



RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): RUDY PAOLO APELLIDOS: BAEZ PARADAFACULTAD: INGENIERÍAPLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): KARLA CECÍLIA APELLIDOS: PUERTO LÓPEZTÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): EVALUACION A TRAVÈS DE UN SOFTWAREESPECIALIZADO DE LOS EFECTOS LINEALES Y NO LINEALES EN UN SISTEMADE RADIO SOBRE FIBRA EMPLEANDO LA TÉCNICA MULTIPLEXACION PORDIVISION DE ONDAS DENSAS

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se establece como objetivo principal modelar y simular un sistema de Radio sobre Fibra (Radio over Fibre, RoF) regido por las normas de la unión internacional de telecomunicaciones (International Telecommunications Union, ITU) que permita evaluar las degradaciones de origen lineal y no lineal como lo son, la atenuación, automodulación de fase, modulación de fase cruzada y mezclado de cuarta onda respectivamente, presentadas en el canal de transmisión. Por lo cual, se establece la velocidad de canal en 10 Gbps, potencia de entrada de 30mW, la técnica de multiplexación por división en longitud de onda densa (Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM) con esparcimiento entre canal de 50 GHz y distancias para las transmisiones de 40, 60 y 80 km. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos por la investigación que permiten evidenciar que se respeta la tasa de error de bit (Bit Error Rate, BER) para tecnología DWDM y que los efectos del canal de comportamiento lineal y no lineal son proporcionales a las distancias de transmisión de fibra óptica seleccionadas.

PALABRAS CLAVE: Efectos lineales, radio sobre fibra, multiplexacion, DWDM.

CARACTERISTICAS:

PÁGINAS: 135 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 0 CD ROOM: 1

Elaboró		Revisó		Aprobó	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
Fecha	08/11/2017	Fecha	09/11/2017	Fecha	09/11/2017

**EVALUACION A TRAVÉS DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO DE LOS
EFECTOS LINEALES Y NO LINEALES EN UN SISTEMA DE RADIO SOBRE FIBRA
EMPLEANDO LA TÉCNICA MULTIPLEXACION POR DIVISION DE ONDAS
DENSAS**

RUDY PAOLO BAEZ PARADA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

**EVALUACION A TRAVÉS DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO DE LOS
EFECTOS LINEALES Y NO LINEALES EN UN SISTEMA DE RADIO SOBRE FIBRA
EMPLEANDO LA TÉCNICA MULTIPLEXACION POR DIVISION DE ONDAS
DENSAS**

Presentado por:

RUDY PAOLO BAEZ PARADA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

DIRECTOR:

KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ

M.Sc. Ingeniería en telecomunicaciones.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 21 DE NOVIEMBRE DE 2017

Hora: 14:00

Lugar: AULAS GENERALES, AG105

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "EVALUACIÓN A TRAVÉS DE UN SOFTWARE ESPECIALIZADO DE LOS EFECTOS LINEALES Y NO LINEALES EN UN SISTEMA DE RADIO SOBRE FIBRA EMPLEANDO LA TÉCNICA MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE ONDAS DENSAS."

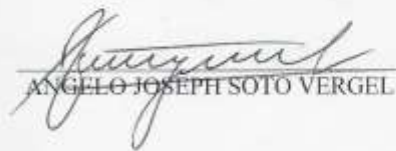
Jurados: IE ES.p. GABRIELA ALEJANDRA SIERRA PEÑARANDA
IE ES.p. ANGELO JOSEPH SOTO VERGEL

Director: IE MSc KARLA CECILIA PUERTO LOPEZ

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
RUDY PAOLO BÁEZ PARADA	1160259	CUATRO, OCHO (4.8)

MERITORIA


GABRIELA A. SIERRA PEÑARANDA


ANGELO JOSEPH SOTO VERGEL


Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Electrónica

DEDICATORIA

A Dios por todas las bendiciones recibidas y a mi familia, mi padre Luis Eduardo Báez Manosalva y mi madre Nubia Esperanza Parada Camacho, por ser los motores de mi vida, por estar siempre a mi lado, por brindarme todo su apoyo en los momentos difíciles y dar su vida en cuerpo y alma para ayudarme a salir adelante. A ellos infinitas gracias, los amo con todas las fuerzas de mi corazón y son mi fuente de inspiración para superarme cada día más.

Rudy Paolo Báez Parada

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

A todos los profesores y amigos 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.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. Descripción del Problema	19
1.1 Planteamiento del Problema	19
1.2 Justificación	21
1.3 Alcances	22
1.4 Objetivos	22
1.4.1 Objetivo General	22
1.4.2 Objetivos Específicos	22
1.5 Limitaciones Y Delimitaciones	23
1.5.1 Limitaciones	23
1.5.2 Delimitaciones	24
1.6 Marco Referencial	24
1.7 MARCO TEORICO	28
1.7.1 Modulo Transmisor y Generación de la Señal.	28
1.7.2 Modulador Mach Zender	32
1.7.3 Multiplexacion por División de Ondas Densas (DWDM).	34
1.7.4 Canal de Transmisión	36

1.7.5 Etapa Receptora	49
1.7.6 Herramientas de Evaluación en Sistemas Ópticos	51
1.7.7 Software de Simulación Matlab.	55
1.7.8 Simulink.	55
1.8 MARCO LEGAL	55
1.8.1 Normas ITU.	56
2. METODOLOGIA	58
2.1 Tipo de Proyecto.	58
2.2 Diseño Metodológico	58
2.2.1 Recopilar información a través de la web, libros y artículos científicos sobre los sistemas de radio sobre fibra, la técnica de multiplexacion DWDM y los fenómenos lineales, como de los no lineales en la fibra óptica	58
2.2.2 Realizar a través de la herramienta computacional Matlab el modelado de la etapa de generación de señal del sistema de radio sobre fibra empleando la técnica multiplexacion por división de onda densa.	59
2.2.3 Realizar el análisis matemático de las ecuaciones diferenciales que rigen los fenómenos lineales y no lineales del canal óptico e implementarlo en el software Matlab	60
2.2.4 Realizar a través del software especializado Matlab el modelo de la etapa final del sistema de radio sobre fibra	60

2.2.5	Evaluar el sistema implementado basado en las normas de la ITU a través de las herramientas de evaluación como diagrama de ojo, diagrama de constelación y tasa de error de bit	61
2.2.6	Dar a conocer a la comunidad universitaria el desarrollo y resultados del proyecto de investigación propuesto.	61
3.	SIMULACION	62
3.1	Etapa de Generación de la Señal	62
3.1.1	Fuente Óptica.	63
3.1.2	Generación de la Señal en Alta frecuencia	64
3.1.3	Modulador Mach Zender.	66
3.2	Canal de Transmisión	69
3.2.1	Fibra Óptica.	70
3.3	Modulo Receptor	83
3.3.1	Fotodetector.	84
3.4	Evaluación del Sistema	90
3.4.1	Diagrama de Ojo.	91
3.4.2	Diagrama de Constelación.	95
3.4.3	Tasa de Error de Bit.	98
4.	RESULTADOS	99
4.1	Generación de la señal DWDM	99

4.2	Canal de Transmision Óptico	101
4.2.1	Calculo de parámetros de no linealidad	102
4.2.2	Calculo del desfase no lineal producido por la automodulación de fase	103
4.2.3	Calculo de espúreos del fenómeno no lineal FWM	104
4.2.4	Análisis de la señal portadora en diferentes longitudes de fibra óptica	107
4.3	Modulo Receptor	109
4.4	Evaluación del Sistema de Comunicación Óptico	111
4.5	Divulgación de los Resultados	117
5.	CONCLUSIONES	121
6.	BIBLIOGRAFIA	123
	ANEXOS	129