Universidad de Puerto Rico en Bayamón
Parque Industrial Minillas ♦ 170 Carretera 174 ♦ Bayamón, PR 00959
(787) 993-8853 (787) 993-8900 senado.bayamon@upr.edu

Senado Académico
Secretaría

CERTIFICACIÓN NÚM. 19-2016-2017

Yo, Arnaldo Rodríguez Rivera, secretario ejecutivo del Senado Académico de la Universidad de Puerto Rico en Bayamón, **CERTIFICO QUE**:

El Senado Académico, en reunión ordinaria celebrada el 15 de septiembre de 2016, aprobó el curso *TEEL 4320 – Redes Inalámbricas* sometido por los departamentos de Ciencias de Computadoras y Electrónica.

Y PARA QUE ASÍ CONSTE, expido la presente certificación en Bayamón, Puerto Rico, hoy 26 de septiembre de 2016.

Arnaldo Rodríguez Rivera
Secretario Ejecutivo

Vo.Bo. Margarita Fernández Zavala
Rectora

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO EN BAYAMÓN
#170 Carr. 174 Parque Industrial Minillas
Bayamón, PR 00959

Decanato de Asuntos Académicos
Departamento de Electrónica

Bachillerato en Ciencias en Tecnología de Ingeniería de la Información

PRONTUARIO

Título : Redes Inalámbricas

Codificación del curso : TEEL 4320

Cantidad de créditos : Tres (3)

Prerrequisitos : TEEL 4006 – Redes de Comunicación entre Computadoras o SICI 4037 – Comunicación de Datos, y MATE 3026 – Introducción a las Estadísticas con Computadoras

Correquisitos : Ninguno

Descripción del curso :Estudio de los principios y los fundamentos de los sistemas de comunicaciones inalámbricos. Se describe el canal inalámbrico y sus efectos sobre las señales transmitidas. Se discuten técnicas de codificación que faciliten la detección de errores y que permitan la codificación de data en múltiples ondas portadoras. Se discute el concepto de múltiples ondas portadoras y múltiples antenas como mecanismo para aumentar la velocidad de transmisión. Se presenta el concepto de *spread spectrum*, tanto en su modalidad de secuencias directas como en la modalidad de *frequency hopping.* Se discute la arquitectura de redes celulares de última generación, y la futura evolución del servicio celular. Se discuten las principales actuales redes locales inalámbricas.

Objetivos de aprendizaje : Al concluir el curso TEEL 43XX el estudiante estará capacitado para:

1. Tener una visión global sobre las comunicaciones inalámbricas.
2. Explicar los efectos del canal sobre las transmisiones inalámbricas.
3. Explicar cuáles son las principales técnicas para la detección de errores en las transmisiones inalámbricas.

4. Entender cuáles son los mecanismos de acceso a los sistemas de comunicación inalámbricos, sus ventajas y sus limitaciones.

5. Explicar cómo funciona el concepto de *MIMO (multiple-input and multiple-output)* en donde múltiples ondas portadoras y múltiples antenas son utilizadas para aumentar la velocidad de transmisión.

6. Explicar cómo funciona la técnica de *spread spectrum* y la de *frequency hopping.*

7. Comprender la arquitectura de los sistemas celulares de última generación.

8. Comprender cómo funcionan las redes Ethernet inalámbricas (*Wi-Fi*).

9. Comprender cómo funciona la tecnología Bluetooth, su alcance y sus limitaciones.

Bosquejo de contenido y distribución del tiempo:

Temas		**Tiempo**
I	Visión global sobre las comunicaciones inalámbricas	1 hora
II	Canal inalámbrico A. Características del canal inalámbrico B. *Multipath delay* C. Coherencia temporal D. Ancho de banda coherente	3.5 horas
III	Fading A. Distribución de Rayleigh B. Distribución Rician	3 horas
IV	Técnicas de codificación de señales	3 horas
V	Codificación y control de errores	3 horas
VI	*Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)*	3 horas
VII	*Spatial multiplexing* *A. Multiple-Input and Multiple-Output (MIMO)*	3 horas
VIII	*Spread Spectrum* A. *Direct sequence* B. *Frequency-Hopping* C. *CDMA*	4 horas
IX	Redes celulares de última generación y *long term evolution (LTE)* A. Concepto de múltiples ondas portadoras B. Tecnologías y opciones del *LTE*	7 horas

	C. Arquitectura del *LTE* *D. Downlink transport channel processing* *E. Uplink transport channel processing*	
X	Redes locales inalámbricas A. Tecnologías B. *IEEE 802.11 WLAN*	5 horas
XI	*Bluetooth* A. Características *B. Protocol stack*	5 horas
	3 Exámenes parciales	4.5 horas
	Total de horas-contacto	**45 horas**

Técnicas instruccionales : Se utilizarán conferencias para la discusión de la teoría y la solución de problemas. Se asignarán problemas para su solución teórica. Se enfatizará en el uso adecuado del conocimiento matemático para la solución de problemas. El libro de texto es indispensable para la discusión en el salón de clases y los trabajos asignados.

Recursos de aprendizaje e instalaciones mínimas disponibles o requeridos : Libro de texto y referencias, revistas, proyector, computadoras, calculadora científica y otros recursos en la biblioteca.

Técnicas de evaluación : La evaluación se realizará mediante:

Tres exámenes parciales	75%
Un examen final acumulativo	25%
Total	100%

Acomodo razonable :

La UPRB cumple con la Sección 504 de la Ley de Rehabilitación Vocacional de 1973, la Ley ADA (*American with Disabilities Act*) de 1990 y su enmienda en el año 2008, la Ley 51 (*Ley de Servicios Integrales para las Personas con Impedimentos*) de 1996 y la Ley 238 (*Carta de Derechos de las Personas con Impedimentos*) del 31 de agosto de 2004 y sus enmiendas en los años 2008 y 2009 para garantizar la igualdad en el acceso a la educación y servicios. Todo estudiante que sienta que necesita acomodo razonable basado en el impacto de su impedimento, debe visitar la Oficina de Servicios para Estudiantes Universitarios con Impedimentos (OSEUI), localizada en el primer piso del Centro de Estudiantes, al lado de la Cafetería, para discutir sus necesidades específicas y proveer documentación escrita. A solicitud del estudiante, la OSEUI preparará una carta individualizada para cada profesor. Esta carta certifica que el estudiante tiene un impedimento y presenta los acomodos razonables que requiere el estudiante para la obtención de un adecuado aprovechamiento académico. La solicitud de acomodo razonable no exime al estudiante de cumplir con los requisitos académicos de los programas de estudio.

Integridad académica :

La Universidad de Puerto Rico promueve los más altos estándares de integridad académica y científica. El Artículo 6.2 del Reglamento General de Estudiantes de la UPR (Certificación Núm. 13, 2009-2010, de la Junta de Síndicos) establece que "la deshonestidad académica incluye, pero no se limita a: acciones fraudulentas, la obtención de notas o grados académicos valiéndose de falsas o fraudulentas simulaciones, copiar total o parcialmente la labor académica de otra persona, plagiar total o parcialmente el trabajo de otra persona, copiar total o parcialmente las respuestas de otra persona a las preguntas de un examen, haciendo o consiguiendo que otro tome en su nombre cualquier prueba o examen oral o escrito, así como la ayuda o facilitación para que otra persona incurra en la referida conducta". Cualquiera de estas acciones estará sujeta a sanciones disciplinarias en conformidad con el procedimiento disciplinario establecido en el Reglamento General de Estudiantes de la UPR vigente.

Sistema de calificación : Se utilizará la escala de calificación acordada por el Departamento de Electrónica:

100 – 90 A
89 – 80 B
79 – 70 C
69 – 60 D
59 – 0 F

Bibliografía :

Texto :

C. Beard, W. Stallings, *Wireless Communication Networks and Systems*, New York City, NY: Pearson, 2016, ISBN-10: 0133594173, ISBN-13: 978-0133594171.

Referencias :

C. Smith, D. Collins, *Wireless Networks: Design and Integration for LTE, EDVO, HSPA, and WiMax,* New York City, NY: McGraw-Hill, third edition, 2014, ISBN-10: 0071819835, ISBN-13: 978-0071819831.

A. Jajszczyk, (editor), *A Guide to the Wireless Engineering Body of Knowledge (WEBOK)*, 2nd Edition, Hoboken, NJ: Wiley-IEEE Press, 2012, ISBN-10: 1118343573, ISBN-13: 978-1118343579.

K. D. Wong, *Fundamentals of Wireless Communication Engineering Technologies*, Hoboken, NJ: Wiley, 2012, ISBN-10: 0470565446, ISBN-13: 978-0470565445.

E.S. Gopi, *Digital Signal Processing for Wireless Communication using Matlab*, New York City, NY: Springer, 2016, ISBN-10: 3319206508, ISBN-13: 978-3319206509.

H. Zarrinkoub, *Understanding LTE with MATLAB: From Mathematical Modeling to Simulation and Prototyping*, Hoboken, NJ: Wiley, 2014, ISBN-10: 1118443411, ISBN-13: 978-1118443415.

A. Allan, D. Coleman, S. Mistry, *Bluetooth: Bluetooth LE Projects with Arduino, Raspberry Pi, and Smartphones*, Sebastopol, CA: Maker Media, Inc, 2015, ISBN-10: 1457187094, ISBN-13: 978-1457187094.

C. Cox, *An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE, VoLTE and 4G Mobile Communications*, second edition, Hoboken, NJ: Wiley, 2014, ISBN-10: 1118818032, ISBN-13: 978-1118818039.

Portales Electrónicos :

SSS On Line, Inc. (2012). *Spread Spectrum Scene* [En línea]. Disponible: http://www.sss-mag.com/.

Bluetooth SIG, Inc. (2016). *Bluetooth* [En línea]. Disponible: https://www.bluetooth.com/.

IEEE 802.11. (2015). *IEEE 802.11™ Wireless Local Area Networks* [En línea]. Disponible: http://grouper.ieee.org/groups/802/11/.

Wi-Fi Alliance. (2016). *Wi-Fi Alliance* [En línea]. Disponible: www.wi-fi.org.

IETF. (2016). The Internet Engineering Task Force [En línea]. Disponible: www.ietf.org.