



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO  
DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS  
PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP**

**Cefv Leopoldo Velarde Polanco**

Asesorado por el Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar

Guatemala, mayo de 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO  
DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA, PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS  
PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**CEFV LEOPOLDO VELARDE POLANCO**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS EDUARDO GUZMÁN SALAZAR

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

GUATEMALA, MAYO DE 2018



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Ernesto Mazariegos Santizo
EXAMINADOR	Ing. Byron Odilio Arrivillaga Méndez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López.



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 4 marzo de 2015.



**Cefv Leopoldo Yelarde Polanco**






Guatemala 28 de Enero del 2016

Ingeniero Kenneth Estrada  
Supervisor Unidad de EPS  
Unidad de prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de ingeniería, USAC

Por medio de la presente, le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), titulado "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA ESTACION DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE MECANICA ELECTRICA, FACULTAD DE INGENIERIA PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP". Trabajo desarrollado por el estudiante Cefv Leopoldo Velarde Polanco, quien fue asesorado por el suscrito. Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley, solicito proseguir con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

  
Ingeniero Carlos Guzmán  
Asesor  
**RIOS GUZMAN SALAZAR**  
Ingeniero Electricista  
Col. No. 2762



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de agosto de 2017.  
Ref.EPS.DOC.592.08.17.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Cefv Leopoldo Velarde Polando** de la Carrera de Ingeniería Electrónica, Registro Académico No. **200010372** y CUI **1684 68336 0501**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Kenneth Isaac Estrada Ruiz  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Eléctrica  
ASBOSOR(A)-SUPERVISOR(S) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo

---

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.  
Teléfono directo: 2442-3509



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala 24 de agosto de 2017.  
Ref.EPS.D.266.08.17.

Ing. Otto Fernando Andrino González  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

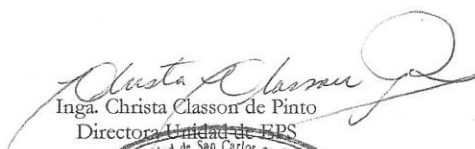
Estimado Ingeniero Andrino González:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Cefv Leopoldo Velarde Polando**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Carlos Guzmán Salazar y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra

---

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.  
Teléfono directo: 2442-3509



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 40.2017.  
28 DE AGOSTO 2017.

Señor Director  
Ing. Otto Fernando Andrino González  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.


Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: :  
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE  
TRABAJO EN EL LABORATORIO TELECOMUNICACIONES  
Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA PARA  
PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL  
FUNCIONAMIENTO DE ISP, del estudiante; Cefv Leopoldo  
Velarde Polanco, que cumple con los requisitos establecidos para tal  
fin.**

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
**ID Y ENSEÑAD A TODOS**



  
Ing. Julio César Solares Peñate  
Coordinador de Electrónica





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 27.2018.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen el Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación de la estudiante: CEFV LEOPOLDO VELARDE POLANCO titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, FACULTAD DE INGENIERÍA PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE ISP, procede a la autorización del mismo.

Ing. Otto Fernando Andriano González



GUATEMALA, 4 DE MAYO 2018.

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (IS), Posgrado Maestría en Sistemas Mecánica Construcción y Mecánica Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESSEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.D.169.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PARA PRÁCTICAS DE PROTOCOLOS EXTERNOS Y MPLS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN ISP**, presentado por el estudiante universitario: **Cerv Leopoldo Velarde Polanco**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, mayo de 2018



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por pensar en mi desde antes de la fundación del mundo y enviarme para ser recibido por unos padres maravillosos que velaron por darme lo mejor que tenían en sus manos, los cuales con mucho esfuerzo me brindaron una educación superior por medio de la honorable y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, quien me abrió sus brazos dándome una carrera universitaria, el conocer a una joven maravillosa quien ahora es mi esposa y a mis amigos de toda la vida. Bienaventurado el hombre en cuyo corazón están tus caminos. Salmo 84:5.

### **Mis padres**

Rolando Velarde y Celeste Polanco. Su amor incondicional en mi corazón. Jorge Dávila Rivera, has sido como un padre para mí.

### **Mi esposa**

Carola García, tu esfuerzo, sacrificio y amor que están tatuados en las tablas de carne de mi corazón. Mi vida no funciona sin tí.

### **Mis hijos**

Marcos Sebastian, Ana Jimena y Juan Andres Velarde García que son como sauces entre la hierba.

**Mis hermanos**

Rolando Velarde por sacrificarte y darme una guía por medio de estudios técnicos, los cuales fueron la base de ser quien soy en mi vida profesional, Celeste, Ixmucané y Nefi. En mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa que me formó académica y profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	En especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
<b>Ing. Carlos Guzmán</b>	Por asesorar mí trabajo de graduación y apoyarme incondicionalmente.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VIII
GLOSARIO .....	IXI
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. ANTECEDENTES DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES .....	1
1.1. Antecedentes de la Escuela de Mecánica Eléctrica .....	1
1.2. Descripción del curso de telecomunicaciones y redes locales .....	2
1.2.1. Objetivos generales del curso.....	3
1.3. Metodología del curso .....	3
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1. Generalidades de las redes y protocolos de ruteo .....	7
2.1.1. ¿Qué es una red?.....	7
2.1.2. Modelo OSI.....	7
2.1.2.1. Capa física.....	8
2.1.2.2. Capa de enlace.....	9
2.1.2.3. Capa de red .....	9
2.1.2.4. Capa de transporte .....	9
2.1.2.5. Capa de sesión.....	10
2.1.2.6. Capa de presentación.....	10

	2.1.2.7.	Capa de aplicación.....	11
2.1.3.		Tipos de redes.....	11
2.1.4.		Topología de red .....	12
	2.1.4.1.	Bus .....	13
	2.1.4.2.	Anillo .....	13
	2.1.4.3.	Estrella .....	14
	2.1.4.4.	Árbol.....	15
	2.1.4.5.	Malla.....	15
2.1.5.		Dispositivos de red .....	16
	2.1.5.1.	Hub.....	16
	2.1.5.2.	Switch.....	16
	2.1.5.3.	Router.....	17
2.1.6.		Proveedor de servicios de internet (ISP) .....	17
2.2.		Protocolos de ruteos .....	19
2.3.		Protocolos exteriores.....	20
2.4.		Fase de diseño de estación de trabajo.....	23
	2.4.1.	Software .....	24
		2.4.1.1. Web IOU.....	24
		2.4.1.2. VMware player .....	25
	2.4.2.	Hardware.....	25
	2.4.3.	Prácticas.....	26
3.		FASE SE INVESTIGACIÓN: PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES...	31
	3.1.	Antecedentes .....	31
	3.2.	Objetivos .....	31
		3.2.1. Objetivo general .....	31
		3.2.2. Objetivos específicos .....	31
	3.3.	Plan de contingencia .....	32

3.3.1.	Plan de contingencias ante sismos, incendios y accidentes laborales .....	32
3.3.2.	Prevención de desastres en caso de terremotos....	33
3.3.3.	Acciones sugeridas para realizar después que ocurra el terremoto .....	34
3.3.4.	Prevención de desastre en caso de un incendio ....	35
3.3.5.	Precauciones a seguir durante un incendio .....	35
3.3.6.	Planificar rutas de salidas .....	36
3.3.7.	Recomendaciones para salir sin lesiones.....	37
3.3.8.	Evolución de riesgos.....	37
3.3.9.	Métodos de protección .....	38
3.3.10.	Medios técnicos .....	38
3.3.11.	Medios humanos .....	39
CONCLUSIONES .....		41
RECOMENDACIONES .....		43
BIBLIOGRAFÍA.....		45
APÉNDICES .....		47
ANEXOS .....		111



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Conexión en bus .....	13
2.	Conexión en anillo.....	14
3.	Conexión en estrella.....	15
4.	Diagrama de enrutadores.....	28

### TABLAS

I.	Activar estilos .....	27
----	-----------------------	----



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>nm</b>	Nanómetro





## GLOSARIO

<b>ISP</b>	El proveedor de servicios de internet (ISP por la sigla en inglés de internet <i>service provider</i> ) es la empresa que brinda conexión a internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a internet a través de diferentes tecnologías como DSL, cable módem, GSM, dial-up, entre otros.
<b>OSPF</b>	Primer camino más corto, es un protocolo de red para encaminamiento jerárquico de pasarela interior, que usa el algoritmo smoothwall dijkstra enlace-estado para calcular la ruta idónea entre dos nodos cualesquiera de un sistema autónomo.
<b>Red local</b>	Una red de área local es una red de computadoras que abarca un área reducida a una casa, un departamento o un edificio.



## **RESUMEN**

En el presente trabajo de graduación encontrará información acerca del diseño e implementación de una estación de trabajo en el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales de la Escuela de Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería para prácticas de protocolos externos para el funcionamiento de un ISP.

El primer capítulo desarrolla una breve historia de la escuela de Mecánica Eléctrica y la clase de telecomunicaciones y redes locales, donde se enumeran los aspectos importantes como sus objetivos generales, descripción del curso, metodología, evaluaciones y contenido programático.

El segundo capítulo desarrolla el Ejercicio Profesional Supervisado, el cual habla acerca de las redes y los protocolos exteriores. Asimismo, se extiende después al diseño e implementación de la estación física de trabajo en el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales de la Facultad de Ingeniería, la cual brinda al estudiante del laboratorio realizar prácticas con los protocolos internos por medio de la virtualización de diferentes ambientes para realizar diferentes ejercicios con una guía de referencia, la cual incluye paso a paso, cómo configurar y realizar la práctica y al final de la misma el corroborar los resultados con una clave de respuestas.

El tercer capítulo desarrolla un plan de contingencias ante sismos, incendios y accidentes para el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales, evaluando riesgos, métodos de protección técnicos y humanos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar e implementar una estación de trabajo en el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales, a fin de que los estudiantes del laboratorio puedan realizar prácticas de ruteo con el empleo de protocolos exteriores y MPLS.

### **Específicos**

1. Diseñar y proveer una estación de trabajo física, la cual cumpla con los requerimientos físicos y eléctricos necesarios para ser implementada en el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales en el edificio T-1, tercer nivel, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
2. Diseñar, configurar e implementar diferentes escenarios virtuales a fin de brindar prácticas para los estudiantes del laboratorio, basadas en protocolos exteriores y MPLS las cuales puedan ser ejecutadas durante un semestre normal de la carrera de Ingeniería Electrónica.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las redes informáticas se han convertido en el medio físico por el cual se comunican hoy en día. Todos los días se transmiten billones de *bits*, los cuales llevan la información de forma codificada.

La voz, el video y los grandes archivos que contienen distinto tipo de información son ahora posible enviarlos a diferentes lugares del mundo y ser reproducidos o almacenados en dispositivos lógicos. Esa transmisión es posible gracias a los dispositivos de red de última tecnología, los cuales utilizan diferentes tipos de protocolos para entablar comunicación entre si y decidir cuál es la mejor ruta para llevar los paquetes de información.

Los protocolos exteriores y MPLS son el actual estándar usado para intercambiar información usando las redes informáticas. El conocimiento y experiencia en el uso de los mismos se ha vuelto imprescindible para todo aquel que desee estudiar y desarrollarse en el mundo de las telecomunicaciones y redes locales.

Actualmente estos conceptos son desarrollados con detalle en la asignatura de telecomunicaciones y redes locales, curso del décimo semestre de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pero lamentablemente al no contar con un equipo en el laboratorio en donde se puedan realizar prácticas para los protocolos exteriores y MPLS, este estudio se queda solamente en papel. Por lo tanto, en el presente documento se muestra el desarrollo del diseño e implementación de una estación de trabajo para prácticas de estos protocolos, de forma que se ofrezca

al estudiante del laboratorio un entrenamiento previo que consolide su conocimiento y le brinde experiencia en el manejo de protocolos de ruteos.



# **1. ANTECEDENTES DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES**

## **1.1. Antecedentes de la escuela mecánica eléctrica**

Entre 1965 y 1966 que se decidió iniciar la creación de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica como consecuencia de la creciente demanda de ingenieros formados en esas áreas que planteaba el desarrollo de la industria de la electrificación y de las telecomunicaciones, así como por los avances tecnológicos en esas áreas y las necesidades del sector comercial, principalmente por el auge de la electrónica y de la electrotecnia. Fue entonces, que se envió a México a un grupo de estudiantes de Ingeniería, que hasta ese momento estaban inscritos en Ingeniería Civil, a estudiar al Tecnológico de Monterrey, con el propósito de que al regresar fueran los catedráticos de la escuela.

La Escuela fue fundada por el Ing. Rodolfo Koenigsberger Badrian, quien también fue primer director y primer profesor de la misma, empezando a funcionar en enero de 1968. Los primeros profesores fueron: Ing. Rodolfo Koenigsberger Badrian, Ing. César Osorio, Ing. Roberto Balsells Figueroa, Ing. René Woc García, Ing. Efraín Enrique de la Vega Molina, Ing. Carlos Enrique Zapparoli Portilla (q. e. p. d.), Inga. Olga Heminia Jiménez Muñoz e Ing. Julio Colón. Los directores de la escuela, después del Ing. Koenigsberger han sido: Ing. René Woc García, Ing. Federico Eduardo Mirón Soto, Ing. Carlos Enrique Zapparoli Portilla (q. e. p. d.), Ing. René Amílcar Roca Ceballos, Ing. Jorge Luis Cabrera Morales, Ing. Julio Roberto Urdiales Contreras, ocupó el cargo dos veces, el Ing. Rodolfo Koenigsberger, ocupó nuevamente el cargo de director

en forma ad-honorem, Ing. Edgar Florencio Montúfar Urizar, quien también fue dos veces director, Ing. José Luis Herrera Gálvez, Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra, Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo y el Ing. Mario Renato Escobedo Martínez.

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica creada en 1968 tenía a su cargo las carreras de ingeniería eléctrica y la combinada de ingeniería mecánica eléctrica. En 1989 se creó la carrera de ingeniería electrónica, bajo la dirección del Ing. Edgar Montúfar, debido al avance tecnológico en la rama de la ingeniería eléctrica. Esta carrera está a cargo de mecánica eléctrica. La escuela de ingeniería mecánica eléctrica tiene en su organización interna tres áreas: electrotecnia, potencia y electrónica; esta última coordina la carrera de ingeniería electrónica. Los primeros coordinadores de área, fueron: Ing. Edwin Alberto Solares Martínez, coordinador del área de electrónica, comunicaciones y control el Ing. Miguel Ángel Sánchez Guerra, coordinador del área de Potencia el Ing. Julio Roberto Urdiales Contreras, coordinador del área general y de electrotécnia el Ing. Otto Armando Girón Estrada, coordinador de los laboratorios de electrotecnia el Ing. Mario Estuardo Vásquez Cáceres, coordinador de laboratorios de electrónica el Ing. Jorge Luís Cabrera Morales, catedrático investigador.

## **1.2. Descripción del curso de telecomunicaciones y redes locales**

Introducción a las nuevas tecnologías de transmisión de información en redes de datos, voz y video. Manejo de las normas aplicadas a las redes y protocolos debido a la convergencia digital que se está presentando en la actualidad. Enfocado para estudiantes de la carrera de electrónica en su área profesional.

### **1.2.1. Objetivos generales del curso**

Desarrollar intuición, pensamiento, analítico y habilidades para la resolución de problemas en redes de comunicación utilizando herramientas de computación y conocimiento de redes.

Aprender las diferentes arquitecturas de redes de telecomunicación actuales y su interoperabilidad.

Introducir al estudiante de ingeniería electrónica con técnicas de diseño de redes que transporten datos, voz y video.

### **1.3. Metodología del curso**

Clase presencial con ayuda de material audiovisual y uso de correo electrónico para transmisión de la información.

- Evaluaciones del rendimiento académico del curso
  - Exámenes parciales 40 %
  - Tareas/proyectos 15 %
  - Proyecto final 20 %
  - Examen final 25 %
  
- Contenido del curso
  
- Perspectiva general
  - Modelos de comunicación

- Comunicaciones de datos y comunicaciones en red (*networking*)
  - Protocolos y arquitectura de redes.
- Introducción a la programación en red y *sockets* de tcp.
- Comunicaciones de datos:
  - Transmisión de datos, medios de transmisión y codificación
  - Interfaces de comunicación de datos
  - Control de enlace de datos
  - Multiplexación
- Redes de area extendida (WAN):
  - Conmutación de circuitos
  - Conmutación de paquetes
  - ATM y frame relay
- Redes a área local (LAN):
  - Tecnología LAN
  - Sistemas LAN
- Arquitectura de comunicaciones y protocolos:
  - Protocolos de internet (IP)
  - Protocolos de ruteo
  - Protocolos de transporte
  - Seguridad de redes

- Protocolos de aplicación



## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Generalidades de las redes y protocolos de ruteo**

A continuación se desarrolla una descripción de las redes y protocolos.

#### **2.1.1. ¿Qué es una red?**

Es un conjunto de dispositivos interconectados con la finalidad de compartir información, recursos o servicios entre sus terminales. Este intercambio se da a través de la transmisión de impulsos eléctricos o de ondas electromagnéticas.

#### **2.1.2. Modelo OSI**

El Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI, (*open systems interconnection*), es un modelo de referencia para las comunicaciones de red. En sus inicios se utilizaba como un marco de trabajo conceptual, llegando a ser el estándar internacional para las comunicaciones de red, y aunque es puramente conceptual, en la actualidad sigue siendo utilizado para describir y explicar protocolos reales.

Su origen se debe al enorme crecimiento de las redes a principios de 1980, ya que éstas utilizaban distintas especificaciones y al implementarlas se tenían dificultades para establecer comunicación entre redes que utilizarán dispositivos que no fueran del mismo fabricante. Por esta razón la Organización Internacional para la Estandarización ISO, (*International Standard*

*Organization*), se dio a la tarea de desarrollar un modelo de red que ayudará a los fabricantes, normalizando las características mínimas con las que los dispositivos de red deben contar, siendo el modelo OSI.

El modelo divide en siete capas el proceso de comunicación entre equipos informáticos, delegando a cada capa un trabajo en específico bajo una jerarquía bien definida, facilitando así el diseño de pilas de protocolos. A pesar de que la función en cada capa es independiente, cada una se apoya de los servicios prestados por la anterior. A continuación, se describen cada una de las capas.

### **2.1.2.1. Capa física**

Es la capa más baja del modelo que se encarga de la transmisión y recepción de bits a través de un medio físico. En ella se describen las condiciones eléctricas, mecánicas y funcionales de la comunicación. Sus principales funciones son:

- Transmisión de los bits en el medio
- Especificar los niveles eléctricos de transmisión
- Especificar las funciones que van a realizar cada uno de los pines de los conectores.
- Definir el medio a través del cual se van a transmitir los datos
- Garantizar la conexión física
- Definir la modulación de la señal
- Amplificar y retemporizar la señal



### **2.1.2.2. Capa de enlace**

Es la encargada de proporcionar una transferencia de datos de un nodo a otro sin errores en la trama. Sus principales funciones son:

- Direccionamiento físico
- Establecimiento y finalización de vínculo
- Control de tráfico y acceso al medio
- Comprobación de errores
- Confirmación, secuencia y comprobación de trama

### **2.1.2.3. Capa de red**

Es la encargada de proporcionar la conectividad y enrutamiento de paquetes entre redes, aunque no tengan conexión directa. Sus principales funciones son:

- Enrutamiento
- Control de tráfico de red
- Fragmentación de tramas
- Asignación de direcciones lógico/físico

### **2.1.2.4. Capa de transporte**

Proporciona un método para obtener un servicio particular en un nodo de red específico, su unidad de mensaje se denomina datagrama. Sus funciones son:

- Garantizar que el mensaje sea entregado sin errores

- Segmentación del mensaje
- Confirmación de recepción de mensaje
- Control de tráfico de mensajes
- Multiplicación de sesión

Si se cumple con la tercera característica el protocolo tiene conexión con redundancia TCP, y si no la cumple el protocolo está orientado para la transmisión continua de datos UDP.

#### **2.1.2.5. Capa de sesión**

Al proceso mediante el cual dos equipos ejecutan una misma aplicación a través de un enlace se denomina sesión. Sus principales funciones son:

- Establecer, mantener, controlar y finalizar la sesión
- Control de diálogo
- Agrupamiento y recuperación de datos

#### **2.1.2.6. Capa de presentación**

Es la encargada de la representación de datos, su función es similar a la de un traductor ya que, aunque los datos se pueden representar de distintas formas para cada equipo el significado debe de ser el mismo. Sus principales funciones son:

- Formateo de datos
- Cifrado de datos
- Conversión y compresión de datos

### **2.1.2.7. Capa de aplicación**

Esta capa define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos y así acceder a los servicios de las demás capas. Los programas con los que el usuario interactúa generalmente no se encuentran en esta capa, sin embargo, tienen una relación directa con ella. Sus principales funciones son:

- Redireccionamiento de dispositivos
- Uso compartido de recursos
- Administración y control de red
- Mensajería electrónica
- Terminales de red virtual

### **2.1.3. Tipos de redes**

Las redes se clasifican según tres parámetros:

- Velocidad de acceso
- Distancia cubierta
- Tipo de propiedad/explotación

Según esta clasificación se dividen los tipos de redes en:

- Redes de área local, LAN (*local area network*): son redes con una reducida distancia de cobertura (200 m a 5 km), altas velocidades de acceso (0,2 a 16 Mbps, actualmente hasta 1 Gbps) y propiedad/explotación privada en el sentido que generalmente la

infraestructura de red pertenece a una organización que presta sus servicios.

- Redes de área metropolitana, MAN (*metropolitan area network*): distancia de cobertura mediana (10 a 50 km), velocidades de acceso muy elevadas (30 a 150 Mbps, actualmente hasta 10 gbps) y propiedad/explotación público y privado.
- Redes de área amplia, WAN (*wide area network*): son redes con una amplia distancia de cobertura (100 a 20,000 km), moderadas velocidades de acceso (1 a 64 Kbps, actualmente hasta 2 Mbps) y propiedad/explotación pública.

#### **2.1.4. Topologías de red**

Una topología de red se refiere a la disposición física de los elementos de dicha red, es decir, la forma en que se interconectan estos elementos mediante recursos de comunicación. Cada topología se clasifica de acuerdo a los siguientes parámetros comparativos:

- Costo-modularidad: valor de los elementos, sencillez y mantenimiento de los mismos.
- Flexibilidad-complejidad: dificultad de agregar o eliminar elementos de la red.
- Fiabilidad-adaptabilidad: estabilidad y respuesta al fallo a través de procedimientos alternativos.
- Dispersión-concentración: separación relativa entre los elementos de la red.

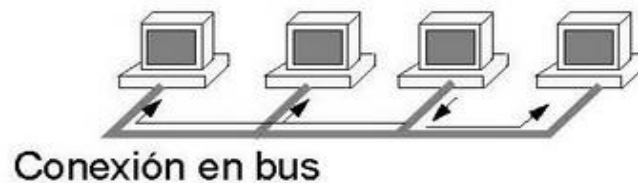
- Retardo caudal: capacidad para manejar grandes flujos de información sin tener bloqueos o congestiones.

A continuación se describen los principales tipos de topología.

#### 2.1.4.1. Bus

Todos los nodos se encuentran unidos por un único enlace común, es fácil de implementar, manejar y expandir, pero se debe de considerar que la calidad de la señal depende del número de elementos de la red. Su principal desventaja es que al dañarse el bus principal en algún punto la red deja de funcionar.

Figura 1. Conexión en bus



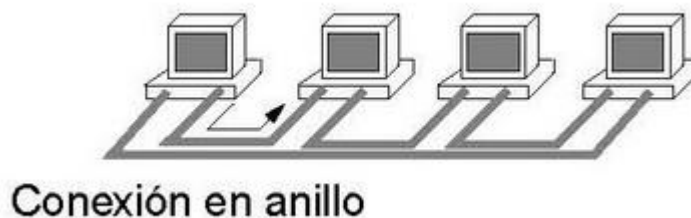
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

#### 2.1.4.2. Anillo

Los elementos de la red son conectados de forma consecutiva, cada uno de ellos tiene un puerto de entrada y salida, operando como un transductor de la información, remitiéndola hacia el siguiente elemento de la red, lo cual hace que se mantenga un nivel óptimo de la señal. Esta característica permite incrementar el número de elementos en la red sin que decaiga el rendimiento.

Debido a que el flujo de datos se da en una sola dirección una avería en algún equipo o una interrupción en el conductor provoca que se pierda la red, por ello se suele utilizar un anillo doble, de forma que se puedan enviar datos en ambas direcciones. Esto también evita colisiones, la desventaja es que el costo se incrementa.

Figura 2. **Conexión en anillo**



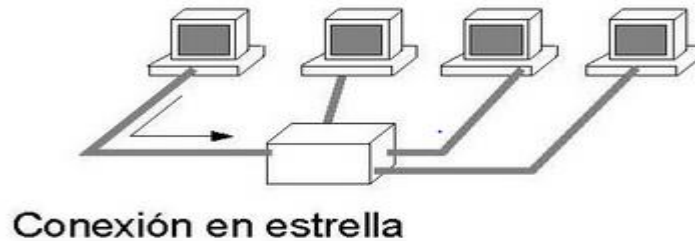
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

### **2.1.4.3. Estrella**

Todos los elementos de la red están conectados a un dispositivo de distribución central. La capacidad, calidad y funcionamiento de la red está determinado directamente por las características de este dispositivo.

En relación con las topologías anteriores es mucho más costosa, pero se elimina la dependencia sobre todos los elementos de la red para garantizar funcionamiento de la misma, ya que si un extremo falla solamente éste se desconecta de la red sin perjudicar a los demás.

Figura 3. **Conexión en estrella**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

#### **2.1.4.4. Árbol**

Se puede considerar como un conjunto de redes tipo estrella, interconectadas a través de cada uno de sus elementos centrales con un concentrador general, el cual controla el tráfico de la red. Su principal característica es la segmentación de la red pero a un costo mucho mayor que la estrella.

Cada una de las ramas integran las redes secundarias de esta topología, una avería en el concentrador general provoca un fallo global en la red, pero cada red secundaria puede seguir funcionando localmente. Si la avería se da en un dispositivo central secundario, solamente se verá afectada la red local que controla este dispositivo, sin afectar el funcionamiento global.

#### **2.1.4.5. Malla**

Todos los elementos de la red se encuentran interconectados entre sí, por lo que no existe una dependencia sobre algún elemento en particular, lo que permite mantener un enlace utilizando una gran combinación de caminos. Con esto se consigue eliminar absolutamente la interrupción en la comunicación.

## **2.1.5. Dispositivos de red**

Cada elemento que conforma la red constituye un dispositivo de red, sin embargo, usualmente se utiliza este término para denominar así a los concentradores de red, los cuales permiten estructurar la red en cada una de las topologías. A continuación, se describe cada uno de ellos.

### **2.1.5.1. Hub**

Es un dispositivo que permite centralizar el cableado *ethernet* en una red local, trabajando en la parte física del modelo OSI. Un hub repite las señales recibida en alguno de sus puertos en todos los demás, por lo que solamente uno de éstos puede transmitir a la vez. En el momento en que dos dispositivos intentan transmitir simultáneamente se produce una colisión, por lo que se intenta transmitir nuevamente después de un tiempo.

La cantidad de puertos varía de acuerdo con el modelo y fabricante del dispositivo. Actualmente se prefiere utilizar un *switch* debido a que su diferencia en costo mínima y se obtiene mejor rendimiento en la red.

### **2.1.5.2. Switch**

Su función es la misma que la de un hub, pero la forma en que lo hace diferente en gran medida, debido a que proporciona una conexión dedicada entre puertos. Esto significa que no repite toda la señal en todos los puertos, sino que determina a través de un direccionamiento MAC cuales puertos se están comunicando directamente y los interconecta de forma lógica temporalmente. Por esta razón se pueden generar varias transmisiones de forma simultánea.



Estos dispositivos trabajan en la capa de enlace del modelo OSI, para su funcionamiento almacenan las direcciones MAC de los dispositivos conectados en sus puertos, esto permite que la información dirigida a un dispositivo vaya desde el puerto origen al puerto destino.

### **2.1.5.3. Router**

Es un dispositivo que proporciona conectividad en la capa de red del modelo OSI, su principal función es la de interconectar redes encaminando los datos entre éstas.

Para realizar el encaminamiento o enrutamiento cada dispositivo de red es identificada mediante su dirección IP y almacenadas en el *router*. Para realizar una conexión se almacenan los paquetes se verifica ruta de la dirección destino y se reenvía, en el proceso se puede pasar por varios *routers* hasta llegar al destinatario.

### **2.1.6. Proveedor de servicios de internet (ISP)**

Un proveedor de servicios de internet es una organización que brinda servicios para acceder, usar o participar en la internet. Los proveedores de servicios de Internet pueden estar organizados en varias formas, tales como comerciales, no lucrativas, privadas o comunitarias.

Los servicios de internet típicamente brindados por un ISP incluyen acceso a internet, tránsito en la internet, registro de nombre de dominio, alojamiento web, entre otros.

Un ISP conecta a sus usuarios a internet a través de diferentes tecnologías como línea de abonado digital (DSL), cable módem, GSM, dial-up, entre otros.

Originalmente para acceder a la red internet se necesitaba una cuenta universitaria o de alguna agencia del gobierno la cual tenía que estar previamente autorizada. Pero después la internet comenzó a aceptar tráfico comercial a principios de la década de 1990, pero este era demasiado limitado y en una cantidad mínima a lo que se conoce hoy en día. Asimismo, existía un pequeño grupo de compañías consideradas puntos de acceso, que proveían de acceso público pero que se saturaban una vez el tráfico incrementaba. Las mayores compañías de telecomunicaciones comenzaron a proveer de acceso privado. Las pequeñas compañías se beneficiaban del acceso a la red de las grandes compañías, pero brevemente las grandes compañías empezaron a cobrar por este acceso. Todo esto alrededor de mediados de la década de 1990, antes de que internet explotase.

Cuando internet evolucionó repentinamente los ISP fueron desafiados drásticamente a actualizar su infraestructura, tecnologías y a incrementar sus puntos de acceso. Las más grandes compañías de comunicaciones empezaron a desarrollar subsidiarias que se enfocaran en hacer del Internet un medio más accesible. Aunque la tecnología se actualizó, la web tenía que lidiar con más y más congestión.

- Proveedores de accesos ISP

Los proveedores de servicios de internet brindan acceso a internet empleando un amplio rango de tecnologías para conectar a los usuarios a sus

redes. Las tecnologías disponibles van desde módems, líneas telefónicas, cable de televisión (CATV), ethernet inalámbrico hasta fibras ópticas.

Para los usuarios y pequeños negocios, las opciones tradicionales incluyen cable de cobre para brindar DSL, cable modem o servicios de red integrados digitales (ISDN). El usar fibra óptica para los usuarios finales es llamado FTTH (*fiber to the home*).

Para los clientes que requieren más demanda, estos pueden usar DSL de alta velocidad, *ethernet*, *ethernet* metropolitana, *gigabit ethernet*, *frame relay*, ATM y sonet.

## **2.2. Protocolos de ruteos**

Los protocolos de ruteo son los encargados de que cada paquete de Información llegue a su correcto destino. El ruteo se divide en dos categorías; ruteo interno y externo cada uno independientemente trabajan con algoritmos distintos.

- Ruteo

En un sistema de conmutación de paquetes, el ruteo es el proceso de selección de un camino sobre el que se mandarían paquetes pasando por varias redes y comunicaciones físicas si fuera preciso.

Ruteo o rutear es dirigir la información que se transmite a través de una red desde su origen hasta su destino, eligiendo el mejor camino posible a través de las redes que los separan.

## 2.3. Protocolos Exteriores

- Protocolo exterior de *gateway* (EGP) o ERP

Es un protocolo usado por vecinos exteriores para difundir información de accesibilidad entre otros sistemas autónomos, el intercambio se realiza con otros sistemas autónomos externos conectados a Internet.

El protocolo de ruteo BGP (*border gateway protocol*) fue diseñado para permitir la cooperación en el intercambio de información de encaminamiento entre routers en Sistemas Autónomos diferentes.

El protocolo BGP intercambia información de encaminamiento entre sistemas autónomos a la vez que garantiza una elección de rutas libres de bucles. Es un protocolo principal de publicación de rutas utilizado por las compañías más importantes de ISP en internet.

A diferencia de los protocolos de gateway internos (IGP) como rip, ospf y eigrp, no usa métricas como número de saltos, ancho de banda o retardo. En cambio, BGP toma decisiones de encaminamiento basándose en políticas de la red o reglas que utilizan varios atributos de ruta BGP.

El protocolo BGP (*border gateway protocol*) es uno de la familia de protocolos de ruteo de IP y es un protocolo de pasarela exterior (egp) diseñado para distribuir información entre sistemas autónomos.

Los EGP son todos protocolos vectores de ruteo. En un protocolo vector como BGP los ruteadores intercambian información de accesibilidad de red con su vecino más cercano. En otras palabras los ruteadores se comunican entre

los conjuntos de direcciones que ellos pueden alcanzar, y la siguiente dirección de salto hacia la cual la información debería ser enviada a fin de alcanzar esas direcciones. Esto hace contraste con los enlaces de estado IGP (*internal gateway protocol*) o protocolos interiores de pasarela. Los ruteadores EGP intercambian rutas unos con otros, mientras los ruteadores IGP intercambian información de la topología y calculan su propia ruta localmente.

Los egp inundan de información de alcance a través de internet para que cada ruteador egp tenga una tabla de ruta la cual contenga prefijos de direcciones y los próximos saltos que cubran toda la internet pública. Los egp tienen pequeña o ningún conocimiento de las rutas fin a fin, ellos solo conocen acerca del siguiente salto a lo largo de la ruta.

Los protocolos de ruteo vectores escalan mejor que los protocolos de estado de enlace debido a que el tiempo que toman para determinar el próximo mejor salto no es una función de los números de nodos en la red, lo que hace que sean adecuados para enrutar tráfico en el *backbone* en el internet.

Un sistema autónomo individual que desea intercambiar información con otro sistema autónomo típicamente incluirá uno o más enrutadores BGP. Cada enrutador BGP es configurado con las direcciones de sus pares con los cuales intercambia información de ruteo.

Cuando una conexión a un par es establecida, un enrutador BGP envía a todos los enrutadores sus rutas que están en su tabla de ruteo BGP hacia ese par usando mensajes de actualización. El par use los contenidos de ese mensaje para añadir nuevas rutas a su propia tabla de rutas BGP local. Si un enrutador que habla BGP aprende más de una ruta hacia el mismo conjunto de destinos, el ejecutará un proceso de decisión para decidir cuál es la más

adecuada. Esa misma ruta es después instalada en la tabla local de ruteo BGP, y es propagada hacia sus otros pares BGP.

Las rutas en la tabla de ruteo BGP son combinadas con rutas aprendidas de otros protocolos de ruteo (por ejemplo OSPF) para generar la tabla completa de ruteo del enrutador. Esta tabla de ruteo contiene todos los destinos que el enrutador conoce, asociado con el siguiente salto de dirección IP y la interface por la cual saldrá.

- El protocolo MPLS (*multi-protocol label switching*)

Provee un mecanismo para enviar paquetes para cada protocolo de red. Fue originalmente desarrollado a fines de los años noventas para proveer rápido envío de paquetes para enrutadores IP. Desde ese punto, sus capacidades se han expandido masivamente, por ejemplo para dar soporte de creación de servicios (VPN), tráfico, ingeniería, convergencia de red e incremento de la capacidad para adaptarse.

MPLS es actualmente el estándar defacto para muchos portadores y proveedores de servicios y su uso continua creciendo.

Las redes IP tradicionales no tienen conexión: cuando un paquete es recibido, el enrutador determina el siguiente salto usando la dirección IP de destino en el paquete junto con la información de su propia tabla de envío. La tabla de envío del enrutador contienen información de la topología de la red, obtenida por medio de un protocolo de ruteo IP, tal como OSPF, IS'IS, BGP, RIP o configuración estática, la cual mantiene la información sincronizada con cambios en la red.

MPLS usa direcciones IP, ya sea IPv4 o IPv6 para identificar puntos de fin, switches y enrutadores intermediarios. Esto hace que la redes MPLS sean compatibles con direcciones IP y sean fácilmente integradas con las redes IP tradicionales. Sin embargo, a diferencia de las tradicionales IP, los flujos de MPLS son orientados a conexiones y los paquetes son enrutados según LSP pre configurados.

MPLS funciona mediante el etiquetado del tráfico con un identificador (etiqueta) para distinguir los LSP. Cuando se recibe un paquete el enrutador utiliza esta etiqueta (a veces también el enlace sobre el que se recibió) para identificar la LSP. Se busca entonces la LSP en su propia tabla de reenvío para determinar el mejor enlace para reenviar el paquete, y la etiqueta para utilizar en este próximo salto.

Una etiqueta diferente se utiliza para cada salto y es elegido por el router o switch que realiza la operación de reenvío. Esto permite el uso de motores de reenvío rápidos y sencillos que se implementan a menudo en hardware.

Los enrutadores de ingreso en el borde de la red MPLS clasifican cada paquete potencialmente utilizando una serie de atributos, no sólo la dirección de destino del paquete, sino para determinar qué LSP a utilizar. Dentro de la red, los enrutadores MPLS utilizan sólo las etiquetas LSP para reenviar el paquete al enrutador de salida.

#### **2.4. Fase de diseño de estación de trabajo**

En la fase de diseño de la estación de trabajo se tomó como objetivo el desarrollar una estación de trabajo la cual se adaptará a las necesidades de espacio del laboratorio y que contará con una infraestructura que pudiera ser

escalable y contará con un sistema operativo actualizado y robusto capaz de manejar máquinas virtuales y que esta estación contará con un programa que fuera capaz de emular redes y distintos escenarios con una interfaz amigable para el estudiante.

- La fase de diseño se dividió en los siguientes aspectos
  - Selección de Hardware a utilizar
  - Espacio físico en el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales
  - Herramienta de enseñanza óptima para los estudiantes

#### **2.4.1. Software**

Para proceder con la selección del hardware, fue necesario primero el seleccionar el software óptimo que brindara las funcionalidades requeridas para la estación de trabajo. Por lo tanto, se obtuvieron los siguientes programas informáticos:

##### **2.4.1.1. Web IOU**

Web IOU es un simulador gráfico de redes que permite diseñar topologías de redes complejas y poner en marcha simulaciones de las redes diseñada. El programa es patrocinado por cisco y actualmente es usado en una gran cantidad de routers y switches cisco. El software emula y virtualiza routers los cuales pueden ser configurados por medio de los comandos los cuales pueden ser ingresados en la ventana de configuración que virtualiza el switch o router.



Cisco web IOU es usado por la mayoría de las corporaciones como Exxon, Walmart, AT&T y NASA como la herramienta por excelencia la cual prepara a sus ingenieros para los exámenes de certificación como profesional de redes.

#### **2.4.1.2. VMware player**

Para emular el programa web iou es necesario instalar el software VMware Player. VMware Player es un paquete de software de virtualización suministrado gratuitamente por VMware, Inc. VMware Player puede ejecutar aplicaciones virtuales existentes y crear sus propias máquinas virtuales que requieren un sistema operativo para ser funcional.

#### **2.4.2. Hardware**

Basado en los requerimientos del software seleccionado se procedió a obtener el siguiente hardware para la estación de trabajo.

- Una computadora Dell T105 con las siguientes especificaciones:
  - Procesador dual core de 2,00 GHz
  - Memoria RAM de 2GB
  - Disco duro de 160 GB
  - Monitor HP LCD de 19 pulgadas
  - Tarjeta de video de 512 Mb
  - Periféricos:
    - Teclado en español
    - Mouse laser

### 2.4.3. Prácticas

Las prácticas para la estación de trabajo se desarrollaron de manera que las mismas pudieran ser dadas en un semestre de la carrera de Ingeniería Electrónica. Cada práctica está diseñada para durar un periodo de 45 minutos de acuerdo con el modelo sugerido de 1 periodo de enseñanza por parte del auxiliar del laboratorio y 45 minutos para realizar la práctica.

- Modelo de prácticas

Las prácticas se desarrollaron bajo el modelo de aprendizaje de David Kolb, el cual el estudiante aprende mediante el continuo procesamiento de información por medio de la experimentación activa al realizar diferentes tareas que buscan los objetivos de aprendizaje de configuración y uso de los protocolos de ruteo en diferentes situaciones.

A continuación se detalla cada una de las prácticas:

#### Práctica 1: configurar BGP externo

- Objetivos
  - Configurar EBGP entre ISP
  - Configurar IBGP a través de los enrutadores principales de la red
  - Configurar autenticación BGP
  - Configurar BGP next-hop-self
- Equipo, software y materiales
- VMware, Cisco Web IO y guía de prácticas de BGP
- Descripción de la práctica

La práctica de protocolos de OSPF consiste en 7 pasos que se detallan a continuación:

- Paso 1

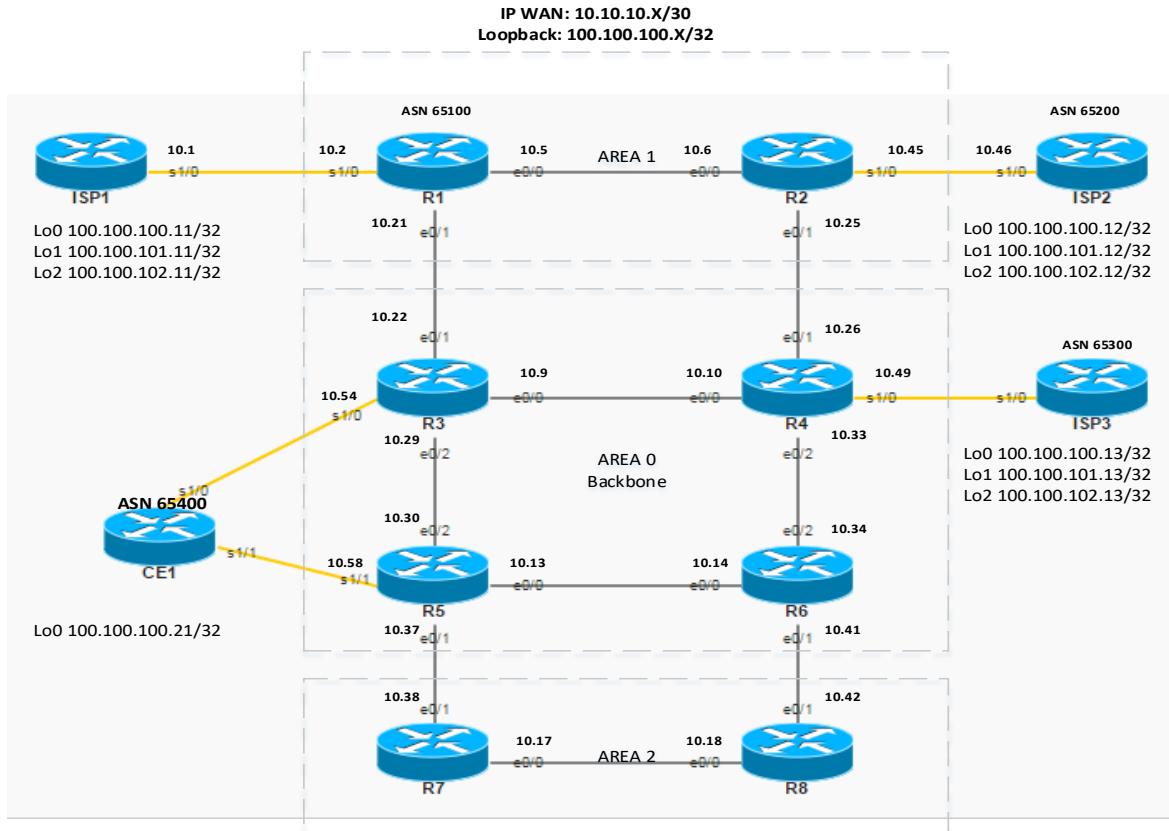
Homologar la configuración del protocolo interno que en este caso es IS-IS, hacia una red de enrutadores nivel 2 en el área 1 según la tabla I:

Tabla I. **Activar estilos**

Router	IS-IS Área	Level	System ID +00	IS-IS Interfaces
R1	49,0001	2	1001.0010.0001.00	Lo0, e0/0, e0/1
R2	49,0001	2	1001.0010.0002.00	Lo0, e0/0, e0/1
R3	49,0001	2	1001.0010.0003.00	Lo0, e0/0 – 2
R4	49,0001	2	1001.0010.0004.00	Lo0, e0/0 – 2
R5	49,0001	2	1001.0010.0005.00	Lo0, e0/0 – 2
R6	49,0001	2	1001.0010.0006.00	Lo0, e0/0 – 2
R7	49,0001	2	1001.0010.0007.00	Lo0, e0/0, e0/1
R8	49,0001	2	1001.0010.0008.00	Lo0, e0/0, e0/1

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de enrutadores



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio 2013.

- Paso 2

En los enrutadores tipo ISP preparar todas las configuraciones relacionadas a las interfaces, ya sean de conectividad con el proveedor que se administra o bien interfaces *loopbacks* que emulara la tabla de internet.

- Paso 3

Después de realizar el paso 2 el estudiante debe verificar la conectividad entre enrutadores tipo ISP y tipo R por medio de los comandos proporcionados en la guía de práctica.

- Paso 4

En los enrutadores del ASN 65 500 (el proveedor que se está actualmente administrando), el estudiante debe de configurar EBGp hacia los enrutadores tipo ISP tomándose en cuenta el objetivo visual para cada sistema autónomo.

- Paso 5

Después de realizar el paso 5 el estudiante debe de anunciar los prefijos de los diferentes enrutadores tipo ISP, hacia dentro de la red administrada que contiene el ASN 65 500. En otras palabras el estudiante deberá propagar las redes que emulan las interfaces *loopback* en cada uno de los enrutadores tipo ISP hacia la red de enrutadores tipo R.

- **Evaluación**

Para la evaluación de la práctica se proporciona una verificación de la actividad en donde se muestra paso a paso el comando que debieron ser introducidos y el asimismo, cuales debieron ser los resultados esperados. Esto se encuentra en la guía de práctica de protocolos OSPF en la página número 10 en el anexo de este documento.

- Práctica 2: configurar BGP interno

#### Objetivos

Que el estudiante realice configuraciones en los enrutadores para configurar e implementar el protocolo BGP.

General

Específicos

Equipo, software y materiales

- VMware, cisco web IO y guía de prácticas de BGP

- Evaluación

Para la evaluación de la práctica se proporciona una verificación de la actividad en donde se muestra paso a paso el comando que debieron ser introducidos y el así mismo cuales debieron ser los resultados esperados. Esto se encuentra en la guía de práctica de protocolos OSPF en la página número 10 en el anexo de este documento.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN: PLAN DE CONTINGENCIAS PARA EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES Y REDES LOCALES**

#### **3.1. Antecedentes**

El plan de contingencias es un conjunto de procedimientos alternativos a la operación normal, que permitirá que el laboratorio de telecomunicaciones y redes locales siga operando, aun cuando falle algún sistema que soporta.

El plan de contingencias es un documento que le permite al personal que administra los laboratorios de telecomunicaciones y redes locales prever, reaccionar y recuperarse en caso de un desastre y reducir el impacto.

#### **3.2. Objetivos**

##### **3.2.1. Objetivo general**

- Desarrollar el plan de contingencias para los laboratorios de telecomunicaciones y redes locales con el propósito de enfrentar en el menor tiempo y costo, los posibles desastres de tipo natural o accidental que impacten el proceso operativo, reduciendo el tiempo de indisponibilidad.

##### **3.2.2. Objetivos específicos**

- Obtener un diagnóstico real de los equipos informáticos y flujo de información.

- Efectuar el análisis de riesgos realizando una evaluación de:
  - Identificación del hardware
  - Software crítico a ser protegido
  - Análisis de vulnerabilidades
  - Riesgos que afecten a la información
- Desarrollar una lista con las posibles medidas de seguridad la cual permita reducir los riesgos para los laboratorios de redes e Informática.
- Desarrollar e implementar estrategias.
- Elaborar los planes de contingencia y recuperación
- Capacitar al personal para enfrentar todo tipo de desastres naturales o accidentales.
- Definir acciones y procedimientos a ejecutar en caso de fallas originadas por desastres.
- Establecer procedimientos para evitar las interrupciones prolongadas del servicio de datos, debido a contingencias como incendio e inundaciones hasta que sea restaurado el servicio completo y se retorne el normal funcionamiento los laboratorios de redes.

### **3.3. Plan de contingencia**

#### **3.3.1. Plan de contingencias ante sismos, incendios y accidentes laborales**

Dentro del laboratorio de telecomunicaciones y redes locales se elaboró un plan de contingencias, basándose en los conocimientos de la infraestructura y tipo de servicio que presta la unidad, siendo los pilares para evitar cualquier tragedia o desastre, humano y natural.



### **3.3.2. Prevención de desastres en caso de terremoto**

Un terremoto es un movimiento de tierra el cual no es predecible en tiempo de duración y momento que ocurra, se deben tomar varios aspectos para prevenir cualquier desastre ante la ocurrencia del mismo, dividiéndose en sugerencias para prevenir un desastre, durante y después que ocurra el terremoto.

Acciones sugeridas para realizar antes que ocurra el terremoto:

- Sujetar en forma segura los estantes, lámparas y sistemas de iluminación al techo, y todo lo que represente peligro.
- Colocar los objetos pesados o que se quiebren fácilmente en lugares bajos.
- Evitar suspender objetos pesados sobre lugares de tránsito de personas.
- Asegurar o eliminar cualquier objeto que represente peligro en interiores y exteriores. Mantener en buen estado las instalaciones eléctricas para evitar incendios.
- Guardar utensilios de limpieza, insecticidas y otros productos inflamables en gabinetes no muy altos y cerrados para evitar su derrame.
- Si existen grietas hacer que un especialista indique si hay daños estructurales en el edificio.
- Solicitar una revisión técnica previa, para determinar si se requiere salir del edificio o hacer las reparaciones necesarias.
- Identifique los lugares seguros dentro del edificio y fuera del mismo (alejados de construcciones altas, árboles, tendido eléctrico u otro que presente riesgo) que puedan servir de resguardo en caso de necesidad.

- Todo el personal del laboratorio debe saber cómo actuar, cómo cortar el suministro de luz y agua, y los números de emergencia a los que pueden llamar de ser necesario.
- Se debe tener a mano *kits* de emergencia para primeros auxilios, ubicados en lugares estratégicos.
- Establecer rutas de evacuación y un punto de reunión común para todos los ocupantes de las instalaciones.
- Mantener la calma y buscar la ruta de evacuación establecida.

### **3.3.3. Acciones sugeridas para realizar después que ocurra el terremoto**

- Evitar caminar descalzos, ya que puede haber vidrios y objetos cortantes en el suelo.
- Estar preparados para réplicas que pueden ocurrir momentos después del sismo, y que pueden provocar daño adicional a estructuras ya lesionadas.
- Procurar mantenerse fuera del edificio puede correr peligro si desea ingresar al edificio. Ingrese sólo para brindar ayuda a posibles víctimas.
- Usar el teléfono sólo para emergencias.
- Ayudar a las personas heridas o que han quedado atrapadas. Si hay lesionados, pida ayuda de primeros auxilios a los servicios de emergencia. Ayude al resto del grupo especialmente personas de avanzada edad, impedidos o niños pequeños.
- Efectuar una revisión básica de la iluminación, agua y teléfono tomando las precauciones indicadas.
- Limpiar derrames de líquidos que presenten peligro.
- Abrir ventanas y abandonar el lugar si escucha ruidos, si percibe olor a gas u otros químicos, avise al personal responsable.

- Revisar el edificio para detectar grietas. Inspeccionar todas las áreas de riesgo. Un daño que pase desapercibido puede generar otro desastre.

### **3.3.4. Prevención de desastres en caso de un incendio**

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse, pudiendo afectar a estructuras y a seres vivos. La exposición a un incendio puede producir la muerte, generalmente por la inhalación de humo o por desvanecimiento producido por la intoxicación y posteriormente quemaduras graves.

### **3.3.5. Precauciones a seguir durante un incendio**

- Avisar a las autoridades de la universidad y alertar a todos los ocupantes.
- Intentar apagar el fuego sólo si es pequeño y se puede controlar.
- Buscar las posibles vías de escape.
- Cortar la corriente eléctrica.
- Si es posible retirar los productos químicos o inflamables próximos al fuego.
- De intentar apagarlo, situarse entre el fuego y la vía de escape.
- No utilizar agua cuando pueda alcanzar instalaciones eléctricas o el incendio sea de líquidos inflamables (aceite, gasolina, entre otros.). En este caso debe usarse el extintor clase B.
- Si no se puede apagar el fuego, no correr riesgos inútiles buscar un lugar seguro y abandonar la zona.
- Al abandonar el lugar incendiado, cierre las puertas al salir, si hubiese humo salga gateando y no empuje a otros afectados. Si las vías de salida están llenas de humo, no acceder a ellas y mantenerse dentro del edificio. En caso de no poder abandonar el edificio por el fuego.

- Encerrarse en una habitación y tapan las ranuras de la puerta para evitar que entre humo.
- Es recomendable hacer notar que es posible salir por una de las ventanas. Si se incendia la ropa hay que acostarse en el suelo y rodar sobre sí mismo y no correr.
- Igualmente si se observa a alguien a quien se le ha incendiado la ropa, tenderlo en el suelo y cubrirlo con una manta grande y apretar hasta extinguir las llamas.
- Si se incendia el cabello hay que tapan la cabeza rápidamente con un trapo húmedo.
- Las quemaduras que le sucedan a alguien deben ser tratadas por personal capacitado.
- Un sistema de aspersion automática contra incendios en el edificio, facilitaría la labor de mitigación a la hora de un incendio.

### **3.3.6. Planificar rutas de salidas**

- Identificar al menos dos formas de abandonar las instalaciones de la unidad. El lugar para reunión, en caso de necesitarse, será el patio central de la cruz roja o el parqueo posterior de la misma, esto es, si no tienen peligro para la estada. Estas salidas deben estar señalizadas adecuadamente para guiar a las personas.
- Disponer de salidas de emergencia para las salas más complicadas de la unidad.
- Aprender a usar las salidas de emergencia y mantenerlas libres de objetos que obstruyan el paso, por lo que se debe velar porque no existan sillas de ruedas, bancas, basureros, entre otros.
- Ensayar el plan de salida como mínimo dos veces al año.

### **3.3.7. Recomendaciones para salir sin lesiones**

- Si observa humo o llamas en una de las rutas de salida usar las otras opciones de evacuación.
- Si el humo, el calor o las llamas bloquean la ruta de salida, quedarse en la sala donde se encuentra y cerrar la puerta. Enviar señales de auxilio usando un trozo de tela de colores llamativos desde la ventana. Si hay un teléfono en la sala utilizarlo para llamar al Departamento de Bomberos o compañeros y decirles dónde se encuentra.
- Si se tiene que salir por una puerta cerrada, palpar la puerta antes de abrirla. Si se nota que está caliente, usar otra opción de salida.
- Si se tiene que atravesar el humo, agacharse por debajo del humo mientras se dirige a la salida, ya que cuando existe un incendio, el oxígeno queda bajo el mismo por lo que se recomienda que esté agachado lo más que pueda.
- Llamar al Departamento de Bomberos desde un lugar sin riesgo y tratar de mantenerse en grupo.

### **3.3.8. Evolución de riesgos**

Los incendios son uno de los desastres más comunes. Causan más muertes que ningún otro tipo de desastre. Los incendios no deben resultar mortales si se escucha a tiempo la alarma de los detectores de humo, además, todos los ocupantes del edificio deben saber cómo abandonar con calma las instalaciones del mismo.

- Riesgos alrededor de las instalaciones
  - El tendido eléctrico que pasa a orilla de la carretera.

- Riesgo de tormenta durante la época de lluvia.
- Precauciones a seguir antes de un incendio o un terremoto
  - Proteger el edificio contra incendios.
  - Planificar rutas de evacuación.
  - Recomendaciones para salir sin lesiones.
  - Verificar las instalaciones eléctricas.

### **3.3.9. Métodos de protección**

Dentro de los métodos de protección se encierran varios temas, desarrollándose los medios técnicos, medios humanos y los planos de edificación para el plan de contingencia.

### **3.3.10. Medios técnicos**

Se debe instalar detectores de humo en los lugares cerrados o ambientes que se consideren necesarios, los detectores de humo salvan vidas. Verificar que los detectores de humo funcionan adecuadamente, por lo menos una vez al mes, si es necesario, cambiar las baterías inmediatamente. Las baterías deben ser cambiadas, como mínimo, una vez al año. Considerar tener uno o más extintores de incendios en cada ambiente. Asimismo, capacitar a colaboradores de cómo utilizarlos y que sepan la ubicación de los mismos.

Artículos de subsistencia que se deben tener al alcance inmediato

- Radio portátil con baterías.
- Linterna con baterías.

- Artículos de primeros auxilios, incluyendo medicinas necesarias para algún miembro del grupo.
- Libro de primeros auxilios.
- Extintor de fuegos.
- Herramientas para desconectar el agua.
- Detector de humo, instalado debidamente.
- Escaleras para escape de fuego en lugares altos.
- Agua embotellada, suficiente para todos los miembros del grupo.
- Números telefónicos de la policía, bomberos, médicos y personas que puedan ser clave en caso de emergencia.

#### **3.3.11. Medios humanos**

- Limpiar el polvo, eliminar telarañas de cada detector mensualmente. Los detectores pierden la resistencia con el tiempo. Reemplazarlos cada 10 años.
- Verificar instalaciones eléctricas y velar porque químicos y productos inflamables se encuentren en lugares seguros y adecuados.
- Identificar al menos dos formas de abandonar las instalaciones de la unidad. El lugar para reunión en caso de necesitarse, será: el patio central de La Cruz Roja o el parqueo posterior de la misma, esto es, si no tienen peligro para la estadía. Estas salidas deben estar señalizadas adecuadamente para guiar a las personas.
- Disponer de salidas de emergencia para las salas más complicadas de la unidad.
- Ensayar el plan de salida como mínimo dos veces al año.
- Aprender a usar las salidas de emergencia y mantenerlas libres de objetos que obstruyan el paso, por lo que se debe velar porque no existan sillas de ruedas, bancas, basureros, etc, fuera de los lugares asignados.





## **CONCLUSIONES**

1. No cuentan con un plan de mantenimiento para las estaciones de trabajo.
2. No existe un lugar adecuado para resguardar los programas que contiene las estaciones de trabajo.



## RECOMENDACIONES

1. Implementar un plan de mantenimiento para las estaciones de trabajo brindadas con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de las mismas
2. Contar con un lugar para resguardar los respaldos brindados de los programas que contienen las estaciones de trabajo, así como de las hojas de trabajo que detallan los laboratorios.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CISCO. *BGP Design and Implementation*. Estados Unidos: Cisco, 2004. 662 p.
2. CISCO. *MPLS Fundamentals*. Estados Unidos: Cisco, 2007. 650 p.
3. DORDOIGNE José. *Redes informáticas Nociones fundamentales*. 4ª ed. Estados Unidos, Ediciones ENI, 2015. 123 p.
4. GEROMETTA Oscar. *Principios básicos de networking*, 3ª ed. México, 2007. 76 p.
5. GEROMETTA Oscar. *Guía de preparación del CCNA*, 2ª ed. México 2011, 205 p.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. **Guía de laboratorio BGP para un proveedor de servicio, Versión 1.00**

- Laboratorio de BGP 1-1

Complete esta actividad para practicar lo que has aprendido acerca de este módulo.

#### Objetivo de la actividad

En esta actividad de laboratorio, usted configurará el enrutamiento BGP ya sea interno como externo.

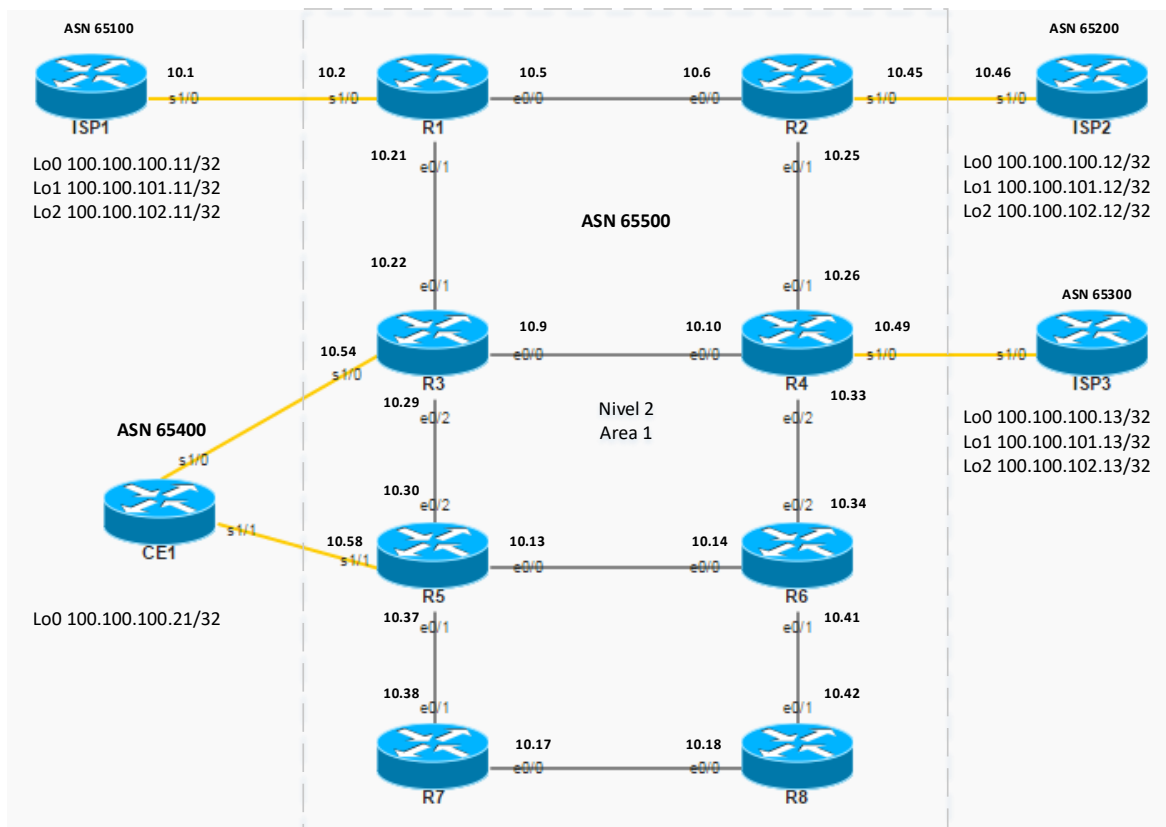
Posterior a completar esta actividad, usted será capaz de:

- Configurar EBGp entre ISP
- Configuar IBGP a través de los enrutadores principales de la red
- Configuar autenticación BGP
- Configuar BGP *next-hop-self*

Continuación del apéndice 1.

## Objetivo visual

IP WAN: 10.10.10.X/30  
Loopback: 100.100.100.X/32





Continuación del apéndice 1.

Comandos	Descripción
<b>[no] shutdown</b>	Habilita o deshabilita una interfaz en un enrutador
<b>cdp enable</b>	Habilita cisco discovery protocol en la interfaz
<b>configure terminal</b>	Entra al modo de configuración global
<b>interface interface</b>	Entra al modo de configuración de interfaz
<b>ip address ip_address subnet mask</b>	Coloca una IPv4 primaria o secundaria para una interfaz y su mascara de sub red.
<b>ip ipv6 router isis</b>	Habilita ruteo ISIS en la interfaz
<b>ipv6 enable</b>	Habilita el soporte de IPv6 en la interfaz
<b>ipv6 unicast-routing</b>	Habilita ruteo unicast ipv6 en modo global
<b>isis circuit-type level-1 level-1-2 level-2- only</b>	Habilita el proceso de selección de circuito ISIS en la interfaz
<b>neighbor IP-address next-hopself</b>	Habilita el proceso interno de BGP para enviar rutas BGP con su propia IP hacia otros vecinos BGP
<b>neighbor IP-address password password</b>	Habilita autenticación para el vecino BGP
<b>neighbor IP-address remote-as AS-number</b>	Configura un vecino BGP
<b>neighbor IP-address update-source interface</b>	Habilita al proceso de BGP enviar paquetes desde su IP fuente
<b>network network mask subnetmask</b>	Habilita al proceso de BGP incluir la red desde la tabla de ruteo a la tabla BGP
<b>ping dest_IP source source_IP</b>	Verifica conectividad entre la fuente y el destino
<b>router bgp AS-number</b>	Crea un proceso de BGP y entra al modo de configuración BGP
<b>router isis</b>	Crea un proceso de ISIS y entra al modo de configuración de ISIS
<b>show ip bgp</b>	Muestra la tabla de ruteo de BGP
<b>show ip bgp summary</b>	Muestra las características del protocolo de ruteo BGP así como el estado de los vecinos BGP
<b>show ip interface brief</b>	Muestra el estado y las direcciones IPv4 configuradas
<b>show ip route</b>	Muestra la tabla de ruteo
<b>show isis database</b>	Muestra el contenido de la base de datos del protocolo ISIS
<b>show isis neighbors</b>	Muestra información de los vecinos ISIS
<b>show isis topology</b>	Muestra un listado de información relacionada acerca de la topología ISIS
<b>show running-config</b>	Muestra la configuración que está corriendo en el enrutador

Continuación del apéndice 1.

- Tarea 1: configurar BGP externo

En esta tarea, usted habilitará EBGP entre los enrutadores ISP y los enrutadores R. Adicionalmente usted hará que se propague las redes dentro del proceso de BGP

- Procedimiento de la actividad

Complete estos pasos para preparar la configuración inicial en los enrutadores de su estación.

- Paso 1

Homologue la configuración del protocolo interno que en este caso es ISIS, hacia una red de enrutadores nivel 2 en el área 1. Siga la siguiente tabla:

Router	IS-IS Área	Level	System ID +00	IS-IS Interfaces
R1	49,0001	2	1001.0010.0001.00	Lo0, e0/0, e0/1
R2	49,0001	2	1001.0010.0002.00	Lo0, e0/0, e0/1
R3	49,0001	2	1001.0010.0003.00	Lo0, e0/0 – 2
R4	49,0001	2	1001.0010.0004.00	Lo0, e0/0 – 2
R5	49,0001	2	1001.0010.0005.00	Lo0, e0/0 – 2
R6	49,0001	2	1001.0010.0006.00	Lo0, e0/0 – 2
R7	49,0001	2	1001.0010.0007.00	Lo0, e0/0, e0/1
R8	49,0001	2	1001.0010.0008.00	Lo0, e0/0, e0/1

## Continuación del apéndice 1.

```
OR1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 2 masks
C       10.10.10.0/30 is directly connected, Serial1/0
L       10.10.10.2/30 is directly connected, Serial1/0
C       10.10.10.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L       10.10.10.5/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.8/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.12/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.16/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
C       10.10.10.20/30 is directly connected, Ethernet0/1
L       10.10.10.21/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.24/30 [115/20] via 10.10.10.6, 00:02:50, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.28/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.32/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:41, Ethernet0/1
           [115/30] via 10.10.10.6, 00:02:41, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.40/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
    100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
C       100.100.100.1 is directly connected, Loopback0
i L2   100.100.100.2 [115/20] via 10.10.10.6, 00:02:50, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.3 [115/20] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.4 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:41, Ethernet0/1
           [115/30] via 10.10.10.6, 00:02:41, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.6 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.7 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.8 [115/50] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
```

## Continuación del apéndice 1.

```
R8#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 2 masks
i L2   10.10.10.4/30 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.8/30 [115/40] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/40] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.12/30 [115/20] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
C      10.10.10.16/30 is directly connected, Ethernet0/0
L      10.10.10.18/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.20/30 [115/40] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/40] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.24/30 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.28/30 [115/30] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.32/30 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/20] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
C      10.10.10.40/30 is directly connected, Ethernet0/1
L      10.10.10.42/32 is directly connected, Ethernet0/1
100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
i L2   100.100.100.1 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.2 [115/60] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/60] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.3 [115/40] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/40] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.4 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/30] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.6 [115/20] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.7 [115/20] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
C      100.100.100.8 is directly connected, Loopback0
```

## Continuación del apéndice 1.

- Paso 2

En los enrutadores tipo ISP prepare todas las configuraciones relacionadas a las interfaces, ya sean de conectividad con el proveedor que usted administra (conjunto de enrutadores tipo R) o bien interfaces *loopbacks* que emulara la tabla de internet.

```
ISP1#show ip interface brief
Interface                               IP-Address      OK? Method Status
Protocol
down down Ethernet0/0          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/3          unassigned      YES NVRAM   administratively
up Serial1/0             10.10.10.1      YES NVRAM   up
down down Serial1/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Serial1/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Serial1/3          unassigned      YES NVRAM   administratively
up Loopback0             100.100.100.11  YES NVRAM   up
up Loopback1             100.100.101.11  YES NVRAM   up
up Loopback2             100.100.102.11  YES NVRAM   up
```

```
ISP2#show ip interface brief
Interface                               IP-Address      OK? Method Status
Protocol
down down Ethernet0/0          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/3          unassigned      YES NVRAM   administratively
up Serial1/0             10.10.10.46     YES NVRAM   up
down down Serial1/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Serial1/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
```

## Continuación del apéndice 1.

```

Serial1/3          unassigned      YES NVRAM  administratively
down down
Loopback0          100.100.100.12  YES NVRAM  up
up
Loopback1          100.100.101.12  YES NVRAM  up
up
Loopback2          100.100.102.12  YES NVRAM  up
up

```

```

ISP3#show ip int brief
Interface          IP-Address        OK? Method Status
Protocol
Ethernet0/0        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Ethernet0/1        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Ethernet0/2        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Ethernet0/3        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/0          10.10.10.50       YES NVRAM  up
up
Serial1/1          unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/2          unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/3          unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Loopback0          100.100.100.13   YES NVRAM  up
up
Loopback1          100.100.101.13   YES NVRAM  up
up
Loopback2          100.100.102.13   YES NVRAM  up
up

```

## Continuación del apéndice 1.

- Paso 3

### Pruebe conectividad entre enrutadores tipo ISP y tipo R

```
ISP1#ping 10.10.10.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/9/10 ms
```

```
ISP2#ping 10.10.10.45
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.45, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/9/13 ms
```

```
ISP3#ping 10.10.10.49
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.49, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 9/9/10 ms
```

Continuación del apéndice 1.

- Paso 4

En los enrutadores del ASN 65 00 (el proveedor que usted administra), configure EBGP hacia los enrutadores tipo ISP tomando en cuenta el objetivo visual para cada sistema autónomo.

Usted tendrá que obtener sesiones ebgp establecidas sin recibir prefijos de los vecinos ebgp:

```
R1#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.1, local AS number 65500
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor          V    AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ  OutQ  Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.1        4    65100   14     14       1    0    0 00:09:17
                   0

R2#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.2, local AS number 65500
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor          V    AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ  OutQ  Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.46       4    65200   13     13       1    0    0 00:08:37
                   0

R4#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.4, local AS number 65500
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor          V    AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ  OutQ  Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.50       4    65300    7      7       1    0    0 00:03:20
                   0
```

- Paso 5

Anuncie los prefijos de los diferentes enrutadores tipo ISP hacia dentro de la red administrada que contiene el ASN 65 500. En otras palabras, usted deberá propagar las redes que emulan las interfaces loopback en cada uno de los enrutadores tipo ISP hacia la red de enrutadores tipo R.



## Continuación del apéndice 1.

- Verificación de actividad

Usted deberá de recibir los prefijos en cada uno de los enrutadores, teniendo como resultado 3 rutas instaladas a través de BGP

```
R1#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.1, local AS number 65500
BGP table version is 4, main routing table version 4
3 network entries using 432 bytes of memory
3 path entries using 180 bytes of memory
1/1 BGP path/bestpath attribute entries using 136 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 24 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 772 total bytes of memory
BGP activity 3/0 prefixes, 3/0 paths, scan interval 60 secs
```

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down
State/PfxRcd								
10.10.10.1	4	65100	32	31	4	0	00:25:13	3

```
R2#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.2, local AS number 65500
BGP table version is 4, main routing table version 4
3 network entries using 432 bytes of memory
3 path entries using 180 bytes of memory
1/1 BGP path/bestpath attribute entries using 136 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 24 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 772 total bytes of memory
BGP activity 3/0 prefixes, 3/0 paths, scan interval 60 secs
```

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down
State/PfxRcd								
10.10.10.46	4	65200	31	31	4	0	00:24:37	3

```
R4#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.4, local AS number 65500
BGP table version is 4, main routing table version 4
3 network entries using 432 bytes of memory
3 path entries using 180 bytes of memory
1/1 BGP path/bestpath attribute entries using 136 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 24 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 772 total bytes of memory
BGP activity 3/0 prefixes, 3/0 paths, scan interval 60 secs
```

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down
State/PfxRcd								
10.10.10.50	4	65300	26	25	4	0	00:19:38	3

Continuación del apéndice 1.

- Tarea 2: configurar BGP interno

En esta tarea usted habilitara procesos de BGP interno entre los enrutadores tipo R de su red. Adicionalmente, usted habilitara la característica de BGP *next-hop-self*.

Procedimiento de actividad

Complete los siguientes pasos

Verificación de actividad

Usted habrá completado esta actividad, cuando obtenga estos resultados:

En el enrutador 1 verifique:

```
R1#show isis neighbors
```

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R2	L2	Et0/0	10.10.10.6	UP	7	R2.01
R3	L2	Et0/1	10.10.10.22	UP	7	R3.03

```
R1#show isis topology
```

```
IS-IS TID 0 paths to level-2 routers
System Id      Metric  Next-Hop      Interface  SNPA
R1             --
R2             10        R2             Et0/0
aabb.cc00.0200
R3             10        R3             Et0/1
aabb.cc00.0310
R4             20        R2             Et0/0
aabb.cc00.0200
R3
aabb.cc00.0310
R5             20        R3             Et0/1
aabb.cc00.0310
R6             30        R3             Et0/1
aabb.cc00.0310
```

```
R1#show isis database
```

```
IS-IS Level-2 Link State Database:
LSPID          LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime
ATT/P/OL
```

## Continuación del apéndice 1.

R1.00-00	* 0x0000000E	0x8422	529	0/0/0
R2.00-00	0x00000012	0xD6C2	1006	0/0/0
R2.01-00	0x00000006	0xA9C7	945	0/0/0
R3.00-00	0x00000018	0x35C9	941	0/0/0
R3.02-00	0x00000005	0xAAC4	565	0/0/0
R4.00-00	0x00000015	0xA213	844	0/0/0
R4.01-00	0x00000006	0xE783	697	0/0/0
R4.02-00	0x00000006	0xC7A3	536	0/0/0
R5.00-00	0x00000020	0xC017	509	0/0/0
R5.04-00	0x00000006	0xD88D	617	0/0/0
R6.00-00	0x00000019	0xFD94	507	0/0/0
R6.01-00	0x00000007	0x2440	980	0/0/0

### R1#show ip route

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2  
 i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS  
 level-2  
 ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static  
 route  
 o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP  
 + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 2 masks
C    10.10.10.0/30 is directly connected, Serial1/0
L    10.10.10.2/32 is directly connected, Serial1/0
C    10.10.10.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L    10.10.10.5/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2 10.10.10.8/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:19:15, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.12/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:49:52, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.16/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:12:34, Ethernet0/1
C    10.10.10.20/30 is directly connected, Ethernet0/1
L    10.10.10.21/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.24/30 [115/20] via 10.10.10.6, 00:18:33, Ethernet0/0
i L2 10.10.10.28/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:19:15, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.32/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:18:50, Ethernet0/1
      [115/30] via 10.10.10.6, 00:18:50, Ethernet0/0
i L2 10.10.10.36/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:49:52, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.40/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:14:50, Ethernet0/1
100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
C    100.100.100.1 is directly connected, Loopback0
i L2 100.100.100.2 [115/20] via 10.10.10.6, 00:18:33, Ethernet0/0
i L2 100.100.100.3 [115/20] via 10.10.10.22, 00:19:15, Ethernet0/1
i L2 100.100.100.4 [115/30] via 10.10.10.22, 00:18:50, Ethernet0/1
      [115/30] via 10.10.10.6, 00:18:50, Ethernet0/0
i L2 100.100.100.5 [115/30] via 10.10.10.22, 00:49:52, Ethernet0/1
i L2 100.100.100.6 [115/40] via 10.10.10.22, 00:14:50, Ethernet0/1
i L2 100.100.100.7 [115/40] via 10.10.10.22, 00:12:34, Ethernet0/1
i L2 100.100.100.8 [115/50] via 10.10.10.22, 00:12:06, Ethernet0/1

```

## Continuación del apéndice 1.

### En el enrutador 3 verifique

```
R3#show isis neighbors
```

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R1	L2	Et0/1	10.10.10.21	UP	26	R3.02
R4	L2	Et0/0	10.10.10.10	UP	7	R4.01
R5	L2	Et0/2	10.10.10.30	UP	9	R5.04

```
R3#show isis topology
```

```
IS-IS TID 0 paths to level-1 routers
```

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R3	--			

```
IS-IS TID 0 paths to level-2 routers
```

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R1	10	R1		Et0/1
aabb.cc00.0110				
R2	20	R1		Et0/1
aabb.cc00.0110				
		R4		Et0/0
aabb.cc00.0400				
R3	--			
R4	10	R4		Et0/0
aabb.cc00.0400				
R5	10	R5		Et0/2
aabb.cc00.0520				
R6	20	R5		Et0/2
aabb.cc00.0520				

```
R3#show isis database
```

```
IS-IS Level-1 Link State Database:
```

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R3.00-00	* 0x00000004	0x083F	803	1/0/0

```
IS-IS Level-2 Link State Database:
```

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R1.00-00	0x0000000E	0x8422	382	0/0/0
R2.00-00	0x00000012	0xD6C2	859	0/0/0
R2.01-00	0x00000006	0xA9C7	798	0/0/0
R3.00-00	* 0x00000018	0x35C9	798	0/0/0
R3.02-00	* 0x00000005	0xAAC4	422	0/0/0
R4.00-00	0x00000015	0xA213	701	0/0/0
R4.01-00	0x00000006	0xE783	554	0/0/0
R4.02-00	0x00000007	0xC5A4	1106	0/0/0
R5.00-00	0x00000020	0xC017	366	0/0/0
R5.04-00	0x00000007	0xD68E	1181	0/0/0
R6.00-00	0x0000001A	0xFB95	1076	0/0/0
R6.01-00	0x00000007	0x2440	837	0/0/0

## Continuación del apéndice 1.

```
R3# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 15 subnets, 2 masks
i L2   10.10.10.4/30 [115/20] via 10.10.10.21, 00:51:47, Ethernet0/1
C      10.10.10.8/30 is directly connected, Ethernet0/0
L      10.10.10.9/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.12/30 [115/20] via 10.10.10.30, 00:51:47, Ethernet0/2
i L2   10.10.10.16/30 [115/30] via 10.10.10.30, 00:14:27, Ethernet0/2
C      10.10.10.20/30 is directly connected, Ethernet0/1
L      10.10.10.22/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.24/30 [115/20] via 10.10.10.10, 00:20:43, Ethernet0/0
C      10.10.10.28/30 is directly connected, Ethernet0/2
L      10.10.10.29/32 is directly connected, Ethernet0/2
i L2   10.10.10.32/30 [115/20] via 10.10.10.10, 00:20:43, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/20] via 10.10.10.30, 00:51:47, Ethernet0/2
i L2   10.10.10.40/30 [115/30] via 10.10.10.30, 00:16:43, Ethernet0/2
C      10.10.10.52/30 is directly connected, Serial1/0
L      10.10.10.54/32 is directly connected, Serial1/0
    100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
i L2   100.100.100.1 [115/20] via 10.10.10.21, 00:51:47, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.2 [115/30] via 10.10.10.21, 00:20:25, Ethernet0/1
       [115/30] via 10.10.10.10, 00:20:25, Ethernet0/0
C      100.100.100.3 is directly connected, Loopback0
i L2   100.100.100.4 [115/20] via 10.10.10.10, 00:20:43, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/20] via 10.10.10.30, 00:51:47, Ethernet0/2
i L2   100.100.100.6 [115/30] via 10.10.10.30, 00:16:43, Ethernet0/2
i L2   100.100.100.7 [115/30] via 10.10.10.30, 00:14:27, Ethernet0/2
i L2   100.100.100.8 [115/40] via 10.10.10.30, 00:13:59, Ethernet0/2
```

## Continuación del apéndice 1.

### En el enrutador 5 verifique

R5#show isis neighbors

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R3	L2	Et0/2	10.10.10.29	UP	23	R5.04
R6	L1	Et0/0	10.10.10.14	UP	8	R6.01
R6	L2	Et0/0	10.10.10.14	UP	9	R6.01
R7	L1	Et0/1	10.10.10.38	UP	9	R7.03

R5#show isis topology

IS-IS TID 0 paths to level-1 routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R5	--			
R6	10	R6	Et0/0	
aabb.cc00.0600				
R7	10	R7	Et0/1	
aabb.cc00.0710				
R8	20	R6	Et0/0	
aabb.cc00.0600				
		R7	Et0/1	
aabb.cc00.0710				

IS-IS TID 0 paths to level-2 routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R1	20	R3	Et0/2	
aabb.cc00.0320				
R2	30	R3	Et0/2	
aabb.cc00.0320				
R3	10	R3	Et0/2	
aabb.cc00.0320				
R4	20	R3	Et0/2	
aabb.cc00.0320				
R5	--			
R6	10	R6	Et0/0	
aabb.cc00.0600				

R5#show isis database

IS-IS Level-1 Link State Database:

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R5.00-00	* 0x00000015	0x1CFA	893	1/0/0
R6.00-00	0x0000000E	0x0AD9	932	1/0/0
R6.01-00	0x00000002	0x9E42	724	0/0/0
R7.00-00	0x00000011	0xB62E	841	0/0/0
R7.03-00	0x00000008	0x8850	784	0/0/0
R8.00-00	0x0000000E	0x15C9	780	0/0/0
R8.02-00	0x00000008	0xC70E	885	0/0/0
R8.03-00	0x00000006	0xAB2C	866	0/0/0

IS-IS Level-2 Link State Database:

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R1.00-00	0x0000000F	0x8223	972	0/0/0
R2.00-00	0x00000012	0xD6C2	565	0/0/0
R2.01-00	0x00000006	0xA9C7	504	0/0/0

## Continuación del apéndice 1.

R3.00-00	0x00000018	0x35C9	504	0/0/0
R3.02-00	0x00000006	0xA8C5	906	0/0/0
R4.00-00	0x00000015	0xA213	407	0/0/0
R4.01-00	0x00000007	0xE584	1137	0/0/0
R4.02-00	0x00000007	0xC5A4	812	0/0/0
R5.00-00	* 0x00000021	0xBE18	961	0/0/0
R5.04-00	* 0x00000007	0xD68E	891	0/0/0
R6.00-00	0x0000001A	0xFB95	786	0/0/0
R6.01-00	0x00000007	0x2440	547	0/0/0

### R5#show ip route

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2  
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS  
level-2  
ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static  
route  
o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP  
+ - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
i L2 10.10.10.4/30 [115/30] via 10.10.10.29, 00:54:24, Ethernet0/2
i L2 10.10.10.8/30 [115/20] via 10.10.10.29, 00:25:58, Ethernet0/2
C 10.10.10.12/30 is directly connected, Ethernet0/0
L 10.10.10.13/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L1 10.10.10.16/30 [115/20] via 10.10.10.38, 00:19:19, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.20/30 [115/20] via 10.10.10.29, 00:25:58, Ethernet0/2
i L2 10.10.10.24/30 [115/30] via 10.10.10.29, 00:25:34, Ethernet0/2
C 10.10.10.28/30 is directly connected, Ethernet0/2
L 10.10.10.30/32 is directly connected, Ethernet0/2
i L2 10.10.10.32/30 [115/30] via 10.10.10.29, 00:25:34, Ethernet0/2
C 10.10.10.36/30 is directly connected, Ethernet0/1
L 10.10.10.37/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L1 10.10.10.40/30 [115/20] via 10.10.10.14, 00:21:36, Ethernet0/0
100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
i L2 100.100.100.1 [115/30] via 10.10.10.29, 00:54:24, Ethernet0/2
i L2 100.100.100.2 [115/40] via 10.10.10.29, 00:25:16, Ethernet0/2
i L2 100.100.100.3 [115/20] via 10.10.10.29, 00:25:58, Ethernet0/2
i L2 100.100.100.4 [115/30] via 10.10.10.29, 00:25:34, Ethernet0/2
C 100.100.100.5 is directly connected, Loopback0
i L1 100.100.100.6 [115/20] via 10.10.10.14, 00:21:36, Ethernet0/0
i L1 100.100.100.7 [115/20] via 10.10.10.38, 00:19:19, Ethernet0/1
i L1 100.100.100.8 [115/30] via 10.10.10.38, 00:18:52, Ethernet0/1
[115/30] via 10.10.10.14, 00:18:52, Ethernet0/0
```

## Continuación del apéndice 1.

### En el enrutador 7 verifique:

```
R7#show isis neighbors
```

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R5	L1	Et0/1	10.10.10.37	UP	22	R7.03
R8	L1	Et0/0	10.10.10.18	UP	7	R8.02

```
R7#show isis topology
```

```
IS-IS TID 0 paths to level-1 routers
System Id      Metric  Next-Hop      Interface  SNPA
R5              10      R5             Et0/1
aabb.cc00.0510
R6              20      R5             Et0/1
aabb.cc00.0510
                R8             Et0/0
aabb.cc00.0800
R7              --
R8              10      R8             Et0/0
aabb.cc00.0800
```

```
R7#show isis database
```

```
IS-IS Level-1 Link State Database:
LSPID          LSP Seq Num  LSP Checksum  LSP Holdtime
ATT/P/OL
R5.00-00       0x00000015  0x1CFA        753           1/0/0
R6.00-00       0x0000000E  0x0AD9        793           1/0/0
R6.01-00       0x00000002  0x9E42        584           0/0/0
R7.00-00       * 0x00000011  0xB62E        705           0/0/0
R7.03-00       * 0x00000008  0x8850        649           0/0/0
R8.00-00       0x0000000E  0x15C9        644           0/0/0
R8.02-00       0x00000008  0xC70E        749           0/0/0
R8.03-00       0x00000006  0xAB2C        730           0/0/0
```

```
R7#show ip route
```

```
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
+ - replicated route, % - next hop override
```

```
Gateway of last resort is 10.10.10.37 to network 0.0.0.0
```

```
i*L1 0.0.0.0/0 [115/10] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
i L1 10.10.10.12/30 [115/20] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
C 10.10.10.16/30 is directly connected, Ethernet0/0
L 10.10.10.17/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L1 10.10.10.28/30 [115/20] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
C 10.10.10.36/30 is directly connected, Ethernet0/1
L 10.10.10.38/32 is directly connected, Ethernet0/1
```



## Continuación del apéndice 1.

```
i L1    10.10.10.40/30 [115/20] via 10.10.10.18, 00:21:08, Ethernet0/0
        100.0.0.0/32 is subnetted, 4 subnets
i L1    100.100.100.5 [115/20] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
i L1    100.100.100.6 [115/30] via 10.10.10.37, 00:21:08, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.18, 00:21:08, Ethernet0/0
C       100.100.100.7 is directly connected, Loopback0
i L1    100.100.100.8 [115/20] via 10.10.10.18, 00:21:08, Ethernet0/0
```

## Hoja de respuestas

Las correctas respuestas y soluciones esperadas para la actividad de laboratorio que son descritas en esta guía aparecen aquí.

### Laboratorio de ISIS 1-1

#### Tarea 1: habilitar ISIS en los enrutadores

##### Paso 1

###### R1

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R2-Eth0/0
  ip address 10.10.10.5 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R3-Eth0/1
  ip address 10.10.10.21 255.255.255.252
  no shutdown
!
```

###### R2

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R1-Eth0/0
  ip address 10.10.10.6 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R4-Eth0/1
  ip address 10.10.10.25 255.255.255.252
  no shutdown
```

###### R3

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R4-Eth0/0
  ip address 10.10.10.9 255.255.255.252
```

## Continuación del apéndice 1.

```
interface Ethernet0/1
  description TO-R1-Eth0/1
  ip address 10.10.10.22 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/2
  description TO-R5-Eth0/2
  ip address 10.10.10.29 255.255.255.252
  ip ospf message-digest-key 1 md5 cisco
```

### R4

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R3-Eth0/0
  ip address 10.10.10.10 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R2-Eth0/1
  ip address 10.10.10.26 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/2
  description TO-R6-Eth0/2
  ip address 10.10.10.33 255.255.255.252
```

### R5

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R6-Eth0/0
  ip address 10.10.10.13 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R7-Eth0/1
  ip address 10.10.10.37 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/2
  description TO-R3-Eth0/2
  ip address 10.10.10.30 255.255.255.252
```

### R6

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R5-Eth0/0
  ip address 10.10.10.14 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R8-Eth0/1
  ip address 10.10.10.41 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/2
  description TO-R4-Eth0/2
  ip address 10.10.10.34 255.255.255.252
```

## Continuación del apéndice 1.

### R7

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R8-Eth0/0
  ip address 10.10.10.17 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R5-Eth0/1
  ip address 10.10.10.38 255.255.255.252
```

### R8

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R7-Eth0/0
  ip address 10.10.10.18 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R6-Eth0/1
  ip address 10.10.10.42 255.255.255.252
```

## Paso 3

Router	IS-IS Área	Level	System ID +00	IS-IS Interfaces
R1	49,0001	2	1001.0010.0001.00	Lo0, e0/0, e0/1
R2	49,0001	2	1001.0010.0002.00	Lo0, e0/0, e0/1
R3	49,0001	1-2	1001.0010.0003.00	Lo0, e0/0 – 2
R4	49,0001	1-2	1001.0010.0004.00	Lo0, e0/0 – 2
R5	49,0002	1-2	1001.0010.0005.00	Lo0, e0/0 – 2
R6	49,0002	1-2	1001.0010.0006.00	Lo0, e0/0 – 2
R7	49,0002	1	1001.0010.0007.00	Lo0, e0/0, e0/1
R8	49,0002	1	1001.0010.0008.00	Lo0, e0/0, e0/1

## Continuación del apéndice 1.

### Paso 4

#### R1

```
interface Loopback0
  ip router isis
!
interface Ethernet0/0
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/1
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
  net 49.0001.1001.0010.0001.00
```

#### R2

```
interface Loopback0
  ip router isis
!
interface Ethernet0/0
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/1
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
  net 49.0001.1001.0010.0002.00
```

## Continuación del apéndice 1.

### R3

```
interface Loopback0
  ip router isis
!
interface Ethernet0/0
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/1
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/2
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
  net 49.0001.1001.0010.0003.00
```

### R4

```
interface Loopback0
  ip router isis
!
interface Ethernet0/0
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/1
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/2
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
  net 49.0001.1001.0010.0004.00
```

## Continuación del apéndice 1.

### R5

```
interface Loopback0
 ip router isis
!
interface Ethernet0/0
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
interface Ethernet0/1
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
interface Ethernet0/2
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
 net 49.0002.1001.0010.0005.00
```

### R6

```
interface Loopback0
 ip router isis
!
interface Ethernet0/0
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
interface Ethernet0/1
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
interface Ethernet0/2
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
 net 49.0002.1001.0010.0006.00
```

## Continuación del apéndice 1.

### R7

```
interface Loopback0
 ip router isis
!
interface Ethernet0/0
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
interface Ethernet0/1
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
 net 49.0002.1001.0010.0007.00
```

### R8

```
interface Loopback0
 ip router isis
!
interface Ethernet0/0
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
interface Ethernet0/1
 no ip ospf network point-to-point
 no ip ospf 1 area 1
 no ip ospf message-digest-key 1 md5
 ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
 net 49.0002.1001.0010.0008.00
```

## Continuación del apéndice 1.

### Paso 5

#### R1

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-2-only
!
router isis
  is-type level-2-only
```

#### R2

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-2-only
!
router isis
  is-type level-2-only
```

#### R3

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```

#### R4

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```



## Continuación del apéndice 1.

### R5

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1-2
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```

### R6

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1-2
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```

### R7

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
router isis
  is-type level-1
```

### R8

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
router isis
  is-type level-1
```

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Guía de laboratorio BGP para un proveedor de servicio,  
Versión 1.00**

Laboratorio de BGP 1-1

Complete esta actividad para practicar lo que has aprendido acerca de este módulo.

Objetivo de la actividad

En esta actividad de laboratorio usted configurará el enrutamiento BGP ya sea interno como externo.

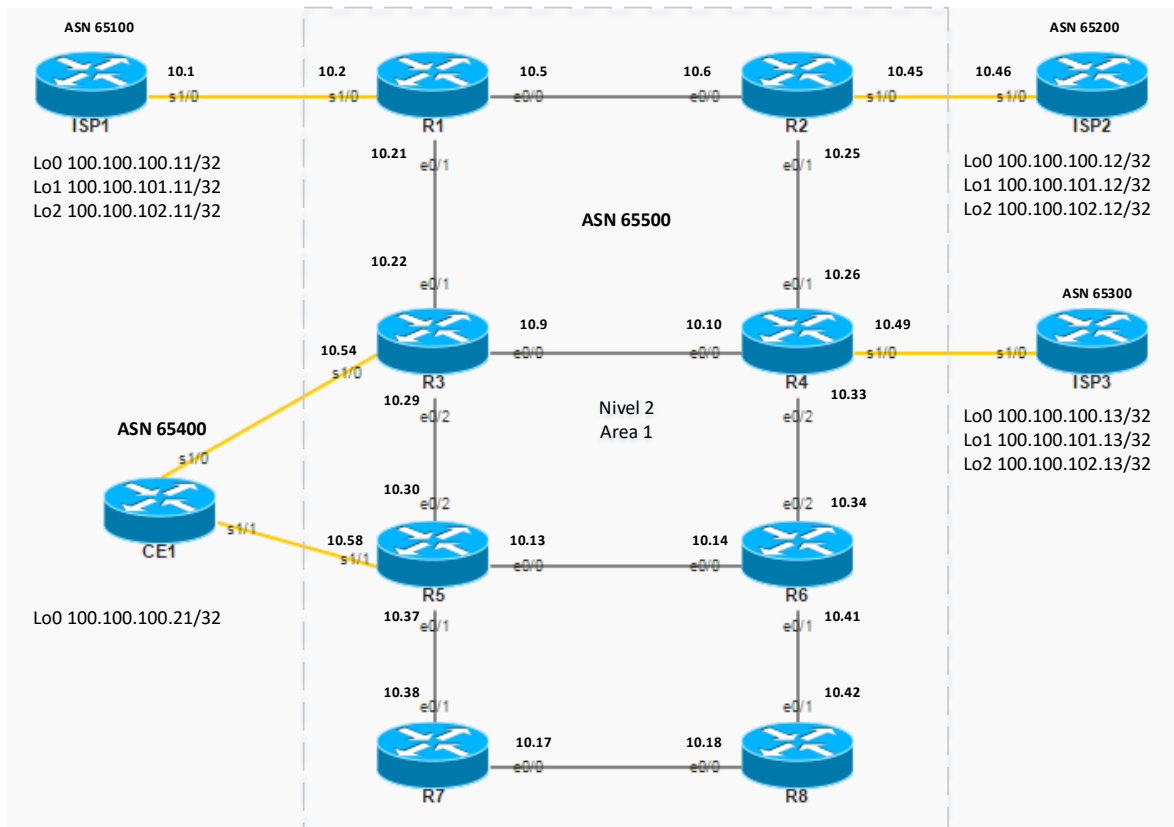
Posterior a completar esta actividad, usted será capaz de:

- Configurar EBGp entre ISP
- Configuar IBGP a través de los enrutadores principales de la red
- Configuarar autenticación BGP
- Configuar BGP *next-hop-self*

Continuación del apéndice 2.

Objetivo visual

IP WAN: 10.10.10.X/30  
Loopback: 100.100.100.X/32



Continuación del apéndice 2.

Comandos	Descripción
<code>[no] shutdown</code>	Habilita o deshabilita una interfaz en un enrutador
<code>cdp enable</code>	Habilita Cisco Discovery Protocol en la interfaz
<code>configure terminal</code>	Entra al modo de configuración global
<code>interface interface</code>	Entra al modo de configuración de interfaz
<code>ip address ip_address subnet_mask</code>	Coloca una IPv4 primaria o secundaria para una interfaz y su máscara de subred.
<code>ip ipv6 router isis</code>	Habilita ruteo ISIS en la interfaz
<code>ipv6 enable</code>	Habilita el soporte de IPv6 en la interfaz
<code>ipv6 unicast-routing</code>	Habilita ruteo unicast ipv6 en modo global
<code>isis circuit-type level-1 level-1-2 level-2-only</code>	Habilita el proceso de selección de circuito ISIS en la interfaz
<code>neighbor IP-address next-hopself</code>	Habilita el proceso interno de BGP para enviar rutas BGP con su propia IP hacia otros vecinos BGP
<code>neighbor IP-address password password</code>	Habilita autenticación para el vecino BGP
<code>neighbor IP-address remote-as AS-number</code>	Configura un vecino BGP
<code>neighbor IP-address update-source interface</code>	Habilita al proceso de BGP enviar paquetes desde su IP fuente
<code>network network mask subnetmask</code>	Habilita al proceso de BGP incluir la red desde la tabla de ruteo a la tabla BGP
<code>ping dest_IP source source IP</code>	Verifica conectividad entre la fuente y el destino
<code>router bgp AS-number</code>	Crea un proceso de BGP y entra al modo de configuración BGP
<code>router isis</code>	Crea un proceso de ISIS y entra al modo de configuración de ISIS
<code>show ip bgp</code>	Muestra la tabla de ruteo de BGP
<code>show ip bgp summary</code>	Muestra las características del protocolo de ruteo BGP así como el estado de los vecinos BGP
<code>show ip interface brief</code>	Muestra el estado y las direcciones IPv4 configuradas
<code>show ip route</code>	Muestra la tabla de ruteo
<code>show isis database</code>	Muestra el contenido de la base de datos del protocolo ISIS
<code>show isis neighbors</code>	Muestra información de los vecinos ISIS
<code>show isis topology</code>	Muestra un listado de información relacionada acerca de la topología ISIS
<code>show running-config</code>	Muestra la configuración que está corriendo en el enrutador

Continuación del apéndice 2.

### Tarea 1: configurar BGP externo

En esta tarea usted habilitará EBGP entre los enrutadores ISP y los enrutadores R. Adicionalmente usted hará que se propague las redes dentro del proceso de BGP

#### Procedimiento de la actividad

Complete estos pasos para preparar la configuración inicial en los enrutadores de su estación.

#### Paso 1

Homologue la configuración del protocolo interno que en este caso es ISIS, hacia una red de enrutadores nivel 2 en el área 1. Siga la siguiente tabla:

Router	IS-IS Área	Level	System ID +00	IS-IS Interfaces
R1	49,0001	2	1001.0010.0001.00	Lo0, e0/0, e0/1
R2	49,0001	2	1001.0010.0002.00	Lo0, e0/0, e0/1
R3	49,0001	2	1001.0010.0003.00	Lo0, e0/0 – 2
R4	49,0001	2	1001.0010.0004.00	Lo0, e0/0 – 2
R5	49,0001	2	1001.0010.0005.00	Lo0, e0/0 – 2
R6	49,0001	2	1001.0010.0006.00	Lo0, e0/0 2
R7	49,0001	2	1001.0010.0007.00	Lo0, e0/0, e0/1
R8	49,0001	2	1001.0010.0008.00	Lo0, e0/0, e0/1

## Continuación del apéndice 2.

```
R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 2 masks
C       10.10.10.0/30 is directly connected, Serial1/0
L       10.10.10.2/32 is directly connected, Serial1/0
C       10.10.10.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L       10.10.10.5/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.8/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.12/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.16/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
C       10.10.10.20/30 is directly connected, Ethernet0/1
L       10.10.10.21/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.24/30 [115/20] via 10.10.10.6, 00:02:50, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.28/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.32/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:41, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.6, 00:02:41, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.40/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
    100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
C       100.100.100.1 is directly connected, Loopback0
i L2   100.100.100.2 [115/20] via 10.10.10.6, 00:02:50, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.3 [115/20] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.4 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:41, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.6, 00:02:41, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/30] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.6 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.7 [115/40] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.8 [115/50] via 10.10.10.22, 00:02:50, Ethernet0/1
```

## Continuación del apéndice 2.

```
R8#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 2 masks
i L2   10.10.10.4/30 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.8/30 [115/40] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/40] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.12/30 [115/20] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
C      10.10.10.16/30 is directly connected, Ethernet0/0
L      10.10.10.18/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.20/30 [115/40] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/40] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.24/30 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.28/30 [115/30] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.32/30 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/20] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
C      10.10.10.40/30 is directly connected, Ethernet0/1
L      10.10.10.42/32 is directly connected, Ethernet0/1
100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
i L2   100.100.100.1 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.2 [115/60] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/60] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.3 [115/40] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/40] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.4 [115/50] via 10.10.10.41, 00:02:01, Ethernet0/1
        [115/50] via 10.10.10.17, 00:02:01, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/30] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.6 [115/20] via 10.10.10.41, 00:03:45, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.7 [115/20] via 10.10.10.17, 00:03:45, Ethernet0/0
C      100.100.100.8 is directly connected, Loopback0
```

## Continuación del apéndice 2.

### Paso 2

En los enrutadores tipo ISP, prepare todas las configuraciones relacionadas a las interfaces, ya sean de conectividad con el proveedor que usted administra (conjunto de enrutadores tipo R) o bien interfaces *loopbacks* que emulará la tabla de internet.

```
ISP1#show ip interface brief
Interface                               IP-Address      OK? Method Status
Protocol
down down Ethernet0/0          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/3          unassigned      YES NVRAM   administratively
up Serial1/0           10.10.10.1      YES NVRAM   up
down down Serial1/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Serial1/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Serial1/3          unassigned      YES NVRAM   administratively
up Loopback0           100.100.100.11 YES NVRAM   up
up Loopback1           100.100.101.11 YES NVRAM   up
up Loopback2           100.100.102.11 YES NVRAM   up
```

```
ISP2#show ip interface brief
Interface                               IP-Address      OK? Method Status
Protocol
down down Ethernet0/0          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/2          unassigned      YES NVRAM   administratively
down down Ethernet0/3          unassigned      YES NVRAM   administratively
up Serial1/0           10.10.10.46     YES NVRAM   up
down down Serial1/1          unassigned      YES NVRAM   administratively
```



## Continuación del apéndice 2.

```

Serial1/2          unassigned      YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/3          unassigned      YES NVRAM  administratively
down down
Loopback0          100.100.100.12  YES NVRAM  up
up
Loopback1          100.100.101.12  YES NVRAM  up
up
Loopback2          100.100.102.12  YES NVRAM  up
up

```

```

ISP3#show ip int brief
Interface          IP-Address        OK? Method Status
Protocol
Ethernet0/0        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Ethernet0/1        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Ethernet0/2        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Ethernet0/3        unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/0          10.10.10.50      YES NVRAM  up
up
Serial1/1          unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/2          unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Serial1/3          unassigned        YES NVRAM  administratively
down down
Loopback0          100.100.100.13  YES NVRAM  up
up
Loopback1          100.100.101.13  YES NVRAM  up
up
Loopback2          100.100.102.13  YES NVRAM  up
up

```

## Continuación del apéndice 2.

### Paso 3

#### Pruebe conectividad entre enrutadores tipo ISP y tipo R

```
ISP1#ping 10.10.10.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/9/10 ms

ISP2#ping 10.10.10.45
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.45, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/9/13 ms

ISP3#ping 10.10.10.49
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.10.10.49, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 9/9/10 ms
```

### Paso 4

En los enrutadores del ASN 65500 (el proveedor que usted administra), configure EBGP hacia los enrutadores tipo ISP tomando en cuenta el objetivo visual para cada sistema autónomo.

Usted tendrá que obtener sesiones ebgp establecidas sin recibir prefijos de los vecinos ebgp:

```
R1#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.1, local AS number 65500
BGP table version is 1, main routing table version 1

Neighbor          V              AS MsgRcvd MsgSent   TblVer  InQ  OutQ Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.1        4              65100    14      14       1    0    0 00:09:17    0

R2#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.2, local AS number 65500
BGP table version is 1, main routing table version 1
```

## Continuación del apéndice 2.

```
Neighbor          V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer   InQ  OutQ Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.46      4          65200    13     13       1        0    0 00:08:37      0
```

### R4#show ip bgp ipv4 unicast summary

```
BGP router identifier 100.100.100.4, local AS number 65500
BGP table version is 1, main routing table version 1
```

```
Neighbor          V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer   InQ  OutQ Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.50      4          65300     7      7       1        0    0 00:03:20      0
```

## Paso 5

Anuncie los prefijos de los diferentes enrutadores tipo ISP hacia dentro de la red administrada que contiene el ASN 65 500. En otras palabras, usted deberá propagar las redes que emulan las interfaces *loopback* en cada uno de los enrutadores tipo ISP hacia la red de enrutadores tipo R.

## Verificación de actividad

Usted deberá de recibir los prefijos en cada uno de los enrutadores, teniendo como resultado 3 rutas instaladas a través de BGP

### R1#show ip bgp ipv4 unicast summary

```
BGP router identifier 100.100.100.1, local AS number 65500
BGP table version is 4, main routing table version 4
3 network entries using 432 bytes of memory
3 path entries using 180 bytes of memory
1/1 BGP path/bestpath attribute entries using 136 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 24 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 772 total bytes of memory
BGP activity 3/0 prefixes, 3/0 paths, scan interval 60 secs
```

```
Neighbor          V          AS MsgRcvd MsgSent   TblVer   InQ  OutQ Up/Down
State/PfxRcd
10.10.10.1       4          65100    32     31       4        0    0 00:25:13      3
```

### R2#show ip bgp ipv4 unicast summary

```
BGP router identifier 100.100.100.2, local AS number 65500
BGP table version is 4, main routing table version 4
3 network entries using 432 bytes of memory
3 path entries using 180 bytes of memory
```

## Continuación del apéndice 2.

```
1/1 BGP path/bestpath attribute entries using 136 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 24 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 772 total bytes of memory
BGP activity 3/0 prefixes, 3/0 paths, scan interval 60 secs
```

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down
State/PfxRcd								
10.10.10.46	4	65200	31	31	4	0	0 00:24:37	3

```
R4#show ip bgp ipv4 unicast summary
BGP router identifier 100.100.100.4, local AS number 65500
BGP table version is 4, main routing table version 4
3 network entries using 432 bytes of memory
3 path entries using 180 bytes of memory
1/1 BGP path/bestpath attribute entries using 136 bytes of memory
1 BGP AS-PATH entries using 24 bytes of memory
0 BGP route-map cache entries using 0 bytes of memory
0 BGP filter-list cache entries using 0 bytes of memory
BGP using 772 total bytes of memory
BGP activity 3/0 prefixes, 3/0 paths, scan interval 60 secs
```

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down
State/PfxRcd								
10.10.10.50	4	65300	26	25	4	0	0 00:19:38	3

## Tarea 2: Configurar BGP interno

En esta tarea, usted habilitará procesos de BGP interno entre los enrutadores tipo R de su red. Adicionalmente, usted habilitará la característica de BGP *next-hop-self*.

### Procedimiento de actividad

Complete los siguientes pasos

### Verificación de actividad

Usted habrá completado esta actividad, cuando obtenga estos resultados:

En el enrutador 1 verifique:

## Continuación del apéndice 2.

R1#show isis neighbors

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R2	L2	Et0/0	10.10.10.6	UP	7	R2.01
R3	L2	Et0/1	10.10.10.22	UP	7	R3.03

R1#show isis topology

IS-IS TID 0 paths to level-2 routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R1	--			
R2	10	R2		Et0/0
aabb.cc00.0200				
R3	10	R3		Et0/1
aabb.cc00.0310				
R4	20	R2		Et0/0
aabb.cc00.0200				
		R3		Et0/1
aabb.cc00.0310				
R5	20	R3		Et0/1
aabb.cc00.0310				
R6	30	R3		Et0/1
aabb.cc00.0310				

R1#show isis database

IS-IS Level-2 Link State Database:

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R1.00-00	* 0x0000000E	0x8422	529	0/0/0
R2.00-00	0x00000012	0xD6C2	1006	0/0/0
R2.01-00	0x00000006	0xA9C7	945	0/0/0
R3.00-00	0x00000018	0x35C9	941	0/0/0
R3.02-00	0x00000005	0xAAC4	565	0/0/0
R4.00-00	0x00000015	0xA213	844	0/0/0
R4.01-00	0x00000006	0xE783	697	0/0/0
R4.02-00	0x00000006	0xC7A3	536	0/0/0
R5.00-00	0x00000020	0xC017	509	0/0/0
R5.04-00	0x00000006	0xD88D	617	0/0/0
R6.00-00	0x00000019	0xFD94	507	0/0/0
R6.01-00	0x00000007	0x2440	980	0/0/0

## Continuación del apéndice 2.

```
R1#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 2 masks
C       10.10.10.0/30 is directly connected, Serial1/0
L       10.10.10.2/32 is directly connected, Serial1/0
C       10.10.10.4/30 is directly connected, Ethernet0/0
L       10.10.10.5/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.8/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:19:15, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.12/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:49:52, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.16/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:12:34, Ethernet0/1
C       10.10.10.20/30 is directly connected, Ethernet0/1
L       10.10.10.21/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.24/30 [115/20] via 10.10.10.6, 00:18:33, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.28/30 [115/20] via 10.10.10.22, 00:19:15, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.32/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:18:50, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.6, 00:18:50, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/30] via 10.10.10.22, 00:49:52, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.40/30 [115/40] via 10.10.10.22, 00:14:50, Ethernet0/1
    100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
C       100.100.100.1 is directly connected, Loopback0
i L2   100.100.100.2 [115/20] via 10.10.10.6, 00:18:33, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.3 [115/20] via 10.10.10.22, 00:19:15, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.4 [115/30] via 10.10.10.22, 00:18:50, Ethernet0/1
        [115/30] via 10.10.10.6, 00:18:50, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/30] via 10.10.10.22, 00:49:52, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.6 [115/40] via 10.10.10.22, 00:14:50, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.7 [115/40] via 10.10.10.22, 00:12:34, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.8 [115/50] via 10.10.10.22, 00:12:06, Ethernet0/1
```

## Continuación del apéndice 2.

### En el enrutador 3 verifique

```
R3#show isis neighbors
```

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id
R1	L2	Et0/1	10.10.10.21	UP	26	R3.02
R4	L2	Et0/0	10.10.10.10	UP	7	R4.01
R5	L2	Et0/2	10.10.10.30	UP	9	R5.04

```
R3#show isis topology
```

```
IS-IS TID 0 paths to level-1 routers
```

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R3	--			

```
IS-IS TID 0 paths to level-2 routers
```

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
R1	10	R1		Et0/1
aabb.cc00.0110				
R2	20	R1		Et0/1
aabb.cc00.0110				
		R4		Et0/0
aabb.cc00.0400				
R3	--			
R4	10	R4		Et0/0
aabb.cc00.0400				
R5	10	R5		Et0/2
aabb.cc00.0520				
R6	20	R5		Et0/2
aabb.cc00.0520				

```
R3#show isis database
```

```
IS-IS Level-1 Link State Database:
```

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R3.00-00	* 0x00000004	0x083F	803	1/0/0

```
IS-IS Level-2 Link State Database:
```

LSPID	LSP	Seq Num	LSP Checksum	LSP Holdtime
ATT/P/OL				
R1.00-00	0x0000000E	0x8422	382	0/0/0
R2.00-00	0x00000012	0xD6C2	859	0/0/0
R2.01-00	0x00000006	0xA9C7	798	0/0/0
R3.00-00	* 0x00000018	0x35C9	798	0/0/0
R3.02-00	* 0x00000005	0xAAC4	422	0/0/0
R4.00-00	0x00000015	0xA213	701	0/0/0
R4.01-00	0x00000006	0xE783	554	0/0/0
R4.02-00	0x00000007	0xC5A4	1106	0/0/0
R5.00-00	0x00000020	0xC017	366	0/0/0
R5.04-00	0x00000007	0xD68E	1181	0/0/0
R6.00-00	0x0000001A	0xFB95	1076	0/0/0
R6.01-00	0x00000007	0x2440	837	0/0/0

## Continuación del apéndice 2.

```
R3# show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 15 subnets, 2 masks
i L2   10.10.10.4/30 [115/20] via 10.10.10.21, 00:51:47, Ethernet0/1
C      10.10.10.8/30 is directly connected, Ethernet0/0
L      10.10.10.9/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.12/30 [115/20] via 10.10.10.30, 00:51:47, Ethernet0/2
i L2   10.10.10.16/30 [115/30] via 10.10.10.30, 00:14:27, Ethernet0/2
C      10.10.10.20/30 is directly connected, Ethernet0/1
L      10.10.10.22/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L2   10.10.10.24/30 [115/20] via 10.10.10.10, 00:20:43, Ethernet0/0
C      10.10.10.28/30 is directly connected, Ethernet0/2
L      10.10.10.29/32 is directly connected, Ethernet0/2
i L2   10.10.10.32/30 [115/20] via 10.10.10.10, 00:20:43, Ethernet0/0
i L2   10.10.10.36/30 [115/20] via 10.10.10.30, 00:51:47, Ethernet0/2
i L2   10.10.10.40/30 [115/30] via 10.10.10.30, 00:16:43, Ethernet0/2
C      10.10.10.52/30 is directly connected, Serial1/0
L      10.10.10.54/32 is directly connected, Serial1/0

100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
i L2   100.100.100.1 [115/20] via 10.10.10.21, 00:51:47, Ethernet0/1
i L2   100.100.100.2 [115/30] via 10.10.10.21, 00:20:25, Ethernet0/1
       [115/30] via 10.10.10.10, 00:20:25, Ethernet0/0
C      100.100.100.3 is directly connected, Loopback0
i L2   100.100.100.4 [115/20] via 10.10.10.10, 00:20:43, Ethernet0/0
i L2   100.100.100.5 [115/20] via 10.10.10.30, 00:51:47, Ethernet0/2
i L2   100.100.100.6 [115/30] via 10.10.10.30, 00:16:43, Ethernet0/2
i L2   100.100.100.7 [115/30] via 10.10.10.30, 00:14:27, Ethernet0/2
i L2   100.100.100.8 [115/40] via 10.10.10.30, 00:13:59, Ethernet0/2
```



## Continuación del apéndice 2.

### En el enrutador 5 verifique

R5#show isis neighbors

System Id	Type	Interface	IP Address	State	Holdtime	Circuit Id	Id
R3	L2	Et0/2	10.10.10.29	UP	23	R5.04	
R6	L1	Et0/0	10.10.10.14	UP	8	R6.01	
R6	L2	Et0/0	10.10.10.14	UP	9	R6.01	
R7	L1	Et0/1	10.10.10.38	UP	9	R7.03	

R5#show isis topology

```
IS-IS TID 0 paths to level-1 routers
System Id      Metric      Next-Hop      Interface      SNPA
R5              --
R6              10          R6             Et0/0
aabb.cc00.0600
R7              10          R7             Et0/1
aabb.cc00.0710
R8              20          R6             Et0/0
aabb.cc00.0600
R7              Et0/1
aabb.cc00.0710

IS-IS TID 0 paths to level-2 routers
System Id      Metric      Next-Hop      Interface      SNPA
R1              20          R3             Et0/2
aabb.cc00.0320
R2              30          R3             Et0/2
aabb.cc00.0320
R3              10          R3             Et0/2
aabb.cc00.0320
R4              20          R3             Et0/2
aabb.cc00.0320
R5              --
R6              10          R6             Et0/0
aabb.cc00.0600
```

R5#show isis database

```
IS-IS Level-1 Link State Database:
LSPID          LSP Seq Num   LSP Checksum  LSP Holdtime
ATT/P/OL
R5.00-00       * 0x00000015  0x1CFA        893           1/0/0
R6.00-00       0x0000000E  0x0AD9        932           1/0/0
R6.01-00       0x00000002  0x9E42        724           0/0/0
R7.00-00       0x00000011  0xB62E        841           0/0/0
R7.03-00       0x00000008  0x8850        784           0/0/0
R8.00-00       0x0000000E  0x15C9        780           0/0/0
R8.02-00       0x00000008  0xC70E        885           0/0/0
R8.03-00       0x00000006  0xAB2C        866           0/0/0

IS-IS Level-2 Link State Database:
LSPID          LSP Seq Num   LSP Checksum  LSP Holdtime
ATT/P/OL
R1.00-00       0x0000000F  0x8223        972           0/0/0
R2.00-00       0x00000012  0xD6C2        565           0/0/0
R2.01-00       0x00000006  0xA9C7        504           0/0/0
```

## Continuación del apéndice 2.

R3.00-00	0x00000018	0x35C9	504	0/0/0
R3.02-00	0x00000006	0xA8C5	906	0/0/0
R4.00-00	0x00000015	0xA213	407	0/0/0
R4.01-00	0x00000007	0xE584	1137	0/0/0
R4.02-00	0x00000007	0xC5A4	812	0/0/0
R5.00-00	* 0x00000021	0xBE18	961	0/0/0
R5.04-00	* 0x00000007	0xD68E	891	0/0/0
R6.00-00	0x0000001A	0xFB95	786	0/0/0
R6.01-00	0x00000007	0x2440	547	0/0/0

### R5#show ip route

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2  
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS  
level-2  
ia - IS-IS inter area, \* - candidate default, U - per-user static  
route  
o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP  
+ - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is not set

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 2 masks
i L2 10.10.10.4/30 [115/30] via 10.10.10.29, 00:54:24, Ethernet0/2
i L2 10.10.10.8/30 [115/20] via 10.10.10.29, 00:25:58, Ethernet0/2
C 10.10.10.12/30 is directly connected, Ethernet0/0
L 10.10.10.13/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L1 10.10.10.16/30 [115/20] via 10.10.10.38, 00:19:19, Ethernet0/1
i L2 10.10.10.20/30 [115/20] via 10.10.10.29, 00:25:58, Ethernet0/2
i L2 10.10.10.24/30 [115/30] via 10.10.10.29, 00:25:34, Ethernet0/2
C 10.10.10.28/30 is directly connected, Ethernet0/2
L 10.10.10.30/32 is directly connected, Ethernet0/2
i L2 10.10.10.32/30 [115/30] via 10.10.10.29, 00:25:34, Ethernet0/2
C 10.10.10.36/30 is directly connected, Ethernet0/1
L 10.10.10.37/32 is directly connected, Ethernet0/1
i L1 10.10.10.40/30 [115/20] via 10.10.10.14, 00:21:36, Ethernet0/0
100.0.0.0/32 is subnetted, 8 subnets
i L2 100.100.100.1 [115/30] via 10.10.10.29, 00:54:24, Ethernet0/2
i L2 100.100.100.2 [115/40] via 10.10.10.29, 00:25:16, Ethernet0/2
i L2 100.100.100.3 [115/20] via 10.10.10.29, 00:25:58, Ethernet0/2
i L2 100.100.100.4 [115/30] via 10.10.10.29, 00:25:34, Ethernet0/2
C 100.100.100.5 is directly connected, Loopback0
i L1 100.100.100.6 [115/20] via 10.10.10.14, 00:21:36, Ethernet0/0
i L1 100.100.100.7 [115/20] via 10.10.10.38, 00:19:19, Ethernet0/1
i L1 100.100.100.8 [115/30] via 10.10.10.38, 00:18:52, Ethernet0/1
[115/30] via 10.10.10.14, 00:18:52, Ethernet0/0
```

## Continuación del apéndice 2.

### En el enrutador 7 verifique

```
R7#show isis neighbors

System Id      Type Interface  IP Address      State Holdtime Circuit Id
R5              L1 Et0/1        10.10.10.37    UP    22      R7.03
R8              L1 Et0/0        10.10.10.18    UP     7      R8.02
R7#show isis topology

IS-IS TID 0 paths to level-1 routers
System Id      Metric  Next-Hop      Interface  SNPA
R5              10      R5             Et0/1
aabb.cc00.0510
R6              20      R5             Et0/1
aabb.cc00.0510
R8              R8             Et0/0
aabb.cc00.0800
R7              --
R8              10      R8             Et0/0
aabb.cc00.0800
R7#show isis database

IS-IS Level-1 Link State Database:
LSPID          LSP Seq Num   LSP Checksum   LSP Holdtime
ATT/P/OL
R5.00-00       0x00000015   0x1CFA         753           1/0/0
R6.00-00       0x0000000E   0x0AD9         793           1/0/0
R6.01-00       0x00000002   0x9E42         584           0/0/0
R7.00-00       * 0x00000011   0xB62E         705           0/0/0
R7.03-00       * 0x00000008   0x8850         649           0/0/0
R8.00-00       0x0000000E   0x15C9         644           0/0/0
R8.02-00       0x00000008   0xC70E         749           0/0/0
R8.03-00       0x00000006   0xAB2C         730           0/0/0
R7#show ip route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS
level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static
route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route, H - NHRP, l - LISP
       + - replicated route, % - next hop override

Gateway of last resort is 10.10.10.37 to network 0.0.0.0

i*L1 0.0.0.0/0 [115/10] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 7 subnets, 2 masks
i L1 10.10.10.12/30 [115/20] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
C    10.10.10.16/30 is directly connected, Ethernet0/0
L    10.10.10.17/32 is directly connected, Ethernet0/0
i L1 10.10.10.28/30 [115/20] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
C    10.10.10.36/30 is directly connected, Ethernet0/1
L    10.10.10.38/32 is directly connected, Ethernet0/1
```

## Continuación del apéndice 2.

```
i L1      10.10.10.40/30 [115/20] via 10.10.10.18, 00:21:08, Ethernet0/0
          100.0.0.0/32 is subnetted, 4 subnets
i L1      100.100.100.5 [115/20] via 10.10.10.37, 00:21:36, Ethernet0/1
i L1      100.100.100.6 [115/30] via 10.10.10.37, 00:21:08, Ethernet0/1
          [115/30] via 10.10.10.18, 00:21:08, Ethernet0/0
C         100.100.100.7 is directly connected, Loopback0
i L1      100.100.100.8 [115/20] via 10.10.10.18, 00:21:08, Ethernet0/0
```

## Hoja de respuestas

Las correctas respuestas y soluciones esperadas para la actividad de laboratorio que son descritas en esta guía aparecen aquí.

## Laboratorio de ISIS 1-1

### Tarea 1: habilitar ISIS en los enrutadores

#### Paso 1

##### R1

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R2-Eth0/0
  ip address 10.10.10.5 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R3-Eth0/1
  ip address 10.10.10.21 255.255.255.252
  no shutdown
!
```

##### R2

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R1-Eth0/0
  ip address 10.10.10.6 255.255.255.252
  no shutdown
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R4-Eth0/1
  ip address 10.10.10.25 255.255.255.252
  no shutdown
```

##### R3

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R4-Eth0/0
```

## Continuación del apéndice 2.

```
    ip address 10.10.10.9 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/1
    description TO-R1-Eth0/1
    ip address 10.10.10.22 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/2
    description TO-R5-Eth0/2
    ip address 10.10.10.29 255.255.255.252
    ip ospf message-digest-key 1 md5 cisco
```

### R4

```
interface Ethernet0/0
    description TO-R3-Eth0/0
    ip address 10.10.10.10 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/1
    description TO-R2-Eth0/1
    ip address 10.10.10.26 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/2
    description TO-R6-Eth0/2
    ip address 10.10.10.33 255.255.255.252
```

### R5

```
interface Ethernet0/0
    description TO-R6-Eth0/0
    ip address 10.10.10.13 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/1
    description TO-R7-Eth0/1
    ip address 10.10.10.37 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/2
    description TO-R3-Eth0/2
    ip address 10.10.10.30 255.255.255.252
```

### R6

```
interface Ethernet0/0
    description TO-R5-Eth0/0
    ip address 10.10.10.14 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/1
    description TO-R8-Eth0/1
    ip address 10.10.10.41 255.255.255.252
    !
interface Ethernet0/2
    description TO-R4-Eth0/2
    ip address 10.10.10.34 255.255.255.252
```

## Continuación del apéndice 2.

### R7

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R8-Eth0/0
  ip address 10.10.10.17 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R5-Eth0/1
  ip address 10.10.10.38 255.255.255.252
```

### R8

```
interface Ethernet0/0
  description TO-R7-Eth0/0
  ip address 10.10.10.18 255.255.255.252
!
interface Ethernet0/1
  description TO-R6-Eth0/1
  ip address 10.10.10.42 255.255.255.252
```

## Paso 3

Router	IS-IS Área	Level	System ID +00	IS-IS Interfaces
R1	49,0001	2	1001.0010.0001.00	Lo0, e0/0, e0/1
R2	49,0001	2	1001.0010.0002.00	Lo0, e0/0, e0/1
R3	49,0001	1-2	1001.0010.0003.00	Lo0, e0/0 – 2
R4	49,0001	1-2	1001.0010.0004.00	Lo0, e0/0 – 2
R5	49,0002	1-2	1001.0010.0005.00	Lo0, e0/0 – 2
R6	49,0002	1-2	1001.0010.0006.00	Lo0, e0/0 – 2
R7	49,0002	1	1001.0010.0007.00	Lo0, e0/0, e0/1
R8	49,0002	1	1001.0010.0008.00	Lo0, e0/0, e0/1

## Paso 4

### R1

```
interface Loopback0
  ip router isis
!
interface Ethernet0/0
  no ip ospf network point-to-point
  no ip ospf 1 area 1
  no ip ospf message-digest-key 1 md5
  ip router isis
!
interface Ethernet0/1
```

## Continuación del apéndice 2.

```
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
net 49.0001.1001.0010.0001.00
```

### R2

```
interface Loopback0
ip router isis
!
interface Ethernet0/0
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
interface Ethernet0/1
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
net 49.0001.1001.0010.0002.00
```

### R3

```
interface Loopback0
ip router isis
!
interface Ethernet0/0
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
interface Ethernet0/1
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
interface Ethernet0/2
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
no router ospf 1
```

## Continuación del apéndice 2.

```
!  
router isis  
 net 49.0001.1001.0010.0003.00
```

### R4

```
interface Loopback0  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/0  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/1  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/2  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
no router ospf 1  
!  
router isis  
 net 49.0001.1001.0010.0004.00
```

### R5

```
interface Loopback0  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/0  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/1  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/2  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!
```



## Continuación del apéndice 2.

```
no router ospf 1
!  
router isis  
 net 49.0002.1001.0010.0005.00
```

### R6

```
interface Loopback0  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/0  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/1  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/2  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
no router ospf 1  
!  
router isis  
 net 49.0002.1001.0010.0006.00
```

### R7

```
interface Loopback0  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/0  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
interface Ethernet0/1  
 no ip ospf network point-to-point  
 no ip ospf 1 area 1  
 no ip ospf message-digest-key 1 md5  
 ip router isis  
!  
no router ospf 1  
!  
router isis  
 net 49.0002.1001.0010.0007.00
```

### R8

```
interface Loopback0
```

## Continuación del apéndice 2.

```
ip router isis
!
interface Ethernet0/0
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
interface Ethernet0/1
no ip ospf network point-to-point
no ip ospf 1 area 1
no ip ospf message-digest-key 1 md5
ip router isis
!
no router ospf 1
!
router isis
net 49.0002.1001.0010.0008.00
```

### Paso 5

#### R1

```
interface Ethernet0/0
isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
isis circuit-type level-2-only
!
router isis
is-type level-2-only
```

#### R2

```
interface Ethernet0/0
isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
isis circuit-type level-2-only
!
router isis
is-type level-2-only
```

#### R3

```
interface Ethernet0/0
isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/2
isis circuit-type level-1-2
!
router isis
is-type level-1-2
```

## Continuación del apéndice 2.

### R4

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-2-only
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```

### R5

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1-2
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```

### R6

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1-2
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/2
  isis circuit-type level-1-2
!
router isis
  is-type level-1-2
```

### R7

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
router isis
  is-type level-1
```

## Continuación del apéndice 2.

### R8

```
interface Ethernet0/0
  isis circuit-type level-1
!
interface Ethernet0/1
  isis circuit-type level-1
!
router isis
  is-type level-1
```

Fuente: elaboración propia.

## ANEXOS

Estas páginas contienen información recopilada de otras fuentes no deben continuar con la numeración de figuras y tablas.

### Anexo 1. Mapa de Guatemala



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. *Mapa de Guatemala*. [www.ine.gob.gt](http://www.ine.gob.gt).

Consulta: septiembre de 2014.

