PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
EL 6023	**Modelación y Análisis de Redes de Telecomunicaciones**			
Nombre en inglés				
Modelling and Analysis of Telecommunication Networks				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	2	5
Requisitos			Carácter del Curso	
EL4112 Principios de Comunicaciones			Electivo – Línea de especialización	
Resultado de Aprendizaje del Curso				
Al final del semestre se espera que el estudiante: Dimensione recursos y evalúe la calidad de funcionamiento de entidades de transporte y esquemas de protección de redes de transporte por paquetes, capaces de soportar servicios multimedios con garantías de calidad de servicio básicas, utilizando herramientas y estructuras de la teoría de redes de colas.				

Metodología Docente	Evaluación General
La metodología será de trabajo activo-participativa, en donde se desarrollarán: • Clases expositivas. • Trabajos de Investigación: Proyectos de investigación sobre los últimos desarrollos de arquitecturas funcionales de redes y capacidades de servicios (Unidades 1 y 2). • Tareas: Análisis cuantitativos de redes en escenarios de uso donde encuentran aplicación los temas tratados en las Unidades 3 y 4.	La evaluación permitirá que los estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzados en los distintos momentos del proceso de enseñanza, siendo éstos: • Controles. • Ejercicios (Tareas y Trabajos de Investigación). • Examen. El examen dará cuenta del resultado de aprendizaje del curso.

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	Marco de procesos de operador de red/proveedor de servicio de telecomunicaciones	2 semanas

Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Marco de procesos de negocio de un proveedor de servicios en un entorno NGN. a. Modelo de categorías empresariales en entornos NGN. b. Modelo Mapa de Operaciones de Telecomunicación mejorado (eTOM). 2. Normalización mundial de tecnologías de información y comunicación (TIC). a. Principales organizaciones desarrolladoras de normas internacionales (SDO) sobre TIC. b. Marco de colaboración entre UIT-T y otras organizaciones de normalización internacionales y regionales. c. Proyectos de normalización mundial de redes públicas futuras (IMT-2020/5G, IMT-2030/6G).	Al final de la unidad se espera que el estudiante: 1. Reconozca la categoría empresarial a la que pertenece un operador de red/proveedor de servicio y describa la naturaleza de las relaciones que éste necesita mantener con otras categorías empresariales en entornos NGN. 2. Utilice el enfoque de procesos del marco eTOM para clasificar y describir las actividades centrales e interrelaciones de los procesos de desarrollo, gestión y operación de recursos de un operador de red. 3. Conozca el cubrimiento temático, los propósitos prácticos, y las fases de desarrollo programadas de las principales iniciativas de normalización mundial de redes públicas futuras 5G y 6G.	[1] Cap. 1. [2] Cap. 1. [4] Recs. UIT-T: Y.2012, M.3050.X, A.23, A.Sup3, Y.Sup59; Recs. UIT-R: M.2083, M.2160. [5] Cap.1. [11] Cap. 1, 3. [12] Cap.1, 2.

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Arquitecturas funcionales de redes de próxima generación (NGN)	4 semanas

Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Arquitectura funcional genérica de redes de próxima generación (NGN). a. Estructura y entidades funcionales genéricas del estrato de transporte y del estrato de servicio. b. Componentes específicos de transporte y de servicio NGN. c. Conjunto de capacidades de la NGN versión 2. 2. Arquitecturas funcionales emergentes de red desarrolladas para la Internet futura. a. Redes superpuestas (*overlay*) (P2P, CDN). b. Redes definidas por software (SDN). c. Redes determinísticas (DetNet) d. Redes tolerantes a retardos e interrupciones (DTN). c. Redes basadas en la información (ICN). 3. Arquitectura funcional genérica de red IMT-2020/5G. a. Marco de la red IMT-2020. b. Arquitectura de la red medular 5G (5G Core, 5GC) c. Gestión de la movilidad en escenarios 4G/5G.	Al final de la unidad se espera que el estudiante: 1. Reconozca las capacidades mejoradas y adicionales del marco arquitectural NGN requeridas para ofrecer soporte a inteligencia de red y programabilidad de servicios y aplicaciones para personas y cosas. 2. Explique los principios de funcionamiento de redes basadas en arquitecturas emergentes desarrolladas para la Internet futura. 3. Calcule indicadores de QoS de servicios/ aplicaciones que utilizan arquitecturas CDN (overlay, P2P). 4. Determine reglas de tratamiento de paquetes en nodos de red SDN para implementar funciones avanzadas de control y gestión de red. 5. Describa configuraciones arquitectónicas de redes de acceso y medulares 5G, y las compatibilidades con arquitecturas de generaciones anteriores. 6. Identifique y explique la utilidad de las nuevas funciones más importantes de la arquitectura de red medular 5G.	[1] Cap. 2, 4, 5, 6, 7. [2] Cap. 2. [3] Cap. 7, 11. [4] Recs. UIT-T: Y.2012, Y.3104, G.8300; Recs. UIT-R: M.2083-0, M.2160-0, (r)M.2516-0; RFCs IETF: RFC 7426, RFC 8655. [5] Cap. 9, 10, 11, 12. [6] Cap. 4, 7, 8. [7] Cap. 2, 3, 4. [8] Cap. 1, 9. [9] Cap. 1–3. [10] Cap. 1–3, 11. [11] Cap. 25. [12] Cap. 3.

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Dimensionamiento de recursos de redes de transporte con garantías de calidad de servicio	6 semanas

Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Calidad de servicio y calidad de funcionamiento de red. a. Categorías de calidad de servicio para los usuarios de servicios multimedios. b. Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en IP. c. Marco arquitectural para el soporte de la calidad de servicio en redes por paquetes. 2. Análisis de redes de comunicación basado en la teoría de redes de colas. a. Modelos de redes de colas. b. Medidas de desempeño de redes de colas. c. Análisis de técnicas de control de flujo y control de congestión.	Al final de la unidad se espera que el estudiante: 1. Interprete los parámetros de calidad de servicio para los usuarios finales de servicios multimedios, y los parámetros de calidad de funcionamiento de red relativos a la disponibilidad y transferencia de paquetes del Protocolo Internet (IP). 2. Identifique el propósito y explique el principio de funcionamiento de los mecanismos de red genéricos utilizados para controlar la respuesta del servicio de red a una petición de servicio, o para administrar y controlar tráfico a través de una red por paquetes. 3. Realice el dimensionamiento óptimo de capacidad de enlaces y tamaño de buffers en redes por paquetes que deben ofrecer garantías de calidad de servicio, aplicando modelos y métodos de análisis de la teoría de redes de colas.	[1] Cap. 2–4. [2] Cap. 3, 4, 5, 7. [3] Cap. 4, 5, 8. [4] Recs. UIT-T: Y.1540, Y.1541, Y.1542, Y.1545.1, Y.2617. [13] Cap. 2, 3. [14] Cap. 1–6.

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
4	Supervisión y protección de redes de transporte.	3 semanas

Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
1. Protección de redes de transporte. a. Arquitecturas de protección lineal de camino y de subred. b. Conmutación de protección automática (APS). c. Análisis de sistemas de protección de redes de transporte: supervivencia, disponibilidad y frecuencia de fallas. 2. Mecanismos de recuperación de redes de transporte IP-MPLS con Ingeniería de Tráfico. a. Ciclo de recuperación. b. Protección local y global	Al final de la unidad se espera que el estudiante: 1. Explique el rol de las entidades funcionales que intervienen en la supervisión de red y en la conmutación de protección de diferentes esquemas de protección. 2. Calcule el nivel de supervivencia, la disponibilidad y la frecuencia de fallas que es posible conseguir con esquemas de protección de red de transporte, considerando ocurrencia aleatoria de fallas y ocurrencia dada de fallas.	[1] Cap. 6. [2] Cap. 2. [4] Recs. UIT-T: G.808.X, G.Sup76, Y.2614, [15] Cap. 2, 3. [16] Cap. 1, 2, 4, 5.

Bibliografía General
Bibliografía Básica [1] James F. Kurose, Keith W. Ross. *Computer Networking. A Top-Down Approach*. 8th edition. Pearson Education, 2021. [2] Giovanni Giambene. *Queuing Theory and Telecommunications. Networks and Applications*. 3rd edition. Springer, 2021. [3] Yu-Chu Tian et al. *Network Analysis and Architecture*. Springer, 2024. Bibliografía Complementaria [4] Selección de normas clave sobre redes de telecomunicaciones futuras, elaboradas por las principales organizaciones desarrolladoras de normas internacionales referentes a las TIC, disponibles en Internet (UIT-T, UIT-R, 3GPP, ETSI, IETF). [5] Wei Jiang et al. *Cellular Communication Networks and Standards. The Evolution from 1G to 6G*. Springer, 2024. [6] Ali Sunyaev. *Internet Computing. Principles of Distributed Systems and Emerging Internet-Based Technologies*. Springer, 2024. [7] Paul Göransson et al. *Software Defined Networks: A Comprehensive Approach*. 2nd edition. Morgan Kaufmann, 2017. [8] Joel J.P.C. Rodrigues (Editor). *Advances in Delay-Tolerant Networks (DTNs). Architecture and Enhanced Performance*. 2nd edition. Elsevier, 2021. [9] Nitul Dutta et al. *Information Centric Networks (ICN). Architecture & Current Trends*. Springer, 2021. [10] Stefan Rommer et al. *5G Core Networks. Powering Digitalization*. Elsevier, 2020. [11] Xingqin Lin et al. (Editors). *Fundamentals of 6G Communications and Networking*. Springer, 2024. [12] Jianxin Liao et al. *Key Technologies for On-Demand 6G Network Services*. Springer, 2024. [13] Thomas G. Robertazzi et al. *Networking and Computation: Technology, Modeling and Performance*. 2nd edition. Springer, 2020. [14] Jean Walrand. Probability in Electrical Engineering and Computer Science. An Application-Driven Course. Springer, 2021. [15] Ilya Gertsbakh et al. *Network Reliability: A Lecture Course*. 1st edition. Springer, 2020. [16] Jacek Rak. *Resilient Routing in Communication Networks.* 2nd edition. Springer, 2024.

Vigencia desde:	1 de marzo 2012
Últimas actualizaciones:	31 enero 2024; 20 enero 2025
Elaborado por:	Guillermo Vásquez