



## UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

|              |  |       |       |       |
|--------------|--|-------|-------|-------|
| DEPARTAMENTO | ELECTRÓNICA Y CIRCUITOS                          |       |       |       |
| ASIGNATURA   | <b>EC4474 SISTEMAS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS</b> |       |       |       |
| HORAS/SEMANA | T : 3  | P : 0 | L : 0 | U : 3 |
| REQUISITOS   | EC2423   |       |       |       |

### PROGRAMA

#### OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

El objetivo de este curso es proporcionar al estudiante una visión global de los principios, técnicas y tecnologías que rigen la comunicación de señales a través de fibras ópticas, así como de sus implicaciones en el diseño de sistemas de telecomunicación.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudiar la naturaleza de la luz, su comportamiento al ser confinada en guías de ondas dieléctricas y los fenómenos a que se ve sometida a medida que se propaga por conductores ópticos.
2. Definir y clasificar las fibra ópticas.
3. Estudiar la naturaleza de los materiales vidrios y analizar los diversos métodos de fabricación de fibras ópticas, destacando ventajas y diferencias en cada método.
3. Conocer los principios de la conversión electro-óptica y óptico-eléctrica, resaltando los principales tipos de fotoemisores y fotodetectores usados en las comunicaciones ópticas, su funcionamiento, y sus parámetros .
4. Describir las diferentes opciones de unión entre fibras, cuidados y efectos de las pérdidas por desalineación, explicando los tipos de empalmes y conectores.
5. Diseñar de un sistema de comunicaciones ópticas típico.
6. Estudiar las diferentes técnicas de planificación e instalación de sistemas ópticos.
7. Conocer los parámetros clave a medir en una fibra óptica, así como el equipamiento involucrado en tales mediciones.
8. Conocer los sistemas donde se usa la fibra óptica como medio de transmisión, resaltando las aplicaciones y características distintivas de cada uno.

9. Analizar las tecnologías de punta que están siendo aplicadas en aquellos sistemas de última generación.

## **CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN. Reseña Histórica. Esquema de un Sistema de Comunicaciones Ópticas. Diagnóstico de la Tecnología Óptica. Evolución de la Tecnología Óptica. Desarrollo de las Comunicaciones Ópticas en Venezuela

2. GUÍA DE ONDAS ÓPTICAS. Principios de Propagación de la Luz. Índice de refracción. Reflexión de la luz. Refracción de la luz. Reflexión total interna. La Fibra Óptica. Apertura numérica. Perfil de Índice de refracción. Modos en guía de ondas ópticas cilíndricas. Análisis modal. Propagación de la Luz por Fibras Ópticas. Atenuación. Ventanas de Operación de las Fibras Ópticas. Dispersión . Clasificación de las Fibras Ópticas según el perfil del índice de refracción, según el número de modos y según el tipo de dispersión cromática. Especificaciones típicas de Fibras Ópticas

3. FABRICACIÓN DE FIBRAS ÓPTICAS. Materiales. Fabricación de Vidrios Silicato (cuarzo). Producción de Preformas. Métodos. Métodos por Deposición de Fase Gaseosa. Método ODV. Método VAD. Método MCVD. Método PCVD. Estirado.

4. CABLES DE FIBRAS ÓPTICAS. Objetivos de diseño del cable. Protección de la fibra. Protección suelta. Protección suelta multifibra. Protección ajustada. Protección compacta. Técnica de cinta. Elementos de composición del cable. Alma del cable. Vaina o cubierta. Armadura. Cubierta protectora. Tipos de cables ópticos: cables para exteriores (larga distancia), de estructura suelta, para interiores (corta distancia), especiales. Ejemplos Comerciales de cables ópticos

5. CONVERSIÓN ÓPTICO-ELÉCTRICA Y ELÉCTRICO-ÓPTICA. Fotoemisores: características de los materiales, principio de emisión espontánea, diodos LEDs, principio de emisión estimulada, diodos LASER, parámetros característicos en fotoemisores, ejemplos Comerciales. Fotodetectores: principio de conversión óptico-eléctrica, definiciones, responsividad, velocidad de respuesta y ancho de banda, fotodiodo PIN, fotodiodo de Avalancha, análisis de ruido, parámetros característicos en fotodetectores, ejemplos comerciales, comparación entre Fotodetectores.

6. CONECTORES Y EMPALMES PARA FIBRAS ÓPTICAS. Generalidades de uniones entre dos Fibras Ópticas: pérdidas de inserción, de retorno y por desalineación. Conectores: clasificación, conectores de férulas, elaboración, ejemplos comerciales. Empalmes: características, clasificación, empalmes por fusión, por adhesión y mecánicos, metodologías, mangas de conexión.

7. PLANIFICACIÓN E INSTALACIÓN DE UN ENLACE DE FIBRA ÓPTICA. Estrategias Generales de Diseño. Enlaces de Fibra Óptica. Técnica de Planificación para Balance de Potencia. Cálculo Tiempo de Alzada / Ancho de Banda. Diseño de la Planta Externa: margen de potencia, pérdida máxima del trayecto de planta externa, planificación de una instalación de plante externa. Tipos de instalaciones de Fibras ópticas: arcos y en trinchjeras, canalizadas, aéreas, submarinas. Disponibilidad. Diseño con redundancia, diversidad y encaminamiento alternativo. Evaluación de la disponibilidad y soporte de mantenimiento.

8. PRUEBAS Y MEDICIONES. Precaución para Mediciones. Alineación de la fibra. Terminación de las caras de la fibra. Supresión de modos en el revestimiento. Condiciones de Inyección de la Luz: técnicas, supresor de modos de revestimiento, mezclador de modos, filtro de modos. Medida de la Atenuación: métodos de corte, de inserción, de retrodispersor. Medida de Ancho de Banda para Fibras Multimodo: en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Medida de Dispersión Total para Fibras Monomodo: métodos de desplazamiento de fase y de retardo de impulsos.

9. SISTEMAS POR FIBRA ÓPTICA. Topologías de Red: lógicas, físicas. Aplicaciones de Sistemas por FO: instalaciones en oficinas y en plantas industriales. Sistemas submarinos. Sistema multiplexado. Ethernet. FDDI.

10. TÉCNICAS AVANZADAS EN SISTEMAS ÓPTICOS. Amplificadores Ópticos.: principios, tipos, aplicaciones, Multiplexaje por División de Longitud de Onda (WDM): principios, nomenclatura de las bandas, CWDM, DWDM, multiplexores completamente ópticos. Fibras de muy baja Atenuación. Técnicas de solitones

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La estrategia metodológica para la ejecución del curso es la de clases magistrales con ciclos de preguntas y respuestas y discusión colectiva, sesiones prácticas guiadas con resolución de ejercicios, consulta individual y apoyo audiovisual.

### **ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN**

Las estrategias de evaluación consisten en una combinación de evaluaciones teórico/prácticas de tipo escrito, tareas y proyectos de investigación.

### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Dutton, H. Understanding Optical Communication. Prentice. 2001.
2. D. Spirit & M. O'Mahony. High Capacity Optical Transmission Explained. Wiley. 1995.
3. Mahlke / Gössing. Cables De Fibras Optica. Siemens, 1986.
4. Juan Bedmar Izquierdo. Telecomunicación a Través De Fibras Opticas. Colección técnica AHCIET - ICI, 1986.
5. H. Jardon Aguilar y R. Linares y Miranda. Sistemas De Comunicaciones por Fibra Optica. Marcombo, 2000.
6. Bob Chomycz. Instalaciones de Fibra Optica, Fundamentos Técnicas y Aplicaciones. Mc. Graw Hill, 1998.
7. Aldo N. Bianchi. Comunicaciones Opticas, Guía de Teoría. Universidad de Carabobo, 1989.

8. Peter C. Cheo. Fiber Optics & Optoelectronics. Prentice Hall, 1987.
9. R. Díaz De La Iglesia, M. Lopez-Amo. Comunicaciones Ópticas. Universidad Politécnica de Madrid. ETSI, 1990.
10. D. Marcuse. Light Transmission Optics. Bell Laboratories Series, 1990.
11. Yasuharu Suematsu & Yen I Chin Iga.. Introduction To Optical Fiber Communications. Wiley. 1982.
12. Millar, S & Chinoweth, A.. Optical Fiber Communications. Academic Press, 1979.
13. Senior, J. Optical Fiber Communication: Principles And Practice. Pearson. 1992.