

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Comunicaciones Digitales y Fibra Óptica
Clave de la asignatura:	TDC-1902
SATCA¹:	2 – 3 – 5
Carrera:	Ingeniería Electrónica

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Comunicaciones Digitales y Fibra Óptica es una asignatura enfocada a fortalecer y actualizar las competencias de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica que cursaron previamente la asignatura de Introducción a las Telecomunicaciones. De manera complementaria, la asignatura requiere del conocimiento de asignaturas como Teoría Electromagnética, Diseño con Transistores, Circuitos Eléctricos I y II, Probabilidad y Estadística, Mediciones Eléctricas, Ecuaciones Diferenciales y los diferentes tipos de Cálculo.

El objetivo de la asignatura radica en la exploración de la terminología y los elementos necesarios para conocer, manipular y diseñar sistemas de comunicación orientados al manejo de datos e infraestructura digital.

El temario está dividido principalmente en 3 grandes rubros. El primero de ellos consiste en los realizados a la señal en banda base y que involucra el formato de la señal, muestreo, cuantización y codificación. Además, se incluyen controladores fuente, de línea y de canal que permiten establecer un adecuado manejo de la transmisión y de la tasa de error. Como segundo rubro se consideran los procesos y técnicas empleadas en los sistemas de comunicación aplicados a pasa banda y que converge en las diversos tipos de modulación digital y la terminología alrededor de ellas. Por último, se explora un medio de comunicación ampliamente utilizado en los sistemas de comunicación digital debido a sus características de amplio ancho de banda, alta velocidad de transmisión y escasa interferencia electromagnética. Este medio es la fibra óptica. Se revisarán sus características y su relación directa con las comunicaciones digitales.

La importancia de la asignatura implica proporcionarle al egresado las competencias necesarias para desarrollar y conducir una experimentación adecuada empleando el análisis de sistemas de comunicación y de señales del tipo digital para su implementación y construcción de sistemas electrónicos que requieren de la transmisión

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

y recepción en corta, mediana y larga distancia para el intercambio de datos. Por otro lado, se espera que las competencias obtenidas al final del curso sean elementos básicos para las asignaturas de Comunicaciones Inalámbricas y Móviles, Interconexión y Operación de Redes IP así como para la de Tecnologías de Información que corresponden a la misma especialidad.

Finalmente, a través de las comunicaciones digitales y los sistemas de fibra óptica se pretende tener los elementos suficientes para poder diseñar, gestionar y fortalecer enlaces digitales y líneas ópticas aplicables a procesos industriales de la industria 4.0

Intención didáctica

La asignatura se encuentra organizada en seis unidades, las cuáles presentan los recursos necesarios para entender el comportamiento de los sistemas de comunicación digital, así como para conocer las secciones más importantes dentro de ellos.

La unidad 1 de denomina procesos de transmisión en banda base. En ella se abordan los requerimientos necesarios para ingresar una señal electrónica con información a un sistema con infraestructura digital además de tomar en cuenta las etapas necesarias desde su muestreo hasta su codificación. Se exploran diversas técnicas de modulación banda base requeridas para entender el concepto de PCM.

La unidad 2 llamada codificadores fuente y de canal aborda las principales técnicas a las que se someten los datos para un mejor aprovechamiento del recurso de ancho de banda del medio, así como para solventar los errores presentados ante la presencia de condiciones adversas de propagación. Estas técnicas permiten una transmisión de un mayor volumen de información, así como con una tasa de error de bit mínima controlada.

La tercera unidad es llamada sincronización y codificación de línea. En ella se analizan las técnicas que permiten sincronizar a los sistemas de transmisión y recepción tanto síncronos como asíncronos. Se hace alusivas las codificaciones de línea empleadas en redes de área local, así como aquellas aplicables a redes de área extensa necesarias en la sincronía de bit.

La unidad 4 llamada control de enlace de datos contempla la revisión de dos temas de amplia importancia, el control de errores de transmisión y el control de flujo. Para ambos casos se revisarán las técnicas más empleadas en los sistemas de comunicación.

La quinta unidad, procesos de transmisión en banda ancha contiene los elementos necesarios para entender a la modulación como proceso esencial para la etapa de radio frecuencia de sistemas de comunicación inalámbricos y móviles, así como para la multiplexación requeridos para el uso de medios de enlace de banda ancha tales como la fibra óptica.

La sexta y última unidad tiene por objetivo dar a conocer las principales características de construcción, operación e instalación de fibra óptica necesarios en enlaces de alta

velocidad y amplio ancho de banda.

Se sugiere que la asignatura de comunicaciones digitales y fibra óptica emplee las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación, para la adquisición y el procesamiento de datos, así como para la simulación de procesos y construcción de modelos representativos al medio y a los sistemas. El software que se recomienda emplear debido a su versatilidad es MATLAB aunque puede complementarse con cualquier lenguajes de programación sobre todo aquellos destinados a los sistemas embebidos.

Para vincular la teoría con la práctica es necesaria la realización de prácticas de laboratorio y simulaciones a través de MATLAB o algún otro software especializado. De la misma forma se puede complementar con la programación de sistemas microcontrolados y embebidos como Arduino, Raspberry, PICs, DSPs entre otros.

Para fortalecer la competencia de análisis de problemas se propone desarrollar problemas en aula que fomenten en el estudiante el análisis, la capacidad de abstracción y la evaluación de posibles soluciones. Estos problemas deberán ser del tipo teórico y práctico, principalmente a través del estudio de casos.

Se propone el desarrollo de actividades que fortalezcan en el estudiante su capacidad para indagar, comparar, evaluar y seleccionar los dispositivos más adecuados para la resolución de los problemas referentes a los sistemas de comunicación digital trabajados en las prácticas de laboratorio, así como en el desarrollo de un proyecto terminal. Este último partirá de una necesidad socioeconómica, ambiental o industrial que, a través del análisis, diseño, construcción, implementación, puesta a prueba y presentación de resultados permita que los conocimientos previos y actuales del estudiante se materialicen.

Las competencias genéricas que se están desarrollando con el tratamiento de los contenidos de esta asignatura son:

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad para organizar y planificar.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Compromiso con la calidad.
- Compromiso ético.
- Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
- Habilidad para la gestión de información, búsqueda y tratamiento.
- Capacidad para la solución de problemas.

- Capacidad para la toma de decisiones.
- Iniciativa y espíritu emprendedor.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.

Con la finalidad de que las competencias genéricas descritas sean desarrolladas, el profesor deberá formular en el estudiante actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminen hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y a la solución de problemas. Además, dentro de las actividades el profesor fomentará que el estudiante indague, compare, evalúe y seleccione los dispositivos idóneos para la conformación de circuitos que resuelvan problemáticas industriales.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
División de Ingeniería Electrónica del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE) Julio - agosto de 2019.	Comité para la conformación de la especialidad en: Tecnologías de comunicación para la industria 4.0. Academia de Especialidad de la carrera de Ingeniería Electrónica del TESE.	Comité para la conformación de la especialidad en: Tecnologías de comunicación para la industria 4.0.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Reconoce la operación de las etapas que conforman un sistema de comunicación digital a través de su análisis, diseño y construcción de cada una de ellas, así como su implementación de éstas en la transmisión y recepción de señales en aplicaciones industriales y comerciales a través de medios de enlace de banda ancha y alta velocidad.
Utiliza diversos medios de transmisión aplicables a los sistemas de comunicación digital reconociendo sus propiedades de operación y el rendimiento generado en su uso.
Reconoce, opera e implementa sistemas de comunicación digital normalizados a través de medios basados en cobre y fibra óptica dentro de procesos de la industria 4.0

5. Competencias previas

La asignatura requiere de competencias previas debido a su carácter de especialidad. Las competencias previas que requiere el estudiante son:

- Maneja equipo de cómputo.
- Comprende, analiza y sintetiza información de manuales técnicos y hojas de datos.
- Opera simuladores de circuitos electrónicos.
- Resuelve series y transformadas de Fourier.
- Resuelve de ecuaciones de primero y segundo orden.
- Resuelve problemas de probabilidad.
- Conoce el modelo de la ecuación de onda.
- Maneja scripts en MATLAB del toolbox de comunicaciones.
- Aplica técnicas de análisis de circuitos.
- Arma circuitos eléctricos y electrónicos tanto analógicos como digitales.
- Diseña circuitos lógicos combinacionales y secuenciales.
- Comprende los conceptos de potencia eléctrica.
- Conoce el funcionamiento de la amplificación.
- Conoce la operación de multiplexores y demultiplexores.
- Conoce los fundamentos de optoelectrónica.
- Opera dispositivos optoelectrónicos.
- Opera e interpreta los datos obtenidos de instrumentos de medición tales como multímetro, osciloscopio y analizador de espectros.
- Comprende el comportamiento de las ondas electromagnéticas.
- Conoce los elementos de un sistema de comunicación analógico.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Procesos de transmisión en banda base	1.1. Conceptos generales de transmisión en banda base. 1.1.1. Modulación por amplitud de pulsos (PAM) 1.1.2. Modulación por ancho de pulsos (PWM) 1.1.3. Modulación por posición de pulsos (PPM). 1.1.4. Modulación por codificación de pulsos (PCM) 1.2 Conceptos de PCM 1.2.1. Muestreo

		<ul style="list-style-type: none"> 1.2.2. Alias y filtro anti-alias. 1.3. Cuantización 1.3.1. Error de cuantización. 1.3.2. Ley A y ley μ. 1.3.3. Compansión digital. 1.4. Codificación.
2	Codificadores fuente y de canal.	<ul style="list-style-type: none"> 2.1. Codificación fuente. 2.1.1. Compresión con pérdidas. 2.1.2. Compresión sin pérdidas. 2.2. Codificador de canal. 2.2.1. Técnicas de detección de errores. 2.2.2. Técnicas de corrección de errores.
3	Sincronización y codificación de línea	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Conceptos de sincronización. 3.2. Transmisión asíncrona. 3.2.1. Sincronización por bit, byte y trama. 3.3. Transmisión síncrona. 3.3.1. Sincronización por bit y trama en una transmisión orientada a bits y a bytes. 3.4. Codificación de línea LAN 3.4.1. Codificación bipolar 3.4.2. Codificación manchester 3.4.3. Codificación manchester diferencial. 3.5. Codificación de línea WAN 3.5.1. Codificación AMI 3.5.2. Codificación B8ZS 3.5.3. Codificación HDB3 3.5.4. Codificación 4B3T 3.5.5. Codificación 2B1Q 3.5.6. Codificación 8B6T 3.6. Protocolos para sincronización de trama.
4	Control de enlace de datos	<ul style="list-style-type: none"> 5.1 Características del control de flujo 5.1.1. Protocolo Idle-RQ 5.1.2. Protocolo RQ Continuo. 5.1.3. Protocolo de ventana deslizante. 5.2. Administración del enlace. 5.3. Protocolo de control de enlace de datos de alto nivel (HDLC). 5.4. Protocolo de enlace de datos de punto a punto PPC y LCP.
5	Procesos de transmisión en pasa banda.	<ul style="list-style-type: none"> 3.1. Modulación digital 3.2. Modulación binaria. 3.2.1. Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK) 3.2.2. Modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) 3.2.3. Modulación por desplazamiento de fase (PSK) 3.3. Modulación m-aria 3.3.1. Constelación y diagrama de

		<p>dispersión 3.3.2. Símbolos I-Q 3.3.3. Modulación M-PSK 3.4. Modulación compuesta. 3.4.1. Modulación M-QAM 3.4.2. Modulación por desplazamiento mínimo (MSK) 3.4.3. Modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK). 3.4.4. Modulación por constelación de Trellis (TCM) 3.5. Relación SNR y Eb/No. 3.6. Módems y estándares. 3.7. Normas de comunicación digital para la industria 4.0. 3.8. Sistemas de comunicación de la industria 4.0</p>
6	Fibra óptica	<p>6.1. Conceptos generales de fibra óptica. 6.1.1. Fenómenos ópticos y ángulo crítico. 6.1.2. Modos de fibra. 6.1.3. Fuentes ópticas. 6.1.4. Detectores ópticos. 6.1.5. Multiplexaje por división de longitud de onda. 6.2. Componentes pasivos de una red óptica LAN 6.2.1. Tipos de cables de fibra óptica 6.2.2. Tipos de conectores y acopladores. 6.2.3. Cordones y jumpers de conexión óptica. 6.3. Parámetros y mediciones con equipos OLTS. 6.3.1. Atenuación 6.3.2. Presupuesto de potencia. 6.3.3. Equipos de mediciones 6.4. Empalmes. 6.4.1. Tipos, características y pérdidas de un empalme. 6.4.2. Empalmes por fusión. 6.4.3. Empalmes en bandeja y mangas. 6.4.4. Método de alineamiento de empalmes. 6.5. Estándares. 6.5.1 Estándar R ITU-T G.984 y G.987 6.5.2. ANSI/TIA/EIA-568-B.3 6.5.3. Estándares para redes industriales. 6.5.4. Estándares de comunicación digital para la industria 4.0</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

Procesos de transmisión en banda base	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determina las características de la modulación en banda base y su importancia en las comunicaciones digitales. • Diseña circuitos de muestreo y cuantización para sistemas de comunicación PCM. • Resuelve problemas de alias y de error de cuantización en sistemas PCM. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción. • Habilidades de investigación documental y de campo. • Capacidad de relacionar conceptos previos con actuales. • Medición de variables eléctrica empleando instrumentos de medición. • Capacidad de análisis de resultados. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuadro comparativo de los diferentes tipos de modulación banda base exponiendo sus características y aplicaciones. • Construcción de circuitos de modulación banda base y su análisis el dominio del tiempo y la frecuencia. • Ejercicios sobre teorema de muestreo y error de cuantización. • Ejercicios de expansión analógica y digital. • Cuadro comparativo entre ley A y ley μ.
Codificadores fuente y de canal.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construye y opera codificadores fuente aplicados a la compresión de datos. • Cuantifica las pérdidas de información producidas por la implementación de técnicas de compresión. • Utiliza técnicas de detección de errores para el control de transmisión de datos en un sistema digital. • Implementa algoritmos de procesamiento para la corrección de errores en sistemas de comunicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa mental sobre las técnicas mas utilizadas en la compresión de datos. • Implementación de una técnica de compresión de datos a través de la programación de un algoritmo. • Ejercicios sobre capacidad de compresión y pérdidas en codificadores fuente. • Cuadro comparativo sobre las diferentes técnicas de detección y corrección de errores. • Ejercicios de detección de errores por paridad, suma de bloque y redundancia cíclica.

<p>digital remotos. Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción. • Habilidades de matemáticas para computación. • Habilidades de investigación documental y de campo. • Capacidad de análisis de resultados. • Capacidades de resolución de problemas estadísticos y probabilísticos. • Habilidades para el armado y medición de circuitos eléctricos y electrónicos. • Manejo de instrumentos de medición. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Armandos de circuito detector de errores. • Ejercicios de corrección de errores por códigos convolucionales.
<p>Sincronización y codificación de línea</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliza los protocolos y técnicas para la sincronización de los sistemas de comunicación digital. • Diseña circuitos de codificación de línea aplicados en redes LAN y redes WAN. • Demuestra el uso de técnicas de sincronización de trama para la comunicación síncrona y asíncrona. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad para relacionar conceptos con elementos prácticos. • Habilidades para el armado y medición de circuitos eléctricos y electrónicos. • Manejo de instrumentos de medición. • Interpretación de resultados y análisis de problemática. • Habilidades para el reporte de actividades. • Desarrollo y presentación de proyectos. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios gráficos de codificación de línea. • Cuadro comparativo con características de las técnicas de codificación. • Construcción y puesta en operación de diversas técnicas de codificación en un sistema de comunicación digital. • Ejercicios de sincronización de bit, byte y trama para sistemas síncronos y asíncronos.
<p>Control de enlace de datos</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>

<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compara los diferentes protocolos empleados para el control de flujo de un sistema de comunicación. • Utiliza los protocolos de control de flujo para su implementación en sistemas de comunicación digital. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción. • Habilidades de investigación documental y de campo. • Capacidad de relacionar conceptos previos con actuales. • Medición de variables eléctrica empleando instrumentos de medición. • Capacidad de análisis de resultados. • Trabajo en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuadro comparativo de técnicas de control de flujo. • Programación de un control de flujo de datos por paro y espera. • Programación de un control de flujo de ventana deslizante. • Implementación de un control de flujo en un sistema de transmisión digital.
<p>Procesos de transmisión en pasa banda.</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detecta las principales características de las técnicas de modulación digital enfatizando sus ventajas y desventajas de cada una. • Representa símbolos modulados en constelaciones y diagramas de dispersión. • Calcula la relación de señal a ruido y energía de bit en un sistema de comunicación digital y relaciona sus valores con su rendimiento. • Diferencia las características de los módems actuales detallando los estándares empleados en su operación. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción de datos. • Representación de puntos en mapa cartesiano. • Realización de cálculos algebraicos. • Capacidad de relacionar conceptos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicios de simbología I-Q para modulaciones de fase. • Construcción de moduladores a partir de su constelación y viceversa. • Diseño y armado de moduladores digitales. • Implementación de un modulador digital a un sistema de comunicación.

<p>preliminares con actuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad de diferenciación de términos y conceptos. Capacidad de análisis de resultados. Trabajo en equipo. 	
<p>Fibra óptica</p>	
<p>Competencias</p>	<p>Actividades de aprendizaje</p>
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Detalla las características generales de la fibra óptica que permiten su uso en comunicaciones. Especifica los tipos de fibra óptica para comunicaciones. Reconoce los dispositivos electrónicos necesarios para hacer uso de la fibra óptica en enlaces de comunicaciones. Emplea fibra óptica y conectores para realizar líneas de transmisión normalizadas. Manipula instrumentos de medición empleados en la fabricación e instalación de cordones de fibra óptica para comunicaciones. Opera los instrumentos necesarios para realizar un empalme de fibra óptica, así como para su prueba y validación. Entiende los estándares empleados en comunicaciones ópticas. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacidad de abstracción. Habilidades de investigación documental y de campo. Capacidad de relacionar conceptos previos con actuales. Medición de variables eléctrica empleando instrumentos de medición. Capacidad de análisis de resultados. Trabajo en equipo. Comunicación verbal y escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> Cuadro comparativo de los diferentes tipos de conductores ópticos empleados en comunicaciones. Realización de un enlace de comunicación empleando fuentes y detectores ópticos. Empleo del medidor de potencia óptica en un enlace de comunicación. Armado de cordones ópticos empleando conectores ST, FC, LC y/o SC. Empalmado de una fibra óptica empleando la técnica de fusión. Reconocimiento de las normas empleadas en la instalación de redes de fibra óptica para aplicaciones de datos e industriales.

8. Práctica(s)

1. Muestreo y PAM
2. Modulación PCM y PCM Delta.
3. Controlador de errores por paridad.
4. BER y SER con codificador convolucional.
5. Codificación y decodificación bipolar y manchester.
6. Control de flujo paro y espera.
7. Diagrama de dispersión en sistemas PSK y QAM
8. Medición de potencia óptica en fibra óptica.
9. Detectores ópticos y Multiplexaje por división de longitud de onda.
10. Conectorización y empalme.

9. Proyecto de asignatura

▪ **Objetivo**

Diseña y construye un sistema de transmisión y recepción digitales para el envío de señales analógicas moduladas en banda base.

• **Fundamentación:**

El alumno identificará una necesidad en la cuál se requiera la implementación de un sistema de comunicación digital en formato alámbrico o inalámbrico.

Se pretende trabajar:

Principios de medición de señales en el dominio del tiempo y de la frecuencia, empleo de amplificadores operacionales, diseño de convertidores análogo-digitales, manejo de técnicas de modulación digital, utilización de electrónica de potencia, principios de antenas y construcción de estas en caso necesario.

• **Planeación:**

Se pretende que el alumno realice un prototipo funcional durante el tiempo en el que se curse la asignatura. El prototipo deberá ser reportado a través de un informe que contendrá:

- Problemática.
- Estado del arte.
- Propuesta de solución.
- Diseño del sistema.
- Descripción detallada del prototipo.
- Resultados
- Análisis de resultados.
- Conclusiones.

El informe deberá entregarse parcialmente con los avances presentes durante el primero y segundo periodo y con la entrega final al término del tercer parcial.

- **Ejecución:**

Consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir refiere a la construcción del prototipo propuesto según el modelo y diseño realizado y validado previamente por el docente. En esta etapa se debe compaginar los resultados prácticos con los teóricos identificados en la planeación y en el diseño propuesto.

- **Evaluación:**

La evaluación es integral y se llevara a cabo durante los 3 parciales que permiten justificar el avance de su proyecto, que para cada indicador en la evaluación consiste en un 50 % asignado para el proyecto considerando prácticas de laboratorio encaminadas a la adaptación en cada uno de los proyectos del grupo y por último el 50 % el examen como último indicador que se puede cambiar según la naturaleza de la materia y que se propone sea un examen.

10. Evaluación por competencias

La evaluación de la asignatura será del tipo sumativo y tendrá como elementos un examen cuyo porcentaje se propone sea de 50% de la calificación de la materia. El resto de la calificación se deberá distribuir entre las prácticas de laboratorio desarrolladas en el curso a nivel físico y a nivel de simulación, así como en el diseño, construcción y puesta en operación de un proyecto terminal.

De manera complementaria y con el objeto de reforzar los conocimientos y competencias del estudiante se trabajará con ejercicios en clase y tareas que podrán integrarse en la calificación compartiendo el porcentaje con la evaluación de examen.

Las prácticas de laboratorio serán desarrolladas a nivel físico en el laboratorio de comunicaciones a través del diseño y operación de circuitos que comprueben el procedimiento, protocolo o técnica empleada en comunicaciones digitales. Además, deberán ser reportadas argumentando las competencias obtenidas en su desarrollo.

Respecto al proyecto, éste deberá cubrir competencias de la asignatura debiendo cubrir necesidades del entorno social o académico. La evaluación del proyecto deberá incluir la operación del prototipo, el informe con las competencias desarrolladas, así como una exposición final.

11. Fuentes de información

Brijendra Singh. Data Communications and Computer Networks 4th Edition. Editorial PHI Learning. India. 2014

Jesús Beas Arco y José Carlos Gallego Cano. Infraestructura de red. Editex. Madrid. 2019.

Isidro Berral Montero. Instalación y mantenimiento de redes para Transmisión de datos. Ed. Paraninfo. España. 2014.

James F. Kurose. Redes de computadoras. Un enfoque descendente. 5^a. edición. Ed. Pearson. España. 2010.

Juan Carlos Martín Castillo. Instalaciones de Telecomunicaciones. Editex. Madrid. 2019.

Wayne Tomasi. Sistemas de comunicaciones electrónicas. 4^a. ed. Ed. Prentice Hall. 2003.

Fred Halsall. Redes de computadoras e internet. 5^a edición. Ed. Pearson. México. 2006.

William Stallings. Comunicaciones y redes de computadores. 7^a. ed. Ed. Pearson – Prentice Hall. España. 2004.

Mischa Schwartz. Redes de Telecomunicaciones. Protocolo, modelado y análisis. Ed. Addison Wesley Iberoamericana. México. 1994.

Fred Halsall. Comunicación de datos, redes de computadoras y sistemas abiertos. Ed. Addison Welsey Iberoamericana. México. 1998.

Bernard Sklar. Digital Communications: Fundamentals and Applications, 2nd ed. Ed. Prentice Hall. USA. 2001.

Bernard Sklar y F.J. Harris. The ABCs of linear block codes. IEEE Signal Processing Magazine (Volume: 21, Issue: 4 , July 2004). IEEE. 2004.

Vijay K. Garg. Wireless Communications and Networking. Ed. Morgan Kaufmann Publishers. USA. 2007.

Joyanes, Luis. Industria 4.0. La cuarta revolución industrial. Ed. Alfaomega. 2017.

Martínez, Luis; Guerrero, Vicente y Yuste Ramón. Comunicaciones industriales. Ed. Alfaomega. 2009