

## **Proyecto de Decreto xx/2023, de x de x de 2023, por el que se establece el currículo del Curso de especialización de Grado Superior de Formación Profesional en Robótica Colaborativa en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.**

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre establece en su artículo 39.6 que el Gobierno, previa consulta a las comunidades autónomas, establecerá las titulaciones correspondientes a los estudios de formación profesional, así como los aspectos básicos del currículo de cada una de ellas. Por su parte, el artículo 6 bis, apartado 1.c) de la citada ley, establece, en relación con la formación profesional, que el Gobierno fijará las enseñanzas mínimas.

La Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional, regula en su sección quinta, del Capítulo II, del Título II, los cursos de especialización de Formación Profesional e indica los requisitos y condiciones a que deben ajustarse dichos cursos de especialización. En la misma sección se indica que versarán sobre áreas que impliquen profundización en el campo de conocimiento de los títulos de referencia, o bien una ampliación de las competencias que se incluyen en los mismos. Por tanto, en cada curso de especialización se deben especificar los títulos de formación profesional que dan acceso al mismo.

En este sentido los cursos de especialización deben responder de forma rápida a las innovaciones que se produzcan en el sistema productivo, así como a ámbitos emergentes que complementen la formación incluida en los títulos de referencia.

Según establece el artículo 37.1 del Estatuto de Autonomía de Castilla-La Mancha, corresponde a la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha la competencia de desarrollo legislativo y ejecución de la enseñanza en toda su extensión, niveles y grados, modalidades y especialidades, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 27 de la Constitución y leyes orgánicas que conforme al apartado 1 del artículo 81 de la misma lo desarrollen y sin perjuicio de las facultades que atribuye al Estado el número 30 del apartado 1 del artículo 149 y de la Alta Inspección para su cumplimiento y garantía.

La Ley 7/2010, de 20 de julio, de Educación de Castilla-La Mancha, establece en su artículo 69 que, en la planificación de la oferta de Formación Profesional, se tendrán en cuenta las necesidades del tejido productivo de Castilla-La Mancha y los intereses y expectativas de la ciudadanía.

Habiendo entrado en vigor el Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre, por el que se establece el curso de especialización de Grado Superior en Robótica Colaborativa y se fijan los aspectos básicos del currículo, procede establecer el currículo del curso de especialización de Grado Superior en Robótica Colaborativa, en el ámbito territorial de esta Comunidad Autónoma, teniendo en cuenta los aspectos definidos en la normativa citada anteriormente.

En Castilla-La Mancha, el perfil profesional de este curso de especialización define a un profesional que es capaz de 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.

El decreto se estructura en diez artículos relativos a aspectos específicos que regulan estas enseñanzas, una disposición adicional, tres disposiciones finales y tres anexos.

Se ha recurrido a una norma con rango de decreto para establecer el desarrollo de las bases pues corresponde al Consejo de Gobierno la potestad reglamentaria de acuerdo

con la atribución que le confiere el artículo 13.1 del Estatuto de Autonomía. Asimismo, cabe mencionar que este decreto se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, en tanto que la misma persigue el interés general al facilitar la adecuación de la oferta formativa a las demandas de los sectores productivos de Castilla-La Mancha, ampliar la oferta de formación profesional, avanzar en la integración de la formación profesional en el conjunto del sistema educativo de la Comunidad Autónoma, y su implicación con los agentes sociales y las empresas privadas; no existiendo ninguna alternativa regulatoria menos restrictiva de derechos, resulta coherente con el ordenamiento jurídico y permite una gestión más eficiente de los recursos públicos. Del mismo modo, durante el procedimiento de elaboración de la norma se ha permitido la participación activa de los potenciales destinatarios a través, en su caso, del trámite de audiencia e información pública o de los órganos específicos de participación y consulta y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En el procedimiento de elaboración de este decreto se ha consultado a la Mesa Sectorial de Educación y han emitido dictamen el Consejo Escolar de Castilla-La Mancha y el Consejo de Formación Profesional de Castilla-La Mancha.

En su virtud, a propuesta de la Consejera de Educación, Cultura y Deportes, de acuerdo/oído el Consejo Consultivo y, previa deliberación del Consejo de Gobierno en su reunión de X de X de 2023,

### **Artículo 1. Objeto.**

El decreto tiene como objeto establecer el currículum del curso de especialización de Grado Superior de Formación Profesional en Robótica Colaborativa, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, complementando lo dispuesto en el Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre, por el que se establece el Curso de especialización de Grado Superior en Robótica Colaborativa y se fijan los aspectos básicos del currículum.

### **Artículo 2. Identificación.**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 2 del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre, el curso de especialización de Grado Superior de Formación Profesional en Robótica Colaborativa, queda identificado por los siguientes elementos:

Denominación: Robótica Colaborativa.

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 400 horas.

Familia Profesional: Electricidad y Electrónica (únicamente a efectos de clasificación de las enseñanzas de Formación Profesional).

Rama de conocimiento: Ingeniería y Arquitectura.

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: 5C.

### **Artículo 3. Requisitos de acceso al curso de especialización.**

De acuerdo con lo establecido en el artículo 13 del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre, para acceder al curso de especialización de Grado Superior en Robótica Colaborativa es necesario estar en posesión de alguno de los siguientes títulos:

a) Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados, establecido por el Real Decreto 1127/2010, de 10 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Sistemas Electrotécnicos y Automatizados y se fijan sus enseñanzas mínimas.

b) Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos, establecido por el Real Decreto 883/2011, de 24 de junio, por el que se establece el título de Técnico Superior en Sistemas de Telecomunicaciones e Informáticos y se fijan sus enseñanzas mínimas.

c) Técnico Superior en Mecatrónica Industrial, establecido por el Real Decreto 1576/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Mecatrónica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

d) Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico, establecido por el Real Decreto 1578/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Mantenimiento Electrónico y se fijan sus enseñanzas mínimas.

e) Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial, establecido por el Real Decreto 1581/2011, de 4 de noviembre, por el que se establece el Título de Técnico Superior en Automatización y Robótica Industrial y se fijan sus enseñanzas mínimas.

f) Técnico Superior en Electromedicina Clínica, establecido por el Real Decreto 838/2015, de 21 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Electromedicina Clínica y se fijan los aspectos básicos del currículo.

#### **Artículo 4. Referentes del curso de especialización.**

En el Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre, quedan definidos el perfil profesional, la competencia general, las competencias profesionales, personales y sociales, entorno profesional, prospectiva en el sector o sectores, objetivos generales, las correspondencias de los módulos profesionales, las convalidaciones y exenciones, correspondientes al curso.

#### **Artículo 5. Módulos profesionales: Duración y distribución horaria.**

1. Los módulos profesionales del curso de especialización son:

- 5087. Robótica colaborativa.
- 5088. Configuración y programación.
- 5089. Robots Móviles Autónomos.
- 5090. Seguridad y mantenimiento.

2. La duración y distribución horaria semanal ordinaria de los módulos profesionales del curso de especialización son las establecidas en el anexo I. El número de horas semanales está establecido para una duración del curso de especialización de uno, dos o tres trimestres.

#### **Artículo 6. Flexibilización de la oferta.**

La Consejería con competencias en materia de educación podrá diseñar otras distribuciones horarias semanales de los módulos del curso de especialización distintas a las establecidas, encaminadas a la realización de una oferta más flexible y adecuada a la realidad social y económica del entorno. En todo caso, se mantendrá la duración total establecida para cada módulo profesional.

#### **Artículo 7. Resultados de aprendizaje, criterios de evaluación, duración, contenidos y orientaciones pedagógicas de los módulos profesionales.**

1. Los resultados de aprendizaje, criterios de evaluación, duración y contenidos de los módulos profesionales que forman parte del currículo del curso de especialización de

Grado Superior de Formación Profesional en Robótica Colaborativa, en Castilla-La Mancha son los establecidos en el anexo II de este decreto.

2. Las orientaciones pedagógicas de los módulos profesionales que forman parte del título del curso de especialización de Grado Superior en Robótica Colaborativa son las establecidas en el anexo I del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre.

### **Artículo 8. Profesorado.**

1. La docencia de los módulos profesionales que constituyen las enseñanzas de este curso de especialización corresponde al profesorado del Cuerpo de Catedráticos de Enseñanza Secundaria, del Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria y del Cuerpo de Profesores Técnicos de Formación Profesional, según proceda, de las especialidades establecidas en el anexo III A) del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre.

2. Las titulaciones requeridas para acceder a los cuerpos docentes citados son, con carácter general, las establecidas en el artículo 13 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, aprobado por el Real Decreto 276/2007 de 23 de febrero.

3. El profesorado especialista tendrá atribuida la competencia docente de los módulos profesionales especificados en el anexo III A) del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre.

4. El profesorado especialista deberá cumplir los requisitos generales exigidos para el ingreso en la función pública docente establecidos en el artículo 12 del Reglamento de ingreso, accesos y adquisición de nuevas especialidades en los cuerpos docentes a que se refiere la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

5. Además, con el fin de garantizar que se da respuesta a las necesidades de los procesos involucrados en el módulo profesional, es necesario que el profesorado especialista acredite al inicio de cada nombramiento una experiencia profesional reconocida en el campo laboral correspondiente, debidamente actualizada, de al menos dos años de ejercicio profesional en los cuatro años inmediatamente anteriores al nombramiento.

6. Para el profesorado de los centros de titularidad privada, de otras administraciones distintas de las educativas, las titulaciones requeridas y los requisitos necesarios para la impartición de los módulos profesionales que conforman el curso de especialización son las incluidas en el anexo III C) del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre. En todo caso, se exigirá que las enseñanzas conducentes a las titulaciones citadas engloben los objetivos de los módulos profesionales expresados en resultados de aprendizaje y, si dichos objetivos no estuvieran incluidos, además de la titulación deberá acreditarse, mediante certificación, una experiencia laboral de, al menos, tres años en el sector vinculado a la familia profesional, realizando actividades productivas en empresas relacionadas implícitamente con los resultados de aprendizaje.

7. Para las titulaciones habilitantes a efectos de docencia, se atenderá a lo establecido en la disposición adicional cuarta del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre.

## **Artículo 9. Espacios y equipamientos.**

1. Los espacios y equipamientos mínimos necesarios para el desarrollo de las enseñanzas del curso de especialización de Grado Superior de Formación Profesional en Robótica Colaborativa, son los establecidos en el anexo II de este decreto.

2. Las condiciones de los espacios y equipamientos son las establecidas en el artículo 10 del Real Decreto 904/2022, de 25 de octubre, que, en todo caso, deberán cumplir la normativa sobre igualdad de oportunidades, diseño para todos y accesibilidad universal, prevención de riesgos laborales y seguridad y salud en el puesto de trabajo.

## **Artículo 10. Requisitos de los centros que impartan los cursos de especialización.**

Los centros docentes que oferten este curso de especialización deberán cumplir, además de lo establecido en este Decreto, el requisito de impartir alguno de los títulos que dan acceso al mismo y que figuran en el artículo 3 de este Decreto.

## **Disposición adicional única. Autonomía pedagógica de los centros.**

Los centros autorizados para impartir el curso de especialización de Grado Superior en Robótica Colaborativa concretarán y desarrollarán las medidas organizativas y curriculares que resulten más adecuadas a las características de su alumnado y de su entorno productivo, de manera flexible y en uso de su autonomía pedagógica, en el marco legal del proyecto educativo, en los términos establecidos por la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, y en el Capítulo II del Título III de la Ley 7/2010, de 20 de julio, de Educación de Castilla-La Mancha, e incluirán los elementos necesarios para garantizar que las personas que cursen el ciclo formativo indicado desarrollen las competencias incluidas en el currículo en “diseño para todos”.

## **Disposición final primera. Implantación del currículo.**

El currículo se implantará en todos los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, autorizados para impartirlo, a partir del curso escolar 2023/2024.

## **Disposición final segunda. Desarrollo.**

Se autoriza a la persona titular de la Consejería competente en materia educativa, para dictar las disposiciones que sean precisas para la aplicación de lo dispuesto en este decreto.

## **Disposición final tercera. Entrada en vigor.**

Este decreto entrará en vigor a los veinte días de su publicación en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha.

Dado en Toledo, el X de X de 2023

La Consejera de Educación, Cultura y Deportes

El Presidente

Rosa Ana Rodríguez Pérez

Emiliano García-Page Sánchez

## Anexo I

### Duración de los módulos profesionales y la asignación horaria semanal

| Módulos Profesionales              | Horas totales | Distribución horaria semanal (Tres trimestres: 32 semanas) | Distribución horaria semanal (Dos trimestres: 24 semanas) | Distribución horaria semanal (Un trimestre: 13 semanas) |
|------------------------------------|---------------|--|---|---|
| 5087. Robótica colaborativa        | 76            | 3  | 4   | 6   |
| 5088. Configuración y programación | 190           | 6  | 9   | 14  |
| 5089. Robots Móviles Autónomos     | 76            | 3  | 4   | 6   |
| 5090. Seguridad y mantenimiento    | 58            | 2  | 3   | 4   |
|                                    | <b>400</b>    | <b>14</b>  | <b>20</b>   | <b>30</b>   |

## **Anexo II**

### **Módulos Profesionales**

#### **Módulo profesional: Robótica colaborativa.**

**Código: 5087.**

**Créditos ECTS: 5.**

#### **Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

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

Criterios de evaluación:

- a) Se ha determinado la tipología y las características de los robots y manipuladores.
- b) Se han identificado robots y manipuladores en función de la aplicación requerida.
- c) 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.

2. 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.

3. Caracteriza periféricos en entornos productivos, identificando su función y conexionado al robot.

Criterios de evaluación:

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

4. 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.

5. Automatiza procesos manuales integrando robots colaborativos mejorando los indicadores clave.

Criterios de evaluación:

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

**Duración: 76 horas.**

**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.

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

Caracterización de periféricos en el sector productivo:

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

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.

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.
- Autómatas programables.
- Pantalla de operador.
- Dispositivos de seguridad.
- Programación del robot.
- Comunicaciones en células robotizadas.
- Evaluación de riesgos.
- Marcado CE.

**Módulo profesional: Configuración y programación.**

**Código: 5088.**

**Créditos ECTS: 10.**

**Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. 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 este.

- 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.

2. 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 ha 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 este.

3. 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 este 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.

4. 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:

- a) Se ha caracterizado y secuenciado cada aplicación.
- b) Se ha implementado un diagrama de flujo.
- c) Se ha valorado la estructura de programa más apropiada para cada aplicación específica dado un diagrama de flujo.

- d) Se ha implementado un programa que permita acciones como paletizar, dosificar, pulir, atornillar, entre otras.
- e) Se ha implementado un programa para detectar y coger sin dañar un elemento de interés.
- f) Se ha implementado un programa que utiliza un Punto Central de Herramienta remoto.

**Duración: 190 horas.**

**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.

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.

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.

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: Robots móviles autónomos.**

**Código: 5089.**

**Créditos ECTS: 5.**

**Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. 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.

2. 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.

3. 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 ha creado y optimizado un plano del entorno.
- d) Se ha comprobado y corregido la precisión de la localización alcanzada en diferentes puntos en el plano.
- e) Se ha establecido una secuencia de control relativa a una aplicación mediante un gráfico secuencial o un diagrama de flujo.
- f) Se ha creado una misión relativa a una aplicación aplicando zonas, posiciones y marcadores.
- g) Se han aplicado operadores lógicos, recarga de batería y registros del PLC a una misión.
- h) Se ha incorporado una misión en otra mayor.
- i) Se ha establecido una cola de misiones.
- j) Se ha configurado la puesta en marcha y recarga automáticas en el programa de gestión de flotas.
- k) Se ha planificado la misión generando un plan para cada robot de la flota.
- l) Se ha integrado una supervisión de los robots durante la ejecución de la misión.

4. 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.

5. Repara averías en robot 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.

**Duración: 76 horas.**

**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.

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.

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.
- 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.

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.

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: Seguridad y mantenimiento.**

**Código: 5090.**

**Créditos ECTS: 4.**

#### **Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.**

1. 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 ha 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.

2. 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 ha 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.

3. 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.

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

Criterios de evaluación:

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

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

Criterios de evaluación:

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

**Duración: 58 horas.**

**Contenidos:**

Caracterización de la seguridad en una instalación robótica:

- Categorías y tipos de paro.

- Modos de seguridad.
- Modos operativos.
- Funciones de seguridad del robot.
- Elementos de seguridad.

#### Aplicación de funciones de seguridad del robot:

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

#### 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

#### 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.
- Elabora plan de mantenimiento preventivo para una instalación segura.

#### 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.

### Anexo III

#### Espacios y equipamientos mínimos

Espacios:

| Espacio formativo | Superficie m <sup>2</sup> |            |
|-------------------|---------------------------|------------|
|                   | 30 alumnos                | 20 alumnos |
| Aula técnica.     | 120                       | 90         |

Equipamientos:

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