



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<u>Tópicos de la Industria 4.0</u>
Clave de la asignatura:	<u>CMD-2205.</u>
SATCA¹:	<u>2 – 3 – 5</u>
Carrera:	<u>Ingeniería Industrial</u>

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

La Industria 4.0 (I 4.0) es un concepto que fue desarrollado desde el 2010 por el gobierno alemán para describir una visión de la fabricación con todos sus procesos interconectados mediante Internet de las cosas (IoT), Big data, manufactura inteligente, manufactura en la nube, entre otros.

La I 4.0, es la actual revolución industrial, consiste en la digitalización de los procesos industriales por medio de la interacción de la inteligencia artificial con las máquinas y la optimización de recursos enfocada en la creación de efectivas metodologías comerciales. Esto implica cambios orientados a las infraestructuras inteligentes y a la digitalización de metodologías, este proceso incide de manera más concreta en el modo de hacer negocios.

Estas industrias fusionan digitalmente diversas disciplinas garantizando la satisfacción del cliente y la personalización de servicios. Uno de los objetivos de esta revolución es la unión entre tecnologías digitales que permiten la creación de mercados inéditos y la interacción entre actores económicos.

Hoy en día un tema de especial interés y que impacta de forma directa al desarrollo sostenible y que es de especial interés al ingeniero industrial es “La sociedad 5.0”. Japón ha desarrollado un potente concepto, Sociedad 5.0, como estado ideal hacia el que debe avanzar el país para sacar todo el provecho posible de las transformaciones tecnológicas en curso, de modo a beneficiar al conjunto de los ciudadanos, sin que nadie se quede atrás, y resolver problemas que plantea la evolución de aquel cuerpo social.

En los últimos años, Japón ha ido desarrollando un concepto para resolver sus propios problemas (envejecimiento, natalidad y competitividad) y aprovechar los avances tecnológicos para construir un país y un mundo mejor: el de Sociedad 5.0, en la que nadie se quede atrás. Se trata de poner a la persona en el centro de las transformaciones tecnológicas en curso en la 4ª Revolución Industrial, y en este sentido societal va más

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



allá del concepto alemán de Industria 4.0, o del “Made in China 2025”. Japón quiere que sea una aportación al mundo, también para favorecer el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo sostenible para 2030.

La ideología “Made in China 2025”, da a conocer a China como una potencia mundial. En 2015, el primer ministro Li Keqiang lanzó “Made in China”, (MIC 2025) una iniciativa que se propone modernizar la capacidad industrial de China. Esta estrategia integral de 10 años se centra fuertemente en la fabricación inteligente en 10 sectores estratégicos: Tecnologías de la información, herramientas de control numérico, Equipo aeroespacial, barcos con tecnología de punta, equipo ferroviario de alta velocidad, ahorro de energía, nuevos materiales, dispositivos médicos, maquinaria agrícola tecnificada y telecomunicaciones. Tiene como objetivo asegurar la posición de China como una potencia mundial en industrias de alta tecnología como la robótica, la aviación, y vehículos de nuevas energías como los eléctricos y los de biogás. Este plan impulsado por la investigación y el desarrollo es visto como un elemento crítico en el desarrollo sostenido de China, crecimiento y competitividad para las próximas décadas a medida que se convierte en una economía desarrollada.

La inteligencia artificial (IA) pilar de la I 4.0 aprovecha las computadoras y las máquinas para imitar las capacidades de resolución de problemas y toma de decisiones de la mente humana. Se define como la ciencia y la ingeniería de fabricar máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes.

Una de las principales herramientas de la Industria 4.0 es la digitalización de objetos (ingeniería inversa). La digitalización 3D permite crear la réplica de un objeto en formato digital para poder archivarla, reproducirla o modificarla en cualquier momento. Mediante la digitalización 3D se capturan formas, texturas y colores de la superficie de cualquier objeto. Permitiendo obtener información valiosa para los sistemas de producción en masa como son control de calidad, porosidad, resistencia estructural, etc.

Otra importante es la manufactura aditiva conocida popularmente como “impresión 3D”, consiste en convertir un archivo 3D en un objeto físico mediante la adición de capa por capa de algún material el cual puede ser plástico, resina, metal, papel, entre muchos otros. Esta tecnología está revolucionando la forma en que son concebidos, producidos y distribuidos los bienes de consumo ya que cuentan con infinidad de aplicaciones dependiendo del sector al que se destinen.

Las principales ventajas que ofrece son: personalización, complejidad geométrica, producción por lotes, creación de equipos mecánicos de alto performance, la producción de partes funcionales en una pieza, así como la reducción de tiempo de producción, residuos, costes de los procesos y el peso.

Es de notar que cada producto que sale al mercado debe estar protegido, es por ello que existen organismos de propiedad intelectual y figuras de protección, tanto



nacionales como internacionales. En México está el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y Derechos de Autor (INDAUTOR). Su función es la de salvaguardar y proteger los derechos de producción, distribución y comercialización de un producto que cumple con las características de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

Dado que esta materia involucra los conocimientos de otras materias como dibujo industrial, procesos de fabricación, y sistemas de manufactura, se programa para ser cursada en el octavo semestre de la carrera.

Esta materia aportará al perfil del estudiante los conocimientos de las herramientas involucradas en las Industrias 4.0 y la función que estas desempeñan. Además aporta los conocimientos, habilidades y herramientas necesarias para el diseño y fabricación de piezas mediante el uso de sistemas de manufactura aditivos.

Intención didáctica

El profesor debe tener un conocimiento objetivo y la experiencia en el área, para construir escenarios de aprendizaje significativo en los estudiantes para motivarlos en su formación profesional.

El temario se ha organizado en cinco temas:

En el primer tema el estudiante conocerá la historia de la I 4.0, la Sociedad 5.0, Made in China 2025 y sus características. Aprenderá a diferenciarlas, encontrará ventajas y desventajas de cada una y finalizará con un análisis sobre la sustentabilidad de la I 4.0.

En el segundo tema se verán todas las herramientas que utiliza la I 4.0 para su desarrollo, las características, área de aplicación y funcionalidad. El estudiante realizará la aplicación de un elemento de la I 4.0. Conocerá los fundamentos y el software especializado para el desarrollo de IA. Al final del tema se realizará una simulación práctica de un proceso de producción en una Industria 4.0 utilizando software.

En el tercer tema el estudiante hará uso de un escáner 3D para la digitalización de objetos, aprenderá a darle el respectivo tratamiento al objeto digitalizado y al finalizar el cuarto tema realizará la impresión 3D del mismo.

En el cuarto tema el estudiante aprenderá a utilizar software CAD/AM para el diseño de procesos de laminado, adquirirá los conocimientos necesarios para precargar dichas tareas en impresoras 3D y las ejecutará.

En el quinto tema se dan a conocer todas las figuras de protección tanto del IMPI como INDAUTOR con el fin de que el alumno conozca la figura de protección adecuada para su producto. Se realizará una simulación de protección de su producto, desde la búsqueda del estado del arte hasta el llenado de la solicitud.



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Cd. Guzmán, Jalisco; mayo de 2022.	Academia de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Cd. Guzmán.	Cambio de especialidad, Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> • Conoce la I 4.0, la sociedad 5.0 y Made in China 2025, sus características, áreas de aplicación, ventajas y desventajas y criterios de sustentabilidad, así como también, las diferencia entre las mismas. • Enfoca sistemáticamente el diseño, inicio y seguimiento de la producción en forma integrada y paralela de los productos y los procesos relacionados, incluyendo sistemas de manejo, control y distribución de datos en la nube (Cloud Manufacturing). Conoce los fundamentos y software especializado para el desarrollo de algoritmos de IA. • Digitaliza objetos, da tratamientos a los mismos y posteriormente realiza la impresión 3D. • Diseña piezas para establecer el método de manufactura adecuado, utilizando software CAD/CAM/AD asistido por computadora. • Conoce los requisitos tanto del IMPI como INDAUTOR para realizar la búsqueda y el llenado de la solicitud. • Realiza una búsqueda del estado del arte del producto a proteger, y determina la viabilidad de la protección. • Llena la solicitud en la entidad correspondiente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Aplica conceptos de Lean Manufacturing. • Aplica estrategias de mercadotecnia. • Aplica conocimientos de ergonomía. • Maneja herramientas gráficas en el estudio de métodos y procesos.
--



- Aplica conocimientos de SolidWorks.
- Trabaja en equipos multidisciplinarios.
- Evalúa modelos básicos de los árboles de decisión y probabilidad de ocurrencia de un evento.
- Maneja conceptos de planeación y control de producción II (secuencia y asignación).
- Analiza Sistemas integrales de manufactura.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Industria 4.0, Sociedad 5.0 y Made in China 2025.	1.1 Historia de la cuarta revolución industrial (I 4.0). 1.2 Historia de la Sociedad 5.0 1.3 Made in China 2025. 1.4 Características, ventajas y desventajas de cada ideología, una comparativa. 1.5 Sustentabilidad en la Industria 4.0.
2	Elementos y áreas de aplicación de la Industria 4.0.	2.1 Inteligencia Artificial (IA). 2.1.1 Algoritmia. 2.1.2 Plataformas IA (H2O.ai, IBM Watson, Google AI). 2.1.3 Deep Learning (Neural Designer, H2O.ai) 2.1.4 Machine Learning (Phyton, Tensor Flow). 2.1.5 Virtual Assistant, Chatbots (Amazon Alexa, Google Assistant) 2.2 Orden evolutivo de los sistemas de producción mecanizados. 2.2.1 Physical systems (PS). 2.2.2 Human Physical Systems (HPS). 2.2.3 Human Cyber-Physical systems (HCPS).



		<p>2.2.4 Cyber-physical systems (CPS).</p> <p>2.3 Internet of things (IoT).</p> <p>2.4 Big data.</p> <p>2.5 Visual computing.</p> <p>2.5.1 3D Vision</p> <p>2.5.2 Augmented Reality</p> <p>2.5.3 Virtual Reality</p> <p>2.6 Intelligent manufacturing.</p> <p>2.7 Cloud manufacturing.</p> <p>2.8 Distributed manufacturing.</p> <p>2.9 Web-based manufacturing.</p> <p>2.10 Cyber security.</p> <p>2.11 Hacking.</p> <p>2.12 Aplicaciones</p> <p>2.14 Arquitectura de procesos.</p> <p>2.15 Uso de software para simulación de eventos.</p>
3	Digitalización 3D	<p>3.1 Principales tecnologías utilizadas para escaneo 3D.</p> <p>3.1.1 Escaneo 3D por triangulación láser.</p> <p>3.1.2 Escaneo 3D de luz estructurada.</p> <p>3.1.3 Escaneo 3D por fotogrametría o escaneo de fotografías.</p> <p>3.1.4 Escaneo 3D por contacto.</p> <p>3.1.5 Escaneo 3D basado en pulso láser.</p> <p>3.2 Configuración de escáner</p> <p>3.3 Digitalización de objetos</p> <p>3.4 Tratamiento o procesamiento digital</p> <p>3.5 Aplicaciones</p>



4	Manufactura Aditiva (AM)	<p>4.1 Familias de la Manufactura Aditiva. 4.2 Calibración de la impresora. 4.3 Programación CAD/AM. 4.4 Simulación. 4.5 Impresión de objetos.</p>
5	Propiedad intelectual.	<p>5.1 Propiedad Industrial. 5.1.1 Diseño Industrial. 5.1.2 Modelo de Utilidad. 5.1.3 Patente. 5.1.4 Marca. 5.1.5 Nombre Comercial. 5.1.6 Aviso Comercial 5.1.7 Imagen Comercial 5.2 Derechos de Autor. 5.2.1 Registro de Obra. 5.2.3 Registro de Poderes. 5.2.3 Registro de Contratos. 5.2.4 Reserva de Derechos.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Análisis histórico y filosófico de la Revolución Industrial y la Sociedad.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Investiga el enfoque y características de los sistemas de administración económicos predominantes y los criterios de sustentabilidad de la Industria 4.0. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las ideologías (modelos económicos) de la Industria 4.0, sociedad 5.0 y Made in China. • Comprender las características de cada ideología. • Determinar los países o regiones del mundo que se caracterizan por este tipo de modelos. • Elaborar reportes de la normatividad aplicable a la Industria 4.0 en materia de sustentabilidad.



<ul style="list-style-type: none"> Habilidad de trabajar en forma autónoma. 	
Elementos y áreas de aplicación de la Industria 4.0 (Smart Manufacturing).	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce los elementos que conforman la industria 4.0, las características y funcionalidad de cada uno, áreas de aplicación, algoritmia de la IA y su software y desarrolla un sistema de producción en el entorno simulado.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Trabajo en equipo. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidad de trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los elementos que conforman la Industria 4.0. Aprender la funcionalidad de cada elemento. Investigar la interrelación de estos elementos en la Industria 4.0. Hace uso de alguno de los elementos para demostrar su aplicación. Hace uso de uno de los lenguajes para el diseño de un algoritmo simple con IA. Elaborar una simulación de un sistema de producción en una Industria 4.0 utilizando software.
Digitalización 3D	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Investiga el enfoque, características y áreas de aplicación de los Escáner 3D.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de organizar y planificar. Comunicación oral y escrita. Solución de problemas. Toma de decisiones. Trabajo en equipo. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidad de trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> Realiza consultas en diferentes fuentes acerca de los conceptos básicos de escáner 3D. Analiza los conceptos básicos de los controladores, protocolos de comunicación y software para la digitalización de objetos 3D. Maneja software de diseño CAD para el tratamiento de las piezas digitalizadas. Transfiere archivos del software CAD hacia Impresora 3D y realiza la fabricación de piezas.
Manufactura Aditiva (AM).	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Investiga el enfoque, características, áreas de aplicación y criterios de sustentabilidad</p>	



<p>de las Impresoras 3D.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza consultas en diferentes fuentes acerca de los conceptos básicos de Impresora 3D. • Analiza los conceptos básicos de los controladores, protocolos de comunicación y software para transferencia de archivos a Impresoras 3D. • Maneja software de diseño CAD/CAM para el diseño de piezas y programa tareas de laminado. • Transfiere archivos del software CAM hacia Impresora 3D y realiza la fabricación de piezas.
Propiedad Intelectual.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce las figuras de protección intelectual, realiza una investigación del estado del arte y realiza el llenado de la solicitud en línea.</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de análisis y síntesis. • Capacidad de organizar y planificar. • Comunicación oral y escrita. • Solución de problemas. • Toma de decisiones. • Trabajo en equipo. • Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. • Habilidad de trabajar en forma autónoma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar las figuras de protección intelectual. • Investigar los productos similares existentes en el mercado Nacional y Mundial (búsqueda del estado del arte). • Realizar el llenado de la solicitud ante la entidad correspondiente: IMPI o INDAUTOR.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> • Investigar la historia e importancia de la Industria 4.0, Sociedad 5.0 y Made in China. • Realizar un mapa conceptual de las diferencias entre las ideologías. • Realizar la simulación de un sistema de producción en una Industrias 4.0 utilizando software. • Crea un programa de aplicación utilizando IA.



- Digitalización de objetos utilizando escaner 3D.
- Fabricación de piezas digitalizadas y desarrolladas en software CAD/AM utilizando impresoras 3D.
- Realizar la búsqueda del estado del arte con el fin de encontrar productos similares y tomar la decisión de iniciar o no con el proceso de protección.
- Realizar el llenado de la solicitud en línea de un producto ante el IMPI o INDAUTOR.

9. Proyecto de asignatura

El proyecto consiste en la digitalización y fabricación de piezas en impresoras 3D. Parte del diseño de una pieza o digitalización de la misma, calibración de la impresora y escaner, análisis de la temperatura y superficies para el laminado, para la posterior programación e introducción del programa en la impresora 3D para fabricar la pieza.

El objetivo de este proyecto que plantea el docente es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua,” la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias



- Exponer resultados de investigaciones asignadas.
- Reporte de la investigación documental.
- Participación en clase.
- Resumen de los subtemas del programa.
- Reporte sobre lo más destacado en las visitas industriales.
- Portafolio de evidencias.
- Evaluación del desarrollo del nuevo prototipo.
- Exposición de prototipo producido en la Industria 4.0.
- Evaluación del archivo y solicitud de registro ante el IMPI.

11. Fuentes de información

1. Mr Kiran Kumar Pabbathi, Quick Start Guide to Industry 4.0: One-stop reference guide for Industry 4.0. CreateSpace Independent Publishing Platform. 2018.
2. Klaus Schwab y otros, Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution. Currency. 2018.
3. Ortega, Andrés 2019. Sociedad 5.0: el concepto japonés para una sociedad superinteligente. Real Instituto ELCANO Royal Institute.
4. Gobierno Chino. Made in China 2025 (2018). Institute for Security and Development Policy.
5. Anton Frison, Impact of Industry 4.0 on Lean Methods: and the Business of German and Chinese Manufacturer in China. Frison Anton. 2015.
6. Giacomo Veneri, Hands-On Industrial Internet of Things: Create a powerful Industrial IoT infrastructure using Industry 4.0. Packt Publishing. 2018.
7. Justyna Trojanowska, Advances in Manufacturing II: Volume 1 - Solutions for Industry 4.0 (Lecture Notes in Mechanical Engineering). Springer. 2019.
8. <https://siga.impi.gob.mx/newSIGA/content/common/principal.jsf>
9. <https://patentscope.wipo.int/search/en/result.jsf>
10. <http://www.conriçyt.mx/>
11. <https://clarivate.com/>
12. <https://scholar.google.com.mx/>