



(V-1)

(09/04/2019)

Proyecto de real decreto EFP/XXX/2019, de XX de XXXXX por el que se establece el Curso de Especialización en Fabricación inteligente y se fijan los aspectos básicos del currículo.

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, dispone en el 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.

La Ley Orgánica 4/2011, de 11 de marzo, complementaria de la Ley de Economía Sostenible, por la que se modifican las Leyes Orgánicas 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, modificó determinados aspectos de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio. Entre ellos se encontraba la adición de un nuevo apartado 3 al artículo 10 de la misma, según el cual el Gobierno, previa consulta a las Comunidades Autónomas y mediante Real Decreto, podía crear cursos de especialización para completar las competencias de quienes dispusieran de un título de formación profesional.

Por tanto, y a efectos de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE-11), los cursos de especialización se considerarán un programa secuencial de los títulos de referencia que dan acceso a los mismos.

Por su parte, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo en su artículo 6 bis, apartado 4, establece, en relación con la formación profesional, que el Gobierno fijará los objetivos, competencias, contenidos, resultados de aprendizaje y criterios de evaluación del currículo básico. Los contenidos del currículo básico requerirán el 55 por 100 de los horarios para las Comunidades Autónomas que tengan lengua cooficial y el 65 por 100 para aquellas que no la tengan.

El Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo, regula en su artículo 27 los cursos de especialización de formación profesional e indica los requisitos y condiciones a que deben ajustarse dichos cursos de especialización. En el mismo artículo 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.



Asimismo, el artículo 9 del citado real decreto, establece la estructura de los cursos de especialización y se indica en el artículo 27, que dada la naturaleza de los mismos, se requiere la especificación completa de la formación; no obstante, las Administraciones educativas podrán adaptar estas especificaciones al sector productivo de su territorio.

A estos efectos, procede determinar para cada curso de especialización de formación profesional su identificación, el perfil profesional, el entorno profesional, la prospectiva en el sector o sectores, las enseñanzas del curso de especialización y los parámetros básicos de contexto formativo.

Con el fin de facilitar el reconocimiento de créditos entre el curso de especialización y las enseñanzas conducentes a títulos universitarios y viceversa, y de acuerdo con el artículo 10 apartado 3.g) del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, se establecerá la equivalencia de cada módulo profesional con créditos europeos ECTS para todo el estado.

Así, este real decreto, conforme a lo previsto en el Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, establece y regula, en los aspectos y elementos básicos antes indicados, el Curso de Especialización de formación profesional del sistema educativo en Fabricación inteligente.

Asimismo, este real decreto responde a los principios de eficiencia y austeridad que han de presidir el funcionamiento de los servicios públicos establecidos en el Real Decreto-Ley 14/2012, de 20 de abril, de medidas urgentes de racionalización del gasto público en el ámbito educativo, en cuanto a las posibilidades de su implantación.

Este real decreto tiene carácter de norma básica, al amparo de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30.^a de la Constitución.

Se ha recurrido a una norma reglamentaria para establecer bases estatales conforme con el Tribunal Constitucional, que admite que “excepcionalmente” las bases puedan establecerse mediante normas reglamentarias en determinados supuestos, como ocurre en el presente caso, cuando “resulta complemento indispensable para asegurar el mínimo común denominador establecido en las normas legales básicas” (SSTC 25/1983, de 7 de abril, 32/1983, de 28 de abril, y 42/1988, de 22 de marzo).

Asimismo, cabe mencionar que este real decreto se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, 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, ampliar la oferta de formación profesional, avanzar en la integración de la formación profesional en el conjunto del sistema educativo y reforzar la cooperación entre las Administraciones educativas, así como 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 del trámite de audiencia e información pública y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En la tramitación de este real decreto se han cumplido los trámites establecidos en la Ley 50/2007, de 27 de noviembre, del Gobierno.

En el proceso de elaboración de este real decreto han sido consultadas las Comunidades Autónomas y ha emitido dictamen el Consejo Escolar del Estado e informe el Consejo General de la Formación Profesional y el Ministerio de Política Territorial y Función Pública.

En su virtud, a propuesta de la Ministra de Educación y Formación Profesional y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día XXX.

DISPONGO:

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. *Objeto.*

Este real decreto tiene por objeto el establecimiento del Curso de Especialización de formación profesional en Fabricación inteligente con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como de los correspondientes aspectos básicos del currículo.

CAPÍTULO II

Identificación del curso de especialización, títulos de referencia, perfil profesional, entorno profesional y prospectiva del curso de especialización en el sector o sectores

Artículo 2. *Identificación.*

El curso de especialización de Fabricación inteligente queda identificado para todo el territorio nacional por los siguientes elementos:

Denominación: Fabricación inteligente.

Nivel: Formación Profesional de Grado Superior.

Duración: 600 horas.

Familias Profesionales: Electricidad y electrónica, Instalación y mantenimiento y Fabricación mecánica.

Rama de conocimiento: Ingeniería y arquitectura.



Créditos ECTS: 36.

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

Artículo 3. *Acceso al curso de especialización.*

Los títulos que dan acceso a este curso de especialización son los siguientes:

- a) Título de 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.
- b) Título de 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.
- c) Título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1630/2009, de 30 de octubre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Diseño en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.
- d) Título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica, establecido por el Real Decreto 1687/2007, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico Superior en Programación de la Producción en Fabricación Mecánica y se fijan sus enseñanzas mínimas.

Artículo 4. *Perfil profesional del curso de especialización.*

El perfil profesional del curso de especialización en Fabricación inteligente queda determinado por su competencia general y sus competencias profesionales, personales y sociales.

Artículo 5. *Competencia general.*

La competencia general de este curso de especialización consiste en desarrollar y gestionar proyectos de adaptación de procesos productivos, identificando los objetivos de producción, teniendo en cuenta los indicadores clave de rendimiento (KPIs), y aplicando tecnologías avanzadas de control de la producción y los requerimientos de calidad y seguridad.

Artículo 6. *Competencias profesionales, personales y sociales.*



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

- a) Identificar las etapas del proceso productivo susceptibles de ser digitalizadas, para dar respuesta a los objetivos de producción.
- b) Caracterizar los procesos productivos existentes mediante la definición y medición de los indicadores clave de rendimiento (KPIs), adecuados.
- c) Obtener los valores de los KPIs, analizando las posibilidades de mejora del proceso productivo y seleccionando las tecnologías avanzadas pertinentes.
- d) Adaptar los procesos y/o máquinas mediante la aplicación de las tecnologías avanzadas seleccionadas, atendiendo a criterios de seguridad, eficiencia y sostenibilidad.
- e) Evaluar la mejora del rendimiento mediante el seguimiento de la evolución de los KPIs identificados.
- f) Reprogramar y/o ajustar parámetros de fabricación y/o readaptar el sistema frente a nuevos requisitos de producción, en el entorno de la fabricación inteligente.
- g) Integrar el sistema de control de la producción con los sistemas digitales de gestión de la empresa, atendiendo a requisitos de confiabilidad y seguridad.
- h) Supervisar el funcionamiento del sistema frente a posibles desviaciones, identificando las causas.
- i) Elaborar documentación técnica y administrativa de acuerdo con la legislación vigente y con los requerimientos del cliente.
- j) 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.
- k) 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.
- l) 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.
- m) 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.



Artículo 7. *Entorno profesional.*

1. 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, del sector de producción industrial y con un importante componente de automatización, cuyas actividades tengan una clara tendencia a la integración de todos sus sistemas digitales de operación y gestión.

2. Las ocupaciones y puestos de trabajo más relevantes son los siguientes:

Experto/a en sistemas de fabricación inteligente.

Artículo 8. *Prospectiva del curso de especialización en el sector o sectores.*

Las Administraciones educativas tendrán en cuenta, para la implantación de la oferta, la valoración de las siguientes consideraciones en su territorio:

a) Las crecientes exigencias de competitividad y productividad a las que están sometidos los sistemas productivos, junto con la rápida evolución tecnológica de los sistemas de automatización industrial y de los sistemas digitales de gestión a nivel de compañía, hacen necesario que estos técnicos tengan una visión global de ambos aspectos, tendentes a integrarse en un grado cada vez mayor.

b) Las tendencias tecnológicas hacia la integración global de la cadena de valor demandan profesionales con competencias en las tecnologías más avanzadas, que den respuesta a la implantación de las mismas en los procesos productivos existentes y con atención a los aspectos de seguridad.

c) En las primeras etapas de las cadenas de producción es esencial la evolución que están experimentando los diferentes tipos de sensores, que vienen incorporando gradualmente mayores capacidades de procesamiento. Esto confiere a las máquinas la capacidad de ver, detectar y comunicar de forma inteligente, así como contribuir a la capacidad de clasificar e interpretar la información.

d) Es fundamental también la capacidad de los sensores de autoajustarse y controlarse por sí mismos para dar respuesta a las variables condiciones de una fabricación cada vez más personalizada, respetando siempre las exigentes condiciones de metrología y seguridad que son preceptivas.

e) Cobrará cada vez más importancia el refuerzo de las competencias de carácter transversal, como el trabajo en equipo, la capacidad de liderazgo, el conocimiento de las tecnologías de la información y comunicación, la visión global, planificación y organización, etc.



f) La búsqueda de la máxima eficiencia energética, tanto en la maquinaria como en las líneas automatizadas así como a lo largo de toda la cadena de suministro de los productos, hace que se deban potenciar, asimismo, los requisitos que impone la economía circular, que afectan a la totalidad del ciclo de vida del producto y a la integridad de los sistemas de producción y gestión de la empresa.

g) La implantación de las novedosas técnicas de puesta en marcha virtuales, ó emulación para validación lógica, tiende a reducir los costes derivados del estudio y valoración de las actualizaciones de los equipos productivos y su tiempo de entrega.

h) La demanda de profesionales cualificados en las técnicas más novedosas de fabricación inteligente, su automatización y su integración con los sistemas globales de gestión de la empresa, es considerable y crecerá rápidamente.

CAPÍTULO III

Enseñanzas del curso de especialización y parámetros básicos de contexto.

Artículo 9. *Objetivos generales.*

Los objetivos generales de este curso de especialización son los siguientes:

a) Interpretar la documentación técnica, analizando los objetivos de producción, para caracterizar el proceso productivo.

b) Definir y valorar los indicadores clave de rendimiento, analizando su adecuación a la descripción del proceso, para caracterizar los procesos productivos.

c) Valorar las diferentes tecnologías avanzadas disponibles, partiendo de los indicadores clave de rendimiento, para mejorar los procesos productivos.

d) Valorar los costes que representan las diferentes soluciones tecnológicas disponibles, utilizando información técnica comercial, para seleccionar las más adecuadas.

e) Aplicar las tecnologías avanzadas seleccionadas, utilizando soluciones disponibles en el mercado, para mejorar los valores de los indicadores clave de rendimiento.

f) Identificar la evolución de los indicadores clave de rendimiento de la producción, para valorar la mejora del proceso.

g) Identificar y valorar las modificaciones que puede demandar el sistema de producción, a partir de nuevos requisitos, materiales o tecnologías, para su rediseño y/o reprogramación.

h) Reconocer y aplicar herramientas y programas informáticos de control de la producción y de gestión de la empresa.



- i) Relacionar y conectar entre sí los programas informáticos de control de la producción con los de gestión de la empresa.
- j) Identificar las desviaciones que se puedan producir, atendiendo a los objetivos de producción.
- k) Valorar acciones correctivas a tomar, tras identificar las causas de las desviaciones detectadas.
- l) Desarrollar manuales de información para los destinatarios, utilizando las herramientas ofimáticas y de diseño asistido por ordenador para elaborar la documentación técnica y administrativa.
- m) 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.
- n) 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.
- ñ) 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.
- o) Identificar y proponer las acciones profesionales necesarias, para dar respuesta a la accesibilidad universal y al “diseño para todas las personas”.
- p) 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.

Artículo 10. *Módulos profesionales.*

1. Los módulos profesionales de este curso de especialización:

a) Quedan desarrollados en el Anexo I de este real decreto, cumpliendo lo previsto en el artículo 10 apartado 3 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo.

b) Son los que a continuación se relacionan:

- 5011. Procesos productivos inteligentes.
- 5012. Metrología e instrumentación inteligente.
- 5013. Entornos conectados a red e Internet de las cosas.
- 5014. Virtualización de máquinas y procesos productivos.
- 5015. Formación en centros de trabajo.



2. Las Administraciones educativas adaptarán los currículos, respetando lo establecido en este real decreto y de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 27 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio.

Artículo 11. *Espacios y equipamientos.*

1. Los espacios necesarios para el desarrollo de las enseñanzas de este curso de especialización son los establecidos en el Anexo II de este real decreto.

2. Los espacios dispondrán de la superficie necesaria y suficiente para desarrollar las actividades de enseñanza que se deriven de los resultados de aprendizaje de cada uno de los módulos profesionales que se imparten en cada uno de los espacios. Además, deberán cumplir las siguientes condiciones:

a) La superficie se establecerá en función del número de personas que ocupen el espacio formativo y deberá permitir el desarrollo de las actividades de enseñanza aprendizaje con la ergonomía y la movilidad requeridas dentro del mismo.

b) Deberán cubrir la necesidad espacial de mobiliario, equipamiento e instrumentos auxiliares de trabajo.

c) Deberán respetar los espacios o superficies de seguridad que exijan las máquinas y equipos en funcionamiento.

d) Respetarán la normativa sobre prevención de riesgos laborales, la normativa sobre seguridad y salud en el puesto de trabajo y cuantas otras normas sean de aplicación.

3. Los espacios formativos establecidos podrán ser ocupados por diferentes grupos que cursen el mismo u otros cursos de especialización, o etapas educativas.

4. Los diversos espacios formativos identificados no deben diferenciarse necesariamente mediante cerramientos.

5. Los equipamientos que se incluyen en cada espacio han de ser los necesarios y suficientes para garantizar al alumnado la adquisición de los resultados de aprendizaje y la calidad de la enseñanza. Además deberán cumplir las siguientes condiciones:

a) El equipamiento (equipos, máquinas, etc.) dispondrá de la instalación necesaria para su correcto funcionamiento, cumplirá con las normas de seguridad y prevención de riesgos y con cuantas otras sean de aplicación.

b) La cantidad y características del equipamiento deberán estar en función del número de personas matriculadas y permitir la adquisición de los resultados de aprendizaje, teniendo en cuenta los criterios de evaluación y los contenidos que se incluyen en cada uno de los módulos profesionales que se impartan en los referidos espacios.

6. Las Administraciones competentes velarán para que los espacios y el equipamiento sean los adecuados en cantidad y características para el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se derivan de los resultados de



aprendizaje de los módulos correspondientes y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

Artículo 12. *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) de este real decreto.

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 y por el que se regula el régimen transitorio de ingreso a que se refiere la disposición transitoria decimoséptima de la citada ley, aprobado por el Real Decreto 276/2007, de 23 de febrero.

6. Para el profesorado de los centros de titularidad privada o de titularidad pública 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) de este real decreto. En todo caso, se exigirá que las enseñanzas conducentes a las titulaciones citadas engloben los objetivos de los módulos profesionales 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. Las Administraciones competentes velarán para que el profesorado que imparta los módulos profesionales cumpla con los requisitos especificados y garantizar así la calidad de estas enseñanzas.

8. Dada la naturaleza de estos cursos de especialización, el profesorado de centros públicos y privados, deberá demostrar que posee los conocimientos suficientes sobre los contenidos de los módulos profesionales a impartir en dicho curso.

Artículo 13. *Requisitos de los centros que impartan los cursos de especialización.*

Los centros docentes que oferten estos cursos de especialización deberán cumplir, además de los establecidos en este real decreto, los siguientes requisitos:



- a) Impartir alguno de los títulos que dan acceso a los mismos y que figuran en el artículo 3.
- b) La existencia de empresas que se dediquen al desarrollo de productos que coincidan con los de la especialización en la zona de influencia del centro.

CAPÍTULO IV

Acceso, exenciones y vinculación a otros estudios.

Artículo 14. *Requisitos de acceso al curso de especialización.*

Para acceder al Curso de especialización en Fabricación inteligente es necesario estar en posesión de alguno de los títulos establecidos como referencia en el artículo 3 de este real decreto.

Artículo 15. *Exención del módulo profesional de formación en centros de trabajo.*

De acuerdo con lo establecido en el artículo 39 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, podrá determinarse la exención total o parcial del módulo profesional de Formación en centros de trabajo por su correspondencia con la experiencia laboral, siempre que se acredite una experiencia de un año relacionada con este curso de especialización en los términos previstos en dicho artículo.

Artículo 16. *Vinculación a otros estudios.*

El Gobierno, oído el Consejo de Universidades, regulará, en norma específica, el reconocimiento de créditos entre los cursos de especialización vinculados a los cursos de especialización de la formación profesional y las enseñanzas universitarias de Grado. A efectos de facilitar el régimen de convalidaciones, en este real decreto se han asignado 36 créditos ECTS entre todos los módulos profesionales de este curso de especialización.

Disposición adicional primera. *Referencia del curso de especialización en el marco europeo.*

Una vez establecido el marco nacional de cualificaciones, de acuerdo con las recomendaciones europeas, se determinará el nivel correspondiente a los cursos de especialización en el marco nacional y su equivalente en el europeo.

Disposición adicional segunda. *Regulación del ejercicio de la profesión.*



El curso de especialización establecido en este real decreto no constituye una regulación del ejercicio de profesión regulada alguna.

Disposición adicional tercera. *Accesibilidad universal en las enseñanzas de este curso de especialización.*

1. Las Administraciones educativas, en el ámbito de sus respectivas competencias, incluirán en el currículo de este curso de especialización los elementos necesarios para garantizar que las personas que lo cursen desarrollen las competencias incluidas en el currículo en «diseño para todas las personas».

2. Asimismo, dichas Administraciones adoptarán las medidas que estimen necesarias para que este alumnado pueda acceder y cursar dicho curso de especialización en las condiciones establecidas en la disposición final segunda del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

Disposición adicional cuarta. *Titulaciones habilitantes a efectos de docencia.*

1. A los efectos del artículo 12.2 de este real decreto, y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 95.1 de la Ley Orgánica, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y en la disposición adicional décimo quinta de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades habilitarán excepcionalmente a efectos de docencia las titulaciones recogidas en el anexo III B) de este real decreto para las distintas especialidades del profesorado.

2. A los efectos del artículo 12.6 de este real decreto, y de conformidad con la disposición adicional décimo quinta de la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, a efectos de docencia las titulaciones recogidas en el anexo III D) de este real decreto excepcionalmente habilitarán para las distintas especialidades del profesorado.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Este real decreto tiene carácter de norma básica, al amparo de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30ª de la Constitución, que atribuye al Estado las competencias para la regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales y normas básicas para el desarrollo del artículo 27 de la Constitución, a fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones de los poderes públicos en esta materia.



Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

Este real decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial del Estado.

Dado en Madrid, el de de 2019.

La Ministra de Educación y Formación Profesional
M^a ISABEL CELAÁ DIÉGUEZ



ANEXO I

Módulos Profesionales

Módulo Profesional: Procesos productivos inteligentes.

Equivalencia en créditos ECTS: 11

Código: 5011.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Caracteriza sistemas de fabricación inteligente determinando los principios de ingeniería de producción y tecnologías avanzadas que optimicen los procesos productivos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han establecido los objetivos de producción del sistema.
- b) Se han definido las etapas de producción según los objetivos establecidos.
- c) Se han identificado los indicadores clave de rendimiento (KPIs), para cada etapa de producción.
- d) Se ha seleccionado la tecnología adecuada para cada etapa analizando las ofertas de los OEMs (Original Equipment Manufacturer – Fabricante Original de Equipamiento), del sector.
- e) Se han determinado los medidores, captadores y sensores, entre otros, teniendo en cuenta los aspectos metrológicos que aplican a los diferentes procesos y/o tecnologías.
- f) Se ha considerado la interacción de los parámetros del sistema en su optimización.
- g) Se ha verificado la incorporación de tecnologías inteligentes que faciliten la consecución de los KPIs del proceso.

2. Establece parámetros de seguridad en el diseño del proceso productivo inteligente, aplicando los principios desarrollados en las diferentes directivas europeas y normativas nacionales.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha determinado la normativa vigente aplicable, tanto europea como nacional, relativa a la seguridad en los procesos productivos y en las máquinas.
- b) Se han identificado los principios de seguridad establecidos por la normativa que son de aplicación en el proceso productivo y en las máquinas de la instalación.



- c) Se ha caracterizado el estado actual de los procesos y de las máquinas de la instalación a la luz de los principios de seguridad identificados.
- d) Se han realizado los estudios de casos de seguridad (Safety Cases), necesarios para justificar que los sistemas son seguros para las aplicaciones y los entornos operativos específicos.
- e) Se ha realizado la evaluación de riesgos necesaria para identificar y valorar los riesgos más probables asociados a los procesos y a las máquinas.
- f) Se han definido los parámetros relativos a la seguridad más importantes a tener en cuenta en el diseño o modificación de los procesos productivos inteligentes.

3. Establece parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño del proceso productivo inteligente aplicando los principios de la economía circular.

Criterios de evaluación:

- a) Se han descrito los aspectos básicos de la economía circular que son de aplicación al proceso productivo.
- b) Se han definido los parámetros de eficiencia y sostenibilidad en función de las características de cada proceso.
- c) Se han aplicado criterios de eficiencia energética.
- d) Se han tenido en cuenta las dimensiones económica, social y medioambiental.
- e) Se han seleccionado los aspectos de la normativa vigente que son de aplicación.
- f) Se han aplicado los aspectos seleccionados.
- g) Se han establecido los parámetros con rigor.

4. Caracteriza sistemas de control de la producción y sistemas digitales de gestión de la organización, proponiendo el nivel óptimo de integración de los mismos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los sistemas digitales de control de la producción.
- b) Se ha determinado su adecuación a las necesidades de los objetivos de producción.
- c) Se han propuesto las mejoras de los sistemas digitales de control de la producción para su adaptación a la producción inteligente.
- d) Se han identificado los sistemas digitales de gestión de la empresa, proponiendo su actualización y/o implantación en caso necesario.
- e) Se ha propuesto el nivel óptimo de integración según las necesidades.

5. Asegura el cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento participando en equipos multidisciplinares para la integración del sistema de



control digital de la producción con los sistemas de gestión inteligente de la empresa.

Criterios de evaluación:

- a) Se han almacenado los datos obtenidos por los sistemas de control de la producción en bases de datos.
- b) Se han implantado los sistemas digitales de control de la producción.
- c) Se ha determinado la utilidad de alimentar con estos datos los sistemas MES y ERP.
- d) Se han alimentado ambos sistemas con estos datos.
- e) Se ha alimentado con los datos de gestión de la empresa a los sistemas de control de la producción.
- f) Se han integrado los sistemas de control de la producción de la empresa con los sistemas digitales de gestión.
- g) Se ha comprobado la respuesta a las especificaciones de funcionamiento de la integración de ambos sistemas.

6. Asegura la sostenibilidad del ciclo de vida del producto diseñando programas de gestión del mismo según los principios de la economía circular.

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado los principios de la economía circular pertinentes.
- b) Se han definido los parámetros de mercado necesarios para poder realizar el lanzamiento de un producto.
- c) Se han determinado las necesidades de colaboración con otras empresas para la comercialización del producto.
- d) Se han definido las necesidades internas que la empresa puede cubrir para la fabricación del producto.
- e) Se han incorporado los datos recogidos del proceso en la aplicación de gestión de vida del producto.
- f) Se ha diseñado un diagrama de PLM completo desde la materia prima hasta la estrategia de sostenibilidad del producto.

Duración: 110 horas.

Contenidos básicos:

Caracterización de un sistema de fabricación inteligente aplicando conceptos de ingeniería de producción y tecnologías avanzadas.

- Fabricación inteligente.
- Introducción a tecnologías avanzadas.



- Robótica colaborativa.
- Redes de comunicación.
- Sistemas de control de la fabricación MCS (Manufacturing Control Systems).
- Sistemas de ayuda al operario o al mantenedor.
- Integración de sistemas.
- Fabricación aditiva.
- Cloud computing, principios aplicables de ciberseguridad e internet de las cosas.
- Indicadores clave de rendimiento KPIs (Key Performance Indicators).
 - Procesos continuos.
 - Procesos discretos.
- Mapeo de procesos.
- Principios de la ingeniería de procesos – Lean SixSigma (DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).
- Ventajas de la digitalización de procesos.

Establecimiento de los parámetros de seguridad,

- Directivas europeas y normativas nacionales.
- Seguridad en un sistema productivo: PLs (Niveles de Rendimiento de la integración de la seguridad) o SIL (Nivel de Integración de Seguridad).
- Casos de seguridad (Safety Cases) y evaluaciones de riesgo (Risk Assessments).

Establecimiento de los parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño del proceso productivo inteligente atendiendo a los principios de la economía circular.

- Eficiencia energética. Parámetros de medida y de consumo.
- Huella de carbono de un proceso o un producto.
- Economía circular. Reducir, reusar y reciclar.
- Parámetros de trazabilidad de un sistema.

Caracterización de sistemas de control de la producción y sistemas digitales de gestión de la organización proponiendo el nivel óptimo de integración de los mismos.

- Selección de tecnologías acordes al proceso.
- Planificación de la producción 4.0: Big Data, gestión de la logística, eficiencia de las operaciones, trazabilidad de la vida del producto, entre otras.
- Técnicas plug & produce: reducción del tiempo de preparación.
- Calidad de un producto. Calidad en la fuente: Digital Poka-Yoke.



- Digitalización del flujo de información de la producción.
- Trazabilidad de los productos. Desde la materia prima hasta el consumidor. Legislación y/o ventaja competitiva.
- MES – Manufacturing Execution System – Sistema de Ejecución de la Fabricación. Ámbito de aplicación. Arquitectura. Integración de las tecnologías anteriores.

Aseguramiento del cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento mediante la participación en equipos multidisciplinares para la integración del sistema de control digital de la producción con los sistemas de gestión inteligente de la empresa.

- Parámetros controlados por el ERP (Planificación de Recursos de la Empresa). Modelo de negocio como base del modelo empresarial.
- Enlace del ERP con el MRP (Material Requirements Planning – Planificación de los Requerimientos de Material), y el MES de la empresa.
- Integración de los indicadores de recursos humanos con los sistemas de producción. Períodos vacacionales, necesidades de capacidad productiva puntuales, horas extra, formación, entre otros.
- Gestión del ciclo de vida del cliente.
- Previsión de las ventas.
- Previsión de nuevos productos.

Aseguramiento de la sostenibilidad del ciclo de vida del producto diseñando programas de gestión del mismo según los principios de la economía circular.

- Diseño concurrente de producto y de proceso.
- Gestión del ciclo de vida del producto (PLM).
- Fabricación de prototipos. Diseño de experimentos.
- Realidad virtual en el diseño.
- Tiempo a mercado como ventaja competitiva.
- Gestión de la calidad interna y del proveedor.
- Integración de flujos de ingeniería con partners o proveedores. Ingeniería colaborativa.
 - o Diseño de Producto Asistido por Ordenador (DPAO).
 - o Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE).
 - o Ingeniería de Procesos de Fabricación (CAPE).
 - o Desarrollo de Proyectos de Ingeniería de Producto (DPEP).

Orientaciones pedagógicas.



Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de adaptación y gestión de procesos productivos según los principios de la ingeniería de la producción y de las tecnologías avanzadas.

La función de adaptación y gestión de procesos productivos incluye aspectos como:

- Caracterización de sistemas de fabricación según principios de ingeniería de producción y tecnologías avanzadas.
- Definición de los parámetros asociados a los procesos productivos inteligentes aplicando principios de la economía circular.
- Integración de los sistemas de control de la producción con los sistemas digitales de control de la empresa.
- Definición del programa de gestión del ciclo de vida del producto.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplican en:

- La modificación y adaptación de los procesos productivos.
- La caracterización de los parámetros de seguridad, eficiencia y sostenibilidad de los procesos productivos.
- La integración de los procesos productivos con los sistemas digitales de gestión de la empresa.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), c), d), e), f), g), h), i), j), k), l), m), n), ñ), o), p), y las competencias a), b), c), d), e), f), g), h), i), j), k), l), m) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La identificación de procesos productivos y de las etapas que los componen.
- La determinación y medida de los indicadores clave asociados a los procesos productivos y a sus etapas.
- La determinación de los parámetros de seguridad, eficiencia y sostenibilidad que aplican a los procesos.
- La selección de las tecnologías avanzadas más adecuadas según la naturaleza de las operaciones a realizar y los objetivos de mejora para los indicadores clave.
- La configuración y programación de los sistemas digitales de control y de gestión de la empresa.
- La definición del ciclo de vida del producto atendiendo a los principios de la economía circular.



Módulo Profesional: Metrología e instrumentación inteligente.

Equivalencia en créditos ECTS: 6

Código: 5012.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Determina requisitos de captación y medida en cada etapa del proceso aplicando criterios de optimización y eficiencia.

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado los puntos para la sensorización con criterios de optimización de las operaciones a realizar.
- b) Se han seleccionado las tecnologías de captación.
- c) Se han seleccionado las tecnologías de medición.
- d) Se han determinado las especificaciones metrológicas de cada elemento de campo.
- e) Se han determinado las condiciones de compensación frente a parámetros secundarios que son de aplicación a cada elemento de campo.
- f) Se han determinado la cadencia de medición y el tiempo de respuesta necesario para elementos de campo a emplear.

2. Especifica requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes analizando las tecnologías de comunicaciones implantadas.

Criterios de evaluación:

- a) Se han analizado las necesidades de sensorización en función del grado de automatización e integración óptimo, así como de su relación coste/beneficio.
- b) Se ha especificado el tipo de conectividad adecuado para los elementos de campo inteligentes.
- c) Se ha configurado tanto el elemento de campo, como el sistema de control para una comunicación óptima.
- d) Se ha verificado que la comunicación del elemento de campo con el sistema de control del proceso se produce según los requisitos establecidos.

3. Integra elementos de campo con el sistema de control determinando su funcionamiento autónomo.

Criterios de evaluación:



- a) Se ha determinado la información a intercambiar entre el sistema de control y elemento de campo.
- b) Se ha seleccionado el elemento de campo según las tecnologías de comunicaciones existentes.
- c) Se ha instalado el elemento de campo y se han configurado los diversos parámetros de comunicaciones y funcionamiento autónomo en su caso.
- d) Se ha verificado el correcto funcionamiento del elemento de campo según los requisitos establecidos.

4. Determina la utilidad de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada integrándolos en el proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se han identificado los puntos del sistema en los que serían de aplicación los sistemas de visión artificial.
- b) Se han valorado los sistemas/aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada existentes en el mercado.
- c) Se ha propuesto una solución óptima y eficiente para dar respuesta a las necesidades del sistema en cuanto a la aplicación de sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada.
- d) Se han instalado y configurado los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada seleccionados.
- e) Se ha verificado el correcto funcionamiento de los sistemas implantados.
- f) Se ha valorado la mejora en los parámetros de funcionamiento del sistema que suponen los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada aplicados.

Duración: 55 horas.

Contenidos básicos:

Determinación de los requisitos de captación y medida en cada parte del proceso con criterios de optimización y eficiencia.

- Conceptos de metrología aplicados a captadores y medidores.
 - Sistema nacional de calidad y seguridad.
 - Incertidumbre del instrumento. Incertidumbre de la medida.
 - Calibración y verificación de los equipos de medida. Trazabilidad, tolerancias, intervalos de aceptación.
 - Adecuación de los equipos de medida a las necesidades derivadas de las especificaciones dimensionales, geométricas, superficiales y de otras magnitudes.



- Factores económicos asociados a los equipos de captación y medición. Selección óptima y eficiente de los equipos.
- Funciones integradas de calibración y diagnosis.
- Mantenimiento de equipos.

Especificación de los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes.

- Tecnologías de captación y medición existentes en el mercado.
- Funciones de autodiagnóstico y autocalibración de los sensores.
- Conectividad de los sensores.
 - Redes específicas para sensorización.
 - Redes de automatización de mayor nivel.
 - Conectividad inalámbrica.
 - Sensores con conexión directa a la nube.
 - Conceptos de ciberseguridad aplicados a redes de sensores.

Integración del elemento de campo con el sistema y/o determinación de su funcionamiento autónomo.

- Información a intercambiar entre el sistema y el sensor/medidor:
 - Datos de calibración.
 - Datos de compensación.
 - Direccionamiento.
 - Información propia del sensor.
 - Datos de la medición.
 - Información para la programación remota del sensor / medidor.
 - Información a compartir con otros sensores en un sistema distribuido.
 - Velocidad de la comunicación.
- Capacidades de funcionamiento autónomo y control del proceso de los sensores inteligentes.
 - Capacidad de procesado

Determinación de la utilidad de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada integrándolos en el proceso.

- Soluciones de visión artificial disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Soluciones basadas en láser disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Soluciones basadas en luz estructurada disponibles en el mercado. Características y utilidad.
- Integración de las diferentes soluciones en el proceso.

Orientaciones pedagógicas.



Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de determinación de los requisitos metrológicos de captadores y medidores, y caracterización e instalación de elementos de campo inteligentes.

La función de determinación de los requisitos metrológicos de captadores y medidores incluye aspectos como:

- Determinación de los puntos y magnitudes a sensorizar.
- Selección de las tecnologías de captación y medición.
- Determinación de las especificaciones metrológicas

La función de caracterización e instalación de elementos de campo inteligentes incluye aspectos como:

- Caracterización de las necesidades de sensorización.
- Determinación, instalación y configuración de los elementos de campo inteligentes.
- Aplicación de sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada para el control del proceso.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- La determinación de los requisitos metrológicos para la sensorización de los procesos productivos y/o de mantenimiento.
- La selección de elementos de campo inteligentes para los procesos productivos automatizados y/o de mantenimiento.
- La modificación y adaptación de los procesos productivos y/o de mantenimiento.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales b), c), d), e), g), j), k), l), m), n), ñ), o), p) y las competencias b), c), d), f), h), i), j), k), l), m) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La caracterización de los requisitos metrológicos existentes en cada parte del sistema.
- La identificación de los elementos inteligentes de campo que satisfagan las necesidades de medición y captación.
- La configuración de los elementos inteligentes de campo para su integración en el sistema de control de la producción y/o de mantenimiento.



- La reprogramación del sistema de control de la producción y/o de mantenimiento para la integración de los elementos de campo inteligentes.
- La verificación del funcionamiento.
- La localización de averías.



Módulo Profesional: Entornos conectados a red e Internet de las cosas.

Equivalencia en créditos ECTS: 6

Código: 5013.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Almacena datos del proceso productivo aplicando los requerimientos de seguridad y accesibilidad establecidos.

Criterios de evaluación:

- a) Se han seleccionado los medios de almacenamiento en función de los requerimientos del proceso.
- b) Se ha seleccionado la tecnología de grabación y acceso a los datos.
- c) Se han caracterizado las bases de datos disponibles con las tecnologías implementadas de control de la producción.
- d) Se han almacenado los datos necesarios del proceso.
- e) Se han identificado fuentes externas de datos.
- f) Se han almacenado los datos externos en las bases de datos internas.
- g) Se han utilizado las estructuras de comunicación seguras.

2. Implementa soluciones de comunicaciones avanzadas aplicando la encriptación, firma y autenticación de la información.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha discriminado entre las diferentes soluciones hardware, seleccionando aquellas que se adecúen a la realidad industrial de la empresa.
- b) Se han integrado los diferentes sensores y elementos de telemetría en la red mediante protocolos de comunicación robustos.
- c) Se ha integrado la red industrial con otras redes empresariales, asegurando la accesibilidad a quienes tengan el nivel de acceso requerido.
- d) Se han establecido los mecanismos y precauciones necesarios para prevenir el uso no deseado de información mediante la encriptación de la misma dentro de la red empresarial.
- e) Se han aplicado redes de comunicaciones móviles de última generación para la transferencia de datos.
- f) Se ha integrado los protocolos de comunicación e interacción con un sistema MES o ERP.

3. Integra sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes aplicándolos a lo largo de la cadena de valor.



Criterios de evaluación:

- a) Se ha hecho uso de los datos disponibles en las bases de datos y se han mostrado de una manera eficaz y eficiente.
 - b) Se han empleado diferentes formatos de información y se han integrado en un único sistema de gestión de la empresa.
 - c) Se ha ordenado y clasificado la información necesaria y se han generado mecanismos de limpieza de la información no necesaria.
 - d) Se ha empleado un protocolo de comunicación hombre – máquina.
4. Genera entornos seguros de trabajo analizando posibles amenazas a nivel de puesto de trabajo, de planta o proceso y de red.
- a) Se han identificado los puntos de conflicto en la red de la empresa, así como las debilidades.
 - b) Se han determinado e integrado las herramientas hardware necesarias para evitar accesos no deseados y usos indebidos de la información.
 - c) Se han generado entornos monitorizados en tiempo real.
 - d) Se ha programado de forma segura y se han utilizado herramientas de encriptación y certificación de los datos.

Duración: 55 horas.

Contenidos básicos:

Almacenamiento de los datos del proceso productivo aplicando los requerimientos de seguridad y accesibilidad establecidos.

- Tipos de almacenamiento de datos: niebla y nube.
- Streaming y datos en tiempo real.
- Escalabilidad de los servicios.
- Bases de datos analíticas vs. almacenes de datos.
- Datos abiertos y obtención de datos externos.
- Consultas y definición de datos en diferentes lenguajes.
- Selección correcta de tipo de conectividad y protocolo de comunicación.
- Encriptación de datos.

Aplicación de soluciones de comunicación avanzadas que permitan la encriptación, firma y autenticación de la información.

- Infraestructuras de red “Smart Factory”.
 - Wifi.
 - IO-LINK.



- OPC UA.
- PROFINET.
- ETHERNET TCP IP.
- Protocolos de redes de sensores y telemetría.
- Redes de alcance medio y de bajo consumo.
- Protocolos seguros y encriptación de datos.
- Tipos de sensores con comunicaciones IoT.
- Métodos y técnicas de encriptación.
- Itinerancia de datos.
- Comunicación con MES y ERP.

Integración de los sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes a lo largo de la cadena de valor.

- Herramientas de visualización de datos.
- Accesibilidad remota.
- Web services.
- Interacción hombre – máquina.
- Tratamiento de datos en diferentes formatos y de diferentes fuentes.
- Limpieza y preparación de datos.
- Entornos de data science.

Genera entornos seguros de trabajo analizando posibles amenazas a nivel de puesto de trabajo, de planta o proceso y de red.

- Problemática con la IoT industrial y tecnologías relacionadas.
- Aspectos básicos de ciberseguridad industrial.
- Normativa y buenas prácticas existentes, con diferenciación de entornos OT y entornos IT.
- Técnicas de detección y explotación de vulnerabilidades. Herramientas básicas de explotación de vulnerabilidades desde sistemas de automatización y control (Shodan, Kali-Moki, etc.).
- Programación segura. Analizar los aspectos básicos de las comunicaciones industriales, los principales protocolos de comunicaciones empleados (ModBUS, BACnet, Profinet, etc.), su funcionamiento y vulnerabilidades.
- Monitorización de redes de sensores y dispositivos.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar la función de desarrollo de sistemas de almacenamiento de datos y de comunicaciones en red, basándose en protocolos avanzados y de IoT, con



seguridad, e integrándolos en los sistemas digitales de control de la producción y de gestión de la empresa.

La función de desarrollo de sistemas de almacenamiento de datos y de comunicaciones en red incluye aspectos como:

- Identificar los medios y las tecnologías más adecuadas para el almacenamiento de los datos del proceso con seguridad y accesibilidad.
- Montar y conectar los dispositivos.
- Programar y configurar los equipos.
- Reprogramar y/o reconfigurar los sistemas de control de la producción y de gestión de la empresa.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplica en:

- La selección de equipos y dispositivos para el almacenamiento de datos y para las comunicaciones digitales.
- La modificación y adaptación de los sistemas de control y de gestión digital de la empresa.
- La verificación del funcionamiento de la implantación de los sistemas de almacenamiento y comunicaciones.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales b), c), d), e), g), h), i), j), k), l), m), n), ñ), o), p) y las competencias b), c), d), f), g), h), i), j), k), l), m) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La identificación de los medios y tecnologías más adecuadas para el almacenamiento de los datos.
- El uso de diferentes protocolos de comunicación avanzados y de IoT.
- La programación y configuración de equipos de diferentes fabricantes.
- La verificación del funcionamiento.
- La localización de averías.



Módulo Profesional: Virtualización de máquinas y procesos productivos.

Equivalencia en créditos ECTS: 6

Código: 5014.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Determina el modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina aplicando la información obtenida de los elementos de campo.

Criterios de evaluación:

- a) Se han especificado los procesos productivos y/o máquinas adecuados con criterios de optimización y eficiencia.
- b) Se han seleccionado las tecnologías de virtualización adecuadas en función de cada requerimiento.
- c) Se han determinado las especificaciones de la virtualización de cada elemento de campo.
- d) Se han determinado medidas de mejora a través de la virtualización en los procesos productivos y/o máquina.
- e) Se han definido las diferentes etapas de virtualización conforme a los objetivos establecidos.

2. Especifica los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina planificando las diferentes etapas del proceso.

Criterios de evaluación:

- a) Se han planificado, definido y analizado las diferentes etapas del proceso productivo y/o máquina a virtualizar.
- b) Se han descrito de manera exacta los componentes del proceso productivo y/o máquina.
- c) Se ha descrito el proceso productivo y/o máquina y se han considerado todas las suposiciones posibles.
- d) Se han identificado y enumerado todas las posibles soluciones alternativas.
- e) Se ha propuesto el modelo optimizado considerando las restricciones funcionales, técnicas y económicas del proceso productivo y/o máquina.

3. Valida modelos virtuales verificando su funcionamiento mediante la ejecución de modelos de simulación.

Criterios de evaluación:



- a) Se ha ejecutado mediante un modelo de simulación, eventos con velocidad y temporización variable respecto del modelo real.
- b) Se han analizado tecnologías con una interfaz gráfica que permite modelar y visualizar sistemas virtuales.
- c) Se han realizado todas las suposiciones de funcionamiento en el proceso productivo y/o máquina.
- d) Se ha comprendido cómo un proceso productivo y/o máquina existente se desempeña en el caso de modificaciones.
- e) Se ha optimizado el proceso productivo y/o máquina a través del modelo virtual.
- f) Se ha validado y verificado el modelo virtual del proceso productivo y/o máquina.

4. Comprueba la eficacia de funcionamiento de procesos productivos ejecutando los modelos virtuales de forma previa al lanzamiento de la producción real.

Criterios de evaluación.

- a) Se han conexionado los elementos y variables entre el sistema virtual y el sistema productivo y/o máquina real.
- b) Se ha validado de forma virtual el rendimiento del proceso productivo y/o máquina real.
- c) Se ha validado la eficacia de funcionamiento de un proceso productivo previo a ser lanzado a la producción real.
- d) Se ha creado una metodología productiva para mantener la eficiencia en diferentes escenarios.
- e) Se han analizado datos de diferentes fuentes del proceso productivo y/o máquina, para evitar tiempos de inactividad y realizar un mantenimiento preventivo.

5. Optimiza los procesos de puesta en marcha de la máquina o proceso productivo ejecutando modelos virtuales.

- a) Se han simulado en tiempo real procesos productivos y/o máquinas para diseñar y evaluar su rendimiento.
- b) Se han identificado los problemas de puesta en marcha de forma virtual.
- c) Se han rectificado los problemas testeados de forma virtual y eficiente.
- d) Se han reducido los tiempos de puesta en servicio, riesgos y errores humanos en puestas en marcha de procesos productivos y/o máquinas.
- e) Se ha comprobado el funcionamiento previsto de manera virtual para reducir costes de instalación y tiempo de puesta en marcha del proceso productivo y/o máquina.



Duración: 55 horas.

Contenidos básicos:

Determinación del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina en base a la información obtenida de los elementos de campo.

- Fundamentos de la virtualización de sistemas productivos.
- Tecnologías de virtualización industrial existentes en el mercado.
- Conceptualización de virtualización que permita:
 - o Anticipación a posibles errores en el proceso productivo y/o máquina.
 - o Prevención y mejora de tiempos de inactividad.
 - o Planificación y desarrollo del futuro mediante simulaciones.
 - o Personalización de la producción y/o funcionamiento de máquina para cada requerimiento.

Especificación de los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina planificando las diferentes etapas del proceso.

- Tecnologías de automatización de un proceso productivo y/o máquina real.
 - o Elementos de campo, de control y visualización.
 - o Redes de automatización.
 - o Conectividad y redes específicas de conexión entre los distintos elementos de campo.
 - o Emuladores de controlador.
- Análisis de procesos productivos y/o máquinas reales.
- Etapas de la cadena de valor en un proceso productivo y/o máquina.

Validación de modelos virtuales verificando su funcionamiento mediante la ejecución de modelos de simulación.

- Selección de tecnologías de simulación y virtualización en el mercado actual para poder trabajar con modelos ya creados.
- Características del modelo virtual relacionadas con las características del proceso productivo y/o máquina real o de semejanza comparable.
- Predicción de los objetivos con exactitud a través de la virtualización.

Comprobación de la eficacia de funcionamiento de procesos productivos ejecutando los modelos virtuales de forma previa al lanzamiento de la producción real.

- Información relevante que se debe analizar entre el sistema digital y el sistema real.



- Diseño y personalización del proceso productivo y/o máquina mediante la integración de los aspectos reales y virtuales.
- Comprensión y predicción de las características de rendimiento del proceso productivo y/o máquina real.
- Reducción del tiempo de desarrollo, mejora de la calidad del producto o proceso terminado.
- Integración en tiempo real del modelo virtual y del proceso productivo y/o máquina real.
- Análisis de los datos para tareas de mantenimiento preventivo en máquinas.

Optimización de los procesos de puesta en marcha de la máquina o proceso productivo ejecutando modelos virtuales.

- Capturar, agregar y analizar datos operativos del proceso productivo y/o máquina.
- Obtención de información para mejorar los modelos virtuales.
- Mejorar la eficiencia de los productos y el sistema de producción.
- Reducción del tiempo de puesta en marcha.
- Reducción de riesgos para operarios e instalaciones.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de determinación, implantación e integración de modelos virtuales de máquinas y/o procesos productivos, así como de procesos de puesta en marcha virtual.

La función de determinación, implantación e integración de modelos virtuales de máquinas y/o procesos productivos y de procesos de puesta en marcha virtual incluye aspectos como:

- Determinar los requisitos del modelo virtual a aplicar.
- Especificar e implantar el modelo virtual.
- Ejecutar simulaciones del proceso en base al modelo virtual en distintos escenarios y suposiciones.
- Integrar los equipos productivos con el modelo virtual.
- Ejecutar procesos de puesta en marcha virtual.

Las actividades profesionales asociadas a esta función se aplica en:

- La caracterización de la máquina / proceso para su virtualización.
- La selección del entorno / aplicación / tecnología para realizar la virtualización.



- La determinación de mejoras en los procesos a partir de la ejecución de simulaciones en la virtualización.
- La integración de la máquina real dentro del sistema digital.
- La ejecución de procesos de puesta en marcha virtual de máquinas y/o procesos productivos.

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales c), d), e), g), l), m), n), ñ), o), p) y las competencias c), d), f), i), j), k), l), m) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- La caracterización y selección de las tecnologías de virtualización existentes en el mercado.
- La generación de modelos virtuales para máquinas y procesos productivos.
- La optimización de los modelos virtuales generados.
- La integración de los modelos virtuales generados en el sistema de gestión digital de la empresa.
- El diseño y ejecución de procesos de puesta en marcha virtual de máquinas y/o procesos productivos.



Módulo Profesional: Formación en centros de trabajo.

Equivalencia en créditos ECTS: 7

Código: 5015.

Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación.

1. Identifica la estructura y organización de la empresa, relacionándolas con la producción y comercialización de los productos que obtiene.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha identificado la estructura organizativa de la empresa y las funciones de cada área de la misma.
- b) Se ha comparado la estructura de la empresa con las organizaciones empresariales tipo existentes en el sector.
- c) Se han identificado los elementos que constituyen la red logística de la empresa: proveedores, clientes, sistemas de producción y almacenaje, entre otros.
- d) Se han identificado los procedimientos de trabajo en el desarrollo de la prestación de servicio.
- e) Se han valorado las competencias necesarias de los recursos humanos para el desarrollo óptimo de la actividad.
- f) Se ha valorado la idoneidad de los canales de difusión más frecuentes en esta actividad.

2. Aplica hábitos éticos y laborales en el desarrollo de su actividad profesional de acuerdo con las características del puesto de trabajo y con los procedimientos establecidos en la empresa.

Criterios de evaluación:

- a) Se han reconocido y justificado:
 - La disponibilidad personal y temporal necesaria en el puesto de trabajo.
 - Las actitudes personales (puntualidad, empatía, entre otras), y profesionales (orden, limpieza, responsabilidad, entre otras), necesarias para el puesto de trabajo.
 - Los requerimientos actitudinales ante la prevención de riesgos en la actividad profesional.
 - Los requerimientos actitudinales referidos a la calidad en la actividad profesional.



- Las actitudes relacionales con el propio equipo de trabajo y con las jerarquías establecidas en la empresa.
 - Las actitudes relacionadas con la documentación de las actividades realizadas en el ámbito laboral.
 - Las necesidades formativas para la inserción y reinserción laboral en el ámbito científico y técnico del buen hacer del profesional.
- b) Se han identificado las normas de prevención de riesgos laborales y los aspectos fundamentales de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de aplicación en la actividad profesional.
- c) Se han aplicado los equipos de protección individual según los riesgos de la actividad profesional y las normas de la empresa.
- d) Se ha mantenido una actitud de respeto al medio ambiente en las actividades desarrolladas.
- e) Se ha mantenido organizado, limpio y libre de obstáculos el puesto de trabajo o el área correspondiente al desarrollo de la actividad.
- f) Se ha responsabilizado del trabajo asignado, interpretando y cumpliendo las instrucciones recibidas.
- g) Se ha establecido una comunicación eficaz con la persona responsable en cada situación y con los miembros del equipo.
- h) Se ha coordinado con el resto del equipo, comunicando las incidencias relevantes que se presenten.
- i) Se ha valorado la importancia de su actividad y la necesidad de adaptación a los cambios de tareas.
- j) Se ha responsabilizado de la aplicación de las normas y procedimientos en el desarrollo de su trabajo.

3. Identifica necesidades del sector productivo de la empresa, relacionándolas con proyectos tipo que las puedan satisfacer.

Criterios de evaluación:

- a) Se han clasificado las empresas del sector por sus características organizativas y el tipo de producto o servicio que ofrecen.
- b) Se han caracterizado las empresas tipo, indicando la estructura organizativa y las funciones de cada departamento.
- c) Se han identificado las necesidades más demandadas a las empresas.
- d) Se han valorado las oportunidades de negocio previsibles en el sector.
- e) Se ha identificado el tipo de proyecto requerido para dar respuesta a las demandas previstas.
- f) Se han determinado las características específicas requeridas en el proyecto.
- g) Se han determinado las obligaciones fiscales, laborales y de prevención de riesgos, y sus condiciones de aplicación.



- h) Se han identificado posibles ayudas o subvenciones para la incorporación de las nuevas tecnologías de producción o de servicio que se proponen.
- i) Se ha elaborado el guión de trabajo que se va a seguir para la elaboración del proyecto.

4. Diseña proyectos de interés para la empresa en el ámbito de la fabricación inteligente determinando y desarrollando las fases que lo componen.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha recopilado información relativa a los aspectos que van a ser tratados en el proyecto.
- b) Se ha realizado el estudio de viabilidad técnica del mismo.
- c) Se han identificado las fases o partes que componen el proyecto y su contenido.
- d) Se han establecido los objetivos que se pretenden conseguir, identificando su alcance.
- e) Se han previsto los recursos materiales y personales necesarios para realizarlo.
- f) Se ha realizado el presupuesto económico correspondiente.
- g) Se han identificado las necesidades de financiación para la puesta en marcha del mismo.
- h) Se ha definido y elaborado la documentación necesaria para su diseño.
- i) Se han identificado los aspectos que se deben controlar para garantizar la calidad del proyecto.

5. Planifica la ejecución del proyecto, en coordinación con la empresa, especificando el plan de intervención y la documentación asociada.

Criterios de evaluación:

- a) Se han secuenciado las actividades, ordenándolas en función de las necesidades de desarrollo.
- b) Se han determinado los recursos y la logística necesaria para cada actividad.
- c) Se han identificado las necesidades de permisos y autorizaciones para llevar a cabo las actividades.
- d) Se han determinado los procedimientos de actuación o ejecución de las actividades.
- e) Se han identificado los riesgos inherentes a la ejecución, definiendo el plan de prevención de riesgos y los medios y equipos necesarios.
- f) Se ha planificado la asignación de recursos materiales y humanos y los tiempos de ejecución.
- g) Se ha hecho la valoración económica que da respuesta a las condiciones de la puesta en práctica.



h) Se ha definido y elaborado la documentación necesaria para la ejecución.

6. Define los procedimientos para el seguimiento y control en la ejecución del proyecto de acuerdo con las especificaciones suministradas, justificando la selección de variables e instrumentos empleados.

Criterios de evaluación:

- a) Se ha definido el procedimiento de evaluación de las actividades o intervenciones según los criterios de la empresa.
- b) Se han definido los indicadores de calidad para realizar la evaluación.
- c) Se ha definido el procedimiento para la evaluación de las incidencias que puedan presentarse durante la realización de las actividades, su posible solución y registro.
- d) Se ha definido el procedimiento para gestionar los posibles cambios en los recursos y en las actividades, incluyendo el sistema de registro de los mismos.
- e) Se ha definido y elaborado la documentación necesaria para la evaluación de las actividades y del proyecto.
- f) Se ha establecido el procedimiento para la participación de los usuarios o clientes en la evaluación y se han elaborado los documentos específicos.
- g) Se ha establecido un sistema para garantizar el cumplimiento del pliego de condiciones del proyecto cuando este existe.

Duración: 60 horas.

Orientaciones pedagógicas.

Este módulo profesional contribuye a completar las competencias de este curso de especialización y los objetivos generales del programa de formación, tanto aquellos que se han alcanzado en el centro educativo, como los que son difíciles de conseguir en el mismo.



ANEXO II

Espacios y equipamientos mínimos

Espacios:

Espacio formativo
Aula de informática industrial
Laboratorio de sistemas automáticos
Taller de sistemas automáticos

Equipamientos:

Espacio formativo	Equipamiento
Aula de informática industrial.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de gestión de proyectos. Impresoras. Equipos audiovisuales. Software de diseño y simulación de sistemas de automatización y robótica industrial. Software de desarrollo de SCADA. Software de control digital de la producción: sistemas de ejecución de la fabricación (MES – Manufacturing Execution Systems), planificación de recursos de la empresa (ERP – Enterprise Resource Planning), aplicación de gestión de ciclo de vida del producto (PLM – Product Lifecycle Management), entre otros. Software de control digital de la gestión de la empresa.



Espacio formativo	Equipamiento
Laboratorio de sistemas automáticos.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Impresoras. Software de aplicación. Generador de funciones. Componentes neumáticos, hidráulicos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos: válvulas, actuadores, indicadores y otros. Elementos de mando y maniobra. Bombas, motores y cilindros hidráulicos. Acumuladores hidráulicos. Elementos de protección. Contadores de energía activa y reactiva monofásicos y trifásicos. Luxómetro. Transformadores. Polímetros. Fuentes de alimentación. Frecuencímetros. Entrenadores de neumática, hidráulica, electro-neumática y electro-hidráulica. Entrenadores de electrónica de potencia. Autómatas programables. Osciloscopios. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Pinzas amperimétricas. Tacómetros. Diversos tipos de motores. Fuentes de alimentación. Transformadores monofásicos. Arrancadores progresivos y variadores de velocidad. Entrenadores para electrotecnia. Equipos para construcción de cuadros eléctricos. Paneles para las instalaciones de circuitos de electricidad-electrónica. Elementos y entrenadores de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de ensayos. 39



Espacio formativo	Equipamiento
Aula técnica de sistemas automáticos.	Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Impresoras. Equipos y herramientas de mecanizado manual. Equipamientos y elementos de medición y control Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Equipos y accesorios para distintos tipos de soldadura. Paneles modulares para el montaje de sistemas. Elementos para montaje y simulación de sistemas hidráulicos, neumáticos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos. Herramientas portátiles para mecanizado. Simuladores de estaciones: distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Autómatas programables. Línea de fabricación inteligente. Equipos de verificación y medida. Software de aplicación.



ANEXO III A)

Especialidades del profesorado con atribución docente en los módulos profesionales del curso de especialización de Fabricación inteligente.

Módulo Profesional	Especialidad del profesorado	Cuerpo
5011. Procesos productivos inteligentes.	– Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	– Profesores de Enseñanza Secundaria.
	– Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.	
	– Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos.	
5012. Metrología e instrumentación inteligente.	– Instalaciones Electrotécnicas.	– Profesores Técnicos de Formación Profesional.
5014. Virtualización de máquinas y procesos productivos.	– Oficina de Proyectos de Fabricación Mecánica.	
	– Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.	
	– Operaciones de Procesos.	
5013. Entornos conectados a red e internet de las cosas.	– Sistemas Electrotécnicos y Automáticos.	– Profesores de Enseñanza Secundaria.
	– Sistemas Electrónicos.	
	– Informática.	



ANEXO III B)

Titulaciones habilitantes a efectos de docencia

Cuerpos	Especialidades	Titulaciones
<ul style="list-style-type: none">Profesores de Enseñanza Secundaria.	<ul style="list-style-type: none">Organización y Proyectos de Fabricación Mecánica.	<ul style="list-style-type: none">Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades.Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades.Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronaves, especialidad en equipos y Materiales Aeroespaciales.Ingeniero Técnico en Construcciones Civiles.Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades.Ingeniero Técnico Agrícola: especialidad en Explotaciones Agropecuarias, especialidad en Industrial Agrarias Alimentarias, especialidad en Mecanizado y Construcciones Rurales.Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles.Diplomado en Máquinas Navales.



	<ul style="list-style-type: none">▪ Organización y Proyectos de Sistemas Energéticos.	<ul style="list-style-type: none">– Ingeniero Técnico Industrial, en todas sus especialidades.– Ingeniero Técnico Aeronáutico, en todas sus especialidades.– Ingeniero Técnico de Obras Públicas, en todas sus especialidades.– Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.– Ingeniero Técnico Naval, en todas sus especialidades.– Ingeniero Técnico Agrícola, en todas sus especialidades.– Ingeniero Técnico de Minas, en todas sus especialidades.– Diplomado en Máquinas Navales.
	<ul style="list-style-type: none">▪ Sistemas Electrónicos.	<ul style="list-style-type: none">– Diplomado en Radioelectrónica Naval.– Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación.– Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas.– Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad, especialidad en Electrónica industrial.– Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.



	<ul style="list-style-type: none">▪ Sistemas▪ Electrotécnicos y Automáticos.	<ul style="list-style-type: none">– Diplomado en Radioelectrónica Naval.– Ingeniero Técnico Aeronáutico, especialidad en Aeronavegación.– Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas.– Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electricidad, especialidad en Electrónica Industrial.– Ingeniero Técnico de Telecomunicación, en todas sus especialidades.
<ul style="list-style-type: none">▪ Profesores de Enseñanza Secundaria.	<ul style="list-style-type: none">▪ Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.	<ul style="list-style-type: none">– Técnico Superior en Producción por Mecanizado.– Técnico Especialista en Montaje y Construcción de Maquinaria.– Técnico Especialista en Micromecánica de Máquinas Herramientas.– Técnico Especialista Instrumentista en Sistemas de Medida.– Técnico Especialista en Utillajes y Montajes Mecánicos.– Técnico Especialista Mecánico de Armas.– Técnico Especialista en Fabricación Mecánica.– Técnico Especialista en Máquinas-Herramienta.– Técnico Especialista en Matricería y Moldes.– Técnico Especialista en Control de Calidad.– Técnico Especialista en Micromecánica y Relojería.



ANEXO III C)

Titulaciones requeridas para impartir 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
<p>5011. Procesos productivos inteligentes.</p> <p>5012. Metrología e instrumentación inteligente.</p> <p>5013. Entornos conectados a red e internet de las cosas.</p> <p>5014. Virtualización de máquinas y procesos productivos.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.- Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de Grado correspondiente, u otros títulos equivalentes.



ANEXO III D)

Titulaciones habilitantes a efectos de docencia para impartir 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
5011. Procesos productivos inteligentes.	
5012. Metrología e instrumentación inteligente.	– Licenciado, Ingeniero, Arquitecto o el título de grado correspondiente u otros títulos equivalentes.
5013. Entornos conectados a red e internet de las cosas.	– Diplomado, Ingeniero Técnico, Arquitecto Técnico o el título de Grado correspondiente, u otros títulos equivalentes.
5014. Virtualización de máquinas y procesos productivos.	