



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

Redes Celulares 5G

Área de Infraestructura, Tecnología
Productividad y Ambiente

▶ Curso presencial

Educación **Continua**
Generamos experiencias educativas

Teléfono: +57 1 320 8320 Ext. 2111
Email: direcontinua@javeriana.edu.co



INTENSIDAD HORARIA 30 Horas

Horarios

Junio 25 a Julio 3

Martes, miércoles, jueves y viernes 4:00 p.m. a 8:00 p.m.

Sábado 7 am a 1 pm

Propuesta de Valor

Las redes celulares han evolucionado en los últimos 40 años principalmente en función de prestar servicios con mayor tasa de transmisión y lo han hecho de manera exitosa, revolucionando la industria de las telecomunicaciones y convirtiéndose en el principal medio de acceso a internet en el mundo. En esta nueva fase, la quinta generación de las redes celulares no es un simple aumento a la tasa de transmisión como pasó anteriormente: esta vez las nuevas redes prometen transformar radicalmente la sociedad en la que vivimos convirtiéndose en el medio fundamental de la 4ta revolución industrial y el Internet de las Cosas, permitiendo no solo mayores tasas de transmisión sino una gran flexibilidad para todo tipo de servicios que requieran ser conectados: dispositivos aislados con bajo consumo energético, dispositivos que requieran conexiones urgentes sin latencia, altísimas densidades de dispositivos o comunicaciones en nuevas bandas de frecuencias hasta ahora no utilizadas todo esto aumentando la cobertura, la disponibilidad y la confiabilidad de la red. La diversificación de los modelos de negocio de los operadores de telecomunicaciones con la entrada de operadores de redes LPWAN, también augura una altísima penetración de las redes 5G en todos los sectores económicos. Estas redes podrán funcionar en bandas licenciadas o libres y podrán ser incluso redes celulares privadas, que no requieran un operador.

Este curso busca explicar por qué estas redes significan una transformación profunda de la sociedad y porqué son fundamentales para el IoT y la 4ta revolución industrial, desde la perspectiva de un ingeniero de telecomunicaciones (o afines).

Se abordarán los fundamentos sobre los que las redes 5G han sido diseñadas, los diferentes casos de uso, los detalles de la estandarización y su cronograma, las nuevas arquitecturas de la red, las nuevas tendencias de virtualización y comoditización del hardware. Las nuevas tecnologías de radio que permitirán hacer uso de nuevas bandas de frecuencia incluso hasta 60 GHz. Las diferentes versiones del estándar LTE-A, 5G: NR, LTE-M y NB-IoT, así como el



detalle del funcionamiento de las nuevas tecnologías incluidas en el estándar tanto en la red de radio como en el core.

Adicionalmente este curso (como muy pocos en su género), contará con demostraciones y sesiones prácticas del funcionamiento de una red celular, por medio de un emulador de red conocido como el OpenAirInterface (Radio y Core), que permitirá al asistente, revisar todas las etapas de la comunicación y permitirá hacer llamadas y conexiones reales entre un teléfono y el emulador.

Objetivos

General

Entender el funcionamiento y la aplicación de las nuevas tecnologías que habilitan las redes celulares 5G.

Específicos

- Entender las diferencias entre las redes 4G y 5G así como los principales casos de uso de las redes 5G.
- Conocer los requerimientos de estandarización (IMT2020) de las redes 5G y el cronograma de las diferentes versiones del 3GPP y los despliegues comerciales.
- Conocer la arquitectura de la red celular 5G y las nuevas tendencias como SDWAN, Network Virtualization, Cloud networking, White-box networking o hardware commoditization, entre otras.
- Diferenciar y entender el funcionamiento de las nuevas interfaces de radio, LTE-A, New Radio, LTE-M y NB-IoT.
- Comprender los fundamentos de las nuevas tecnologías y su funcionamiento (RoF, NOMA, Massive MIMO, MmWave, entre otras).
- Realizar demostraciones y pruebas técnicas sobre el funcionamiento de las redes 5G por medio de un emulador.

Dirigido a

Profesionales o estudiantes de últimos semestres en informática, electrónica y telecomunicaciones

Metodología

Presencial: clases magistrales y prácticas con emulador de redes.



Contenido Académicos

Módulo 1: Qué es 5G (4h)

4G vs 5G

Massive Machine-Type Communications (mMTC)

Ultra Reliable Low-Latency Communications (URLLC)

Enhanced Mobile Broadband (eMBB)

General 5G use cases

Módulo 2: Estandarización (2h)

Definición de frecuencias

Cronograma de estándares

ITU: IMT 2020

Módulo 3: La red celular (8h)

Architectures

LTE

LTE-M and NB-IoT

5G: New Radio (NR)

Next Gen. 5G Core/Metro & Aggregation Networks

Backhaul/Fronthaul PHY-Layer

Introduction to SDN and Network Virtualization

Módulo 4: Tecnologías de radio (4h)

LTE

LTE-A

5G: New Radio

LTE-M and NB-IoT

Módulo 5: Nuevas tecnologías (6h)

Millimeter Waves

Small Cells

Full-Duplex

Massive MIMO + Beamforming

Analog Radio over Fiber

NOMA



Módulo 6: Emulación de redes 5G (6h)

Emulación de redes celulares
Open Air Interface 5G y Open CN
C-RAN y funcional splits
Alianza OpenAir y proyectos
Testbeds de C-RAN
Emulación de llamadas y transmisiones de datos

Nota 1: Cada módulo tiene una duración aproximada de 5 horas.

Nota 2: Este temario puede tener variaciones menores, siendo una propuesta de capacitación flexible, que busque el máximo desempeño de los alumnos, de acuerdo con las necesidades específicas de los mismos.

Conferencistas

Simon Rommel obtained his B.Sc. degree from the University of Stuttgart, Germany in 2011 and in 2014 obtained M.Sc. degrees in Photonic Networks Engineering from Aston University, Birmingham, UK and Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy. He completed his Ph.D. in 2017 at the Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Denmark with research focused on photonic-wireless convergence and millimeter-wave radio-over-fiber links. Between 2014 and 2017 he was with the Technical University of Denmark, with a research stay at the National Institute of Information and Communications Technology, Koganei, Tokyo, Japan in 2017. Since 2017 he is with the Eindhoven University of Technology as a postdoctoral researcher, continuing his work photonic and radio frequency technologies with a strong focus on implementations for 5G. His research interests include the fields of fiber-optic and wireless communications and the associated digital signal processing. Dr. Rommel is a member of Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), The Optical Society (OSA), the Institution of Engineering and Technology (IET) and the Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V (VDE).

Rafael Puerta received his B.Sc. degree in 2010 and M.Sc. degree in 2014 in electronics engineering from the Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) in Bogotá, Colombia. Previously, he has worked as a research assistant and as an embedded software engineer for multiple projects in Colombia. Dr. Puerta completed his Ph.D. studies in photonics engineering in 2017 at the Technical University of Denmark (DTU), Kgs. Lyngby, Denmark. During his Ph.D. he was a guest researcher at the Warsaw University of Technology in Poland during 2015 working in 100G datacenter links, and at the ZTE research center in New Jersey, USA, during July 2016 working in high-capacity fiber-wireless links. As well, he was a research intern at Fujitsu Laboratories Ltd. in Kawasaki, Japan, from June to September 2017. His research interests are within the areas of digital control, digital signal processing for high-speed fiber-optic and fiber-wireless links, advance modulation schemes, and MIMO algorithms for multi-



antenna systems. Currently, Dr. Puerta is a Lecturer at the PUJ and works at Ericsson as an Algorithm Engineer.

Daniel Jaramillo-Ramírez received the B.Sc. degree from Universidad Pontificia Bolivariana in Medellín, Colombia in 2006, the M.Sc. degree from Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, in 2008 and the Ph.D. degree from Supélec (Ecole Supérieure d'Electricité), France in 2014. From 2010 to 2014 he worked as a research engineer in Orange Labs, France. His Ph.D. subject was related to interference mitigation techniques in cellular networks. From August 2014 he joined the Department of Electronics Engineering at Pontificia Universidad Javeriana in Bogotá, Colombia, as an Assistant Professor. He is an active researcher in both wireless communications and urban transportation.

Luis Felipe Ariza Vesga is a passionate researcher that works in wireless communications and next-generation networks areas. He received his B.Sc in Electronic Engineering from Universidad Nacional de Colombia in 2006 and his M.Ss in Electronic Engineering from Universidad de los Andes in 2013. He is going to finish his Ph.D degree in Electrical Engineering from Universidad Nacional de Colombia in the second semester 2019. The subject of his Ph.D. is the optimization of 5G cellular networks (Coordinated Scheduling and Planning) using the OpenAirInterface platform. He was a Radio Frequency student of the CI-Brasil program in Campinas, Brazil for 2011, he joined the same program as a Radio Frequency professor, and then he was a special Electrical Engineering student from UNICAMP for 2012. He was a visiting Ph.D. at EURECOM (Campus SophiaTech in France) to study frequency domain methodologies for Cloud Radio Access Networks and large scale network emulations under the guidance of professor Raymond Knopp in 2017.

Lugar

Instalaciones de la Pontificia Universidad Javeriana

La planta física de la Dirección de Educación Continua - DEC, cumple con altos estándares de calidad en cuanto a ubicación, comodidad, estacionamiento, seguridad y acceso. Los salones son de uso exclusivo para la actividad de Educación Continua, por lo cual los participantes en nuestros programas, cuentan con espacios adecuados para su capacitación.

La Dirección de Educación Continua-DEC dispone de diecinueve (19) salas de conferencias o seminarios con capacidad promedio para 30 personas dotadas con ayudas audiovisuales básicas. Cada sala cuenta con: Tablero acrílico, Televisor de 20 o 25", VideoBeam, Retroproyector, Proyector de Diapositivas y PC disponible para proyección de presentaciones multimedia.

La Universidad Javeriana está en capacidad de ofrecer todos sus programas de Educación Continua en cualquier ciudad del país o fuera de él.