programación.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos. Sistemas Electrónicos.	Profesoras y profesores de Enseñanza Secundaria.
	Profesora y profesor Especialista.	
5089. Robots Móviles Autónomos.	Equipos Electrónicos. Instalaciones Electrotécnicas. Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas. Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica.	Profesoras técnicas y profesores técnicos de Formación Profesional.
	Profesora y profesor Especialista	
5090. Seguridad y mantenimiento.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos. Sistemas Electrónicos.	Profesoras y profesores de Enseñanza Secundaria.
	Profesora y profesor Especialista	

## 6.2. Titulaciones habilitantes a efectos de docencia:

CUERPO	ESPECIALIDAD	TITULACIONES
Profesoras y profesores de Enseñanza Secundaria.	Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.	Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Ingeniera Técnica Aeronáutica o Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias, especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles. Diplomada o diplomado en Máquinas Navales.
	Sistemas Electrónicos. Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	Diplomada o Diplomado en Radioelectrónica Naval. Ingeniera Técnica Aeronáutica o ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad, especialidad en Electrónica Industrial. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.

Profesoras técnicas y profesores técnicos de Formación Profesional.	Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.	Técnica Superior o Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes.
---	---	--

6.3. Titulaciones requeridas para impartir los módulos profesionales que conforman el curso de especialización para los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la Administración Educativa:

MÓDULOS PROFESIONALES	TITULACIONES
5087. Robótica colaborativa. 5088. Configuración y programación. 5089. Robots Móviles Autónomos. 5090. Seguridad y mantenimiento.	Título de Grado universitario o titulación equivalente, además de la formación pedagógica y didáctica de nivel de Postgrado recogida en Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la educación secundaria obligatoria, el bachillerato, la formación profesional y las enseñanzas de régimen especial y se establecen las especialidades de los cuerpos docentes de enseñanza secundaria.

6.4. Titulaciones habilitantes a efectos de docencia para impartir los módulos profesionales que conforman el curso de especialización para los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas a la educativa y orientaciones para la Administración Educativa:

MÓDULOS PROFESIONALES	TITULACIONES
5088. Configuración y programación. 5090. Seguridad y mantenimiento.	Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Diseño Industrial. Ingeniera Técnica Aeronáutica o Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en Equipos y Materiales Aeroespaciales, especialidad en Aeronavegación. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias, especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles. Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas. Ingeniera Técnica o Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades. Diplomada o Diplomado en Máquinas Navales. Diplomada o Diplomado en Radioelectrónica Naval. Además de alguno de los anteriores, se requerirá la formación pedagógica y didáctica de nivel de Postgrado recogida en Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la educación secundaria obligatoria, el bachillerato, la formación profesional y las enseñanzas de régimen especial y se establecen las especialidades de los cuerpos docentes de enseñanza secundaria.

<p>5087. Robótica colaborativa. 5089. Robots Móviles Autónomos.</p>	<p>Técnica Superior o Técnico Superior en Producción por Mecanizado u otros títulos equivalentes. Además, se requerirá la formación equivalente a la formación pedagógica y didáctica recogida en la Orden EDU/2645/2011, de 23 de septiembre, por la que se establece la formación equivalente a la formación pedagógica y didáctica exigida para aquellas personas que estando en posesión de una titulación declarada equivalente a efectos de docencia no pueden realizar los estudios de máster.</p>
---	---

BORRADOR