

### PROGRAMA DE CURSO

Código	Nombre			
EL6023	<b>Modelación y Análisis de Redes de Telecomunicaciones</b>			
Nombre en inglés				
<b>Modelling and Analysis of Telecommunication Networks</b>				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	1,5	3,5	5,0
Requisitos			Carácter del Curso	
EL 4005 Principios de Comunicaciones			Electivo – Línea de especialización	
Resultado de Aprendizaje del Curso				
Al final del semestre se espera que el estudiante:				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconozca los propósitos, actividades centrales e interrelaciones de los procesos del marco estandarizado Mapa de Operaciones de Telecomunicación (eTOM) que son esenciales para la gestión técnica, operación e interfuncionamiento de redes de telecomunicación de próxima generación (NGN) de operadores de red en entornos multiportador y multioperador.</li> <li>2. Elabore modelos arquitecturales funcionales de configuraciones de red de próxima generación (NGN) con capacidades para soportar los nuevos paradigmas de servicio NGN: servicios convergentes, servicios basados en identidades, servicios de suministro de contenido, servicios y aplicaciones basados en redes de sensores ubicuos (USN), y servicios entre pares (P2P).</li> <li>3. Evalúe la calidad de funcionamiento y dimensione recursos de redes de transporte por paquetes, capaces de soportar servicios multimedios con garantías de calidad de servicio básicas, utilizando conceptos, modelos y métodos de análisis de la teoría de redes de colas (queueing networks) y de la teoría cálculo de red (network calculus).</li> <li>4. Elabore modelos funcionales de esquemas de protección de redes de transporte y evalúe el desempeño esperado en términos de supervivencia, disponibilidad y frecuencia de fallas.</li> </ol>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>La metodología será de trabajo activo-participativa, en donde se desarrollarán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas.</li> <li>• Trabajos de Investigación: Proyectos de investigación sobre los últimos desarrollos de arquitecturas de redes y servicios NGN (Unidad 2).</li> <li>• Tareas .Aplicación por simulación de los temas tratados en las Unidades 3 y 4.</li> </ul>	<p>La evaluación permitirá que los estudiantes demuestren los resultados de aprendizaje alcanzados en los distintos momentos del proceso de enseñanza, siendo éstos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controles.</li> <li>• Ejercicios (Tareas y Trabajos de Investigación).</li> <li>• Examen.</li> </ul> <p>El examen dará cuenta del resultado de aprendizaje del curso.</p> <p>Nota Final: 40% Nota Controles y 60% Nota de Ejercicios.</p>

### 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
<p>1. Marco de la Infraestructura Mundial de la Información (GII).</p> <p>a. Objetivos, principios y alcance de la GII.</p> <p>b. Modelo de rol de empresa en entornos NGN.</p> <p>c. Modelos de alto nivel de la GII: modelo estructural, modelo funcional, y modelo de implementación.</p> <p>2. Mapa de Operaciones de Telecomunicación mejorado (eTOM).</p> <p>a. Modelo de procesos eTOM.</p> <p>b. Integración B2B entre empresas en el marco eTOM.</p> <p>3. Normalización mundial de tecnologías de información y comunicación.</p> <p>a. Iniciativas de Normalización Mundial (GSI) en materias de TIC.</p> <p>b. Futura Internet.</p>	<p>Al final de la unidad se espera que el estudiante:</p> <p>1. Reconozca el rol de empresa de un operador de red/proveedor de servicio y describa la naturaleza de las relaciones que éste necesita mantener con otros roles de empresa en entornos NGN.</p> <p>2. Describa configuraciones de red que implementan plataformas de prestación de servicios, utilizando los modelos de alto nivel de la GII.</p> <p>3. Emplee 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.</p> <p>4. Conozca el propósito, cubrimiento temático y consecuencias previstas de las Iniciativas de Normalización Mundial (GSI) en materias de redes y servicios en entornos NGN.</p>	<p>[1] Y.110, Y.2201, Y.3001, M.3050, M.3060.</p> <p>[4] Cap. 5, 6, 8.</p> <p>[6] Cap. 40.</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Arquitecturas funcionales de las redes de próxima generación (NGN)	4 Semanas
Contenidos	Resultados de Aprendizaje de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arquitectura funcional genérica de las redes de la próxima generación (NGN).               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Estructura y entidades funcionales genéricas del estrato de transporte y del estrato de servicio.</li> <li>b. Componentes específicos del transporte NGN y componentes específicos de servicio NGN.</li> <li>c. Conjunto de capacidades de la NGN.</li> <li>d. Arquitectura funcional unificada de las redes de transporte NGN.</li> </ol> </li> <li>2. Extensiones especializadas de la arquitectura funcional genérica de NGN para soportar nuevos paradigmas de servicio NGN:               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Servicios convergentes.</li> <li>b. Aplicaciones y servicios que utilizan la identificación por etiquetas.</li> <li>c. Servicios de suministro de contenido en las NGN.</li> <li>d. Servicios y aplicaciones de redes de sensores ubicuos.</li> </ol> </li> <li>3. Marco de redes y servicios entre pares (P2P).               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Principios y operación de un sistema P2P.</li> <li>b. Redes overlay no estructuradas.</li> <li>c. Redes overlay estructuradas.</li> <li>d. Tablas Hash distribuidas.</li> </ol> </li> </ol>	<p>Al final de la unidad se espera que el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reconozca las capacidades ofrecidas y describa la configuración de entidades funcionales genéricas usadas por los componentes específicos del transporte NGN y de servicio NGN.</li> <li>2. Reconozca las capacidades NGN adicionales requeridas para ofrecer los nuevos paradigmas de servicio NGN y describa las configuraciones de entidades funcionales especializadas usadas en las implementaciones respectivas.</li> <li>3. Calcule y compare indicadores de QoS de servicios/aplicaciones que utilizan arquitecturas entre pares (P2P) y arquitecturas cliente-servidor.</li> <li>4. Analice y compare los desempeños de sistemas P2P basados en redes overlay no estructuradas y redes overlay estructuradas, destinados a proveer servicios de comunicación y servicios de distribución de información.</li> </ol>	<p>[1] G.800, Y.2007, Y.2012, Y.1910, Y.2013, Y.2016, Y.2019, Y.2221.</p> <p>[4] Cap. 4, 5.</p> <p>[5] Cap. 1, 4 - 6.</p> <p>[6] Cap. 31, 41, 44.</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas	
3	Dimensionado 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
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calidad de servicio y calidad de funcionamiento de red.               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Categorías de calidad de servicio para los usuarios de servicios multimedios.</li> <li>b. Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en IP.</li> </ol> </li> <li>2. Principios de diseño de red e ingeniería de tráfico.               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Modelación de redes de comunicación: grafos, topologías, problemas de optimización.</li> <li>b. Marco arquitectural para el soporte de la calidad de servicio en redes por paquetes.</li> <li>c. Supervivencia y esquemas de recuperación de red.</li> <li>d. Problemas de planificación de capacidad de red.</li> </ol> </li> <li>3. Análisis de redes de comunicación basado en la teoría de redes de colas.               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Modelos de redes de colas abiertas y redes de colas cerradas.</li> <li>b. Soluciones de redes de colas con forma de producto.</li> <li>c. Medidas de desempeño de redes de colas.</li> <li>d. Análisis de técnicas de control de flujo y control de congestión.</li> </ol> </li> <li>4. Análisis de redes de comunicación basado en la teoría cálculo de red.               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Fundamentos de álgebra mínimo-más.</li> <li>b. Modelos de tráfico.</li> <li>c. Modelos de servidor (nodo de red).</li> <li>d. Resultados básicos de la teoría cálculo de red.</li> </ol> </li> </ol>		<p>Al final de la unidad se espera que el estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>3. 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.</li> <li>3. Realice el dimensionado 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 y de la teoría cálculo de red.</li> <li>4. Comprenda la complejidad de los problemas de diseño óptimo de redes por paquetes que deben ofrecer garantías de calidad de servicio y tener capacidad de recuperación frente a eventos de falla.</li> </ol>	<p>[1] Recs. UIT-T: G.1010, Y.1221, Y.1291, Y.1540, Y.1541.</p> <p>[2] Cap. 6, 7, 9.</p> <p>[3] Cap. 1 - 3.</p> <p>[6] Cap. 1, 40.</p> <p>[7] Cap. 4 - 6.</p> <p>[8] Cap. 1, 3.</p>

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. Medición de la calidad de funcionamiento en las redes NGN. <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Modelo de referencia de red para la medición de la calidad de funcionamiento en entornos NGN.</li> <li>b. Arquitectura de la gestión de la medición de la calidad de funcionamiento en las NGN.</li> <li>c. Procedimientos de medición de la calidad de funcionamiento.</li> </ul> 2. Protección de redes de transporte. <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arquitecturas de protección.</li> <li>b. Protección lineal de camino y de subred.</li> <li>c. Conmutación de protección automática (APS).</li> <li>d. Análisis de sistemas de protección: de redes de transporte : supervivencia, disponibilidad y frecuencia de fallas.</li> </ul>		Al final de la unidad se espera que el estudiante: <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Calcule la 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.</li> <li>3. Compare distintas arquitecturas de protección en lo que se refiere a capacidad potencial de protección, complejidad de implementación, y escenarios de aplicación potencial.</li> </ul>	[1] G.808.1, Y.2173. [8] Cap. 5. [9] Cap. IV - VII.

## Bibliografía General

### Bibliografía Básica

- [1] Selección de Recomendaciones del UIT-T vigentes hasta la fecha. Serie G: Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales. Serie M: Gestión de las telecomunicaciones. Serie Y: Infraestructura mundial de la información, aspectos del Protocolo Internet y redes de próxima generación.  
Disponible en: <http://www.itu.int/rec/T-REC/>
- [2] CHEE-HOCK, N., BOON-HEE, S. *Queueing Modelling Fundamentals: With Applications in Communication Networks*. John Wiley & Sons, 2008.
- [3] LE BOUDEC, J-Y., THIRAN, P. *Network Calculus: A Theory of Deterministic Queueing Systems for the Internet*. Springer, 2011.  
Disponible en: [http://ica1www.epfl.ch/PS\\_files/netCalBookv4.pdf](http://ica1www.epfl.ch/PS_files/netCalBookv4.pdf).

### Bibliografía Complementaria

- [4] SALINA, J.L., SALINA, P. *Next Generation Networks: Perspectives and Potentials*. John Wiley & Sons, 2007.
- [5] TARKOMA, S. *Overlay Networks: Toward Information Networking*. Auerbach Pubs., 2010.
- [6] KOUVATSOS, D.D. (Ed). *Network Performance Engineering: A Handbook on Convergent Multi-Service Networks and Next Generation Internet*. Springer, 2011.
- [7] NUCCI, A., PAPAGIANNAKI, K. *Design, Measurement and Management of Large-Scale IP Networks: Bridging the Gap between Theory and Practice*. Cambridge University Press, 2009.
- [8] KOSTER, A.M.C.A., MUÑOZ, X. (Eds.). *Graphs and Algorithms in Communication Networks: Studies in Broadband, Optical, Wireless and Ad Hoc Networks*. Springer, 2010.
- [9] HAYASHI, M., ABE, T., NAKAJIMA I. "Transformation from availability expression to failure frequency expression," *IEEE Trans. Reliability*, vol. 55, pp. 252-261, June 2006.

Vigencia desde:	1 de Marzo 2012
Elaborado por:	Guillermo Vásquez