



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

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y  
NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

**Carlos René Álvarez González**

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, marzo de 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y  
NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**CARLOS RENÉ ÁLVAREZ GONZÁLEZ**

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ELECTRICISTA**

GUATEMALA, MARZO DE 2016



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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez
EXAMINADOR	Ing. Jorge Gilberto González Padilla
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:

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y  
NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 29 de mayo de 2013

  
**Carlos René Álvarez González**





Guatemala, 5 de mayo de 2015

Ingeniero  
Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Usac  
Presente.

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio me dirijo a usted, para informarle que como asesor de EPS del estudiante universitario Carlos Rene Álvarez González, carné 8912144 de la carrera de Ingeniería Eléctrica, doy por finalizado el proyecto titulado: AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente

"Id y Enseñad a Todos"



Kenneth Issur Estrada Ruiz  
Asesor de EPS



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

KIER/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de octubre de 2015.  
Ref.EPS.DOC.711.10.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.


Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos René Álvarez Gonzalez** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **8912144**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC"**.

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. Natanael Requena Gómez  
Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Eléctrica



c.c. Archivo  
NRG/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala 16 de octubre de 2015.  
Ref.EPS.D.550.10.15.

Ing. Francisco Javier González  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero González.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**" que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Carlos René Álvarez Gonzalez**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruis y supervisado por el Ing. Natanael Requena Gómez.

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 del 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"

Ing. Silvia José Rodríguez Serrano  
Directora Unidad de EPS

SJRS/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF. EIME 66.2015.  
Guatemala, 16 de ABRIL 2015.

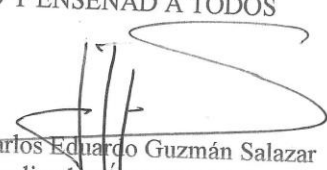
Señor Director  
Ing. Francisco Javier González López  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:  
AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL  
EDIFICIO T7 Y NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE  
INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA,  
USAC, del estudiante Carlos René Álvarez González, que cumple con  
los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
DIRECCIÓN Y ENSEÑANZA A TODOS

  
Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar  
Coordinador Área Electrónica



SFO





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 65. 2015.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; CARLOS RENÉ ÁLVAREZ GONZÁLEZ, Titulado: AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA USAC, procede a la autorización del mismo.

Ing. Francisco Javier González López



GUATEMALA, 23 DE OCTUBRE 2015.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 121.2016

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: **AMPLIACIÓN DE LA RED DE SERVICIOS DE DATOS AL EDIFICIO T7 Y NUEVAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, USAC**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos René Álvarez González**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, marzo de 2016



/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme la vida, la sabiduría, la fuerza y la perseverancia para poder alcanzar este triunfo, gracias de todo corazón.

### **Mis padres**

Por ser ejemplos incansables de honradez, rectitud, trabajo y determinación, por todos los sacrificios económicos que hicieron para brindarme la oportunidad de ser un ingeniero. Siempre estaré en deuda, pues gracias a ellos veo mi sueño hecho realidad. Este es mi humilde regalo por el amor y el apoyo que siempre me brindaron.

### **Mi familia**

Tíos y primos en general, por ser parte de mi vida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos  
de Guatemala**

Por haberme abierto sus puertas encontrar el conocimiento que hoy tengo y por todas las experiencias que viví y nunca olvidaré, mi alma máter.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos académicos e intelectuales para lograr ser un ingeniero electricista y poseer una carrera tan completa.





# ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN .....	IX
OBJETIVOS .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XIII
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala .....	1
1.1.1. Misión .....	1
1.1.2. Visión.....	2
1.2. Edificio T7.....	2
1.2.1. Objetivos.....	3
1.2.2. Fines.....	3
1.3. Centro de Investigaciones .....	4
1.3.1. Misión .....	5
1.3.2. Visión.....	5
1.4. Conceptos generales de redes de datos .....	6
1.4.1. Definición.....	6
1.4.2. Red de datos según la topología .....	6
1.4.2.1. Estrella.....	7
1.4.2.2. Bus .....	8
1.4.2.3. Anillo.....	8
1.4.3. Red de datos según alcance y tamaño.....	9

1.4.3.1.	Redes de área local (Local Area Networks o LAN) .....	9
1.4.3.2.	Redes de área amplia (Wide Área Networks o WAN) .....	10
1.4.3.3.	Redes de área personal (Personal Área Networks o PAN) .....	10
1.4.4.	Arquitectura de redes de datos .....	10
1.4.4.1.	Servicios orientados a conexión .....	11
1.4.4.2.	Servicios no orientados a conexión .....	11
1.4.5.	Modelo OSI y TCP/IP .....	11
1.4.5.1.	Capa física .....	13
1.4.5.2.	Capa de enlace .....	13
1.4.5.3.	Capa de red.....	13
1.4.5.4.	Capa de transporte.....	13
1.4.5.5.	Capa de sesión .....	14
1.4.5.6.	Capa de presentación .....	14
1.4.5.7.	Capa de aplicación .....	14
1.4.6.	Ethernet.....	14
1.4.7.	Concentradores ( <i>Hubs</i> ) .....	16
1.4.8.	Conmutadores ( <i>switches</i> ).....	17
1.4.9.	Enrutadores ( <i>routers</i> ) .....	19
1.4.10.	VLAN .....	19
1.5.	Redes inalámbricas .....	20
1.5.1.	Configuraciones inalámbricas en interiores .....	22
1.5.1.1.	Configuración inalámbrica punto a punto .....	22
1.5.1.2.	Configuración basada en punto de acceso .....	24
1.5.2.	Configuraciones inalámbricas en exteriores .....	25

1.5.2.1.	Configuración tipo puente punto a punto.....	26
1.5.2.2.	Configuración tipo puente punto a multipunto .....	28
1.5.2.3.	Configuración tipo punto de acceso-cliente.....	28
2.	INSTALACIÓN Y MONTAJE .....	31
2.1.	Recorrido alrededor de los edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones) .....	32
2.2.	Definición de puntos de conexión y solicitud de permisos respectivos .....	32
2.2.1.	Edificio T7 .....	32
2.2.2.	Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)....	32
2.3.	Instalación de <i>switches</i> y cables.....	33
2.3.1.	Edificio T7 .....	33
2.3.2.	Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)....	33
2.4.	Instalación de <i>switches</i> y cables.....	34
2.4.1.	Edificio T7 .....	34
2.4.2.	Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)....	35
3.	CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS .....	37
3.1.	Descripción general de dispositivos.....	37
3.1.1.	Información del sistema .....	37
3.1.2.	Información de regulación/cumplimiento.....	55
3.1.3.	Características físicas, eléctricas, ambientales .....	56
3.2.	Encendido y configuración inicial.....	58
3.2.1.	Conexión de prueba.....	61
3.2.2.	Acceso inicial .....	62

3.3.	Página de configuración principal.....	66
3.4.	Página de configuración inalámbrica.....	66
3.5.	Página de configuración de red.....	66
3.6.	Página de configuración avanzada .....	66
3.7.	Página de configuración de servicios .....	67
3.8.	Página de configuración de sistema.....	67
3.9.	Programación realizada en los equipos instalados en los edificios .....	67
4.	CAPACITACIÓN .....	73
4.1.	Detección de necesidades de capacitación .....	73
4.2.	Propuesta del plan de capacitación.....	74
4.3.	Programa de capacitación.....	75
	CONCLUSIONES .....	81
	RECOMENDACIONES .....	83
	BIBLIOGRAFÍA.....	85
	ANEXOS.....	87

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Topología estrella.....	7
2.	Topología bus .....	8
3.	Topología anillo.....	9
4.	Modelo OSI .....	12
5.	Modelo OSI y TCP/IP .....	12
6.	Concentrador (Hub).....	16
7.	Entrada y salida de datos en un Hub .....	17
8.	Entrada y salida de datos en un conmutador ( <i>switch</i> ).....	19
9.	Configuración inalámbrica punto a punto .....	23
10.	Configuración punto de acceso.....	25
11.	Configuración tipo puente punto a punto.....	26
12.	Configuración tipo puente punto a multipunto .....	27
13.	Configuración tipo punto de acceso-cliente.....	28
14.	Panorámica de edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones) .....	31
15.	Dispositivos .....	38
16.	Detalle de las especificaciones .....	39
17.	Chasis .....	58
18.	Detalle de embalaje <i>switch</i> Juniper .....	59
19.	Instalación de retenedor de seguro de cable y cable de corriente AC ..	60
20.	Instalación de kit para montaje en bastidor .....	60
21.	Instalación de módulo Gbic, puerto ge-0/1/0.....	61
22.	Instalación de fibra óptica.....	61

23.	Mediante conexión serial se accede a la programación, utilizando cable Ethernet y el convertidor RJ45-DB9.....	62
24.	Inicialización de equipo vía línea de comandos .....	63
25.	Datos iniciales de programación .....	64

## TABLAS

I.	Estándares IEEE .....	15
II.	Estándares IEEE para redes inalámbricas .....	21
III.	Programación de inicial de puertos.....	65
IV.	Cuadro de programación <i>switch</i> Juniper EX2200.....	68
V.	Programación inicial de <i>switch</i> , mediante interface de comandos.....	69

## GLOSARIO

<b>ADSL</b>	<i>(Asymmetric Digital Subscriber Line)</i> Tipo de tecnología utilizado para distribuir a usuarios finales el acceso a Internet.
<b>Ancho de banda</b>	En conexiones de Internet es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. La unidad de medida es el bps (bits por segundo).
<b>AP</b>	<i>(Access Point)</i> Dispositivo de red inalámbrico que da servicio de red a otras computadoras llamadas estaciones ( <i>stations</i> ).
<b>ARPANET</b>	<i>(Advanced Research Projects Agency Network)</i> Agencia creada por el Departamento de Defensa de Los Estados Unidos para la comunicación entre diferentes organismos del país. Fue la espina dorsal de Internet hasta 1990.
<b>Bit</b>	Unidad mínima de información digital, la cual tiene dos estados: 0 y 1.
<b>Conmutador</b>	<i>(Switch)</i> Dispositivo de red parecido al concentrador pero con la capacidad de analizarlos datos recibidos

y enviarlos a los puertos correctos, minimizando colisiones de datos.

<b>Dirección IP</b>	Etiqueta numérica que identifica de manera lógica y jerárquica a una computadora o dispositivo dentro de una red con protocolo IP.
<b>Dirección MAC</b>	Dirección única, mundial, fija de cada tarjeta o dispositivo de red la cuál es determinada por el estándar IEEE.
<b>DNS</b>	<i>Domain Name System</i> o sistema de nombre de dominio, su función más conocida es la de asignar nombres a direcciones IP con el fin de facilitar la búsqueda de servidores en Internet.
<b>FTP</b>	<i>(File Transfer Protocol)</i> Protocolo de transferencia de archivos es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP, basado en la arquitectura cliente-servidor.
<b>LAN</b>	<i>(Local Area Network)</i> Una red de área local es la interconexión de una o varias computadoras y periféricos.
<b>UTP</b>	<i>(Unshielded Twister Pair)</i> Nombre dado al cable utilizado para redes de computación.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación es un reporte del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuya misión es formar profesionales en las distintas áreas de la ingeniería, a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con la sociedad, sean capaces de generar soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global.

En el capítulo uno se describe de forma general cada una de las unidades académicas en donde se desarrolló el proyecto. Luego, dentro de este mismo se describen los conceptos generales de las redes de datos e inalámbricas, que son base para la puesta en funcionamiento del proyecto.

En el capítulo dos se muestran los pasos que se siguieron para el montaje de equipos y sus bases, así como el cableado y conexión de los mismos. Se podrán observar las fotografías de los equipos de transmisión y recepción colocados en sus respectivas bases, así como los planos que señalan la ubicación de cada elemento de la red.

El capítulo tres contiene la programación básica y puesta en funcionamiento de los equipos de transmisión inalámbrica. Se incluye una lista de especificaciones físicas, eléctricas y ambientales de los equipos instalados. Al final se coloca una tabla que representa la configuración actual para ser usada como referencia.

En el capítulo cuatro se describe el programa de capacitación realizado, dirigido al personal del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, con la finalidad de proporcionar al personal los detalles particulares de los equipos, funcionamiento y configuración de los mismos, así como una capacitación de trabajo en equipo y una guía de riesgo eléctrico.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Ampliar la red de servicios de datos del edificio T7 y Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería (nuevas instalaciones).

### **Específicos**

1. Presentar los antecedentes de la Facultad de Ingeniería de la implementación de la ampliación de la red de datos de los edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones).
2. Documentar la implementación de la ampliación de la red de datos del edificio T7 y Centro de Investigaciones, según los requerimientos de los usuarios y administradores del Centro de Cálculo.
3. Documentar la conexión y programación de los equipos instalados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones).
4. Presentar la propuesta de la capacitación al personal del Centro de Cálculo de los equipos Juniper EX2200 (programación básica).



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto ha surgido debido a la carencia que poseen el edificio T7 y Centro de Investigaciones de los determinados servicios. Se necesita una conexión de banda adecuada para suministrar el servicio de internet y comunicación de voz a los usuarios de cada edificio. Se buscó generar una solución de alta tecnología que permita que la comunicación sea versátil, efectiva y segura. A la vez, para el diseño de la misma se debe prever el crecimiento de la red.

Una interconexión inalámbrica fue descartada debido a una solicitud de Centro de Cálculo y por temas de ancho de banda. El proyecto consistirá en realizar las mediciones necesarias y la aplicación de conocimientos adquiridos. También se incluyen el análisis y cálculo de las unidades de respaldo y protecciones del equipo para garantizar el funcionamiento del mismo. El desarrollo de este proyecto será de 6 meses.

Con base en lo anterior, el proyecto es una propuesta de diseño de la ampliación de la red de servicios de datos al edificio T7 y del Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones) de la Facultad de Ingeniería.



# **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Antecedentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala tiene sus orígenes en la Academia de Ciencias, en 1834, durante el mandato de don Mariano Gálvez, posteriormente continuó su desarrollo con la incorporación de cursos de Física y Geometría en el 1769. Con la fundación de la Escuela Politécnica en 1873 se produjo un giro importante, ya que dos años más tarde se crearon formalmente las carreras de Ingeniería, que luego se incorporaron a la Universidad de San Carlos, elevándose a categoría de Facultad en 1882.

Después de un difícil proceso de inestabilidad y transformación, la Facultad de Ingeniería tomó un rumbo más firme en 1930, con el establecimiento de la Ingeniería Civil y consolidándose en 1944, por su integración al régimen autónomo estrictamente universitario. Actualmente, la Facultad de Ingeniería cuenta con 12 carreras en 6 escuelas facultativas de grado, una escuela de postgrado a nivel regional centroamericano y un centro de investigaciones.

### **1.1.1. Misión**

“Formar profesionales en las distintas áreas de la ingeniería que, a través de la aplicación de la ciencia y tecnología, conscientes de la realidad nacional y regional, y comprometidos con nuestras sociedades, sean capaces de generar

soluciones que se adapten a los desafíos del desarrollo sostenible y los retos del contexto global”<sup>1</sup>.

### **1.1.2. Visión**

“Somos una institución académica con incidencia en la solución de la problemática nacional, formando profesionales en las distintas áreas de la Ingeniería, con sólidos conceptos científicos, tecnológicos, éticos y sociales, fundamentados en la investigación y promoción de procesos innovadores orientados hacia la excelencia profesional”<sup>2</sup>.

## **1.2. Edificio T7**

En la actualidad, la Escuela de Ingeniería Mecánica es la que desempeña sus actividades en las instalaciones de este edificio.

Esta Escuela ha considerado como política de la calidad universitaria, el compromiso a desarrollar sus actividades bajo el esquema del mejoramiento continuo integrado en todos los aspectos de docencia, gestión, investigación y extensión que se realizan para desempeñar las funciones de generación, transmisión y transferencia de conocimiento en ingeniería mecánica y garantizar así los requerimientos de la sociedad por la vía de sus estudiantes, graduados, docentes, investigadores y empleadores en la búsqueda permanente de la más alta calidad, considerando esta como la búsqueda de la excelencia en:

- Los procesos de formación de profesionales, académicos y científicos.

---

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería. [www.ingeniería.usac.edu.gt](http://www.ingeniería.usac.edu.gt). [Consulta: diciembre de 2014].

<sup>2</sup> *Ibíd.*



- En las condiciones institucionales que sostienen a la universidad pública en el marco de su autonomía, responsabilidad social, pluralismo ideológico y respeto por los valores democráticos.
- En las dinámicas de integración y articulación del sistema educativo entre niveles e instituciones. Todo lo anterior basado en los compromisos y recomendaciones surgidas en el marco del proceso de acreditación de la Escuela.

### **1.2.1. Objetivos**

- Formar adecuadamente los recursos humanos dentro del campo científico y tecnológico de la ingeniería mecánica, para contribuir al fortalecimiento y desarrollo de Guatemala.
- Que el estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica adquiera, a través de su paso por la Facultad de Ingeniería, una mentalidad abierta a cualquier cambio y adaptación futura, para que como profesional posea la capacidad de autoaprendizaje.
- Evaluar los planes y programas de estudio de la carrera de Ingeniería Mecánica a efecto de introducirle las mejoras pertinentes, acordes con los avances de la ciencia, la tecnología y las necesidades del país.

### **1.2.2. Fines**

- Misión

“Formamos profesionales de la ingeniería mecánica, con valores éticos y morales, capaces de generar y adaptarse a los cambios del entorno,

conscientes de la realidad nacional y el avance tecnológico, comprometidos con su sociedad, para que a través de la aplicación de la ciencia y la tecnología apropiada contribuyan al bien común y desarrollo económico y sostenible del país y la región”<sup>3</sup>.

- **Visión**

“Ser una de las mejores Escuelas de Ingeniería Mecánica en educación superior, de reconocimiento nacional e internacional por la calidad de profesionales que forma, por sus resultados dentro de la competitividad del mercado laboral cambiante tomando en cuenta el impacto de las nuevas tecnologías, de las necesidades y expectativas de sus estudiantes”<sup>4</sup>.

### **1.3. Centro de Investigaciones**

En el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se desarrolla la investigación científica, contribuyendo a la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad para todos los sectores de la sociedad guatemalteca, brindándoles los clientes confiabilidad, confidencialidad y calidad en los ensayos que se realizan y trabajando siempre en la búsqueda de la mejora continua sustentados en el desarrollo del recurso humano por medio del compromiso de documentar, implementar y mantener el sistema de Gestión de la Calidad de conformidad con la -Norma Coguanor NGR/COPANT/ISO/IEC 17025. *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.*

---

<sup>3</sup> Escuela de Ingeniería Mecánica <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio>. [Consulta: diciembre de 2014].

<sup>4</sup> *Ibíd.*

### **1.3.1. Misión**

“Investigar alternativas de solución científica y tecnológica para la resolución de la problemática científico-tecnológica del país en las áreas de ingeniería, que estén orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales; realizar análisis y ensayos de caracterización y control de calidad de materiales, estructuras y productos terminados de diversa índole; desarrollar programas docentes orientados a la formación de profesionales, técnicos de laboratorio y operarios calificados; realizar inspecciones, evaluaciones, expertajes y prestar servicios de asesoría técnica y consultoría en áreas de la ingeniería; actualizar, procesar y divulgar información técnica y documental en las materias relacionadas con la ingeniería”<sup>5</sup>.

### **1.3.2. Visión**

“Desarrollar investigación científica como el instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, orientada a la optimización de los recursos del país y a dar respuesta a los problemas nacionales; contribuir al desarrollo de la prestación de servicios de ingeniería de alta calidad científico-tecnológica para todos los sectores de la sociedad guatemalteca; colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos; propiciar la comunicación con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala, dentro del marco definido por la Universidad de San Carlos de Guatemala. Mantener un liderazgo en todas las áreas de ingeniería a nivel nacional y regional centroamericano, en materia de investigación, análisis y ensayos de control de calidad, expertaje, asesoría técnica y consultoría, formación de recurso humano, procesamiento y divulgación de información técnica y documental, análisis, elaboración y aplicación de normas”<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Facultad de Ingeniería. [www.ingenieria.usac.edu.gt](http://www.ingenieria.usac.edu.gt). [Consulta: diciembre de 2014].

<sup>6</sup> *Ibíd.*

## **1.4. Conceptos generales de redes de datos**

A continuación se describe la forma en que trabaja una red de datos, los diferentes tipos que existen y las normas y estándares que rigen su correcto funcionamiento.

### **1.4.1. Definición**

Una red de datos es una infraestructura diseñada específicamente para la transmisión de información mediante el intercambio de datos.

Las redes de datos surgieron de la necesidad de intercambiar, almacenar y procesar información entre dos o varias computadoras. Los principales objetivos de una red son:

- Compartir recursos, equipos, información y programas que se encuentran localmente o dispersos geográficamente.
- Brindar confiabilidad a la información y disponer alternativas de almacenamiento.
- Transmitir información entre usuarios distantes de la manera más rápida y eficiente posible.

### **1.4.2. Red de datos según la topología**

Cuando se conectan equipos en una red de datos, hay dos formas de conectarlos:

- Punto a punto: dos equipos se conectan uno con el otro, es utilizada para conexiones distantes.

- Multipunto: varios equipos comparten el mismo medio de transmisión

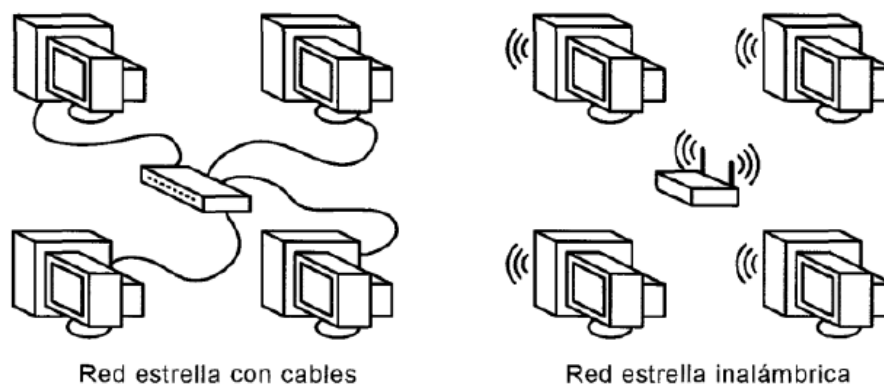
Cada mensaje o paquete emitido por un equipo es recibido por todos los demás equipos de la misma red. Cada paquete posee la información del origen y el destino, discriminando así quién debe procesar cada paquete. Hay tres topologías multipunto: estrella, bus y anillo.

#### 1.4.2.1. Estrella

En esta topología, un dispositivo central llamado concentrador actúa como el centro de un grupo de computadoras formando una rueda. Cada computadora se conecta al concentrador por medio de un cable.

Las topologías de estrella son las más comunes tanto en redes cableadas como en redes inalámbricas. Se puede observar que un problema en un cable de esta configuración solo afectará a una computadora.

Figura 1. **Topología estrella**

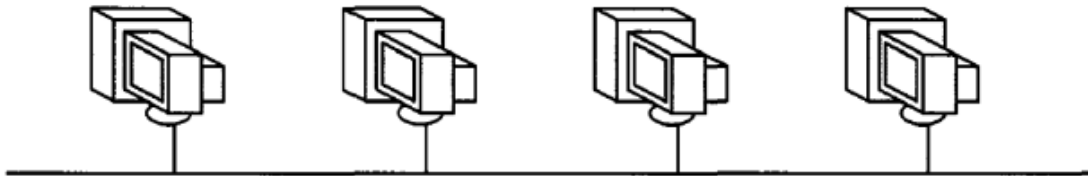


Fuente: ENGST y FLEISHMAN. *Introducción a las redes inalámbricas de*. p. 48.

### 1.4.2.2. Bus

Una topología de red bus utiliza un cable con cada computadora conectada a ese cable. Son poco comunes actualmente entre computadoras (aunque no en concentradores de red), pero son fáciles de configurar y se utilizaron más en el pasado. El problema de la topología bus es que si hay una falla en una parte del cable, todas las computadoras conectadas a partir de ese punto serán afectadas.

Figura 2. Topología bus

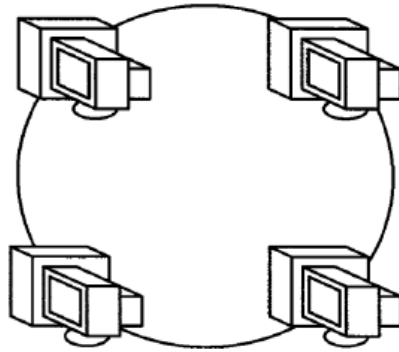


Fuente: ENGST y FLEISHMAN. *Introducción a las redes inalámbricas de*. p. 50.

### 1.4.2.3. Anillo

Esta topología es muy similar a la red bus, pero con los extremos del cable conectados formando un anillo. Las redes Token Ring ofrecen una solución al problema de colisiones, pero también tienen la misma debilidad cuando existen fallas en el cable de conexión, ya que afectan a toda la red.

Figura 3. **Topología anillo**



Fuente: ENGST y FLEISHMAN. *Introducción a las redes inalámbricas de*. p. 51.

### **1.4.3. Red de datos según alcance y tamaño**

Se dividen en tres grupos: de área local (LAN), de área amplia (WAN) y de área personal (PAN) .

#### **1.4.3.1. Redes de área local (Local AreaNetworks o LAN)**

Estas redes son de alcance geográficamente limitado. Generalmente, son redes privadas que están instaladas dentro de un mismo edificio, oficina o campus. Su objetivo principal es compartir información y recursos (impresoras, discos duros, escáneres, entre otros). La velocidad en estas redes puede llegar hasta 1 Gbps.

El medio de transmisión más usado en redes LAN es el cable UTP, que es un cable trenzado sin blindaje, y la fibra óptica.

Las redes LAN, generalmente utilizan transmisión por difusión a velocidades de 10, 100, 1 000 Mbps. La topología más utilizada es la de bus (IEEE 802.3 Ethernet).

#### **1.4.3.2. Redes de área amplia (Wide Area Networks o WAN)**

Estas redes se extienden en una amplia zona geográfica, siendo una función típica de ellas la de interconectar dos redes LAN.

#### **1.4.3.3. Redes de área personal (Personal Area Networks o PAN)**

Estas redes son de alcance muy limitado (unos pocos metros), y se utilizan para interconectar dispositivos personales de manera inalámbrica como computadoras portátiles, teléfonos celulares, impresoras, entre otros.

#### **1.4.4. Arquitecturas de redes de datos**

Es un conjunto de capas y protocolos bien definidos que se utilizan para el intercambio de información entre equipos.

Entre las arquitecturas de red más conocidas figuran OSI y TCP/IP. Estas pueden ofrecer dos tipos de servicios: orientados a conexión y no orientados a conexión.



#### **1.4.4.1. Servicios orientados a conexión**

Son muy similares a los servicios de telefonía, en los cuales se establece una conexión marcando un número determinado. Una vez establecida la conexión, se puede intercambiar información en forma segura y ordenada. Al terminar el intercambio puede liberarse la conexión.

#### **1.4.4.2. Servicios no orientados a conexión**

Son parecidos a los servicios de correos, donde el mensaje es enviado sin establecer previamente una conexión entre el origen y el destino. Cada mensaje debe contener la dirección completa de su destino.

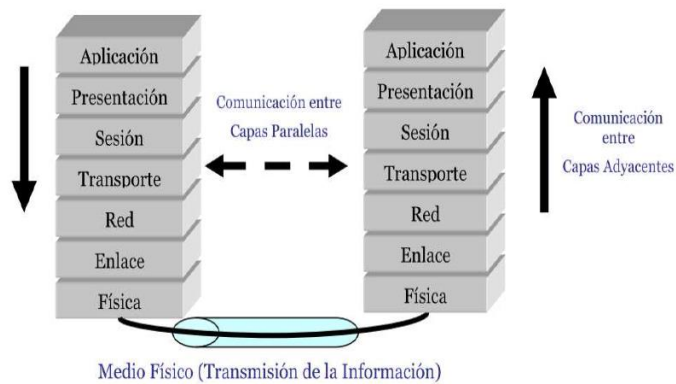
#### **1.4.5. Modelo OSI y TCP/IP**

OSI es un modelo de siete capas o niveles desarrollado por la Organización Internacional de Normas (ISO). En la figura 4 se describe el modelo de las capas OSI. (Ver figura 4).

Sobre la base del modelo OSI se desarrollaron otros modelos de red y arquitecturas completas para las redes de comunicación. Así surgió el modelo TCP/IP, como resultado de un proyecto de investigación patrocinado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos denominado Arpanet. Esta red empezó conectando centros de investigación del gobierno y luego universidades, hasta convertirse en la red más popular de uso público hasta el momento: Internet.

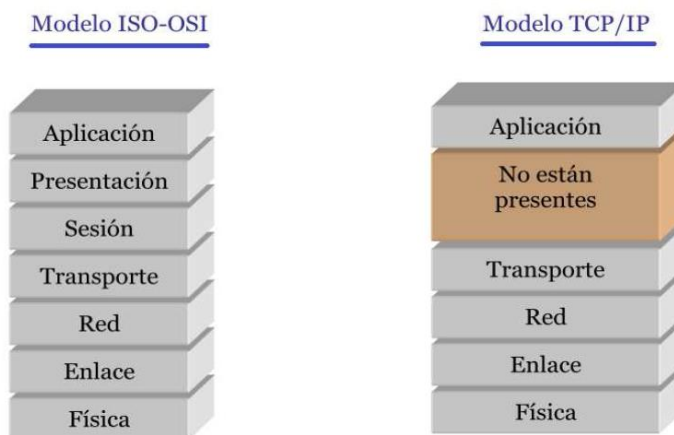
El modelo TCP/IP difiere del modelo OSI en que no maneja siete capas sino cinco (en el modelo TCP/IP no existe la capa de sesión ni la de presentación).

Figura 4. **Modelo OSI**



Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 7.

Figura 5. **Modelo OSI y TCP/IP**



Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 8.

#### **1.4.5.1. Capa física**

Se encarga del transporte de los bits de un extremo a otro del medio de transmisión. Debe asegurarse de que, cuando un extremo envía un "0" el extremo distante reciba efectivamente un 0. En este nivel se define la forma y tamaño de cables y los voltajes en los que operan.

#### **1.4.5.2. Capa de enlace**

Su función principal es la de lograr una comunicación eficiente y confiable entre dos extremos de un canal de transmisión. Aquí se definen los formatos de las tramas y sus cabeceras. A este nivel se dice de direcciones MAC, que identifican a las tarjetas de red de forma única. En este nivel se encuentra el estándar Ethernet.

#### **1.4.5.3. Capa de red**

Es la encargada de hacer llegar la información desde el origen hasta el destino final, a través de los diferentes equipos intermedios. En esta capa se encuentra el protocolo IP. Aquí se realiza el enrutamiento y en donde los *routers* hacen el trabajo.

#### **1.4.5.4. Capa de transporte**

Esta debe proporcionar un transporte de datos confiable y económico desde la máquina de origen hasta la de destino, independientemente de la red o redes físicas en uso. Aquí se encuentran los protocolos TCP y UDP.

#### **1.4.5.5. Capa de sesión**

Esta es la que se encarga de mantener y controlar el enlace establecido entre dos computadoras que, están transmitiendo datos de cualquier índole. Su función principal es asegurar la sesión establecida hasta que se realicen las operaciones definidas para esa conexión (esta capa no está presente en el modelo TCP).

#### **1.4.5.6. Capa de presentación**

Esta tiene como objetivo encargarse de la representación de la información, de manera que, aunque distintos equipos puedan tener diferentes representaciones internas de caracteres, los datos lleguen de manera reconocible (esta capa no está presente en el modelo TCP).

#### **1.4.5.7. Capa de aplicación**

En esta residen las aplicaciones de los usuarios, tales como: mail, FTP, Telnet, DNS, entre otros.

### **1.4.6. Ethernet**

Es un estándar de red LAN. Fue desarrollado por Bob Metcalfe en 1973, quién trabajando para Xerox, le fue asignado el proyecto de desarrollar un mecanismo para interconectar los computadores que en ese momento se estaban produciendo en la compañía.

Ethernet es la tecnología de LAN más utilizada actualmente, porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación.

Estos puntos fuertes combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a Ethernet, la tecnología ideal para la red de la mayoría de usuarios de la informática actual.

En 1980, la Sociedad de Computación del IEEE estandarizó a Ethernet bajo la recomendación 802.3 en el orden y fechas que se describen en la tabla I.

Tabla I. **Estándares IEEE**

Estándares IEEE para redes Ethernet		
Nombre del estándar	Fecha	Descripción
802.3a	1985	10Base2 (thin Ethernet)
802.3c	1986	10 Mps repeater specifications (clause 9)
802.3d	1987	FOIRL (link fiber)
802.3i	1990	10Base-T (twisted pair)
802.3j	1993	10Base-F (fiber optic)
802.3u	1995	100Base-T (Fast Ethernet and autonegotiation)
802.3x	1997	Full-duplex
802.3z	1998	1000Base-X (Gigabit Ethernet sobre fibra óptica)
802.3ab	1999	1000Base-T (Gigabit Ethernet sobre par trenzado)
802.3ac	1998	VLAN tag (frame size extension to 1522 bytes)

Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 11.

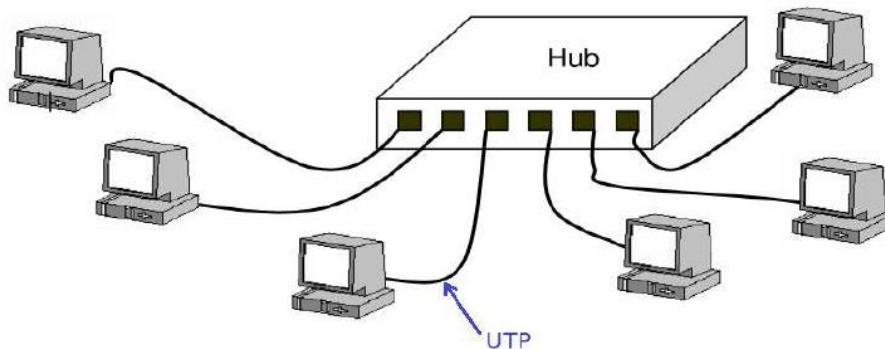
### 1.4.7. Concentradores (*Hubs*)

Es un dispositivo utilizado en las redes LAN a través del cual todas las computadoras son conectadas a una red. Conocido también como concentrador, el *hub* utiliza la topología estrella y su tarea es tan simple como unir conexiones sin alterar las tramas que llegan. Cualquier trama que recibe en un puerto, es enviada sin modificarse a todos los demás puertos del *hub*.

Las principales características son:

- Retransmite la información recibida de una computadora a todas las demás conectadas a él sin importar si necesitan o no esa información.

Figura 6. **Concentrador (*Hub*)**



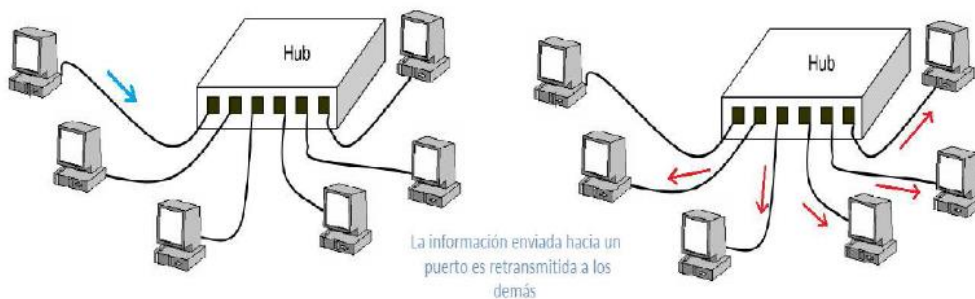
Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 17.

- El tráfico añadido con la constante retransmisión de los datos a todos los puertos del *hub* produce un aumento a la probabilidad de colisiones. Una colisión se produce cuando una computadora quiere enviar información y emite los datos simultáneamente con otra computadora que también

quiere transmitir. Al chocar los dos mensajes, estos se pierden y es necesario retransmitir.

- Un *hub* funciona a la velocidad del dispositivo más lento de la red. Esto se debe a que este no tiene capacidad de almacenar información. Así que, si una computadora envía mensajes a 100 Mbps a otra que puede recibir solo a 10 Mbps, el *hub* realiza las transmisiones de datos a 10 Mbps para no perder ni un solo dato.
- Un *hub* es un dispositivo simple, esto influye en dos características: el precio de un *hub* es bastante bajo y no añade ningún retardo a los mensajes.

Figura 7. **Entrada y salida de datos en un *Hub***



Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 17.

#### 1.4.8. Conmutadores (*switches*)

Las características de los *hubs* muestran que un aumento considerable en la cantidad de computadoras conectadas, incrementará la cantidad de

colisiones, y por lo tanto, la cantidad de retransmisiones que en conjunto provocarán una degradación en el funcionamiento de la red.

Los *switches* o conmutadores son dispositivos que analizan las tramas de ethernet y las envían a los puertos o computadoras correctas. A diferencia de los *hubs* que trabajan a nivel de capa 1 (capa física), los *switches* trabajan a nivel de la capa 2 (capa de enlace).

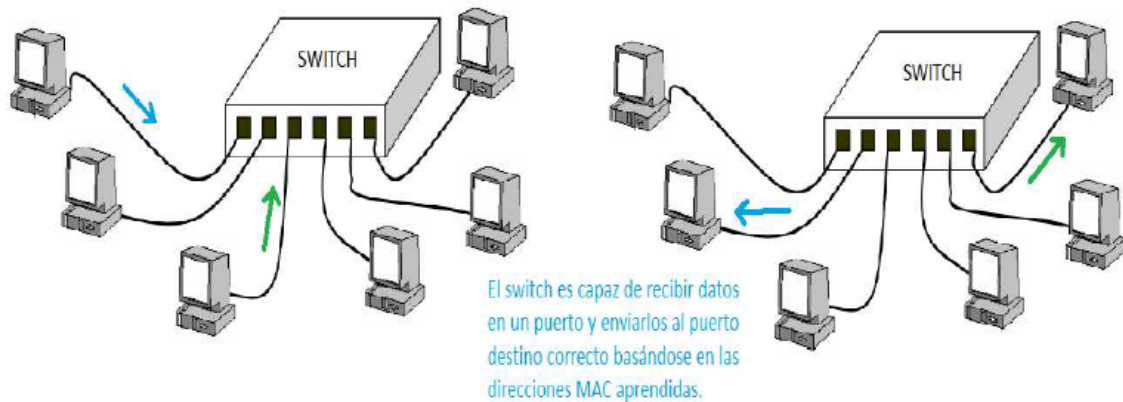
Esto permite que varias máquinas puedan estar enviando tramas a la vez, y no existan colisiones.

Para que esto sea posible, los *switches* deben conocer las direcciones de enlace (conocidas como direcciones MAC en Ethernet) conectadas a cada uno de sus puertos. La mayoría de los *switches* aprenden de manera automática las direcciones MAC conectadas a cada puerto en forma automática.

Simplemente, cuando reciben una trama por un puerto, obtienen la dirección del origen y la asocian al puerto por el que se recibió la trama. Si por un puerto reciben una trama dirigida a una dirección MAC destino desconocida, el *switch* envía la trama por todos los puertos (como lo haría un *hub*). Cuando la máquina de destino responda, el *switch* aprenderá en qué puerto se encuentra esa dirección y las siguientes tramas serán enviadas únicamente a ese puerto. Dado que un puerto de un *switch* puede estar conectado a otro *switch* o *hub*, es posible que un mismo puerto esté asociado a un conjunto de direcciones MAC. Los *switches*, habitualmente, pueden almacenar varios cientos o miles de direcciones MAC por puerto.



Figura 8. **Entrada y salida de datos en un conmutador (*switch*)**



Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 17.

#### 1.4.9. **Enrutadores (*routers*)**

Son dispositivos usados para la interconexión de redes y su función es la de asegurar el direccionamiento de paquetes de datos entre ellas o determinar la mejor ruta que deben tomar. Los *routers* operan en la capa tres del modelo OSI.

#### 1.4.10. **VLAN**

Son funciones que permiten utilizar los mismos medios físicos para formar varias redes independientes, a nivel de capa 2. Un mismo conjunto de *switches* pueden implementar, utilizando VLAN, varias redes LAN independientes.

Los criterios para formar las VLAN pueden ser varios. Entre los más comunes se encuentran:

- VLAN por puertos: los puertos de los *switches* se agrupan en VLANS. De esta manera las máquinas conectadas a un puerto únicamente ven a las máquinas que están conectadas a puertos de la misma VLAN.
- VLAN por direcciones MAC: las direcciones MAC se agrupan en VLAN. De esta manera se puede restringir la red únicamente a ciertas direcciones MAC, independientemente en qué puerto de los *switches* se conecten.
- VLAN por protocolo: algunos *switches* que soportan VLAN pueden inspeccionar datos de la capa 3, como el utilizado, y formar redes independientes según estos protocolos.
- VLAN por direcciones IP: (de capa 3) pueden ser leídas por los *switches* y pueden formarse redes independientes con ciertos conjuntos de direcciones IP.

La recomendación IEEE 802.1q establece las normas para el correcto funcionamiento de VLANS entre distintos *switches* en una red.

## **1.5. Redes inalámbricas**

Una de las primeras redes inalámbricas fue desarrollada en la Universidad de Hawaii en 1971, para enlazar las computadoras de cuatro islas. Las redes inalámbricas entraron en el mundo de las computadoras personales en los años ochenta, cuando la idea de compartir datos entre computadoras se estaba haciendo popular. Algunas de las primeras redes inalámbricas no utilizaban las ondas de radios, sino que empleaban transmisión por medio de infrarrojo. Sin embargo, los infrarrojos no terminaron de despegar porque ese tipo de

radiación no puede atravesar los objetos físicos. Por lo tanto, requieren de un paso libre en todo momento, algo difícil de conseguir en la mayoría de oficinas.

Tabla II. **Estándares IEEE para redes inalámbricas**

Estándares IEEE para redes inalámbricas (WLAN)		
Nombre del estándar	Fecha	Descripción
802.11	1999	Redes Ethernet Inalámbricas. Se especifican el Medium Access Control (MAC) y el Physical Layer (PHY)
802.11a	1999	Capa Física de alta velocidad en la banda de los 5GHz
803.11b	1999	Capa física de alta velocidad en la banda de los 2.4 GHz
802.11b+	2001	Capa física de alta velocidad en la banda de los 2.4 GHz con capacidad de operar a 22 Mbps
802.11d	2001	Especificación de operación para dominios de reglamentación adicional
802.11f	2003	Recomendaciones para puntos de acceso Multi-Vendor
802.11g	2003	Velocidades de 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz
802.11h	2003	Modificación del estándar 802.11 para resolver conflictos con frecuencias militares y sistemas de radar o satélites
802.11i	2004	Mejoras en la seguridad de Medium Access Control (MAC)
802.11e	2005	Mejoras en la calidad de servicio (QoS) del MAC
802.11n	2007	Incremento de velocidad hasta 600 Mbps. Implementa MIMO, unión de interfaces de red (Channel Bonding) y el multiplexado espacial

Fuente: *Redes de datos de Joskowicz*. p. 27.

Las redes inalámbricas basadas en radio despegaron a principios de los años noventa, cuando la potencia de procesamiento de los microprocesadores llegó a ser suficiente para gestionar los datos transmitidos y recibidos a través de conexiones de radio. Poco a poco empezaron a tomar importancia en la medida en que se fue estandarizando la tecnología a través de la recomendación 802.11 de IEEE. Las velocidades iniciales bajo este estándar eran bajas (entre 1 y 2 Mbps), pero a finales de los años noventa se anunciaron

velocidades de transmisión de 11 Mbps bajo la recomendación 802.11b y de 54 Mbps bajo la recomendación 802.11a.

Existen dos grandes tipos de instalaciones inalámbricas: interiores y exteriores. Las interiores son las que se hacen dentro de un edificio, oficina, casa, entre otros. Y las exteriores son aquellas que conectan un edificio con otro.

### **1.5.1. Configuraciones inalámbricas en interiores**

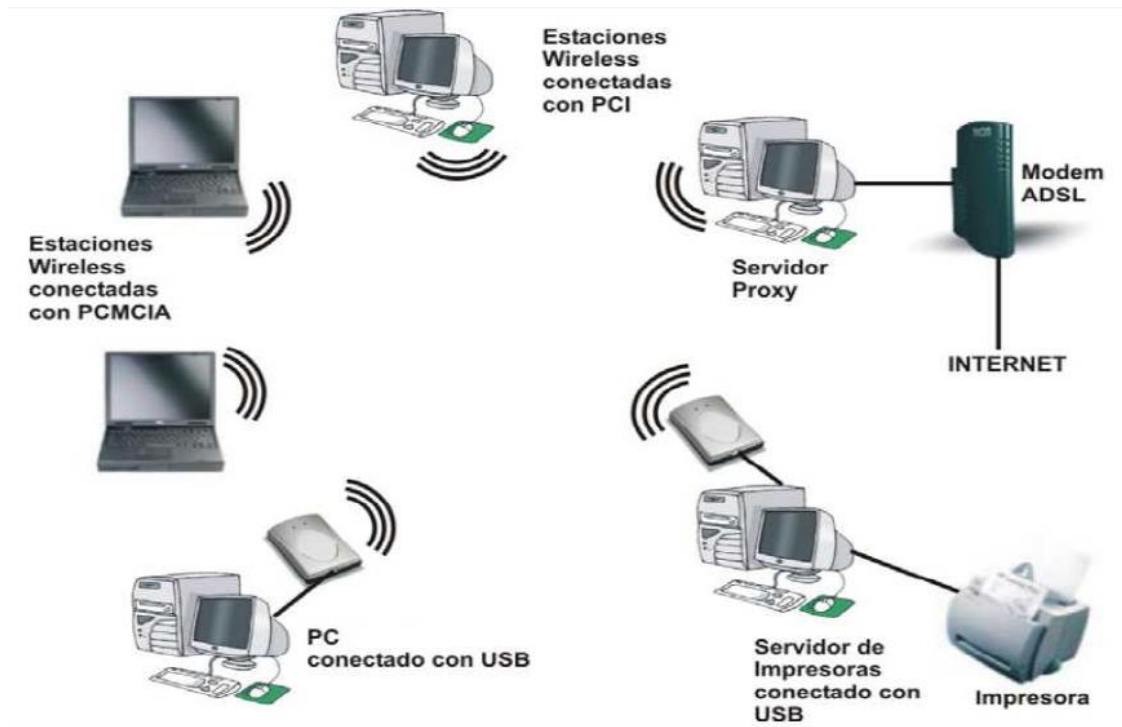
Estas instalaciones suelen ser las más sencillas que todas y provienen de la necesidad de obtener movilidad de los equipos o de la conveniencia de no instalar cable de datos. Hay dos estrategias básicas a la hora de planear una red inalámbrica de interior, dependiendo de la conectividad que se quiera dar a la instalación:

- Punto a punto
- Basada en punto de acceso

#### **1.5.1.1. Configuración inalámbrica punto a punto**

Estas se caracterizan por ser instalaciones totalmente inalámbricas. Son las que seleccionaría un usuario que solo y exclusivamente quisiera montar una red sin cables y sin acceso a una red de cable. Su planteamiento es muy sencillo:

Figura 9. Configuración inalámbrica punto a punto



Fuente: Autor desconocido. *Transmisión Wireless*. p. 6.

En el ejemplo de la figura 9, se puede comprobar que todos los puestos de red se conectan entre ellos usando dispositivos inalámbricos. Unos mediante USB, otros con PCMCIA y, por último, mediante PCI en las computadoras *desktop*. Todas las computadoras son capaces de ejecutar cualquier función de red igual que si estuviesen conectados mediante cables. De este modo se puede:

- Compartir hardware como impresoras, CD-ROM.
- Compartir aplicaciones y archivos. Una de las computadoras puede ejercer de servidor de aplicaciones/archivos.

- Compartir la conexión a internet. Siempre y cuando se tenga el software adecuado (*proxy*) y el hardware necesario (módem de acceso).

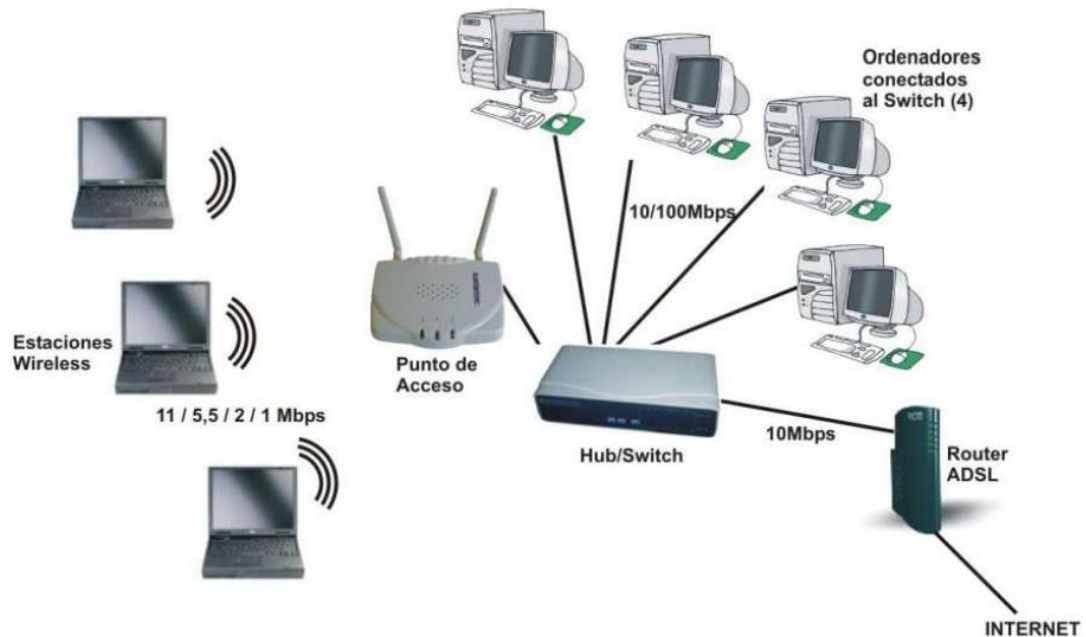
### 1.5.1.2. Configuración basada en punto de acceso

Son concentradores inalámbricos y su principal función es la de conectar dispositivos inalámbricos con dispositivos basados en cable. Esta es la típica instalación que se plantea en las empresas que ya disponen de una red convencional basada en cable y que quieren utilizar computadoras inalámbricas con las mismas funcionalidades que los conectados por cable.

En la figura 10 se puede ver una red convencional de 4 computadoras conectadas a un *switch* con un *router* de acceso a internet. En este caso no hay problema para instalar un *router*, ya que existe un *switch* al cual conectarlo.

Al punto de acceso llegan todas las señales inalámbricas de las computadoras portátiles y él se encarga de hacerlas llegar al *switch*. Es importante ver que las computadoras inalámbricas no tienen conexión entre ellas, sino contra el punto de acceso. Si el punto de acceso se apaga, la parte inalámbrica de la red deja de funcionar.

Figura 10. **Configuración punto de acceso**



Fuente: Autor desconocido. *Transmisión Wireless*. p. 7.

En este tipo de instalaciones, las computadoras que acceden a la red de forma inalámbrica disponen de todas las funcionalidades de las computadoras conectadas mediante cable, por ejemplo: acceso a internet, a servidores o impresoras de red, entre otros.

### 1.5.2. Configuraciones inalámbricas en exteriores

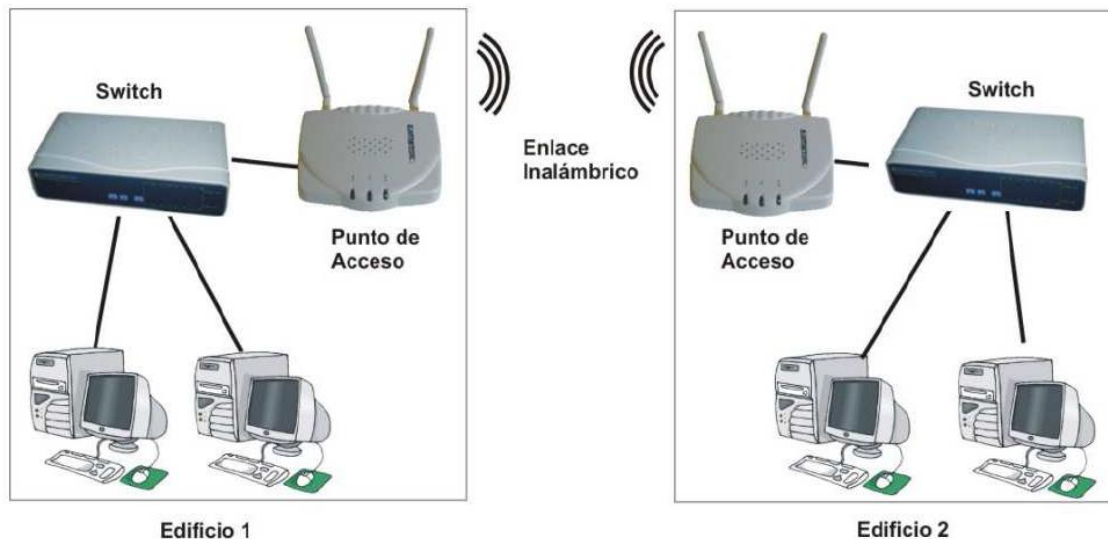
Las instalaciones inalámbricas de exterior pueden complicarse, no solo por la necesidad en muchos casos de instalar antenas que amplifiquen la señal, sino por los inconvenientes generados por las largas distancias u obstáculos. Además, cada red de exterior es diferente e igual que las necesidades de conexión. A continuación se enumeran los casos más habituales de instalación

de exteriores, primero por el tipo de instalación y luego por el hardware involucrado.

### 1.5.2.1. Configuración tipo puente punto a punto

Una de las funciones más pedidas por los usuarios de redes suele ser la función *bridge* o puente. Esta función sirve para conectar dos redes situadas en edificios diferentes y de ese modo ahorrarse la tubería, obra civil y el cableado que conecte ambas redes. La instalación típica se muestra en la figura 11.

Figura 11. Configuración tipo puente punto a punto



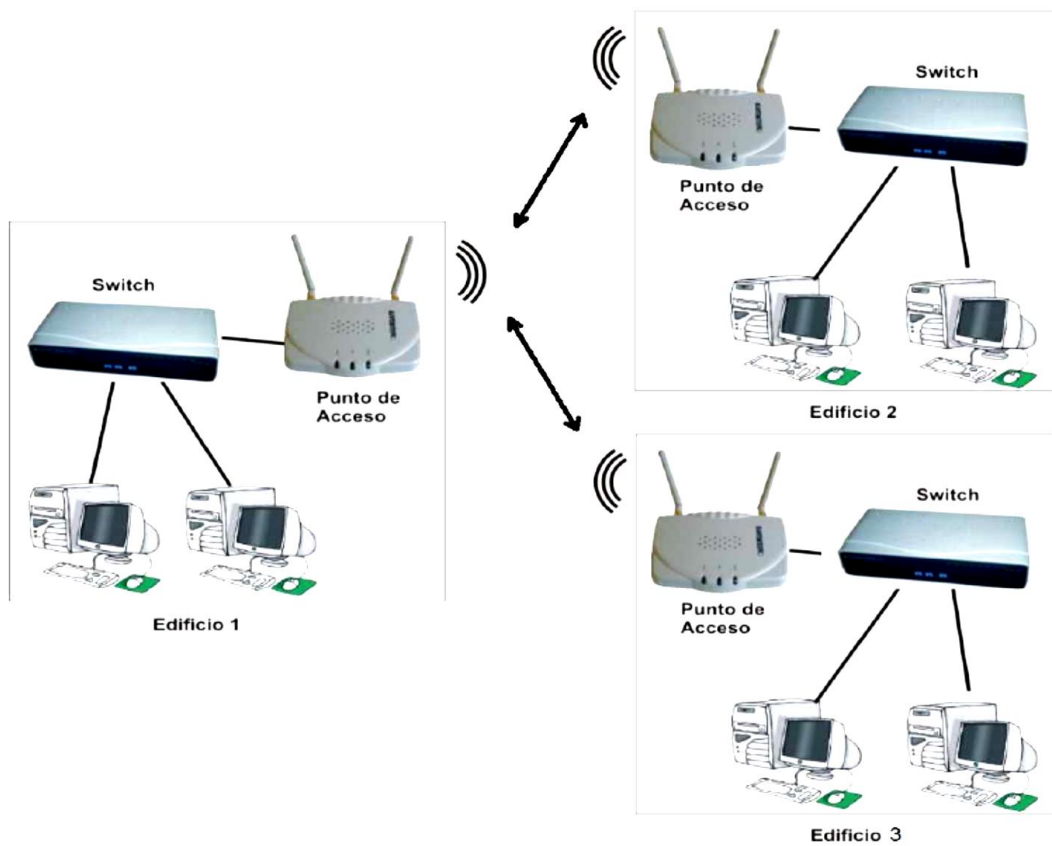
Fuente: Autor desconocido. *Transmisión Wireless*. p. 8.

En este caso, los puntos de acceso no funcionan como concentrador inalámbrico para computadoras inalámbricas. Su única función es la de conectar con el punto de acceso de la otra oficina y hacer de puente o *bridge* entre las computadoras del edificio 1 y 2. Bajo esta configuración ninguna



computadora inalámbrica podrá conectarse directamente a estos puntos de acceso. Será necesario instalar un punto de acceso inalámbrico y en modo punto de acceso conectado al *switch* de un edificio para que las computadoras inalámbricas puedan conectarse a la red.

Figura 12. **Configuración tipo puente punto a multipunto**

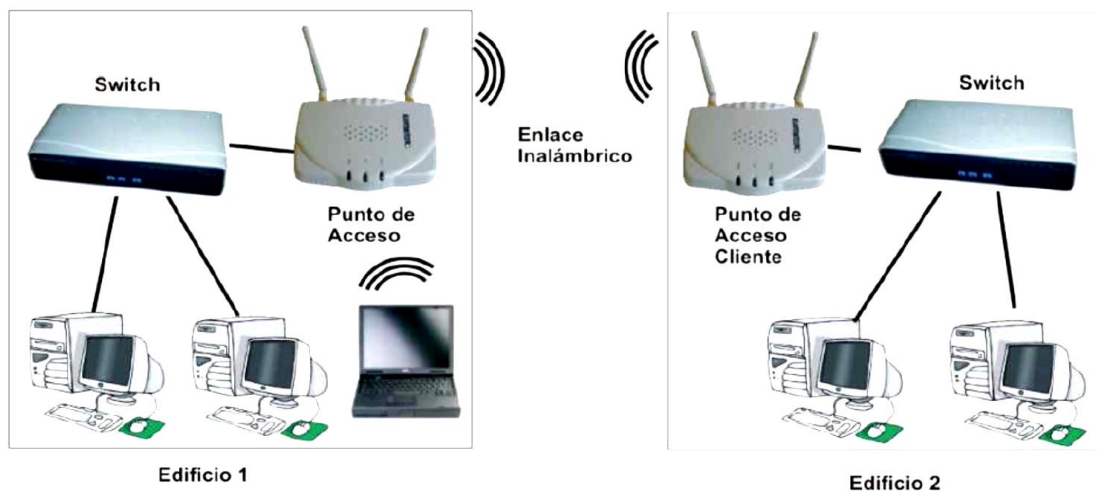


Fuente: Autor desconocido. *Transmisión Wireless*. p. 6.

### 1.5.2.2. Configuración tipo puente punto a multipunto

Esta función se utiliza cuando se necesitan interconectar más de dos edificios. En el siguiente ejemplo se interconectan tres edificios (ver figura 12): el edificio 1 es el encargado de enlazar a los 2 y 3, siempre con la función *bridge*. Bajo esta funcionalidad ninguna computadora portátil podrá tener acceso a ninguno de estos puntos de acceso, ya que es una configuración cerrada.

Figura 13. Configuración tipo punto de acceso-cliente



Fuente: Autor desconocido. *Transmisión Wireless*. p. 8.

### 1.5.2.3. Configuración tipo punto de acceso-cliente

En este caso, el punto de acceso del edificio 1 está configurado como punto de acceso, no como puente (ver figura 13). Este dispositivo dará servicio

a los ordenadores que accedan a él de forma inalámbrica. Como tiene la función puente deshabilitada no sería capaz de conectar con el otro edificio.

Por eso se ha configurado el punto de acceso del edificio 2 como punto de acceso cliente, de ese modo actúa igual que cualquier computadora inalámbrica accediendo al punto de acceso del edificio 1. Este sistema de conexión entre edificios es menos eficiente y menos seguro, pero es mucho más flexible.



## 2. INSTALACIÓN Y MONTAJE

Para realizar la instalación y montaje de los dispositivos, fue necesaria la visita a cada uno de los edificios para establecer los puntos de conexión, transmisión y recepción. Dentro de este recorrido se realizaron las evaluaciones correspondientes desde la Facultad de Ingeniería, edificio T-4 y con indicaciones del personal del Departamento de Procesamiento de Datos para identificar las líneas correspondientes.

Figura 14. **Panorámica de edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)**



Fuente: Google Earth. [Consulta: marzo de 2014].

## **2.1. Recorrido alrededor de los edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)**

Se realizó una visita para el reconocimiento general de los edificios en cuestión y de las áreas alrededor de ellos. También se utilizó la aplicación de Google Earth para obtener una fotografía aérea correspondiente, ver figura 14.

## **2.2. Definición de puntos de conexión y solicitud de permisos respectivos**

Para realizar la conexión y los permisos de ingreso a los edificios fue necesario entrevistarse con los responsables y contar con la autorización de la Secretaría Adjunta de la Facultad de Ingeniería.

### **2.2.1. Edificio T7**

Se tuvo una reunión con la secretaria adjunta y con personal del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, para solicitar los permisos necesarios e ingresar a las instalaciones del edificio.

Durante una visita posterior y con la autorización correspondiente, se ingresó a tomar medidas para realizar el diseño de la estructura de la red y determinar si era necesaria la colocación de antena o equipo transmisor.

### **2.2.2. Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)**

Se tuvo una reunión con la secretaria adjunta para explicarle los alcances del proyecto y solicitarle los permisos respectivos. Luego se realizó un recorrido en los edificios, el cual es nuevo, y esto facilitó el determinar los puntos de

conexión de computadoras, teléfonos e equipo inalámbrico. En esta misma visita se determinó que, debido al número de puntos requeridos, no era conveniente una instalación inalámbrica externa punto-punto, y se cablearían desde el edificio usando una tubería subterránea. Aunque esta parte del proyecto quedó pendiente debido a la falta de permisos para realizar la excavación y colocación de la tubería entre los dos edificios.

### **2.3. Instalación de *switches* y cables**

Para la instalación del equipo se instaló una fibra que sale del *switch* del Centro de Cálculo del edificio del T-3 de la Facultad de Ingeniería, para integrar la señal de internet y datos hacia los edificios del T7 y Centro de Investigaciones, con señal de fibra en todo el recorrido, para tener la máxima velocidad en Gb se busca, mínimo que sea de 1 Gb. En los receptores que se instalaron en los edificios T7 y Centro de Investigaciones se buscaron ductos y vías para la instalación de fibra óptica de interconexión entre los edificios, ya que a solicitud del Centro de Cálculo se requirió la interconexión por este medio y no el uso de antenas para cubrir el recorrido.

#### **2.3.1. Edificio T7**

Se instaló un equipo marca Juniper EX2200, configurada como receptor y enlace de Gbic, para obtener la velocidad en Gb en el 2 nivel del edificio M-6.

#### **2.3.2. Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)**

Se instaló un equipo marca Juniper EX2200, configurada como receptor y enlace de Gbic para obtener la velocidad en Gb en el primer nivel del Centro de Investigaciones

## **2.4. Instalación de *switches* y cables**

El cable utilizado para llevar la señal de los *switches* a las computadoras fue de tipo categoría 5e. Todo el cableado se hizo a través de tubería eléctrica tipo PVC de 2", y se utilizó parte del ducto de la Facultad de Ingeniería, autorizado por la División de Servicios Generales

### **2.4.1. Edificio T7**

Para que la ampliación de la red hacia el edificio T7 fuera eficiente y cumplir con las condiciones de conectividad establecidas por el Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería, se utilizó el equipo y materiales del siguiente listado:

- 65 metros de cable de fibra monomodo
- 200 metros de cable UTP 5e
- 1 gabinete cerrado de 9u
- 2 pach panel de 24 posiciones 5e
- 48 pach cord de 3 pies cat 5 e
- 1 *switch* Juniper 2200
- 1 Gbic con conector de fibra
- 20 dados cat 5 e rojos
- 20 dados cat 5 e azules
- 40 placas de cat 5 e



#### **2.4.2. Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones)**

Los materiales utilizados para la instalación de red y equipo de recepción de datos en este edificio se detallan a continuación.

- 100 metros de cable de fibra monomodo
- 150 metros de cable UTP 5e
- 1 gabinete cerrado de 9u
- 2 pach panel de 24 posiciones 5e
- 48 pach cord de 3 pies cat 5 e
- 1 *switch* Juniper 2200
- 1 Gbic con conector de fibra
- 17 dados cat 5 e rojos
- 17 dados cat 5 e azules
- 20 placas de cat 5 e
- 1 poste de aluminio
- caja de interconexion
- 1 metro cúbico de cemento
- 4 anclajes



### **3. CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DE EQUIPOS**

Estos dispositivos se configuran a través de una conexión web. Utilizando un navegador como Internet Explorer o Google Chrome se puede acceder al menú de configuración ingresando la dirección IP del equipo, el usuario y contraseña.

#### **3.1. Descripción general del dispositivos**

A continuación se describen las características generales, eléctricas, físicas, ambientales de los equipos inalámbricos que son muy importantes para futuras ampliaciones o nuevas instalaciones.

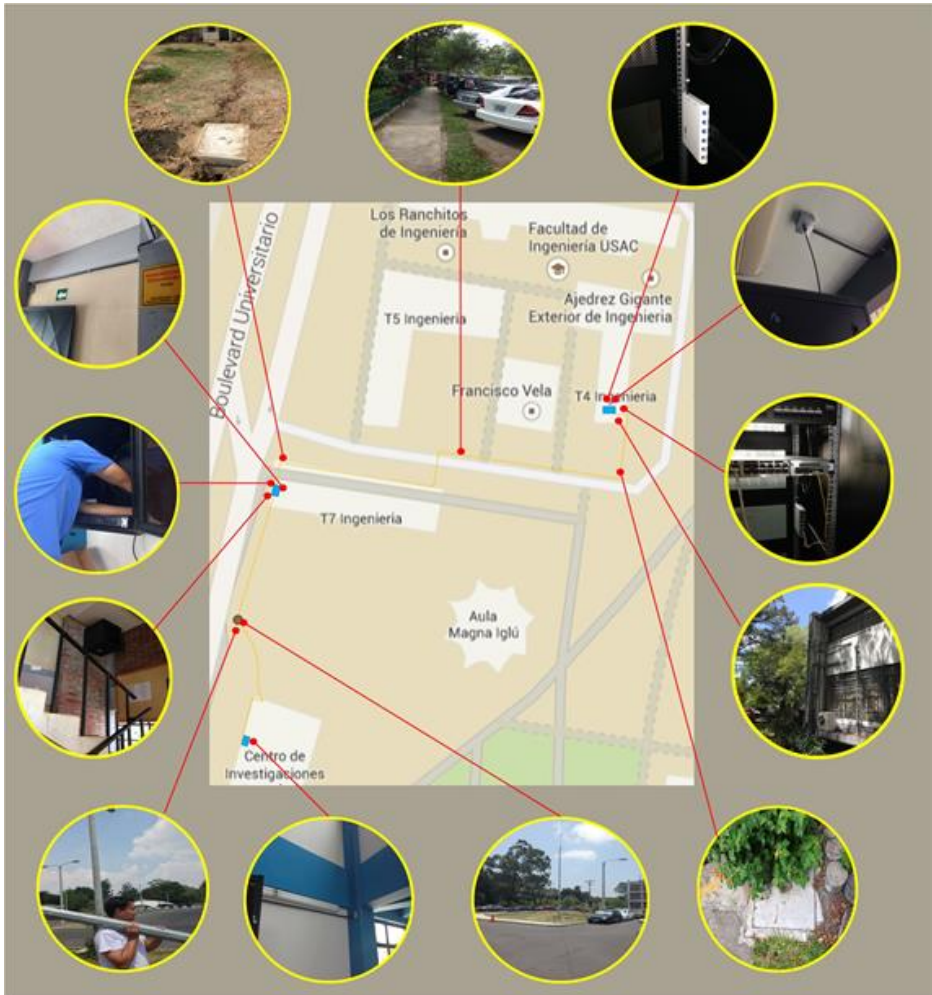
##### **3.1.1. Información del sistema**

El conmutador Ethernet EX2200 es un dispositivo de 1 RU, de baja potencia y baja emisión acústica que está diseñado para instalaciones en armarios de datos y oficinas abiertas. Es una solución que responde a las necesidades de acceso de baja densidad de las instituciones y empresas.

El conmutador EX2200 ofrece 24 puertos 10/100/1000BASE-T.

El dispositivo es escalable y se puede implementar con la tecnología Virtual Chassis de Juniper, que puede conectar hasta cuatro conmutadores EX2200 como un único dispositivo. El conmutador puede conectarse fácilmente al área de datos troncal mediante los puertos de conexión activa Gigabit Ethernet del panel frontal del dispositivo.

Figura 15. **Dispositivos**



Fuente: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 16. **Detalle de las especificaciones**



<b>Especificaciones conmutador EX2200</b>	
Form factor	Fija
Dimensiones (A x L x P)	44.1 x 4.4 x 25.4 cm (17.4 x 1.7 x 10 plg.)
	1 unidad de rack
Transferencia de datos	56 Gbps
Rendimiento	42 Mpps (wire speed)
Sistema operativo	JUNOS
Monitoreo de tráfico	sFlow
Colas de QoS / puertos	8
Direcciones MAC	16 000
Paquetes Jumbo	9 216 Bytes
IPv4 Unicast / rutas multicast	6 500 / 1000
IPv6 Unicast / rutas multicast	N/A
VLANs	1 024
Entradas ARP	2 000
Garantía	Garantía extendida limitada de Hardware de por vida

Fuente: SPECSSEN. <http://es.specsen.com/routers-and-switches-juniper/juniper-ex2200-24t-4g/>. Consulta: abril de 2015.

La línea EX2200 de Juniper Networks de conmutadores Ethernet ofrece una solución compacta y de alto rendimiento para soportar los despliegues de acceso a redes convergentes de hoy. Cada *switch* EX2200 incluye un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) a base de reenvío de paquetes del motor (PFE) con una CPU integrada para entregar constantemente reenvío a velocidad de cable, incluso con todas las características del plano de control habilitadas.

#### Arquitectura del equipo y componentes destacados

El EX2200 ocupa una sola unidad de *rack*, ofreciendo una solución compacta para armarios de cableado de hacinamiento y lugares de acceso donde el espacio y el poder están en un premio. Profundidad de 10 pulgadas del *switch* EX2200 y su baja emisión acústica también lo hacen ideal para implementaciones de oficina abierta.

Cada *switch* EX2200 soporta cuatro puertos de enlace ascendente fijos delanteros panel de GbE con ópticas enchufables (no incluido) para las conexiones troncales o agregación de enlaces de alta velocidad entre los armarios de cableado y *switches* de agregación de aguas arriba. El EX2200 también cuenta con un botón de modo de panel frontal que ofrece una sencilla interfaz para la conexión de dispositivos y selección de los modos LED.

Un panel trasero puerto RJ-45 Ethernet dedicado está disponible para la administración fuera de banda, mientras que un puerto USB del panel trasero se puede utilizar para cargar fácilmente los archivos del sistema operativo Junos y configuración.

Características y beneficios son detallados a continuación:

- Características de alta disponibilidad

Para evitar las complejidades del protocolo Spanning Tree (STP) sin sacrificar la resistencia de la red, el EX2200 emplea a un grupo de enlaces redundantes para proporcionar la redundancia puerto necesario y simplificar la configuración del *switch*.

El EX2200 corre el mismo sistema operativo Junos usado por otros Switches Juniper Networks Ethernet EX Series, así como todos los *routers* de Juniper y Juniper Networks SRX Series Services Gateways. Mediante la utilización de un sistema operativo común, Juniper entrega una aplicación coherente y el funcionamiento de las funciones del plano de control en todos los productos.

Estos atributos son fundamentales para el valor de la base del software, permitiendo a todos los productos que funcionan con sistema operativo Junos ser actualizado de forma simultánea con la misma versión de software. Todas las funciones son totalmente regresión-probado, por lo que cada nueva versión de un verdadero superconjunto de la versión anterior. Los clientes pueden instalar el software con la plena confianza de que se mantendrán y funcionan de la misma manera todas las capacidades existentes.

- Ambientes convergentes

El EX2200 ofrece los más altos niveles de flexibilidad y características de su clase para los datos, voz y entornos convergentes de video más exigentes, ofreciendo una plataforma fiable para las comunicaciones empresariales unificadores.

Al proporcionar un total de 15,4 vatios de clase 3 PoE a los teléfonos VoIP, cámaras de seguridad de circuito cerrado, puntos de acceso inalámbricos y otros dispositivos habilitados para IP, el EX2200 ofrece una solución para la convergencia de redes dispares en una única infraestructura IP. El EX2200 PoE switches también soportan basada en estándares 802.3at PoE + para la alimentación de los dispositivos de red como de radio múltiple IEEE 802.11n puntos de acceso inalámbricos y teléfonos de video que pueden requerir más energía que está disponible con IEEE 802.3af.

Para facilitar la implementación, el EX2200 soporta la capa de enlace estándar de la industria Discovery Protocol (LLDP) y LLDP-Media Punto de Discovery Protocol (LLDP-MED), permitiendo a los interruptores para descubrir automáticamente los dispositivos Ethernet habilitados, a determinar sus requerimientos de energía, y asignar virtuales LAN (VLAN) membresía.

Además, el EX2200 admite calidad de servicio (QoS rica) funcionalidad para priorizar datos, voz y tráfico de video. Los *switches* soportan ocho (CoS) colas de clase de servicio en todos los puertos, lo que les permite mantener varios niveles, priorizaciones de tráfico de extremo a extremo. El EX2200 también es compatible con una amplia gama de opciones de política, incluyendo prioridad estricta, baja latencia, la detección temprana aleatoria ponderada (WRED), y el déficit de forma ponderada-*round* robin (SDWRR) haciendo cola.

- Seguridad

El EX2200 integra completamente con Juniper Networks Control de Acceso Unificado, que consolida todos los aspectos de la identidad, el



dispositivo y la localización del usuario. Esto permite a los administradores a cumplir el control de acceso y seguridad hasta el puerto o usuario individual.

Trabajando como un punto de cumplimiento dentro de UAC, el EX2200 ofrece tanto 802.1X control de acceso a nivel de puerto basada en estándares para múltiples dispositivos por puerto y Capa 2-4 de cumplimiento de políticas basadas en la identidad del usuario, ubicación, y el dispositivo. La identidad de un usuario, el tipo de aparato, control de la postura de la máquina, y la ubicación se pueden utilizar para determinar si se debe conceder acceso y por cuánto tiempo. Si se concede el acceso, el interruptor asigna el dispositivo del usuario a una VLAN específica basada en la política de autorización. El interruptor también se puede aplicar políticas de seguridad, políticas de calidad de servicio, o de ambos, o puede reflejar el tráfico de usuarios a una ubicación central para el registro, supervisión o detección de amenazas por los sistemas de prevención de intrusiones.

El EX2200 proporciona un completo conjunto de características integradas de seguridad portuaria y de detección de amenazas, incluyendo Dynamic Host Configuration Protocol IGMP (DHCP), Dynamic ARP Inspection (DAI), y el control de acceso al medio (MAC) que limita a defenderse contra la suplantación de identidad interna y externa, el hombre -en-el-medio, y la denegación de servicio (DoS)

- Operación y gestión simplificada

El EX2200 incluye perfiles de puertos que permiten a los administradores de red configurar automáticamente los puertos con la seguridad, calidad de servicio, y otros parámetros en función del tipo de dispositivo conectado al puerto. Seis perfiles preconfigurados están disponibles, incluyendo defecto, de

escritorio, de teléfonos IP, puntos de acceso WLAN, enlace ascendente enrutado, y la capa 2 de enlace ascendente. Los usuarios pueden seleccionar los perfiles existentes o crear su propio y aplicarlas a través de la interfaz de línea de comandos (CLI), la interfaz del software J-Web, o el sistema de gestión.

Además, una característica llamada instantánea del sistema hace una copia de todos los archivos del software utilizado para ejecutar el interruptor (incluyendo el sistema operativo Junos, la configuración activa y la configuración de rescate), que se puede utilizar para reiniciar el conmutador en la próxima puesta en marcha o como una opción de arranque de copia de seguridad. El software del sistema operativo Junos, también puede ser pre-instalado en una unidad *flash* y se utiliza para arrancar el EX2200 en cualquier momento.

Otra característica denominada descarga automática de software, permite a los administradores de red para actualizar fácilmente el EX2200 mediante el proceso de intercambio de mensajes DHCP para descargar e instalar paquetes de software. Los usuarios, simplemente configuran la función de descarga automática de software en EX2200 interruptores actuando como clientes DHCP y establecen una ruta de acceso al servidor donde está instalado el archivo del paquete de software. El servidor comunica la ruta de acceso al archivo del paquete de software a través de los mensajes del servidor DHCP.

Cuatro opciones de gestión del sistema están disponibles para la línea EX2200.

La interfaz de gestión estándar del sistema operativo Junos CLI. Ofrece las mismas capacidades granulares y parámetros de secuencias de comandos

que se encuentra en cualquier *router*, este funciona con el sistema operativo Junos.

El EX2200 también incluye la interfaz integrada J en web, el administrador de dispositivos basados en web incorporado que permite a los usuarios configurar, supervisar, solucionar problemas y realizar el mantenimiento del sistema de interruptores individuales a través de una interfaz gráfica basada en navegador.

El administrador de red y seguridad proporciona una gestión a nivel de sistema en todas las redes de Juniper *switches* en la red desde una única consola.

Por último, la culpa EX2200, la configuración y los datos de rendimiento se pueden exportar a los sistemas de gestión de terceros líderes como IBM Tivoli y software Computer Associates Unicenter, proporcionando una visión completa y consolidada de las operaciones de red.

- Características de capa física
  - Physical port redundancy: Redundant Trunk Group (RTG).
  - Time-domain reflectometry (TDR) *for detecting cable breaks and shorts.*
  - Auto MDI/MDIX (*medium-dependent interface/medium-dependent interface crossover*) support.
  - *Port speed downshift/setting maximum advertised speed on 10/100/1000BASE-T ports.*

- Capacidades de conmutación de paquetes
  - 24P/24T: 56 Gbps
  - 48P/48T: 104 Gbps
  
- *Layer 2 throughput (Mpps)*
  - 24 port switches: 41.7 Mpps (*wire speed*)
  - 48 port switches: 77.4 Mpps (*wire speed*)
  
- *Layer 2 switching*
  - *Maximum MAC addresses per system: 8,000*
  - *Static MAC entries: 8,000*
  - *Jumbo frames: 9216 bytes*
  - *Number of VLANs: 1,024*
  - *Port-based VLAN*
  - *MAC-based VLAN*
  - *Voice VLAN*
  - *Compatible with Per-VLAN Spanning Tree Plus (PVST+)*
  - *Routed VLAN Interface (RVI )*
  - *IEEE 802.1AB: Link Layer Discovery Protocol (LLDP)*
  - *LLDP-MED with VoIP integration*
  - *IEEE 802.1D: Spanning Tree Protocol*
  - *IEEE 802.1p: CoS prioritization*
  - *IEEE 802.1Q: VLAN tagging*
  - *IEEE 802.1s: Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)*
  - *Number of MST instances supported: 64*
  - *IEEE 802.1w: Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)*

- *IEEE 802.1X: Port Access Control*
- *IEEE 802.3: 10BASE-T*
- *IEEE 802.3u: 100BASE-T*
- *IEEE 802.3ab: 1000BASE-T*
- *IEEE 802.3z: 1000BASE-X*
- *IEEE 802.3af: PoE*
- *IEEE 802.3at: PoE+*
- *IEEE 802.3x: Pause Frames/Flow Control*
- *IEEE 802.3ad: Link Aggregation Control Protocol (LACP)*
  
- *Layer 3 features: IPv4*
  - *Maximum number of Address Resolution Protocol (ARP) entries: 2,000*
  - *Maximum number of IPv4 Unicast routes in hardware: 6500*
  - *Routing protocols: RIPv1/v2*
  - *Static routing*
  - *IP directed broadcast*
  
- *Layer 3 features: IPv6 management functionality*
  - *Neighbor discovery*
  - *Syslog*
  - *Telnet*
  - *SSH*
  - *J-Web*
  - *SNMP*
  - *NTP*
  - *DNS*

- *RADIUS over IPv6*
- *RFCs soportados*
  - *RFC 2925 MIB for remote ping, trace*
  - *RFC 1122 Host requirements*
  - *RFC 768 UDP*
  - *RFC 791 IP*
  - *RFC 783 Trivial File Transfer Protocol (TFTP)*
  - *RFC 792 Internet Control Message Protocol (ICMP)*
  - *RFC 793 TCP*
  - *RFC 826 ARP*
  - *RFC 894 IP over Ethernet*
  - *RFC 903 Reverse ARP (RARP)*
  - *RFC 906 TFTP bootstrap*
  - *RFC 1027 Proxy ARP*
  - *RFC 2068 HTTP server*
  - *RFC 1812 Requirements for IP Version 4 routers*
  - *RFC 1519 Classless Interdomain Routing (CIDR)*
  - *RFC 1256 IPv4 ICMP Router Discovery (IRDP)*
  - *RFC 1058 RIP v1*
  - *RFC 2453 RIP v2*
  - *RFC 1492 TACACS+*
  - *RFC 2138 RADIUS authentication*
  - *RFC 2139 RADIUS accounting*
  - *RFC 3579 RADIUS Extensible Authentication Protocol (EAP) support for 802.1X*
  - *RFC 5176 Dynamic Authorization Extensions to RADIUS*
  - *RFC 2267 Network ingress filtering*

- *RFC 2030 Simple Network Time Protocol (SNTP)*
  - *RFC 854 Telnet client and server*
  - *RFC 951, 1542 BootP*
  - *RFC 2131 BOOTP/DHCP relay agent and DHCP server*
  - *RFC 1591 Domain Name System (DNS)*
  - *RFC 2474 DiffServ Precedence, including 8 queues/port*
  - *RFC 2598 DiffServ Expedited Forwarding (EF)*
  - *RFC 2597 DiffServ Assured Forwarding (AF)*
  - *LLDP Media Endpoint Discovery (LLDP-MED), ANSI/TIA-1057, draft 08*
- **Seguridad**
    - *MAC limiting*
    - *Allowed MAC addresses (configurable per port)*
    - *Dynamic ARP inspection (DAI)*
    - *Proxy ARP*
    - *Static ARP support*
    - *DHCP snooping*
    - *IP source guard*
    - *802.1X port-based*
    - *802.1X multiple supplicants*
    - *802.1X with VLAN assignment*
    - *802.1X with authentication bypass access (based on host MAC address)*
    - *802.1X with VoIP VLAN support*
    - *802.1X dynamic ACL based on RADIUS attributes*

- *802.1X Supported EAP types: Message Digest 5 (MD5), Transport Layer Security (TLS), Tunneled Transport Layer Security (TTLS), Protected Extensible Authentication Protocol (PEAP)*
  - *Access control lists (ACLs) (Junos OS firewall filters)*
  - *Port-based ACL (PACL): Ingress*
  - *VLAN-based ACL (VACL): Ingress and egress*
  - *Router-based ACL (RACL): Ingress and egress*
  - *Security (continued)*
  - *ACL entries (ACE) in hardware per system: 1,500*
  - *ACL counter for denied packets*
  - *ACL counter for permitted packets*
  - *Ability to add/remove/change ACL entries in middle of list (ACL editing)*
  - *L2-L4 ACL*
  - *Trusted Network Connect (TNC) certified*
  - *Static MAC authentication*
  - *MAC-RADIUS*
  - *Control plane DoS protection*
- *Alta disponibilidad*
    - *Link aggregation*
    - *802.3ad (LACP) support:*
      - *Number of LAGs supported: 32*
      - *Maximum number of ports per LAG: 8*
      - *LAG load sharing algorithm: Bridged Unicast Traffic*
      - *IP: S/D MAC, S/D IP*
      - *TCP/UDP: S/D MAC, S/D IP, S/D Port*
      - *Non-IP: S/D MAC*



- *LAG sharing algorithm: Routed Unicast Traffic*
- *IP: S/D IP*
- *TCP/UDP: S/D IP, S/D Port*
- *LAG load sharing algorithm: Bridged Multicast Traffic*
- *IP: S/D MAC, S/D IP*
- *TCP/UDP: S/D MAC, S/D IP, S/D Port*
- *Non-IP: S/D MAC*
- *LAG sharing algorithm: Routed Multicast Traffic*
- *IP: S/D IP*
- *TCP/UDP: S/D IP, S/D Port*
- *Tagged ports support in LAG*
  
- **Calidad de servicio**
  - *Layer 2 QoS*
  - *Layer 3 QoS*
  - *Ingress policing: 1 rate 2 color*
  - *Hardware queues per port: 8*
  - *Scheduling methods (egress): Strict priority (SP), shaped deficit weighted round-robin (SDWRR)*
  - *802.1p, DSCP /IP precedence trust and marking*
  - *L2-L4 classification criteria*
  - *Interface*
  - *MAC address*
  - *Ethertype*
  - *802.1p, VLAN*
  - *IP address*
  - *DSCP/IP precedence*
  - *TCP/UDP port numbers*

- *And so on.*
- *Congestion avoidance capabilities: tail drop.*
- *Multicast (Multicast capability is provided with the optional Advanced License available only from Juniper, part number EX-24-EFL).*
- *IGMP snooping entries: 1,000.*
  
- **Administración y servicios**
  - *Junos OS CLI*
  - *Web interface (J-Web)*
  - *Out-of-band management: Serial, 10/100BASE-T Ethernet*
  - *ASCII configuration*
  - *Rescue configuration*
  - *Configuration rollback*
  - *Image rollback*
  - *Element management tools: Network and Security Manager*
  - *Proactive services support via Advanced Insight Solutions (AIS)*
  - *Simple Network Management Protocol (SNMP): v1, v2c, v3*
  - *Remote monitoring (RMON) (RFC 2819) Groups 1, 2, 3, 9*
  - *Network Time Protocol (NTP)*
  - *DHCP server*
  - *DHCP client and DHCP proxy*
  - *DHCP relay and helper*
  - *RADIUS authentication*
  - *TACACS+ authentication*
  - *SSHv2*
  - *Secure copy*
  - *HTTP/HTTPs*
  - *DNS resolver*

- Syslog logging
- Temperature sensor
- Configuration backup via FTP/secure copy
  
- MIBs soportados
  - RFC 1155 Structure of Management Information (SMI).
  - RFC 1157 SNMPv1.
  - RFC 1905 RFC 1907 SNMP v2c, SMIV2, and revised MIB-II.
  - RFC 2570-2575 SNMPv3, user-based security, encryption, and authentication.
  - RFC 2576 Coexistence between SNMP Version 1, Version 2 and Version 3.
  - RFC 1212, RFC 1213, RFC 1215 MIB-II, Ethernet-like MIB, and TRAPs.
  - RFC 2578 SNMP Structure of Management Information MIB.
  - RFC 2579 SNMP Textual Conventions for SMIV2.
  - RFC 2925 Ping/traceroute MIB.
  - RFC 2665 Ethernet-like interface MIB.
  - RFC 1643 Ethernet MIB.
  - RFC 1493 Bridge MIB.
  - RFC 2096 IPv4 Forwarding Table MIB.
  - RFC 2011 SNMPv2 for IP using SMIV2.
  - RFC 2012 SNMPv2 for transmission control protocol using SMIV2.
  - RFC 2013 SNMPv2 for user datagram protocol using SMIV2.
  - RFC 2863 Interface MIB.
  - RFC 3413 SNMP Application MIB.
  - RFC 3414 User-based security model for SNMPv3.
  - RFC 3415 View-based Access Control Model for SNMP.

- *RFC 3621 PoE-MIB (PoE switches only).*
  - *RFC 1724 RIPv2 MIB.*
  - *RFC 2863 Interface Group MIB.*
  - *RFC 2819 RMON MIB.*
  - *RFC 2287 System Application Packages MIB.*
  - *RFC 4188 STP and extensions MIB.*
  - *RFC 4363 Definitions of managed objects for bridges with traffic classes, multicast filtering, and VLAN extensions.*
  - *RFC 2922 LLDP MIB.*
  - *Draft – blumenthal – aes – usm – 08.*
  - *Draft – reeder - snmpv3 – usm - 3desede -00.*
- **Manejo de fallas**
    - *Debugging: CLI via console, Telnet, or SSH*
    - *Diagnostics: Show and debug command statistics*
    - *Traffic mirroring (port)*
    - *Traffic mirroring (VLAN)*
    - *ACL-based mirroring*
    - *Mirroring destination ports per system: 1*
    - *LAG port monitoring*
    - *Multiple destination ports monitored to 1 mirror (N:1)*
    - *Maximum number of mirroring sessions: 1*
    - *Mirroring to remote destination (over L2): 1 destination VLAN*
    - *IP tools: Extended ping and trace*
    - *Juniper Networks commit and rollback*

- Especificaciones de hardware
  - DRAM: 512 MB
  - Flash: 1 GB
  - CPU: 800 MHz ARM CPU
  - Densidad de puertos GbE por sistema:
    - 6630-010: 28 (24 host ports + four-port GbE uplinks)
    - 6630-011: 52 (48 host ports+ four-port GbE uplinks)

### **3.1.2. Información de regulación/cumplimiento**

- Certificaciones de seguridad
  - UL-UL60950-1 (primera edición)
  - C-UL to CAN/CSA 22.2 No.60950-1 (primera edición)
  - TUV/GS to EN 60950-1, revisión A1-A4, A11
  - CB-IEC60950-1, variaciones de todos los países
  
- Certificaciones de compatibilidad electromagnética
  - FCC 47CFR parte 15 clase A
  - EN 55022 clase A
  - ICES-003 clase A
  - VCCI clase A
  - AS/NZS CISPR 22 clase A
  - CISPR 22 clase A
  - EN 55024
  - EN 300386
  - CE

- Cumplimiento de regulación NEBS
  - GR-63-Core: NEBS, protección física.
  - GR-1089-Core: EMC y seguridad eléctrica para equipo de telecomunicaciones.
  - Todos los modelos excepto los modelos EX2200-24P-4G y EX2200-48P-4G.
  
- Cumplimiento de regulación ambiental
  - Reducción de sustancias peligrosas (ROHS) 6
  
- Niveles de ruido
  - Mediciones o ruido en base a pruebas operacionales tomadas de posición del observador (delantero) y realizadas a 23 °C en el cumplimiento de la Norma ISO 7779

### **3.1.3. Características físicas, eléctricas y ambientales**

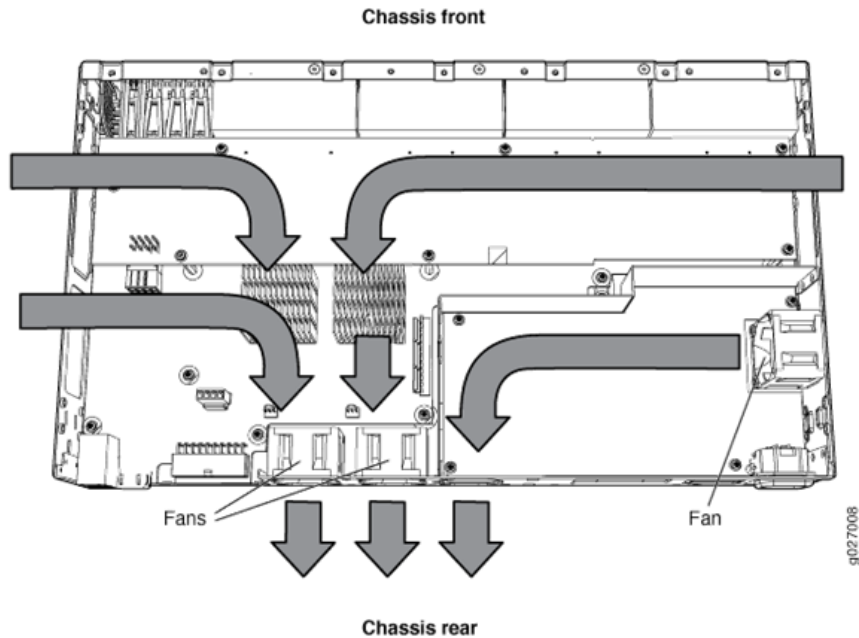
- Especificaciones físicas

Dimensiones de equipo (largo x ancho x profundidad) estas son:

- Largo
  - 44,1 cm (17.4 plg) *for desktop installations*
  - 44,6 cm (17.5 plg) *with rack-mount brackets*
  
- Alto

- 4,45 cm (1.75 plg) para intalación en unidad de *rack* profundidad: 25,43 cm (10 plg)
  - Peso
    - EX2200-24T (6630-010): 6 lb (2,7 kg)
    - EX2200-24P (6630-011): 8 lb (3,6 kg)
    - EX2200-48T (6630-012): 8 lb (3,6 kg)
    - EX2200-48P (6630-013): 10 lb (4,5 kg)
- Consumo de energía eléctrica
  - Modelo de consumo de potencia máxima del sistema ( potencia de entrada sin POE ) presupuesto potencia total POE.
  - 6630-010      50 W AC      0.
  - 6630-011      60 W AC      405 W.
  - 6630-012      76 W AC      0.
  - 6630-013      91 W AC      405 W.
- Rango de operación ambiental
  - Temperatura operacional: 32 – 113 °F (0 – 45 °C)
  - Temperatura de almacenamiento: -40 – 158 °F (-40 – 70 °C)
  - Altitud operativa : hasta 3,048 m (10,000 pies)
  - Altitud no operativa: hasta 4,877 m (16,000 pies)
  - Humedad relativa operativa: 10 – 85 % (sin-condensación)
  - Humedad relativa no-operacional : 0 – 95 % (sin-condensación)

Figura 17. **Chasis**



Fuente: SPECSSEN. <http://es.specsen.com/routers-and-switches-juniper/juniper-ex2200-24t-4g/>.

[Consulta: mayo de 2015].

### 3.2. Encendido y configuración inicial

Para la configuración inicial se procese a desempacar los equipos, verificar que se encuentren todos los dispositivos indicados por el proveedor, instalación del retenedor y luego el *kit* de montaje.



Figura 18. **Detalle de embalaje switch Juniper**

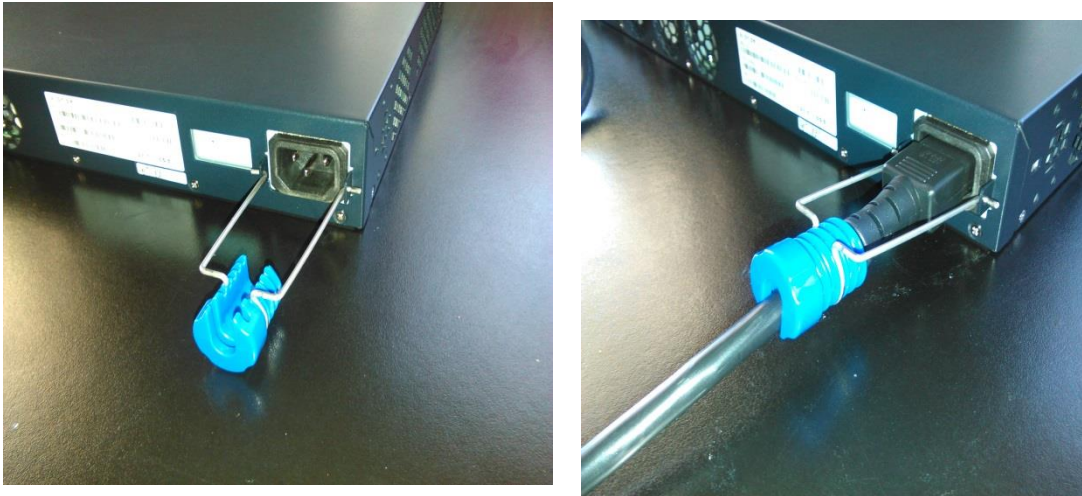


Contenido		
Item	Cantidad	Descripción
1	1	Switch Ethernet Juniper EX2200
2	1	Cable de alimentación AC
3	1	Retenedor de cable AC
4	1	Adaptador DB9 a RJ45
5	1	Cable Ethernet
6	1	Kit para montaje en bastidor con tornillos (8)

Fuente: elaboración propia, con fotografías de los equipos colocados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones nuevas instalaciones.

- Detalle de instalación y configuración inicial

Figura 19. **Instalación de retenedor de seguro de cable y cable de corriente AC**



Fuente: equipos colocados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones nuevas instalaciones.

Figura 20. **Instalación de kit para montaje en bastidor**



Fuente: equipos colocados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones nuevas instalaciones.

### 3.2.1. Conexión de prueba

Se realizaron conexiones de prueba antes de colocar los equipos en los lugares destinados a estos, debido a que posteriormente de la instalación es más difícil la realización de pruebas.

Figura 21. **Instalación de módulo Gbic, puerto ge-0/1/0**



Fuente: equipos colocados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones nuevas instalaciones.

Figura 22. **Instalación de fibra óptica**

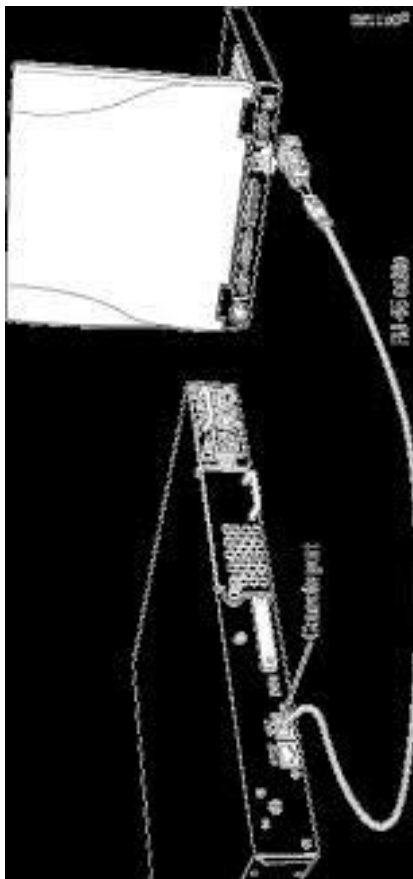


Fuente: equipos colocados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones nuevas instalaciones.

### 3.2.2. Acceso inicial

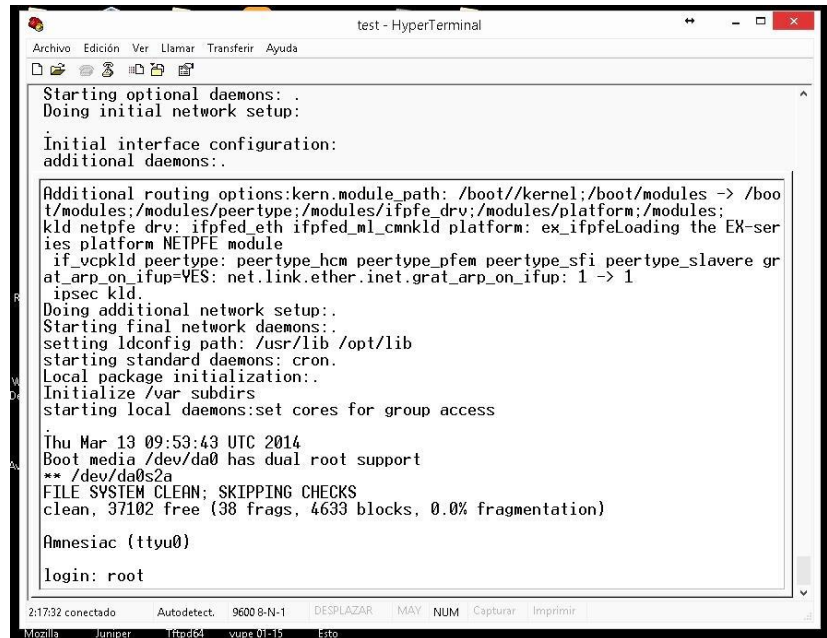
Al tener la infraestructura de red realizada por medio de la conexión serial se realiza el acceso inicial que implica la configuración de los protocolos de conectividad de los equipos y se define los parámetros de funcionalidad de los mismos.

Figura 23. **Mediante conexión serial se accede a la programación, utilizando cable Ethernet y el convertidor RJ45-DB9**



Fuente: SPECSSEN. <http://es.specsen.com/routers-and-switches-juniper/juniper-ex2200-24t-4g/>.  
[Consulta: mayo de 2015].

Figura 24. Inicialización de equipo vía línea de comandos

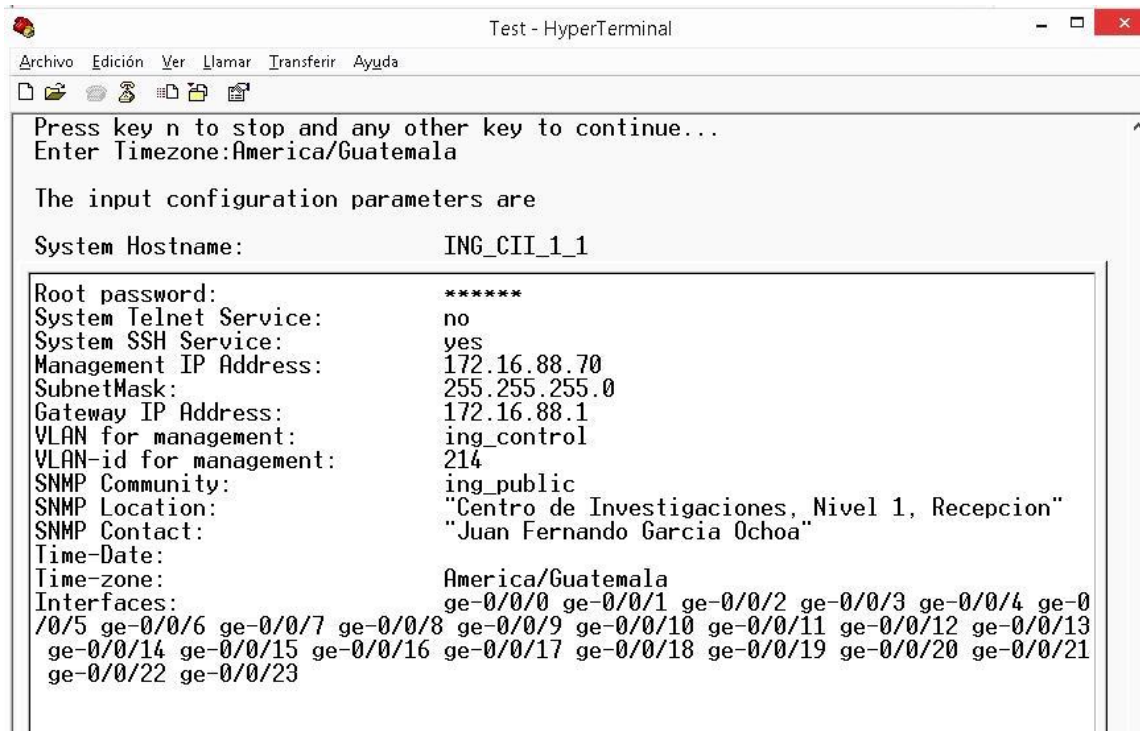


```
test - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
Starting optional daemons: .
Doing initial network setup:
Initial interface configuration:
additional daemons: .
Additional routing options:kern.module_path: /boot//kernel;/boot/modules -> /boot/modules;/modules/peertype;/modules/ifpfe_drv;/modules/platform;/modules:kld netpfe_drv: ifpfed_eth ifpfed_ml_cmnkld platform: ex_ifpfeLoading the EX-series platform NETPFE module
if_vcpkld peertype: peertype_hcm peertype_pfem peertype_sfi peertype_slavere gr at_arp_on_ifup=YES: net.link.ether.inet.grat_arp_on_ifup: 1 -> 1
ipsec kld.
Doing additional network setup: .
Starting final network daemons: .
setting ldconfig path: /usr/lib /opt/lib
starting standard daemons: cron.
Local package initialization: .
Initialize /var subdirs
starting local daemons:set cores for group access
:
Thu Mar 13 09:53:43 UTC 2014
Boot media /dev/da0 has dual root support
** /dev/da0s2a
FILE SYSTEM CLEAN; SKIPPING CHECKS
clean, 37102 free (38 frags, 4633 blocks, 0.0% fragmentation)
Amnesiac (ttyu0)
login: root
2:1732 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLAZAR MAY NUM Capturar Imprimir
Mozilla Juniper Yfppd04 vupe 01-15 Esto
```

Fuente: SPECSSEN. <http://es.specsen.com/routers-and-switches-juniper/juniper-ex2200-24t-4g/>.

[Consulta: mayo de 2015].

Figura 25. Datos iniciales de programación



```
Test - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
Press key n to stop and any other key to continue...
Enter Timezone:America/Guatemala

The input configuration parameters are

System Hostname:          ING_CII_1_1

Root password:           *****
System Telnet Service:   no
System SSH Service:      yes
Management IP Address:   172.16.88.70
SubnetMask:               255.255.255.0
Gateway IP Address:      172.16.88.1
VLAN for management:     ing_control
VLAN-id for management:  214
SNMP Community:          ing_public
SNMP Location:           "Centro de Investigaciones, Nivel 1, Recepcion"
SNMP Contact:            "Juan Fernando Garcia Ochoa"
Time-Date:
Time-zone:                America/Guatemala
Interfaces:               ge-0/0/0 ge-0/0/1 ge-0/0/2 ge-0/0/3 ge-0/0/4 ge-0/0/5
                          ge-0/0/6 ge-0/0/7 ge-0/0/8 ge-0/0/9 ge-0/0/10 ge-0/0/11 ge-0/0/12 ge-0/0/13
                          ge-0/0/14 ge-0/0/15 ge-0/0/16 ge-0/0/17 ge-0/0/18 ge-0/0/19 ge-0/0/20 ge-0/0/21
                          ge-0/0/22 ge-0/0/23
```

Fuente: SPECSSEN. <http://es.specsen.com/routers-and-switches-juniper/juniper-ex2200-24t-4g/>.

[Consulta: mayo de 2015].

Tabla III. Programación de inicial de puertos

Programacion inicial de Puertos				
No.	Id Puerto	Interface	Tipo	Vlan asignada
1	ge-0/0/0	Cobre	Access	201
2	ge-0/0/1	Cobre	Access	201
3	ge-0/0/2	Cobre	Access	201
4	ge-0/0/3	Cobre	Access	201
5	ge-0/0/4	Cobre	Access	201
6	ge-0/0/5	Cobre	Access	201
7	ge-0/0/6	Cobre	Access	201
8	ge-0/0/7	Cobre	Access	201
9	ge-0/0/8	Cobre	Access	201
10	ge-0/0/9	Cobre	Access	201
11	ge-0/0/10	Cobre	Access	201
12	ge-0/0/11	Cobre	Access	201
13	ge-0/0/12	Cobre	Access	201
14	ge-0/0/13	Cobre	Access	201
15	ge-0/0/14	Cobre	Access	201
16	ge-0/0/15	Cobre	Access	201
17	ge-0/0/16	Cobre	Access	201
18	ge-0/0/17	Cobre	Access	201
19	ge-0/0/18	Cobre	Access	201
20	ge-0/0/19	Cobre	Access	201
21	ge-0/0/20	Cobre	Access	201
22	ge-0/0/21	Cobre	Access	201
23	ge-0/0/22	Cobre	Access	201
24	ge-0/0/23	Cobre	Access	201
25	ge-0/1/0	Fibra	Trunk	10, 201, 214
26	ge-0/1/1	N/A	N/A	N/A
27	ge-0/1/2	N/A	N/A	N/A
28	ge-0/1/3	N/A	N/A	N/A

Fuente: SPECSSEN. <http://es.specsen.com/routers-and-switches-juniper/juniper-ex2200-24t-4g/>.

[Consulta: mayo de 2015].

### **3.3. Página de configuración principal**

Esta página muestra un resumen del estado del enlace, valores actuales básicos de la programación (dependiendo del modo operativo), parámetros de red y estadísticas de tráfico de todas las interfaces.

### **3.4. Página de configuración inalámbrica**

Describe todos los datos que determinan la forma en que funcionará el dispositivo en la parte de transmisión y recepción inalámbrica.

### **3.5. Página de configuración de red**

La línea EX2200 de *switches* Ethernet de Juniper es ideal para la implementación en redes de oficinas y campus, el mismo entrega niveles de performance y costos normalmente asociados con *switches* de mucho mayor valor.

### **3.6. Página de configuración avanzada**

Además de ofrecer conectividad VPN, los *gateways* MAG con Junos Pulse permiten verificar que los dispositivos que se conectan a la red de la organización cumplan con ciertas características. antes de permitir o no la conexión (¿Está el antivirus del usuario actualizado? ¿Es la versión correcta de SO autorizada por la compañía instalada en el dispositivo que se intenta conectar?).



### **3.7. Página de configuración de servicios**

Para crear una red que va desde lo más simple hasta un esquema de cientos de sucursales con un data center centralizado. Una gran gama de opciones permite la configuración del rendimiento, la funcionalidad y el precio escalado para adaptarse a una gran variedad de usuarios, desde unos pocos hasta miles de ellos.

### **3.8. Página de configuración de sistema**

Los dispositivos de Juniper Networks protegen la red de todas las formas de ataques y *malware* mientras que simultáneamente proveen de comunicaciones *Bussiness-to-Bussiness* seguras.

### **3.9. Programación realizada en los equipos instalados en los edificios**

Los equipos deben ser programados según las características del servicio y las condiciones de la red en la cual funcionarán, para lo cual se trabajan los protocolos correspondientes a ellos, el cuadro de programación correspondiente se detalla en la tabla IV.

Tabla IV. **Cuadro de programación switch Juniper EX2200**

System Hostname	ING_CII_1_1
Root password	*****
System Telnet Service	No
System SSH Service	Yes
Management IP Address	172.16.88.70
SubnetMask	255.255.255.0
Gateway IP Address	172.16.88.1
VLAN for management	ing_control
VLAN-id for management	214
SNMP Community	ing_public
SNMP Location	Centro de Investigaciones, nivel 1, recepción
SNMP Contact	Juan Fernando García Ochoa
Time-zone	América/Guatemala
Interfaces	ge-0/1/0

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Programación inicial de switch, mediante interface de comandos**

```
set version 11.4R5.5
set system host-name ING_CII_1_1
set system time-zone America/Guatemala
set system root-authentication encrypted-password bJ5Jx85.WZT6M
set system services ssh protocol-version v2
set system services netconf ssh
set system services web-management http
set system syslog user * any emergency
set system syslog file messages any notice
set system syslog file messages authorization info
set system syslog file interactive-commands interactive-commands any
set interfaces ge-0/0/0 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/0 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/1 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/1 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/2 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/2 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/3 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/3 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/4 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/4 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/5 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/5 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/6 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/6 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/7 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/7 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/8 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/8 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/9 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/9 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
```

Continuación de la tabla V.

```
set interfaces ge-0/0/10 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/10 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/11 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/11 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/12 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/12 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/13 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/13 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/14 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/14 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/15 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/15 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/16 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/16 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/17 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/17 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/18 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/18 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/19 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/19 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/20 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/20 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/21 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/21 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/22 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/22 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/0/23 unit 0 family ethernet-switching port-mode access
set interfaces ge-0/0/23 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/1/0 unit 0 family ethernet-switching port-mode trunk
set interfaces ge-0/1/0 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_control
set interfaces ge-0/1/0 unit 0 family ethernet-switching vlan members ing_lan
set interfaces ge-0/1/0 unit 0 family ethernet-switching vlan members voip
```

Continuación de la tabla V.

```
set interfaces ge-0/1/1 unit 0 family ethernet-switching
set interfaces ge-0/1/2 unit 0 family ethernet-switching
set interfaces ge-0/1/3 unit 0 family ethernet-switching
set interfaces vlan unit 0 family inet address 172.16.88.70/24
set snmp location "Centro de Investigaciones, Nivel 1, Recepcion"
set snmp contact "Juan Fernando Garcia Ochoa"
set snmp community ing_public authorization read-only
set routing-options static route 0.0.0.0/0 next-hop 172.16.88.1
set protocols igmp-snooping vlan all
set protocols rstp
set protocols lldp interface all
set protocols lldp-med interface all
set ethernet-switching-options storm-control interface all
set vlans ing_control vlan-id 214
set vlans ing_control interface ge-0/1/0.0
set vlans ing_control I3-interface vlan.0
set vlans ing_lan vlan-id 201
set vlans voip vlan-id 10
```

Fuente: elaboración propia.



## **4. CAPACITACIÓN**

### **4.1. Detección de necesidades de capacitación**

Los objetivos de un plan de capacitación son:

#### General

- Promover y propiciar de forma integral la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y destrezas del personal administrativo de base en todos los puestos, para el desempeño eficiente de sus tareas en la institución y mejorar con ello sus condiciones de vida.

#### Específicos

- Fomentar la revaloración del trabajo humano, otorgándole la importancia que le corresponde como medio para la satisfacción de las necesidades materiales, sociales, culturales y laborales de los trabajadores administrativos de base.
- Promover y estimular la identidad institucional del personal administrativo de base, así como la mejora continua de sus habilidades, aptitudes y actitudes a fin de coadyuvar a la modernización y simplificación de los procesos internos de trabajo y capacidades laborales.

- Fortalecer, mejorar y orientar los procesos y mecanismos de capacitación y adiestramiento en favor de la institución y de los trabajadores administrativos de base.
- Actualizar a los trabajadores en sus conocimientos, habilidades y aptitudes, considerando las nuevas tecnologías, maquinarias, herramientas y procesos de organización en sus áreas de trabajo.
- Coadyuvar en la preparación del personal administrativo de base para que realice su trabajo apegado a las normas de seguridad e higiene establecidas.
- Mantener el programa de enseñanza continua para los trabajadores administrativos que se desempeñan en el área de especialización

#### **4.2. Propuesta del plan de capacitación**

Los beneficios de la realización del Plan de Capacitación son los siguientes:

- Productividad: la capacitación ayuda a los empleados a incrementar su rendimiento y desempeño.
- Calidad: cuando los trabajadores están mejor informados acerca de los deberes y responsabilidades realizan su trabajo de una forma adecuada.
- Salud y seguridad: la salud mental y la seguridad física de un empleado están directamente relacionadas con los esfuerzos de capacitación de una organización. La capacitación adecuada puede ayudar a prevenir accidentes laborales.



- Prevención de la obsolescencia: los esfuerzos de capacitación del empleado son necesarios para mantener actualizados a estos de los avances en sus campos laborales respectivos.
- Desarrollo personal: en el ámbito personal, los empleados se benefician de los planes de capacitación, pues le ofrecen una amplia gama de conocimientos, una mayor sensación de competencia, un repertorio más grande de habilidades, que son indicadores de un desarrollo personal.

Con base en los objetivos y los beneficios planteados se propone para todo el personal que realiza las actividades de mantenimiento y servicio, a los equipos de enlace y comunicación, realizar las capacitaciones siguientes:

- Trabajo en equipo
- Mantenimiento y servicio a equipos *switch* Juniper EX2200
- Prevención ante el riesgo eléctrico

#### **4.3. Programa de capacitación**

Los programas de capacitación son importantes, a la vez la planificación para la debida realización de los mismos, por lo que el programa está integrado de la siguiente forma:

- Trabajo en equipo

El trabajo en equipo (*team-building*) es fundamental para el progreso social y del desarrollo humano. Sin embargo, en ocasiones puede resultar difícil o complejo ante la aparición de actitudes como: el individualismo, el aislamiento, el egoísmo y la intolerancia; generando un malestar insostenible que se puede agravar si no se interviene a tiempo.

Trabajar en equipo adecuadamente es hacer que todas aquellas diferencias se disipen, porque el grupo ejerce una poderosa influencia sobre el individuo y contribuye al crecimiento y desarrollo de su propia identidad. Es saber respetar, tolerar, tener confianza, aceptar las diferencias, apoyar, fundamentalmente debe haber igualdad de responsabilidad ante los resultados de las acciones y de toma de decisiones.

Todos y cada uno de sus miembros son importantes, si se les da la oportunidad y el estímulo necesario.

- Objetivo del taller: transmitir y reforzar en los participantes conceptos y herramientas que les permitan adquirir y mejorar sus habilidades para trabajar en equipo.
- Participantes: está dirigido a directivos que deseen implementar en sus organizaciones la modalidad de trabajo en equipo, y a miembros de equipos de trabajo, en general, que necesiten conocer qué hacer y cómo hacerlo.
- Modalidad: el taller conjugará teoría y práctica.
- Duración: 4 horas.
- Temas
  - ¿Qué es el trabajo en equipo?
  - ¿Cuándo trabajar en equipo?
  - Introducción y puesta en marcha del equipo en la empresa
  - Roles dentro del equipo
  - Del pensamiento individualista al pensamiento de equipo
  - Toma de decisiones
  - Dificultades y conflictos
  - Motivación

- Evaluación del equipo
  - El equipo que falla *versus* el equipo eficaz
- Materiales: se entregará a cada participante material impreso con los contenidos del taller, y todo lo necesario para la realización de prácticas durante el desarrollo del mismo.
- Mantenimiento y servicio a equipos *switch* JuniperEX2200
  - Objetivo del taller: transmitir a los participantes conceptos y herramientas que les permitan adquirir los conocimientos a ser aplicados en el mantenimiento y servicio a equipos marca Juniper.
  - Participantes: está dirigido al personal del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería encargado de velar por el servicio y mantenimiento de los equipos de distribución, repetición y conectividad instalados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.
  - Modalidad: conjugará teoría y práctica.
  - Duración: 4 horas.
  - Temas
    - Configuración
    - Limpieza
    - Protección de equipos
  - Materiales: se entregará a cada participante material impreso con los contenidos del taller, y todos lo necesario para la realización de prácticas durante el desarrollo del mismo.

- Prevención ante el riesgo eléctrico

En la sociedad industrial, la electricidad representa un riesgo invisible, pero presente en la mayor parte de las actividades humanas. Su uso generalizado y la propia costumbre hacen que muchas se adquieren compromisos como si no representara ningún peligro. No se debe olvidar que la corriente eléctrica siempre representa un determinado riesgo que nunca hay que despreciar. Aunque la electricidad no es una causa frecuente de accidentes laborales, solamente un 2 por ciento, estos suelen ser muy graves: del 4 al 8 por ciento de los accidentes de trabajo mortales son electrocuciones. Por otra parte, la electricidad es el origen de muchos incendios y explosiones. Se estima que la principal causa de incendios en la industria se debe a un sistema eléctrico en malas condiciones de seguridad. Sin embargo, es posible controlar el riesgo en las instalaciones eléctricas aplicando las normas de seguridad desde el momento del diseño del equipamiento eléctrico, junto con unos buenos sistemas de verificación y control periódicos. El contenido del curso es el siguiente:

- Objetivo del taller: transmitir y reforzar en los participantes conceptos y herramientas que les permitan adquirir y/o mejorar sus conocimientos a ser aplicados en el área de especialidad, equipos de repetición y conectividad.
- Participantes: está dirigido al personal del Centro de Cálculo de la Facultad de Ingeniería encargado de velar por el servicio y mantenimiento de los equipos de distribución, repetición y conectividad instalados en los edificios T7 y Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.
- Modalidad: el taller conjugará teoría y práctica.
- Duración: 4 horas.

- Temas:
  - Riesgo eléctrico.
  - Efectos de la electricidad sobre el cuerpo, roles dentro del equipo.
  - Prevención y protección frente al riesgo eléctrico.
  - Instalaciones eléctricas.
  - Técnicas y procedimientos de trabajo.
  - Normativas a respetar.
  - Actuación en caso de accidente.
  
- Materiales: se entregará a cada participante material impreso con los contenidos del taller, y todo el material necesario para la realización de prácticas durante el desarrollo del mismo



## CONCLUSIONES

1. Al realizar la evaluación de las necesidades de comunicación de datos, navegación por internet y conexión a la red general de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente edificios T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones), se determinó que ante el crecimiento poblacional y de servicios que cada año se generan es necesario que cuenten con los servicios de comunicación que actualmente son esenciales para que las actividades se desarrollen en los tiempos establecidos .
2. De acuerdo a las necesidades existentes se diseñó la red para el edificio T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones), que contempla futuros crecimientos, procesos de optimización y mejoras, a la vez funcional y proporciona a los usuarios los servicios de datos para los cuales esta fue definida.
3. Al personal del Centro de Cálculo se le proporcionaron los manuales correspondientes a cada uno de los equipos instalados, así como la descripción de como quedo funcionando el servicio, para que en el momento que sea necesario la realización de actualizaciones sea de forma más sencilla.
4. Se creó el programa de capacitación para que el personal pueda dar el servicio de mantenimiento al equipo y la realización de la configuración a los equipos activos, así como la guía de prevención ante el riesgo

eléctrico, protecciones y adicionalmente una capacitación orientada al trabajo en equipo.



## RECOMENDACIONES

1. Al personal de Centro de Cálculo: del servicio de limpieza a los equipos periódicamente (cada 3 meses) para evitar inconvenientes por suciedad en los equipos.
2. Al personal del edificio T7 y Centro de Investigaciones (nuevas instalaciones), velar por que en los espacios destinados para los equipos no sean colocados otros o materiales que permitan que estos sean afectados en su funcionamiento.



## BIBLIOGRAFÍA

1. DAVISON, Jonathan; PETERS, James. *Voice over IP Fundamentals*. USA: Cisco Press, 2000. 373 p. ISBN 1- 57870-168-6.
2. JOSKOWICZ, José. *Redes de datos*. Universidad de la República de Uruguay, Facultad de Ingeniería, Versión 5. Montevideo, Uruguay: Instituto de Ingeniería Eléctrica. 2008. 118 p
3. JUNIPER. [en línea]. [<https://www.juniper.net/us/en/local/pdf/datasheets/1000307-en.pdf>]. [Consulta: diciembre de 20134].



# ANEXOS



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



No. 2502

## INFORME PUESTA A TIERRA No. ME- 2S - 002 - 2014

### DATOS GENERALES:

No. Orden de trabajo	33644
Fecha de solicitud:	02 de septiembre de 2014
Empresa:	Carlos René Álvarez González
Dirección:	
Persona responsable:	Carlos René Álvarez González
Trabajo solicitado:	3 mediciones de puesta a tierra.
Proyecto:	Ampliación de la red de servicio de datos al edificio T-7 y nuevas instalaciones del CII de la facultad de ingeniería, USAC.

### Datos: Medición de puesta a tierra

Equipo utilizado:	Ground Resistance Tester Model 4610, AEMC
Punto de medición:	Edificio T-7
# de mediciones:	3 mediciones en el punto de medición establecido

### RESULTADOS

Medición	Medición 1	Medición 2	Medición 3
Mensurado en Ohms	0.67	0.67	0.67

**Medición de tierra física: 0.67  $\Omega$**



VoBo. Inga. Telma Maricela Cano Morales  
Directora CII-USAC

Inga. Pamela Ulianova Vega Morales  
Coordinación de Variables Eléctricas

Guatemala, Octubre 27 de 2014.

