

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/103

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR:

NOMBRE(S): NARLY DANNEY APELLIDOS: BASTO MORENO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): KARLA CECILIA APELLIDOS: PUERTO LÓPEZ

NOMBRE(S): GABRIELA ALEJANDRA APELLIDOS: SIERRA PEÑARANDA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DISPERSIVOS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES ÓPTICO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE ONDA GRUESA.

RESUMEN

En los últimos años los avances tecnológicos en cuanto a las comunicaciones aportan mayor acceso a servicios y rapidez en los procesos de información, permitiendo satisfacer las necesidades primordiales requeridas por los usuarios, como: el ancho de banda, velocidad de transmisión y la flexibilidad en el acceso a la información transmitida. Uno de estos avances tecnológicos, es la comunicación por fibra óptica, la cual permite enviar mayor información y acceder a servicios con gran velocidad y calidad. Sin embargo, en estos sistemas se presentan fenómenos de orden lineal y no lineal, los cuales causan degradación en la señal de información transmitida. Debido a esto, la presente investigación está enfocada en estudiar, simular y evaluar un sistema de comunicación óptico empleando la técnica CWDM a través de Matlab, cuyo objetivo principal se basa en analizar los efectos dispersivos de orden lineal y no lineal, como lo son: la atenuación, la dispersión, SPM, XPM y FWM; permitiendo identificar los efectos de estos fenómenos en la señal de información transmitida.

PALABRAS CLAVE: SISTEMA DE COMUNICACIÓN ÓPTICO, MULTIPLEXACIÓN, FENÓMENOS LINEALES Y NO LINEALES.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 102 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 30 CD ROOM: 1

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DISPERSIVOS EN UN SISTEMA DE
COMUNICACIONES ÓPTICO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE MULTIPLEXACIÓN POR
DIVISIÓN DE ONDA GRUESA.

NARLY DANNEY BASTO MORENO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DISPERSIVOS EN UN SISTEMA DE
COMUNICACIONES ÓPTICO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE MULTIPLEXACIÓN POR
DIVISIÓN DE ONDA GRUESA.

Presentado por:

NARLY DANNEY BASTO MORENO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director:

KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ

M.Sc. Ingeniería en telecomunicaciones.

Codirector:

GABRIELA ALEJANDRA SIERRA PEÑARANDA

Ing. Electrónica

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2018

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 06 DE NOVIEMBRE DE 2018

Hora: 08:00

Lugar: AULAS GENERALES, AG104

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DISPERSIVOS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES ÓPTICO EMPLEANDO LA TÉCNICA DE MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE ONDA GRUESA."

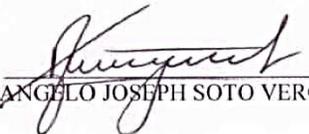
Jurados: IE MSc. GEINER GIOVANNY BARBOSA CASANOVA
IE MSc. ANGELO JOSEPH SOTO VERGEL

Director: IE MSc. KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ
Codirector: IE Esp. GABRIELA ALEJANDRA SIERRA PEÑARANDA

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
NARLY DANNEY BASTO MORENO	1161034	CINCO, CERO (5,0)

LAUREADA


GEINER G. BARBOSA CASANOVA


ANGELO JOSEPH SOTO VERGEL


Vo.Bo. DINAEL GUEVARA IBARRA, IE PhD
Coordinador (e) Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

Dedicatoria

A Dios.

Por estar conmigo en cada paso que doy, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi formación profesional, por iluminarme y darme sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor. Gracias a Dios por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi familia.

Por todo su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de mi vida. En especial a mi madre, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Narly Danney Basto Moreno

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a:

A todos los profesores y compañeros que hicieron parte de este proceso de aprendizaje y a los miembros del grupo de investigación y desarrollo en telecomunicaciones GIDET, especialmente a la M.Sc. Karla Cecilia Puerto López y al PhD. Dinael Guevara Ibarra por su confianza, orientación y apoyo en todo este proceso de formación profesional. A todos ellos infinitas gracias.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Descripción del Problema	16
1.1 Planteamiento del Problema	16
1.2 Justificación	17
1.3 Alcances	18
1.4 Objetivos	19
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivos Específicos.	19
1.5 Limitaciones y Delimitaciones	20
1.5.1 Limitaciones	20
1.5.2 Delimitaciones	20
2. Marco Referencial	21
2.1 Antecedentes	21
2.2 Marco Teórico	23
2.2.1 Sistema de Comunicación Óptico	23
2.2.2 Etapa de Transmisión y Generación	24
2.2.2.1 Espectro de Radiofrecuencia	24
2.2.2.2 Modulación de amplitud en doble banda lateral	25
2.2.2.3 Fuentes ópticas	26
2.2.2.4 Teorema de Nyquist	27
2.2.2.5 Modulador Mach Zehnder	27
2.2.2.6 Multiplexación por división de onda gruesa (CWDM)	28
2.2.3 Amplificador Óptico	28
2.2.4 Canal de Transmisión	29
2.2.4.1 Teoría básica de la fibra óptica	29
2.2.4.2 Principio de funcionamiento y propagación de la luz a través de la fibra óptica	30
2.2.4.3 Tipos de fibra óptica	33

	8
2.2.4.4 Degradaciones presentes en la fibra óptica	35
2.2.5 Etapa Receptora	38
2.2.5.1 Fotodetector	38
2.2.6 Software de simulación Matlab	39
2.2.6.1 Simulink	39
2.3 Marco Legal	40
3. Metodología	41
3.1 Tipo de Investigación	41
3.2 Diseño Metodológico	41
3.2.1 Recopilar información a través de la web, libros, proyectos de tesis y artículos científicos sobre sistemas ópticos, técnica de multiplexación CWDM y los fenómenos lineales y no lineales presentes en la fibra	41
3.2.2 Realizar a través del software Matlab la etapa de generación de la señal a través del sistema óptico empleando la técnica CWDM	42
3.2.3 Realizar a través del software Matlab la etapa final del sistema óptico de comunicación	43
3.2.4 Dar a conocer y divulgar los resultados del proyecto de investigación mediante conferencias institucionales y publicaciones en artículos o revistas	44
4. Resultados	45
4.1 Objetivo 1: Recopilar información a través de la web, libros, proyectos de tesis y artículos científicos sobre sistemas ópticos, técnica de multiplexación CWDM y los fenómenos lineales y no lineales presentes en la fibra	45
4.1.1 Norma ITU (Unión Internacional en Telecomunicaciones)	46
4.1.1.1 Recomendación UIT-T G694.2	46
4.1.2 Modulador Mach Zehnder	47
4.1.3 Amplificador Óptico	49
4.1.4 Ecuación no lineal de Schrödinger	50
4.1.5 Efecto electro-óptico Kerr	51
4.2 Objetivo 2: Realizar a través del software Matlab la etapa de generación de la señal a través del sistema óptico empleando la técnica CWDM	54
4.2.1 Señal de Información	55

	9
4.2.2 Modulador Mach Zehnder	56
4.2.3 Fuente Óptica	56
4.2.3.1 Multiplexación por División de Ondas Gruesas (CWDM)	56
4.2.4 Amplificador Óptico	57
4.3 Objetivo 3: Realizar a través del software Matlab la etapa final del sistema óptico de comunicación	58
4.3.1 Canal de Transmisión	58
4.3.1.1 Subsistema Fenómenos Lineales	59
4.3.1.2 Subsistema Fenómenos no lineales	61
4.3.2 Etapa Receptora	62
4.3.2.1. Fotodetector	63
4.3.2.2. Fuentes de ruido	64
4.3.2.3 Filtros	66
4.3.3 Evaluación del sistema de comunicación óptico	67
4.3.3.1. Análisis de los efectos lineales	68
4.3.3.2. Análisis de los efectos no lineales	72
4.4 Objetivo 4: Dar a conocer y divulgar los resultados del proyecto de investigación mediante conferencias institucionales y publicaciones en artículos o revistas	85
Conclusiones	89
Referencias	91
Anexos	96