

CURSO DE POSTGRADO:

Comunicaciones Ópticas Coherentes

AÑO: 2025	CUATRIMESTRE: Primero
CARGA HORARIA: 80 horas	No. DE CRÉDITOS: 4
CARRERA: Doctorado en Ciencias de la Ingeniería	
RESPONSABLE ACADÉMICO: Dr. Mario R. Hueda	
MODALIDAD: Híbrida (Presencial y Virtual Sincrónica)	

OBJETIVOS:

El objetivo de este curso es brindar los conceptos teóricos fundamentales sobre de transceptores coherentes para sistemas de comunicaciones por fibra óptica. Estos conceptos resultan de gran importancia para estudiantes e investigadores interesados en el procesamiento digital de señales (DSP) aplicado a comunicaciones ópticas, y en particular, el estudio, diseño e implementación de transceptores coherentes.

PROGRAMA:

Unidad I: FIBRA OPTICA Y SISTEMAS COHERENTES(22 hs).

Atenuación de la fibra. Dispersión cromática (CD). Dispersión por modo de polarización (PMD). Propagación del pulso. Efectos no lineales. Ruido de fase. Ruido de emisión espontánea amplificada (ASE). Relación señal-ruido óptica ($OSNR$). Modelos de simulación del canal de fibra óptica con CD y PMD (*Split-Step Fourier Method*). Estructuras de transmisores y receptores coherentes con doble polarización. Evaluación por simulación del desempeño para diferentes modulaciones (por ejemplo: BPSK, QPSK, QAM8, QAM16).

Unidad II: ECUALIZACIÓN (22 hs).

Compensación de la dispersión cromática. Ecuación en el dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier (FFT). Métodos de *overlap-add* y *overlap-save*. Criterios de diseño. Análisis de desempeño y complejidad. Compensación de la dispersión por modo de polarización. Ecuación lineal de múltiples entradas/múltiples salidas con espaciado fraccional. Algoritmo del gradiente estocástico: estabilidad y convergencia. Técnica de cambio de marchas (*gear-shift*). Control de deriva de coeficientes.

Unidad III: RECUPERACIÓN DE FASE Y FRECUENCIA DE PORTADORA (14 hs).

Lazo de enganche de fase en tiempo discreto. Detectores de fase. Recuperación de portadora por asistido por decisiones. Recuperación de portadora de potencia N . Esquemas directos: algoritmo de *Viterbi&Viterbi*. Algoritmo de *búsqueda de fase ciega (BPS)*. Detector de frecuencia rotacional. Evaluación de función de transferencia.

Unidad IV: RECUPERACIÓN DE SINCRONISMO (18 hs).

Conceptos básicos de recuperación de sincronismo. Fase de muestreo y jitter. Método de la línea espectral. Impacto del exceso de ancho de banda. Algoritmo WDM . Algoritmo de Gardner. Evaluación de la función de transferencia y tolerancia al jitter. Impacto de la CD y PMD en el desempeño del lazo de recuperación de sincronismo.

Unidades I-IV: EXÁMEN FINAL (4 hs).

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- *Digital Communication*, J. Barry, E. Lee y D. Messerschmitt, Springer, 2004.
- *Wavelength Division Multiplexing: A Practical Engineering Guide*, K. Grobe y M. Eiselt, Wiley, 2014.
- *Robust Optical Transmission Systems: Modulation and Equalization*, Dirk van den Borne, 2008.

METODOLOGÍA:

Para el dictado del curso se definen tres actividades claramente diferenciadas:

- *Teórico (T)*: exposición de los conceptos teóricos del curso por parte del docente.
- *Práctico (P)*: desarrollo de ejemplos por parte del docente y realización de problemas por parte del alumno.
- *Laboratorio (L)*: análisis en computadora por parte del alumno con la supervisión del docente. Por este motivo se precisa que el estudiante tenga manejo de herramientas como Matlab y/o Python.

ARANCELES:

El curso no tendrá ningún costo para estudiantes de grado, posgrado y docentes.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN:

Al finalizar el dictado del curso se realizará una evaluación escrita con problemas y desarrollos teóricos.

ACTIVIDADES DE LABORATORIO:

El curso incluye la realización de simulaciones en computadora para profundizar los conceptos teóricos dictados en las distintas unidades. El contenido de estas actividades se detallan más adelante.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA:

Para el dictado del curso se tiene previsto un total de 80 hs reloj con el docente según la siguiente distribución:

CARGA HORARIA DE CLASE CON EL DOCENTE

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICO (T)	40
PRÁCTICO (P)	10
LABORATORIO (L)	30
TOTAL DE CARGA HORARIA	80

CRONOGRAMA DE CLASES:

El curso se divide en módulos diarios (clases) de 6-8 hs de duración total efectiva. Se tienen previsto dos modalidades para el dictado:

- *Bimestral*: este modo consiste de dos módulos (clases) semanales.
- *Cuatrimestral*: en este caso se tiene un módulo (clase) semanal.

La elección de la modalidad será definida oportunamente por el docente. En la siguiente página se presenta el cronograma detallado de las clases.

CLASE	UNIDAD	TEMARIO	T (hs)	P (hs)	L (hs)
1	I	Atenuación de la fibra. Dispersión cromática (<i>CD</i>). Dispersión por modo de polarización (<i>PMD</i>). Propagación del pulso. Modelos de simulación del canal de fibra óptica con <i>CD</i> y <i>PMD</i> (<i>Split-Step Fourier Method</i>).	4	-	3
2	I	Efectos no lineales. Ruido de fase. Ruido de emisión espontánea amplificada (<i>ASE</i>). Relación señal-ruido óptica (<i>OSNR</i>).	3	-	4
3	I	Estructuras de transmisores y receptores coherentes con doble polarización. Evaluación por simulación del desempeño para diferentes modulaciones (por ejemplo: BPSK, QPSK, QAM8, QAM16)..	4	-	4
4	II	Compensación de la dispersión cromática. Ecuación en el dominio de la frecuencia usando la transformada rápida de Fourier (<i>FFT</i>). Métodos de <i>overlap-add</i> y <i>overlap-save</i> .	4	4	-
5	II	Criterios de diseño. Análisis de desempeño y complejidad. Compensación de la dispersión por modo de polarización. Ecuación lineal de múltiples entradas/múltiples salidas con espaciado fraccional.	4	4	-
6	II	Ecuación adaptiva. Algoritmo del gradiente estocástico: estabilidad y convergencia. Técnica de cambio de marchas (<i>gear-shift</i>). Control de deriva de coeficientes.	3	-	3
7	III	Lazo de enganche de fase en tiempo discreto. Detectores de fase. Recuperación de portadora por asistido por decisiones. Recuperación de portadora de potencia <i>N</i> .	3	2	3
8	III	Esquemas directos: algoritmo de <i>Viterbi&Viterbi</i> . Algoritmo de <i>búsqueda de fase ciega</i> (<i>BPS</i>). Detector de frecuencia rotacional. Evaluación de función de transferencia..	3	-	3
9	IV	Conceptos básicos de recuperación de sincronismo. Fase de muestreo y jitter. Método de la línea espectral. Impacto del exceso de ancho de banda. Algoritmo <i>WDM</i> .	3	-	3
10	IV	Algoritmo de Gardner. Evaluación de la función de transferencia y tolerancia al jitter.	3	-	3
11	IV	Impacto de la <i>CD</i> y <i>PMD</i> en el desempeño del lazo de recuperación de sincronismo.	3	-	3
12	I-IV	Exámen Final	3	-	1
HORAS TOTALES			40	10	30