

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN CONVERTOR DE LONGITUD DE ONDA BASADO EN MODULADOR MACH ZEHNDER PARA LA PRUEBA DE SEÑALES EN EL LABORATORIO

Autor:

Juan David Arboleda González

Programa académico:

Ingeniería en telecomunicaciones

Director(es) del trabajo de grado:

Andrés Felipe Betancur

Ingeniero en electrónica

Profesor de T.C

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

18 DE FEBRERO 2016

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

En este proyecto se plantea un conversor de longitud de onda basado en un modulador MZM, el cual diseñamos e implementaremos en el software de simulación Optysystem, teniendo nuestro diseño ya implementado, Se utilizará para realizar conversiones de longitud de onda a señales con formato NRZ. Se modeló el comportamiento del modulador MZM cuando se le inducen cambios de fase mediante una señal de RF. Una vez conocidos los efectos de la señal óptica con las variaciones del campo eléctrico con frecuencias del orden de GHz se modela el conversor de longitud de onda teniendo presente la configuración de los componentes que lo soportan.

Por otro lado se quiere dejar una plantilla la cual quedará lista para realizar diversas configuraciones y realizar variación de parámetros, esto con el fin de probar el conversor con distintos tipos de señales existentes en sistemas de comunicación por fibra óptica.

En este trabajo se logró una relación OSNR de 24 dB, con una degradación mínima de la llanura espectral alrededor de 4.8 dBs. Este trabajo permitirá en los futuros trabajos en el laboratorio del ITM poner a prueba las hipótesis planteadas por los investigadores en relación al procesamiento de señales ópticas y específicamente en la eficiencia de los procesos de conversión de longitud de onda basados en moduladores Mach Zehnder.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Primero quiero darle las gracias a Dios por darme la suficiente fuerza y sabiduría para sacar esta carrera adelante, sin el nada de lo que estoy logrando el día de hoy sería posible.

Un agradecimiento eterno a las personas que siempre estuvieron ahí conmigo en los buenos y malos momentos, como lo son mis padres, pilar fundamental para que hoy Juan David Arboleda González pueda obtener el título de ingeniero en telecomunicaciones.

Como dejar atrás a los compañeros de lucha, traspasadas, alegrías y tristezas, con los cuales compartí toda esta aventura que hoy llega a su fin pero que a la vez espero que sea el comienzo de una gran hermandad a nivel laboral y personal. Mil y mil gracias a cada uno de ellos por ese granito de arena que ponen para que hoy seamos unos profesionales.

De igual forma eternamente agradecido con cada uno de los docentes que aportaron su academia para lograr que Juan David adquiera los conocimientos para poder enfrentarse al mundo laboral, y ni que hablar de la formación que recibí como persona, esos valores que me inculcaron para ser primero persona que cualquier otra cosa.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

WDM-PON: (Wavelength división Multiplexing Passive Optical Network)

NRZ: No retorno a cero

QAM: Quadrature Amplitude Modulation.

MZN: Modulador Mach Zehnder.

RF: Radio frecuencia.

λ (**Lambda**): Longitud de onda.

THz: (Terahertz).

MUX: Multiplexor

DEMUX: Demultiplexor.

OSA: Analizador de espectro óptico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Objetivo general.	7
1.2 Objetivos específicos.....	7
1.3 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
3. METODOLOGÍA.....	13
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
5. CONCLUSIONES	18
6. RECOMENDACIONES	19
7. REFERENCIAS.....	20

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente estamos viviendo una gran evolución en los servicios de telecomunicaciones que a diario utilizamos a nivel residencial, industrial o ya sea educativo; estos servicios cada vez demandan más infraestructura y más ancho de banda para poder operar por lo cual hace de la fibra óptica su principal aliado para ser su mejor medio de transmisión debido a sus características que actualmente lo convierten en el medio de transmisión más óptimo para lograr satisfacer la demanda mencionada anteriormente.

En el trabajo de Andrés Felipe Betancur Pérez ((Betancur, 2014)) se logró una conversión reconfigurable netamente óptica de señales con formato de modulación QPSK con pulsos conformados con filtros de Nyquist. El resultado de este trabajo fue una degradación de las señales casi nula al realizar el procesamiento de las señales ópticas, en donde las tasas de error de bit máximas fueron del orden de 10^{-13} y en donde las diferencias de potencia entre cada señal obtenida fue la mayor limitante. Con el objetivo de seguir con la investigación, este trabajo está dirigido a probar el mismo principio pero con señales sin conformación de pulsos para probar la hipótesis de que la técnica de conversión en cuestión solo es factible usando filtrado de tipo coseno alzado u otros con las mismas propiedades espectrales.

Actualmente no se cuenta con un dispositivo que permita realizar conversiones de longitud de onda a una baja inversión, que de fácil operación y que sea independiente a la modulación, por lo cual hace que este tipo de aplicaciones a la hora de implementarlas, sean de una gran inversión, por lo cual no resulta fácil hacer uso de estas características fundamental de la fibra óptica.

En conclusión lo que haremos en este trabajo es realizar un conversor de longitud de onda teniendo como principal apoyo el modulador Mach Zehnder dada la operatividad simple, su transparencia ante el formato de la señal, su flexibilidad y su capacidad de integración en un chip.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.1 Objetivo general.

Diseñar y probar por medio del software de simulación Optisystem un convertor de longitud de onda basado en un modulador Mach Zehnder para la prueba de señales ópticas con diferentes formatos de modulación, con y sin conformación de pulsos.

1.2. Objetivos específicos.

Diseñar y definir estructuralmente la arquitectura del convertor de longitud de onda para las pruebas experimentales.

Definir los parámetros más relevantes para la sintonización y operación del convertor de longitud de onda.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.3 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

Marco teórico: Hace relación a todo el material conceptual sobre conversor de longitud de onda basado en modulo mach zehnder, sus posibles variaciones, configuraciones y sus posibles aplicaciones. Estos elementos forman la parte central a nivel teórico de este trabajo.

Metodología: Se mencionan los pasos que se van a utilizar para la configuración y parámetros de funcionamiento del modulador mach zehnder , configuraciones que se realizaran en el software de simulación optysystem, en el cual estableceremos resultados finales.

Resultados y discusiones: Se analizan y se discuten los resultados obtenidos en el software de simulación, se muestran gráficas y sus respectivos valores, se hacen comparaciones con varios parámetros de configuración y se escoge el más práctico para el resultado a esperar.

Conclusiones, recomendaciones y trabajo futuro: Se dan las conclusiones finales, recomendaciones, y se definen trabajos futuros con esta investigación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

TRANSMISOR OPTICO

En general, el transmisor óptico de un sistema de comunicación por fibra óptica es compuesto por un modulador y una fuente de luz asociada con suyo circuito driver. Una fuente de información genera la señal que se desea transmitir y lo envía para ser adaptado para transmisión en el modulador. La fuente de información, llamada de generador de señales, define el tipo de información a ser transmitida. Para el caso de una señal digital, la señal es representada por un conjunto de valores, que en general, en comunicación óptica, es binarios. En el caso de una señal analógica, generalmente ella es representada por una combinación de senoides, con varias frecuencias, amplitudes y fases. La figura presenta una representación típica de señales digitales y señales analógicas.

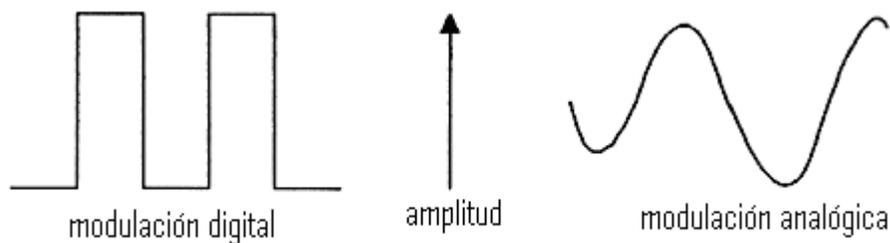


Figura 1. Representación de señales digitales y analógicas.

MODULACIÓN OPTICA

La modulación óptica puede ser directa, donde la fuente de luz es modulada directamente por una inyección de corriente electrónica, proveniente del circuito “driver”, o ella puede ser una modulación externa, donde la luz es primero generada por la fuente óptica y después a través de un modulador externo es modulada. En este caso es posible, pero no usual, modular, además de la amplitud, la fase, la frecuencia o la polarización de la señal

óptica. La ventaja de la modulación externa es la posibilidad de minimizar el efecto de lo “chirp” de la señal óptica, característicos das señales ópticas moduladas directamente. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de comunicación por fibras ópticas comercializados actualmente utiliza la modulación directa, debido a su simplicidad y bajo costo. Estos sistemas son llamados de sistemas del tipo IM o sea, la potencia óptica emitida por la fuente de luz (intensidad óptica) es modulada por la corriente electrónica inyectada en la fuente óptica.

EL MODULADOR MACH ZEHNDER

Es un dispositivo de modulación externa que se basa en el efecto Pockels para efectuar cambios de fase en una portadora óptica. Su construcción está basada en el interferómetro Mach Zehnder que es usado principalmente para habilitar la modulación de intensidad a partir de la modulación de fase y esto se logra mediante la interferencia constructiva y destructiva de la portadora óptica. La estructura interna de un modulador MZM se puede apreciar en la figura.

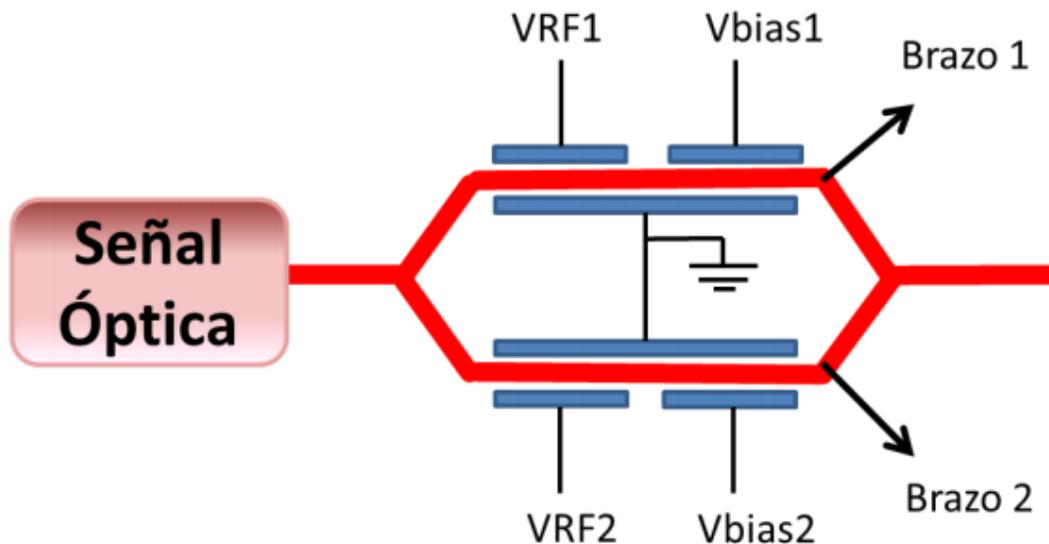


Figura 2. Estructura interna modulador Mach Zehnder

El modulador MZM posee comúnmente 4 terminales donde se les aplica cierto voltaje. Los voltajes denotados como VRF, se emplean para introducir señales de información de alta

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

frecuencia que son los causantes de la modulación de la portadora óptica. Las entradas denominadas como V_{bias} sirven para localizar el punto de trabajo de la función característica del modulador. La curva característica está dada por la expresión

$$P_{out} = P_{in} \left[1 + \cos\left(\pi \frac{V}{V_{\pi}}\right) \right]$$

Dónde:

P_{out} : Potencia óptica de salida.

P_{in} : Potencia óptica de entrada.

MODELO DEL CONVERTOR DE LONGITUD DE ONDA BASADO EN MZM.

Los modelos del convertor de longitud de onda varían de acuerdo con el esquema que sea configurado en el sistema de conversión de longitud de onda. En principio los esquemas basados en moduladores Mach Zehnder son 2 y éstos son: Los esquemas no realimentados y los esquemas realimentados. Los esquemas no realimentados son aquellos en los que la señal óptica sigue siempre un camino hacia adelante y en su trayecto la señal es procesada para hacer el cambio de longitud de onda; los esquemas realimentados son aquellos en los que la señal óptica es realimentada mediante un lazo de fibra óptica de nuevo a la entrada del sistema de conversión donde se efectúa un nuevo desplazamiento o cambio en la longitud de onda. Se utiliza en el lazo de realimentación un amplificador para la compensación de las pérdidas ocasionadas por la fibra óptica, las pérdidas de inserción y la inequidad espectral para lograr la ecualización del espectro de salida. A continuación se presenta el modelo sin realimentación que fue el que utilizamos para nuestro convertor. Es importante aclarar según (Betancur, 2014) no es adecuado utilizar sistemas retroalimentados debido a que cada una de sus respectivas vueltas posee una tasa de error (BER) muy variante y alta la cual no es posible mejorar con las técnicas de error que se conocen hasta el momento, lo cual hace que sus resultados de constelaciones no sean aplicables a soluciones ópticas debido a la gran distorsión y degradación que posee la señal con este tipo de sistema.

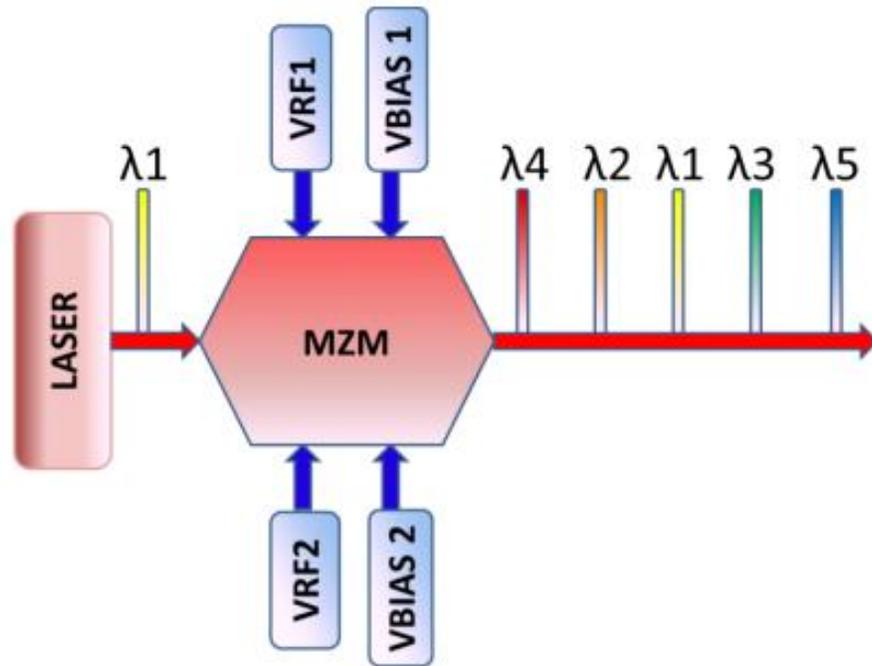


Figura 3. Estructura modulador mach zhender sin retroalimentación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

El diseño y la simulación del conversor de longitud de onda basado en modulador Mach Zehnder se realiza por medio del software de Optiwave llamado Optisystem , software que permite la simulación y la configuración (parámetros) de todos los elementos (transmisores, fibras, receptores, amplificadores ópticos, osciloscopios, OSA, etc) que necesitamos utilizar para el correcto funcionamiento del conversor de longitud de onda. La metodología parte de un diseño previo del esquema (bosquejo) que vamos a simular, el cual debemos montar su estructura en Optisystem , esquema el cual incluye los elementos pasivos y activos necesarios para proceder con la variación de parámetros de los elementos utilizados, partimos de unos parámetros de configuración básicos y por defecto del programa simulador.

Seguidamente la metodología continúa con la variación y reconfiguración de los elementos montados en el esquema, esto con el fin de buscar la configuración que nos permita los mejores resultados y realizar pruebas para definir la efectividad del esquema montado , dicha verificación se realiza por medio de las simulaciones y equipos de medida que nos proporciona el software Optisystem .

Por último se deben hacer las respectivas pruebas de simulación total del conversor de longitud de onda.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

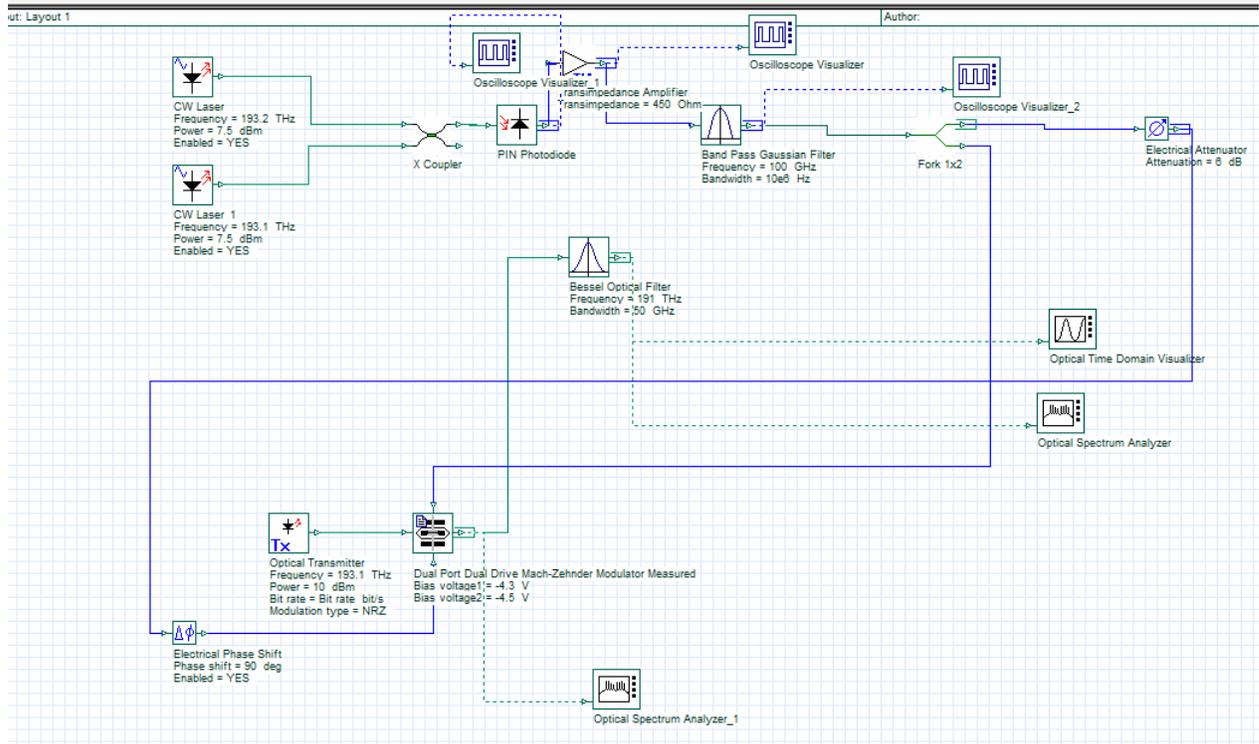


Figura 4. Esquema convertor de longitud de onda

La figura anterior corresponde al diseño y simulación del convertor de longitud de onda, dicha simulación y diseño se realizó en el software Optisystem. Para este convertor en específico utilizamos un generador de microondas compuesto por dos Laser, un acoplador óptico, un foto detector, un Dual amplificador de transimpedancia, un filtro eléctrico y un atenuador de 6 dB. Para los 2 Lasers las frecuencias utilizadas son de 192,2 y 193.1 THz respectivamente; de igual forma se utilizó un amplificador en la etapa inicial de circuito buscado ampliar un poco la señal antes de pasar por el filtro.

La configuración del filtro utilizado la hayamos variando de forma continua la transimpedancia de este, la cual nos arroja la mejor configuración para obtener las portadoras de la señal que más se acomodan al convertor de longitud de onda al cual queremos llegar debido a que sus valores máximos de señal son muy similares en sus picos.

La parte fundamental de este convertor es principalmente en la configuración de los parámetros del modulador Mach Zehnder, donde variamos los parámetros del Bias.

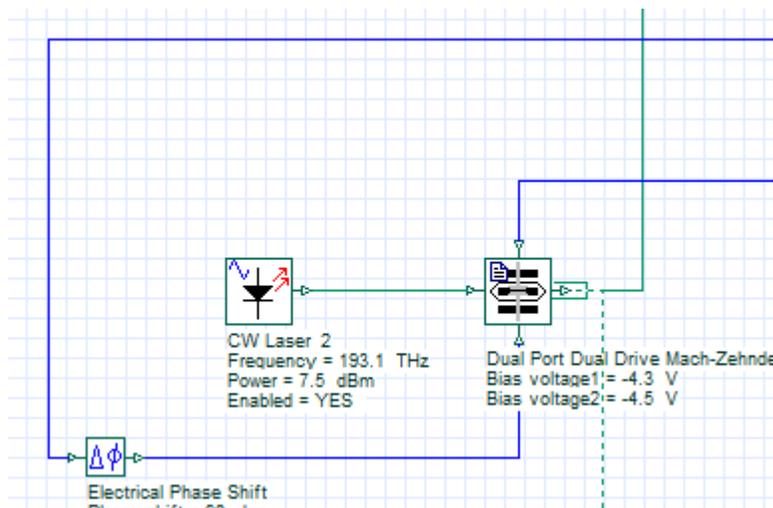


Figura 5. Modulador Mach Zehnder

Después de realizar varias iteraciones en el simulador, determiné junto con mi asesor de trabajo de grado que los voltajes que más se acomodaban al punto de operación requerido en el modulador Mach Zehnder son -4,3 V y -4.5 V. Con estos parámetros de Bias en el Mach Zehnder se logró llegar a las siguientes bandas laterales visualizadas por medio de un analizador de espectro óptico. El propósito es adquirir un espectro lo suficientemente llano para evitar que en la conversión de longitud de onda existan canales con factores de calidad desiguales en la detección de las señales.

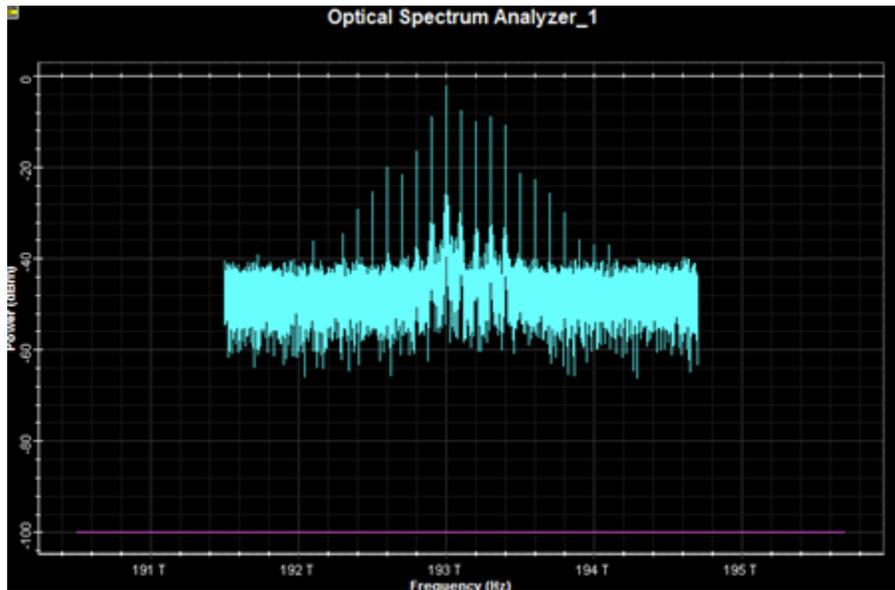


Figura 6. Bandas laterales a la salida del modulador Mach Zehnder.

La anterior figura es donde se evidencia que a la salida nuestro modulador obtuvimos 6 bandas laterales (incluyendo la perteneciente a la portadora óptica). Estas bandas por poseer una cantidad de potencia adecuada para la transmisión de señales en redes de fibra óptica de largo alcance, serán las analizadas cuando el sistema sea empleado con señales de información. De acuerdo con el trabajo de (Betancur, 2014)) los canales que se desprendan del proceso de conversión de longitud de onda pueden disminuir su potencia y ayudaría incluso a aumentar la llanura espectral. Por tal motivo no fue de relevancia equalizar el espectro adquirido. La relación señal a ruido entre las bandas laterales de interés oscilan alrededor de los 24 dB lo cual nos indica que el sistema en cuestión, aunque degrada la OSNR, a su salida entrega una señal con un espectro indicado para el consecuente lanzamiento de la señal por un largo enlace de fibra.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Se relaciona los parámetros con los cuales fueron configurados cada uno de los elementos del conversor.

LASER 1		MACH ZEHDER	
Frecuencia	193.2 THz	Voltaje BIAS 1	Menos 4,3V
Energía	7.5 dBm	Voltaje BIAS 2	Menos 4,5V
Ancho de línea	10 MHz	FOTODIODO	
LASER 2		Corriente oscura	10 nA
Frecuencia	193.1 THz	Capacidad de unión	3 Pf
Energía	7.5 dBm	Modulación BW	2 GHz
Ancho de línea	10 MHz	FILTRO PASA BANDA GAUSIANO	
AMPLIFICADOR DE TRANSIMPEDANCIA		Frecuencia	100 GHz
Transimpedancia	450 Ohm	Ancho de banda	10e6 Hz
Ancho de banda de ruido equivalente	1e+009 Hz	Orden	1
Figura de ruido	3 dB	FILTRO ÓPTICO BESSEL	
ATENUADOR ELECTRICO		Frecuencia	191 THz
Atenuación	6 dB	Ancho de banda	50 GHz

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES

- Se realiza el diseño y configuración del sistema, principalmente del modulador Mach Zehnder, con el fin de obtener un sistema de conversión de longitud de onda netamente óptico con el fin de probar señales con diversos formatos de modulación.
- Según los resultados obtenidos en la figura No 10, las bandas laterales halladas están a una potencia de operación entre los -10 dBm y las -1.5 dBm , potencias que son consideradas adecuadas para la transmisión en redes de largo alcance. Aun así, debido a los efectos que la modulación de fase ejerce sobre las señales de ancho de banda extensa, es muy probable que en una siguiente etapa de la investigación se requiera de un amplificador óptico que opere en un rango de frecuencias amplio para acondicionar los distintos canales que se produzcan en la conversión de longitud de onda y se cumpla con los estándares de factor de calidad de la ITU en tecnologías de transmisión ópticas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. RECOMENDACIONES

Al haber realizado la simulación del convertor de longitud de onda reconfigurable se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se debe tener cuidado al realizar la variación de los parámetros de cada uno de los dispositivos ya que cualquier tipo de variación por mínima que sea, cambia totalmente los resultados finales del convertor.
- Se recomienda guardar una copia del archivo realizado cada vez que se haga una modificación, esto se hace por motivos de seguridad y así poder garantizar siempre un backup de las configuraciones que nos sirvan más.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Betancur, A. F. (2014). *Investigación y diseño de un conversor de longitud de onda de banda ancha totalmente óptico para la siguiente generación de supercanales reconfigurables.*

F. GONZALEZ, I. D. (2004). *RECONFIGURACION FRENTE A CONVERSION DE LONGITUD DE ONDA EN REDES OPTICAS WDM.* Valladolid.

García, J. M. (1994). *Introducción a la fibra óptica y el laser.* Madrid: SAFFORD, EDWARD.

Girton, D. (1991). 20 GHz electro-optic polymer Mach–Zehnder modulator. *AIP.*

M.J, W. (2007). Ultra-compacy, low RF Power, 10 Gb/s silicon Mach-Zehnder modulator. *OSA.*

Martinez, B. R. (1994). *Introducción a la ingeniería de la fibra óptica.* Buenos Aires: Addison-wesley.

Uribe, D. A. (2015). *Multiplexor óptico reconfigurable mediante rejillas de bragg.*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Anexos:

 Institución Universitaria	HOJA DE VIDA ESTUDIANTE DE PRÁCTICAS	Código	FDE 071
		Versión	01
		Fecha	2012-05-30

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos Juan David Arboleda González

Lugar y Fecha de Nacimiento Medellín 13-Julio-1993

Estado Civil Soltero

Cédula de Ciudadanía 1.040.744.246

Dirección y Barrio Calle 87B sur #63-57, Estrella

Teléfonos, celular 2795061-3176650039

E-mail juanda1040@gmail.com



INFORMACIÓN ACADÉMICA

Terminé Estudios de Secundario en: Institución Educativa Bernardo Macías

Estudiante de ingeniería en telecomunicaciones **Nivel X Jornada** Noche

Ha firmado Contrato de Aprendizaje anteriormente? Si X No _____

EXPERIENCIA LABORAL

EMPRESA	CARGO	TELÉFONO	TIEMPO LABORADO	JEFE INMEDIATO
Une	Practicante	4444141	6 meses	Jairo Correa
Coinsi	Coordinador obra	4449581	2 años	Oscar Montoya

REFERENCIAS PERSONALES Y/O FAMILIARES

NOMBRE Y APELLIDOS	DIRECCIÓN	TELÉFONOS	PARENTESCO	LABORA EN
Juan David Martínez	Carrera 55 #29D-33	3136504841	Amigo	COINSI
Gloria Eugenia González	Calle 87 B sur # 63-57	2795061	Madre	Ama de casa
Paula León	Cl. 54a #1 - 30	3122798393	Amiga	ITM

FORMACIÓN Y COMPETENCIAS

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Describa conocimientos y habilidades en los siguientes aspectos. ¿Cuáles? En informática: Manejo de office en general: (Excel, Word, Power point, Visio), virtual Box, Autocad, Matlab, sistemas operativos virtuales. Competencias en segunda lengua: (Marque E - excelente, B - bueno, R - regular) Idioma : Inglés Lee: B Escribe : B Habla: R. Otros estudios realizados (Cursos, Seminarios, Diplomados, etc.): Semillero de investigación ITM, Curso de instalaciones de Cablofil proveedor Melexa. Perfil personal (cualidades y valores) y/o experiencias laborales significativas: Tengo la capacidad de realizar diseños, gestión y soporte en las ramas que competen las Telecomunicaciones, un enfoque en las redes, la forma de trabajo y estructuración de la empresa donde labore. Soy una persona altamente curiosa, con creatividad, puntual y enfocado a la superación que trae el día a día, cuento con muchas ganas de aprender, tengo buen desempeño, tengo la habilidad suficiente para acoplarme rápidamente a las funciones que se me asignen.

Estudiante	Prácticas Profesionales						
 Institución Universitaria	HOJA DE VIDA ESTUDIANTE DE PRÁCTICAS						
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Código</td> <td>FDE 071</td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>01</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>2012-05-30</td> </tr> </table>	Código	FDE 071	Versión	01	Fecha	2012-05-30
	Código	FDE 071					
	Versión	01					
Fecha	2012-05-30						

Nota: Señor empresario, recuerde que el objeto de las Prácticas es que éstas se conviertan en un espacio de aprendizaje en el que el estudiante pueda realizar actividades que permitan la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos durante el proceso de formación académica en la tecnología .

FORMACIÓN POR COMPETENCIAS

PROGRAMA INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

1. OBJETO DE FORMACION DE LA INGENIERIA.

El Ingeniero de Telecomunicaciones interviene los equipos, sistemas y redes de comunicaciones en el contexto de las organizaciones y los usuarios de servicios de telecomunicaciones, con el objeto de satisfacer necesidades en materia de transporte de información desde las perspectivas del diseño, implementación y gestión tecnológica de los sistemas de comunicaciones, las redes de comunicaciones y los sistemas y redes de radiocomunicaciones

2. Descripción de las competencias del saber o conocimientos básicos de la tecnología:

Diseño, implementación y gestión tecnológica de los sistemas y redes de radiocomunicaciones.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Implementar, gestionar y administrar enlaces inalámbricos de sistemas y redes de telecomunicaciones en las organizaciones.
 - Adaptar, implementar e integrar plataformas tecnológicas para ofrecer servicios de telecomunicaciones ajustados a las necesidades de las empresas, mediante la incursión de sistemas inalámbricos y dispositivos móviles.
3. Descripción de las competencias del hacer profesional o las habilidades para desempeñarse en una empresa

Diseño, implementación y gestión tecnológica de los sistemas y redes de comunicaciones.

- Diseñar, implementar, supervisar y mantener en operación los sistemas y servicios de comunicaciones en las organizaciones.
- Diseñar e implementar soluciones de comunicaciones electrónicas, basadas en la integración de equipos y servicios de telecomunicaciones por medio de estándares y protocolos vigentes.
- Implementar, gestionar y administrar los equipos y sistemas de telecomunicaciones y la seguridad de las redes informáticas de una organización.

Nota: Certifico que la información contenida en este formato único de Hoja de Vida es cierta.

Juan David Arboleda Gonzalez

2015-08-02

Firma del Estudiante

Fecha de elaboración

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	FORMATO PARA LA FORMALIZACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM	Código	FDE 026
		Versión	01
		Fecha	2015-09-30

Fecha: 2016-02-18

Nombres y apellidos:	<u>Juan David Arboleda González</u>		
Cédula:	<u>1040744246</u>	Carné:	<u>13221027</u>
Teléfonos:	<u>3176650030 - 2795061</u>		
Programa:	<u>Ingeniería en Telecomunicaciones</u>		
Fecha de iniciación del producto (aaaa/mm/dd):	<u>2015-08-05</u>		
Fecha de terminación del producto (aaaa/mm/dd):	<u>2016-02-18</u>		
Docencia:	<u>Investigación X</u>		
Nombre del Taller o Laboratorio:	<u>Laboratorio de óptica</u>		
Campus:	<u>Fraternidad</u>		
Nombre del docente asesor:	<u>Andrés Felipe Betancur</u>	Cargo:	<u>Docente de tutoría</u>
E - Mail:	<u>andresbetancur@itm.edu.co</u>		

Diligencie el siguiente campo:

<p>A. Descripción del producto a desarrollar: Resumen ejecutivo: (es un breve análisis de los aspectos más importantes del Trabajo de Grado, el cual describe el producto y sus beneficiarios, el contexto, los resultados esperados, las necesidades de financiamiento y las conclusiones generales).</p> <p><u>Simulación de un conmutador de longitud de onda basado en modulador Mach Zehnder para señales de pulso extendido NRZ.</u></p>
<p>B. Detalle claramente las evidencias o anexos a entregar al finalizar el Trabajo de Grado:</p> <p><u>Archivo con esquemático con el diseño del simulador del conmutador de longitud de onda e informe final con las configuraciones y resultados obtenidos.</u></p>

Nota: Entregar a los ocho (8) días de su aprobación, en el Departamento Académico al cual se encuentra adscrito.

Firmas:

Juan David Arboleda G.
 Estudiante

Andrés
 Docente Asesor

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	EVALUACIÓN DE MODALIDAD TRABAJO DE GRADO Y PRÁCTICAS PROFESIONALES	Código	FDE 090
		Versión	04
		Fecha	2015-10-05

INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

1. Título:

Diseño y simulación de un conversor de longitud de onda basado en modulador Mach Zehnder para la prueba de señales en el laboratorio.			
Programa Académico:	Telecomunicaciones	Tecnología	Ingeniería <input checked="" type="checkbox"/>

2. Modalidad Trabajo de Grado:

Proyecto de Grado		Práctica Profesional		Emprendimiento	
Producto de Investigación		Producto obtenido en Talleres o Laboratorios ITM	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasantías	
Certificación		Reconocimiento Laboral		Cursos de Posgrado	
Ingeniería para la Gente					
Grupo de investigación:			Código proyecto		
Tipo de Informe	Propuesta de Proyecto de Grado	Informe Final de Proyecto de Grado			<input checked="" type="checkbox"/>

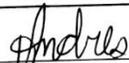
3. Información estudiante(s):

Nombre	Cédula	Correo electrónico
Juan David Bóveda Contaré	1046744246	Juanarboleda116355@correo.itm.edu.co

4. Información asesor:

Nombre	Institución	Correo electrónico
Andrés Felipe Betancur	ITM	andresbetancur@itm.edu.co

CONCEPTO DEL JURADO EVALUADOR

Concepto inicial sobre el trabajo de grado			
Aprobado sin modificaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	Se requieren modificaciones	Mención honorífica
Observaciones			
Se puede anexar hojas adicionales para una descripción más amplia de las observaciones. Justificar en esta parte por qué otorgar mención honorífica.			
Nombre jurados evaluadores	Andrés Felipe Betancur Pérez		
Firma	 FECHA: 23 de Febrero / 2016		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	GUIA No.2 SEGUIMIENTO A LOS ESTUDIANTES DE LA PRACTICA PROFESIONAL	Código	FDE 075
		Versión	03
		Fecha	2013-09-12

Evaluación diligenciada por la empresa

MODALIDAD DE PRÁCTICA PROFESIONAL:

Práctica Empresarial Práctica Laboratorio Contrato de Aprendizaje
 Práctica Social

Nombres y apellidos: Juan David Abolledo Gonzalez

Programa: Ingeniería en telecomunicaciones

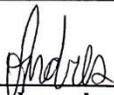
Empresa: ITM Fecha: 2016-02-18

Para el ITM es de gran importancia el proceso de formación integral, igualmente la valoración que ustedes como empresa realicen sobre el desempeño de los estudiantes que participan en la dinámica empresarial.

Valore con las siguientes categorías los factores enunciados:

E = EXCELENTE, B = BUENO, A = ACEPTABLE, D = DEFICIENTE, NE = NO EVALUABLE

FACTORES A EVALUAR					
Saber Ser					
	E	B	A	D	NE
Pensamiento crítico	X				
Interés, motivación y compromiso con la práctica	X				
Proactividad y creatividad en su puesto de trabajo	X				
Comunicación asertiva		X			
Puntualidad y cumplimiento	X				
Presentación personal	X				
Adaptabilidad al puesto de trabajo	X				
Respeto por los demás	X				
Saber Disciplinar					
Conocimientos básicos del programa a aplicar		X			
Autonomía		X			
Deseo y capacidad de actualizar sus conocimientos	X				
Capacidad de investigación y aplicación al puesto de trabajo		X			
Manejo de los aplicativos internos de su puesto de trabajo		X			
Diseña estrategias para el mejoramiento de los procesos	X				
Conoce y comprende la normatividad de los procesos empresariales					X
Saber hacer					
Habilidad y flexibilidad para aceptar los cambios internos de la Organización					X
Comprende e interpreta las observaciones realizadas por el jefe inmediato para llevar a cabo las funciones		X			
Recursividad	X				
Calidad del trabajo realizado	X				
Capacidad de trabajo en equipo					X
Responsabilidad en las tareas encomendadas	X				


 Coordinador en la empresa

Prácticas Profesionales ITM

Entregar al mes

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	CARTA DE AUTORIZACIÓN DE DIVULGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	Código	FGB 019
		Versión	02
		Fecha	2014-08-13

Carta de Autorización de Reproducción y Publicación de Trabajos de Grado

El (los) abajo firmante(s), autores del trabajo de grado Diseño y Simulación de un conversor de longitud de onda basado en modulador Mach Zehnder para la prueba de señales en el laboratorio

autorizo (mos) al INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO –Institución Universitaria, para que almacene, reproduzca, comunique públicamente, publique, permita la reproducción y descarga de la obra, la divulgue o dé a conocer, por cualquier medio conocido o por conocer, sin restricción de tiempo, modo, lugar, número de ejemplares y medio, incluyendo pero no limitándose a su reproducción, comunicación y divulgación, en el Repositorio Institucional o en cualquier otra plataforma gestora de contenidos conocida o por conocerse y adoptada por la Institución, facilitando así que la totalidad de la obra sea conocida y permitiéndole al público en general su consulta, descarga e impresión gratuita, con fines académicos pero aclarando que pese a lo anterior -y en cualquier caso- se respetarán sus derechos morales de autor y nadie podrá usar la obra o explotarla para fines diferentes a la consulta o investigación sin fines de lucro, ni alterarla o transformarla generando una obra derivada, sin la autorización expresa y previa de sus autores.

El(los) abajo firmante(s) declara(n) que la obra es original y fue realizada por él/ella/ellos/ellas de forma individual, sin violar o usurpar derechos de propiedad intelectual o derechos legales o contractuales de terceros. En caso de presentarse cualquier tipo de reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de Propiedad Intelectual que recaigan sobre la obra, el/los firmante(s) asumirá(n) toda la responsabilidad legal y patrimonial y saldrá(n) en defensa del ITM. Por lo tanto, para todos los efectos legales, disciplinarios, administrativos y patrimoniales, el ITM actúa como tercero de buena fe.

Facultad: Ingeniería

Programa: Telecomunicaciones

Nivel: Pregrado Especialización Maestría Doctorado

Modalidad de trabajo de grado: Proyecto obtenido en talleres o laboratorios del ITM

Título del trabajo de grado: Diseño y Simulación de un conversor de longitud de onda basado en modulador Mach Zehnder para la prueba de señales en el laboratorio.

Restricciones a la publicación de la Obra:

- a. Derechos de propiedad intelectual pertenecientes a terceros. Sí No
- b. Acuerdos, contratos o cláusulas de confidencialidad suscritas con el ITM y/o con terceros.
 Sí No ¿Con quiénes? _____

Fecha _____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	CARTA DE AUTORIZACIÓN DE DIVULGACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO	Código	FGB 019
		Versión	02
		Fecha	2014-08-13

Lugar donde reposa el acuerdo, contrato o cláusula _____

- c. Licencias exclusivas concedidas a terceros. Sí ___ No X
- d. Cesiones totales o parciales realizadas con terceros. Sí ___ No X
- e. Contratos de edición o producción celebrados con terceros. Sí ___ No X
- f. ¿Ha publicado la obra o sometido la obra para aprobación en publicaciones científicas o académicas? Sí ___ No X Nombre de la(s) publicación (es) _____
- Fecha en la que se sometió la obra para su publicación _____
- Si ya fue publicada fecha en la que fue publicada _____
- ¿Los términos de referencia de la publicación exigen la cesión de los derechos patrimoniales de autor o la licencia exclusiva? Sí ___ No ___
- g. ¿La obra ha sido o está siendo evaluada actualmente por la Oficina o encargados de Transferencia Tecnológica del ITM? Sí X No ___
- h. La obra ha sido o está siendo evaluada por la Oficina o encargados de Emprendimiento del ITM? Sí ___ No X

Nombre(s) y Apellidos:	Firmas:
<u>Juan David Bustos Gonzalez</u>	<u>[Firma]</u>
_____	C.C. # _____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

 Institución Universitaria	MODALIDAD TRABAJO DE GRADO PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM		Código	FDE 146	
	Registro de actividades y cumplimiento de horas / Talleres o Laboratorios de DOCENCIA			Versión	02
				Fecha	2015-09-30

Fecha			Actividad desempeñada por el estudiante	Hora Ingreso	Hora salida	Total horas	Firma Laboratorista	Firma Estudiante
A	M	D						
15	8	5	Reunión integración Proyecto	18:15	20:15	2:00	Andrés	Juan P
15	8	6	Inducción manejo de software OPTISystem	18:15	20:15	2:00	Andrés	Juan P
15	8	11	" " " " " "	18:15	22:00	3:45	Andrés	Juan P
15	8	13	Planteo Esquemática de pns del simulador	18:15	21:40	3:25	Andrés	Juan P
15	8	18	" " " " " "	18:15	20:15	2:00	Andrés	Juan P
15	8	20	Investigación técnica elementos simulador	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P
15	8	25	" " " " " "	18:15	20:15	2:00	Andrés	Juan P
15	8	27	" " " " " "	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P
15	9	L	montaje Esquemático en software OPTISystem	18:15	20:15	2:00	Andrés	Juan P
15	9	3	" " " " " "	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P

 Institución Universitaria	MODALIDAD TRABAJO DE GRADO PRODUCTO OBTENIDO EN TALLERES O LABORATORIOS DEL ITM		Código	FDE 146
	Registro de actividades y cumplimiento de horas / Talleres o Laboratorios de DOCENCIA		Versión	02
			Fecha	2015-09-30

Documento de identidad:			1040744246				
Nombre completo del estudiante:			Juan David Mileda Gonzalez				
Programa académico ITM:			Ingeniería en Telecomunicaciones				
Nombre completo del Docente Asesor:			Andrés Felipe Páez Navas				
Fecha de iniciación del producto (aaaa/mm/dd):			2015-08-05		Fecha de terminación del producto (aaaa/mm/dd):		2016-02-18
Nombre Taller o Laboratorio:			Laboratorio óptica				
Ubicación:			Sotono				
Campus:			Fraternidad				

Fecha			Actividad desempeñada por el estudiante	Hora Ingreso	Hora salida	Total horas	Firma Laboratorista	Firma Estudiante
A	M	D						
15	8	5	Reunión inicialización Proyecto	18:15	20:15	2:15	Andrés	Juan P
15	8	6	Inducción manejo de software Optisystem	18:15	20:15	2:	Andrés	Juan P
15	8	11	" " " " " "	18:15	22:00	3:45	Andrés	Juan P
15	8	13	Monteo Esquemática diseño del simulador	18:15	21:40	3:25	Andrés	Juan P
15	8	18	" " " " " "	18:15	20:15	2	Andrés	Juan P
15	8	20	Investigación técnica elementos simulador	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P
15	8	25	" " " " " "	18:15	20:15	2	Andrés	Juan P
15	8	27	" " " " " "	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P
15	9	4	montaje Esquemático en software Optisystem	18:15	20:15	2	Andrés	Juan P
15	9	3	" " " " " "	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P

15	10	27	Búsqueda y carga de resultados simulador	18:15	20:15	2	Andrés	Juan P	
15	16	24	" " " " " "	18:15	21:45	3:30	Andrés	Juan P	
15	11	3	Prueba final conversión funcionamiento	18:15	20:15	2	Andrés	Juan P	
15	11	5	Elaboración informe final	18:15	21:15	3:00	Andrés	Juan P	
16	2	2	" " " "	14:00	17:00	3	Andrés	Juan P	
16	2	4	" " " "	14:00	17:00	3	Andrés	Juan P	
16	2	9	" " " "	14:00	17:00	3	Andrés	Juan P	
16	2	11	" " " "	14:00	17:00	3	Andrés	Juan P	
TOTAL HORAS								88 horas	

Juan David Alvarado Gonzalez
Firma Estudiante

Andrés
Nombre y firma Laboratorista

Nombre y firma Profesional Universitario - Centro de Laboratorios