



PROGRAMA OFICIAL DE CURSO POSGRADO

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1. INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del curso: Future Internet

Programa académico al que pertenece: Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones

Unidad académica: Facultad de Ingeniería

Programa(s) académico(s) en los cuales se ofrece el curso: Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, Doctorado en ingeniería Electrónica y de Computación, Maestría en Ingeniería

Vigencia: 2027-1

Código curso: 2558014

Tipo de curso: Teórico
Electivo

Tipo de curso:
Regular (Posgrado)

Características del curso: Validable ☐ Habilitable ☐ Clasificable ☐ Evaluación de suficiencia (posgrado) X

Modalidad educativa del curso: Asistido parcialmente por TIC

Nombre del área, núcleo o componente de la organización curricular a la que pertenece el curso: Computación, Telecomunicaciones

Prerrequisitos: N/A

Correquisitos: N/A

Número de créditos académicos (Acuerdo Académico 576 de marzo de 2021):¹ 5

Horas totales de interacción estudiante-profesor:² 64

Horas totales de trabajo independiente: 176

Horas totales del curso: 240

Horas totales de actividades académicas teóricas³: 40

Horas totales de actividades académicas prácticas: 0

Horas totales de actividades académicas teórico-prácticas: 24

¹ La política de créditos de la Universidad de Antioquia se puede consultar en el siguiente enlace: <https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/docencia>

² Verificar que la sumatoria de las horas de interacción estudiante-profesor, más las horas de trabajo independiente divididas por 48, sea igual al número de créditos del curso.

³ El total de horas totales de actividades académicas teóricas, prácticas y teórico-prácticas serán iguales a las horas totales de interacción estudiante-profesor

2. RELACIONES CON EL PERFIL

Describir el propósito del curso en relación con los perfiles del programa académico. Aquí se puede enunciar el perfil que se tiene declarado y plantear los aportes que hace el espacio de formación.

El curso Future Internet aporta significativamente al desarrollo de las competencias esperadas en el egresado de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, ya que responde a la necesidad de una Internet flexible y programable que soporte servicios de próxima generación. Esta asignatura fomenta la capacidad de investigar y resolver problemas de computación y comunicaciones mediante el aprendizaje de las arquitecturas de red emergentes y sus fundamentos de programabilidad, esenciales en el avance hacia una Internet del futuro.

Dado que la transformación de la infraestructura de Internet involucra innovación y adopción de paradigmas como la programación de redes, el curso permite a los estudiantes fortalecer sus habilidades en la implementación de plataformas tecnológicas avanzadas, un aspecto clave del perfil. Además, al abordar técnicas de modelación y diseño de redes futuras, el curso promueve la aplicación de metodologías de modelación estadística y computacional, en línea con las exigencias del perfil de egreso.

Finalmente, el curso apoya la capacidad del estudiante para comunicarse de manera efectiva y trabajar en equipo en entornos internacionales, al ponerlos en contacto con tendencias y estándares globales en el campo de las TICs.

3. INTENCIONALIDADES FORMATIVAS

Explicitar los elementos orientadores del curso de acuerdo con el diseño curricular del programa académico: problemas de formación, propósitos de formación, objetivos, capacidades, competencias u otros. Se escoge una o varias de las anteriores posibilidades de acuerdo con las formas de organización curricular del programa académico, que se declaran en el Proyecto Educativo de Programa.

El curso Future Internet se alinea con el diseño curricular del programa de Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones al abordar problemas de formación vinculados a la necesidad de adaptar la arquitectura de Internet a los servicios y aplicaciones emergentes. Dado el contexto disciplinar de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), el curso busca proporcionar a los estudiantes las competencias necesarias para:

Propósito de formación: Fortalecer el entendimiento de la arquitectura de Internet y de las limitaciones que impiden satisfacer las demandas actuales de servicios. A través de la exploración de paradigmas de programabilidad de red, el curso orienta a los estudiantes en el desarrollo de una arquitectura de red que permite mayor flexibilidad y escalabilidad, clave para los servicios de próxima generación.

Objetivos:

- Comprender las limitaciones de la arquitectura de Internet actual y los desafíos para implementar una Internet del futuro.
- Explorar y aplicar conceptos de programabilidad de redes para gestionar y diseñar infraestructuras de red adaptativas.
- Evaluar la efectividad de arquitecturas alternativas, usando tanto principios teóricos como técnicas experimentales.

Competencias:

- **Investigación:** Fomentar la aplicación del método científico mediante el análisis de modelos y herramientas

innovadoras en el contexto de redes definidas por software y programabilidad de red, desarrollando así competencias en investigación aplicada al entorno de las TICs.

- **Habilidades blandas:** Desarrollar habilidades de argumentación y comunicación a través de la presentación y defensa de los resultados en entornos colaborativos y académicos. El curso fomenta el trabajo en equipo y la interacción con otros profesionales en un ámbito de redes y telecomunicaciones.
- **Disciplinares:** Capacitar a los estudiantes en el uso de técnicas de modelación y simulación computacional, esenciales para el diseño y la implementación de prototipos de redes. También se les proporciona una base sólida para desarrollar proyectos de investigación aplicados en el área de redes y arquitectura de Internet.

A través de estos elementos orientadores, el curso Future Internet contribuye al perfil del egresado, brindándole las capacidades para abordar problemas complejos y generar soluciones avanzadas en el ámbito de las redes y comunicaciones, en línea con las competencias de investigación, habilidades blandas y conocimientos disciplinares que definen el programa académico.

4. APORTES DEL CURSO A LA FORMACIÓN INTEGRAL Y A LA FORMACIÓN EN INVESTIGACIÓN

Describir cómo el curso hace aportes a la formación integral (racionalidades ética, política, estética y lógica) y a la formación en investigación desde las intencionalidades formativas y el abordaje de los conocimientos y/o saberes.

Los aspectos políticos del curso consideran la necesidad de adaptar la arquitectura de redes a contextos nacionales e internacionales y sus implicaciones para la gobernanza de Internet, promoviendo una visión crítica sobre las políticas de control y el papel de los organismos de regulación.

Desde la perspectiva de la formación en investigación, el curso se articula con las intencionalidades formativas del programa al incentivar el desarrollo de capacidades investigativas en el área de las redes programables y definidas por software. Los estudiantes aplican el método científico en el análisis de casos y el diseño de prototipos, fortaleciendo así su capacidad para formular y resolver problemas de investigación. Además, el curso promueve el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas en entornos de simulación y experimentación, lo que facilita una experiencia investigativa aplicada y alineada con las exigencias contemporáneas de las TIC.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS Y/O SABERES

Explicitar los ejes problemáticos, saberes, proyectos, contenidos o temas que se abordan en el desarrollo del curso. Se escoge una o varias de las posibilidades de acuerdo con las formas de organización curricular del programa académico.

Se describe en inglés ya que el curso se dicta en inglés:

Unit 1: Software defined Networking (5 weeks)

- Introduction
- Evolution
- Control and Data plane Separation
- Mininet
- Controllers (POX and ONOS)
- 3 Labs (mininet, controllers, security)

Unit 2: Data plane programmability (5 weeks)

- Introduction
- PISA architecture
- P4

- Examples
- 1 Labs (P4)

Unit 3: AI meets networking (4 weeks)

- Introduction AI techniques
- Examples
- Applications
- 2 Labs (simple and complex security attacks detection)

6. METODOLOGÍA⁴

Explicitar algunos de los siguientes asuntos:

☐ Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ☐ Aprendizaje invertido ☐ Aprendizaje Basado en Retos (ABR) ☐ Estudio de caso ☐ Aprendizaje entre pares ☐ Clase magistral ☐ Salida de campo ☐ Taller ☐ Otra(as), ¿cuál(es)? ☐ Escriba el nombre de la estrategia.

The course employs a **constructivist methodology**, where foundational concepts are introduced through lectures, accompanied by significant autonomous work from the students. As a research-oriented master's course, the primary resources will be scientific articles, and students will be expected to complete a research paper as their final project.

To deepen engagement and practical understanding, the following instructional strategies will be used:

- **Challenge-Based Learning (CBL):** Students will tackle real-world network and Internet architecture issues, challenging them to find innovative, research-backed solutions. This strategy helps bridge theoretical knowledge and practical application, enabling students to engage in experiential learning that reflects the current demands in network programmability and future Internet design.
- **Case Studies:** Relevant case studies from scientific literature and industry applications will be analyzed. These cases provide context for understanding complex network scenarios, supporting students in applying theoretical concepts to actual technological and research challenges within Future Internet frameworks.
- **Peer Learning:** Students will engage in peer-review sessions and collaborative discussions. This interaction promotes the exchange of diverse perspectives, critical feedback, and the reinforcement of concepts through group learning. Peer learning is essential for building collaborative research skills and enhancing comprehension through cooperative problem-solving.
- **Lectures:** Key concepts and methodologies will be delivered through lectures to provide a comprehensive understanding of the course material. These sessions lay the groundwork for advanced discussions and research explorations, ensuring that students are well-prepared to delve into more specialized studies.

This integrated approach not only builds a strong theoretical foundation but also encourages critical thinking, collaboration, and practical problem-solving, equipping students with the skills needed for impactful research in the Future Internet domain.

⁴ Para efectos de la preparación y desarrollo de las clases, se sugiere considerar el cuadro anexo de planeación didáctica que acompaña este formato.

Describe brevemente la metodología (s) utilizada (s):
Medios y recursos didácticos: El curso utiliza una combinación de recursos digitales y materiales basados en investigación para apoyar el aprendizaje. Estos incluyen el acceso a revistas académicas en línea, bases de datos científicas y software especializado para simulaciones de redes. También se ofrecen recursos adicionales, como clases grabadas y estudios de caso de la industria, que permiten experiencias de aprendizaje flexibles y accesibles, fomentando el estudio independiente.
Formas de interacción en los ambientes de aprendizaje y de acompañamiento del trabajo independiente del estudiante: Los ambientes de aprendizaje están diseñados para la interacción sincrónica y asincrónica, con discusiones en tiempo real durante las clases y trabajo asincrónico por parte de los estudiantes y reuniones virtuales para discutir asuntos específicos. El acompañamiento al estudiante se realiza mediante sesiones periódicas de retroalimentación del instructor, actividades de revisión por pares y foros de colaboración, promoviendo una comunidad de aprendizaje interactiva y de apoyo. El trabajo independiente se facilita a través de la asignación de tareas y proyectos de investigación que los estudiantes pueden desarrollar con la orientación y retroalimentación del instructor en cada etapa.
Estrategias de internacionalización del currículo que se desarrollan para cumplir con las intencionalidades formativas del microcurrículo: Para alinearse con el enfoque internacional del programa, el curso incluye estrategias de internacionalización que exponen a los estudiantes a perspectivas globales sobre la programación de redes y la investigación sobre el Internet del futuro. Estas estrategias incluyen el análisis de estudios de caso internacionales, la discusión de investigaciones de instituciones líderes a nivel global y la promoción de proyectos colaborativos con estudiantes o investigadores internacionales cuando sea posible. Además, se alienta a los estudiantes a participar en conferencias o seminarios internacionales, fomentando el intercambio de conocimientos y la creación de redes a nivel global.
Estrategias para abordar o visibilizar la diversidad desde la perspectiva de género, el enfoque diferencial o el enfoque intercultural:
N/A

7. EVALUACIÓN⁵
Explicitar los siguientes asuntos:
Concepción de evaluación, modalidades (auto, co, hetero evaluación y evaluación entre pares) y estrategias a través de las cuales se va a orientar.
La evaluación del curso "Future Internet" se concibe como un proceso continuo y formativo, con el propósito de fortalecer la comprensión, aplicación y análisis crítico de los contenidos y habilidades desarrolladas.

⁵ De acuerdo con el Artículo 79 del Reglamento Estudiantil de Pregrado: "La evaluación debe ser un proceso continuo que busque no sólo apreciar las aptitudes, actitudes, conocimientos y destrezas del estudiante frente a un determinado programa académico, sino también lograr un seguimiento permanente que permita establecer el cumplimiento de los objetivos educacionales propuestos"; además, en el Artículo 94 se indica que en todos los cursos se deben realizar dos o tres evaluaciones para cumplir con las intencionalidades formativas del microcurrículo; finalmente, los artículos 95 y 96 señalan que, para el desarrollo de evaluaciones parciales o finales, se pueden incluir trabajos de investigación como formas de valoración de los aprendizajes. Por su parte, en el Artículo 24 del Capítulo V del Reglamento General de Posgrados se plantea que las evaluaciones de rendimiento académico se aplicarán en todas las actividades académicas de los programas de posgrado mediante un proceso integral y transparente que permita el seguimiento al desempeño del estudiante.

Estrategias de evaluación:

- **Quizzes y pruebas continuas:** Se administran periódicamente para asegurar la comprensión de los conceptos fundamentales.
- **Asignaciones de programación:** Evaluadas tanto por el profesor como por pares para fomentar el análisis crítico y la colaboración.
- **Proyecto final:** Evaluado en etapas para guiar la aplicación práctica de conceptos de investigación; incluye coevaluación y retroalimentación del profesor para apoyar el desarrollo integral del proyecto.
- **Examen final:** Integrador de los conocimientos adquiridos a lo largo del curso, con una evaluación objetiva por parte del profesor.

Estas estrategias permiten un proceso de evaluación integral y dinámico que guía y acompaña el aprendizaje de los estudiantes hacia la autoeficacia y el desarrollo de habilidades críticas en la disciplina.

Procesos y resultados de aprendizaje del Programa Académico que se abordan en el curso (según el Acuerdo Académico 583 de 2021 y la Política Institucional).⁶

El curso "Future Internet" contribuye significativamente a los procesos y resultados de aprendizaje de la Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, abordando los siguientes aspectos clave:

1. Investigación:

- Se aborda el proceso de **aplicación del método científico** para resolver problemas asociados a las telecomunicaciones y la computación. Los estudiantes desarrollan y aplican principios teóricos en ejercicios prácticos y un proyecto final, lo que les permite construir una base metodológica sólida para enfrentar desafíos de investigación en redes programables y en la Internet del futuro.

2. Habilidades Blandas:

- El curso fomenta la capacidad de **argumentación oral y escrita** mediante la presentación y defensa de proyectos y resultados. Los estudiantes aprenden a estructurar y comunicar sus hallazgos, tanto en asignaciones de programación como en el proyecto final, lo cual es evaluado en actividades de presentación y revisión entre pares.
- La **interacción con equipos de trabajo nacionales e internacionales** es promovida a través de la participación en discusiones de estudios de caso globales y la posibilidad de colaborar en proyectos o actividades con una perspectiva internacional.

3. Disciplinarios:

- En este curso, los estudiantes **aplican técnicas de modelación computacional y estadística** para resolver problemas específicos de la Internet del futuro, tales como la simulación de redes y el análisis de protocolos programables.
- Los estudiantes también **implementan plataformas tecnológicas** aplicando

⁶ La Política de Procesos y Resultados de Aprendizaje de la Universidad de Antioquia se puede consultar en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3S47HDV>

conocimientos de técnicas de comunicaciones y programación de redes, un aspecto fundamental para responder a las necesidades tecnológicas de la disciplina.

- Además, el curso permite a los estudiantes **desarrollar proyectos de investigación** en los que abordan fenómenos complejos de redes programables y exploran soluciones mediante enfoques de modelado y simulación, lo cual es esencial para la formación de investigadores autónomos y competentes en el contexto de las TICs.

A través de estos enfoques, el curso "Future Internet" se alinea con el perfil del egresado de la maestría, contribuyendo de forma integral al desarrollo de competencias investigativas, técnicas y colaborativas que responden a las demandas actuales y futuras en el campo de las telecomunicaciones y las tecnologías de la información.

Momentos de la evaluación del curso y sus respectivos porcentajes.⁷

Momentos de evaluación	Porcentajes
Continuous evaluation by means of quizzes.	25%
Programming Assignments (labs)	25%
Final project	25%
Final exam	25%

8. BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES

Incluir solo la bibliografía que se requiere para el desarrollo del curso; además, presentar los textos en otras lenguas o traducciones que se trabajan en clase, en atención a las culturas o zonas geográficas de las que estos provienen.

Cultura o zona geográfica	Bibliografía	Palabras claves
USA	Peterson, Larry, Carmelo Cascone, and Bruce Davie. Software-defined networks: a systems approach. Systems Approach, LLC, 2021.	Software Defined Networks
Brasil, USA	Kreutz, Diego, Fernando MV Ramos, Paulo Esteves Verissimo, Christian Esteve Rothenberg, Siamak Azodolmolky, and Steve Uhlig. "Software-defined networking: A comprehensive survey." Proceedings of the IEEE 103, no. 1 (2015): 14-76.	Software Defined Networking
Alemania	Hauser, Frederik, Marco Häberle, Daniel Merling, Steffen Lindner, Vladimir	Programmable data planes

⁷ Para programas de pregrado, de conformidad con el Artículo 78 del Reglamento Estudiantil de Pregrado, cuando las faltas de asistencia registradas superen el 20 % de las actividades académicas programadas y definidas como obligatorias, el docente encargado del curso reportará "cancelado por faltas", lo que, para efectos del promedio crédito, equivaldrá a una calificación de cero, cero (0.0). Los cursos cancelados por faltas no serán habilitables. Para programas de posgrados, de conformidad con el Artículo 30 del Acuerdo Superior 432 de 2014, cuando un estudiante supere el 30 % de las faltas de asistencia en un curso, sin causa justificable legalmente, reprobará por inasistencia y se calificará con una nota de cero, cero (0.0).

	Gurevich, Florian Zeiger, Reinhard Frank, and Michael Menth. "A survey on data plane programming with p4: Fundamentals, advances, and applied research." arXiv preprint arXiv:2101.10632 (2021).	
Canada	Boutaba, Raouf, Mohammad A. Salahuddin, Noura Limam, Sara Ayoubi, Nashid Shahriar, Felipe Estrada-Solano, and Oscar M. Caicedo. "A comprehensive survey on machine learning for networking: evolution, applications and research opportunities." Journal of Internet Services and Applications 9, no. 1 (2018): 1-99.	Machine Learning, Network Management
Canada	Ayoubi, Sara, Noura Limam, Mohammad A. Salahuddin, Nashid Shahriar, Raouf Boutaba, Felipe Estrada-Solano, and Oscar M. Caicedo. "Machine learning for cognitive network management." IEEE Communications Magazine 56, no. 1 (2018): 158-165.	Machine Learning, Network Management.

9. COMUNIDAD ACADÉMICA QUE PARTICIPÓ EN LA ELABORACIÓN DEL MICROCURRÍCULO

Nombres y apellidos	Unidad académica	Formación académica	Porcentaje de participación
Juan Felipe Botero	Facultad de Ingeniería	Doctor en Ingeniería Telemática	100%

10. APROBACIÓN DEL CONSEJO DE UNIDAD ACADÉMICA

Aprobado en Acta número del [Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.](#)

**Nombre completo del Secretario
del Consejo de la Unidad
Académica**

Firma

Cargo