

## 5.2.2 Fundamentos de la Industria 4.0

### 1. Datos Generales de la asignatura

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Nombre de la asignatura:      | <b>FUNDAMENTOS DE LA INDUSTRIA 4.0</b> |
| Clave de la asignatura:       | <b>CAG-2002</b>                        |
| Créditos SATCA <sup>4</sup> : | <b>3 – 3 – 6</b>                       |
| Carrera:                      | <b>INGENIERÍA ELECTRÓNICA</b>          |

### 2. Presentación

#### Caracterización de la asignatura

La asignatura de fundamentos de la Industria 4.0 aporta al perfil del Ingeniero Electrónico el desarrollo de habilidades para diseñar, analizar y construir equipos o sistemas electrónicos para la solución de problemas en la industria, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales, así como crear, innovar, adaptar, y transferir tecnología en el ámbito de la Ingeniería Electrónica mediante la aplicación de métodos y procedimientos científicos, tomando en cuenta el desarrollo sustentable del entorno.

En diversas aplicaciones, el uso del enfoque a la Industria 4.0 hace necesario el conocimiento del diseño basado en Internet de las Cosas (IoT), Gran volumen de Datos (Big Data), Computación en la nube (Cloud Computing), Inteligencia Artificial (artificial intelligence) y Sistemas Autónomos, hace que algunas aplicaciones en la industria sean mucho más simples, eficientes y versátiles. Por lo que es conveniente que los alumnos de la carrera de Ingeniería Electrónica adquieran dominio en el uso de estos conocimientos. La asignatura consiste en el conocimiento de los temas mencionados anteriormente, para poder aplicarlos en la industria 4.0 cuando el alumno egrese. Además, permite gestionar proyectos de investigación y/o desarrollo tecnológico, así como ejercer actividades emprendedoras de liderazgo y adquirir habilidades para la toma de decisiones en su ámbito profesional.

El estudiante debe contar con bases sólidas en: programación en lenguaje C, programación estructurada, control, diseño digital y analógico, microcontroladores, instrumentación y PLC's.

#### Intención didáctica

La asignatura se integra por cinco temas, en cada uno se aborda el pilar de la Industria 4.0. El primer tema se encuentran los conceptos básicos sobre el Internet de las cosas (IoT). De la forma más simple el Internet de las Cosas trata de objetos conectados entre sí por medio de la red. Estos intercambian información para facilitar o crear diversas acciones. Existe un conjunto de tres factores que necesitan ser combinados para que una aplicación así funcione dentro del concepto de Internet de las Cosas, estos son: dispositivos, la red y un sistema de control. Los dispositivos inteligentes de la industria 4.0 generan una cantidad enorme de datos de IoT que deben analizarse y aprovecharse en tiempo real. Por lo tanto,

el alumno debe de conocer sobre la programación de aplicaciones que conectan los dispositivos a internet (API), además de entender como tener control, optimización y utilización de los datos para la automatización.

En el tema número dos se aborda el tema del Gran Volumen de Datos (Big Data). El Big Data está formado por conjuntos de datos de mayor tamaño y más complejos. Estos conjuntos de datos son tan voluminosos que el software de procesamiento de datos convencional sencillamente no puede administrarlos. Sin embargo, estos volúmenes masivos de datos pueden utilizarse para abordar problemas empresariales que antes no hubiera sido posible solucionar. El alumno debe ser capaz de diferenciar los tipos de datos, además de conocer acerca de la extracción, almacenamiento, procesamiento y análisis, así como la manipulación de los mismos. Para que sea capaz de realizar un proyecto donde pueda detectar o predecir fallas en los diferentes componentes que estén conectados a la red en una Industria.

En el tema número tres se define y se aplica la metodología para conocer la Computación en la Nube (Cloud Computing), que se ofrece actualmente en la vida diaria así como en todo tipo de empresas. La computación en la nube (Cloud Computing) es una tecnología que permite el acceso remoto a softwares, almacenamiento de archivos y procesamiento de datos por medio de Internet, siendo así, una alternativa a la ejecución en una computadora personal o servidor local. En el modelo de nube, no hay necesidad de instalar aplicaciones localmente en computadoras. El alumno debe de conocer que al tener una nube en una industria, se puede acceder a diferentes tipos de datos remotamente teniendo solo una conexión a internet. También se tendrá la capacidad de dominar los fundamentos de las funciones de un Data Warehouse para el almacenamiento y análisis de datos aplicados en la industria 4.0.

En el tema cuatro se aborda la Inteligencia Artificial en la Industria 4.0, como la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, para aprender de dichos datos y emplear esos conocimientos para lograr tareas y metas concretas a través de la adaptación flexible. Se emplea para solucionar problemas que manejan información incompleta, con incertidumbre y/o inexacta.

La Visión Artificial incluye la metodología para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un ordenador.

Un Agente inteligente, tiene la capacidad de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responden o actúan en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado.

En el tema cinco se aborda el Sistema Autónomo en la Industria 4.0, en el que sigue los pasos de la Inteligencia Artificial: primero hay aprendizaje, un entrenamiento que genera una experiencia, y una puesta en práctica que nos dice si la tarea se cumple o no con éxito. La pirámide de automatización es un ejemplo teórico-visual para explicar los 5 niveles que implica un proceso de automatización y de qué forma se integran todas las tecnologías que

involucra. Se lee desde la base hacia la cúspide, considerando todas las comunicaciones entre las diferentes tecnologías.

El aprendizaje automático o aprendizaje automatizado o aprendizaje de máquinas, desarrolla técnicas que permitan que las computadoras aprendan. Se dice que un Agente Inteligente aprende cuando su desempeño mejora con la experiencia, es decir, cuando la habilidad no estaba presente en su genotipo o rasgos de nacimiento. En muchas ocasiones el campo de actuación del aprendizaje automático recae en la estadística inferencial, ya que las dos disciplinas se basan en el análisis de datos.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja. Las competencias genéricas que se fortalecen en esta asignatura son las interpersonales, instrumentales y sistémicas a través de investigación, trabajo en equipo, elaboración de prácticas y redacción de reportes respectivos, ensayos, exposiciones, análisis de casos, entre otros.

Durante el desarrollo de las actividades programadas en la asignatura es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva particularmente a cabo y entienda que está construyendo su conocimiento, aprecie la importancia del mismo y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión, la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía y en consecuencia actúe de manera profesional.

El docente debe ser conocedor de la disciplina que está bajo su responsabilidad, tener capacidad para trabajar en equipo, destrezas que le permitan proponer actividades a desarrollar, formación pedagógica para abordar con mayor propiedad los diferentes estilos cognitivos de los estudiantes, facilitar, direccionar y orientar el trabajo del estudiante, potenciar en el estudiante la autonomía y toma de decisiones, tener flexibilidad en el seguimiento del proceso, estimular y potenciar el trabajo autónomo y cooperativo, facilitar la interacción personal.

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

| Lugar y fecha de elaboración o revisión                         | Participantes  | Observaciones  |
|---|--|--|
| Instituto Tecnológico de Apizaco, del 20 al 24 de Febrero 2020. | Representantes de Academia de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco. | Elaboración e integración del Módulo de Especialidad de la Carrera de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco. |

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

| Competencia(s) específica(s) de la asignatura   |
|---|
| <p><b>Competencia general de la asignatura</b></p> <p>Comprende y explica los pilares de la industria Inteligente 4.0. Reconociendo acerca de la extracción, almacenamiento, procesamiento, análisis y manipulación de los datos en la Industria Inteligente 4.0.</p> |

#### 5. Competencias previas

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseña circuitos digitales y analógicos, utilizando herramientas computacionales.</li> <li>• Desarrolla programas en lenguajes de programación.</li> <li>• Desarrolla programas en un lenguaje estructurado.</li> <li>• Habilidades en el uso de las TIC's.</li> <li>• Manejo de equipo electrónico de medición y prueba.</li> <li>• Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</li> <li>• Manejo de sensores, actuadores y controladores para construir prototipos.</li> <li>• Manejo de microprocesadores, microcontroladores y PLC's para construir prototipos.</li> </ul> |
|--|

#### 6. Temario

| Unidad | Temas                            | Subtemas  |
|--------|----------------------------------|---|
| 1      | Internet de las Cosas (IoT)      | 1.1 Introducción<br>1.2 Machine to Machine (M2M)<br>1.3 IIoT<br>1.4 Funciones<br>1.4.1 Monitoreo<br>1.4.2 Control<br>1.4.3 Optimización<br>1.4.4 Automatización |
| 2      | Gran volumen de datos (Big Data) | 2.1 Introducción<br>2.2 Big Data<br>2.1.2 Datos no estructurados<br>2.1.3 Datos Estructurados<br>2.1.4 Base de datos<br>2.1.5 Como crear una base de datos      |



|          |   |  |
|----------|---|--|
|          |   | <p>2.3 Las 5 V (dimensiones)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Volumen</li> <li>2.3.2 Variabilidad</li> <li>2.3.3 Velocidad</li> <li>2.3.4 Veracidad</li> <li>2.3.5 Valor</li> </ul> <p>2.4 Fases de Big Data</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1 Extracción</li> <li>2.4.2 Transición</li> <li>2.4.3 Carga</li> </ul> <p>2.5 Ciclo de vida de los datos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1 Captura (ingesta)</li> <li>2.5.2 Almacenamiento</li> <li>2.5.3 Procesamiento y análisis</li> <li>2.5.4 Exploración y visualización</li> </ul> <p>2.6 Tres niveles de datos ¿Qué hacer con tanta información?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2.6.1 smog data</li> <li>2.6.2 big data</li> <li>2.6.3 smart data</li> </ul> |
| <b>3</b> | <b>Computación en la Nube (Cloud Computing)</b> | <p>3.1 Introducción</p> <p>3.2 Almacén de Datos (Data Warehouse)</p> <p>3.3 Minería de datos</p> <p>3.4 Plataforma como servicio (PaaS)</p> <p>3.5 Software como servicio: (SaaS)</p> <p>3.6 Tipos de Nubes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.6.1 nube de sensores</li> <li>3.6.2 nube de control</li> <li>3.6.3 nube de análisis</li> </ul>   |
| <b>4</b> | <b>Inteligencia Artificial IA</b>               | <p>4.1 Introducción</p> <p>4.2 Sistemas expertos</p> <p>4.3 Soft Computing</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1 Sistemas difusos</li> <li>4.3.2 Redes Neuronales <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.2.1 Corteza cerebral</li> <li>4.3.2.2 Tipos de Redes Neuronales</li> </ul> </li> </ul> <p>4.4 Visión Artificial</p> <p>4.5 Agentes Inteligentes</p>  |
| <b>5</b> | <b>Sistemas Autónomos (Robots Autónomos)</b>    | <p>5.1 Introducción</p> <p>5.2 Los 5 Niveles de la Automatización Industrial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 Operativo o de Campo</li> <li>5.2.2 Control</li> <li>5.2.3 Supervisión</li> </ul>  |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | 5.2.4 Integración y Gestión<br>5.2.5 Planeación<br>5.3 Aprendizaje automático (Machine Learning). |
|--|--|---|

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

### 1. Internet de las Cosas (IoT)

| Competencias  | Actividades de aprendizaje  |
|---|---|
| <p><b>Específica(s):</b></p> <p>Conoce los conceptos básicos del internet de las cosas, para entender sus aplicaciones en la industria 4.0.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solucionar problemas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> <li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga en que significa IoT y como se aplica en la industria 4.0.</li> <li>• Discute grupalmente los conceptos de IoT haciendo énfasis en la funcionalidad del mismo.</li> <li>• Expone y discute las diferencias entre IoT e IIoT.</li> <li>• Investiga y expone los conceptos básicos de Machine to Machine (M2M)</li> <li>• Discute grupalmente como se realiza una conexión con el IoT en una industria.</li> <li>• Expone la relación del IoT con el Big Data y el Cloud Computing.</li> </ul> |

### 2. Gran volumen de datos (Big Data)

| Competencias  | Actividades de aprendizaje  |
|---|---|
| <p><b>Específica(s):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende los conceptos básicos de Big Data y donde se aplican en la industria 4.0.</li> <li>• Conoce la importancia de las 5V en el Big Data.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno expondrá los conceptos básicos del Big Data.</li> <li>• El alumno conocerá las 5V en relación con el Big Data. Expondrá cual es la diferencia de cada una de ellas.</li> <li>• Investigar, por equipos, acerca de ciclo de vida de los datos.</li> </ul> |



|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoce y aplica como se lleva a cabo el ciclo de vida de los datos en una nube electrónica.</li> </ul> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solucionar problemas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar las ventajas y desventajas de la metodología empleada.</li> </ul> |
|--|---|

### 3. Computación en la Nube (Cloud Computing)

| Competencias  | Actividades de aprendizaje   |
|---|--|
| <p><b>Específica(s):</b><br/>Conoce conceptos básicos del Cloud Computing y donde se aplican en la industria 4.0.<br/>Guarda, comprueba y maneja el acceso a datos de manera remota.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solucionar problemas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno expondrá los conceptos básicos del Cloud Computing.</li> <li>• El alumno conocerá donde poder guardar los datos de manera segura, así relacionará el Cloud Computing con el Big Data.</li> <li>• Expone y discute la diferencia entre Data Warehouse y minería de datos</li> <li>• El alumno maneja datos de manera remota para realizar una aplicación.</li> </ul> |

### 4. Inteligencia Artificial IA

| Competencias | Actividades de aprendizaje |
|--------------|----------------------------|
|--------------|----------------------------|

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Específica(s):</b><br/>Conoce conceptos básicos de Inteligencia Artificial y donde se aplican en la industria 4.0.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solucionar problemas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno expondrá los conceptos básicos de sistemas expertos</li> <li>• El alumno expondrá los diferentes conceptos de Soft Computing como: Sistemas Difusos y Redes Neuronales</li> <li>• El alumno expondrá los conceptos básicos de Visión Artificial</li> <li>• El alumno expondrá los conceptos básicos de Agente Inteligente.</li> </ul> |
|---|--|

### 5. Sistemas Autónomos (Robots Autónomos)

| Competencias   | Actividades de aprendizaje   |
|--|--|
| <p><b>Específica(s):</b><br/>Identifica y comprende la utilización de sistemas autónomos en la industria 4.0. Conoce como es el aprendizaje automático en un robot.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Solucionar problemas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Habilidades de investigación</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno expondrá los conceptos básicos de sistemas autónomos</li> <li>• El alumno realizara investigación de la aplicación de sistemas autónomos en la industria 4.0</li> <li>• Realizara trabajo en equipo para exponer el aprendizaje autónomo en robots en la actualidad.</li> </ul> |



## 8. Práctica(s)

- Práctica 1. Interfaces de programación de aplicaciones (API)
- Práctica 2. Recibir información de un sensor utilizando Arduino vía bluetooth
- Práctica 3. Recibir información de un sensor utilizando Arduino vía Ethernet.
- Práctica 4. Monitoreo remoto con WiFi utilizando Arduino.
- Práctica 5. Controlar un sensor vía remota.
- Práctica 6. Programar un microcontrolador para redes neuronales
- Práctica 7. Programar un microcontrolador para inteligencia artificial
- Práctica 8. Control inteligente de velocidad de un motor (hardware)
- Práctica 9. Control inteligente de velocidad de un motor (programación)

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, 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

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos
- Exposición con medios didácticos
- Reportes técnicos de prácticas de laboratorio
- Reportes escritos de las actividades de aprendizaje como mapas conceptuales
- Portafolio de evidencias

- Reporte del desarrollo del proyecto de asignatura
- Artículo técnico del desarrollo del proyecto de asignatura

### 11. Fuentes de información

1. P. Norvig y S. J. Russell (2009), Artificial Intelligence: A Modern Approach, Third edition, Pearson.
2. T. Mitchell (1997), Machine Learning, McGraw Hill.
3. Winston Patrick Henry (1992). Artificial Intelligence. Addison Wesley. Tercera edición.
4. Rolston, David W (1992). Principio de inteligencia artificial y sistemas expertos. Mc Graw-Hill.
5. Didier Dubois, Fuzzy Information Engineering. Wiler Computer Publishin
6. Judith E. Dayhoff, Neural Network Architectures. Van Nostrand Reinhold, New York
7. Patrick K. Simpson. Artificial Neural Systems, 1990, Pergamon Press, Inc
8. Bart Kosko, Neural Networks and Fuzzy Systems, Prentice Hall
9. Ben Krose, Patrick Van der Smagt, An Introduction Neural Network, eighth edition 1996
10. Eric M. Munson, Machine Vision, 1995, Mc Graw Hill
11. Loft A. Zadeh, Fuzzy Logic for the Management of uncertainty, Jhon Wiley & Sons Inc.
12. Patrick Henry Winston, Inteligencia Artificial, tercera edición, Addison Wesley Iberoamérica
13. Rafael E. González, Richard E. Woods, Tratamiento Digital de imágenes, Addison Wesley / Diaz de Santos

<https://blog.powerdata.es/el-valor-de-la-gestion-de-datos/bid/328882/la-evoluci-n-de-data-warehouse-con-el-big-data-analytic-data-warehouse>

<https://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2017/09/12/1155659/machine-learning-como-usa-big-data.html>

<https://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2017/09/12/1155659/machine-learning-como-usa-big-data.html>

<https://www.harbor.com.br/es/harbor-blog/2018/08/02/qual-e-o-papel-do-big-data-na-industria-4-0/>

<https://www.harbor.com.br/es/harbor-blog/2018/08/02/qual-e-o-papel-do-big-data-na-industria-4-0/>

<https://www.harbor.com.br/es/harbor-blog/2018/08/02/qual-e-o-papel-do-big-data-na-industria-4-0/>

<https://www.harbor.com.br/es/harbor-blog/2018/08/02/qual-e-o-papel-do-big-data-na-industria-4-0/>