



Sistemas de radio sobre fibra

Énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

I. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

- Programa Académico: Doctorado en Ingeniería
- Área Temática: Comunicaciones
- Nombre de la asignatura en español e inglés: Sistemas de radio sobre fibra
- Intensidad de horas semana: 4
- Créditos: 4
- Características: Electiva Teórico-Práctica

II. Justificación de la Asignatura

La ingeniería de microondas y las tecnologías fotónicas son dos áreas de la ingeniería que han tenido un dramático impacto en la vida diaria y en particular en el campo de las comunicaciones. Las últimas décadas han visto como las tecnologías fotónicas dominan las comunicaciones de larga distancia y recientemente también se ha presenciado el despliegue de redes de fibra hasta el hogar. El enorme ancho de banda ofrecido por la fibra óptica ha actuado como detonante para el desarrollo de técnicas tales como la multiplexación por división en el tiempo (WDM) y el diseño de componentes optoelectrónicos operando a altas velocidades, esto significa que los diseñadores de sistemas de fibra óptica ahora deben considerar elementos de diseño de microondas cuando requieran componentes optoelectrónicos y su electrónica asociada.

También se ha presenciado el crecimiento exponencial de las comunicaciones inalámbricas las cuales han dado soporte al estilo de vida móvil y nómada de hoy en día, esto ha sido posible gracias a avances no solamente en el campo del procesamiento digital de señales sino también debido a avances realizados en el desarrollo de componentes de microondas y sistemas.

Mientras las primeras generaciones de sistemas inalámbricos operaron en bandas de frecuencia de microondas, hoy en día hay una cantidad sustancial de investigación y desarrollo en tecnología inalámbrica operando en ondas milimétricas y este ha sido apoyado por el desarrollo de sistemas radio sobre fibra en donde las redes ópticas se usan para la distribución convergente de señales provenientes de redes fijas y redes móviles además de la generación propia de señales en bandas milimétricas.



Cualquiera que sea la forma que tome las comunicaciones del futuro, es claro que la capa física continuará siendo dominada por tecnologías fotónicas para redes cableadas y por tecnologías de microondas para redes inalámbricas. La interfaz entre las tecnologías fotónicas y de microondas tienen por lo tanto una gran importancia ya que ha creado el campo interdisciplinario conocido como Radio sobre Fibra el cual es el eje principal de desarrollo de la presente asignatura.

III. Propósito del Curso

El propósito del curso se centra en ofrecer al estudiante conocimientos sobre componentes fotónicos, técnicas y sistemas para aplicaciones de generación, transmisión y procesado de señales de RF mediante técnicas fotónicas. Se estudian aplicaciones como generación y distribución de señales de acceso wireless (UMTS/4G/5G/WiFi/WiMAX) en infraestructuras de fibra óptica con características excepcionales no alcanzables con tecnología electrónica.

OBJETIVO GENERAL:

Identificar y reconocer las particularidades de los sistemas de radio sobre fibra como plataforma de soporte a sistemas de transporte convergente fijo-móvil.

OBJETIVO ESPECÍFICOS:

- Proveer al estudiante los principios que rigen el campo de la fotónica de microondas.
- Describir los conceptos de transmisión de señales de RF sobre medios dieléctricos.
- Introducir los diferentes dispositivos ópticos que permiten el procesado óptico de señales de RF.
- Describir las tendencias de convergencia de red fija/móvil derivadas del uso de sistemas radio sobre fibra.
- Preparar al estudiante para que al culminar el curso sea capaz de proponer y evaluar nuevas arquitecturas y sistemas de comunicaciones ópticas.



IV. Competencias a Lograr

- Actitud hacia la solución de problemas de ingeniería.
- Formación del sentido crítico y analítico.
- Formulación de propuestas de investigación concretas como solución a problemas específicos en sistemas de radio sobre fibra.

V. Descripción Analítica de Contenidos: Temas y Subtemas



1. Fundamentos y componentes fotónicos

Estudio de los principales componentes fotónicos y tecnologías base en el campo de la fotónica de microondas.

Subtemas:

- Introducción a sistemas de radio sobre fibra
- Análisis de la propagación de señales en fibra óptica
- Dispersión y atenuación
- Dispositivos fotónicos

2. Introducción a los sistemas y redes de comunicaciones ópticas

Trata de aspectos propios de las redes ópticas basadas en multiplexación por longitud de onda (WDM) tales como sus consideraciones de diseño y escalabilidad, el diseño de sistemas ópticos digitales, técnicas de multiplexación en sistemas ópticos y conceptos fundamentales de redes ópticas.

Subtemas:

- Generalidades de sistemas WDM
- Amplificación en sistemas WDM
- Efectos no lineales
- Filtrado en sistemas WDM

3. Transporte óptico de señales de RF

Presenta de forma teórica las consideraciones que a nivel de capa física se deben tener en cuenta para permitir la transmisión de señales de radiofrecuencia a través de la fibra óptica, en particular se estudian conceptos de transmisión óptica analógica, técnicas de generación, transporte y detección, fenómenos de degradación en el transmisor y fenómenos de degradación en la fibra.

Subtemas

- Introducción a sistemas SCM
- Técnicas de generación de señales SCM
- El efecto de supresión de portadora
- Distorsiones en sistemas ópticos SCM
- Aplicaciones de SCM

4. Aplicación de WDM al transporte óptico de señales de RF

Presenta desde una perspectiva real los principales entornos e implementaciones de sistemas de radio sobre fibra, sus tendencias y áreas de desarrollo, en particular se presenta la justificación de dichos sistemas en entornos de comunicaciones móviles, arquitecturas de red de radio sobre fibra, aplicaciones, tecnologías actuales y tecnologías emergentes.



Subtemas

- Arquitectura de red de acceso óptica
- Convergencia de redes fijas y móviles en capa física
- Arquitecturas ópticas fronthaul/backhaul para sistemas móviles

5. Simulación de sistemas de radio sobre fibra

La unidad cinco busca afianzar desde un punto de vista completamente práctico todos los conceptos aprendidos sobre la transmisión de señales en el dominio óptico. Para ello se utiliza el software de simulación y modelamiento óptico llamado VPI el cual permite analizar una gran variedad de parámetros de la transmisión de datos por fibra óptica, tales como la tasa de error de bit (BER), potencias, retardos, jitter, calidad, etc.

Subtemas:

- Caracterización de un transmisor para radio sobre fibra en modulación directa y externa.
- Evaluación de el impacto del índice de modulación en la calidad de la señal generada.
- Evaluación de las prestaciones de un sistema de radio sobre fibra.

5. Estrategias Metodológicas y Didácticas

Clase Magistral: se harán exposiciones magistrales sobre los temas propuestos a desarrollar en la asignatura, se plantearán problemas para reforzar el aprendizaje de la misma, Al inicio de cada tema el estudiante contará con la documentación respectiva, así como con material complementario, al igual que una bibliografía que le permita afianzar la temática desarrollada en cada capítulo.

Tareas: El estudiante complementará la información vista en clase, mediante la solución de problemas y tareas de investigación sobre temas complementarios a la asignatura.

Sesiones de prácticas: se realizarán prácticas basadas en simulaciones utilizando un software para diseño y evaluación de redes ópticas, orientado a consolidar los conceptos adquiridos y generar ejercicios de investigación, análisis y propuesta de soluciones.

Lecturas: se dejarán temas para que sean indagados por los estudiantes a fin de ser discutidos en clase.

6. Recursos



Para el desarrollo de la asignatura se requiere:

- Aula con tablero y proyector
- Sala de informática para las prácticas

7. Criterios de Seguimiento y Evaluación

- Realización de discusiones temáticas grupales al final de cada unidad (20%)
- Asignación de temas de investigación para elaboración de un artículo estado del arte (30%)
- Proyecto de asignatura (50%)

8. Bibliografías

- Microwave Photonics, Devices and Applications, edited by Stavros Iezekiel, John Wiley & Sons, 2009.
- Microwave Photonics, from Components to Applications and Systems, edited by Anne Vilcot, Kluwer Academic Publishers, 2005.
- Radio Over Fiber for Wireless Communications: From Fundamentals to Advanced Topics, Xavier Fernando, John Wiley & Sons, 2014.
- Redes Ópticas de Acceso Convergente, Gustavo Puerto Leguizamón, Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2016.
- Fotónica de Microondas y Procesado Todo-Óptico: Una Aproximación a la Conmutación de Paquetes Ópticos, Gustavo Puerto Leguizamón, Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.
- IEEE Journal of Lightwave Technology
- IEEE Journal of Selected Areas in Communications
- IEEE Communications Magazine
- IEEE Photonics Letters

9. Profesores de la Asignatura

Gustavo Adolfo Puerto Leguizamón

10. Requisitos de Calidad

Versión: 2

Fecha de modificación: 1/02/2018

Última modificación: 6/02/2019