

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

<b>Código:</b>	CIDII-061213
<b>Centro de Investigación:</b>	CENTRO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA
<b>Programa:</b>	Redes ópticas, estudio de materiales para fotónica
<b>Título del Proyecto:</b>	Estudio comparativo de Fast OFDM y las técnicas multi-portadora que usan bancos de filtros en sistemas de fibra óptica
<b>Grupo de Investigación:</b>	Grupo de Investigación en Electrónica y Telemática
<b>Area de Conocimiento:</b>	Ciencia y Tecnología
<b>Línea de Investigación:</b>	Telemática
<b>Tipo de Investigación:</b>	Básica Aplicada
<b>Campo :</b>	Tecnologías
<b>Investigador Principal :</b>	MILTON NAPOLEON TIPAN SIMBAÑA
<b>Proyectos Vinculados :</b>	
<b>Duración del Proyecto :</b>	9 Meses
<b>Localización del Proyecto :</b>	Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito Campus Sur
<b>Fecha de ingreso :</b>	02/10/2013 14:31

## 2. ANTECEDENTES

El requerimiento de los usuarios por anchos de banda y velocidades de transmisión cada vez mayores, debido a las aplicaciones y dispositivos que estos manejan, ha hecho que se busquen nuevas soluciones tecnológicas para satisfacer esta necesidad; tal es el caso de redes de fibra óptica.

Actualmente las técnicas inalámbricas para la transmisión de datos se han ido incorporando a las redes de fibra óptica, por lo cual se hace necesario que se investiguen que tipo de técnicas pueden o no ser implementadas en estas redes, que tantas ventajas tienen unas respecto a las otras de manera de conseguir mayores tasas de transmisión y anchos de banda eficiente. FastOFDM y Filter Bank Multicarrier (FBMC) son dos técnicas propuestas para dar solución a redes de futuras de ahí la importancia de realizar y aportar con la investigación en este campo.

Este proyecto es la continuación del proyecto Simulación de radio sobre fibra óptica a 60 GHz, mismo que permitió dar una primera visión a este tipo de redes ópticas y que concluyo con la presentación de un paper publicado en la IEEE.

## 3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de tecnologías y aplicaciones en tiempo real requieren de ancho de banda y velocidades de transmisiones mayores, las técnicas que se han usado convencionalmente en redes inalámbricas tal es el caso de OFDM ha migrado a redes ópticas. Por ejemplo las redes inalámbricas de tipo personal (WPAN) tienen altas velocidades de transmisión pero son de corto alcance, si estas las transmitimos por la fibra óptica se pueden alcanzar grandes distancias en el rango de km.

Estas técnicas al migrar hacia las redes ópticas traen también sus problemas inmersos como sincronización casi perfecta, alto PAPR, eficiencia espectral baja, entre otros. El efecto que estos problemas más los existentes en la fibra óptica (lineales y no lineales) hacen necesario investigar para conocer cuan factible es usar estas técnicas en redes ópticas.

Un ejemplo es que OFDM usa un prefijo cíclico para poder evitar la interferencia inter portadora (ICI), esto lleva a que se pierda eficiencia espectral de la señal, FOFDM reduce el ancho de banda de OFDM a la mitad mejorando la eficiencia espectral, pero no usa modulación digital compleja; las técnicas multiportadoras( FBMC) no usan prefijo cíclico pero necesitan de más procesamiento digital de señales. Entonces ¿Cuál es la mejor opción? o aún más ¿en cual aplicación es la mejor opción?. Esta investigación permitirá comparar estas técnicas permitiendo tener un mejor criterio en el diseño de las futuras redes ópticas.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo General

Comparar Fast OFDM con las técnicas de multiportadoras que usan bancos de filtros mediante la simulación en redes de fibra óptica para identificar sus ventajas, desventajas y su aplicación en estas redes.

### 4.2 Objetivos Especificos

- 1 Estudio del estado del arte de Fast OFDM y Filter Bank Multicarrier (FBMC)
- 2 Implementación del modelo matemático para la transmisión en la fibra
- 3 Análisis y simulación del enlace óptico
- 4 Elaboración de un artículo científico.

## 5. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad el incremento de la velocidad de transmisión se ha logrado gracias a las nuevas técnicas de modulación en especial las de múltiple portadora, un ejemplo claro de ello es OFDM la misma que se encuentra en los principales estándares inalámbricos (WiFi, Wimax, LTE, XDSL, entre otros). Este incremento ha obligado a migrar hacia redes ópticas, las que permiten tener velocidades muy altas (100Gbps ¿ 1Tbps) [1], siendo de interés los impedimentos que estos tipos de modulación tendrían al atravesar por la fibra óptica. De ahí que es importante realizar una comparación entre OFDM y las técnicas generales de modulación por múltiple portadora, en especial FBMC[2], ya que esta reduce el ancho de banda de OFDM debido a que esta elimina el prefijo cíclico (CP) [3].

Se puede mejorar también la eficiencia espectral mediante varias técnicas como por ejemplo el zero-padding[4], o mediante un banco de filtros digitales generados usando la transformada de Fourier discreta modificada (MDFT)[5], entre otras. Es necesario también tomar en consideración que existen varios problemas con OFDM, debido a la pérdida de ortogonalidad de las sub-bandas de frecuencias, esto produce interferencia inter portadora (ICI) por efecto del canal de transmisión [6]. Uno de los mayores problemas es la desviación de la

frecuencia de portadora que produce interferencia inter símbolo (ISI) e ICI, en [7] se ha demostrado que FBMC es más tolerante a este problema que OFDM.

OFDM requiere de CP, que dura una fracción del tiempo de símbolo, de manera que parezca que el canal de transmisión sea invariante en el tiempo lo que hace que no sea muy eficiente espectralmente [8], se ha propuesto un nuevo esquema donde se usa un banco de filtros de múltiple portadora de frecuencia ensanchada (frequencyspreadingfilterbank multicarrier,FS-FBMC)[9], que permite una perfecta ecualización sin necesidad de este tiempo de guarda. OFDM, requiere de métodos de cancelación de la interferencia interportadoras muy complejos; en especial en el enlace de subida, lo que baja el desempeño del sistema y lo encarece. El uso de FBMC permite tener un desempeño superior sin necesidad de la cancelación de la interferencia[10].

Debido a todas estas ventajas se han realizado numerosas investigaciones sobre FBMC y su impacto en las nuevas tecnologías (MIMO, Cognitive Radio Systems, entre otras)[11][12], por lo que es importante conocer el comportamiento de FBMC en la fibra óptica y más aún su comparación con la nueva modulación Fast OFDM que espectralmente es más eficiente que OFDM

## 6. METODOLOGÍA

1. Investigación del estado del arte mediante la lectura y análisis de los artículos científicos publicados en revistas científicas internacionales y bases de datos tales como ScienceDirect y IEEE xplorer.
2. La información recopilada permitirá obtener modelos matemáticos que se implementaran luego usando software de simulación tanto matemático como especializado en redes de fibra óptica.
3. Los resultados obtenidos de las experiencias tanto de la investigación como de las simulaciones nos permitirán realizar un artículo científico que se podrá redactar y publicar.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] X. Chen, A. Al Amin, A. Li y W. Shieh, «Multicarrier Optical Transmission,» Optical Fiber Telecommunications Volume VIB: Systems and Networks, p. 337, 2013.
- [2] B. Farhang-Boroujeny, «OFDM Versus Filter Bank Multicarrier,» Signal Processing Magazine, IEEE, vol. 28, nº 3, pp. 92-112, 2011.
- [3] L. G. Baltar y J. A. Nossek, «Multicarrier systems: a comparison between Filter Bank based and Cyclic Prefix based OFDM,» de OFDM 2012, 17th International OFDM Workshop 2012 (InOWo'12); Proceedings of, 2012.
- [4] F. Cruz-Roldan, M. Blanco-Velasco y J. I. Godino Llorente, «Zero-padding or cyclic prefix for MDFT-based filter bank multicarrier communications,» Signal Processing, vol. 92, nº 7, pp. 1646-1657, 2012.
- [5] F. Cruz-Roldan, M. Blanco-Velasco y J. Godino Llorente, «MDFT filter bank multicarrier systems with multiple transmission zeros,» de Circuits and Systems (ISCAS), 2011 IEEE International Symposium on, 2011.
- [6] C. M. N. G. Ribeiro, «Channel and frequency offset estimation schemes for multicarrier systems,» 2010.
- [7] Q. Bai y J. Nossek, «On the effects of carrier frequency offset on cyclic prefix based OFDM and filter bank based multicarrier systems,» de Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 2010 IEEE Eleventh International Workshop on, 2010.
- [8] Q. Yang, A. Al Amin y W. Shieh, «Optical OFDM Basics,» de Impact of Nonlinearities on Fiber Optic Communications, Springer, 2011, pp. 43-85.
- [9] M. Bellanger, «FS-FBMC: An alternative scheme for filter bank based multicarrier transmission,» de Communications Control and Signal Processing (ISCCSP), 2012 5th International Symposium on, 2012.
- [10] H. Saeedi-Sourck, Y. Wu, J. W. M. Bergmans, S. Sadri y B. Farhang-Boroujeny, «Complexity and Performance Comparison of Filter Bank Multicarrier and OFDM in Uplink of Multicarrier Multiple Access Networks,» Signal Processing, IEEE Transactions on, vol. 59, nº 4, pp. 1907-1912, 2011.
- [11] Y. Cui, Z. Zhao, R. Li, G. Zhang y H. Zhang, «Filter Bank Techniques for Multi-Carrier Cognitive Radio Systems,» Cognitive Communications: Distributed Artificial Intelligence (DAI), Regulatory Policy and Economics, Implementation, p. 93, 2012.
- [12] T. Ihalainen, A. Viholainen, T. Stitz y M. Renfors, «Generation of Filter Bank-Based Multicarrier Waveform Using Partial Synthesis and Time Domain Interpolation,» Circuits and Systems I: Regular Papers, IEEE Transactions on, vol. 57, nº 7, pp. 1767-1778, 2010.
- [13] F. Horlin, J. Fickers, P. Emplit, A. Bourdoux y J. Louveaux, «Dual-polarization OFDM-OQAM for communications over optical fibers with coherent detection,» Optics express, vol. 21, nº 5, pp. 6409-6421, 2013.

## 8. RESULTADOS ESPERADOS

Se pretende disponer de un modelo de simulación de enlaces de radio sobre fibra óptica basados en Fast OFDM y Filter Bank Multicarrier (FBMC) y que no solo servirá para la enseñanza aprendizaje de este tema en el pensum de estudio de los estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica, sino también de un punto de partida para investigaciones futuras en este campo y aplicada a las nuevas tecnologías de comunicación.

Además se dispondrá de un artículo científico que se pondrá en consideración de revistas indexadas para su publicación.

## **9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA Y/O SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN**

El conocimiento se transferirá mediante el empleo de esta herramienta de simulación en la materia relacionada con redes de fibra óptica ya que permite complementar su contenido teórico con el práctico, así como la publicación de los resultados obtenidos en una revista indexada

## **10. IMPACTOS DEL PROYECTO**

Académico: Disponer de una herramienta de simulación que complemente el contenido teórico con el práctico de la materia dictada en este ámbito. Así como la actualización de los conocimientos de los docentes que dictan estas materias, además de promover la realización de tesis de pregrado que formen parte de este proyecto.

Científico: Promover en la institución la investigación científica en el campo redes ópticas

Tecnológico: Permitirá adquirir conocimiento de los métodos óptimos de co ¿simulación de software comercial de simulación de redes de fibra óptica

## **11. INFORMACIÓN DE COFINANCIADORES (en caso de que existieran)**

