

# Programa de **REDES DE TELECOMUNICACIONES**



Código: ELA 3

## Identificación y características de la Actividad Curricular

<b>Carrera/s:</b>	Ingeniería Electrónica		
<b>Plan de Estudios:</b>	2014	<b>Caracter:</b>	Optativa
<b>Bloque/Campo:</b>	Tecnologías Aplicadas	<b>Área:</b>	Comunicaciones
<b>Régimen de cursado:</b>	Cuatrimestral		
<b>Cuatrimestre:</b>	8º [ECA]		
<b>Carga horaria:</b>	96 hs / 6 hs semanales	<b>Formato Curricular:</b>	ECE
<b>Escuela:</b>	Ingeniería Electrónica	<b>Departamento:</b>	Electrónica
<b>Docentes responsables:</b>	Ing. Verónica M. Miró		
	Ing. Renzo Mare		

## Programa Sintético

Conceptos de Enrutamiento de redes.  
Conceptos de Conmutación de paquetes.  
Protocolos de redundancia de LAN y agregación de enlaces.  
Listas de control de acceso (ACL).  
Protocolos DHCP y NAT.  
Protocolos de enrutamiento: OSPF, EIGRP  
Protocolo PDF  
Protocolo SDH – SONET  
Comunicaciones inalámbricas

## Asignaturas Relacionadas

**Previas:** A13 – Fundamentos de Comunicaciones

**Simultáneas Recomendadas:**

**Posteriores:** Redes Avanzadas y otras electivas del área

## Vigencia desde 2017

.....	.....	.....	.....
<b>Firma Profesor</b>	<b>Fecha</b>	<b>Firma Aprob. Escuela</b>	<b>Fecha</b>
<b>Con el Aval del Consejo Asesor:</b>			

## Características Generales

La asignatura trata el estudio de la arquitectura, protocolos y solución de problemas de interconexión de redes de datos, conmutación y enrutamiento IPv4 e IPv6, incluyendo estudios comparativos sobre tecnologías de redes. También se analizan protocolos de transporte de banda ancha como PDH, SONET y SDH.

El dictado hace énfasis en los aspectos prácticos con un gran contenido de laboratorios sobre el diseño, la configuración y el análisis de redes, su gestión y administración.

## Objetivos

Al concluir el curso, se espera que los alumnos sean capaces de:

Describir la función de los protocolos de enrutamiento dinámico y ubicar estos protocolos en el contexto del diseño de redes modernas. Identificar las características de los protocolos de enrutamiento vector distancia y estado de enlace. Describir el proceso de descubrimiento de red de los protocolos de enrutamiento vector distancia mediante el Protocolo de Gateway Interior (EIGRP) y RIPv2. Describir las características y funciones principales del Protocolo EIGRP y OSPF. Configurar y verificar operaciones básicas de OSPF de área única / de área múltiple y EIGRP en una red enrutada pequeña.

Explicar el funcionamiento del protocolo de asignación dinámica de direcciones IP (DHCP).

Explicar la operación básica de la traducción de direcciones de red (NAT).

Explicar conceptos fundamentales de LAN virtuales (VLAN) y su aplicación, configuración estática y protocolos dinámicos de configuración.

Describir y configurar puertos de acceso con seguridad y puertos troncales (IEEE 802.1Q).

Usar los comandos de debugging del router para resolver problemas de errores comunes que ocurren en redes enrutadas pequeñas. Describir las prácticas de seguridad recomendadas para proteger dispositivos de red. Explicar el funcionamiento del protocolo de gestión de red SNMP.

Diseñar, implementar y gestionar enlaces troncales con protocolos de transporte PDH, SONET y SDH.

## Contenido Temático

### UNIDAD I: Conceptos de Enrutamiento

- 1.1. Funciones de un router y su interconexión con la red.
- 1.2. Determinación de la mejor ruta: Decisiones de enrutamiento. Distancia administrativa. Equilibrio de carga
- 1.3. Evaluación y análisis de una tabla de enrutamiento IPv4 e IPv6: Interfaces conectadas directamente. Rutas estáticas. Estándar. Por defecto. Resumida. Flotante. Rutas dinámicas. Protocolos para enrutamiento dinámico en IPv4 e IPv6. Introducción a los protocolos de enrutamiento dinámico. Características generales. Métricas. Rutas predeterminadas IPv4. Rutas predeterminadas IPv6. Resolución de problemas de ruteo
- 1.4. Ruteo Dinámico. Descripción general. Protocolos de ruteo vector distancia. Protocolos de ruteo de estado de enlace
- 1.5. Comparación entre ruteo estático y dinámico. Ventajas y desventajas
- 1.6. RIPv2. Características. Implementación

### UNIDAD II: Conceptos de Conmutación. Switching

- 2.1. Diseño de una LAN en redes conmutadas. Diseño jerárquico
- 2.2. Reenvío de tramas. Definición de dominios
- 2.3. SSH. Protocolo de Acceso Remoto Seguro. Implementación y aplicaciones
- 2.4. Seguridad de los puertos de un switch. Implementación y aplicaciones
- 2.5. VLAN. Definición. Alcances. Tipos. Definición. Alcances. Tipos
- 2.6. Redes VLAN en un entorno conmutado múltiple.
- 2.7. Enlaces troncales IEEE 802.1Q
- 2.8. Ruteo entre VLAN. Ruteo por interfaz. Ruteo por subinterfaz lógica

### UNIDAD III: Protocolos de redundancia de LAN y agregación de enlaces

- 3.1. Conceptos de STP. Funcionamiento
- 3.2. Protocolos PVST+, PVST + rápido, HRSP y GLBP
- 3.3. Funcionamiento e implementación de EtherChannel. Tipos

### UNIDAD IV: Listas de Control de Acceso (ACL)

- 4.1. Filtrado de paquetes. Funciones de las ACL. Pautas para la creación. Máscaras wildcard. Pautas para la ubicación de las ACL.
- 4.2. ACL en IPv4 estándar. Características: numerada, con nombre. Sintaxis y aplicación para IPv4. Aplicación para la protección de puertos de acceso remoto.
- 4.3. ACL en IPv4 extendidas. Características: numerada, con nombre. Sintaxis y aplicación para IPv4.

#### 4.4. Solución de problemas

### **UNIDAD V: Protocolo DHCP y NAT**

- 5.1. DHCPv4: Introducción, funcionamiento y formato de mensajes
- 5.2. DHCPv6: Funcionamiento SLAAC y tipos de DHCPv6.
- 5.3. NAT: Introducción, funcionamiento y tipos. NAT estática. NAT dinámica. PAT. Configuración de reenvío de puertos. NAT e IPv6

### **UNIDAD VI: Detección, administración y mantenimiento de dispositivos**

- 6.1. Detección de dispositivos dentro de la red : Protocolo CDP. Protocolo LLDP
- 6.2. Administración de dispositivos. Protocolo NDP. Funcionamiento y configuración de Syslog
- 6.3. Mantenimiento de dispositivos. Sistema de archivos de un router. Sistema de archivos de un switch. Procedimiento de recuperación de contraseñas. Formatos de copias de respaldo y restauración de archivos. Archivos de Sistema Operativo: Administración de imágenes de SO. Verificación y administración de licencias de software.

### **UNIDAD VII: Protocolo OSPF**

- 7.1. Introducción al protocolo OSPFv2 y OSPFv3
- 7.2. Métrica del OSPF
- 7.3. Configuración del OSPF de área única. Seguridad de OSPF. Ajuste de las interfaces. Propagación de ruta predeterminada
- 7.4. Resolución de problemas de OSPF de área única
- 7.5. OSPF multiárea. Ventajas. Funcionamiento. Configuración de las diversas áreas. Resumen de rutas.

### **UNIDAD VIII: Protocolo EIGRP**

- 8.1. EIGRP. Introducción al protocolo EIGRP. Cálculo de la métrica del EIGRP. Algoritmo DUAL
- 8.2. Configuración de EIGRP para IPv4
- 8.3. Configuración de EIGRP para IPv6
- 8.4. Configuraciones avanzadas. Sumarización de rutas automática. Sumarización de rutas manual. Propagación de ruta predeterminada. Ajuste de las interfaces. Seguridad de EIGRP
- 8.5. Resolución de problemas de funcionamiento de EIGRP

### **UNIDAD IX: Red de transporte (troncal) asincrónica (PDH)**

- 9.1. Clasificación de las técnicas de multiplexación: FDM, TDM, WDM
- 9.2. Codificación PCM
- 9.3. Estructura de la trama E1. Sincronización. Señalización. Multitramas. Monitoreo de tasa de error
- 9.4. La trama E2. Estructura de la trama E2. Multiplexor de segundo orden PDH. Mecanismo de justificación
- 9.5. Ordenes jerárquicos superiores. Tramas E3, E4 y E5.
- 9.6. Interfaces PDH. Codificación de línea
- 9.7. Problema del jitter en redes PDH. Medición y control del jitter
- 9.8. Comparación con la red PDH norteamericana. Tramas T1, T2, T3

### **UNIDAD X: Red de transporte (troncal) sincrónica (SDH - SONET)**

- 10.1. Problemas con las redes PDH. Filosofía de las redes de multiplexación sincrónica
- 10.2. Compatibilidad con las redes existentes
- 10.3. Formato de la trama STM-1. Encabezados de sección (RSOH y MSOH). Encabezados de trayecto (POH). Punteros: Funcionamiento. Movimiento de punteros
- 10.4. Transporte de señales en la red. Contenedores. Unidades tributarias y administrativas. Tramas SDH de orden superior (STM-n). Concatenación de tramas SDH. Concatenación virtual
- 10.5. Elementos de la red SDH. Regeneradores. Multiplexores terminales. Multiplexores de inserción y extracción (ADM). Conmutadores SDH (DXC: digital cross connects)
- 10.6. Monitoreo de errores y alarmas. Tipos de señales de alarma. Conmutación de protección automática (APS).
- 10.7. Sincronización de la red SDH.

### **UNIDAD XI: Redes LAN inalámbricas**

- 11.1. Introducción a las tecnologías inalámbricas. Estándares 802.11. Comparación entre una WLAN y una LAN
- 11.2. Componentes de una WLAN. Implementaciones a pequeña y gran escala. Antenas
- 11.3. Modos de implementación del estándar 802.11
- 11.4. Trama 802.11. Identificación y funcionalidades de cada uno de los campos de la trama
- 11.5. CSMA/CP. Asociación. Autenticación. Administración de canales
- 11.6. Amenazas y ataques a una WLAN. Protección de una WLAN.
- 11.7. Configuración de una WLAN. Configuración de clientes de una WLAN.

## **Modalidades de enseñanza-aprendizaje**

Se adopta sistema de promoción directa con asistencia obligatoria al 75% de las clases.

Clases expositivas como introducción a cada tema, síntesis o resumen puntualizando los conceptos fundamentales.

Resolución de ejercicios prácticos (20) en clase con el simulador Packet Tracer.

Resolución de prácticas de laboratorio (10) con routers y switches donados por Cisco System a la facultad. Se disponen al momento 6 routers Cisco 1841, 6 switches Cisco CS-2960 y 3 routers inalámbricos WRG-2

Estudio de casos (2), para integrar conocimientos y desarrollar metodologías de solución de problemas a la finalización de cada uno de los capítulos.

Al comienzo del curso se relevan las experiencias personales previas de los alumnos con los contenidos de la materia.

Al final del curso se realiza una encuesta de satisfacción (dictado, docentes, material didáctico, aula, expectativas personales)

## Actividades de Formación Práctica

Nº	Título	Descripción
1	Protocolo ICMP: Traceroute	Uso de trace Route para detectar la red
2	Rutas estáticas en IPv4 e IPv6	Implementación de rutas estáticas en IPv4 e IPv6
3	Rutas estáticas flotantes	Uso de rutas estáticas flotantes
4	RIPv2	Implementación y funcionamiento de RIPv2 en una red
5	Acceso seguro a un switch	Implementación de SSH para acceso seguro al switch e implementación de seguridad en los puertos.
6	VLAN	Configuración básica de redes Vlan
7	802.1Q	Configuración de enlaces troncales con 802.1Q
8	Ruteo de Vlan	Implementación de ruteo de Vlan con Router on a Stick
9	Listas de Control de Acceso	Configuración de ACL estándar en IPv4 numeradas y nombradas
10	Protección con ACL	Implementación de una ACL para protección de acceso
11	DHCP	Configuración de un router como servidor DHCPv4
12	NAT	Configuración de Nat para IPv4 estática y dinámica
13	PAT y reenvío de puertos	Configuración de PAT y reenvío de puertos. Resolución de problemas
14	CDP y Syslog	Mapeo de redes con CDP/LLDP e implementación de Syslog
15	Documentando información	Administración de archivos de configuración con TFTP/USB
16	Recuperación de contraseñas	Análisis de procedimientos de recuperación de contraseñas
17	Actualización del SO de un router	Uso de un servidor TFTP para la actualización de la imagen del SO de un router
18	Spanning Tree (STP)	Implementación del protocolo PVST+ y PVST+rápido
19	HSRP	Configuración de HSRP y GLBP
20	Ether Channel	Configuración de Ether Channel en un switch
21	OSPF de área única	Implementación y configuración de OSPF de área única
22	OSPF multiárea	Implementación de OSPFv2 y OSPFv3 multiárea.
23	EIGRP básico	Configuración de EIGRP básico
24	EIGRP	Configuración de EIGRP avanzado
25	WLAN	Implementación de un router inalámbrico y configuración de un cliente
26	Proyecto con OSPF	Proyecto final con OSPF
27	Proyecto con EIGRP	Proyecto final con EIGRP
28	Integración de habilidades	Implementación de una red de una oficina comercial

## Evaluación

### a. Promoción

- 75% de asistencia a clases
- Aprobación de dos parciales del tipo "Elección Múltiple" con nota mínima de 7.0.
- Aprobación de un trabajo de laboratorio individual con nota mínima 7.
- Aprobación de una práctica de laboratorio globalizador con coloquio final con nota mínima 6,

## Distribución de la carga horaria

### Presenciales

<b>Teoría</b>		<b>26 hs</b>
<b>Práctica</b>	<b>Experimental de laboratorio</b>	<b>30 hs</b>
	<b>Experimental de Campo</b>	<b>0 hs</b>
	<b>Resolución de Problemas y Ejercicios</b>	<b>30 hs</b>
	<b>Problemas abiertos de ingeniería</b>	<b>5 hs</b>
	<b>Actividades de Proyecto y Diseño</b>	<b>5 hs</b>
	<b>Práctica Profesional Supervisada</b>	<b>hs</b>
	<b>Total</b>	<b>96 hs</b>
<b>Evaluaciones</b>		<b>10 hs</b>
<b>Dedicadas por el alumno fuera de clase</b>		
	<b>Preparación Teórica</b>	<b>20 hs</b>
	<b>Preparación Práctica</b>	<b>20 hs</b>
	<b>Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.</b>	<b>5 hs</b>

## Bibliografía básica

Internetworking with TCP/IP Vol.1: Principles, Protocols, and Architecture, 5<sup>th</sup> Edition; Douglas E. Comer, Prentice Hall, año 2006

Computer Networks, 5<sup>th</sup> Edition; A.S. Tanenbaum and David Wetherall, Pearson Education Año 2010

IPv6. The New Internet Protocol, 2<sup>nd</sup> Edition; Christian Huitema, Prentice Hall, PTR, Año 1998

OSI EXPLAINED. End-to-end Computer Communication Standards, John Henshall. Sandy Shaw, John Wiley & Sons, Inc, Año 1998

Elements of Network Protocol Design, Mohamed G. Gouda; John Wiley & Sons, Inc, Año 1998

TCP/IP Tutorial and Technical Overview, Lydia Parziale, David T. Britt, Chucky Davis, Jason Forrester, Wei Liu, Carolyn Matthews, Nicholas Rosselot, IBM Redbooks, 2006, [ibm.com/redbooks](http://ibm.com/redbooks)

Broadband Telecommunications Handbook, Second Edition - Regis J. (Bud) Bates - 2002 The McGraw-Hill Companies, Inc.

Next Generation SDH/SONET: Evolution or Revolution, John Wiley & Sons, ISBN 0 - 470 - 09120 - 7.

SDH/SONET Explained in Functional Models: Modeling the Optical Transport Network, John Wiley & Sons, ISBN 0 - 470 - 09123 - 1.

## Bibliografía complementaria

Advanced Data Communications and Networks, W. Buchanan, Chapman & Hall, Año 1997

The ComSoc Guide to Next Generation Optical Transport: SDH/SONET/OTN

Cryptography and Network Security 6<sup>th</sup> Ed. William Stallings, Prentice Hall, Año 2013

## Recursos web y otros recursos

Cisco Networking Academy. Plataforma de estudio de CCNA R&S: Ruteo y conmutación básicos, v 6.0 en español y CCNA R&S: Redes Escalables –v 6.0 en español.

Programa Packet tracer v7.0: Simulador de redes

Aplicación: Wireshark. (distribución gratuita)

Aplicaciones de comunicaciones: Tiny Term, Tera Term, Putty.

FTP client, TFTP server / client

## Cronograma de actividades

Semana	Unidad	Tema	Actividad
1	1	Funciones de un router y su interconexión con la red. Ruteo estático	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 1.
	1	Ruteo dinámico. Comparación entre ruteo estático y dinámico.	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 2 y 3
2	1	RIPv2	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 4
	2	Diseño jerárquico de redes conmutadas. SSH. Seguridad de los puertos de un switch	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 5
3	2	VLAN. Definición. Alcances. Tipos. Redes VLAN en un entorno conmutado múltiple	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 6
	2	Enlaces troncales IEEE 802.1Q	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 7
4	2	Ruteo entre VLAN. Por Interfaz y subinterfaz	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 8
	3	Conceptos de STP. Funcionamiento y características	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 18
5	3	Protocolos PVST+ y PVST+rápido. HRSP y GLBP	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 19
	3	Funcionamiento e implementación de Etherchannel. Tipos	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 20
6	4	Filtrado de paquetes. Funciones de las ACL. ACL en IPv4 estándar	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 9
	4	ACL en IPv4 extendidas. Solución de problemas de implementación de ACL	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 10
7	5	DHCPv4 y DHCPV6	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 11
	5	NAT dinámica y estática. PAT.	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 12 y 13
8	6	Detección de dispositivos con CDP y LLDP. Administración de dispositivos. Syslog	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 14 y 15
	6	Mantenimiento de dispositivos	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 16 y 17
9	7	Introducción al protocolo OSPF. Métrica. Configuración	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 21
	7	Resolución de problemas de OSPF de área única. OSPF multiárea	Clase teórica
10	7	OSPF multiárea (cont.)	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 22

	8	EIGRP. Introducción. Métrica. Algoritmo DUAL. Configuración para IPv4	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 23
11	8	EIGRP. Configuraciones avanzadas	Clase teórica y práctica de problemas
	8	Resolución de problemas de EIGRP	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 24
12	9	Clasificación de las técnicas de multiplexación: FDM, TDM, WDM. Codificación PCM. Estructura de la trama E1. Estructura de la trama E2. Multiplexor de segundo orden PDH.	Clase teórica y práctica de problemas
	9	Ordenes jerárquicos superiores. Tramas E3, E4 y E5. Interfaces PDH. Codificación de línea. Problema del jitter en redes PDH. Medición y control del jitter. Comparación con la red PDH norteamericana. Tramas T1, T2, T3	Clase teórica y práctica de problemas
13	10	Problemas con las redes PDH. Filosofía de las redes de multiplexación sincrónica. Compatibilidad con las redes existentes. Formato de la trama STM-1. Encabezados. Encabezados de sección (RSOH y MSOH). Encabezados de trayecto (POH). Punteros: Funcionamiento. Movimiento de punteros.	Clase teórica y práctica de problemas
	10	Contenedores. Unidades tributarias y administrativas. Tramas SDH de orden superior (STM-n). Concatenación de tramas SDH. Concatenación virtual	Clase teórica y práctica.
14	10	Regeneradores. Multiplexores terminales, de inserción y extracción (ADM). Conmutadores SDH (DXC)	Clase teórica y práctica.
	10	Monitoreo de errores y alarmas. Conmutación de protección automática (APS). Sincronización de la red SDH.	Clase teórica y práctica.
15	11	Introducción a las tecnologías inalámbricas. Estándares 802.11. Componentes de una WLAN. Modos de implementación del estándar 802.11	Clase teórica y práctica con PTracer.
	11	Trama 802.11. CSMA/CP. Asociación. Autenticación. Administración de canales. Amenazas, ataques y protección de una WLAN.	Clase teórica y práctica. Actividades de formación práctica 25
16		Resumen del curso	Actividades de formación práctica 26 y 27
		Resumen del curso	Actividades de formación práctica 28