

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

### **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO DE REDES DE COMUNICACIONES Y TELEMÁTICA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por el Br. Márquez B. Pastor A.  
Para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

## **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

# **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO DE REDES DE COMUNICACIONES Y TELEMÁTICA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Carlos Moreno.

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por el Br. Márquez B. Pastor A.  
Para optar al título de  
Ingeniero Electricista

Caracas, 2011

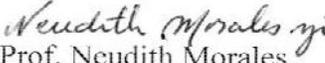
## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 11 de noviembre de 2011

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Pastor A. Márquez B. titulado:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO DE REDES DE COMUNICACIONES Y TELEMÁTICA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA”**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

  
Prof. Neudith Morales  
Jurado

  
Prof. Luis Fernández  
Jurado

  
Prof. Carlos Moreno  
Tutor Académico

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Pedro y Elba,  
a mis hermanos, Darrelson, Loredana y Marly,  
a mis hijos, Johan y Diego,  
a mis sobrinos,  
a mis verdaderos amigos y familiares  
por apoyarme y darme motivos para seguir adelante.

“Los Límites Solo Existen En Tu Mente.”

**Anónimo.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso y omnipotente por darme la fuerza y el coraje necesario para no apartarme de mis metas a pesar de las adversidades.

A mi loable casa de estudios, Universidad Central de Venezuela, por mantenerse con las puertas abiertas y permitirme alcanzar mis logros.

Al profesor Carlos Moreno por su cumplida labor de guiarme en la elaboración del presente trabajo.

A María Auxiliadora, por su dedicada labor de ayudar y servir en todo momento, eres un ángel.

A mis padres, Pedro y Elba, y a mis hermanos, Darrelson, Loredana y Marly, que de una u otra manera me apoyaron para seguir adelante.

A mis hijos, Johan y Diego, que me han servido como motivación para superarme profesionalmente.

A mis familiares en general y en especial a Mayerling y Fernando por siempre tender su mano a la hora de necesitarlos.

A mis amigos y compañeros, Yuely, Benjamín, Wendy, Ángel, Yuneidy, María G., Rafael, que siempre estuvieron allí para brindarme su apoyo, en las buenas y en las malas, y de esta manera ayudarnos a crecer juntos como una gran familia.

A todos ustedes, gracias por formar parte de mis logros.

**Márquez B., Pastor A.**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN LABORATORIO DE REDES DE  
COMUNICACIONES Y TELEMÁTICA PARA LA ESCUELA DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE  
VENEZUELA.**

**Prof. Tutor: Ing. Carlos Moreno. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería.  
Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones.  
U.C.V. Trabajo de Grado. 2011. 128h. + anexos**

**Palabras Clave:** Conmutación de Paquetes; Protocolos; Interconexión; Banda Ancha; Tecnologías Emergentes; Convergencia; Servicios Diferenciados; Servicios Integrados.

**Resumen.** El proyecto tiene como finalidad presentar el diseño de un laboratorio de telemática y redes de comunicaciones, con la visión de adaptarlo a los niveles tanto de pre-grado como post-grado y darle una proyección a la posibilidad de trabajar determinadas líneas de investigación en función de preparar a los estudiantes y profesionales para los retos que se pueden encontrar en las empresas responsables de brindar servicios de telecomunicaciones a la comunidad; así como también, recrear una relación simbiótica entre los distintos estratos de adiestramiento permitiendo el enriquecimiento de la calidad de enseñanza. Para ello es necesario dimensionar los requerimientos necesarios, tanto técnicos, gestión y distribución del espacio físico, en pro de un desempeño óptimo y funcional del laboratorio en cuestión. Con el desarrollo de esta propuesta la E.I.E de la U.C.V. se estaría situando a la vanguardia de los institutos de enseñanza en el campo de las telecomunicaciones, no solo a nivel nacional sino internacional por lo que se estaría, también, contribuyendo directamente con el desarrollo tecnológico de la nación.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>CONSTANCIA DE APROBACIÓN .....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>vi</b>
<b>INDICE GENERAL .....</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo General .....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 Alcance.....	8
1.5 Limitaciones .....	8
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. Modelos de referencia .....	10
2.1.1 Modelo de arquitectura TCP/IP .....	10
2.1.2 Modelo de arquitectura OSI.....	11
2.1.2.1 Capa física.....	12

2.1.2.2	Capa de enlace.....	13
2.1.2.3	Capa de red.....	14
2.1.2.4	Capa de transporte.....	15
2.1.2.5	Capa de sesión.....	16
2.1.2.6	Capa de presentación .....	17
2.1.2.7	Capa de aplicación .....	18
2.1.3	Comparación OSI Vs TCP/IP .....	19
2.2	Funciones y servicios asociados a protocolos.....	20
2.2.1	Conmutación de Paquetes .....	20
2.2.1.1	Datagrama .....	21
2.2.1.2	Circuito virtual .....	21
2.2.2	Enrutamiento.....	24
2.2.2.1	Enrutamiento estático.....	24
2.2.2.2	Enrutamiento por inundación.....	25
2.2.2.3	Enrutamiento aleatorio .....	25
2.2.2.4	Enrutamiento dinámico .....	25
2.2.3	Medios físicos .....	25
2.2.3.1	Medios guiados .....	26
2.2.3.1.1	Par trenzado.....	26
2.2.3.1.2	Coaxial .....	27
2.2.3.1.3	Fibra Óptica.....	27
2.2.3.2	Medios no guiados .....	28
2.3	Las redes de comunicación .....	28
2.3.1	Topología Lógica de redes .....	28
2.3.2	Tipos de redes .....	29
2.3.2.1	LANs (Redes de Área Local).....	30
2.3.2.1.1	Topología de red de área local .....	31
2.3.2.1.2	Elementos que conforman una red de área local.....	31
2.3.2.2	WANs (Redes de Área Amplia).....	32
2.3.2.2.1	Topología de red de área amplia .....	32

2.3.2.2 Elementos que conforman una red de área amplia.....	33
2.3.3 Función de elementos en una red de comunicación de datos.....	33
2.3.3.1 Equipo Terminal.....	33
2.3.3.2 Servidor .....	34
2.3.3.3 Tarjeta de red (NIC – Network Interface Card) .....	34
2.3.3.4 Repetidores ó Regeneradores .....	34
2.3.3.5 Concentradores o HUBs.....	35
2.3.3.6 Puentes ó Bridges .....	35
2.3.3.7 Conmutadores ó Switches .....	36
2.3.3.8 Enrutadores ó Routers .....	37
2.3.3.9 Pasarelas o Gateways .....	37
2.3.3.10 Códecs .....	38
2.3.3.11 Módems.....	38
2.3.3.12 DSLAM’s.....	38
2.3.3.13 Medio físico e interfaces de conexión.....	38
2.4 Tecnologías aplicadas en redes de comunicaciones y telemáticas.....	39
2.4.1 Tecnologías aplicadas en la red de acceso .....	39
2.4.1.1 xDSL (x- Digital Subscriber Line).....	40
2.4.1.1.1 Tipos de xDSL .....	40
2.4.1.2 DOCSIS (Especificación de Interfaz para Servicios de Datos sobre Cable) .....	41
2.4.1.3 WiFi .....	41
2.4.1.4 WiMAX .....	41
2.4.1.5 UMTS.....	42
2.4.1.6 LTE .....	43
2.4.2 Tecnologías aplicadas en la red de transporte.....	43
2.4.2.1 Frame Relay .....	44
2.4.2.2 ATM.....	45
2.4.2.3 MPLS .....	47
2.5 DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN .....	48

2.5.1 Red de próxima generación (NGN) .....	49
2.5.1.1 Modelo de arquitectura NGN.....	50
2.5.1.2 Principales protocolos que operan en NGN .....	51
2.5.2 Metro-Ethernet .....	51
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>52</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Características de la investigación .....	52
3.2 Procedimiento metodológico .....	53
3.3 Análisis de factibilidad.....	57
3.4 Herramientas y equipos a utilizar.....	57
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>59</b>
<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
4.1 Principales temas instruidos en la E.I.E. de la U.C.V.....	59
4.2 Centros de enseñanza a nivel internacional .....	65
4.3 Conceptualización del contenido a cubrir en el laboratorio.....	75
4.4 Descripción de equipos de red y generales .....	82
4.5.1 Equipos necesarios y descripción técnica .....	82
4.5 Espacio físico .....	98
4.5.1 Consideraciones previas.....	98
4.5.2 Designación y condiciones del cableado de red.....	101
4.5.3 Requerimientos de cableado de energía eléctrica .....	107
4.6 Estimación de costo en equipos .....	110
4.7 Estructura de administración y gestión del laboratorio.....	112
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>115</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>

GLOSARIO DE TÉRMINOS..... 124  
ANEXOS ..... 128

## INDICE DE TABLAS

	Pág
1. Comparación de Arquitecturas y Protocolos más resaltantes	
Involucrados .....	22
2. Comparación entre los distintos medios de transmisión .....	27
3. Comparación general de las distintas tecnologías de acceso .....	42
4. Comparación entre los modos de transmisión más comunes en WAN's .....	45
5. Relación asignaturas electivas técnicas en pensum E.I.E de la U.C.V. mención comunicaciones .....	60
6. Asignaturas electivas ofertadas pertenecientes a la E.I.E de la U.C.V. relacionadas con redes de comunicación y telemática .....	62
7. Relación canaletas con cable UTP .....	102
8. Consumo de energía eléctrica (valores nominales).....	108
9. Condiciones de cableado eléctrico .....	109
10. Relación y ajuste de costo de equipos.....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Esquema general de funcionamiento del modelo TCP/IP.....	11
2. Esquema de funcionamiento del modelo OSI.....	12
3. Operación de circuito virtual y datagrama externos .....	23
4. Situación de las etiquetas MPLS respecto a otras tecnologías.....	48
5. Arquitectura generalizada del modelo para NGN.....	50
6. Relación asignaturas electivas técnicas en la E.I.E. de la U.C.V. mención comunicaciones .....	61
7. Relación asignaturas técnicas ofertadas en la E.I.E. de la U.C.V.....	62
8. Temas básicos contenidos en las asignaturas dictadas en la E.I.E de la U.C.V .....	63
9. Relación entre asignaturas dictadas en la E.I.E de la U.C.V. Mención Comunicaciones .....	64
10. Distribución espacial de principales elementos y dimensionamiento.....	99
11. Distribución de luminarias .....	100
12. Distribución puestos de trabajo, equipos multimedia y estantes.....	103
13. Configuración de interconexión WAN entre equipos propuestos.....	104
14. Distribución de elementos de interconexión en el Rack .....	105
15. Disposición física de una WAN.....	106

## INTRODUCCIÓN

El acceso a la información ha sido y es parte importante del desarrollo social y cultural de la humanidad. Hace varios siglos, la única manera de informar o informarse sobre algún evento era por medio de cartas a través de mensajeros; sin embargo esto representaba mucho tiempo invertido. El uso de palomas mensajeras fue también una opción aplicada que poco a poco perdió aplicación debido a la aparición del telégrafo, primero el cableado y luego el inalámbrico; la técnica, y consigo la tecnología, ha cambiado dramáticamente desde entonces, aunque debido al crecimiento de la población y las necesidades sociales, se estima que los cambios sean mucho más agudos.

El campo de las Telecomunicaciones se ha explotado con gran fuerza desde el siglo pasado, observando un crecimiento casi exponencial en todas sus áreas de estudio. Hoy día contamos con antenas más eficientes, técnicas de modulación avanzadas, medios de transmisión menos sensibles a interferencia o ruido, etc., Esto ha ocasionado que, de la misma forma, la informática haya evolucionado generando la creación de aplicaciones que le permiten al usuario interactuar con otros usuarios dentro de la red, o con el mismo computador (por dar un ejemplo), al punto que ya no hay diferencias entre ambos, pues estos se complementan entre sí.

La fusión de ambas ramas de estudio (Telecomunicaciones e informática) fue lo que generó lo que hoy llamamos Telemática, la cual ha permitido desarrollos notables y beneficios para la sociedad. Los productos concebidos por la Telemática son extensos y de aplicaciones variadas, en muchas áreas de estudio, las cuales incluyen, la telemedicina, la gestión de redes y detección de fallas, redes sociales, tele-educación, comercio electrónico, etc.

La tendencia de crecimiento de las redes de comunicaciones y la Telemática

obliga a todo profesional de las Telecomunicaciones a mantenerse documentado sobre la evolución tecnológica. Sin embargo la afinidad de las redes de comunicaciones hacia lo que se conoce hoy en día como las redes multiservicios (voz, datos, video y multimedia), lo cual demanda a los institutos y centros de enseñanza a preparar mejor a sus egresados, así como también el permitirle a los instructores desarrollar investigaciones relacionadas al desarrollo de las nuevas tecnologías.

La Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela, además de dictar cátedras que, en cierta medida, cubren los aspectos antes mencionados, se encuentra en planes de ofrecer nuevas asignaturas que compilen información tecnológica y tendencias para así permitir la familiarización práctica con los distintos tópicos tratados.

El siguiente trabajo pretende fomentar y proponer un diseño de laboratorio de telemática y redes de comunicaciones que le permita a los estudiantes, tanto pregrado como post-grado de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela, desarrollar prácticas que les facilite la manipulación de técnicas emergentes en el campo; al personal docente también le será beneficioso pues podrán investigar y desarrollar nuevos proyectos en el área.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Por definición, Teleinformática o telemática es la asociación de técnicas propias de las telecomunicaciones y la informática, con la que se realiza a distancia el intercambio de datos y el control de tratamientos automáticos. Más concretamente podemos decir que la telemática proporciona a personas no especializadas la posibilidad de acceder a sistemas de comunicación e informaciones antes reservadas a especialistas. Juntas, estas técnicas constituyen un papel importante en la sociedad actual; la era de la información y las comunicaciones.

De esta manera se unen las funcionalidades de los sistemas informáticos, en cuanto a capacidad de procesar y almacenar grandes cantidades de datos y de las telecomunicaciones capaces de intercambiar información entre sistemas distantes [1].

Hoy día el acceso a la información es de vital importancia para la sociedad a nivel mundial, vivimos en un mundo cada vez más globalizado donde la aplicación de las telecomunicaciones se ha extendido a todas las áreas de la investigación científica, procesos industriales, medicina, entretenimiento, etc. Estas mismas se han visto forzadas a mezclarse con la informática (de donde nace lo que ahora llamamos, Telemática) para generar nuevas aplicaciones que permiten, en líneas generales, recrear un sistema completamente interactivo.

La importancia del estudio de los sistemas Telemáticos y redes de comunicación se fundamentan esencialmente en los servicios que estos pueden ofrecer a los usuarios, en donde una de las principales características es la capacidad

de convergencia hacia una red que indiferentemente puede manejar voz, datos y video sobre una misma plataforma.

Entre los servicios más resaltantes podemos mencionar los siguientes:

- Control y gestión en redes de sistemas distribuidos.
- VoIP
- IPTV
- Correo Electrónico
- Acceso a World Wide Web
- Acceso a aplicaciones a distancia.
- Servicios Multimedia.
- Redes Privadas Virtuales.
- Comercio Electrónico.

Estos avances se reflejan en innovadoras aplicaciones en el campo de la telemedicina, educación a distancia o teleeducación, control de procesos y sistemas SCADA, redes sociales, domótica, televisión interactiva, videoconferencias, etc. Lo más importante a considerar es la tendencia hacia el inminente desarrollo de todas estas áreas en un campo cada vez más ligado a los sistemas móviles.

Es por ello que la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. debe trabajar en función de fomentar los estudios e investigación en dicha área y así transformarse en un ente a la vanguardia de la tecnología, al igual que universidades a nivel mundial que han sabido equilibrar el adiestramiento y la investigación en el campo de la telemática y son reconocidas hoy en día como los principales centros formadores de profesionales competentes.

La propuesta planteada, sobre un laboratorio de redes de comunicaciones y telemática, genera beneficios para la comunidad universitaria y un impacto positivo sobre la sociedad, ya que las investigaciones y estudios allí desarrollados repercuten en la sociedad y crecimiento del país.

Si bien el tema del desarrollo de la telemática es tan amplio como ramas de la ingeniería existen y las tecnologías involucradas están en constante innovación, la mejor forma de estructurar el contenido para la implementación de un laboratorio es analizando las prospectiva del mercado, las tendencias y las investigaciones desarrolladas hasta la fecha.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Los primeros estudios y adquisición de conocimientos referentes a la electricidad como ciencia fueron basados en la física aplicada y de la mano con el sector industrial [2]. A medida que el sector industrial y la sociedad requerían de nuevas tecnologías, los estudios se enfocaban en nuevas ramas y aplicaciones de la Ingeniería. Esto provocó la necesaria reforma de la Ingeniería eléctrica en dos ramas, Ingeniería Electrónica e Ingeniería eléctrica; sin embargo, esta separación no fue sencilla. De igual manera ocurrió en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. donde el proceso de implantación de un plan de estudios enfocado en la necesidad social e industrial del país y relacionado a la evolución tecnológica a nivel mundial tomó algunos años de ensayo.

Desde su fundación, la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela ha presentado cambios a nivel académico que benefician a la población estudiantil y esto, a su vez, a la sociedad en general, pues uno de los intereses del estado es la formación de profesionales competentes para enfrentar el mercado laboral y las tecnologías emergentes, así como también la disposición para la investigación. Estos cambios, en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V., se

han visto reflejados en la creación de nuevos departamentos o en la fusión de los departamentos ya existentes, generando la integración de nuevas asignaturas en el programa académico previo. La creación de nuevas cátedras que presenten y permitan la interacción y manejo práctico de la tecnología emergente se torna cada vez más preponderante pues, a pesar que la tecnología es básicamente la misma de años anteriores, las mutaciones y fusiones que vienen sufriendo las mismas, obligan al profesional en el área a mantenerse documentado sobre los avances para poder competir en un mercado laboral cada vez más exigente. Es un crecimiento constante y según estudios prospectivos previos [3], se mantendrá en evolución.

En un mundo cada vez más globalizado, donde la necesidad del individuo a interrelacionarse, de acortar distancias, y forjar una comunicación más efectiva y directa con otras personas, que es el enfoque de las redes de comunicaciones de hoy día, la telemática juega un papel importante en todo este desarrollo. La innovación y desarrollo en esta área no se deslinda de la tecnología ya existente, todo lo contrario, se enfoca en la optimización de protocolos y estándares ya implementados en función de derivar nuevas técnicas [4]. Por otro lado, a medida que se fomente la investigación en las aulas de clase, los instructores busquen también estudiar nuevas técnicas y de alguna manera se genere una relación simbiótica estudiante-profesor, se estará trabajando indirectamente en la independencia tecnológica respecto a la tecnología extranjera de la que tanto se ha hablado y criticado.

Actualmente, un grupo de instituciones educativas a nivel internacional han adecuado sus planes de estudio para que se permita la actualización constante de ciertas áreas de la ingeniería eléctrica permitiendo así la investigación y desarrollo de la telemática y redes de comunicaciones. A estas instituciones internacionales le prosiguieron algunas de las universidades nacionales que de una u otra manera han adaptado los programas de estudios a las realidades del mercado. Sin embargo, los mismos se han concentrado en la instrucción pedagógica teórica pues no cuentan con un laboratorio aplicado a la telemática y redes de comunicación. Cabe destacar que

actualmente en el país, se encuentran en desarrollo diversos proyectos de actualización tecnológica con la participación de distintos entes académicos que formarán profesionales especializados en el área de las telecomunicaciones [5], lo que dejará un paso atrás a los egresados de nuestra loable casa de estudios, la cual siempre ha sido reconocida por excelencia y tradición.

Hoy por hoy, la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela no cuenta con los equipos necesarios que permitan el desarrollo de prácticas de telemática. La inclusión de materias relativas a las redes de comunicaciones y telemática fue abordado de manera dispersa y sin una organización estructurada con visión de futuro, por lo que no se puede hablar de antecedentes en esta área. Dentro de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V., lo más cercano que podemos encontrar es la actualización de la red de datos de la E.I.E de la U.C.V.[6], que a pesar de no tratar directamente el caso de la telemática, ya mostraba indicios de la tendencia de crecimiento de las TIC'S (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) y con ello, la necesidad de reajuste y creación de nuevas cátedras.

No se puede eludir el hecho de que vivimos en una carrera tecnológica donde quien esté al corriente de los avances tecnológicos estará preparado para enfrentar el campo de trabajo y la investigación.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer un diseño para la creación de un laboratorio de redes de comunicaciones y telemática en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recolectar información de los programas de estudio de las asignaturas, relacionadas a las redes de comunicaciones y telemática, dictadas en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V.
- Recolectar información de los programas de estudio de las asignaturas, relacionadas a las redes de comunicaciones y telemática, dictadas en institutos de prestigio a nivel mundial, así como también información documental y recomendaciones a considerar.
- Evaluar y comparar los análisis derivados de la información documental recolectada.
- Estructurar los contenidos programáticos para ser dictados en el laboratorio.
- Estimar equipos y software necesario para la elaboración de las prácticas.
- Comparar la información derivada de los equipos requeridos con la de los equipos existentes en el mercado.
- Proponer un diseño ilustrado del laboratorio bajo las premisas beneficio/costo, considerando la infraestructura tentativa.

### **1.4 ALCANCE**

El presente trabajo no contempla implementación del diseño, solo presentar una propuesta de diseño que se encuentre contenido dentro de los estándares y normas internacionales para las tecnologías de información y comunicación consideradas. De igual manera el diseño está previsto para contener estudios de pre-grado, post-grado y proyectarlo hacia determinadas líneas de investigación a manera de valor agregado.

### **1.5 LIMITACIONES**

Las limitaciones encontradas en el desarrollo del trabajo son las de encontrar

los programas de estudios detallados de otras universidades a nivel mundial ya que sus portales web, en la mayoría de los casos, no presentan más que un perfil general y básico del egresado de dicha casa de estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 MODELOS DE REFERENCIA**

En esta sección se hará una breve explicación de los modelos de referencia más relevantes para las redes de comunicación conocidos y empleados a nivel mundial. Donde podemos resaltar dos modelos, que si bien aún se presentan deficiencias de operación, son los que de una manera u otra dominan y marcan el camino a seguir en lo que interconexión de sistemas de comunicaciones se refiere.

##### **2.1.1 Modelo de Arquitectura TCP/IP**

Modelo derivado de ARPANET, basado en 4 niveles de interconexión, independientes uno del otro, donde cada nivel contiene un grupo de protocolos que definen el tratamiento y manejo de una señal de información en función de transmitirla íntegramente a otro usuario (o grupo de usuarios). A pesar de mostrarse como un modelo desprovisto o incompleto, pues, el modelo de niveles desarrollado, no especifica las funciones de determinados protocolos, es el modelo en el cual se basaron las estandarizaciones y, por tanto, es el usado por las empresas comerciales para el desarrollo de equipos actualmente.

En la figura 1 podemos observar de forma muy general como se comporta el modelo de arquitectura TCP/IP para el tratamiento de un mensaje a ser transmitido, sin embargo, un grupo de autores dividen el nivel mas bajo (Interfaz de Red), en dos secciones (Acceso a la Red y capa Física), presentando así un modelo de 5 niveles.

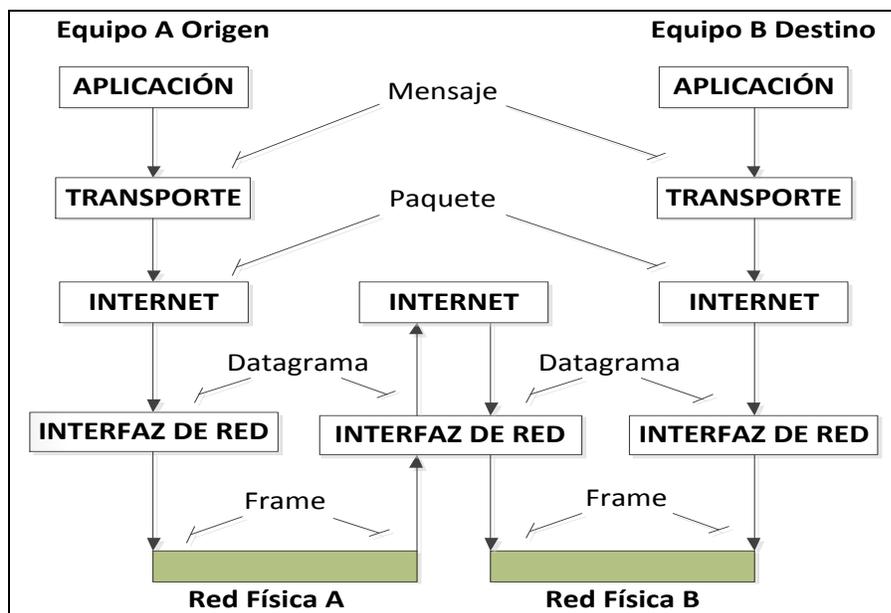


Figura 1. Esquema general de funcionamiento del modelo TCP/IP.

Los niveles que describen el modelo TCP/IP son los siguientes:

- **Aplicación:** contiene la lógica necesaria para posibilitar las distintas aplicaciones de usuario.
- **Transporte:** se ocupa de asegurar que todos los datos lleguen a la aplicación destino y en el mismo orden en el que fueron enviados.
- **Internet:** contiene los procedimientos necesarios para lograr el enrutamiento correcto de los datos hacia distintas redes.
- **Acceso a la Red:** es responsable del intercambio de datos entre el sistema final y la red a la cual se esta conectando.
- **Física:** define la interfaz física entre el dispositivo transmisor de datos y el medio de transmisión.[7]

### 2.1.2 Modelo de Arquitectura OSI

Por sus siglas en ingles (Open System Interconnection), fue desarrollado por ISO (International Organization for Standarization) a finales de los años 70 en función de describir cada uno de los servicios necesarios para la interconexión entre redes

abiertas. Su modelo teórico se fundamenta en 7 capas donde, al igual que el modelo TCP/IP, cada una cumple una función específica brindándole servicios a sus capas superiores y apoyándose en el servicio que le prestan las capas inferiores. A pesar de ser un modelo más complejo y detallado, solo se viene utilizando a manera de referencia teórica para comprender de mejor manera las comunicaciones de datos.

Las 7 capas son las siguientes: **Aplicación, Presentación, Sesión, Transporte, Red, Enlace de Datos, Física**. En la figura 2 se puede observar la arquitectura del modelo OSI.

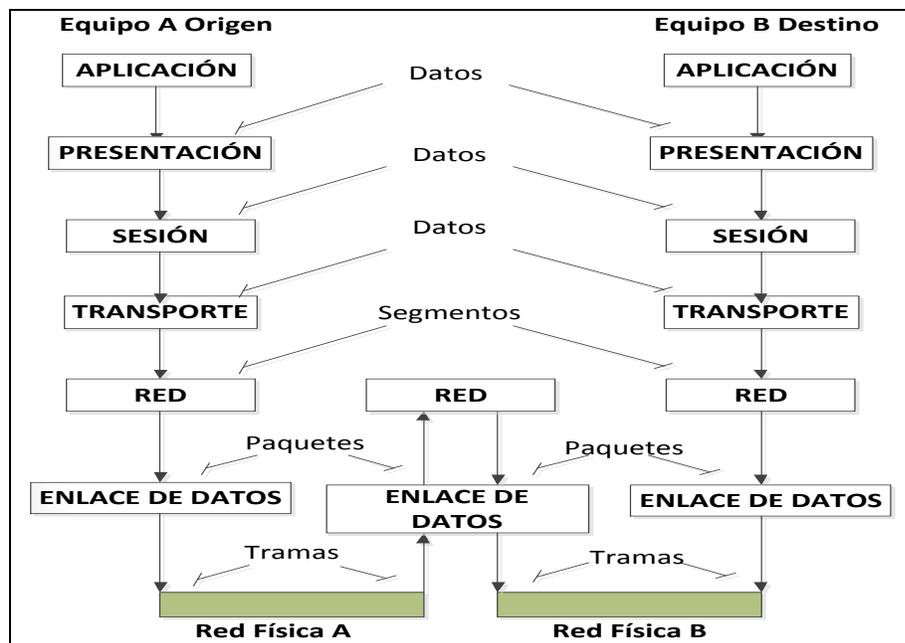


Figura 2: Esquema de funcionamiento del modelo OSI.

### 2.1.2.1 Capa Física

Proporciona los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para mantener y desactivar las conexiones físicas para la transmisión de bits entre entidades de enlace de datos.

- Mecánicos, que definen el tipo de conector, sus dimensiones físicas, la distribución de patillas, etc.
- Eléctricos, que conciernen a las características eléctricas, tales como su tensión, nivel de señal, impedancia, etc.
- Funcionales, que definen el significado de los niveles de tensión en cada patilla del conector.
- Procedimentales, que definen las reglas aplicables a ciertas funciones y la secuencia en que éstas deben ocurrir.

La misión básica de este nivel consiste en transmitir bits por un canal de comunicación, de manera que cuando envíe el transmisor llegue sin alteración al receptor.

Por ejemplo, algunas de las normas dentro de este nivel son la X.21, V.10, V.11, V.24/V.28, V.35, I.430, I.431 del CCITT, ISO 2110 (EIA-232) y 4902 (EIA-449), FDDI, Token Ring, X.25, SONET, SDH, T1/E1, xDSL.

### **2.1.2.2 Capa de Enlace**

El objetivo de esta capa es facilitar los medios funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y liberar conexiones de enlaces de datos entre entidades de red y para transferir unidades de datos del servicio de enlace de datos.

Las funciones Básicas que realiza este nivel están orientadas a resolver los problemas planteados por la falta de fiabilidad de los circuitos de datos, agrupándose los datos regidos del nivel de red para su transmisión, formando tramas, que incluyen además bits de redundancia y control para corregir los errores de transmisión; además, regula el flujo de las tramas para sincronizar su emisión y recepción.

Digamos que enmascara a las capas superiores las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados.

En resumen, son las siguientes:

- Sincronización de entramado.
- Establecimiento y desconexión del enlace.
- Control de flujo.
- Detección y recuperación de errores.

Dentro de este nivel se encuentran los protocolos HDLC, SLIP, PPP, Ethernet II, 802.2 SNAP, 802.3, 803.11, 802.11, Frame Relay, ATM, WLL, LLC.

### **2.1.2.3 Capa de Red**

El nivel de red proporciona los medios para establecer, mantener y liberar la conexión, a través de una red donde existe una malla compuesta de enlaces y nodos, entre sistemas abiertos que contienen entidades de aplicación en comunicación, así como los medios funcionales y de procedimiento para el intercambio de unidades de datos del servicio de red entre entidades de transporte por conexiones de red.

Es el responsable de las funciones de conmutación y enrutamiento de la información; proporciona los procedimientos precisos necesarios para el intercambio de datos entre el origen y el destino, por lo que es necesario que conozca la topología de red al objeto de determinar la ruta más adecuada. Cuando los extremos están en rutas distintas, el nivel de red deberá resolver las diferencias entre las redes, a fin de prestar su servicio al nivel de transporte.

El diseño de este nivel se debe considerar que:

- Los servicios deben ser independientes de la tecnología empleada en la red de datos.
- El nivel de transporte debe ser indiferente al número, tipo y topologías de las redes utilizadas.
- La numeración de la red debe ser uniforme a través de la LAN y WAN.

Como ejemplo de este nivel se encuentran los protocolos IPv4, IPv6, ICMP, IGMP, ARP, RARP.

#### **2.1.2.4 Capa de Transporte**

El nivel de transporte efectúa la transferencia de datos entre entidades de sesión y las libera de toda otra función relativa a conseguir una transferencia de datos segura y económica.

Su misión básica es la de optimizar los servicios del nivel de red y corregir las posibles deficiencias en la calidad del servicio, con el auxilio de mecanismos de recuperación para condiciones anormales en los niveles inferiores. Proporciona los procedimientos de transporte precisos, con independencia de la red o del soporte físico empleado.

Este nivel está muy relacionado con la calidad de servicio ofrecido por la red ya que si no es suficiente, será él el encargado de establecer el puente entre las carencias de la red y las necesidades del usuario. Dado que los protocolos definidos a este nivel deben enfrentarse con redes diversas, con calidades de servicio muy variadas, se han definido cinco clases de servicio de transporte: de la clase 0 (la más baja, que no mejora el servicio de red) a la clase 4 (la más alta, que ofrece una serie de facilidades para la recuperación de errores y frente a las pérdidas de sincronización).

Los principales parámetros de calidad son:

- Retardo en el establecimiento de la conexión.
- Probabilidad de fallo en el establecimiento de la conexión.
- Capacidad de transferencia de información (throughput).
- Retardo de tránsito para ambas direcciones.
- Porcentaje de mensajes perdidos o erróneos.
- Posibilidad de interrupción por congestión.
- Retardo en la liberación de la conexión.
- Probabilidad de error en la liberación.
- Protección de la información frente a intrusiones.
- Niveles de prioridad, para casos de conflicto.

En este nivel podemos referenciar la recomendación ISO 8073 (protocolo TCP), junto a los protocolos UDP, RTP, SPX, RSTP.

#### **2.1.2.5 Capa de Sesión**

El nivel de sesión tiene por objeto proporcionar el medio necesario para que las entidades de presentación en cooperación organicen y sincronicen su diálogo y procedan al intercambio de datos. Para ello, el nivel proporciona los servicios precisos para establecer una conexión de sesión entre dos entidades de presentación y facilitar interacciones ordenadas de intercambio de datos; estos son:

- Establecimiento de la conexión a petición del usuario.
- Liberación de la conexión cuando la transferencia termina.
- Intercambio de datos en ambos sentidos.
- Sincronización y mantenimiento de la sesión para proporcionar un intercambio ordenado de los datos entre las entidades de presentación.

Su función básica consiste en realizar el cuadro de la dirección de sesión hacia el usuario con las direcciones de transporte orientadas a la red y gestionar y sincronizar los datos intercambiados entre los usuarios de una sesión, así como informar sobre incidencias. En este nivel se asume que ambos extremos tienen la misma categoría, situación que normalmente no se da ya que suele ser un “cliente” el que accede a un “servidor” para la obtención de información; la comunicación se convierte entonces en una situación de pregunta – respuesta, siempre iniciada por el cliente y no por el servidor. Es, tal vez, el nivel de menor importancia dentro del modelo OSI, con muy poca funcionalidad si lo comparamos con los otros.

#### **2.1.2.6 Capa de Presentación**

Permite la representación de la información que las entidades de aplicación comunican o mencionan en su comunicación. Es el responsable de que la información se entregue al proceso de aplicación de manera que pueda ser entendida y utilizada.

Por otra parte, es responsable de la obtención y liberación de la conexión de sesión cuando existan varias alternativas disponibles, y de establecer el contexto sintáctico del diálogo. Abarca dos aspectos complementarios de esta representación de la información:

- La representación de los datos que se transfieren entre las entidades de aplicación.
- La representación de la estructura de datos a la que las entidades de aplicación se refieren en su comunicación, junto con la representación del conjunto de operaciones que pueden efectuarse sobre la estructura de datos.

En resumen, la función de este nivel es la de proporcionar los procedimientos precisos, incluyendo aspectos de conversión, cifrado y compresión de

datos, para representar la información de acuerdo a los dispositivos de presentación del usuario (pantallas, impresoras, etc.) y posibilitar un transporte seguro, fiable y económico entre dos puntos de la red, una vez que los niveles anteriores han resuelto el problema de la transmisión de datos y el establecimiento de la sesión de trabajo.

En la capa de presentación podemos referenciar, por ejemplo, las normas para Video–tex, Telefax y Teletex y las normas X.225 del CCITT.

### **2.1.2.7 Capa de Aplicación**

Al ser el nivel más alto del modelo de referencia, el nivel de aplicación es el medio por el cual los procesos de aplicación acceden al entorno OSI. Por ello, este nivel no interactúa con otro más alto.

La función de este nivel es proporcionar los procedimientos precisos que permitan a los usuarios ejecutar los comandos relativos a sus propias aplicaciones. Los procesos de las aplicaciones se comunican entre sí por medio de las entidades de la aplicación asociadas, controladas por protocolos de aplicación y utilizando los servicios del nivel de presentación.

Distinguimos tres tipos de procesos de aplicación:

- Procesos propios del sistema, que ejecutan funciones para controlar y supervisar operaciones de los sistemas conectados a la red de comunicaciones.
- Procesos de gestión, encargados de controlar y supervisar las operaciones de los procesos de aplicación.
- Procesos de aplicación del usuario, que procesan la información real para los usuarios finales.

La transferencia de ficheros y el acceso remoto a ficheros son, probablemente, las aplicaciones más comunes de este nivel. Dos normas muy conocidas de este nivel son X.400 (correo electrónico) y X500 (directorio) del CCITT, también podemos nombrar algunas otras aplicaciones como POP/SMTP, Usenet, HTTP, FTP, Telnet, DNS, SNMP, NFS. [8]

### **2.1.3 Comparación OSI Vs TCP/IP**

- OSI define claramente las diferencias entre los servicios, las interfaces, y los protocolos.
  - Servicio: lo que un nivel hace.
  - Interfaz: cómo se pueden acceder los servicios.
  - Protocolo: la implementación de los servicios.

TCP/IP no tiene esta clara separación.

- Porque OSI fue definido antes de implementar los protocolos, los diseñadores no tenían mucha experiencia con donde se debieran ubicar las funcionalidades, y algunas otras faltan. Por ejemplo, OSI originalmente no tiene ningún apoyo para broadcast.
- El modelo de TCP/IP fue definido después de los protocolos y se adecúan perfectamente. Pero no otras pilas de protocolos.
- OSI no tuvo éxito debido a:
  - Mal momento de introducción: insuficiente tiempo entre las investigaciones y el desarrollo del mercado a gran escala para lograr la estandarización.
  - Mala tecnología: OSI es complejo, es dominado por una mentalidad de telecomunicaciones sin pensar en computadores, carece de servicios sin conexión, etc.

- Malas implementaciones.
  - Malas políticas: investigadores y programadores contra los ministerios de telecomunicación.
- Sin embargo, OSI es un buen modelo (no los protocolos). TCP/IP es un buen conjunto de protocolos, pero el modelo no es general. [9]

Los modelos de arquitectura antes expuestos son los utilizados como referencia para la elaboración de nuevos equipos; hoy día se trabaja con la combinación de ambos, se aprovecha la funcionalidad y funcionamiento de los protocolos vinculados al modelo TCP/IP y se procura ubicarlos en alguna capa del modelo OSI de manera que se le detallen los servicios brindados.

## **2.2 FUNCIONES Y SERVICIOS ASOCIADOS A PROTOCOLOS**

### **2.2.1 Conmutación de Paquetes**

El comportamiento de la conexión será regido por el tipo de servicio que ofrezcan los protocolos encargados de transportar y direccionar los paquetes a ser transmitidos. En el caso del modelo OSI, estos protocolos se encuentran en la capa 4. La condición es definida en la interfaz entre una estación y el nodo de red, pudiendo la misma, ofrecer un servicio orientado a conexión ó circuito virtual, así como otro no orientado a conexión ó datagrama.

El principal punto negativo de la conmutación de paquetes es en relación a la calidad de servicio (QoS – Quality of Service), pues esta técnica introduce retardos en la transmisión, lo que se traduce en dificultad para mantener u ofrecer servicios en tiempo real.

### *2.2.1.1 Datagrama*

Consiste en que cada paquete es tratado de manera independiente, sin referencia alguna del paquete predecesor. Para efectuar un intercambio de información entre dos o más nodos terminales los datos se dividen en paquetes de dimensión constante, a los mismos se le añaden etiquetas de direccionamiento y son introducidos por separado al medio de transmisión. Acá estas tramas podrán tomar caminos distintos para llegar a su destino, pudiendo ser el caso que estos lleguen a su destino de manera desordenada, donde el equipo terminal debe encargarse de reorganizar los paquetes. A diferencia de la conmutación de circuitos, acá no se reservan recursos anticipadamente para efectuar la conexión, el medio se utiliza solo cuando es necesario hacerlo, lo que se traduce en una optimización del aprovechamiento de los recursos. [7]

### *2.2.1.2 Circuito Virtual*

En este caso la estación terminal de “origen” envía una señal de control dirigida a la estación terminal “receptora” haciendo la solicitud de conexión. Una vez esta estación responde positivamente a la señal de control los nodos de conmutación de encargan de transmitir los bloques de información por la misma ruta mientras la conexión este establecida; algo semejante a lo que ocurre en la conmutación de circuitos, con la diferencia que en este caso los paquetes deben esperar en cola en los nodos de conmutación para ser transmitidos. Tampoco se debe confundir con las líneas dedicadas.

El enfoque de la conmutación de paquetes presenta ciertas variaciones pues conceptualmente este se puede definir con un funcionamiento externo y uno interno trabajando en conjunto, generándose los posibles casos:

- **Circuito virtual externo, circuito virtual interno:** cuando el usuario solicita un circuito virtual se crea una ruta dedicada a través de la red, de forma que todos los paquetes siguen ese mismo camino.

Tabla 1. Comparación de Arquitecturas y Protocolos más resaltantes.

Arquitectura Modelo OSI	Arquitectura TCP/IP	Pilas de Protocolos
Aplicación	Aplicación	Correo Electrónico, Aplicaciones de red, Transferencia de Archivos, Sesiones de Servidor, Servicios de Directorio, Sistemas Operativos.  POP/SMTP, Usenet, HTTP, FTP, Telnet, DNS, SNMP, NFS.
Presentación		.Gif, .JPEG, .DOCX, .PDF, .WAV, .AVI, .RAR. ( Formato del Fichero)
Sesión		POP/25, 532, 80, 20/21, 23, 53, 161/162, RPC, SIP, H.323, H.248.  (Nombres NetBios - Puertos Lógicos)
Transporte	Transporte	TCP, UDP, RTP, SPX.
Red	Internet	IPv4, IPv6, ICMP, IGMP, ARP, RARP
Enlace	Interfaz de Red	SLIP, PPP, Ethernet II, 802.2 SNAP, 802.3, 803.11, 802.11, Frame Relay, ATM.
Física		FDDI, Token Ring, X.25, ISDN, RS-232, V.35, SONET, SDH, PDH, T1/E1.

- **Circuito virtual externo, datagrama interno:** la red gestiona cada paquete de forma separada, de modo que los distintos paquetes correspondientes a un

mismo circuito virtual externo pueden seguir rutas diferentes. No obstante, si es necesario, la red almacena temporalmente los paquetes en el nodo de destino con objeto de enviarlos en el orden adecuado hacia la estación destino.

- **Datagrama externo, datagrama interno:** cada paquete se trata de forma independiente tanto desde el punto de vista del usuario como desde el de la red.
- **Datagrama externo, circuito virtual interno:** el usuario no ve conexión alguna, limitándose a enviar paquetes a lo largo del tiempo. En cambio, la red establece una conexión lógica entre estaciones para el envío de paquetes, pudiéndose mantener esta conexión durante un largo periodo de tiempo con objeto de satisfacer futuras necesidades. [7]

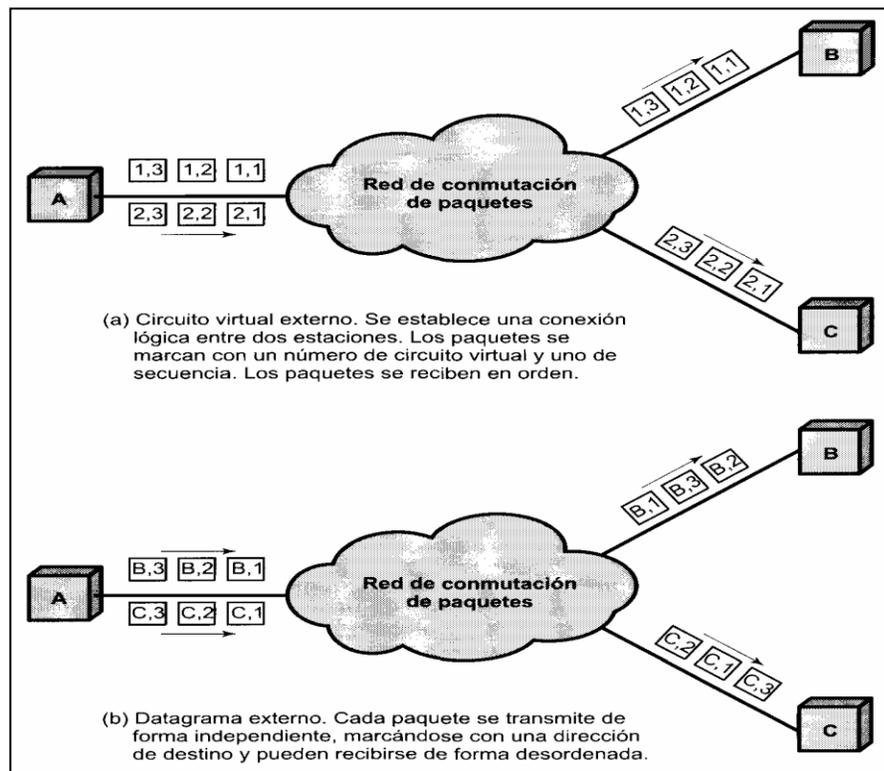


Figura 3. Operación de circuito virtual y datagrama externos [7]

### 2.2.2 Enrutamiento

Se puede decir que es uno de los aspectos más relevantes y determinantes al diseñar una red de conmutación de paquetes pues es el encargado de recibir los paquetes determinados de una estación origen y hacerlos llegar a una estación destino; por lo general se tendrán distintos caminos posibles y es entonces necesario que según determinado criterio se elija enviar por un camino específico.

Las consideraciones que deben ser tomadas en cuenta para seleccionar un camino por encima de otros son:

- Exactitud.
- Simplicidad.
- Robustez.
- Estabilidad.
- Imparcialidad.
- Optimización.
- Eficiencia.

#### *2.2.2.1 Enrutamiento estático*

El método consiste en que cada nodo enrutará los paquetes a otro nodo vecino y no cambiará este camino de enrutamiento en ningún momento. Es un método bastante sencillo y eficiente pues no amerita que los nodos almacenen las rutas de toda la red, solo basta con la ruta del nodo contiguo.

Sin embargo es un método bastante inestable pues al fallar un nodo contiguo, de alguna manera el nodo transmisor se queda sin posibilidad de enviar la información.

#### *2.2.2.2 Enrutamiento por inundación*

Consiste en que el nodo transmisor enruta los paquetes a todos los nodos contiguos y estos a su vez a todos sus nodos contiguos, de esta manera el paquete llegará a su destino en el menor tiempo posible; sin embargo este método puede ser contraproducente para la red pues una vez que el paquete llega a su destino, quedará un tráfico innecesario remanente, lo cual podría estar saturando a los nodos y a su vez al canal.

#### *2.2.2.3 Enrutamiento aleatorio*

Cada nodo seleccionará aleatoriamente al nodo al cual enviarle los paquetes; de esta manera los paquetes llegarán a su destino pero en mayor tiempo que el método de inundación; sin embargo se estaría disminuyendo al mínimo el tráfico que cursa por la red.

#### *2.2.2.4 Enrutamiento dinámico*

Los nodos van cambiando sus tablas de enrutamiento conforme la red va actualizando su estado con relación a congestión y rutas disponibles; esto se logra gracias a que los nodos se comunican con los nodos adyacentes para reportar su condición o puede ser el caso de un nodo central.

### 2.2.3 Medios Físicos

En las redes de comunicación es relevante las características de la capa 1 del modelo OSI; las mismas son las que permitirán la transmisión de un determinado caudal de tráfico a través de la red.

Los medios físicos presentan ciertas características eléctricas que, en líneas generales, limitan o fijan un ancho de banda y una velocidad de transmisión máximas para la transmisión de alguna señal, así como también pueden introducir una atenuación o interferencia que en dado caso, podrían derivar en errores a la señal transmitida; los medios de transmisión se pueden clasificar en dos: medios guiados y no guiados.

### 2.2.3.1 Medios guiados

En este grupo podemos encontrar los cables: par trenzado, coaxial y fibra óptica, así como también las guías de onda. El caso de las guías de onda no predomina en redes telemáticas, por lo que no será definido acá.

#### 2.2.3.1.1 *Par trenzado*

El par trenzado consiste en dos cables de cobre embutidos en un aislante, entrecruzados en forma de espiral. Cada par de cables constituye solo un enlace de comunicación. [7]

Este tipo de cable viene en grupos de 4 pares y en dos presentaciones principales que lo hacen más o menos robusto frente a interferencia externa; estos son los llamados par trenzado apantallado y sin apantallar. Dentro de estos dos grupos se encuentran también distintas categorías que se relacionan con el ancho de banda propio del canal; por lo tanto del mismo tipo de cable tendremos diversas categorías que soportan distintos anchos de banda, velocidades de transmisión y atenuaciones.

### 2.2.3.1.2 Coaxial

Consiste en un conductor cilíndrico externo que rodea a un cable conductor. El conductor interior se mantiene a lo largo del eje axial mediante una serie de anillos aislantes regularmente espaciados o bien mediante un material sólido dieléctrico. [7]

Es un cable relativamente más robusto, en cuanto a interferencias, que el par trenzado y se puede decir que también tiene mayor ancho de banda (aunque las nuevas categorías de par trenzado son comparables e inclusive superiores); Presenta un grupo de clasificaciones RG que rigen una función específica.

Tabla 2. Comparación entre los distintos medios de transmisión

Medio de Transmisión	Par trenzado	Coaxial	Fibra Óptica	Microondas
Ancho de Banda Máximo (MHz)	250	750	2000	220
Velocidad de Transmisión (Mbps)	1000	500	2000	275
Distancia Máxima promedio entre repetidores (Km)	10	10	100	-
Inmunidad frente a Interferencias	Baja - Media	Media	Alta	Media
Costo Promedio	Bajo - Medio	Medio	Alto	Alto

### 2.2.3.1.3 Fibra óptica

Es un cable que, a diferencia del par trenzado y el coaxial, posee un gran ancho de banda y permite velocidades de transmisión elevadas, es muy robusto frente a interferencias y atenuaciones. El mismo se puede encontrar también en dos

presentaciones, fibra mono-modo y multi-modo, las cuales se diferencian por los elementos que componen el núcleo; siendo la fibra mono-modo la que permite abarcar mayores distancias de transmisión.

#### 2.2.3.2 Medios no guiados

Este grupo se basa en las transmisiones inalámbricas, donde la transmisión y la recepción se lleva a cabo mediante antenas; sin embargo hay que recordar que las características de la transmisión varían dependiendo del medio, el cual es estratificado.

## 2.3 LAS REDES DE COMUNICACIÓN

### 2.3.1 Topología Lógica de redes

Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión por paso de testigos.

- Broadcast: cada servidor envía sus datos hacia todos los clientes y/o servidores del medio de red. No existe una orden que las estaciones deban seguir para utilizar la red. Es por orden de llegada (FIFS = First In First Served). El tipo de red que utiliza esta topología lógica es Ethernet.
- Transmisión por paso de testigos: controla el acceso a la red mediante la transmisión de un testigo electrónico a cada servidor de forma secuencial. Cuando un servidor recibe el testigo, ese servidor puede enviar datos a través de la red. Si el servidor no tiene ningún dato para enviar, transmite el testigo al siguiente servidor y el proceso se vuelve a repetir. Dos ejemplos de redes que utilizan la transmisión de testigos son: Token Ring y FDDI (Fiber Distributed Data Interface), lógicamente conectados en anillo y en anillo

doble, respectivamente. Arcnet es una variación de Token Ring y FDDI. Arcnet es la transmisión de testigos en una topología de bus.

En la transmisión de testigos, se puede calcular el tiempo máximo que pasará antes de que cualquier estación final sea capaz de transmitir, por lo cual recibe el adjetivo de "determinista". Así entonces, Ethernet es aleatorio.

Debido a que en la conmutación de paquetes las redes comparten el medio de transmisión, estas deben organizar y coordinar en que momento transmiten y reciben, pues si todos los equipos terminales envían al mismo tiempo se generaran colisiones y nunca será posible completar la transmisión de información de manera efectiva.

El caso de las redes fijas se ha establecido un estándar, el mayormente usado en las redes de área local, definido como LLC (Logical Link Control), el cual opera en capa 2 del modelo OSI y que contiene entre sus protocolos a CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces/Collision Detect) el cual es definido y aplicado en Ethernet (IEEE 803.2), así como también se tiene el término WLL (Wireless Local Loop) para redes inalámbricas, bien sea de corte fijo o móviles.

### **2.3.2 Tipos de redes**

Con el transcurso del tiempo y con las aplicaciones en las que eran enfocadas determinadas redes y dependiendo de la topología adoptada, estas fueron tomando significados distintos. De esta manera surgieron las redes que hoy día conocemos como WAN (Red de Área Extensa), MAN (Red de Área Metropolitana), LAN (Red de Área Local), PAN (Red de Área Personal), CAN (Red de Área de Campus), etc.

Todas estas definiciones de redes se diferencian principalmente por la distancia que cubren, tecnología de acceso y tráfico que cursa por el medio físico, es decir, la diferencia real la encontraremos en las 3 primeras capas del modelo OSI relativo a cada tipo de red. En algunos casos la diferencia entre una y otra red se ha hecho tan delgada que llegan a confundirse; tal es el caso de las redes MAN y WAN ó las redes LAN y CAN, por ejemplo.

#### 2.3.2.1 LANs (Redes de Área Local)

Generalmente son redes de propiedad privada dentro de un edificio o campus de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Se usan ampliamente para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de compañías y fábricas con objeto de compartir recursos (por ejemplo impresoras) e intercambiar información. [8]

Por lo general son redes con las siguientes características:

- Múltiples terminales interconectadas, compartiendo un medio de transmisión.
- Alto ancho de banda (compartido entre las estaciones terminales).
- Mínimo retardo.
- Mínima cantidad de bits errados.
- Limitado numero de estaciones terminales (alrededor de cientos).
- Alcance geográfico limitado (pocos kilómetros).

El grupo “802”de la IEEE creó un estándar para las redes LAN; el mismo define las interfaces comprometidas con la interconexión de terminales asociándolas también con diferentes medios físicos de transmisión.

De igual manera se creó un estándar para el medio de transmisión principal ó de transporte (backbone) y el acceso, este estándar es lo que se conoce como cableado estructurado y esta definido en las normas TIA/EIA – 568 A/B y TIA/EIA – 569.

#### *2.3.2.1.1 Topología de red de área local*

Por lo general este tipo de redes presenta una topología simétrica, donde tradicionalmente predomina la red tipo bus; sin embargo con el desarrollo tecnológico en el área, estas redes se han expandido. Hoy día, éstas pueden llegar a cubrir áreas de aproximadamente 3Km, lo exige un cambio de topología general. Las topologías mayormente utilizadas por las redes LAN son: Bus, Anillo, Estrella, Árbol, Mallada.

#### *2.3.2.1.2 Elementos que conforman una red de área local*

Este tipo de redes son conformadas por un grupo de equipos que permiten la interconexión entre los equipos terminales, entre los que podemos mencionar:

- Equipos terminales.
- Servidores.
- Tarjeta de red (NIC – Network Interface Card)
- Concentradores.
- Puentes ó Bridges.
- Conmutadores ó Switches.
- Enrutadores ó Routers.
- Pasarelas o Gateways.
- Codecs.
- Medio físico e interfaces de conexión.

### 2.3.2.2 WANs (Redes de Área Amplia)

Generalmente, se considera como redes de área amplia a todas aquellas que cubren una extensa área geográfica, requieren atravesar rutas de acceso público, y utilizan parcialmente circuitos proporcionados por una entidad proveedora de servicios de telecomunicación. Típicamente una WAN consiste en una serie de dispositivos de conmutación interconectados. [7]

Tradicionalmente, las WAN se han implementado usando conmutación de paquetes ó conmutación de circuitos; Sin embargo en la actualidad, en las redes de banda ancha que podemos encontrar se fundamentan sobre la técnica de FRAME RELAY y/o ATM, Metro Ethernet, MPLS, sobre SDH/SONET, DWDM entre otras, las cuales son netamente conmutación de paquetes.

Estas redes son utilizadas esencialmente para interconectar LANs de manera que sirvan para transportar la información desde un punto terminal de una LAN A hacia un punto terminal de la LAN B. Su velocidad de trasmisión es menor que la red LAN, sin embargo el ancho de banda debe ser muy superior Su principal problema es la generación de retrasos en la transmisión, lo cual dificulta ofrecer servicios de aplicaciones en tiempo real.

Estas redes, a diferencia de las LANs, no poseen un estándar o norma que los defina, de hecho, para el caso de las redes de área amplia solo podemos hablar de arquitecturas de red y determinados modos de transmisión.

#### *2.3.2.2.1 Topología de red de área amplia*

. Debido a que son redes que van surgiendo a medida la sociedad evoluciona, presentan una configuración mayormente asimétrica y no ordenada. Entre las topologías más conocidas que se pueden resaltar, están las topologías mixtas que no

son más que la interconexión entre topologías básicas como por ejemplo, anillo – árbol, árbol – estrella y las mas implementada en la práctica, full mallada.

#### *2.3.2.2.2 Elementos que conforman una red de área amplia*

Al igual que las LANs, estas redes son conformadas por un variado grupo de equipos, sin embargo, por la orientación de este tipo de redes, tendremos que será un grupo menor aunque determinados equipos cumplen la misma función que en una LAN. Los equipos más relevantes en estas redes son: Concentradores, Repetidores, Puentes ó Bridges, Conmutadores ó Switches, Enrutadores ó Routers, Pasarelas o Gateways, Medio físico e interfaces de conexión, DSLAM's.

### **2.3.3 Función de elementos en una red de comunicación de datos**

Como ya se mencionó previamente, las redes de datos están compuestas por un variado grupo de elementos, equipos que trabajando en conjunto permiten la interconexión de las redes y de esta manera el tráfico de información entre sub-redes.

#### **2.3.3.1 Equipo Terminal**

Son los dispositivos ubicados en los extremos de la red de transmisión; los mismos son los encargados de enviar y/o recibir la información en cuestión. Entre estos podemos nombrar a los computadores, impresoras, asistente digital personal - PDA's (personal digital assistant), teléfonos, televisores, etc. Inclusive hoy día podemos enlistar acá a los equipos asociados a la domótica (neveras, cámaras de video, sistemas de seguridad, etc.), por ejemplo.

### 2.3.3.2 Servidor

Es un equipo que almacena cierta información con la finalidad de dar servicio a otros elementos de la red denominados clientes; Los mismos se pueden considerar como elementos dedicados o no dedicados, dependiendo del servicio o la función que ejerza en un determinado instante (servidor no dedicado) o si por el contrario, el servidor se encuentra todo el tiempo disponible para dar servicio a clientes (servidor dedicado).

Estos pueden ser divididos en varios tipos de servidores dependiendo de su función, entre los que podemos mencionar se encuentran los servidores de: impresión, bases de datos, Correo, Proxy, acceso remoto, etc.

### 2.3.3.3 Tarjeta de red (NIC – Network Interface Card)

Es básicamente un hardware que opera hasta la capa 2 del modelo OSI y permite la interconexión de un equipo terminal con la red. Es el encargado de adaptar la información para que pueda ser transmitida por el medio físico, además de fijar la dirección MAC del equipo terminal; los mismos pueden estar diseñados para trabajar con un interfaz cableada o inalámbrica.

En la actualidad la mayoría de estas tarjetas trabajan bajo el estándar “802” desarrollado por la IEEE.

### 2.3.3.4 Repetidores ó Regeneradores

Dispositivo que opera a nivel de capa 1 del modelo OSI; su función es la de recibir la señal transmitida (en este caso bits), afectada por la atenuación del medio y mantenerla en los niveles de tensión lógicos adecuados para entonces retransmitir esa

nueva señal restablecida. Es principalmente utilizado para extender la longitud física de la red.

#### 2.3.3.5 Concentradores o HUBs

Es un elemento de red, generalmente opera en la capa 1 del modelo OSI, (aunque en la actualidad se están desarrollando con mas funciones que permiten interactuar con capas superiores) que se encarga de concentrar el tráfico de la red para distribuirlo a todos los equipos terminales conectados al mismo.

Comercialmente estos equipos pueden tener entre 4 a 32 puertos, soportan velocidades de transmisión variables (dependiendo de la concepción de uso soportan Ethernet, ATM, Frame Relay, etc). Se pueden separar en dos grupos, el concentrador activo y el pasivo.

Estos dos grupos de concentradores se diferencian en el hecho que el concentrador activo posee una circuitería que permite regenerar la señal, mientras que el pasivo solo distribuye la señal sin regenerarla.

Utilizan la técnica de inundación o broadcast por lo que pueden producir ineficiencias en las redes.

#### 2.3.3.6 Puentes ó Bridges

Un puente es un elemento que opera en las dos primeras capas del modelo OSI, esta característica no solo le permite regenerar la señal a niveles adecuados sino que también permite direccionar las tramas (según las tablas almacenadas), únicamente hacia la red donde se encuentra la dirección física solicitada y lo mas importante, permite conectar segmentos de redes con fundamentos de transmisión distintos (p.e. una red Token ring con con una red Ethernet). Este tipo de dispositivos

permite interconectar dos o más LANs (según el tipo de puente) y su característica de funcionamiento permite disminuir la congestión en la red.

Existen tres tipos de puentes entre los que se encuentran:

- Simple: Son el tipo más sencillo y económico, antes de operar en sus funciones, se le deben introducir manualmente las direcciones MAC de los equipos que componen las LANs del entorno, lo que lo cataloga como un equipo poco práctico pues si un equipo sale de la red, de igual manera se debe proceder a eliminarlo manualmente de la tabla de direccionamiento del puente.
- Multipuerto: Este tipo permite la interconexión de dos o más LANs.
- Transparente: Es un tipo de puente en el que, al ser conectado en la red, él automáticamente se encarga de crear las tablas de direccionamiento MAC, así mismo cada cierto tiempo de ocupa de actualizarlas en dado caso que los equipos terminales entren o salgan de la red.

#### 2.3.3.7 Conmutadores ó Switches

Es un equipo que opera en la capa 1 y 2 del modelo OSI. Tiene prácticamente la misma funcionalidad de un puente con la diferencia que éste tiene más eficiencia puede operar como puente multipuerto para conectar dispositivos o segmentos a una LAN. Este equipo tiene la facultad de comprobar dirección MAC y errores de ciclo redundante (CRC); de esta manera, si la trama recibida presenta errores, el mismo puede descartarlos evitando así un tráfico innecesario en la red. Opera bajo dos concepciones distintas, Conmutador de almacenamiento y reenvío y conmutador de reenvío directo. Actualmente existen en el mercado, conmutadores

que operan también a nivel de capa 3 e inclusive a nivel de capa 4 del modelo OSI, lo que facilita la gestión de la red.

Hoy en día los switches han sustituido casi totalmente a los concentradores en las redes de datos.

#### 2.3.3.8 Enrutadores ó Routers

Equipos que operan en la capa 3 del modelo OSI, pueden cumplir las funciones de un concentrador, puentes, conmutadores y repetidores, se encargan de encaminar los paquetes a través de la red. Los mismos pueden interconectar grupos de LANs, suelen encontrarse en conexiones secuenciales dentro de las redes WAN.

Estos tienen la propiedad de elegir la mejor ruta para transmitir el paquete pues operan según un algoritmo que lista en tablas las direcciones IP de los equipos adyacentes y dentro de una LAN listan en tablas una asociación de las direcciones MAC con la IP. Suelen tener vasta memoria según el tráfico para el cual se han diseñado; actualmente poseen características de calidad de servicio (QoS) que derivan en mayor eficiencia del sistema.

#### 2.3.3.9 Pasarelas o Gateways

Son equipos que esencialmente operan en todas las capas del modelo OSI, su función principal es la de adaptar la interconexión de redes con protocolos y arquitecturas distintas, por lo que se puede decir que es un convertidor de protocolos. Generalmente es un enrutador con un software especializado para generar la conversión.

#### 2.3.3.10 Códecs

Pueden ser conformados tanto por hardware como por software, su función es la de procesar flujos de información generalmente relativa a audio y video, a veces incluyendo información de sincronización; Es un dispositivo ampliamente usado para video-conferencias y transmisiones multidifusión.

#### 2.3.3.11 Módems

Son elementos que operan en la capa 1 del modelo OSI. Estos modulan y demodulan señales, hacia y desde las PSTN ó redes tradicionales, se puede describir como un adaptador de señales al medio de transmisión. Podemos encontrar muchos modelos que varían de acuerdo del sistema al que operen.

#### 2.3.3.12 DSLAM's

Son elementos ubicados en el borde de red, entre la red de acceso y la red de transporte. Principalmente se encarga de multiplexar las tramas enviadas desde los equipos terminales y adicionarlas al canal transmisión en la red de transporte, que mayormente son redes basadas en ATM.

#### 2.3.3.13 Medio físico e interfaces de conexión

Se puede decir que son todos los elementos que conforman la capa 1 del modelo OSI, principalmente los medios guiados y no guiados; Las interfaces varían dependiendo del tipo de transmisión (serie o paralela), de acuerdo a los estándares y a la técnica de transmisión referida.

## **2.4 TECNOLOGÍAS APLICADAS EN REDES DE COMUNICACIONES Y TELEMÁTICAS**

Para mayor comprensión, optimización y gestión de las redes, estas se suelen dividir (de manera teórica), por lo general en 3 secciones, estas son la red de acceso ó última milla, la red de transporte y conmutación y el núcleo.

- Red de acceso: se considera como la red que va desde el nodo de acceso residencial hasta el nodo que discrimina las señales para enviarlas por la red de transporte.
- Red de transporte: se define como la red encargada de conmutar paquetes que vienen de la red de acceso para llevarlos a través de la red en dirección al equipo destino; se puede considerar como la WAN, aunque también puede relacionarse al backbone de una LAN.
- Núcleo: Equipos que se encargan de dirigir el tráfico de manera eficiente hacia los servidores de servicios específicos, los cuales suelen ser de uso común para los usuarios, por ejemplo, E-Mail, Internet.

Cabe destacar que aunado a estos tres grupos le podemos agregar otro que cubre los anteriores y se encarga de darle gestión a la red de acuerdo a fallas eventuales ó mantenimiento.

### **2.4.1 Tecnologías aplicadas en la red de acceso**

Las técnicas que se pueden aplicar en la red de acceso hoy día son muy diversas. Las mismas se pueden considerar para medios guiados y no guiados y de igual manera para redes fijas, inalámbricas fijas y móviles; las más importantes que podemos encontrar en el mercado son: xDSL, DOCSIS, FTTx, FDDI, LMDS, MMDS, WiFi, Wimax, GPRS, EDGE, HSPA.

#### 2.4.1.1 xDSL (x- Digital Subscriber Line)

Es un esquema de transmisión de datos de alta velocidad sobre las líneas telefónicas convencionales, donde se consideran tres canales, dos para datos de alta velocidad (uno para transmisión y otro para recepción) y otro canal para voz. Su descripción se detalla en la recomendación UIT-T G.995.1.

Para su operación necesita un modem en el nodo del usuario que se encarga de modular la señal digital proveniente de la red del cliente a una señal analógica para ser transmitida por el par de cobre hacia el nodo de acceso de la red, que en este caso, los nodos son conformados por los DSLAM.

##### *2.4.1.1.1 Tipos de xDSL*

Se subdividen en varios grupos, donde cada uno es independiente de operación con respecto al otro. Los más comunes en mercado son ADSL (ITU G.992.1), HDSL (ITU G.991.1), SDSL (ITU G.991.2), VDSL (ITU G.993.1).

Cada uno de estos tiene su propiedad específica y no existe compatibilidad entre ellos. El método más utilizado por los usuarios residenciales es el ADSL, la cual es una técnica asimétrica de transmisión; así como también se tiene el HDSL, la cual es una técnica simétrica.

Actualmente esta en ejecución la tecnología ADSL2 (Recomendación UIT-T G.992.3), ADSL2+ (ITU G.992.5) y VDSL2 (ITU G.993.2), las cual prácticamente duplican las características de velocidad previas.

#### 2.4.1.2 DOCSIS (Especificación de Interfaz para Servicios de Datos sobre Cable)

Es una tecnología basada en HFC (red híbrida de fibra y coaxial), mayormente utilizada por las compañías que originalmente iniciaron sus actividades brindando servicios de Tv por cable. Actualmente se encuentra en actividad la especificación DOCSIS 3.0.

De manera muy semejante a la técnica xDSL, el usuario debe contar con un modem para acceder a la red (en este caso se le denomina cablemódem), y el nodo de acceso es un equipo que cumple una función parecida al DSLAM en xDSL, este dispositivo se le conoce como CMTS (sistema de terminación cable modem).

#### 2.4.1.3 WiFi

Es una tecnología de acceso inalámbrica fija que se fundamenta sobre el estándar IEEE 802.11; utilizado en las LAN's pues su área de cobertura es en promedio 20 metros (en sitios cerrados) y velocidades de transmisión teóricas de hasta 300 Mbps. La principal desventaja que presentó esta tecnología fue con el tema de la seguridad y autenticación.

#### 2.4.1.4 WiMAX

Por sus siglas Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas, fue diseñado originalmente para la red de acceso inalámbrica fija y permite cubrir mayores áreas que la tecnología WiFi; está concebido bajo el estándar IEEE 802.16. Desde sus inicios ha tenido fuertes variaciones llegando a producirse una versión WiMAX móvil (IEEE 802.16e) que es el que se encuentra en competencia, con LTE, como las tecnologías de acceso a la telefonía móvil 4G.

Tabla 3. Comparación general de las distintas tecnologías de acceso

Red	xDSL	Cable (HFC)	UMTS	WiMAX	LTE	Satélite
<b>Normalización</b>	ITU – T G.99x, ETSI	DOCSIS, DVB	3GPP	IEEE 802.16, HyperMAN ETSI	3GPP	DVB, ETSI
<b>Medio físico</b>	Par trenzado	Fibra / Coaxial	Radio	Radio	Radio	Radio
<b>Topología</b>	Punto a punto	Multi-punto	Multi-punto	Multi-punto	Multi-punto	Multi-punto
<b>Terminales</b>	Fijos	Fijos	Móviles	Móviles y fijos	Móviles y Fijos	Fijos (móviles a baja velocidad)
<b>Alcance</b>	300m – 5km	40 km	50m – 3km	Fijo: hasta 10km ----- - Móvil: hasta 5km	30 km aprox.	Visión directa
<b>TV</b>	Sí (pocos Canales)	Sí	No	Sí	Sí	Sí
<b>Telefonía</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí (alto retardo)
<b>Acceso a Internet</b>	Sí	Sí	Sí (limitado)	Sí	Sí	Sí (limitado)
<b>Video Conferencia</b>	Sí	Sí	Sí (limitado)	Sí	Sí	Sí (Alto Retardo)
<b>Red Privada Virtual</b>	Sí (limitado)	Sí	No	Sí	Sí	Sí (limitado)

#### 2.4.1.5 UMTS

Es una red basada en la tecnología GSM, considerada como 3G. Permite transferencia de datos con velocidades de hasta 2 Mbps (en la red de acceso) y es soportado por WCDMA, es un estándar derivado por 3GPP. Actualmente se le introdujo una mejora para el sistema de transmisión de datos, el cual se basa en la

tecnología HSDPA, la cual han denominado como 3.5G pues maximiza, entre 3 y 4 veces más, la tasa de transmisión sobre la red de acceso de UMTS/WCDMA.

#### 2.4.1.6 LTE

LTE (Long Term Evolution), es una red de 4G, desarrollada por 3GPP para reemplazar a la actual UMTS y así poder brindar servicios de banda ancha a equipos móviles terminales. El principal problema de LTE es que la tecnología que la soporta, no es compatible con UMTS, por lo que prevé una gran inversión para ser puesta en operación.

Su principal competidora es una evolución de la conocida tecnología WiMAX; la que fue originalmente diseñada para redes inalámbricas fijas, ahora está tomando terreno en la tecnología inalámbrica móvil bajo la extensión de la recomendación 802.16 (802.16e).

Se realiza a continuación una caracterización y comparación tecnológica de los diferentes sistemas de acceso y de su adecuación a los distintos servicios.

### **2.4.2 Tecnologías aplicadas en la red de transporte**

Estas técnicas han venido presentando fuertes cambios debido a la alta demanda en ancho de banda para servicios de datos y multimedia por parte de los usuarios; debido a que ésta red interconecta las sub-redes y conmuta un amplio caudal de información, es imperativo que mantenga una baja indisponibilidad y en parte es por ello que la mayoría de las redes de transporte instaladas las encontraremos operando sobre medios físicos cableados; entre las principales podemos mencionar: Frame Relay, ATM, MPLS. En la tabla 4 se muestra una comparación básica entre las dos técnicas de transmisión tradicionalmente más utilizadas.

#### 2.4.2.1 Frame Relay

Es una técnica desarrollada para servicio portador de RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), originalmente diseñada para la red de transporte y conmutación (relevo) de tramas, donde la comunicación consiste en una retransmisión de tramas de manera redundante pues no tiene ninguna forma de corregir errores, opera en la capa 2 del modelo OSI.

Las redes Frame Relay se construyen partiendo de un equipamiento de usuario que se encarga de empaquetar todas las tramas de los protocolos existentes en una única trama Frame Relay. También incorporan los nodos que conmutan las tramas Frame Relay en función del identificador de conexión, a través de la ruta establecida para la conexión en la red. Este equipo se denomina FRAD o "Ensamblador/Desensamblador Frame Relay"(Frame Relay Assembler/Disassembler) y el nodo de red se denomina FRND "Dispositivo de Red Frame Relay" (Frame Relay Network Device).

Entre las características principales de Frame Relay podemos destacar:

- El tamaño de las tramas es variable
- Orientado a conexión.
- Servicio de paquetes en circuito virtual, tanto con circuitos virtuales conmutados como con circuitos virtuales permanentes.
- Mínimo procesamiento en los nodos de enlace o conmutación.
- Funciones implementadas en los extremos de la subred.
- El protocolo de transferencia es bidireccional entre las terminales
- La capa inferior detecta pero no corrige los errores, (se deja para las capas más altas) lo cual lo hace más rápido y transparente.

Tabla 4. Comparación entre los modos de transmisión más comunes en WAN's

	<b>FRAME RELAY</b>	<b>ATM</b>
<b>Facilidades</b>	Pocas	Pocas
<b>Velocidad</b>	Alta	Muy Alta
<b>Retardo</b>	Bajo	Muy bajo
<b>Caudal</b>	Alto	Muy alto
<b>Costo Prom</b>	Bajo	Alto
<b>Overhead</b>	Bajo	Alto
<b>Puerto Comp.</b>	Sí	Sí
<b>Tipo tráfico</b>	Datos/voz	Multimedia

Debido a que se transmiten tramas de longitud variable a través de la red, es una técnica poco idónea para el tráfico de voz pues la latencia es proporcional, en principio, al tamaño de la trama y de igual manera siendo las tramas variables, no hay garantía que la voz fluya naturalmente en el equipo receptor, por lo que la calidad del servicio se degrada.

A pesar de ser una técnica originalmente concebida para la red de transporte, actualmente esta siendo utilizada para el acceso y siendo combinada con soporte ATM.

#### 2.4.2.2 ATM

El modo de transferencia asíncrona (ATM), es un estándar recomendado por la ITU para servicios de banda ancha, es de naturaleza conmutada y orientado a

conexión. Es una tecnología utilizada principalmente para las redes de transporte y núcleo.

Consiste en paquetes de longitud fija (53 bytes) denominados células, que se divide en 5 bytes para encabezado y 48 bytes para carga útil; Existen varios tipos de células: información, señalización, supervisión y de relleno (idle); de acuerdo a estructura y funcionamiento se puede considerar como un modelo de 3 capas, las cuales ocupan la capa 1 y parte de la capa 2 del modelo OSI.

- *Nivel de adaptación ATM (AAL):* Se encarga de recibir los paquetes de los protocolos de nivel superior, como protocolos de Internet(IP), Netware(IPX), Appletalk,etc. y los fragmenta en segmentos de 48 bytes que forman el espacio de carga útil de una célula ATM, por lo tanto se ocupa de la transformación de las unidades de datos de servicio más grandes (por ejemplo video y paquetes de datos)de procesos de la capa superior en celdas ATM.
- *Nivel Modo de Transferencia Asíncrona (ATM):* encargado de construir las cabeceras de las células ATM, responsable del direccionamiento y el multiplexado de las células a través de los Canales y Rutas Virtuales. También se encarga del control del flujo de datos y la detección de errores ocurridos en la cabecera aunque no en los datos.
- *Nivel físico (PL):* Es el nivel inferior encargado de controlar las señales físicas, ya sean ópticas o eléctricas, e independizarlas de los niveles superiores de protocolo adaptándolas al medio de transmisión y codificación utilizado. Puede soportar diversas configuraciones punto-a-punto y punto-a-multipunto. En una red ATM se distinguen dos tipos de nodos: los terminales que proporcionan los puntos de acceso a los usuarios finales y los nodos de conmutación responsables dentro de la red del direccionamiento de las células.

El ATM puede ser considerado como una tecnología de conmutación de paquetes en alta velocidad, entre sus principales características están:

- Los paquetes son de tamaño pequeño y constante (53 bytes).
- Es una tecnología de naturaleza conmutada y orientada a la conexión.
- Los nodos que componen la red no tienen mecanismos para el control de errores o control de flujo.
- El encabezado de las células tiene una funcionalidad limitada.
- Puede integrar voz, datos, video y multimedia sobre una misma red.

#### 2.4.2.3 MPLS

Conmutación multiprotocolo de etiquetas, se puede definir como una técnica de conmutación de paquetes, un estándar IP desarrollado recientemente descrito bajo la petición RFC 3031; su funcionamiento consiste en que las etiquetas de enrutamiento son reemplazadas en cada salto, sin embargo las mismas llevan información relativa al enrutamiento próximo (LSP –Label Switch Protocol), lo que provoca que el tiempo de conmutación disminuya significativamente y esto a su vez disminuye la latencia, además que los paquetes son tratados con criterio de prioridad según el servicio al que estén destinados, lo que genera que la técnica mejore la calidad de servicio de la red.

Los nodos establecen comunicación con sus contra partes aledañas mediante la etiqueta de distribución de protocolo (LDP –Label Distribution Protocol); el LDP establecerá un camino a través de la red MPLS y se reservarán los recursos físicos necesarios para satisfacer los requerimientos del servicio previamente definidos para el camino de datos.

Esta técnica opera sobre nodos de conmutación denominados “inteligentes”, donde la ruta de los paquetes se adapta en función del estado de las tablas de

encaminamiento de cada nodo. Estas tablas son transmitidas desde cada nodo hacia los nodos circunvecinos, lo que se traduce en una red donde todos los nodos operan más determinísticamente. A parte de las tablas de enrutamiento, los nodos se envían información relativa al estado de la red, lo que influye y es considerado para la operación algorítmica que genera el camino de enrutamiento.

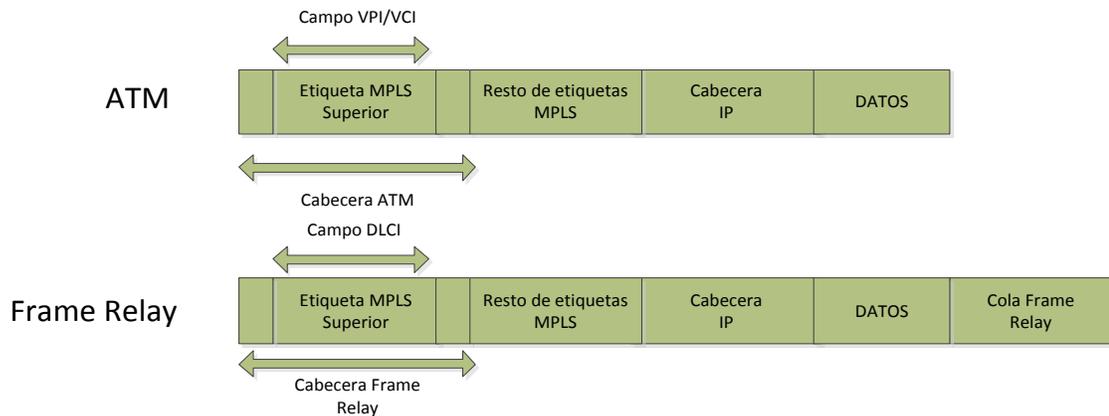


Figura 4. Situación de las etiquetas MPLS respecto a ATM y Frame Relay.

Sus características principales son:

- Servicio orientado a conexión.
- Ofrece calidad de servicio (QoS).
- Puede soportar servicios diferenciados (DiffServ).
- Permite generar estudios y análisis de Ingeniería de Tráfico (TE).
- Puede operar sobre cualquier red de banda ancha.
- Facilita la gestión de la red

## 2.5 DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN

Una red de comunicación moderna pretende integrar y ofrecer los servicios de voz, datos, video y multimedia a través de una misma red troncal, de manera tal

que se minimicen, principalmente, los gastos operativos asociados a interconexión, gestión y mantenimiento de la red. De allí parte la importancia de las redes NGN y todo lo que se ha generado paralelamente, por ejemplo IMS, UMTS, LTE, Metro Ethernet, etc.

### **2.5.1 Red de próxima generación (NGN)**

Las redes de próxima generación están concebidas bajo la recomendación Y.2001 de la UIT, definiéndose como una red basada en conmutación de paquetes, con la capacidad de proveer servicios de telecomunicaciones a usuarios y apta para hacer uso de distintos anchos de banda, tecnología de transporte con soporte de calidad de servicio y en el que los servicios relacionados con las funciones son independientes de la base de tecnologías relacionadas con el transporte. Se permite el acceso sin trabas a los usuarios a las redes y proveedores de servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios. [7]

Las premisas de instalación y funcionamiento de las red NGN son:

- La sencillez y flexibilidad para adicionar, mantener y remover servicios, aplicaciones, contenido e información.
- La fácil creación de servicios avanzados, aplicaciones, contenido e información.

La concepción de las redes de próxima generación es un concepto bastante general, por lo que de este modelo inicial se han propuesto conceptos que han venido a rayar en mejoras del modelo teórico inicial. En este caso se puede mencionar como ejemplo a IMS (Subsistema Multimedia IP), que es un enfoque de NGN para la integración entre las redes fijas y las redes móviles.

Por esto ya no se estaría hablando solo sobre la convergencia de servicios hacia una sola red, sino también, en la integración de los tipos de redes.

### 2.5.1.1 Modelo de arquitectura NGN

El modelo que describe a las redes NGN se basa en 4 capas (figura 5), donde cada una cumple un rol para el buen desempeño de la red; de esta manera nos encontraremos pues con las capas:

- Acceso.
- Núcleo.
- Servicios.
- Gestión.

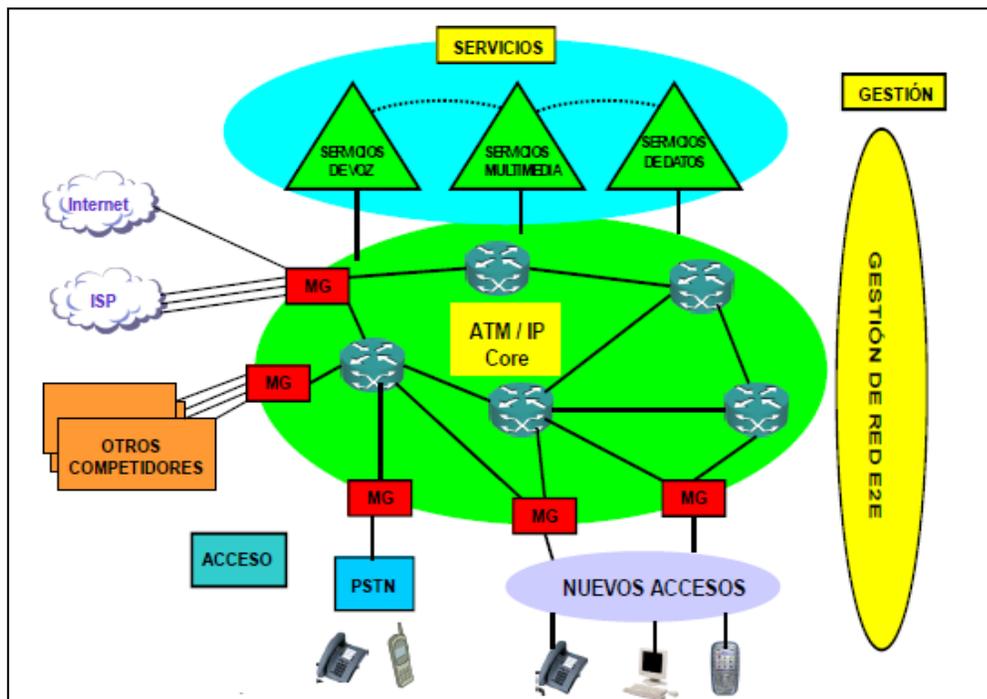


Figura 5. Arquitectura generalizada del modelo para NGN.

*Fuente: Láminas del Prof. Carlos Fuenmayor.*

### 2.5.1.2 Principales protocolos que operan en NGN

En el entorno NGN interviene un grupo relevante de protocolos que hacen posible la interconexión de redes, estos protocolos son relativos a cada equipo y principalmente transportan señalización y control del sistema; los protocolos mas resaltante en NGN son H.248, H.323, SIP, SS7, el cual está descrito en la recomendación Q.700 a Q.764 de la ITU-T, que fue en su principio diseñado para la PSTN, sin embargo NGN soporta SS7 para interconectar ambas redes.

### 2.5.2 Metro-Ethernet

Las redes Metro-Ethernet fueron concebidas bajo el protocolo Ethernet; la variación se encuentra en el área que ahora esta cubre; se logró gracias a los avances y desarrollos sobre los medios de transmisión optimizando los métodos de transporte.

La red Metro-Ethernet se fundamenta bajo los conceptos de conmutación inteligente y calidad de servicio, apoyado sobre lo que se conoce como servicios diferenciados. La conmutación de paquetes se deja a la orden de la técnica MPLS, la cual es básicamente una optimización del enrutamiento tradicional, donde ahora, los enrutadores tienen mayor “inteligencia”.

Esta red tiene distintas maneras de apoyarse en transporte, donde podemos encontrar técnicas como Ethernet sobre fibra, Ethernet sobre SDH, Gigabit Ethernet, etc. Actualmente es la red con mayor proyección para soportar servicios integrados con alta calidad de servicio. En Venezuela los proyectos en Metro-Ethernet se encuentran en fuerte alza ya que esta red le puede dar soporte de transporte a la red NGN.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Este capítulo describe de manera explicativa y secuencial el proceso por el cual fue posible lograr los objetivos propuestos en el presente proyecto. Primeramente se definen los conceptos básicos del tipo y diseño de la investigación, las técnicas de recolección de datos y finalmente el proceso metodológico junto a la factibilidad y elementos necesarios para el desarrollo de la investigación.

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se desarrolló en función de la necesidad de la Escuela la Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. de contar con un laboratorio de redes de comunicación y telemática enmarcado en las necesidades actuales de enseñanza y desarrollo del país. De acuerdo con los objetivos del proyecto de investigación, el tipo de investigación aplicada fue descriptiva, con un diseño documental y con modalidad de proyecto factible.

De esta manera, Arias [9] comenta que “los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.” (p.33)

Esta investigación es de corte descriptivo, por lo que se limitó a describir los hechos o condiciones presentes en un momento determinado, para luego, con esa base desarrollada proponer una alternativa de solución.

El diseño de la investigación correspondió al diseño documental, Arias [9]

señala a este diseño de investigación como: “es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos.” (p.34). Este tipo de investigación es mayormente bibliográfica basada en la revisión y análisis de trabajos previos bien sean libros, documentos, investigaciones, reportes, revistas, entre otros con la finalidad de obtener un perfil del tema tratado en función de proponer soluciones.

Es necesario acotar, que la investigación seleccionada se apoya a su vez en la investigación de campo pues el investigador analiza un problema teórico-práctico y por medio de un análisis de los datos recolectados se procura describirlos, explicarlos, entender su naturaleza y proponer soluciones.

La investigación se desarrolló bajo la modalidad de proyecto factible, la cual es un tipo de investigación que procura proponer soluciones a una problemática determinada partiendo de un proceso previo de indagación. Esta modalidad demanda explorar, explicar y proponer alternativas de cambio, sin embargo no necesariamente exige ejecutar la propuesta.

### **3.2 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

Se describe a continuación los procedimientos metodológicos que se siguieron con el propósito de alcanzar cada uno de los objetivos específicos enumerados anteriormente. Se presenta a continuación la descripción de cada una de las fases que se desarrollaron para lograr el alcance secuencial de los objetivos en estudio:

#### **FASE 1. Estudio Documental de las Diversas Tecnologías**

En esta fase se obtuvo el pensum de estudios de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. en función de aislar las asignaturas relacionadas a la telemática

y redes de comunicación; seguidamente se procedió a recopilar los contenidos programáticos de cada asignatura y efectuar un análisis de los temas dictados procurando recrear la interacción y dependencia de todos los temas respecto a un todo que en este caso serían los elementos que operan y sostienen una red convergente de próxima generación.

Luego se seleccionó un grupo de universidades e institutos bajo el criterio, fundamentalmente, que estas deben ser altamente reconocidas a nivel mundial por sus trabajos y desarrollos en el área de la investigación o bien, ser reconocidas por especializarse en el área de la telemática y redes de comunicación; inmediatamente se procedió a efectuar una investigación a través de Internet con la finalidad de obtener los currículos de estudio de la carrera de Ingeniería Eléctrica con mención en comunicaciones (o su equivalente) en estas universidades o institutos, se hizo lo propio con un pequeño grupo de universidades nacionales que dictan cursos teóricos y prácticos referentes a redes de comunicación y telemática.

Cabe destacar que aunado a los centros de estudio que fueron listados, también fueron evaluados otros más pero no fueron adicionados de manera explícita, tal es el caso de universidades de Colombia, Brasil, China, Argentina, México, etc.

De igual manera se procedió a investigar y recopilar información de publicaciones, documentos, libros, normas y estándares referente a los tópicos relativos a las redes convergentes de próxima generación y su proyección a futuro. Entre estos destacan normas de la ITU, IEEE, FONDONORMA – CODELECTRA, entre otras; también se investigó institutos a nivel mundial que ya han tenido experiencia en el diseño e instalación de laboratorios semejantes al que se pretende proponer, así como también diseños y planos de redes de comunicación y telemáticas instaladas que describan equipos utilizados para la interconexión.

## **FASE 2. Definición y Adecuación del Contenido de las Posibles Prácticas y Líneas de Investigación**

En esta fase se realizó un análisis de la información recopilada de manera tal que los contenidos programáticos de las asignaturas dictadas en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. fueron asociados con los contenidos dictados en las universidades foráneas y asuntos tratados en las empresas encargadas de brindar servicios de telecomunicaciones a la población, en función de complementar y enriquecer los temas tratados para pre-grado y así obtener un mapa programático que cubra también temas de post-grado y se combine con las líneas de investigación. Es importante comentar que aunado a la investigación teórica, también fueron realizadas un grupo de entrevistas a personal calificado en el área de las telecomunicaciones, tanto egresados laborando en empresas como profesionales con el cargo de instructores en diversos institutos.

Es importante resaltar que los contenidos de las líneas de investigación están muy ligados a las tendencias de las telecomunicaciones en combinación con lo que ofrecen las TELCO's a la sociedad, por lo que la actualización y documentación constante en el área es primordial.

De esta manera se generaron un grupo de temas que, de alguna manera, delimitan el alcance del laboratorio; se decidió dividir el contenido de las posibles prácticas en tres grupos de acción definidos como básico, intermedio y avanzado.

## **FASE 3. Estudio Documental de los Equipos y Software**

Esta fase se soporta sobre la evaluación y análisis del contenido programático que será tratado en el laboratorio, contenido que fue concebido en la fase 2. Según el análisis se derivó un grupo de equipos idealizados para la realización de prácticas, sin embargo era necesario indagar sobre la existencia de dichos equipos

comercialmente y de esta manera, luego de sondear sobre el grupo de equipos necesarios, se investigó sobre la versatilidad y funcionalidad de los mismos con referencia al costo en función del beneficio/espacio. De igual manera se investigó sobre software para simulación y estudio de las diferentes características que intervienen en una red de comunicación y telemática; toda esta investigación se respaldó con entrevistas a profesionales que laboran en empresas reconocidas a nivel nacional.

La selección de los equipos se realizó bajo las premisas y concepciones de las normas y estándares internacionales, así como también sobre las tecnologías actuales en mercado.

#### **FASE 4. Caracterización del espacio físico y diseño de propuestas del laboratorio**

Se realizó un estudio del espacio físico disponible para la instalación del laboratorio donde se realizaron mediciones de dimensionamiento y fueron consideradas características de iluminación, ventilación, seguridad, canalización y puesta a tierra; todo esto en función de elaborar un diseño práctico y eficiente, en cuanto a funcionalidad y operatividad del laboratorio.

Alcanzado este punto se encontraron limitaciones de espacio que obligaron a efectuar una reformulación de los equipos necesarios y una redistribución general, lo que originó modificaciones en el diseño originalmente concebido.

El diseño generado está concebido bajo las premisas de las normas y recomendaciones internacionales y nacionales, en este caso, las de Fondonorma, ANSI, EIA, etc., las cuales definen las condiciones de cableado estructurado, iluminación, ventilación, canalización, puesta a tierra, entre otras. El diseño fue realizado bajo la ayuda de una herramienta computacional como lo es AutoCAD.

## **FASE 5. Elaboración del Informe Final**

Esta es la última fase del proyecto y su objetivo es la elaboración de toda la documentación producto de las actividades realizadas y el informe que contiene los resultados obtenidos.

### **3.3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

La propuesta de diseño fue elaborada bajo la suposición de puesta marcha en las instalaciones ubicadas en el edificio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria de Caracas, Los Chaguaramos, Caracas – D.F., se desarrolló en el transcurso de 24 semanas.

Dado que el proyecto parte de la premisa de mejoras académicas para la comunidad estudiantil, las cuales repercuten directamente en la industria para cubrir necesidades de la sociedad, la obtención del financiamiento puede considerarse por diversas vías, tanto entes gubernamentales como entes privados; del punto de vista instrumental, se basa en tecnología ya existente que pretende un estudio de adaptación con visión a futuro y en base a esa información se generó la propuesta de implementación, por lo tanto, los objetivos y actividades requeridas por este trabajo son de una realización totalmente factible.

### **3.4 HERRAMIENTAS Y EQUIPO A UTILIZAR**

El presente trabajo fue desarrollado en la escuela de ingeniería eléctrica de la U.C.V. bajo la supervisión del profesor PhD. Carlos Moreno N.

Como recursos disponibles se listan:

- Computadora personal.
- Acceso a internet.
- Documentación técnica.
- Asesoría de personal especializado.
- Herramientas computacionales de diseño (Autocad).

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo se pondrán de manifiesto los análisis realizados a la documentación técnica recolectada en función de justificar los resultados obtenidos para la elección de temas a cubrir en el laboratorio y a su vez la selección de equipos que sustentarán las posibles prácticas a elaborar, así como también para efectuar el diseño teórico y los planos que muestren la distribución espacial del laboratorio.

#### **4.1 PRINCIPALES TEMAS INSTRUIDOS EN LA E.I.E DE LA U.C.V**

Al realizar un detenido estudio sobre el pensum de estudios de la E.I.E. de la U.C.V., enfocando el análisis sobre la mención de telecomunicaciones y más aun sobre los temas relacionados a la telemática dictados, se extrajeron las siguientes asignaturas (electivas):

- Sistemas de Transmisión de datos.
- Sistemas de Banda Ancha.
- Redes de Comunicación basadas en TCP/IP.
- Técnicas de Acceso de Última Milla.
- Sistemas de Comunicaciones Móviles.
- Sistemas de Transmisión Digital.
- Seguridad en Redes y Criptografía.
- Redes de comunicaciones Telemáticas e ISDN.
- Redes de Alta Velocidad y ATM.
- Ingeniería del Software.

A las asignaturas electivas, antes nombradas podemos agregar la siguiente, obligatoria, pues está ligada directamente con los temas relacionados a las redes de comunicación y telemática:

- Sistemas de Telecomunicaciones II.

Sistemas de Telecomunicaciones II es una asignatura que introduce los conceptos básicos de una red basada en conmutación de paquetes, iniciando con los conceptos generales y funcionamiento de las redes de banda angosta basadas en conmutación de circuitos. Hoy día es de extrema importancia el estudio y análisis de las redes de banda ancha y los diferentes elementos y técnicas que permiten su funcionamiento, por lo que, intentar abordar el tema de la convergencia y sus distintas vertientes, en una sola asignatura obligatoria puede resultar insuficiente para la consolidación de conocimientos. En las figuras 6 y 7 podemos apreciar dos gráficos que detallan la relación existente entre las asignaturas ofrecidas en el pensum, las ofrecidas por el departamento y las relacionadas con las redes de comunicación y telemática.

Tabla 5. Relación Asignaturas Electivas Técnicas en Pensum E.I.E de la U.C.V. Mención Comunicaciones.

Total Asignaturas Electivas en Pensum Mención Comunicaciones	22
Asignaturas Relacionadas a Redes de Comunicación y Telemática	10
Asignaturas Electivas Ofertadas en Mención Comunicaciones	8
Asignaturas Ofertadas relacionadas a las redes de comunicación y Telemática	5
Asignaturas del departamento	5
Asignaturas de otros departamentos	3

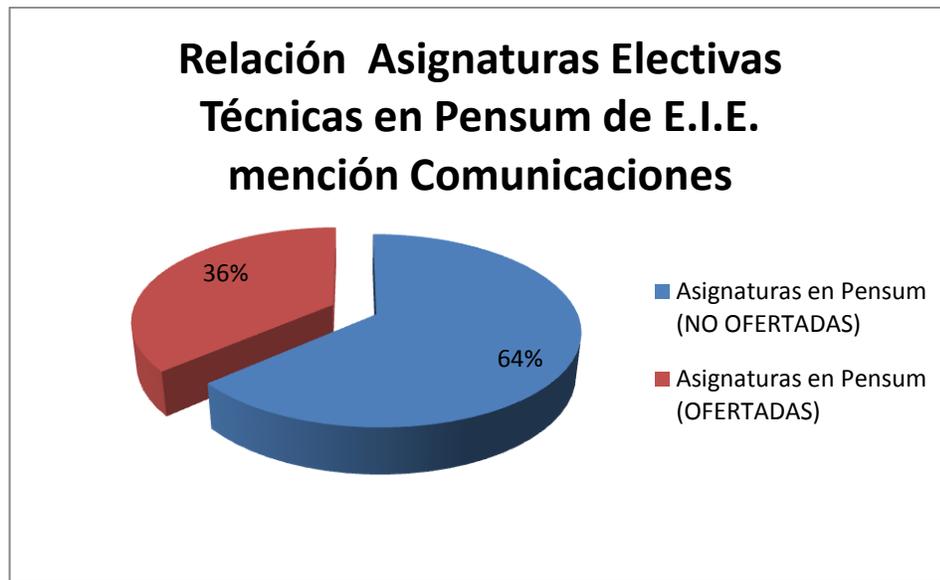


Figura 6. Relación asignaturas electivas técnicas en la E.I.E. de la U.C.V. mención comunicaciones

Sin embargo, es de resaltar que de las 10 asignaturas electivas solo son ofertadas 5 de ellas en el semestre, donde algunas son abiertas una vez por año. Aún así es importante notar que entre las 8 asignaturas ofrecidas como electivas en el semestre, 5 de ellas están ligadas directamente con las redes de comunicación y telemática, 2 con aspectos generales de la ingeniería eléctrica y la restante es pasantía corta.

Es relevante notar que todas las asignaturas electivas ofertadas por el departamento de comunicaciones son relativas a las redes de comunicación y telemática, sin embargo ninguna de estas presenta parte práctica.

Los temas tratados en estas asignaturas son variados y extensos, es por ello que se consideraron tópicos generales referentes a las redes de comunicación y telemática y se sondeó en cada asignatura procurando señalar si esta contemplaba dichos tópicos, con esa información se basó la consideración de los temas para ser complementados por la parte práctica dentro de el laboratorio.

Tabla 6. Asignaturas Electivas Ofertadas Pertenecientes a la E.I.E de la U.C.V. relacionadas con redes de comunicación y telemática.

Asignaturas Electivas Ofertadas	Código
Sistemas de Transmisión de datos.	2443
Sistemas de Banda Ancha.	2452
Redes de Comunicación basadas en TCP/IP.	2416
Técnicas de Acceso de Última Milla.	2453
Sistemas de Comunicaciones Móviles.	2445

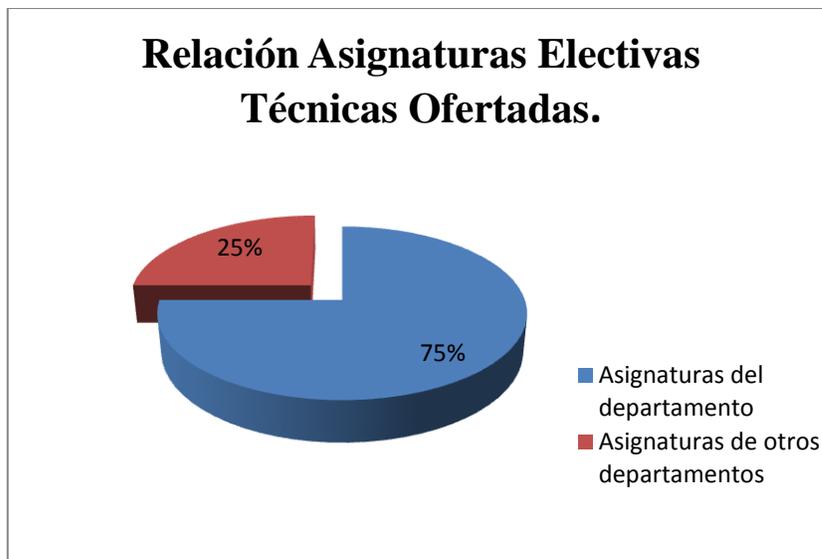


Figura 7. Relación asignaturas electivas técnicas ofertadas en la E.I.E. de la U.C.V.

En la figura 8 se puede apreciar la distribución de un tópico específico dentro de un grupo de asignaturas, las cuales son dictadas en la E.I.E. de la U.C.V. donde se notan deficiencias en determinados temas que hoy día se tornan relevantes.

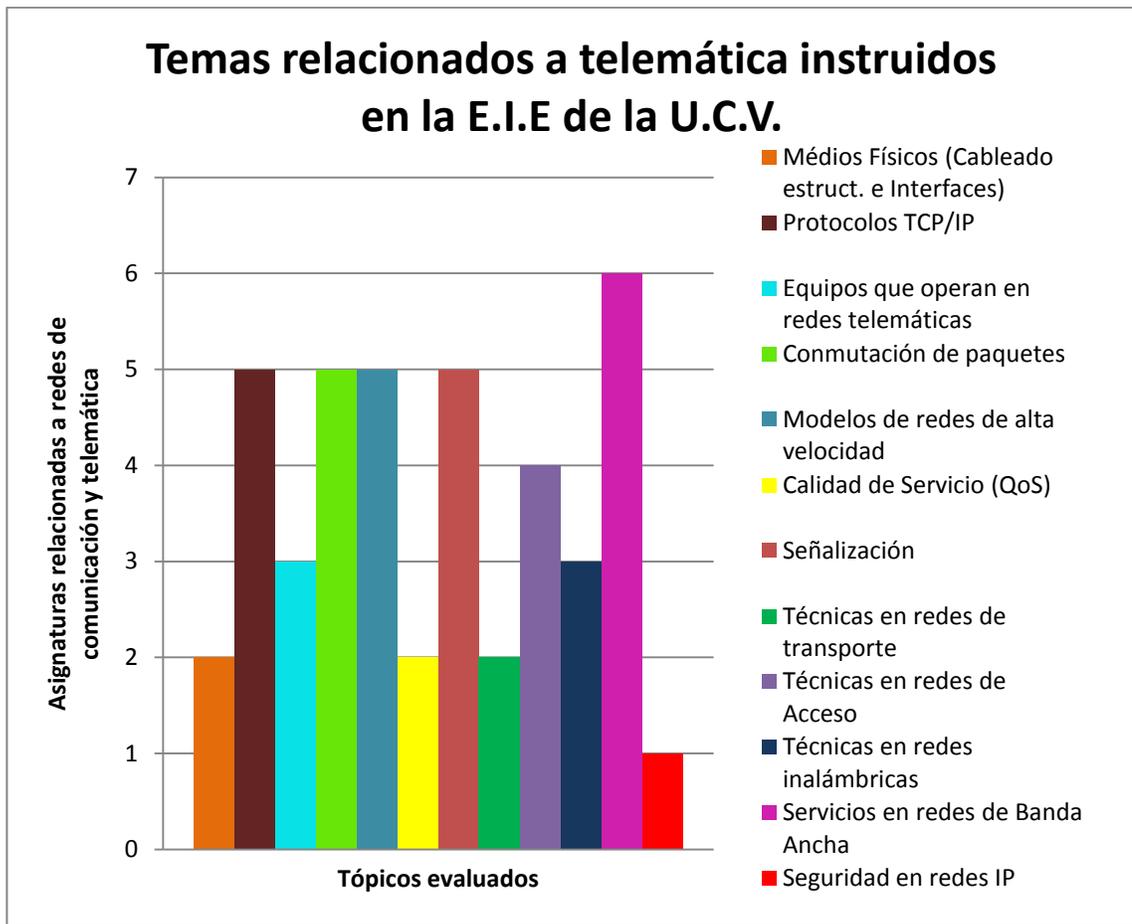


Figura 8. Temas básicos contenidos en las asignaturas dictadas en la E.I.E de la U.C.V.

A pesar de la evolución que han sufrido las telecomunicaciones en los últimos años y la importancia que tienen las mismas para la sociedad y su desarrollo, se pudo observar, según el análisis hecho al pensum de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. mencionando comunicaciones, que el contenido de las materias dictadas son altamente enfocadas en la capa 1 del modelo OSI, las capas siguientes como la 2, 3 y 4 son estudiadas pero de manera muy superficial y por un pequeño grupo de asignaturas, abordando los temas de manera desordenada desde el punto de vista estructural (figura 9), por ejemplo la asignatura Comunicaciones II no guarda relación de peso con asignaturas electivas como lo son Sistemas de Transmisión de

Datos y Sistemas Móviles de Comunicación, sin embargo es prelación de las mismas; además de esto, no son considerados contenidos, que si bien se pueden presumir avanzados, son parte del desarrollo mismo de las telecomunicaciones actuales, temas como cableado estructurado, diseño de redes, gestión de redes, seguridad y encriptamiento, compresión de voz y video, sistemas 3G y 4G, IPv6, etc.

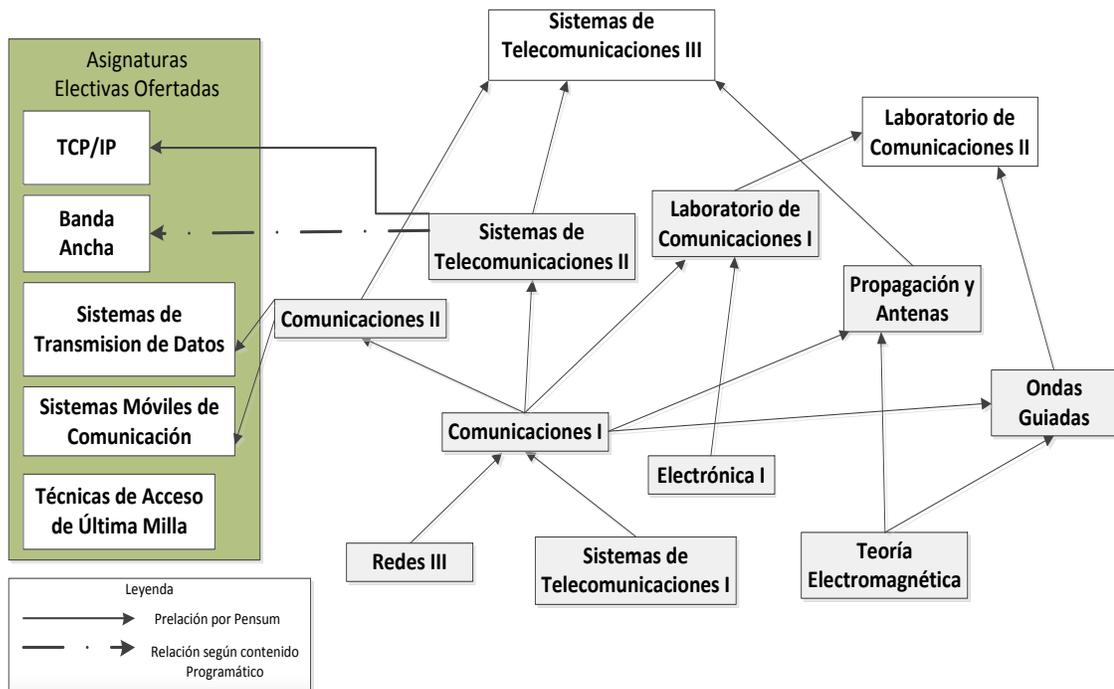


Figura 9. Relación entre asignaturas dictadas en la E.I.E de la U.C.V. (mención Comunicaciones).

Los temas que son tratados en post-grado no difieren en magnitud respecto a los temas estudiados en pre-grado, son solo dos o tres temas adicionales que corresponden a gestión de redes y seguridad y encriptamiento; esta situación se puede justificar a la ausencia de un laboratorio que brinde las facilidades para experimentar con redes de comunicación y mas aun la telemática.

Es necesario apreciar que los contenidos de estudio de las líneas de investigación en la E.I.E de la U.C.V. se inclinan hacia el área de las redes de comunicación y telemática con temas de estudio generales como lo son:

- Calidad de Servicio en redes IP.
- Sistemas de 3ra. generación celular.
- Protocolos emergentes en redes IP.
- Protocolos de transporte para voz y video sobre redes IP.
- Teleducación y Telemedicina.
- Compresión.
- Estandarización.

#### **4.2 CENTROS DE ENSEÑANZA A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL**

Básicamente el desarrollo del proyecto se sustenta en el análisis de las características educativas de asignaturas vinculadas a las TIC's (Tecnologías de la información y comunicación) ofertadas por diversos institutos ó universidades a nivel mundial; para el caso de esta investigación se consideraron institutos de alto renombre, que, en la mayoría de los casos, han estado a la vanguardia de las líneas de investigación, desarrollo de nuevas tecnologías y estándares.

La apreciación de las modalidades de estudio y asignaturas relacionadas a las redes de comunicación y telemática en otros institutos y universidades a nivel mundial servirán como referencia para complementar los temas que son abarcados por las asignaturas vistas en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. y de esta manera estructurar los contenidos que podrán ser cubiertos en el laboratorio.

El análisis se efectuó diferenciando los temas que deben complementar a los dictados en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. y los estudios y puestas en marcha de otros laboratorios a nivel internacional; se investigó sobre los estudios con

referencia a la telemática brindado por otras universidades reconocidas a nivel nacional.

Entre los institutos y universidades que representan mayor peso en el área de las redes de comunicación y telemática destacan:

- Estados Unidos:
  - Massachussets Institute of Technology.
  - Universidad de California en Berkeley.
- Francia:
  - Universidad Paris VI – Pierre et Marie.
  - Telecom Bretagne.
- España:
  - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de telecomunicación - Universidad Politécnica de Madrid.
  - Universidad de Valladolid.
- Italia:
  - Universidad de La Sapienza.
- Inglaterra:
  - Universidad de Londres - Queen Mary.
  - Universidad de Bristol.
- Venezuela:
  - Universidad Católica Andrés Bello.
  - Universidad Simón Bolívar.

Después de realizar una investigación de los pensa de estudio de las principales instituciones vinculadas a la investigación y desarrollo, a nivel internacional, se obtuvo la siguiente información.

- **Massachussets Institute of Technology (M.I.T.) y Universidad de California en Berkeley (EEUU) [10][11]**

Ambas instituciones altamente reconocidas a nivel mundial por su compromiso en el desarrollo e investigación de nuevas técnicas para el beneficio social; poseen un currículo educativo bastante semejante, se dicta la carrera Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación (EECS, por sus siglas en inglés), donde el perfil del egresado está enfocado a fusionar comunicaciones e informática como un todo, lo cual es lo que más se adapta a la realidad actual con el crecimiento de las redes de comunicación y la convergencia.

El programa de estudios presenta una estratificación en los niveles de enseñanza, definiéndolos en tres partes, donde la primera es introductoria, se instruyen las ciencias básicas de la ingeniería eléctrica y, en este caso, la computación. En la segunda parte se dictan cursos mas avanzados pero introductorios para la carrera; al estudiante se le presentan diversas opciones para seleccionar en que temas ahondar, incluyendo también laboratorios y asignaturas técnicas combinadas con la parte teórica. En la tercera parte se definen también las tendencias del estudiante pues tiene la opción a seleccionar nuevas vertientes que le dan un perfil especializado con asignaturas de corte avanzado.

Los estudiantes en tercer nivel pueden elegir continuar por su maestría y obtenerla un año después de la licenciatura. Los estudios de licenciatura en el M.I.T. toman solo 4 años, sin embargo tienen la opción a continuar un año más para graduarse con honores y dos años para obtener la maestría, mientras que en la Universidad de Berkeley los estudios por licenciatura toman 5 años, maestría entre 1.5 y 2 años y el doctorado alrededor de 5 años.

Las asignaturas que estos institutos dictan entre el segundo y tercer nivel son bastante semejantes a las vistas en la E.I.E de la U.C.V., sin embargo un fuerte grupo

de estas distan de ser contenidas en algún tema dentro de las asignaturas ofertadas.

Las líneas de investigación manejan tópicos diversos, por eso los agrupan en distintas áreas, donde se pueden encontrar:

- Sistemas, comunicación, control y procesamiento de señales.
- Ciencias de la computación.
- Electrónica, Computación y sistemas.
- Ingeniería bioeléctrica.
- Ingeniería física.

Cabe destacar que poseen un programa de seminarios de egresados que se encuentran ejerciendo en el área, en función de orientar y solventar dudas presentadas por los estudiantes, así como también exponen inconvenientes, anécdotas y asuntos pertinentes al campo laboral.

- **Universidad Paris VI – Pierre et Marie Curie (Francia) [12]**

La carrera dictada en esta universidad denomina Licencia en Ciencias y Tecnologías y la misma deriva dos menciones, Electrónica y Comunicaciones y Comunicaciones y Multimedia. Las asignaturas básicas como, por ejemplo, Circuitos Eléctricos no se dicta ampliamente a mediados de la carrera como en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. sino que se empieza a dictar de forma simplificada desde el primer año de estudio y progresivamente se introduce contenido relacionado con las redes de comunicación y telemática.

De igual forma que en el M.I.T., los estudiantes llevan en paralelo asignaturas teórico-prácticas, con la visión que el estudiante adquiriera la mayor experiencia práctica, logrando así saber afrontar problemas cotidianos en el plano laboral.

Las líneas de especialización trabajadas en postgrado son diversas, entre las que se puede nombrar Sistemas de comunicación, Informática industrial, señales e imágenes, etc.

- **Telecom Bretagne (Francia) [13]**

Es un instituto comprometido con el desarrollo e investigación en el área de las telecomunicaciones, tiene convenios con M.I.T. en transferencia tecnológica e investigación, al igual que el programa de estudio de M.I.T., Telecom Bretagne divide su carga académica de formación en tres secciones, la primera es de enseñanza básica general, donde se imparten los contenidos generales de la ingeniería (el primer semestre), la segunda parte con contenidos mas avanzados donde el estudiante decide que asignaturas cursar según su grado de interés (semestres 2 al 4), la última parte (el tercer año), se cursan asignaturas avanzadas, de igual forma son asignaturas electivas, pero le dan el perfil especializado al egresado. Las asignaturas, tanto de 3er año como las de especialización y postgrado tienen alto grado de contenido práctico.

Los temas de 3er año podemos encontrar Sistemas integrados de software, distribución y/o móvil, Aplicaciones y servicios Web, Redes y servicios multimedia, Redes y servicios móviles, Seguridad de red, software y sistemas de información.

Poseen además programas de postgrado y doctorado en asociación con líneas de investigación.

- **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de telecomunicación - Universidad Politécnica de Madrid (ETSIT - UPM) (España) [14]**

Este es un Instituto de alto nivel que se especializa en Telecomunicaciones y Técnicas relacionadas; sus egresados obtienen el título de Ingenieros en telecomunicación con proyección de maestría. Su programa académico de pre-grado

está estructurado en 3 partes, donde los estudiantes se encuentran con asignaturas básicas generales, asignaturas medias optativas y finalmente las avanzadas, que son de libre elección.

El primer ciclo contiene la mitad de los créditos requeridos para la obtención del título. En esta sección se cursan materias básicas e introductorias en distintas áreas de la ingeniería en telecomunicaciones, a las que se le suma una carga menor de asignaturas optativas y otro grupo de electivas. Cabe destacar que se cursan asignaturas de laboratorio combinadas con asignaturas netamente teóricas.

El estudiante tiene la opción de especializarse en tres áreas específicas como lo son la electrónica, telemática y comunicaciones, además de tener una opción adicional en bioingeniería; Al igual que la U.C.V., está planteado para 5 años de estudio.

Los estudiantes de post-grado tienen un abanico más amplio de opciones con maestrías en temas como domótica, tecnología espacial, sistemas y servicios audiovisuales, sistemas y redes de comunicaciones, ingeniería en redes y servicios telemáticos, tecnologías y sistemas de comunicaciones, telemedicina y bioingeniería, entre otras; algunos de estos temas son extendidos para estudios a nivel doctoral.

Las líneas de investigación son variadas y entre los temas que tienen se encuentra tecnologías electrónicas y fotónicas, ordenadores, redes y aplicaciones, tecnologías de radiofrecuencia, telemedicina y bioingeniería, sistemas de comunicaciones, etc.

- **Universidad de Valladolid (España) [15]**

En esta universidad se presentan diversas opciones de estudio para los estudiantes, al igual que en la U.P.M., el programa académico se divide en tres ciclos,

donde parten de lo más básico hacia lo avanzado, donde el propio estudiante decide con que asignaturas, de corte técnico, complementar su aprendizaje; sin embargo el estudiante desde el primer semestre, en conjunto con asignaturas generales a la ingeniería, está recibiendo instrucción respecto a temas de las telecomunicaciones modernas, inclusive en los primeros semestres el estudiante cursa laboratorios de instrumentación básica. El perfil del estudiante de ingeniería de telecomunicación en sus niveles más avanzados recibe una formación más compleja y bien complementada con sesiones prácticas y de laboratorio.

Los estudios de post-grado los enfocan en varios temas, los relativos a las redes de comunicación y telemática se puede nombrar Tecnologías emergentes en sistemas telemáticos, Ingeniería de sistemas telemáticos en educación y medicina, Ingeniería de sistemas telemáticos en gestión y transporte, Tecnologías avanzadas de sistemas inteligentes, etc.

- **Universidad de La Sapienza (Italia) [16]**

En este instituto se ofrece la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, donde el método de enseñanza se divide en 3 ciclos, el primero tiene una duración de 3 años donde, en el segundo año, se empiezan a cursar asignaturas básicas del área de ingeniería eléctrica como teoría de circuitos y electrónica. Las asignaturas especializadas en Telemática se empiezan a cursar en el segundo ciclo de la carrera, donde se cursan asignaturas prácticas de laboratorio.

- **Universidad de Londres - Queen Mary (Inglaterra) [17]**

Es una de las universidades más sobresalientes en Inglaterra. Aquí se dicta un grupo de carreras relacionadas con lo que en la U.C.V. se conoce como Ingeniería Eléctrica; es un programa de 3 años donde el estudiante puede optar a continuar sus estudios de especialización por un año más de curso; las variaciones en el egresado de

ingeniería electrónica se fundamentan en las asignaturas que el estudiante decida cursar en el tercer año de estudio. Las líneas de especialización en postgrado tienen un alto contenido en lo relativo a temas avanzados de redes de comunicación y telemática, siendo la parte práctica un fuerte en esta universidad.

- **Universidad de Bristol (Inglaterra) [18]**

El perfil curricular de estudio es basado, al igual que la Universidad Queen Mary, en un modelo de dos opciones de estudio. La carrera de ingeniería eléctrica tiene una duración de 3 años, sin embargo el estudiante puede decidir continuar sus estudios un año más para egresar con una especialización.

Los estudiantes son orientados de distintas formas en el 3er año de estudio, luego pueden decidir que línea de especialización tomar y de esta manera obtienen títulos distintos, entre los títulos se tiene Ingeniero electrónico y ciencias de la computación, electrónica y comunicaciones, eléctrica y electrónica, eléctrica y comunicaciones.

Las líneas de postgrado también son variadas, aunque algunos de los temas avanzados, del 3er año de estudio, y de especialización se mezclan con los de postgrado, teniendo que algunos de los temas referentes a las redes de comunicación y telemática dictados son Banda ancha inalámbrica de comunicaciones, Del habla y procesamiento de audio, codificación de imagen y audio, criptografía avanzada.

- **Universidad Católica Andrés Bello (U.C.A.B. – Venezuela) [19]**

Acá se dicta la carrera Ingeniería en Telecomunicaciones; desde el primer año de la carrera se dictan asignaturas que mezclan los contenidos básicos de la ingeniería eléctrica, luego del tercer año se dictan cursos obligatorios de cátedras que fundamentan los conocimientos referentes a la telemática y redes de comunicaciones,

donde, cabe destacar, que presentan prácticas de laboratorio. Siendo este programa de estudio uno de los mas semejantes a los de las universidades extranjeras. Son dictadas asignaturas prácticas, donde los estudiantes realizan pruebas e implementaciones físicas, y destacan tópicos como:

- Administración y gestión de redes.
- Análisis de protocolos.
- Diseño e implementación de redes.
- Seguridad en redes IP.

Las Asignaturas teóricas contienen básicamente los mismos contenidos tratados en la E.I.E de la U.C.V. solo que son más enfocados a la práctica, considerando que la estructura del contenido se encuentra mejor distribuida y más actualizada.

- **Universidad Simón Bolívar (U.S.B. –Venezuela) [20]**

Universidad nacional que, en el marco de la evolución y crecimiento de las telecomunicaciones ha actualizado su currículo de estudio, adicionando la especialización en telemática a sus perfiles de postgrado. Cuentan con un laboratorio actualizado que les permite llevar a cabo prácticas para el desarrollo de temas como Desempeño de protocolos TCP/IP en redes móviles, Procesamiento digital de señales e imágenes, Seguridad en redes y criptografía, Bases de datos en internet, Adquisición de señales biomédicas y telemedicina.

De igual manera según datos aportados por CONATEL en su informe de estadísticas preliminares del II trimestre del 2011, se puede observar una fuerte y sostenida alza en el sector de las telecomunicaciones, mayormente en las redes relacionadas en este caso a datos (Internet), sin embargo hay que recordar que según las tendencias a nivel mundial todas las redes tenderán hacia una misma estructura

funcional y es el concepto de las redes de nueva generación o redes convergentes, es allí donde radica la importancia del diseño de la propuesta de laboratorio, de combinar la necesidad y demanda social con los aportes introducidos teóricamente en clase y realizar una proyección a las tendencias en el área de la investigación.

- **Escuela de Computación (U.C.V. – Venezuela) [21]**

Ubicada en la facultad de Ciencias de la U.C.V., presenta un plan de estudio a 5 años para pregrado, donde se dictan asignaturas relacionadas a redes de comunicación y telemática. Sería conveniente indagar en dicha escuela para trabajar en conjunto con la E.I.E. en la formación de sus egresados y, apoyados sobre el programa P.C.I., sea posible cursar asignaturas técnicas que permitan al estudiante reforzar conocimientos en el área; sin embargo, se pudo observar que el programa de estudios de la Escuela de Computación no contempla asignaturas de laboratorio que le permitan al estudiante de pregrado de la E.I.E. desarrollar prácticas relacionadas a los tópicos previamente mencionados (lo que es el objetivo principal de este trabajo), a su vez que dentro del programa P.C.I. no se encuentra ninguna asignatura ofrecida por la Escuela de Computación. Los estudios de postgrado son enfocados en la capa de aplicación del modelo TCP/IP.

Las líneas de investigación son amplias y cuentan con la infraestructura para desarrollar estudios relacionados a las redes de comunicación y telemática dentro del Centro de Investigación de Comunicación y Redes (CICORE), donde se encuentran contenidos dos programas, uno definido para redes inalámbricas y otro para redes fijas e interconexiones; sin embargo el uso de las instalaciones está definido para el desarrollo de la investigación y brindar apoyo a los trabajos de grado de la Facultad de Ciencias. Se recomienda solicitar soporte para desarrollo de prácticas de pregrado, así como también posibles temas de trabajo especial de grado que puedan ser de interés para la E.I.E. en el área de las redes de comunicación modernas; esto mientras la E.I.E. consolida la implementación del laboratorio que cubra las necesidades, no

solo del departamento de Comunicaciones sino también para brindar apoyo a los demás departamentos de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

Vale la pena resaltar que el estudio y propuesta realizada en este trabajo se basa la necesidad de reforzar el contenido teórico dictado en asignaturas de pregrado y postgrado con la realización de prácticas de manera que el egresado se encuentre en capacidad de afrontar las posibles dificultades en el campo laboral moderno, fomentando, a su vez, el interés de los estudiantes hacia la investigación y desarrollo de técnicas en el área. Es bastante conocido el desarrollo de las telecomunicaciones, hoy por hoy, es una de las principales áreas de innovación a nivel mundial, lo que obliga al profesional en el área a mantenerse actualizado.

#### **4.3 CONCEPTUALIZACIÓN DEL CONTENIDO A CUBRIR EN EL LABORATORIO**

Al examinar los modelos programáticos expuestos por las universidades más reconocidas a nivel mundial, llama la atención ver que todas presentan una estrecha relación entre la inducción teórica, la práctica de laboratorio y la simbiosis industria-universidad. El adiestramiento debe estar ligado íntimamente con las necesidades sociales y comerciales, así como la universidad de estar siempre preparada para innovar y mantenerse a la vanguardia de los cambios, en constante evolución.

Después de efectuar el análisis a las tendencias del mercado, los servicios demandados por los usuarios y explorar los currículos académicos de los diferentes institutos y universidades a nivel internacional se llega a la conclusión que los temas relevantes en el área de las redes de comunicación y telemática ocupan casi de manera entera a las telecomunicaciones.

Las áreas de interés derivadas del análisis previo, relativas a las redes de comunicaciones y telemática son:

- Telefonía sobre IP (VoIP).
- Redes de próxima generación (NGN).
- Redes móviles 3G y 4G.
- Diseño de intranets.
- Diseño de redes de área local (LAN).
- Diseño de redes de área extensa (WAN).
- Análisis de protocolos.
- Gestión y administración de redes.
- Calidad de servicio en redes de comunicación (QoS).
- Optimización de redes.
- Seguridad en redes IP.
- Técnicas de conmutación y encaminamiento.
- Compresión de voz, datos y video.
- Sistemas satelitales.
- Ingeniería de tráfico.
- Lenguajes de programación orientados a telemática.
- Simulación de sistemas telemáticos y redes de comunicación.
- Servicios ofrecidos por las redes de comunicación y telemática.
- Domótica.
- Servicios ofrecidos a distancia (tele-educación, tele-medicina, tele-comercio, etc.).
- Protocolos y tecnologías emergentes.
- Desarrollo y producción de equipos de redes de comunicación y telemática.

Del mismo modo se concluyó que los sistemas que están operando en el mercado internacional y venezolano presentan leves diferencias, otros países

presentan sistemas más evolucionados que los instalados en la actualidad. Esto se puede atribuir al hecho que estos países se encuentran en constante investigación y desarrollo, por lo tanto cuentan con la tecnología de primera mano; ellos no necesariamente esperan a que la tecnología tome carácter de estándar o norma para realizar las innovaciones, pues la demanda de servicios por parte de la sociedad es cada vez más creciente y a un ritmo más acelerado. Esto no quiere decir que la sociedad venezolana se encuentre alejada en grandes dimensiones de la tecnología reciente, por el contrario, Venezuela es uno de los países en Latinoamérica que está de la mano con la tecnología moderna, y es esto un aval más para que la universidad se sienta obligada a mantenerse ocupada y preocupada por brindarle a sus estudiantes, instructores las mayores facilidades y beneficios de aprendizaje, experimentación e investigación.

El sondeo de los sistemas instalados, en operación y su evolución, en conjunto con la exploración de documentación técnica especializada, donde se proyectan las tendencias de las redes de comunicación y telemática a mediano y corto plazo, es lo que permitirá generar una matriz de opinión respecto a los sistemas futuros a ser instalados en Venezuela en un mediano plazo. Las redes de comunicación y telemática más relevantes a nivel mundial son:

- Sistema universal de telecomunicaciones móviles (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS).
- Evolución a largo plazo (Long Term Evolution – LTE).
- Red de próxima generación (Next Generation Network – NGN).
- Red Metro-Ethernet.
- Subsistema Multimedia IP (IP Multimedia Subsystem – IMS).

Hoy día, se cuenta con un surtido grupo de TELCO's en el país, las cuales llevan a cabo proyectos de actualización en las redes de comunicación, donde cada

vez mas se introducen los conceptos telemáticos. Las redes que se encuentran en proyecto de ejecución son NGN, Red Metro-Ethernet, UMTS hacia 3.5.

De esta manera, considerando las áreas y las redes de comunicación nombradas anteriormente se desprenden los temas que deben ser considerados para cubrir las posibles prácticas en el laboratorio; estos tópicos son:

- Medios de transmisión e interfaces.
- Diseño y dimensionamiento de una red de área local (LAN).
- Diseño y dimensionamiento de una red inalámbrica de área local (WLAN).
- Diseño y dimensionamiento de una red de área amplia (WAN).
- Análisis de protocolos.
- Seguridad y Encriptamiento en redes IP.
- Gestión y administración de redes.
- Compresión de audio y video.
- Diseño de intranets.
- Calidad de servicio en redes IP.
- Conmutación y enrutamiento.
- Análisis de protocolos y técnicas emergentes.
- Software de simulación de redes.
- Software de S.O. (propietario y libre) y lenguajes de programación orientados a telemática.

La concepción del laboratorio fue considerada en tres niveles donde los temas introducidos en cada nivel van desde lo fundamental hacia lo más complejo. Algunos de los tópicos a evaluar en el laboratorio pueden ser:

## Nivel Básico

Temas	Tópicos / Objetivos.
- Medios de transmisión e interfaces.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con cableado estructurado medios de transmisión.</li> <li>• Familiarización con conectores y terminales.</li> <li>• Interfaces y señales relacionadas con la capa 1 del modelo OSI.</li> </ul>
- Diseño y dimensionamiento de una red de área local (LAN).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con los elementos que conforman una LAN.</li> <li>• Diseño e instalación de una LAN.</li> </ul>
- Software de S.O. (propietario y libre) y lenguajes de programación orientados a telemática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con lenguajes de programación orientados a telemática.</li> </ul>
- Análisis de protocolos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con el software para análisis de protocolos.</li> <li>• Estudio del comportamiento de protocolos de señalización para multimedia en redes IP.</li> </ul>

## Nivel Medio

Temas	Tópicos / Objetivos.
- Diseño y dimensionamiento de una red inalámbrica de área local (WLAN).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con los elementos que conforman una WLAN y PAN.</li> <li>• Diseño e instalación de una WLAN y PAN.</li> </ul>
- Diseño y dimensionamiento de una red de área amplia (WAN).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con los elementos que conforman una WAN.</li> <li>• Análisis configuración y estructura de tramas en red de transporte.</li> <li>• Diseño e instalación de una WAN.</li> <li>• Familiarización con los protocolos relativos a VPN's.</li> <li>• Configuración de protocolos WAN sobre una interfaz de un enrutador.</li> </ul>
- Software de S.O. (propietario y libre) y lenguajes de programación orientados a telemática.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización respecto a software de sistema operativo (propietario y libre).</li> <li>• Análisis de interacción protocolos TCP/IP con</li> </ul>

	<p>los sistemas operativos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de servicios compartidos en un sistema operativo.</li> </ul>
.- Conmutación y enrutamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización conceptos y diferencias entre enrutamiento y conmutación.</li> <li>• Familiarización con los protocolos de enrutamiento dinámico.</li> <li>• Familiarización con los conceptos y funcionamiento de un conmutador capa 2, capa 3 y un enrutador.</li> <li>• Configuración de un conmutador capa 2 y 3.</li> <li>• Configuración de un enrutador.</li> <li>• Configuración de VLAN's en conmutadores.</li> </ul>
.- Análisis de protocolos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los protocolos de transporte principales.</li> <li>• Análisis de paquetes que transitan a través de un enrutador.</li> <li>• Análisis de tramas que transitan a través de un conmutador.</li> </ul>
.- Videoconferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educación a distancia.</li> </ul>
.- Diseño de intranets.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización elementos que integran una intranet.</li> <li>• Familiarización con las aplicaciones ofrecidas por una intranet.</li> <li>• Implementación de una intranet.</li> </ul>

### Nivel Avanzado

Temas	Tópicos / Objetivos.
.- Seguridad y Encriptamiento en redes IP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del funcionamiento de las herramientas principales de protección en redes de comunicación y telemática.</li> <li>• Análisis de algoritmos de encriptamiento y métodos de autenticación.</li> <li>• Configuración de sistemas con servidores AAA.</li> </ul>
.- Compresión de audio y video.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de métodos de compresión de voz en redes de comunicación.</li> <li>• Análisis métodos de compresión de audio y video.</li> <li>• Análisis de encapsulamiento de muestras de voz, audio y video sobre paquetes IP.</li> <li>• Compresión de imágenes médicas.</li> <li>• Televisión Digital.</li> </ul>

.- Gestión y administración de redes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con los protocolos de gestión de redes.</li> <li>• Interpretar valores de monitoreo de una base de datos.</li> </ul>
.- Software para simulación de redes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con el software para simulación de redes.</li> <li>• Simular diversos escenarios en una red de comunicación y telemática.</li> </ul>
.- Calidad de servicio en redes IP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización con los conceptos relativos a calidad de servicio, servicios diferenciados y servicios integrados en redes IP.</li> <li>• Análisis de teoría de colas de elementos activos.</li> <li>• Análisis y configuración de servicios diferenciados y servicios integrados.</li> </ul>
.- Análisis de protocolos y técnicas emergentes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del protocolo IPv6.</li> <li>• Análisis del protocolo MPLS.</li> <li>• Análisis y configuración de IP Multicast.</li> </ul>

Cabe destacar que los tópicos expuestos previamente son solo una parte resumida de lo que se podría hacer en el laboratorio; se debe considerar también que los temas de las líneas de investigación no son reconocidos expresamente por ser tópicos de extensión a los expresados, de manera que son cubiertos de forma indirecta y como valor agregado.

En primera instancia se tenía estimado introducir equipos NGN en el diseño; sin embargo, a causa de limitaciones atribuidas a las dimensiones del aula impiden que dichos equipos sean considerados en la propuesta final. De esta manera, cualquier condición de estudio referida a las redes NGN e IMS será contemplada en software de simulación de redes, al igual que técnicas referentes a UMTS. Se recomienda trabajar en un proyecto separado para la introducción de estos equipos que juegan un papel importante en el desarrollo de las telecomunicaciones modernas.

Es así entonces, como se llega a la conclusión de la necesidad, principalmente, de los siguientes equipos:

- Computadores personales y portátiles.

- Tarjeta de red (NIC) cableada e inalámbrica.
- Diversos dispositivos multimedia.
- Enrutador cableado e inalámbrico.
- Conmutador de núcleo o transporte y de acceso.
- Servidor.
- Herramientas de cableado de red.
- Regulador de tensión.

#### **4.4 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE RED Y GENERALES**

De acuerdo al análisis de los temas que deben ser cubiertos en el laboratorio, se realizó una lista de los equipos necesarios. Seguidamente se realizó una tabla que describe detalladamente las características técnicas de los ítems según recomendación basada en operatividad, crecimiento y evolución de las telecomunicaciones en el área de la telemática.

##### **4.4.1 Equipos necesarios y descripción técnica**

Después de analizar los equipos necesarios para la conformación del laboratorio se procedió a realizar una investigación de los equipos disponibles en el mercado. Partiendo de equipos que actualmente son utilizados por algunas operadoras y se encuentran operativos, con el fin de contar con una referencia básica, pues una de las proposiciones para el desarrollo de este proyecto fue la necesidad de los estudiantes de pregrado y postgrado de crear una base de conocimiento sólida y poder afrontar los retos que se le puedan presentar en el ambiente laboral.

La investigación y selección de equipos se basó en las premisas de conveniencia, practicidad, versatilidad, funcionalidad y capacidad de actualización,

además también de haber influido las dimensiones de la sala al descartar equipos de proporciones promedio media-alta, punto que, en conjunto, influyen directamente sobre el costo promedio de mantenimiento y actualización de software y hardware.

Vale la pena acotar que los dispositivos nombrados a continuación son considerados como requisitos mínimos de funcionamiento; es por ello, que al momento de implementar las modificaciones que puedan ocurrir han de ser concebidas bajo parámetros de optimización.

Ítem #1	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Servidor	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3 Unidades de experimentación.</li> <li>● 1 Unidad de servicios dedicados.</li> </ul>
Modelo:			Tipo Rack.
Tamaño:			1 U.R.
Procesador:			4 núcleos ó superior.
Número de procesadores:			1.
Disponibilidad Máxima de procesadores:			2 ó superior.
Velocidad:			2.0Ghz ó superior.
Caché:			12 MB ó superior.
Velocidad del Bus:			4.8 GT/s. ó superior - (equivalente 2.4 Ghz ó superior).
Memoria Instalada:			8 GB.
Ranuras de Memoria:			24.
Ranuras de expansión:			2 ó más PCI-X.
Controlador de red (NIC):			1GbE dual (10/100/1000 Base-TX , 1000Base-SX). 2
Cantidad de NIC por servidor:			Puertos por controlador
(Disponible para instalar):			2 ó más.
			4 SAS/SATA/SSD grandes ó 8 pequeños, con conexión en caliente y configuración en RAID (conjunto redundante de discos independientes).
Video:			Integrado (32 MB compartidos).
Capacidad de disco:			2 discos SATA de 1TB c/u 7200 rpm ó superior.
Unidad multimedia:			16X DVD.
Puertos:			3 USB, 2 Puertos ps/2, VGA, puerto serial.
Sistema Operativo:			Dual (Propietario y libre).
Consumo de energía:			750 Watts.
Garantía:			3años.
Costo Promedio (U.S. \$):			3500 \$

Estos equipos, en conjunto con otros permitirán realizar pruebas de instalaciones simulando redes WAN, MAN, LAN, etc. A su vez se podrá estudiar el comportamiento de diferentes tipos de servidores y su funcionamiento.

Es necesario que sean de alta capacidad y potencia pues son modelos con mayor disposición a adaptación, cambio y a ser virtualizados. El período para su obsolescencia se estima de 6 años.

Ítem #2	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	C.P.U.	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unidad en cada puesto de trabajo.</li> </ul>
Procesador:			4 núcleos o superior.
Número de procesadores:			1
Velocidad:			2.5Ghz ó superior.
Caché:			L2: a partir de 2MB, L3:a partir de 8MB.
Memoria RAM:			8 GB ó superior.
Escalabilidad de Memoria:			32GB ó superior.
Ranuras de PCI:			3 ó más.
Puertos:			6 puertos USB 2.0, puerto serial y paralelo, 2 puertos ps/2, puerto VGA, puerto RJ-45, HDML.
Tarjeta de Video:			1GB ó superior.
Audio:			Sonido integrado de alta fidelidad.
Tarjetas de red:			Ethernet 10/100/1000 Base-TX , IEEE 802.11b/g/n, bluetooth v3.0
Almacenamiento:			Disco duro de 1TB , ATA de 7200rpm
Unidad de Disco:			16X DVD+/-RW, BLU RAY.
Sistema Operativo:			Dual (Propietario y libre).
Consumo de energía:			300 Watts.
Garantía:			1 Año.
Costo Promedio (U.S. \$):			800 \$

Son equipos terminales, que presentan una mezcla entre Hardware y Software que permitirán estudiar diversas variables de un sistema de comunicación, servirá como interfaz para programación de equipos de red y a su vez analizar protocolos operativos en una red de comunicación telemática, entre otras cosas. Son equipos que deben ser potentes y versátiles, con capacidad suficiente de actualización y adaptación a los constantes cambios de las telecomunicaciones en el área de la telemática. El período para su obsolescencia se estima entre 3 y 4 años.

Ítem #3	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Monitor	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Monitor para cada puesto de trabajo.</li> </ul>
<b>Monitor para puestos de trabajo:</b>			
Tecnología: Tamaño Pantalla: Resolución: Relación de Aspecto: Puertos: Consumo de energía: Garantía: Costo Promedio (U.S. \$):		LED – LCD. 19” LED – Widescreen monitor. 1440x900 ó superior. 16 : 9 HDMI, USB, ETHERNET, VGA, Entrada de compuesto (AV), Entrada de Audio 3.5mm, Salidas de audio digital. 50W. 1 año. 190\$	

Son elementos que a pesar de ir de la mano con el C.P.U., son netamente hardware y solo presentan la representación gráfica de los procesos realizados por el C.P.U., sin embargo su alto nivel tecnológico permitirá estudios relacionados a compresión de video. El período para su obsolescencia se estima de 6 años.

Ítem #4	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Consola KVM	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Monitor sección de Rack.</li> </ul>
<b>KVM para Rack (Teclado/Monitor/Mouse).</b>			
Tamaño: Modelo: Tipos de puertos: Tecnología: Teclado: Tamaño Pantalla: Compatibilidad: Resolución: Presentaciones: Consumo de energía: Garantía: Costo Promedio (U.S. \$):		1 U.R. Interfaz Dual compatible ps/2 y USB, modular. 8 VGA, 2 USB, 1 VGA (consola local), 1 VGA (cadena) TFT - LCD. Tamaño completo, de 105 teclas, 12 teclas de función, 17 teclas del teclado numérico. Opciones de múltiples idiomas. 17 ó 19” (diagonal). Windows, GNU/LINUX. 1280x1024. Botones de fácil control y acceso. 50 Watts. 2 años. 1250 \$	

Son equipos modulares para ser instalados en Racks, resultan prácticos pues ahorran espacio permitiendo multiplexar las señales de video / teclado / mouse de hasta 8 equipos, lo que lo hace también un equipo muy versátil.

Ítem #5	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Kit Multimedia	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaz de datos, audio y video entre los equipos y los usuarios.</li> <li>• Inalámbrico es opcional.</li> </ul>
Elementos:			Teclado en español con teclas de acceso rápido, Mouse laser, Audífonos integrados con micrófono y cámara web HD.
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S. \$):			80\$

Es un conjunto de elementos que operan como interfaz entre el operador y el equipo terminal, a través de estos se ingresan datos, audio y video, lo que puede servir para efectuar estudios de llamadas, video conferencias, estudio y análisis de compresión de audio y video, etc. Su período de obsolescencia es superior a 6 años, a excepción de la cámara web que puede encontrarse alrededor de 3 años.

Ítem #6	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Panel de conexiones	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la interconexión entre el cableado procedente de los equipos terminales y el conmutador de red.</li> </ul>
Categoría soportada:			Cat 6a, Cat 6, Cat 5.
Cantidad de puertos:			48.
Unidad Rack:			2U.
Configuración de cableado:			T-568A/B
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S. \$):			240 \$

Es un equipo referido a la capa 1 del modelo OSI pues se encarga de recibir el conjunto de terminaciones de cables de la red y servir como interconector hacia el conmutador ó enrutador en el cuarto de cableado. Su soporte de red lo define la estandarización ANSI TIA/EIA-568-B, el cual certifica hasta que categoría opera dicho equipo. Su período de obsolescencia varía según nuevas recomendaciones toman fuerza de estandarización y esto ocurre en promedio cada 3 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #7	Conmutador	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 Conmutadores Distribución.</li> <li>• 9 Conmutadores Acceso.</li> <li>• Realización de pruebas e instalación de redes LAN y WAN.</li> </ul>
<b>Conmutador de Distribución (switch L3 – L3+) (4 Unidades)</b>			
Tamaño:	1 R.U.		
Velocidad de operación:	37.5 Mpps.		
Administración:	HTTP/GUI, TELNET, servidor FTP, SNMP v1, v2c y v3.		
Escalabilidad:	Apilable.		
Puertos:	24 puertos 10/100/1000, 2 puertos SFP+ 10 Gigabit Ethernet, con soporte PoE		
Protocolos y estándares: soportados:	MPLS, OSPF, BGP, IS-IS, BFD estático, STP/RSTP, MSTP, PVRST+, VLAN, IPv4, IPv6, VPLS, L2PT, VRRP, IRB, PIM-SM, IGMP snooping v1/v2, UDP, FTP, TELNET, TCP, ICMP.		
Seguridad:	TACACS+, protocolo SSH v2, ACLs L2 y L3, RADIUS, MAC/filtrado IP.		
Memoria:	1 GB dinámica. 16 MB flash.		
Consumo de energía:	130 Watts (máximo).		
Garantía:	3 años.		
Costo Promedio (U.S. \$)	3500 \$		
<b>Conmutador de Acceso (Switch L2 – L3) (9 Unidades)</b>			
Tamaño:	1 R.U.		
Velocidad de operación:	9.52 Mpps		
Administración:	HTTP, Remoto.		
Escalabilidad:	Apilable.		
Puertos:	24 puertos 10/100 Base-T, 2 puertos Gigabit Ethernet, 2 puertos Gigabit SFP.		
Protocolos y estándares soportados:	MAC, Storm Control(Broadcast, Multicast, Unicast), VLAN.		
Seguridad:	MAC estática y dinámica.		
Memoria Dinámica:	4MB.		
Consumo de energía:	50 Watts.		
Garantía:	1 año.		
Costo Promedio (U.S. \$):	250 \$		

Estos equipos permitirán realizar las interconexiones de sub-redes de manera tal que se puedan recrear condiciones de transmisión en WAN, LAN y WLAN, por nombrar algunas posibilidades; permitiendo así realizar estudios y análisis exhaustivos sobre el comportamiento de las tramas en transporte o en acceso, a parte que brindarán la posibilidad de permitirle al estudiante aprender los principios básicos

de programación y correcto funcionamiento del equipo. Su período de obsolescencia es de alrededor a 3 años.

Ítem #8	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Enrutador	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Enrutadores de borde.</li> <li>• 4 Enrutadores Inalámbricos</li> <li>• Realización de pruebas e instalación de redes LAN, WLAN y WAN.</li> </ul>
<b>Enrutador Inalámbrico (4 Unidades)</b>			
Administración:			Local, Remota, Control de acceso.
Puertos:			4 puertos LAN 10/100/1000Mbps, 1 puerto WAN 10/100/1000Mbps, 1 puerto USB.
Protocolos y estándares soportados:			802.11n/g/b/a, VPN, PPTZP, L2TP, IPSec, DHCP, DoS, SPI Firewall.
Firewall:			64 / 128 / 152 - bit WEP/WPA/WPA2,WPA-PSK/WPA2PSK.
Seguridad:			
Frecuencia:			2.4-2.4835Ghz, 5.180-5.240Ghz, 5.745-5.825Ghz.
Consumo de energía:			Menor a 50 Watts.
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S. \$):			100 \$
<b>Enrutador de Borde (6 Unidades)</b>			
Tamaño:			2 U.R.
Administración:			SNMP, RMON.
Puertos:			3 puertos 10/100/1000Mbps, 1 puerto SFP (recomendable 2), 2 puertos USB, puerto de consola serial y auxiliar.
Tarjeta expansión:			Puerto serial v.35
Protocolos y estándares soportados:			VPN, PPTZP, L2TP, IPSec, DHCP, MPLS, IPv4/v6, OSPF, EIGRP, BGP, Multicast, 802.3ah, SSM, PIM-SM, IS-IS, IGMPv3, DVMRP.
Encapsulación:			PPP, MLPPP, Frame Relay, MLFR, HDLC, Serial(RS-232, RS-449, V.35), PPPoE, ATM.
Memoria:			Desde 512MB.
Tarjeta de expansión:			Sí.
Modular:			Sí.
Consumo de energía:			340 Watts (máximo)
Garantía:			3 años.
Costo Promedio (U.S. \$):			3800 \$

Al igual que los conmutadores, el trabajo físico con los enrutadores le permitirá al estudiante conocer los principios básicos de programación y principales protocolos operantes en las técnicas de enrutamiento. La versatilidad del enrutador le brindará al estudiante posibilidades de conocer también las funciones y aplicaciones de un firewall entre otras cosas. Su periodo de obsolescencia oscila alrededor de 3 años.

Ítem #9	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Impresora Multifuncional	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escáner, impresora, fotocopidora y fax.</li> <li>Servicios necesarios destinados al funcionamiento del laboratorio.</li> </ul>
Dimensiones: Tecnología de impresión: Resolución: Almacenamiento: Conectividad:  Tamaños de soportes de impresión admitidos:  Compatibilidad:  Bandeja Alimentadora: Consumo de energía: Garantía Costo Promedio (U.S \$):			45x40x35 centímetros. Laser color Negro:1200x1200ppp, color 4800x1200ppp 128 MB. USB 2.0 de alta velocidad, 1 Fast Ethernet 10/100Base-TX; 1 802.11b/g/n inalámbrica.  A4; A5; A6; B5 (ISO, JIS); 8k; 16k; 10 x 15 cm; tarjetas postales (JIS individual y doble); sobres (DL, C5, B5); personalizado: 76 x 127 a 216 x 356 mm Instalaciones completas de software, admitidas en: Microsoft® Windows®7 32 bit y 64 bit, Instalaciones de sólo controlador, admitido en: Windows® Server 2008 32 bit y 64 bit; SUSE Linux (10.3, 11.0, 11, 11.1, 11.2), Ubuntu (8.04, 8.04.1, 8.04.2, 8.10, 9.04, 9.10, 10.04), Debian (5.0, 5.0.1, 5.0.2, 5.0.3) (soportado por el instalador automático). 500 Hojas. Entre 10 y 350 Watts. 1 año. 800\$

Este equipo permitirá la impresión, fotocopiado o escaneo de cualquier material considerado necesario para el desenvolvimiento óptimo de las actividades académicas. Su periodo de obsolescencia esta alrededor de 5 años.

Ítem #10	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Computador Portátil	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experimentación redes inalámbricas y telemetría.</li> </ul>
Procesador: Número de procesadores: Velocidad: Caché: Memoria RAM: Escalabilidad de Memoria: Puertos:  Tarjeta de Video: Tamaño de la pantalla: Tecnología de pantalla: Resolución: Camara Web:			4 núcleos o superior. 1. 2.2Ghz ó superior. L2: a partir de 2MB, L3:a partir de 8MB. 6 GB ó superior. 16GB ó superior. 4 puertos USB 2.0, puerto serial y paralelo, 2 puertos ps/2, puerto VGA, puerto RJ-45, HDMI, puerto de expansión. 256 MB ó superior. 15 pulgadas. LED – HD. 1600x900 1.3 Megapixels HD ó superior.

Micrófono:	Integrado en equipo.
Audio:	Sonido integrado de alta fidelidad con cornetas integradas.
Tarjetas de red:	Ethernet : 10/100/1000Base TX , IEEE 802.11b/g/n, bluetooth v3.0
Almacenamiento:	Disco duro de 1TB , SATA de 7200rpm ó superior.
Unidad de Disco:	BLU RAY , 8X DVD+/-RW.
Batería:	6 celdas de litio ó superior.
Consumo de energía:	90 Watts.
Garantía:	1 Año.
Costo Promedio (U.S. \$):	1700\$

Con este equipo, entre otras cosas, se podrá realizar el estudio y análisis de protocolos sobre redes no cableadas, temas tan relevantes como la seguridad y encriptamiento de las redes inalámbricas. El periodo de obsolescencia de estos equipos es alrededor de 4 años.

Ítem #11	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Teléfono VoIP	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Experimentación y análisis de voz sobre IP.</li> </ul>
Administración:			FTP, HTTP y TFTP.
Protocolos Soportados y Codec:			H.323, SIP, PSTN, G.711, G.729, G.723, H.245.
QoS:			DiffServ. (DSCP)
Puertos:			RJ-45 / 1 WAN, 1 LAN.
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S. \$):			190\$

Son dispositivos que integrarán la columna para estudio de VoIP y protocolos relacionados con videoconferencia, la latencia y la calidad de servicio son temas relacionados que pueden ser abordados con estos equipos. La obsolescencia en estos dispositivos se encuentra alrededor de 5 años.

Ítem #12	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Analizador de protocolos	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Software libre para realizar pruebas y analizar experimentos.</li> </ul>
Software:			Wireshark, Asterisk, Open IMS, Packet Tracer, Open Office, AVG (antivirus).
Costo Promedio (U.S. \$):			N.A.

Es el software que permitirá el estudio y análisis de tráfico, así como también el diseño, mediante simulación, de sistemas de comunicación telemáticos, permitiendo la variación de elementos a voluntad, proporcionando características propias específicas de operación.

Ítem #13	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Sistema operativo	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 Software de sistema operativo para P.C.</li> <li>• 4 Software de sistema operativo para servidores.</li> </ul>
<b>Software para PC</b>			
Software Propietario:		Microsoft® Windows 7 Professional.	
Garantía:		90 días de soporte técnico.	
Costo Promedio (U.S. \$):		300\$.	
Software Libre:		GNU/LINUX.	
Garantía:		N.A.	
Costo Promedio (U.S. \$):		N.A.	
<b>Software para Servidores</b>			
Software Propietario:		Microsoft® Windows Server 2011 Standard.	
Garantía:		90 días de soporte técnico.	
Costo Promedio (U.S \$):		1096\$	
Software Libre:		SUSE LINUX Enterprise Server ó Debian.	
Garantía:		N.A.	
Costo Promedio (U.S. \$):		N.A.	

Son la plataforma con la que operarán servidores, computadores personales y computadores portátiles; su obsolescencia es alrededor de 3 años.

Ítem #14	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Códec	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentación y análisis de videoconferencia.</li> </ul>
Resolución de video:		Alta definición (1280x720). (720p)	
Protocolos soportados:		H261, H263++, H264, H.239, H.263, H.264, G722, G722.1, SIP, H.323, IPv4/v6, H.320.	
Calidad de Servicio:		Sí.	
Puertos de Entrada:		10/100/1000 Ethernet, RS-232, Video auxiliar, video y audio para VCR/DVD.	
Puertos de Salida:		Video y audio monitor principal, DVI-I, vídeo y audio para grabación en VCR/DVD.	
Consumo de energía:		189 VA.	
Garantía:		1 año.	
Costo Promedio (U.S. \$):		16000 \$	

Es un dispositivo de videoconferencia que permitirá el estudio y análisis de los distintos protocolos operantes. Su importancia radica en la relación que tiene con los temas de compresión de voz y video. Su periodo para obsolescencia es alrededor de 3 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #15	Video Beam	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reproducción de proyecciones diversas.</li> </ul>
Tecnología:		High Definition.	
Resolución:		(1600x1200) Pixeles.	
Conectividad:		HDMI, USB 2.0, ETHERNET, VGA, Entrada de compuesto (AV), Entrada de componente (Y/Pb/Pr), Entrada de Audio 3.5mm, Salidas de audio digital óptico y coaxial, RS-232.	
Consumo de energía:		Hasta 300 Watts.	
Garantía:		2 años.	
Costo Promedio (U.S. \$):		1100\$	

Es un elemento de proyección que proporcionará soporte multimedia al momento de brindar alguna actividad académica en el laboratorio. Su necesidad es fundamentada en la necesidad del instructor a tener herramientas que le faciliten la explicación de ciertos temas; su obsolescencia es superior a 5 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #16	Televisor	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo para pruebas de video.</li> </ul>
Tecnología:		LED – LCD.	
Tamaño Pantalla:		40” LED – Widescreen.	
Resolución:		1920 x 1080 (1080p Full HD).	
Relación de Aspecto:		16 : 9	
Conectividad:		HDMI, USB 2.0, ETHERNET, VGA, Entrada de compuesto (AV), Entrada de componente (Y/Pb/Pr), Entrada de Audio 3.5mm, Salidas de audio digital óptico y coaxial.	
Consumo de energía:		300 Watts.	
Garantía:		1 año.	
Costo Promedio (U.S. \$):		950\$	

Al igual que el VideoBeam, este elemento permitirá darle soporte al instructor en temas de difícil inducción, y a su vez, servir de soporte para el video en una eventual videoconferencia. La obsolescencia de estos elementos es alrededor de 5 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #17	Reproductor Blu-ray	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipo para reproducción y pruebas de video de alta definición.</li> </ul>
Tecnología: Dimensiones promedio: Conversión de video: Conectividad: Consumo de energía: Garantía: Costo Promedio (U.S. \$):			Blu Ray, Escaneo progresivo, Multi-región. 3x16x12 (pulgadas). 1080i (HDTV), 1080p (HDTV), 480i, 480p, 576i, 576p, 720p (HDTV). Audio analógico, Salida compuesto (AV), Salida de componente (Y/Pb/Pr), Salida audio digital coaxial y óptico, HDMI, USB 2.0. 50W. 1 año. 650\$.

Con este equipo se permitirá dar soporte al instructor con la reproducción de cualquier material considerado necesario para el desenvolvimiento óptimo de las actividades académicas. Su periodo de obsolescencia esta alrededor de 5 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #18	Kit de herramientas	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Equipo de herramientas para redes de comunicación por puesto de trabajo.</li> </ul>
Probador de cable de red : Tronzadora de conectores: Ponchadora de impacto: Piqueta cortadora de cable: Descamisador grande de cable: Descamisador pequeño de cable: Garantía: Costo Promedio (U.S. \$):			Escáner de cable en mal funcionamiento, ubica el par de cobre con problema, detecta cortos o abiertos, Prueba de aterramiento y escaneo remoto de cables. RG-59, RJ-11, RJ-12, RJ-45,10/100/1000BaseT. RG-59, RJ-11, RJ-12, RJ45. Sí Sí Sí Sí N.A. 120 \$

Son los elementos necesarios para efectuar prácticas relacionadas a cableado estructurado, así como también la certificación de una red cableada. Su obsolescencia es alrededor de 5 años.

Ítem #19	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Pantalla de proyección	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Superficie retráctil, automática, lisa para proyecciones.</li> </ul>
Dimensiones (Área):			2 m (ancho) x 1.2 m (alto).
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S \$):			800 \$

Ítem #20	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Pizarra acrílica	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Superficie para anotaciones con marcador acrílico.</li> </ul>
Dimensiones (Área):			2 m (ancho) x 1 m (alto).
Garantía:			6 meses.
Costo Promedio (U.S \$):			200 \$.

Es un elemento para apoyar las intervenciones del instructor al momento de explicar algún tópico o plantear alguna actividad. Su obsolescencia es mayor a 10 años.

Ítem #21	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Racks	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte físico de equipos de red.</li> </ul>
<b>Rack fijo de piso</b>			
Dimensiones:			2.13 m (alto) x 0.51 m (ancho).
Capacidad:			42 U.R.
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S \$):			300 \$

Es el elemento donde estarán colocados los dispositivos de interconexión de red, su disposición permitirá la optimización del funcionamiento del laboratorio. Su obsolescencia es mayor a 10 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #22	U.P.S. (Sistema de Alimentación Ininterrumpida)	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regula y mantiene el suministro de energía eléctrica en los dispositivos conectados.</li> <li>Uno por Rack.</li> <li>Uno para impresora multifuncional y puesto de trabajo del instructor.</li> <li>Uno para cada puesto de trabajo.</li> </ul>
U.P.S. tipo Rack (2)			
Modelo: Tamaño: Número de tomas: Capacidad: Eficiencia : Tipo de Batería:  Tiempo regular de recarga: Compatibilidad con software libre: Tiempo de soporte: Interfaz de comunicación: Indicadores de estado:  Alarma:  Garantía: Costo Promedio (U.S \$):		Tipo rack. 4 U.R. 8 tomas. 2700 Watts. 0.95. Sellada, de plomo, libre mantenimiento y a prueba de filtración y de cartucho recargable. 3 horas. Si. 5 minutos (@carga completa). DB-9, RS-232, USB, Smart Slot. Tipo LED, Batería defectuosa, Indicadores de sobre carga. Audible y diferenciada de acuerdo al incidente presentado. 3 años. 1400 \$	
U.P.S. Individuales (11)			
Modelo: Número de tomas: Capacidad: Eficiencia : Tipo de Batería: Tiempo regular de recarga: Compatibilidad con software libre: Tiempo de soporte: Interfaz de comunicación: Indicadores de estado: Alarma: Garantía: Costo Promedio (U.S \$):		Individual. 6. 500Watts 0.95 Sellada libre mantenimiento. 16 horas. N.A. 5 minutos (@carga completa) RJ-45, RJ-11 Tipo LED. Visual y audible. 3 años. 85 \$	

Son equipos de gran necesidad pues regulan y mantienen el suministro de energía eléctrica a los diversos dispositivos que componen el laboratorio; debido al alto costo y sensibilidad de los equipos existentes en el laboratorio, es necesario garantizar que ninguna falla eléctrica, externa o interna, pueda afectar el funcionamiento de estos equipos.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #23	Patch cords	35	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elementos para interconexión de equipos, en fibra y cobre.</li> <li>15 Patch cords de fibra.</li> <li>20 Patch cords de cobre.</li> </ul>
Longitud:			Fibra: 8 metros; Cobre: 7 metros.
Categoría:			Cat 6a y fibra multimodo.
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			Fibra: 100 \$ , Cobre: 40 \$

Elementos pertenecientes a la capa 1 del modelo OSI, son encargados de realizar la unión física de los distintos equipos de interconexión de redes, incluyendo los equipos terminales. Periodo de obsolescencia es dependiente de las nuevas categorías emergentes en el mercado, por lo que también se encuentra alrededor de 3 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #24	ATA (Adaptador de Teléfono Analógico)	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pasarela de medio analógico a IP.</li> </ul>
Protocolos soportados:			G.165, G.168, G.711, G.726, G.729a, G.723.1, SIP v2.0, H.323, 802.1p.
Puertos:			RJ – 11, RJ – 45 10/100Base-TX
Garantía:			1 año.
Costo Promedio (U.S \$):			80\$

Es una pasarela de medios, se encarga de codificar la voz, en un teléfono POTs común, para entonces ser transmitida a través de una red IP. Su obsolescencia es alrededor de 3 años.

	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
Ítem #25	Protector Regulador	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proteger el Codec, Televisor y VideoBeam de cualquier anomalía presentada en la red de alimentación.</li> </ul>
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			80 \$

Ítem #26	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Base soporte pared de Tv	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilidad al Televisor dependiendo de las necesidades.</li> </ul>
Soporta:			60 Kg.
Giro:			180°
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			80 \$

Ítem #27	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Base soporte techo Video Beam	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fijar el video beam en el techo, sin movilidad.</li> </ul>
Soporta:			22 Kg.
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			130 \$

Ítem #28	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Cable UTP y conectores	--	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cable para instalación del cableado de red.</li> <li>Conectores RJ-45</li> </ul>
Cable UTP Categoría 6:			4 bobinas de 305 metros.
Conectores RJ-45 (categoría 6):			200 Unidades.
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			200 \$ (UTP), 20 \$ (RJ-45)

Ítem #29	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Bandejas para Racks	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bandejas para ubicación de elementos dentro del Rack.</li> </ul>
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			40 \$

Ítem #30	Equipo	Cantidad	Distribución y/o función dentro de el laboratorio
	Transceptor SFP	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 SFP/Ethernet 1Gbps</li> <li>10 SFP/Fibra 1Gbps</li> <li>5 SFP+/Fibra 10Gbps</li> </ul>
Garantía:			N.A.
Costo Promedio (U.S \$):			SFP/Ethernet : 60 \$ SFP/ Fibra (Multimodo) 1Gbps: 200 \$. SFP+/ Fibra (Multimodo) 10Gbps: 200 \$.

## 4.5 ESPACIO FÍSICO

### 4.5.1 Consideraciones previas

El espacio físico en el cual se fundamenta la propuesta estaba destinado a brindar servicios de Internet a los estudiantes de la E.I.E. de la U.C.V., sin embargo actualmente se encuentra fuera de servicio a causa de la instalación del cuarto de cableado principal de la E.I.E.

El dimensionamiento del espacio se realizó por medición directa, obteniéndose un área de (8,12x4,65) m<sup>2</sup> (mayor detalle en la figura 10). Cuenta con cielo raso de altura promedio de 2,6 metros, donde se encuentran un grupo de (6) luminarias distribuidas (Ver figura 11), al igual que ductos de aire acondicionado integral que mantienen el aula bajo condiciones de temperatura y humedad constante.

El aula considerada para la realización de esta propuesta ya cuenta con un sistema de iluminación distribuida, que garantiza holgadamente un índice superior a los 500 lx mínimos según norma; al igual que la ventilación, al presentar aire acondicionado integral, que previamente mantenía la temperatura para más de 20 personas y computadores personales, lo que indica que no es necesaria la instalación de elementos de ventilación externos.

El sitio cuenta con instalación eléctrica, tomas de baja tensión y una red de cableado estructurado canalizada a través de tuberías internas a la pared; este cableado brinda servicio Internet y acceso a la Intranet de la E.I.E, aun así, dicho cableado no cuenta con un punto de acceso centralizado propio del aula por lo que considerarlo para la administración de la sub red del laboratorio se torna complejo; además de no cumplir con las necesidades del laboratorio.



laboratorio, y otras diversas razones, el diseño original sufrió una serie de modificaciones que derivaron en el descarte de algunos equipos; tal es el caso de los equipos NGN; fue considerada la instalación del cableado por medio de canaletas plásticas adosadas en la pared, ya que la pretensión de colocar nuevas canalizaciones internas a la pared implica mayor costo de instalación, además de ser un inconveniente para la solicitud de permisos ante las autoridades universitarias e inversión de tiempo.

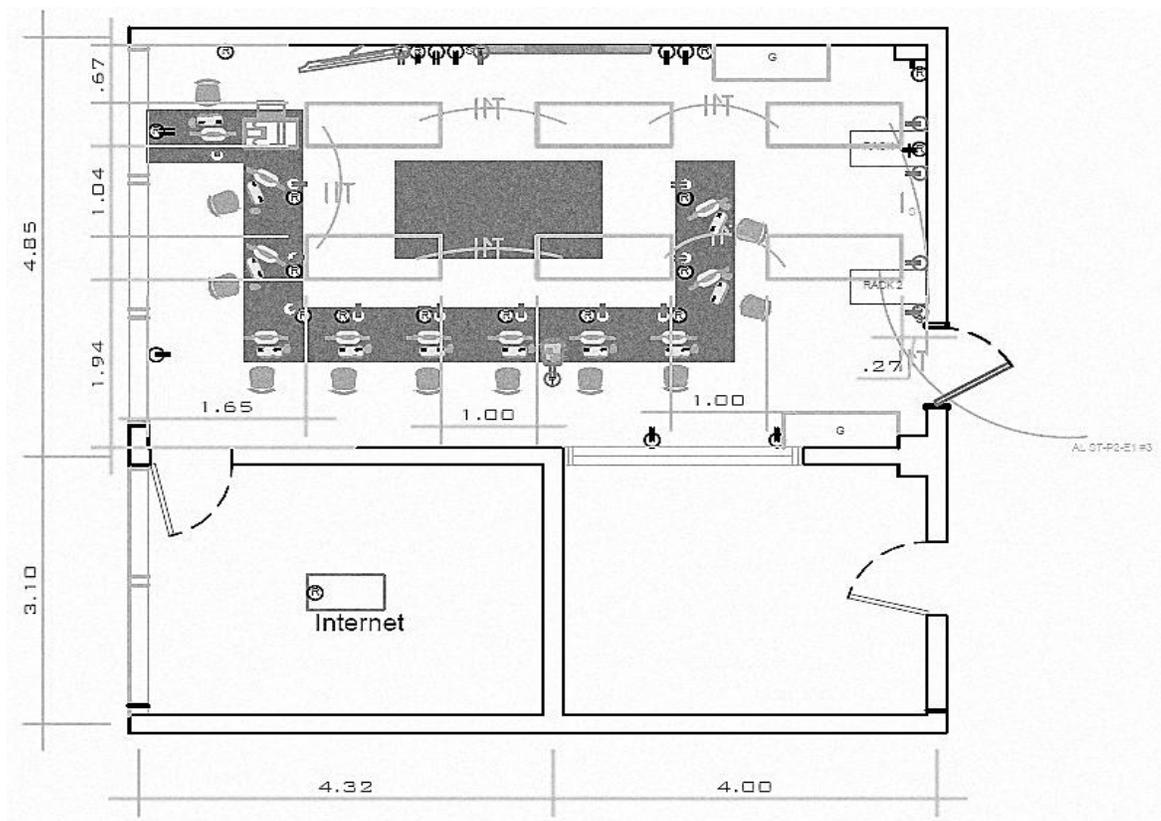


Figura 11. Distribución de luminarias.

La seguridad física del sitio se basa en que es un espacio en el segundo piso dentro de la E.I.E de la U.C.V., con una sola entrada, donde el flujo de personas es bajo; se recomienda sustituir la puerta actual por alguna más rígida sin vidrio, además de la instalación de un sistema de control y registro de acceso al laboratorio y así generar y mantener un protocolo de seguridad.

#### **4.5.2 Designación y condiciones del cableado de red**

El laboratorio contará con cableado en configuración estrella, donde encontraremos distancias máximas de cable que no superan los 40 metros, lo cual se encuentra dentro de los estándares estimados para cableado estructurado definidos en la norma EIA/TIA-569-B y FONDONORMA 200:2004.

Debido a que la canalización interna por pared resulta más costosa y el aula destinada para la propuesta de diseño cuenta con un cielo raso a una altura de aproximadamente 2,60 metros, lo que entra dentro del estándar mínimo de cableado estructurado, se considera la distribución del cableado de red por medio de canaletas plásticas ó metálicas por techo, incluyendo las cajas de distribución necesarias, lo cual facilitará la distribución hacia distintos puntos de conexión, los cuales, a su vez, serán finalizados en cada punto con un wall-plate categoría 6a o superior. El cable considerado es UTP, por resultar más económico y cumplir con el propósito de especificaciones necesarias para el diseño del laboratorio.

Según el estándar EIA-568-B se recomienda establecer dos categorías distintas, una para telefonía y otra distinta para datos, sin embargo en el laboratorio no es relevante el cableado de telefonía y es por ello que se estimó un segundo cableado para datos, la categoría de mayor ancho de banda y velocidad en la actualidad es la Categoría 6a, por esta razón se consideró colocar categoría 6a doble, esto con la finalidad de poder ofrecer redundancia en implementaciones de experimentación.

El cableado debe ser identificado con algún código de colores o con marca de etiquetas que permitan identificación visual entre los extremos del medio físico de transmisión (patch panel – wall plate). Los wall-plates en los puestos de trabajo se

encontrarán a la altura del propio mesón (entre 70 y 85 cm), pues se encontrarán adosados al mismo.

Se puede concluir que, de acuerdo a la norma ANSI/EIA/TIA-569-B (prevista en la tabla 7), la tubería requerida para la distribución desde el Rack 1 será de 2 ½” (considerando el 15% de holgura para implementaciones futuras). Es importante destacar que las canaletas para cableado de red (UTP) debe cumplir una separación mínima respecto al cableado de energía eléctrica, y según lo establece la norma que rige las condiciones de cableado estructurado, esta separación no debe ser menor a 24” (610 mm) en el peor de los casos; de manera que se garantiza la correcta separación entre conductores de red y energía eléctrica dentro de el laboratorio.

Tabla 7. Relación canaletas con cable UTP

Medida de la tubería en pulgadas		Número de cables. Diámetro externo del cable UTP: 6,1 mm (0,24 pulgadas)
cm	pulgadas	
1.6	1/2	0
2.1	3/4	3
2.7	1	6
3.5	1 1/4	10
4.1	1 1/2	15
5.3	2	20
6.3	2 1/2	30
7.8	3	40

Los racks instalados deben cumplir con las especificaciones ANSI/EIA-310, que describen dimensiones y medidas estandarizadas para estos elementos, y a su vez contar con un espacio mínimo de 1 metro alrededor (delante y detrás) de los equipos



con los equipos expuestos previamente es mostrada en la figura 13. Aún así se debe considerar como una configuración puntual pues la capacidad de los equipos permite un gran numero de implementaciones.

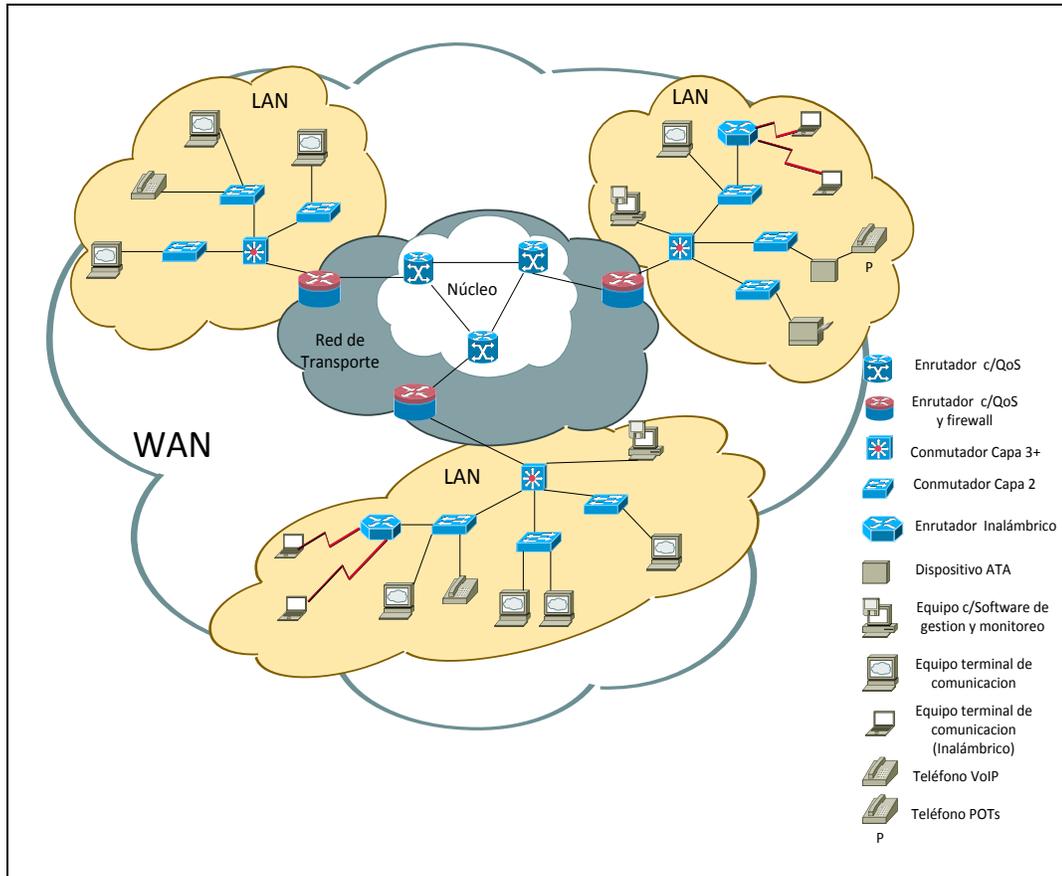


Figura 13. Configuración de interconexión WAN entre equipos propuestos.

La disposición de dos Racks prevista en el diseño, se considerará, cada uno, en dos secciones autónomas donde la primera contendrá el administrador de la intranet del laboratorio, conformado por el panel de conexión de 48 puertos, conmutador capa 3+ y servidor. Los Racks serán distanciados, aproximadamente, (1) metro respecto al otro, de manera que se permita el trabajo en caliente en la zona según las normas ANSI/EIA-310 y NFPA -70 artículo 110-16.

Las tres secciones restantes serán idénticas, conteniendo cada una, tres conmutadores de acceso, un conmutador de distribución capa 3+, dos enrutadores de borde con soporte de calidad de servicio y un servidor, los elementos de interconexión estarán dispuestos sobre una bandeja en el rack, de manera que puedan ser transportados a la mesa central o a los puestos de trabajo si fuere el caso.

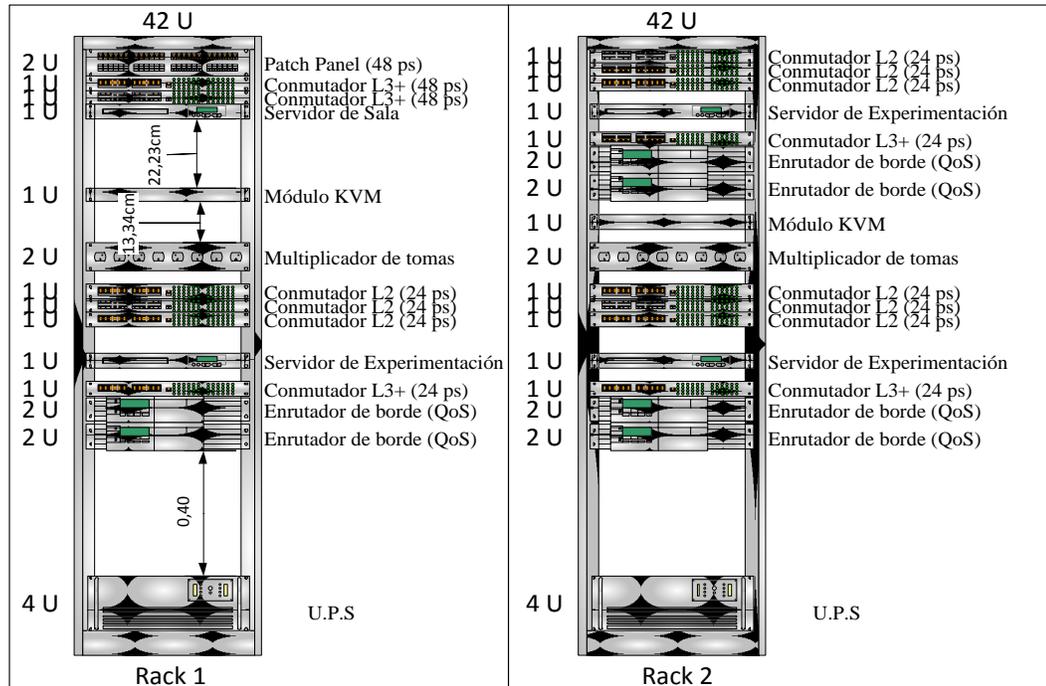


Figura 14. Distribución de elementos de interconexión en el Rack.

Cada Rack dispondrá también de un módulo KVM para facilitar la configuración o gestión de algún equipo sobre el rack, un elemento U.P.S. de alta capacidad para resguardar la integridad de los equipos y de un multiplicador de tomas pues el U.P.S. no posee suficientes para alimentar a todos los equipos. En la figura 14 se puede apreciar un esquema de la distribución propuesta.

A parte de estos equipos también se tienen los enrutadores inalámbricos que, al igual que el computador portátil, podrán ser movilizados desde las estanterías hacia los puestos de trabajo según convenga y amerite la práctica.

Los puestos de trabajo se encontrarán distribuidos uniformemente y técnicamente dispondrán de los mismos elementos para trabajar; se encontrarán distanciados por 0.85 metros uno del otro y contarán con un C.P.U, monitor y kit multimedia conformado por teclado, ratón, audífonos, micrófono y cámara.

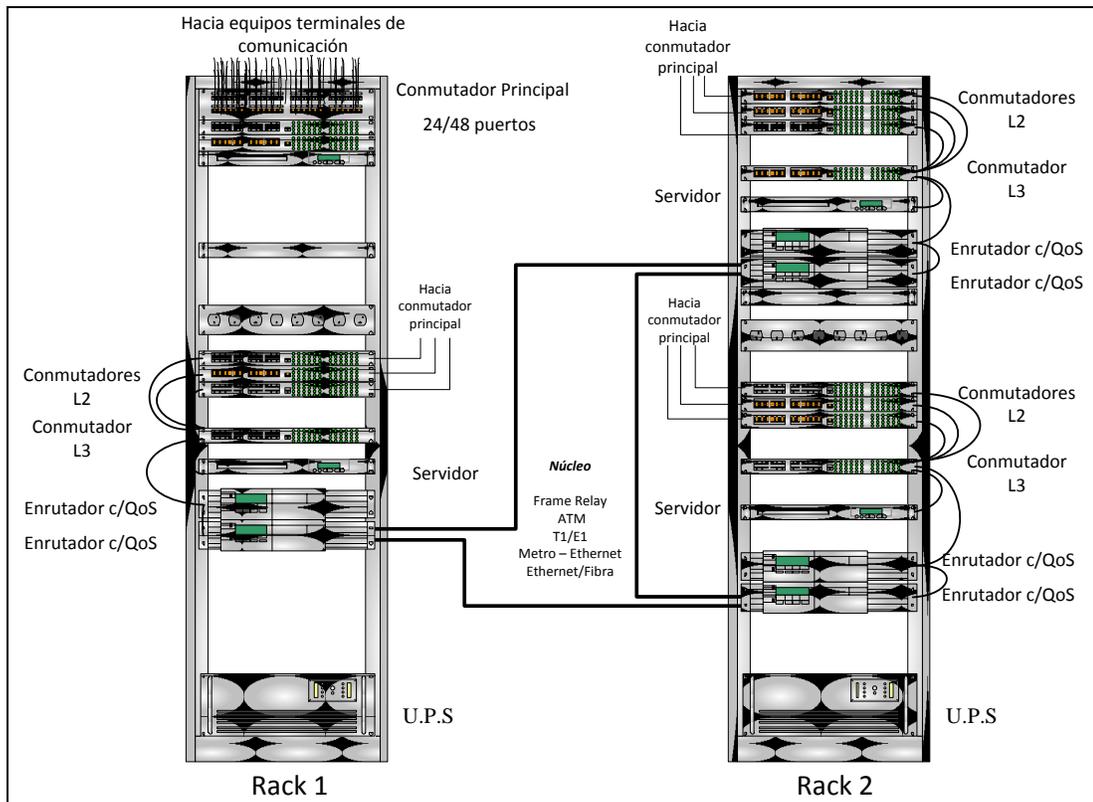


Figura 15. Disposición física de una WAN

Una manera de recrear físicamente la red de la figura 13, con los equipos propuestos puede ser conectando, por medio de una interfaz física, los tres enrutadores descritos previamente; dependiendo de la interfaz utilizada podremos entonces recrear un núcleo Frame Relay, ATM, G-Ethernet ó EoF, esto gracias a la diversidad de puertos WAN con los que cuenta. Dependiendo de la configuración programada en cada equipo se podrá disponer de una red de características distintas, pudiendo inclusive recrear una WAN basada en MPLS con soporte de QoS y servicios diferenciados.

Bajo esta configuración (figura 13), se pueden realizar diversos tipos de pruebas de experimentación, entre las que se pueden mencionar, gestión de redes, seguridad y encriptamiento, análisis de protocolos, estudio de operación de MPLS como protocolo emergente, VoIP, Videoconferencia, VPN, VLAN, VPLS, Multicast, Unicast, etc.

Efectuando variaciones en el modelo es posible efectuar otro grupo de estudios en el área de servidores y sus diferentes aplicaciones como HTTP, PROXY, DHCP, FTP, etc. El abanico de opciones presente en el laboratorio es muy amplio, se podría, inclusive, pensar en darle soporte a otros departamentos en sus posibles líneas de investigación, por ejemplo en el área de domótica, sistemas distribuidos y control, sistemas SCADA, entre otros.

Cabe destacar que las opciones de actualización y/o escalabilidad del hardware propuesto es significativa, permitiendo inclusive adaptarse a tecnologías de redes móviles como es el caso de EDGE y HSPA, lo que se recomienda sea considerado para otra propuesta, al menos para el caso de HSPA que si bien sabemos que es una tecnología 3.5G, también será soportada por 4G – LTE.

#### **4.5.3 Requerimientos de cableado de energía eléctrica**

El cálculo de la potencia nominal total es utilizada par determinar las condiciones de cableado eléctrico que deben existir según las normas y estimación y demanda de potencia eléctrica en edificaciones residenciales y/o comerciales de la EDC, contenidas en el código eléctrico nacional.

Como criterios específicos del proyecto respecto a los cálculos de caída de tensión se utilizaron los siguientes lineamientos:

- Caída de tensión menor al 2% en los circuitos de acometida en baja tensión.
- Para la selección de conductores de circuitos de acometidas en baja tensión el conductor a emplearse debía cumplir con las capacidades según tablas 310.16 de FONDONORMA CEN 200:2011, la caída de tensión menor a 2% y la capacidad de cortocircuito de acuerdo al área del conductor.

En la tabla 8 se muestra el cálculo realizado, individualmente por equipo, según valores promedio de consumo encontrado en las hojas técnicas de los equipos investigados. Es un cálculo de proyección, utilizado para dimensionar el peor caso de funcionamiento pues se está considerando la utilización, en un determinado instante, de todos los equipos presentes en el laboratorio y más aún su funcionamiento en una condición crítica.

Tabla 8. Consumo de energía eléctrica (valores nominales).

# Ítem	Descripción	Cantidad	Consumo	Consumo (W)	fp	Consumo (VA)
1	Servidor	4	750	3000,00	0,9	3333,33
2	C.P.U.	11	300	3300,00	0,9	3666,67
3	Monitor	11	50	550,00	0,9	611,11
4	Módulo KVM	2	50	100,00	0,9	111,11
7	Conmutador L3+	4	130	520,00	0,9	577,78
7	Conmutador L2	9	50	450,00	0,9	500,00
8	Enrutador Inalámbrico	4	50	200,00	0,9	222,22
8	Enrutador de Borde	6	340	2040,00	0,9	2266,67
9	Impresora Multifuncional	1	350	350,00	0,9	388,89
10	Computador portátil	4	90	360,00	0,9	400,00
13	Codec Videoconferencia	1	100	100,00	0,9	111,11
14	Video Beam	1	300	300,00	0,9	333,33
15	Televisor	1	300	300,00	0,9	333,33
16	Reproductor Blu Ray	1	50	50,00	0,9	55,56
17	Kit de Herramientas	11	100	1100,00	0,9	1222,22
<b>TOTAL</b>				<b>13.270,00</b>		<b>14.133,33</b>

Teniendo entonces que la demanda máxima hipotética del laboratorio será de 14.133 kW, se procedió a calcular tipos de cable y criterios para implementar distintos circuitos de red que den el soporte necesario a dicha demanda. Según la norma EIA/TIA-569-B, es recomendable tener el tablero dentro del cuarto de cableado, en este caso se ha propuesto introducir un tablero que controle, por medio de un grupo de circuitos, el suministro eléctrico de los equipos activos del laboratorio.

Tabla 9. Condiciones de cableado eléctrico.

	Circuito #1	Circuito #2	Circuito #3	Circuito #4
Longitud Estimada [m]	8,5	10	20	25
Demanda [V.A.]	2933,3	3855,6	3700	3644,4
$\Delta V$ [%]	0,3	0,5	1,0	1,2
$I_{nom}$ [A]	46,2	60,7	58,3	57,4
$I_{nom (+20\%)}$ [A]	55,4	72,9	69,9	68,9
$I_{cc}$ [A]	1401,5	1191,3	595,7	476,5
Cantidad de Cables (TW #10 @ 90°C)	2	3	3	3

Realizando el cálculo (previsto en la tabla 9), para determinar que tipo de cable es el recomendable para la instalación de los circuitos encargados de alimentar a los principales equipos del laboratorio, obteniendo que un conductor tamaño AWG #4 de 90°C, cumple las condiciones de la norma fijada en el código eléctrico nacional; para efectos de propósitos del espacio se considera pertinente sobre-dimensionar los circuitos por posibles desarrollos futuros, equipos nuevos con características distintas, etc, por lo que se estimó un crecimiento en la demanda de 20% sobre la corriente nominal calculada; sin embargo es un cable inconveniente para distribución interna, por lo que cada circuito será distribuido con cable AWG #10 de 90°C, donde cada circuito operará con un número definido de conductores,

con la finalidad de cubrir la demanda requerida y ajustarse a norma. Los valores obtenidos sirven de referencia para dimensionar los breakers a instalar en el tablero, los cuales deben ser de 75 A.

La canalización se consideró por medio de canaletas externas adosadas a la pared para servir las tomas eléctricas necesarias y para efectos de distribución, una tubería PVC de calibre 1 ½", sin embargo, la instalación puede ser efectuada utilizando solo canaletas de 2x1 pulgadas.

La ubicación de las tomas que alimentarán los puestos de trabajo en el mesón estarán a nivel de piso, a una altura máxima de 4 pulgadas (10 cm), de igual manera se estima para el resto de las tomas, solo que para este caso serán adosadas de la pared.

El sistema de puesta a tierra está definido por el estándar EIA/TIA 607, donde se expresan las condiciones requeridas y dimensiones de conductor. Para este caso encontramos que, por una parte, las condiciones mínimas de aterramiento se encuentran cubiertas por el cableado pre-existente en el aula, sin embargo no existe garantía que dicho cableado se encuentre correctamente conectado al sistema de puesta a tierra del edificio. Por otro lado la tierra del nuevo cableado debe ser instalada al sistema con cable AGW # 4, condición que se encuentra contemplada dentro del estándar pertinente mientras que el cableado dentro del laboratorio debe ser igual la calibre de conductor de fase.

#### **4.6 Estimación de costo en equipos**

De igual forma se realizó un cálculo proyectivo aproximado de costo para obtención del equipo antes expuesto (Tabla 10); esto se efectuó haciendo un sondeo de precios de los distintos equipos encontrados que cumplen las especificaciones

antes publicadas y realizando un promedio máximo relativo se fijo un hipotético precio.

Tabla 10. Relación y ajuste de costo de equipos.

# Ítem	Descripción	Cantidad	Costo por unidad (US\$)	Índice de reajuste	Costo por unidad ajustado (BsF)	costo total con ajuste (BsF)
1	Servidor	4,00	3.500,00	6,88	24.080,00	96.320,00
2	C.P.U.	11,00	800,00	6,88	5.504,00	60.544,00
3	Monitor	11,00	190,00	6,88	1.307,20	14.379,20
4	Módulo KVM	2,00	1.250,00	6,88	8.600,00	17.200,00
5	Kit Multimedia	11,00	80,00	6,88	550,40	6.054,40
6	Panel de conexiones	1,00	240,00	6,88	1.651,20	1.651,20
7	Conmutador L3+	4,00	3.500,00	6,88	24.080,00	96.320,00
8	Conmutador L2	9,00	250,00	6,88	1.720,00	15.480,00
9	Enrutador Inalámbrico	4,00	100,00	6,88	688,00	2.752,00
10	Enrutador de Borde	6,00	3.800,00	6,88	26.144,00	156.864,00
11	Impresora Multifuncional	1,00	800,00	6,88	5.504,00	5.504,00
12	Computador portátil	4,00	1.700,00	6,88	11.696,00	46.784,00
13	Teléfono VoIP	5,00	190,00	6,88	1.307,20	6.536,00
14	Sistema Operativo PC	11,00	300,00	6,88	2.064,00	22.704,00
15	Sistema Operativo Servidor	4,00	1.096,00	6,88	7.540,48	30.161,92
16	Codec Videoconferencia	1,00	16.000,00	6,88	110.080,00	110.080,00
17	Video Beam	1,00	700,00	6,88	4.816,00	4.816,00
18	Televisor	1,00	950,00	6,88	6.536,00	6.536,00
19	Reproductor Blu Ray	1,00	650,00	6,88	4.472,00	4.472,00
20	Kit de Herramientas	1,00	120,00	6,88	825,60	825,60
21	Pantalla de proyeccion	1,00	800,00	6,88	5.504,00	5.504,00
22	Pizarra acrílica	1,00	200,00	6,88	1.376,00	1.376,00
23	Racks	2,00	300,00	6,88	2.064,00	4.128,00
24	U.P.S. Rack	2,00	1.400,00	6,88	9.632,00	19.264,00
25	U.P.S. individual	11,00	85,00	6,88	584,80	6.432,80
26	Cables de fibra multimodo	15,00	100,00	6,88	688,00	10.320,00
27	Cable de conexion - cobre	20,00	40,00	6,88	275,20	5.504,00
28	Equipo ATA	5,00	80,00	6,88	550,40	2.752,00
29	Protector regulador	2,00	80,00	6,88	550,40	1.100,80
30	Base soporte Tv	1,00	80,00	6,88	550,40	550,40
31	Base soporte Video Beam	1,00	130,00	6,88	894,40	894,40
32	Cable UTP	4,00	200,00	6,88	1.376,00	5.504,00

33	Conectores RJ-45	1,00	20,00	6,88	137,60	137,60
34	Bandejas de Rack	18,00	40,00	6,88	275,20	4.953,60
35	Transceptor SFP/Ethernet 1Gbps	15,00	60,00	6,88	412,80	6.192,00
36	Transceptor SFP/Fibra 1Gbps	10,00	200,00	6,88	1.376,00	13.760,00
37	Transceptor SFP/Fibra 10 Gbps	5,00	200,00	6,88	1.376,00	6.880,00
					Total [BsF.]	794.357,92

El precio promedio fue ajustado para mostrar su equivalente en moneda nacional, adicionándole un porcentaje aproximado por razones de envío e impuestos de nacionalización y otros.

El propósito de esta tabla es mostrar un aproximado del monto requerido para la implementación del laboratorio, no representa un presupuesto formal pues el criterio de obtención de precios resultó de promedios relativos obtenidos de páginas web de proveedores internacionales. Además, el mismo no contempla nada distinto a la adquisición de equipos, por lo que el análisis de costos asociados a mano de obra, inmuebles y materiales se deja pendiente para ser considerado por la propuesta formal de presupuesto.

#### **4.7 ESTRUCTURA DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL LABORATORIO**

El diseño del laboratorio debe contener también una estructura organizativa, un modelo jerárquico de gestión, donde haya un compromiso para el correcto funcionamiento y administración. El diseño presentado contempla asistencia para 10 estudiantes y 1 instructor, con dimensiones de salón aproximadas de 35 m<sup>2</sup> y el área de acceso es poco transitada, perteneciente a la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V.; bajo estas premisas es de considerar la administración del aula según un orden jerárquico con diferentes funciones y responsabilidades:

- Coordinador:
  - Responsable del laboratorio frente a personalidades superiores dentro de la institución.
  - Recibir y aprobar las solicitudes relativas a docentes que pretenden hacer uso de las instalaciones durante el periodo lectivo.
  - Velar por el correcto funcionamiento y orden del aula.
  - Recibir informes de los administradores de red o pasantes referentes a singularidades ocurridas.
  
- Administrador de red:
  - Velar por el correcto funcionamiento y orden del aula.
  - Reportar equipos ó material deficiente al coordinador.
  - Mantenimiento preventivo de los equipos del laboratorio.
  - Asesoría a estudiantes sobre los tópicos tratados en el laboratorio.
  - Asistir al docente en cualquier situación durante las actividades académicas.

Debido a las condiciones expuestas anteriormente, la persona que tiene el titulo de coordinador debe ser un docente de dedicación exclusiva de la E.I.E. de la U.C.V. y preferiblemente con altos conocimientos de redes de comunicación y telemática, sin embargo, se recomienda que sean dos personas con este titulo pues la responsabilidad sobre un solo docente puede resultar muy comprometida.

El cargo de administrador de red debe ser compartido por dos personas preferiblemente pues de igual manera puede resultar un gran esfuerzo para un solo sujeto, sin embargo, el número de personas con este cargo, es relativo a la demanda de uso y disfrute del laboratorio. Se recomienda que las personas que opten por este

cargo sean estudiantes de los últimos semestres de la E.I.E de la U.C.V. con altos conocimientos sobre redes de comunicación y telemática.

Se recomienda personal de limpieza para mantener la higiene, de asistencia dos veces a la semana, dependiendo del uso y la demanda de los espacios del laboratorio.

En relación al mantenimiento correctivo de algún equipo, se recomienda al coordinador para efectuarlo, en su defecto, el administrador de red cumplir dicha función pero bajo la supervisión del coordinador.

En el caso de que un equipo presente falla estructural que indique operación deficiente, se debe contar un con servicio de mantenimiento comprometido y responsable que se encargue de solventar dicho inconveniente. Se recomienda mantener un contrato de prestación de servicios de mantenimiento y garantía sobre los equipos principales para la realización de prácticas, así como también los de mayor costo.

De igual manera, es importante el compromiso de las autoridades de la Facultad con el mantenimiento y actualización constante del laboratorio; el tiempo promedio para la actualización tecnológica es de 3 años y a pesar de contar con equipos que soportan actualización de software, es necesario contar un fondo para actualización de hardware. Esto se puede lograr concretando un convenio con algún ente gubernamental que esté comprometido con el desarrollo tecnológico de la nación.

## CONCLUSIONES

Al efectuar el estudio de las distintas asignaturas relacionadas a redes de comunicación y telemática dictadas en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. se pudo evidenciar una deficiencia referente a la estructura como es planteada la consecución de temas. Estos no llevan una línea continua y secuencial asociada sino por el contrario se intenta relacionar tópicos que, si bien guardan relación, no es una relación cercana; tal es el caso, por ejemplo, de los temas abordados en la asignatura Comunicaciones II, que no guardan relación directa con los temas evaluados en Sistemas móviles de transmisión.

Las asignaturas electivas pertenecientes al departamento se fundamentan, en su totalidad, en líneas investigativas referentes a las redes de comunicación y telemática, lo que fundamenta y evidencia la compleja necesidad del departamento de comunicaciones de contar con un laboratorio que permita el desarrollo y la investigación en el área.

La carga académica relacionada a las telecomunicaciones modernas se encuentra desactualizada, los temas abordados en universidades a nivel mundial están más enfocados en redes basadas en IP y en su proyección hacia futuro y líneas de investigación. Los temas tratados en dichas asignaturas son abordados superficialmente y no bajo un estudio exhaustivo, además de ser netamente teóricos.

Es posible recurrir al P.C.I. (Programa de Cooperación interfacultades) en colaboración con la Escuela de Computación para brindarle a los estudiantes de pregrado de la E.I.E de la U.C.V. asignaturas teóricas que refuercen el contenido relativo a las capas 5, 6 y 7 del modelo OSI, el cual es abordado de manera

superficial; sin embargo el objetivo principal del trabajo, el cual es ofrecerle desarrollo práctico en redes de comunicación moderna y los elementos que la conforman a los estudiantes de la E.I.E. de la U.C.V., no se estaría tratando en absoluto.

La Escuela de Computación posee los laboratorios del CICORE, donde hacen estudios de redes inalámbricas y redes cableadas, sin embargo son instalaciones dedicadas a la investigación en el área, lo que indica que la necesidad de la E.I.E. por un laboratorio propio donde se pueda cubrir la demanda de pregrado, postgrado, líneas de investigación, e inclusive apoyo a otros departamentos de la Escuela, aún está presente.

Universidades e Institutos a nivel internacional llevan de la mano los estudios teóricos con análisis y evaluación práctica, lo que le da al estudiante una visión mas detallada del funcionamiento y operación de las distintas técnicas utilizadas en las telecomunicaciones modernas.

Universidades europeas y americanas procuran, de alguna manera, combinar los estudios de pregrado con postgrado promoviendo en los estudiantes la consecución de sus estudios, ofreciéndoles, por un año de estudio, especializaciones en el área. Sin embargo, desde el 1er año, los estudiantes se encuentran trabajando prácticas de laboratorio en temas que se pueden considerar de nivel básico y medio, encontrando los temas avanzados entre el 3er y 4to año de estudio.

La tendencia de las redes de comunicación y telemática apuntan hacia las redes de próxima generación (NGN) con plataforma de transporte en Metro-Ethernet apoyado sobre MPLS, recomendablemente sobre fibra o SDH; las TELCO's a nivel internacional se encuentran en la búsqueda de una red unificada, que trabaje tanto redes cableadas fijas, inalámbricas fijas y móviles, y que ofrezca calidad de servicio y es en gran parte la importancia que presentan las redes Metro-Ethernet.

Cuando se va a realizar una propuesta de equipos para ser adquiridos por alguna institución, se debe realizar, primeramente, una evaluación teórica de necesidades para así fundamentarse en la búsqueda de equipos comerciales que cumplan, de manera más uniforme, dichas características. Esto puede provocar que los costos varíen y el criterio de necesidades sea reajustado en función de las carencias ó urgencias más próximas a cubrir. Aparte de ello, los equipos deben cumplir el requisito de homologación para su libre operación a nivel nacional.

Las normas que rigen el diseño o instalación de cableado estructurado para servicios de telecomunicaciones son de gran ayuda pues, puede ser utilizado como manual para realizar cualquier propuesta; las normas Covenin 3539:1999 y 3578:2000 definen la estandarización para cableado de datos a nivel nacional, norma que se apoya sobre EIA/TIA-569-B, entre otras.

El diseño final no es el que se estimó al iniciar la investigación, sin embargo se ajusta conforme a las necesidades actuales, tanto para estudiantes de pregrado como postgrado, así como también, puede cubrir más del 75% de las líneas de investigación del departamento de comunicaciones de la E.I.E. de la U.C.V., teniendo en cuenta, a su vez, que al trabajar con tecnologías que están siendo puestas en marcha por las TELCO's a nivel nacional, se le esta dando un valor agregado a los egresados de la loable casa de estudios.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar un estudio exhaustivo sobre las posibles necesidades del departamento de comunicaciones de la E.I.E. de la U.C.V. de reestructurar los contenidos programáticos de asignaturas esenciales para el desarrollo de las telecomunicaciones modernas.

Incorporar más contenido práctico en conjunto con las evaluaciones teóricas en las diversas asignaturas del departamento.

Promover y realizar foros de consulta y participación estudiantil referente a las tendencias de las telecomunicaciones y su fusión con otras áreas de la ingeniería y la ciencia.

Incentivar a los estudiantes de pregrado a participar proactivamente en temas de investigación del departamento.

Inspeccionar posibles modificaciones referentes al cableado de energía eléctrica y la respectiva puesta a tierra, pues los planos suministrados por las autoridades de la E.I.E. no tienen garantía de encontrarse actualizados.

Iniciar una nueva propuesta para la implementación de elementos de red de próxima generación, así como también equipos 3G y 4G.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Telefónica. “Introducción a la telemática y redes de datos”. Servicios de Formación, Telefónica – España.
- [2] “Los Estudios de Ingeniería Eléctrica – E.I.E. - U.C.V.” <<http://www.neutron.ing.ucv.ve/historia/HISTORIA.HTM>> [Consulta : 2011]
- [3] Hernández, Leonardo. “Estudio Prospectivo sobre el Área de las Telecomunicaciones en Venezuela”, Departamento de Comunicaciones, Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. 2010.
- [4] Comer E. Douglas. “*Redes globales de información con internet y Tcp/Ip – principios básicos, protocolo y arquitectura.*” México. 3ra. Edición. Prentice Hall Hispanoamericana, 1996.
- [5] “Escuela Superior de Telecomunicaciones e Informática – Complejo Tecnológico SimónRodríguez,CENDIT” [en línea], <[http://www.cendit.gob.ve/index.php/contenidos/cont\\_cont/126](http://www.cendit.gob.ve/index.php/contenidos/cont_cont/126)> [Consulta : 2011]
- [6] Vivas M., Pedro L. Actualización de la red de datos de la escuela de ingeniería Eléctrica de la U.C.V., (Tesis). Escuela de Ingeniería Eléctrica de la U.C.V. 2004.
- [7] Stalling, William. Comunicaciones y Redes de Computadores, 7ma. Ed. España: Pearson – Prentice Hall, 2004.
- [8] Tanenbaum, Andrew S. Redes de Computadoras, 3ra. Ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1996.
- [9] Arias Fidias G. El Proyecto De Investigación - Guía Para Su Elaboración, 3ra. Ed. Venezuela: Editorial Episteme, C.A. / Oriol Ediciones, 1999.
- [10] Electrical Engineering and Computer Science - Massachussets Institute of Technology (MIT), EEUU. <<http://www.eecs.mit.edu>> [Consulta : 2011].
- [11] Electrical Engineering and Computer Science - Universidad de California en Berkeley, EEUU. <<http://www.eecs.berkeley.edu>> [Consulta : 2011].

[12] Licence mention ingenierie électronique – Université Pierre et Marie Curie (UPMC), Francia. <[http://www.upmc.fr/fr/formations/diplomes/sciences\\_et\\_technologies2/licences/licence\\_st\\_mention\\_electronique.html](http://www.upmc.fr/fr/formations/diplomes/sciences_et_technologies2/licences/licence_st_mention_electronique.html)> [Consulta : 2011].

[13] Telecom Bretagne, Francia. <<http://www.telecom-bretagne.eu/>> [Consulta : 2011].

[14] Ingeniero de Telecomunicación – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación – Universidad Politécnica de Madrid (ETSIT - UPM), España. <<http://www.etsit.upm.es/estudios/ingeniero-de-telecomunicacion.html>> [Consulta : 2011].

[15] Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación - Universidad de Valladolid(Uva)–España. <[http://www.uva.es/cocoon\\_uva/impe/uva/contenidoDinamico?funcion=ListadoTitulaciones&campus=1&ano\\_academico=1112&idCampus=3859&centro=211&idMenuIzq=4185&idSeccion=&tamLetra=&idMenus=93,3185](http://www.uva.es/cocoon_uva/impe/uva/contenidoDinamico?funcion=ListadoTitulaciones&campus=1&ano_academico=1112&idCampus=3859&centro=211&idMenuIzq=4185&idSeccion=&tamLetra=&idMenus=93,3185)> [Consulta : 2011].

[16] Facultad de ingeniería en Universidad de La Sapienza, Italia. <[http://www.uniroma1.it/facolta/scheda\\_e.php?cod=I](http://www.uniroma1.it/facolta/scheda_e.php?cod=I)> [Consulta : 2011].

[17] Universidad de Londres - Queen Mary, Inglaterra. <<http://www.qmul.ac.uk/>> [Consulta : 2011].

[18] Universidad de Bristol, Inglaterra. <<http://www.bris.ac.uk/eeng/>> [Consulta : 2011].

[19] Pensum de Ingeniería en Telecomunicaciones - Universidad Católica Andrés Bello(UCAB), Venezuela. <[http://www.ucab.edu.ve/tl\\_files/Ingenieriatelecom/Pensum/grafico\\_def.pdf](http://www.ucab.edu.ve/tl_files/Ingenieriatelecom/Pensum/grafico_def.pdf)> [Consulta : 2011].

[20] Universidad Simón Bolívar, Venezuela. <<http://www.usb.ve/estudios/postgrados.html>> [Consulta : 2011].

[21] Universidad Central de Venezuela – Escuela de Computación, Venezuela. <<http://www.ciens.ucv.ve/escueladecomputacion/academicos/pregradoEstudios>> [Consulta : 2011].

## BIBLIOGRAFÍA

- Comer, Douglas. Redes globales de información con internet y Tcp/Ip – principios básicos, protocolo y arquitectura, 3ra. Ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1996.
- Consultoría Estratégica en Tecnologías de la Información y la Comunicación [en línea]. <<http://www.ramonmillan.com/index.htm>> [Consulta : 2011]
- El Proyecto De Investigación - Guía Para Su Elaboración. 3ra. Ed. Fidias G. Arias. Editorial Episteme, C.A. / Oriol Ediciones. Venezuela, 1999.
- Figueiras, Aníbal R. Una panorámica de las telecomunicaciones, 1ra Ed. España: Prentice Hall, 2002.
- FONDONORMA (200:2004). Código Eléctrico Nacional – Caracas: Convenio de Elaboración de Normas FONDONORMA – CODELECTRA. 7ma. Rev.
- Forouzan, Behrouz A. Transmisión de datos y redes de comunicaciones, 2da. Ed. España: McGraw-Hill/Interamericana, 2002.
- Huidobro, José Manuel. Redes y servicios de telecomunicaciones, 4ta. Ed. España: Thomson – Paraninfo, 2006.
- Información y Telecomunicaciones, Secretaría de Educación Pública y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [en

línea]<[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/149/htm/sec_8.htm)> [Consulta : 2011]

- Mañas A, José A. Mundo IP – Introducción a los Secretos de Internet y las Redes de Datos, 1ra. Ed. España: Nowtilus,S.L., 2004.
- Microsoft – TechNet, El Modelo TCP/IP [en línea]. <[http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc786900\(WS.10\).aspx](http://technet.microsoft.com/es-es/library/cc786900(WS.10).aspx)> [Consulta : 2011]
- Parziale, Lydia / Britt, David T. / Davis, Chuck / Forrester, Jason / Liu, Wei / Matthews, Carolyn / Rosselot, Nicolas. TCP/IP Tutorial and Technical Overview, 8va. Ed. Organización Internacional para Soporte Técnico - IBM, 2006.
- Perlman, Radia. Interconnections - Bridges, Routers, Switches And Internetworking Protocols, 2da Ed. Canada: Addison Wesley longman, inc. 2000.
- Stallng, William. Comunicaciones y Redes de Computadores. 7ma. Ed. España: Pearson – Prentice Hall, 2004.
- Tanenbaum, Andrew S. Redes de Computadoras, 3ra. Ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A., 1996.
- Universidad Central de Venezuela, “Tendencias Tecnológicas de Redes Telefónicas Privadas y Proyección del Mercado Actual,” Rodríguez M., Rafael A. <<http://neutron.ing.ucv.ve/revista-e/No3/rafa.htm>> [Consulta: 2011]

- Universidad de Murcia, Departamento Informática y Sistemas [en línea].  
<<http://www.um.es/docencia/barzana/II/Ii09.html>> [Consulta : 2011]
- Vásquez, Belkys / Molina, Julio Instructivo y normalización para la elaboración de trabajos especiales de grado, Escuela de Ingeniería Eléctrica U.C.V, 2008

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A

ACK	Acknowledgement
ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Loop
ATM	Asynchronous Transfer Mode

### B

BGP	Border Gateway Protocol
BSR	Broadband Service Router

### C

CBS	Committed Burst Size
CIR	Committed Information Rate
CMTS	Cable MODEM Termination System
CoS	Class of Service

### D

DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specifications
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing

### E

ECMP	Equal-cost multi-path routing
EIGRP	Enhanced Interior Gateway Routing Protocol
EoS	Ethernet over SONET
EVC	Ethernet Virtual Connection

### F

FDDI	Fiber distributed data interface
FTP	File Transfer Protocol
FTTx	Fiber to the X

### G

GbE	Gigabit Ethernet
GMPLS	Generic MPLS
GSM	Global System for Mobile communications
GT/s	Giga Transferencias por segundo
H	
HSPA	High-Speed Packet Access
HSDPA	High-Speed Downlink Packet Access
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
I	
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol
IPTV	IP Television
IPX	Internetwork Packet Exchange
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet Service Provider
L	
L2TP	Layer 2 Tunnel Protocol
LAC	Access Control L2TP
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Display
LMD	Link Management Protocol
LSP	Label Switched Path
LSR	Label Switching Router
LTE	Long Term Evolution.
M	
MAC	Media Access Control
MEF	Metro Ethernet Forum
MPLS	Multiprotocol Label Switching
N	
NGN	Next Generation Network
NIC	Network Interface Card
NNI	Network to Network Interface

## O

OSI Open Systems Interconnection  
OSPF Open Shortest Path First

## P

P2P Peer to Peer  
PON Passive Optical Network  
PPP Point to Point Protocol

## Q

QoE Quality of Experience  
QoS Quality of Service

## R

Rack Bastidor para equipos de Telecomunicaciones  
RAID Redundant Array of Independent Disks

## S

SAS Serial Attached SCSI  
SATA Serial Advanced Technology Attachment  
SDH Synchronous Digital Hierarchy  
SFP Small form-factor pluggable transceiver  
SNMP Simple Network Management Protocol  
SNA Systems Network Architecture  
SONET Synchronous optical networking  
SSD Solid State Drive  
SSM Source-specific multicast  
STP Spanning Tree Protocol

## T

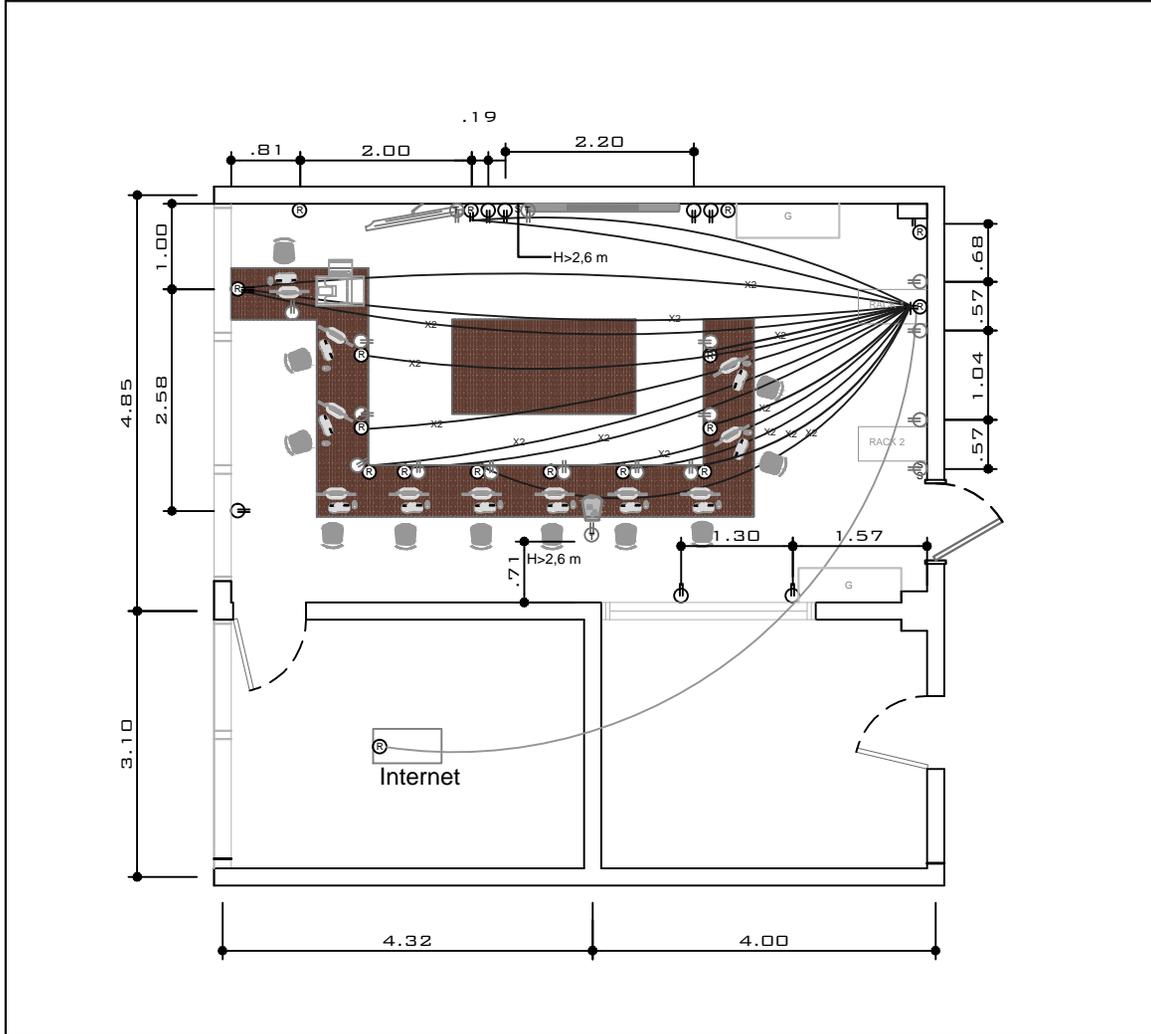
TCP Transmission Control Protocol  
TELCO's Telecommunications company  
TFT-LCD Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display  
T-MPLS Transport MPLS

## U

UDP User Datagram Protocol

UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMTS	Universal Mobile Telecommunications system
UNI	User Network Interface
USB	Universal Serial Bus
V	
VCI	VC Identifier
VGA	Video Graphics Array
VLAN	Virtual LAN
VoD	Video on Demand
VoIP	Voice over IP
VP	Virtual Path
VPI	VP Identifier
VPLS	Virtual Private Line Service
VPN	Virtual Private Network
W	
WAN	Wide Area Network
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access

# **ANEXOS**



Universidad Central de Venezuela.  
 Facultad de Ingeniería.  
 Escuela de Ingeniería Eléctrica.  
 Trabajo Especial de Grado.

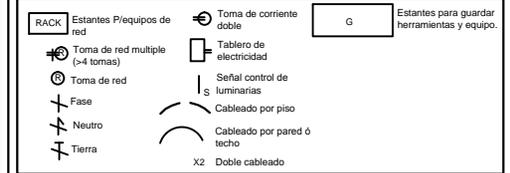


Autor : Pastor A. Márquez B.  
 Fecha : Noviembre 2011.  
 Título : Propuesta de Diseño de un  
 Laboratorio de Redes de Comunicaciones y  
 Telemática para Escuela de Ingeniería  
 Eléctrica de la Universidad Central de  
 Venezuela.

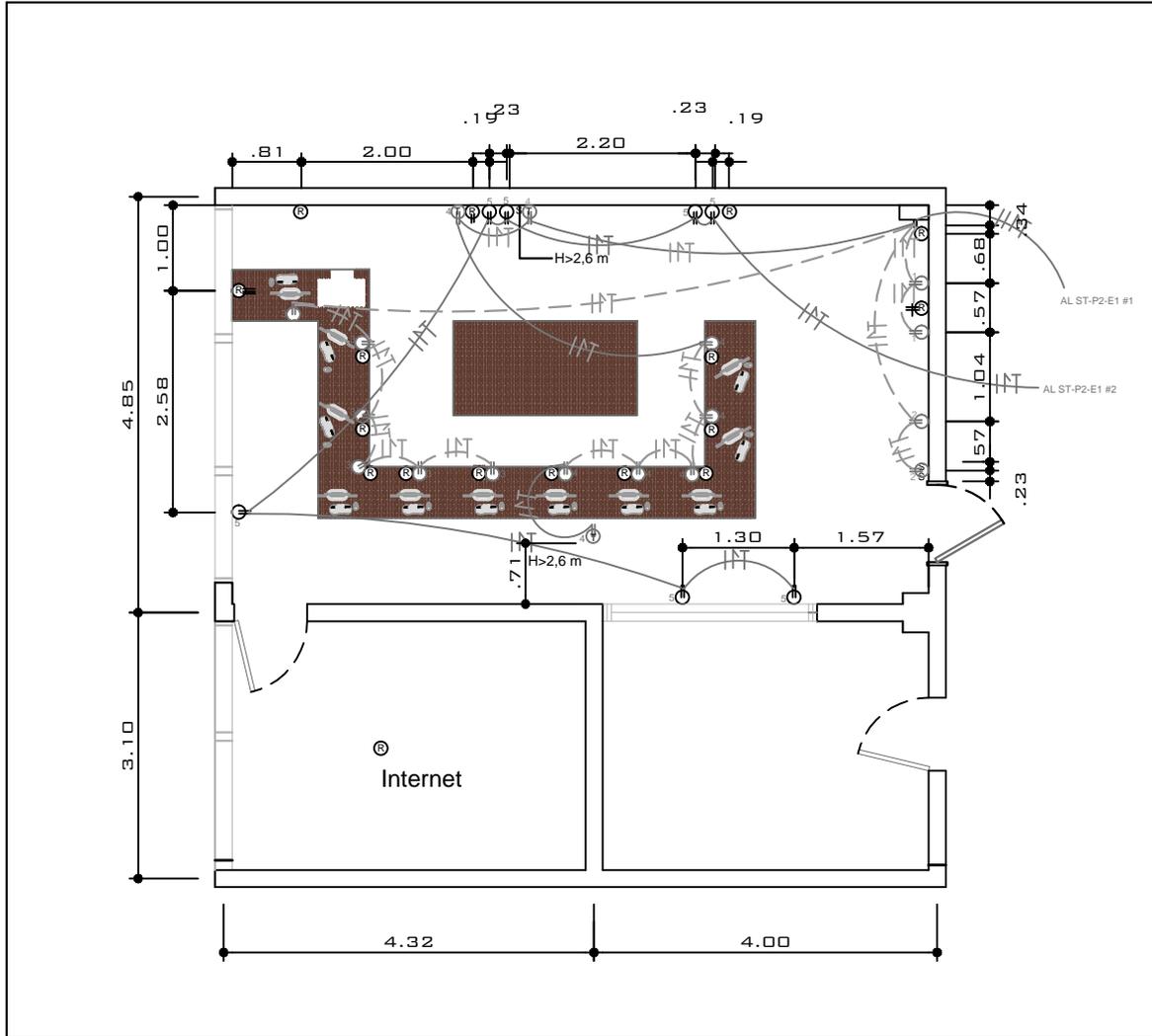
**NOTA:**

1. El cableado de red es de categoría 6a.
2. Cada puesto de trabajo cuenta con dos (2) tomas de red Cat-6a.
3. Las canaletas para el cableado de red será de 2 ½".
4. La Altura de las tomas de red en el mesón está entre

75 y 85 cm de altura.



	Escala : 1 - 50		Lamina :
	Serie :	Unidades:	3/5
	A-3	Metros	
Lámina : Red de Datos.			



Universidad Central de Venezuela.  
 Facultad de Ingeniería.  
 Escuela de Ingeniería Eléctrica.  
 Trabajo Especial de Grado.



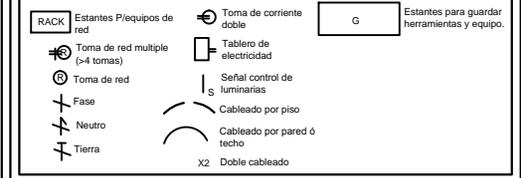
Autor : Pastor A. Márquez B.  
 Fecha : Noviembre 2011.  
 Título : Propuesta de Diseño de un  
 Laboratorio de Redes de Comunicaciones y  
 Telemática para Escuela de Ingeniería  
 Eléctrica de la Universidad Central de  
 Venezuela.

**NOTA:**

1. Todo el cableado propuesto es AWG # 10 @ 90°C.
2. El cableado, por circuito, hacia la barra de tierra es AWG # 4.
3. Las canaletas para los circuitos eléctricos será de

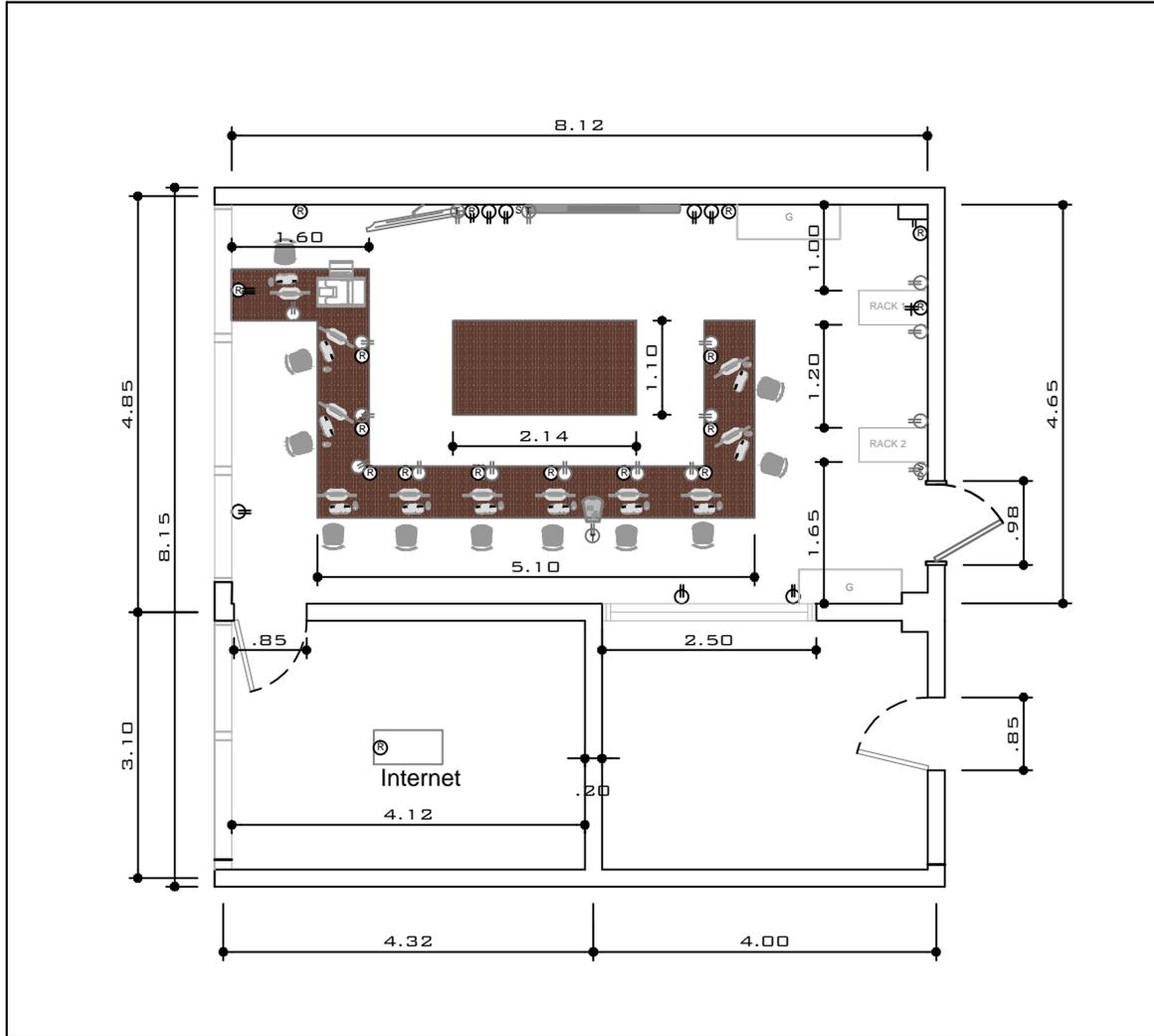
2"x1" ó tubería de 1 1/2".

4. La altura de las tomas eléctricas del tienen altura máxima de 4".



	Escala : 1 - 50		Lamina : <b>2/5</b>
	Serie : <b>A-2</b>	Unidades: Metros	
	Lámina : Red Eléctrica.		





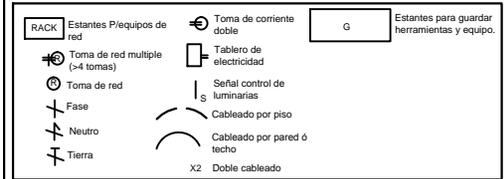
Universidad Central de Venezuela.  
 Facultad de Ingeniería.  
 Escuela de Ingeniería Eléctrica.  
 Trabajo Especial de Grado.



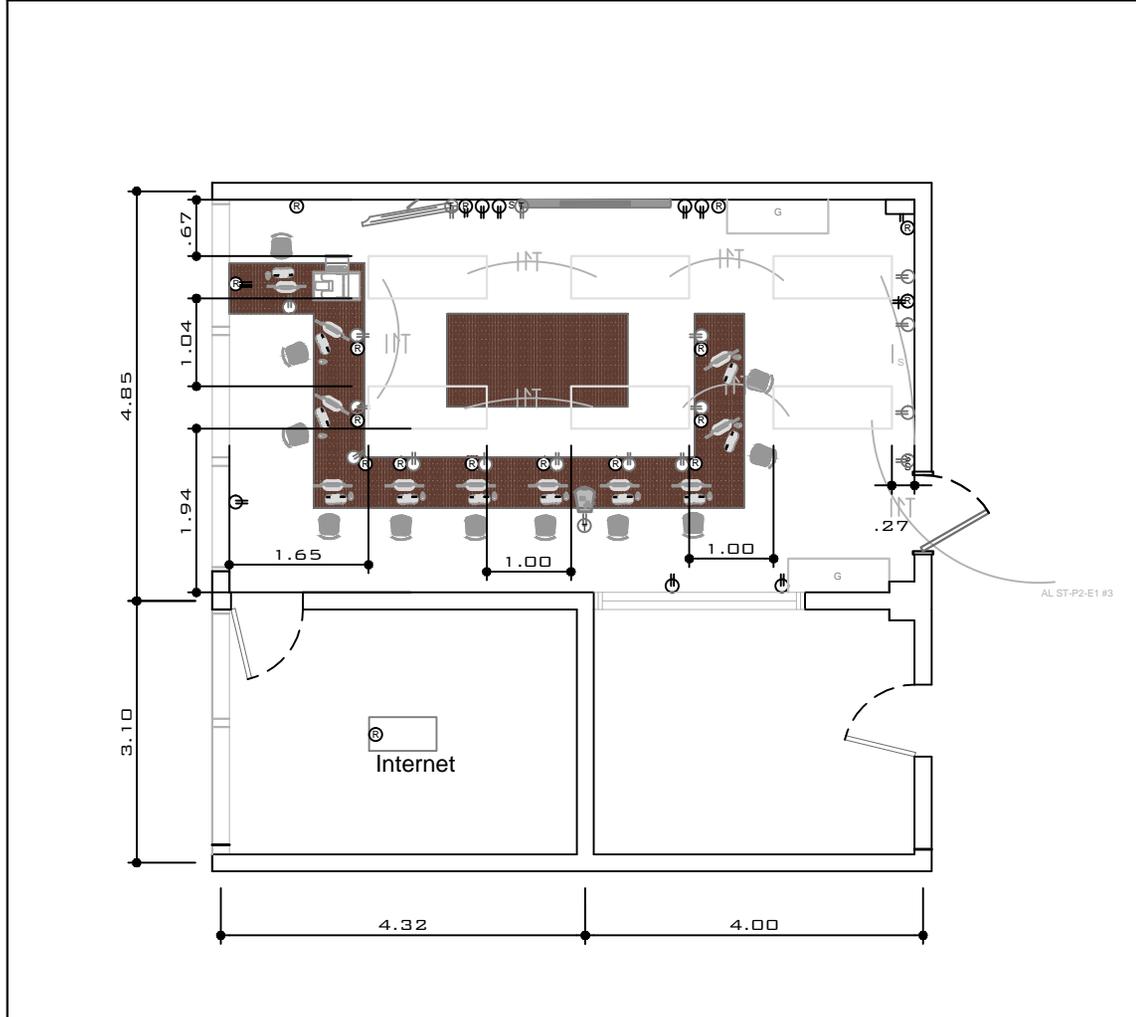
Autor : Pastor A. Márquez B.  
 Fecha : Noviembre 2011.  
 Título : Propuesta de Diseño de un Laboratorio de Redes de Comunicaciones y Telemática para Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela.

**NOTA:**

1. Puertas metálicas con ventana de vidrio.
2. Cielo raso de altura 2,6 metros.



	Escala : 1 - 50		Lamina :
	Serie : A-1	Unidades: Metros	1/5
	Lámina : Estructura.		



Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Trabajo Especial de Grado.		
Autor : Pastor A. Márquez B. Fecha : Noviembre 2011. Título : Propuesta de Diseño de un Laboratorio de Redes de Comunicaciones y Telemática para Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela.		
<b>NOTA:</b> 1. Cada Luminaria posee 4 lamparas fluorescentes. 2. Cada lampara genera 1200 lx. 3. Altura promedio de las lamparas 2,6 metros.		
<b>RACK</b> Estantes P/equipos de red Toma de red multiple (>4 tomas) Toma de red Fase Neutro Tierra	Toma de corriente doble Tablero de electricidad Señal control de luminarias Cableado por piso Cableado por pared ó techo X2 Doble cableado	Estantes para guardar herramientas y equipo.
	Escala : 1 - 50 Serie : A-5 Lámina : Luminarias.	Lamina : Unidades: Metros <b>5/5</b>

## ANEXO 1

- PROGRAMAS DE ASIGNATURAS DICTADAS EN LA E.I.E. DE LA U.C.V.

### PLAN DE ESTUDIOS E.I.E. DE LA U.C.V

#### I.- Ciclo Común.- Básico Profesional

##### Primer Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
0331	Física General I		4	2		5
0251	Cálculo I		3	3		5
0012	Introducción a la Ingeniería		1	2		2
0183	Lengua y Comunicación		1	2		2
0551	Geometría Descriptiva I		3	4		5
Totales						19

##### Segundo Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
0250	Álgebra Lineal y Geometría	0251	3	2		4
0252	Cálculo II	0251	3	3		5
0332	Física General II	0331 0251	4	2		5
0441	Química General I		3	3		5
0334	Laboratorio de Física I	0331			3	1
Totales						20

##### Tercer Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
0253	Cálculo III	0252	3	3		5
0255	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	0252 0250	3	3		5
0790	Programación	0250	2	2	2	4
0602	Mecánica Aplicada	0331 0252	4			4
	Electiva Humanística		2			2
Totales						20

##### Cuarto Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
0333	Tópicos de Física General	0251 0331	3	2		4
2107	Redes Eléctricas I	0253 0332 0255	4	2		5
2515	Variable Compleja y Calc. Operacio.	0255 0253	3	2		4
0254	Cálculo Vectorial	0253 0250	1	2		2
0185	Redacción de Informes	0183 + 50 u.	3			3
	Electiva Humanística		2			2
Totales						20

##### Quinto Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
2514	Cálculo Numérico	0255 0790	3	1		4
2108	Redes Eléctricas II	2107 0790 2515	3	1		4
2112	Laboratorio de Ing. Eléctrica I	2107	1		3	2
2216	Electrónica I	2107	4	1	2	5
2507	Análisis de Sistemas Lineales	2107 2515 0790	3	1		4
2508	Probabilidades	2515	2	2		3
Totales						22

##### Sexto Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
2233	Lógica Digital	2107	2	2		3
2124	Teoría Electromagnética	0333 2107 0254	3	2		4
2109	Redes Eléctricas III	2108 2507	3	1		4
2113	Laboratorio de Ing. Eléctrica II	2112 2108			2	1
2217	Electrónica II	2216 2507 2112	4	1	2	5
2415	Sistemas de Telecomunica. I	2508 2507	2	1		3
Totales						20

### Séptimo Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
2222	Sistemas de Control I	2217 2507	4	1	2	5
2345	Sistemas de Potencia I	2109	2	1		3
2426	Comunicaciones I	2415 2109	4	1	2	5
2132	Conversión de Energía	2124 0441 0602	2	1		3
2234	Sistemas Digitales I	2217 2233	3		2	4
Totales						20
TOTALES CICLO COMUN						141

### II.- Ciclo Especializado: Comunicaciones

#### Octavo Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
2427	Comunicaciones II	2426	3	1		4
2440	Ondas Guiadas	2426 2124	3	1		4
2441	Propagación y Antenas	2426 2124	4	1		5
2428	Lab. de Comunicaciones I	2426 2216	1		2	2
2416	Sistema de Telecom. II	2426	3	1		4
Totales						19

#### Noveno Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
	Electiva	150 u.	3	1		4
2483	Trabajo de Grado I	150 u.				4
2417	Sistema de Telecom. III	2416 2441	3	1		4
2429	Lab. de Comunicaciones II	2428 2440	1		2	2
2520	Ejercicio Prof. y Gerencia	130 u.	3	1		4
Totales						18

#### Décimo Semestre

Código	Asignatura	Requisito	T	P	L	U
	Electiva	150 u.	3	1		4
	Electiva	150 u.	3	1		4
2484	Trabajo de Grado II	2483				9
2523	Ingeniería Económica	2520	3	1		4
Totales						21

TOTALES CICLO ESPECIALIZADO	58
-----------------------------	----

TOTALES CARRERA	199
-----------------	-----

**Materias Electivas Válidas para la Opción Comunicaciones**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>	<b>Requisito</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>U</b>
2430	Introducción a la Inteligencia Artificial	2233 + 140 u.	3	1		4
2434	Sistemas de Transm. Digital	2427 + 150u.	3	1		4
2443	Sistemas de Transm. de Datos	2427 + 150 u.	3	1		4
2444	Diseño de Sist. de Microondas	2416 + 150u.	3	1		4
2445	Sistemas Móviles Comunicaciones	2415 + 150 u.	3	1		4
2446	Diseño de Sistm. Comunicaciones Satelitales	2416 + 150 u.	3	1		4
2447	Sistemas de Comunicaciones Ópticas	2440 + 150 u.	3	1		4
2448	Sistemas de Conmutación	2426 + 150 u.	3	1		4
2450	Seguridad en Redes y Criptograf.	2427 + 150 u.	3	1		4
2452	Sistemas de Banda Ancha	150 u.	3	1		4
2453	Tec. de Acceso Última Milla	150 u.	3	1		4
2460	Ingeniería de Televisión I	150 u.	3	1		4
2466	Redes de Comunicación Telemática e ISDN	2427 + 150 u.	3	1		4
2465	Redes de Alta Velocidad y ATM	2466 + 150 u.	3	1		4
2470	Téc. para Control Avance Project.	150 u.	3	1		4
2494	Planificación de Sistemas	150 u.	3	1		4
2499	Ingeniería de Software	150 u.	3	1		4
2265	Microprocesadores I	2234 + 150u.	3		2	4
2355	Algoritmos Genéticos para Ingenieros	150 u.	3	1		4
2335	Canalizaciones y Distribución	150 u.	3	1		4
2467	Redes de Comunicación Basadas en TCP/IP	2416 150 u.	4			4
2356	Pasantía	150 u.	3	1		4

En la estructura del Plan de Estudios que se presenta debe entenderse:

- **CODIGO** Código provisional de la asignatura
- **REQUISITO** Requisito para cursar la asignatura
- **T, P, L** Horas semanales de teoría, práctica, laboratorio
- **U** Unidades que representa la asignatura

**ASIGNATURAS OFERTADAS EN POSTGRADO EN LA E.I.E. DE LA U.C.V.**

<b>Código</b>	<b>Asignatura</b>
8082100	Transmisión de Datos y Telemetría
8082101	Microprocesadores
8082102	Redes de Computadoras
8082103	Ingeniería de Software
8082104	Sistemas de Comunicaciones
8082105	Diseño Asistido por Computadora
8082106	Ingeniería de Proyectos
8082107	Sistemas de Transmisión
8082109	Redes Digitales de Servicios Integrados
8082113	Tecnología de sistemas de telecomunicaciones
8082425	Conmutación Electrónica
8082442	Comunicaciones Ópticas
8082230	Redes de alta velocidad y ATM
8082117	Seguridad en redes y criptografía
8082442	Comunicaciones por satélite

**LINEAS DE INVESTIGACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE  
COMUNICACIONES DE LA E.I.E. DE LA U.C.V.**

<b>Redes de transmisión, conmutación y transporte de datos</b>	
- Protocolos de transporte para voz y video sobre redes de paquetes	- Prof. Carlos Moreno - Prof. Luis Fernández - Prof. María Alvarez
- Señalización multimedia en redes de paquetes	- Prof. Carlos Moreno - Prof. Luis Fernández - Prof. María Alvarez - Prof. Carlos Fuenmayor - Prof. Joao Nunes (Dpto. Electrónica)
- Compresión de voz y video en redes de paquetes	- Prof. Luis Fernández - Prof. Carlos Moreno - Prof. María Alvarez
- Protocolos emergentes en redes de paquetes	- Prof. Carlos Moreno - Prof. Luis Fernández - Prof. María Alvarez
- Redes inalámbricas con conmutación de paquetes	- Prof. María Alvarez - Prof. Vincenzo Mendillo
- Redes de alta velocidad	- Prof. Carlos Moreno - Prof. Luis Fernández - Prof. Vincenzo Mendillo - Prof. Carlos Fuenmayor
- Uso de software libre en telemática	- Prof. Carlos Moreno - Prof. Luis Fernández - Prof. María Alvarez

<b>Gestion de redes</b>	
- Arquitecturas de monitoreo de redes	- Prof. Vincenzo Mendillo
- Calidad de servicio en redes de paquetes	- Prof. Carlos Moreno - Prof. María Alvarez - Prof. Luis Fernández

<b>Sistemas celulares</b>	
- Compresión en sistemas de 3ra. generación	- Prof. Luis Fernández - Prof. María Eugenia Alvarez
- Protocolos de transporte en sistemas de 3ra. generación	- Prof. María Eugenia Alvarez - Prof. Luis Fernández
- Protocolos y aplicaciones en sistemas celulares	- Prof. María Eugenia Alvarez - Prof. Luis Fernández

<b>Propagación y antenas en sistemas de comunicaciones</b>	
- Estudio y modelaje de propagación de ondas electromagnéticas terrestres	- Prof. Zeldivar Bruzual - Prof. Francisco Varela
- Modelaje de propagación en sistemas satelitales	- Prof. Zeldivar Bruzual - Prof. Francisco Varela
- Acoplamiento de impedancias en líneas de transmisión	- Prof. Freddy Brito - Prof. Carolina Regoli
- Caracterización de líneas de microcintas en guías de onda	- Prof. Freddy Brito - Prof. Zeldivar Bruzual
- Métodos numéricos en electromagnetismo	- Prof. Freddy Brito - Prof. Franklin Martínez
- Antenas planares, propagación en alta frecuencia y circuitos para microondas	- Prof. Freddy Brito - Prof. Franklin Martínez

<b>Sistemas de educación a distancia</b>	
- Uso de la videoconferencia y otros métodos sincrónicos para el aprendizaje a distancia	- Prof. Luis Fernández - Prof. Carlos Moreno - Prof. Dan El Montoya (Dpto. Electrónica) - Prof. William Jota
- Uso de técnicas y herramientas para el acceso a contenidos	- Prof. Luis Fernández - Prof. Carlos Moreno - Prof. William Jota

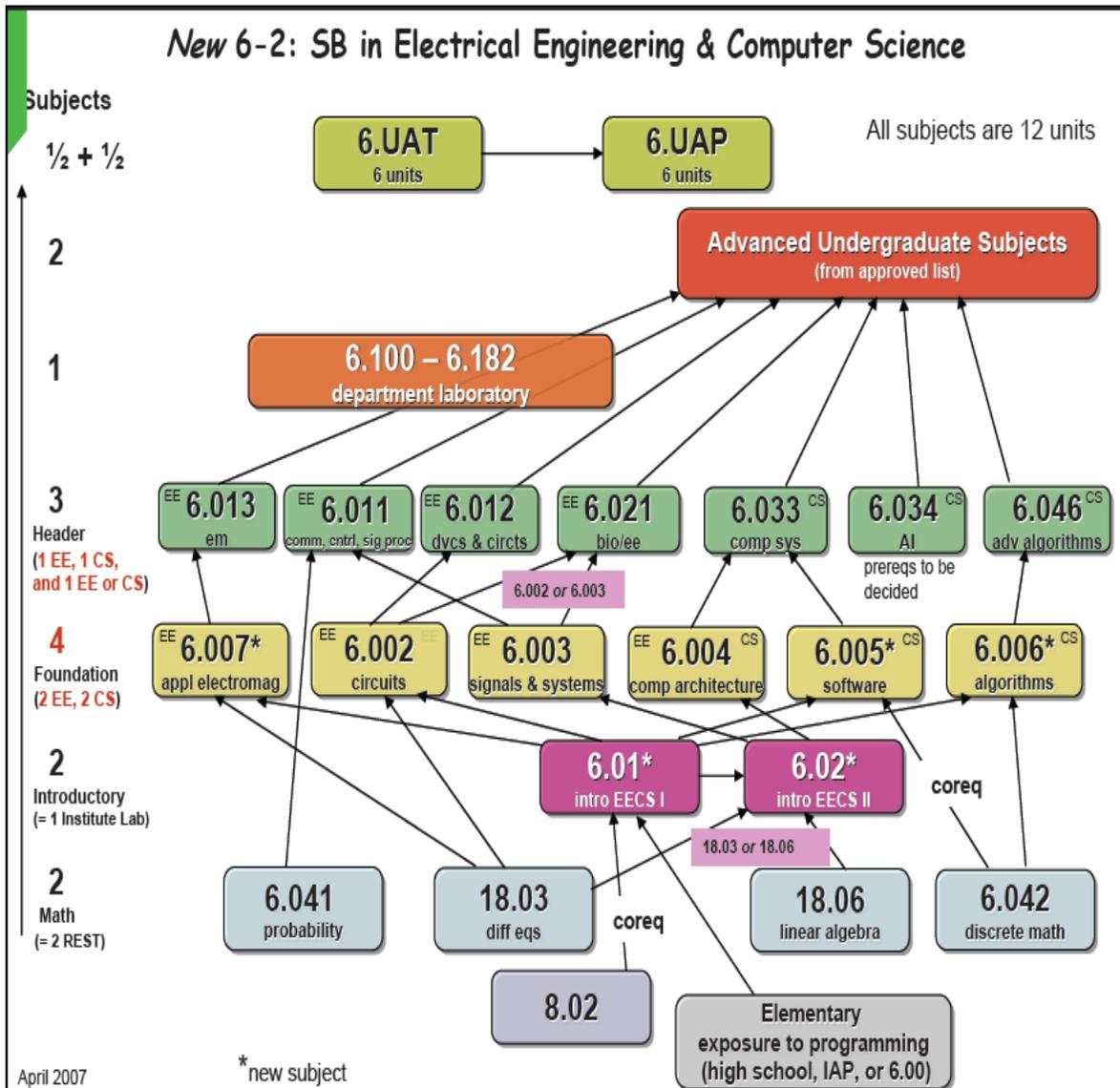
<b>Sistemas de Telemedicina</b>	
- Transmisión de información de diagnóstico para segunda opinión médica	- Prof. Luis Fernández - Prof. Carlos Moreno
- Compresión de imágenes médicas	- Prof. Luis Fernández - Prof. Carlos Moreno

<b>Tratamiento de señales y compresión</b>	
- Reconocimiento de patrones	- Prof. Dan El Montoya (Dpto. Electrónica) - Prof. Gerlis Caropresse
- Compresión de video	- Prof. Luis Fernández - Prof. Carlos Moreno
- Compresión de archivos de sonido	- Prof. Luis Fernández - Prof. Gerlis Caropresse - Prof. Carlos Moreno

<b>Gerencia y estandarización en telecomunicaciones</b>	
- Gerencia de proyectos en telecomunicaciones	- Prof. Paolo Maragno - Prof. Lorena Nuñez - Prof. Carlos Moreno
- Estandarización en telecomunicaciones	- Prof. Carlos Moreno - Prof. Paolo Maragno

## ANEXO 2

- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MASSACHUSETTS



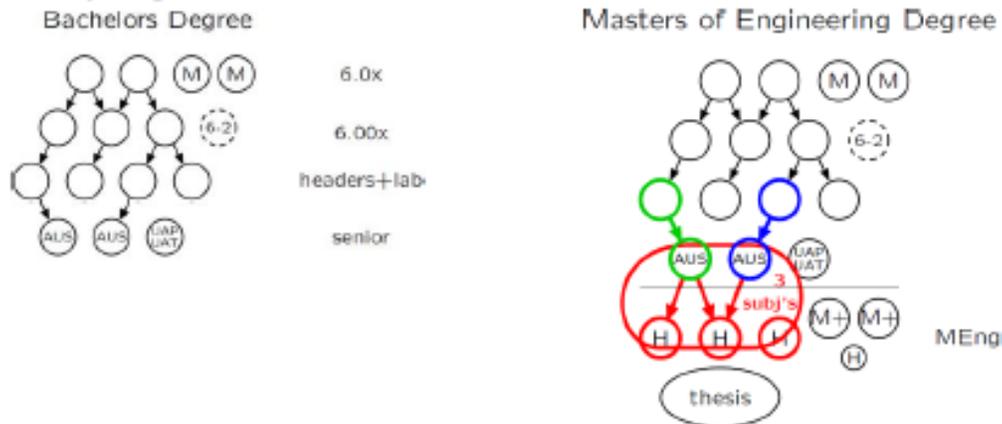
# EECS Master of Engineering Degree (New Curriculum)

## 1 Requirements

- Satisfy requirements for 6-1 or 6-2 or 6-3 Bachelor's Degree (new curriculum).
- Four H-level graduate subjects totaling at least 42 units.
  - at least 36 units from EECS subjects
  - in combination with 2 AUS's, must contain a concentration of at least 3 subjects (at least one grad-H)
    - ★ Artificial Intelligence
    - ★ BioEECS
    - ★ Circuits
    - ★ Communications
    - ★ Computer Systems
    - ★ Control
    - ★ Graphics and Human-Computer Interfaces
    - ★ Materials, Devices and Nanotechnology
    - ★ Numerical Methods
    - ★ Optics, Electromagnetics and Energy
    - ★ Signals and Systems
    - ★ Theoretical Computer Science
- Two subjects from Restricted EECS Electives
- MEng Thesis (24 units)

Program must include at least 66 units plus 24 units of thesis.

## 2 Summary diagrams



## 3 Restricted Electives in EECS

(Cannot be double counted with the Course VI Undergraduate Math Requirement)

- 6.041 Probabilistic Systems Analysis **or** 18.440 Probability and Random Variables
- 18.04 Complex Variables with Applications **or** 18.075 Advanced Calculus for Engineers
- 18.06 Linear Algebra **or** 18.700 Linear Algebra
- 6.042J Mathematics for Computer Science
- 18.085 Computational Science and Engineering I
- 18.086 Computational Science and Engineering II
- 18.100 Analysis I
- 18.311 Principles of Applied Mathematics
- 18.330 Introduction to Numerical Analysis
- 18.353 Nonlinear Dynamics I: Chaos
- 18.703 Modern Algebra
- 18.781 Theory of Numbers

## 4 Concentrations

Special AUS (If not used to satisfy another Institute or Department Requirement)

6.111 Introductory Digital Systems Laboratory

6.115 Microcomputer Project Laboratory

6.131 Power Electronics Laboratory

### 4.1 Artificial Intelligence

AUS or Conc.	6.142J	Robotics: Science and Systems II
	6.801	Machine Vision
	6.803	The Human Intelligence Enterprise
	6.804J	Computational Cognitive Science
	6.825	Techniques in Artificial Intelligence
	6.867	Machine Learning
Concentration	6.345J	Automatic Speech Recognition
	6.832	Underactuated Robotics
	6.833	The Human Intelligence Enterprise
	6.834J	Cognitive Robotics
	6.863J	Natural Language and the Computer Representation of Knowledge
	6.864	Advanced Natural Language Processing
	6.866	Machine Vision
	6.868J	The Society of Mind
	6.869	Advances in Computer Vision
	6.872J	Biomedical Computing
	6.873	Applied Machine Learning
	6.873J	Biomedical Decision Support
	6.881	Special Topics
	6.882	Special Topics
	6.886	Special Topics
	6.887	Special Topics
	6.945	Large-scale Symbolic Systems

### 4.2 BioEECS

AUS or Conc.	6.022J	Quantitative Systems Physiology
	6.023J	Fields, Forces and Flows in Biological Systems
	6.047	Computational Biology: Genomes, Networks, Evolution
Concentration	6.345J	Automatic Speech Recognition
	6.521J	Cellular Biophysics
	6.522J	Quantitative Systems Physiology
	6.524J	Molecular, Cellular, and Tissue Biomechanics
	6.541J	Speech Communication
	6.542J	Laboratory on the Physiology, Acoustics, and Perception of Speech
	6.543J	The Lexicon and Its Features
	6.551J	Acoustics of Speech and Hearing
	6.552J	Signal Processing by the Auditory System: Perception
	6.555J	Biomedical Signal and Image Processing
	6.556J	Data Acquisition and Image Reconstruction in MRI
	6.561J	Fields, Forces, and Flows in Biological Systems
	6.581J	Foundations of Algorithms and Computational Techniques in Systems Biology
	6.582J	Molecular Simulations
	6.874	Computational Systems Biology
	6.877J	Computational Evolutionary Biology
	6.878J	Advanced Computational Biology: Genomes, Networks, Evolution
	6.971	Special Topics
	6.985	Special Topics

### 4.3 Circuits

AUS or Conc.	6.301	Solid-State Circuits
	6.302	Feedback Systems
Concentration	6.331	Advanced Circuit Techniques
	6.334	Power Electronics
	6.374	Analysis and Design of Digital Integrated Circuits
	6.375	Complex Digital Systems Design
	6.376	Low Power Analog VLSI
	6.775	CMOS Analog and Mixed-Signal Circuit Design

6.776 High Speed Communication Circuits  
6.973 Special Topics

#### 4.4 Communications

AUS or Conc.	6.207	Networks
	16.36	Communication Systems Engineering
Concentration	6.262	Discrete Stochastic Processes
	6.263J	Data-Communication Networks
	6.264J	Queues: Theory and Applications
	6.265J	Advanced Stochastic Processes
	6.266	Network Algorithms
	6.281J	Logistical and Transportation Planning Methods
	6.434J	Statistics for Engineers and Scientists
	6.435	System Identification
	6.436J	Fundamentals of Probability
	6.437	Inference and Information
	6.438	Algorithms for Inference
	6.440	Essential Coding Theory
	6.441	Information Theory
	6.442	Optical Networks
	6.450	Principles of Digital Communication I
	6.451	Principles of Digital Communications II
	6.452	Principles of Wireless Communication
	6.453	Quantum Optical Communication
	6.972	Special Topics

#### 4.5 Computer Systems

AUS or Conc.	6.035	Computer Language Engineering
	6.172	Performance Engineering of Software Systems
	6.805	Ethics and the Law on the Electronic Frontier
	6.814	Database Systems
Concentration	6.857	Network and Computer Security
	6.821	Programming Languages
	6.823	Computer System Architecture
	6.824	Distributed Computer Systems Engineering
	6.826	Principles of Computer Systems
	6.827	Multithreaded Parallelism: Languages and Compilers
	6.828	Operating System Engineering
	6.829	Computer Networks
	6.830	Database Systems
	6.846	Parallel Computing
	6.883	Special Topics
	6.884	Special Topics
	6.888	Special Topics
	6.893	Special Topics

#### 4.6 Control

AUS or Conc.	6.302	Feedback Systems
Concentration	6.231	Dynamic Programming and Stochastic Control
	6.241	Dynamic Systems and Control
	6.242	Advanced Linear Control Systems
	6.243	Dynamics of Nonlinear Systems
	6.245	Multivariable Control Systems
	6.986	Special Topics

#### 4.7 Graphics and Human-Computer Interfaces

AUS or Conc.	6.813	User Interface Design and Implementation
	6.815	Digital and Computational Photography
	6.837	Computer Graphics
Concentration	6.831	User Interface Design and Implementation
	6.835	Intelligent Multimodal User Interfaces
	6.839	Advanced Computer Graphics
	6.865	Advanced Computational Photography
	6.891	Special Topics
	6.892	Special Topics
	6.894	Special Topics

## 4.8 Materials, Devices and Nanotechnology

AUS or Conc.	6.602	Fundamentals of Photonics
	6.701	Introduction to Nanoelectronics
Concentration	6.719	Nanoelectronics
	6.720J	Integrated Microelectronic Devices
	6.728	Applied Quantum and Statistical Physics
	6.729	Molecular Electronics
	6.730	Physics for Solid-State Applications
	6.731	Semiconductor Optoelectronics: Theory and Design
	6.732	Physics of Solids
	6.763	Applied Superconductivity
	6.772	Compound Semiconductor and Heterostructure Devices
	6.774	Physics of Microfabrication: Front End Processing
	6.777J	Design and Fabrication of MEMS
	6.778J	Materials and Processes for Microelectromechanical Devices and Systems
	6.780J	Control of Manufacturing Processes
	6.781J	Nanostructure Fabrication
	6.789	Organic Optoelectronics
	6.987	Special Topics

## 4.9 Numerical Methods

AUS or Conc.	6.079	Introduction to Complex Optimization (Fall 2009 only)
	6.336J	Introduction to Numerical Simulation
Concentration	6.251J	Introduction to Mathematical Programming
	6.252J	Nonlinear Programming
	6.253	Convex Analysis and Optimization
	6.254	Game Theory with Engineering Applications
	6.255J	Optimization Methods
	6.256	Algebraic Techniques and Semidefinite Optimization
	6.337J	Introduction to Numerical Methods
	6.338J	Parallel Computing
	6.339J	Numerical Methods for Partial Differential Equations
	6.581J	Foundations of Algorithms and Computational Techniques in Systems Biology
	6.673	Introduction to Numerical Simulation in Electrical Engineering
	6.975	Special Topics

## 4.10 Optics, Electromagnetics and Energy

AUS or Conc.	6.061	Introduction to Electric Power Systems
	6.602	Fundamentals of Photonics
	6.641	Electromagnetic Fields, Forces, and Motion
Concentration	6.621	Fundamentals of Photonics
	6.630	Electromagnetics
	6.631	Optics and Photonics
	6.632	Electromagnetic Wave Theory
	6.634J	Nonlinear Optics
	6.637	Optical Signals, Devices, and Systems
	6.638	Ultrafast Optics
	6.642	Continuum Electromechanics
	6.685	Electric Machines
	6.690	Introduction to Electric Power Systems
	6.691	Seminar in Electric Power Systems
	6.974	Special Topics
	6.988	Special Topics

## 4.11 Signals and Systems

AUS or Conc.	6.341	Discrete-Time Signal Processing
Concentration	6.342	Wavelets, Approximation, and Compression
	6.344	Digital Image Processing
	6.345J	Automatic Speech Recognition
	6.555J	Biomedical Signal and Image Processing
	6.556J	Data Acquisition and Image Reconstruction in MRI
	6.989	Special Topics

## 4.12 Theoretical Computer Science

AUS or Conc.	6.045J	Automata, Computability, and Complexity
	6.047	Computational Biology: Genomes, Networks, Evolution

	6.840J	Theory of Computation
	6.854J	Advanced Algorithms
Concentration	6.338J	Parallel Computing
	6.841J	Advanced Complexity Theory
	6.842	Randomness and Computation
	6.850	Geometric Computing
	6.851	Advanced Data Structures
	6.852J	Distributed Algorithms
	6.853J	Network Optimization
	6.856J	Randomized Algorithms
	6.875J	Cryptography and Cryptanalysis
	6.876J	Advanced Topics in Cryptography
	6.878J	Advanced Computational Biology: Genomes, Networks, Evolution
	6.885	Special Topics
	6.895	Special Topics
	6.896	Special Topics
	6.889	Special Topics

## ANEXO 3

- UNIVERSIDAD DE BERKELEY



[Inicio](#) > [Cursos / Los planes de estudio de Departamento](#) >

### **Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación**

(Facultad de Ingeniería)

Departamento de oficina: 231 Cory Hall # 1770, (510) 642 hasta 3214  
División de Ciencias de la Computación Oficina: 387 Sala de Soda, (510) 642-1042  
Presidente: J. Costas Spanos, Ph.D.  
Asociado Presidente: Stuart Russell, Ph.D.

### **Listas de profesores y Sitios Web Departamental**

[Facultad de Ingeniería Eléctrica](#)  
[Ciencias de la Computación \(Ingeniería\) la facultad](#)

[Ingeniería Eléctrica y Computación Ciencias de la página web](#)  
[Ciencias de la Computación \(Ingeniería\) del sitio web](#)

### **Descripción del curso relacionados**

[Ingeniería Eléctrica](#)  
[Ciencias de la Computación \(Ingeniería\) cursos](#)  
[Lista completa del curso](#)

### **Información general**

El Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación (Ingeniería Eléctrica e Informática) ofrece uno de los principales programas de investigación y de enseñanza en este campo en todo el mundo. Nuestro punto fuerte está en interdisciplinario impulsado proyectos de equipo. La integración de la ingeniería eléctrica (EE) y ciencias de la computación (CS) es el núcleo, con interacciones fuertes que se extienden en las ciencias biológicas, ingeniería mecánica y civil, ciencias físicas, química, matemáticas, y la investigación de operaciones. Nuestros programas han sido constantemente clasificada entre los tres diferentes organizaciones en todo el país y en el mundo que se clasifican los programas académicos.

Cada año, los mejores estudiantes de todas partes del mundo se sienten atraídos a Berkeley por la excelencia de la facultad, la amplitud de oportunidades de educación en Ingeniería Eléctrica e Informática y en todo el campus, la proximidad a la dinámica de California economía de alta tecnología y el medio ambiente Berkeley. Estrechos vínculos del departamento para la industria, junto a su compromiso con la investigación de ingeniería y la educación, asegurar que los estudiantes reciban una educación rigurosa, relevante y amplia.

Miembros de la facultad en Berkeley, se han comprometido a la investigación y el descubrimiento del más alto nivel, la enseñanza y creativa, y el deseo creativo para sobresalir. La distinción de la facultad de Ingeniería Eléctrica e Informática ha sido reconocido en una larga lista de premios y honores, entre ellos dos Medallas Nacionales de Ciencia, tres Premios ACM Turing, tres Medallas de Honor del IEEE, 36 miembros de la Academia Nacional de Ingeniería, siete miembros de la Academia Nacional de Ciencias, 14

A diferencia de muchas instituciones de nivel similar, los profesores regulares enseñan que la gran mayoría de nuestros cursos, y los profesores más excepcionales son también a menudo los investigadores más excepcionales. Lista del departamento de la facultad de pedagogía activa incluye siete ganadores del prestigioso premio Distinguished Teaching Campus Berkeley.

La misión del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación tiene tres partes:

- (1) educar a los futuros líderes en el mundo académico, gobierno, industria, y la búsqueda empresarial, a través de un riguroso plan de estudios de la teoría y la aplicación que se desarrolla la capacidad de resolver problemas, de forma individual y en equipo;
- (2) la creación de conocimiento de los principios fundamentales y las tecnologías innovadoras, a través de la investigación dentro de las áreas centrales de Ingeniería Eléctrica e Informática y en colaboración con otras disciplinas, que se distingue por su impacto en la academia, la industria y la sociedad, y
- (3) servir a las comunidades a las que pertenecemos, a nivel local, nacional e internacional, con una profunda conciencia de nuestras responsabilidades éticas de nuestra profesión y para la sociedad.

Nuestra estrategia para lograr esta misión es simple: reclutar y retener a los mejores profesores, estudiantes y personal, y luego darles la posibilidad de dirigir e impulsar la creación y difusión del conocimiento. Sabemos que hemos tenido éxito en esta misión cuando nuestros estudiantes a tener éxito, convirtiéndose en líderes y servir a la sociedad.

Ingeniería Eléctrica comenzó en el campus de Berkeley de más de un siglo atrás, con la contratación del primer ingeniero eléctrico, Clarence Cory, en la Escuela de Mecánica. Los primeros días se centró en la producción y distribución de electricidad, y el laboratorio de Cory, de hecho, siempre y cuando la primera luz y la energía a todo el campus.

La evolución desde entonces ha sido espectacular, acelerando rápidamente en la segunda mitad del siglo 20. El desarrollo de clase mundial Facultad de Informática seguido, naturalmente, de las sinergias entre la electrónica, la teoría de sistemas y computación. En el siglo 21, Ingeniería Eléctrica e Informática se ha convertido en un campo más amplio, que se define más por su acercamiento intelectual a problemas de ingeniería que por soluciones técnicas concretas. En términos generales, Ingeniería Eléctrica e Informática ames procesos físicos para realizar funciones lógicas, y por lo tanto fácilmente se extiende más allá de su base de tecnología de la base de la electrónica, por ejemplo, los sistemas biológicos.

Puntos fuertes en los biosistemas y la biología computacional, la nanotecnología, la inteligencia artificial, sistemas concurrentes y distribuidos, sistemas empotrados, nuevos dispositivos (como los semiconductores orgánicos), la robótica, redes avanzadas, la seguridad informática y la computación de confianza, energía y redes de sensores, se complementan perfectamente nuestros puntos fuertes tradicionales de la electrónica física, circuitos integrados, sistemas operativos y redes, los gráficos y la interacción humano-computadora, los sistemas de comunicaciones, arquitectura de computadores, la teoría de control, procesamiento de señales, la teoría de la computación, lenguajes de programación, computación científica, la automatización de diseño electrónico, sistemas de energía, y los sistemas de bases de datos. Muchos de nuestros proyectos de investigación actuales se centran en enormes retos sociales y oportunidades tales como la eficiencia energética, inteligencia de red, sistemas de transporte, seguridad y cuidado de la salud. Más que cualquier otra disciplina de la ingeniería, Ingeniería Eléctrica e Informática puentes del mundo físico y la semántica, la creación de tecnologías para servir a la humanidad.

Organizativamente, el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación se integra sin

problemas su primera clase de la facultad con personal dedicado y los grupos de estudiantes muy activos y comprometidos. Nuestros programas de pregrado reconocer la amplitud de enormes proporciones intelectual del campo, ofreciendo una gran flexibilidad. Estos programas están acreditados por ABET, Inc., 111 Market Place, Suite 1050, Baltimore, MD 21202-4012, (410) 347-7700, y por el CAC, la Comisión de Acreditación de Informática de ABET, Inc.

Nuestros programas de posgrado hincapié en la investigación, preparación de estudiantes para posiciones de liderazgo en los laboratorios industriales, el gobierno o la academia. Nuestro laboratorio y las instalaciones de computación están entre los mejores en cualquier parte, y han concebido muchas invenciones transformadoras. Nuestros programas de investigación están bien financiados, y casi todos nuestros estudiantes de posgrado reciben un apoyo financiero completo.

Ver la *Facultad de Ingeniería de Anuncio: Guía para el Estudio de Grado y Postgrado* en [coe.berkeley.edu / universidad de ingeniería anuncio](http://coe.berkeley.edu/universidad_de_ingenieria_anuncio) para más información.

## Programas de pregrado

Bajo los auspicios de la Facultad de Ingeniería, Ingeniería Eléctrica e Informática ofrece dos programas de pregrado: Ingeniería Eléctrica y Computación (ECE) y Ciencias de la Computación e Ingeniería (CSE). El programa CSE pone un mayor énfasis en ciencias de la computación, mientras que el programa de ECE pone un mayor énfasis en la ingeniería eléctrica. Ambos programas requieren el mismo conjunto de cinco cursos principales divisiones inferiores en Ingeniería Eléctrica e Informática (EE 20N, 40; CS 61A, 61B, 61C y) y casi las mismas matemáticas y ciencias. Después de satisfacer los requisitos del programa a nivel de divisiones inferiores, los estudiantes son libres de elegir entre una variedad de elección división superior cursos. Para guiar a los estudiantes en una elección coherente de cursos, pedimos a los estudiantes a elegir una de las cinco "opciones". La elección de la opción afecta a la asignación de un asesor académico, y las opciones que ofrecen programas de ejemplo que sugieren vías razonables.

Las opciones son:

- *Electrónica Física (Opción I)*: Para los estudiantes interesados en los circuitos integrados, dispositivos electrónicos, la nanotecnología, el electromagnetismo, micro y nano fabricación, la fotónica y optoelectrónica, sistemas microelectromecánicos (MEMS), automatización de diseño electrónico (EDA), los circuitos de alta potencia, y las aplicaciones a la biomedicina, micro-robótica, sensores, actuadores, la producción de energía, almacenamiento y conservación, y las estructuras de silicio.
- *Comunicación, Redes y Sistemas (Opción II)*: Para los estudiantes interesados en las redes, los sistemas de control, comunicaciones digitales y analógicas, teoría de la información, procesamiento de señales, y el modelado de sistemas, diseño, verificación y optimización, junto con aplicaciones a la robótica, la biomedicina, sistemas de comunicaciones inalámbricas, sistemas multimedia, la fusión multi-sensor, y la inteligencia artificial.
- *Informática de Sistemas (Opción III)*: Para los estudiantes interesados en la arquitectura de la máquina y el diseño de la lógica, las redes de comunicaciones, seguridad informática, sistemas operativos, bases de datos, sistemas y lenguajes de programación, software embebido, y / o dispositivos digitales y circuitos, junto con aplicaciones de red informática, los sistemas integrados, juegos de ordenador, y sistemas de información.
- *Ciencias de la Computación (opción IV)*: Para los estudiantes interesados en los fundamentos de la computación, que incluye la teoría de la computación, el diseño y análisis de algoritmos, teoría de la complejidad, la arquitectura y el diseño de la lógica de las computadoras, los lenguajes de programación, compiladores, sistemas operativos, computación científica, la infografía, los sistemas de bases de datos,

inteligencia artificial y procesamiento del lenguaje natural, y la criptografía y seguridad informática.

• *Curso General de Estudios (Opción V)*: Permite a los estudiantes cuyos intereses son amplios o que todavía tienen que concentrarse en un campo específico de explorar varios temas en las áreas mencionadas anteriormente.

Los estudiantes en el programa de ECE suelen seleccionar las opciones I, II, III o V, mientras que los estudiantes en el programa de CSE suelen seleccionar las opciones de III o IV. Los estudiantes no están obligados a seguir ninguna de estas opciones con precisión, pero son libres de planificar un programa individual para satisfacer sus necesidades o intereses especiales, siempre que se cumplan los requisitos detallados a continuación.

Diplomas que reciben los alumnos, tanto en la CEE y el programa estatal de CSE de que los estudiantes recibieron una licenciatura en Ciencias de la Universidad de California, Berkeley College of Engineering. El título no indica la opción o la ECE o un programa de CSE. Expediente académico del estudiante indica si el programa era la CEPE o CSE.

### **Plan de estudios y requisitos para la licenciatura**

Los estudiantes deben completar un mínimo de 120 unidades, en el que deberán cumplir los requisitos del campus de la Universidad de California en Berkeley y se describen en este catálogo. Además, los estudiantes deben completar los requisitos de la Facultad de Ingeniería. Todos los detalles sobre estos requisitos se pueden encontrar en la [Facultad de Ingeniería de Anuncio: Guía para el Estudio de Licenciatura y Maestría](#) en línea disponible en [coe.berkeley.edu/universidad de la ingeniería y el anuncio de "Notas de Pregrado Ingeniería Eléctrica e Informática"](http://coe.berkeley.edu/universidad-de-la-ingenieria-y-el-anuncio-de-Notas-de-Pregrado-Ingenieria-Elctrica-e-Infomtica) en [eecs.berkeley.edu/Programas/Notas/index.shtml](http://eecs.berkeley.edu/Programas/Notas/index.shtml). Por favor vea también la sección de Opciones en las "Notas de Pregrado Ingeniería Eléctrica e Informática" para los programas de estudio sugerido.

### **Ingeniería Eléctrica e Informática del Programa de Honor Grado**

El Programa de Grado de Honor se ha diseñado para proporcionar a los estudiantes universitarios con mucho talento, con una mayor flexibilidad a nivel de pregrado. Estudiantes de honor selecciona una concentración de académicos fuera de la Ingeniería Eléctrica e Informática. Además, los estudiantes reciben un asesor de facultad especial, participar en la investigación, recibir la notación oficial de la matrícula de honor en su expediente académico de Berkeley, y son invitados a eventos especiales con los profesores y alumnos de Ingeniería Eléctrica e Informática de Honor.

Para más información, lea sobre el programa de matrícula de honor en [eecs.berkeley.edu/Programas/honors.html](http://eecs.berkeley.edu/Programas/honors.html).

### **Conjunto de los principales programas**

Los principales programas conjuntos están diseñados para capacitar a los estudiantes para el empleo en cualquiera de los dos principales campos de la ingeniería, o para las posiciones donde se requiere la competencia en ambos campos. Ambos mayores se enumeran en el expediente académico del estudiante. Dos mayores son actualmente establecidos:

• *Ingeniería Eléctrica e Informática / Ciencia de Materiales e Ingeniería*: Para los alumnos interesados en los materiales y equipos. El programa combina el estudio de materiales desde una perspectiva amplia, como se enseña en las MYPE, con el estudio de sus aplicaciones en dispositivos y circuitos electrónicos, como se enseña en Ingeniería Eléctrica e Informática. Los estudiantes se selecciona esta doble licenciatura tiene dos asesores de la facultad, uno de cada mayor.

• *Ingeniería Eléctrica e Informática / Ingeniería Nuclear*: Combina el programa tradicional de EE con el de Ingeniería Nuclear, los cuales comparten la preocupación por la generación de energía eléctrica, control automático, la informática, y los plasmas. Los estudiantes se selecciona esta doble licenciatura tiene dos asesores de la facultad, uno de cada mayor.

## **Ciencias de la Computación que conducen a la Licenciatura en Artes**

Además de una mayor a través de la Facultad de Ingeniería, que le confiere el grado BS CS, la División de Ciencias de la Computación también ofrece los principales a través de la Facultad de Letras y Ciencias, que le confiere el título de Licenciatura. Una diferencia esencial entre los dos grandes es que el programa de Ingeniería Eléctrica e Informática requiere de un mayor número de cursos de matemáticas y ciencias que el programa de CS, lo que requiere un mayor número de no-técnicos, ni la amplitud, cursos. El título en ciencias informáticas en L & S no está acreditado. Para más información sobre los programas de L & S informática y requisitos, consulte [eecs.berkeley.edu / csugrad](http://eecs.berkeley.edu/csugrad).

Detalles acerca de la informática importantes ofrecidos a través de la Facultad de Letras y Ciencias también se puede encontrar en las listas de cursos de [Ciencias de la Computación](#) en este catálogo.

## **Cursos de Informática Servicio**

Los estudiantes pueden obtener un total de más de cinco unidades de crédito para la graduación de los cursos etiquetados como "Servicio de Informática" Los cursos, que incluyen CS 3, 3L, 3S, los cursos de CS 9, y de Ingeniería 110. Los estudiantes recibirán no más de una unidad de crédito por cada curso de ciencias de computación tomadas después de la primera o después de cualquiera de los 61 cursos de CS. Cualquier unidad más allá de estos límites no se cuenta para su graduación, a pesar de que contará con el único propósito de determinar si la lista de estudio se enmarca dentro de la unidad de carga mínima y máxima.

## **Materiales Costo del curso**

El Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación cobra una cuota de los materiales del curso de Ingeniería Eléctrica 143. El importe de la tasa está incluida en la línea [horario de clases](#).

## **Programas avanzados de Grado**

**La Licenciatura de cinco años / 'Programa de 5 en Ingeniería Eléctrica e Informática (BA / MS o BS / MS):** The Bachelor combinado / Master' máster s está diseñado para tomar EECS excepcional y estudiantes de CS L & S de inmediato en un curso intensivo de dos semestres del programa que confiere el grado de Maestría en Ciencias. Este programa combina promueve enfoque interdisciplinario y se adapta mejor a aquellos que son más "orientación profesional", en contraposición a los que desean seguir una más tradicional basada en la investigación y la disciplina, especializados curso avanzado de estudio. Por lo tanto, un rasgo distintivo de este programa de cinco años es su énfasis en el estudio ampliado en interdisciplinario, aunque aliado, la técnica, tales como la física, la biología, y las estadísticas, o en disciplinas profesionales, tales como negocios, derecho, o el orden público. El programa está acertadamente titulada "Educar a los líderes de la nueva economía mundial", que refleja una creciente necesidad de los que están capacitados técnicamente y también poseen una comprensión de los negocios, el contexto legal, social y de desarrollo de la tecnología y el uso.

La concesión del título requiere, ya sea escribiendo una tesis (Plan I) o informar sobre un proyecto (Plan II), como se requiere de los estudiantes de nuestro maestro de otros.

La información completa está disponible en [eecs.berkeley.edu / FiveYearMS](http://eecs.berkeley.edu/FiveYearMS).

## Programas de Postgrado

El Programa de Ingeniería Eléctrica e Informática de Postgrado ofrece un amplio programa orientado a la investigación y la enseñanza (Master of Science y Doctor en Filosofía). El Programa de Maestría en Ciencias requiere de tres a cuatro semestres de estudio, mientras que el Programa de Doctor en Filosofía se termina normalmente en cinco o seis años. La admisión en el programa de posgrado es extremadamente competitivo, pero una vez admitidos, los estudiantes tienen una amplia variedad de áreas de agregación entre las que elegir una afiliación, y un gran número de cursos y seminarios impartidos por líderes en sus campos desde los que el diseño de sus programas de estudio. Los estudiantes aplican ya sea a la División de Ingeniería Eléctrica o en la División de Ciencias de la Computación, aunque una vez que han sido ingresados en el servicio, los límites entre las divisiones son fluidos. Los estudiantes deben solicitar a la división más adecuada a su principal área de interés.

Los estudiantes cuyos intereses principales se centran en las áreas que deberán aplicarse a Ingeniería Eléctrica:

- *Comunicaciones y Redes:* Incluye *teoría de la información y la codificación* (multiterminal problemas, la retroalimentación, los modelos contenciosos, los teoremas de separación y de capas de baja densidad de códigos de control de paridad, VLSI aplicación de códigos, algoritmos de decodificación, los algoritmos de paso de mensajes), *inalámbricas y redes de sensores* (ad-hoc, redes móviles y de vehículos, antenas múltiples, la comunicación oportunistas, radio cognitiva y de reparto del espectro distribuido codificación de la fuente, la estimación de distribución, el muestreo espacial), *diseño de redes y el análisis* (redes ópticas, las arquitecturas basadas en el mercado, la compatibilidad de incentivos, el diseño de subastas, de igual-to-peer, la calidad del servicio, la comunicación para el control, cross-layer herramientas de optimización, codificación de red, y la simulación, proteger los vínculos de cable e inalámbricas, la disponibilidad de la red y capacidad de recuperación, los enfoques basados en el mercado de autenticación).
- *Control, Sistemas Inteligentes, y la Robótica.* Preocupado por el problema general de los sistemas de modelización y máquinas, y luego hacer que respondan adecuadamente a las entradas. Las técnicas de optimización matemática y jugar un papel clave, especialmente en sistemas de interés crezca en escala. Los rangos de control de aplicaciones de control de proceso de semiconductores para el control híbrido y en red para control no lineal y el aprendizaje, e incluye la interacción con el profesorado en Ingeniería Mecánica y Biología Integrativa, así como entre Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación. La robótica es interpretado ampliamente para incluir los sistemas móviles autónomos de tamaño milimétrico robots móviles y tres helicópteros de rotor metros de luz, sistemas fijos de autonomía para el montaje, así como el aumento de las capacidades humanas, como la telepresencia y la realidad virtual. Proporcionar los robots con capacidades de comprensión de imágenes es una de las áreas clave de investigación, así como el uso de la visión por ordenador para ayudar a los seres humanos.
- *Diseño de Sistemas Electrónicos:* Incluye *automatización de diseño electrónico* (diseño asistido por ordenador y la optimización de hardware y sistemas complejos de software), los *sistemas integrados de software* (modelos de computación, lenguajes de especificación, los sistemas de tiempo real y tecnologías de hardware y software de síntesis y recopilación), y el *modelado y verificación* (modelos de sistemas de hardware y software, junto con las técnicas de análisis que identifican las fallas de diseño, problemas de rendimiento, y la vulnerabilidad).
- *Energía:* Incluye *nuevos dispositivos y las fuentes de energía* (solar térmica de generación eléctrica, los recolectores de energía de vibración, la generación de bioenergía, los biocombustibles, las simulaciones de la energía de fusión, la física del plasma, sistemas ultra baja la entrega de potencia, electrónica de potencia y máquinas eléctricas), *en el dispositivo de energía* (en el chip de alimentación, administración de energía

---

para la electrónica móvil, almacenamiento de energía intermitente, la fotovoltaica orgánica de semiconductores, y la actuación no convencionales), *redes de sensores* (Distributed Power Management, el poder del ambiente, gestión de energía para microrrobótica), *a todo el sistema* (de medición avanzada de energía, la estabilidad de la red eléctrica, evitando fallos catastróficos, la seguridad de la red eléctrica, la energía a gran escala de gestión de energía de la red, y la respuesta de la demanda), y las *políticas públicas* (infraestructura de energía en los países en desarrollo, las cuestiones energéticas en la tecnología de la ampliación de dispositivos para dispositivos de bajo costo, y fijación de precios políticas y modelos económicos).

- *Circuitos integrados*: Incluye las *aplicaciones* (de analógico a digital y digital a analógico de conversión, electrónica automotriz, biosistemas, computación, electrónica de consumo, instrumentación, sistemas médicos, procesamiento de señales, electrónica en todas partes, y las comunicaciones inalámbricas), *diseño de circuitos* (de alta velocidad digital y circuitos de alta frecuencia analógica, circuitos de microondas, los recuerdos, a nanoescala circuitos analógicos, la medición de precisión, oportunidad, las tensiones y corrientes, el diseño de circuitos robustos, y la arquitectura del sistema), los *dispositivos y la tecnología* (interfaces de bio / silicio, sensores integrados, mezclados sistemas de señalización, sistemas mixtos de materiales y sistemas microelectromecánicos), y la *gestión de la energía* (de alta potencia de los circuitos, en el chip de distribución de energía, intercambios de energía / rendimiento y ultra-bajo consumo de energía de circuitos y circuitos de ultra bajo voltaje).

- *Sistemas Micro-Electro y mecánicos (MEMS)*: Incluye los *sistemas microelectromecánicos* (aplicaciones electrónicas y biomédicas, micro-robótica, resonadores, sensores y actuadores, y las estructuras de silicio), la *nanotecnología* (nanotubos de carbono, nanocables, estructuras a escala molecular, los puntos cuánticos, y materiales biológicos), y la *optoelectrónica* (láseres, diodos emisores de luz, detectores ópticos, pinzas ópticas, comunicaciones ópticas, y las células solares).

- *Electrónica Física*: Incluye el *electromagnetismo* (el diseño de circuitos integrados de alta frecuencia, la simulación, guías de onda, y los canales de cable), *dispositivos electrónicos* (dispositivos de circuitos integrados, electrónica orgánica, las tecnologías de semiconductores y dispositivos superconductores), *micro / nano fabricación* (tecnologías de fabricación de semiconductores, electromecánica, la fotónica, y otros micrómetro y escala nanométrica-sistemas, módulos avanzados de procesamiento, integración de sistemas heterogéneos, la modelización y simulación de procesos, la litografía y la metrología y sistemas avanzados de fabricación).

- *Procesamiento de Señales*: Incluye *teoría y algoritmos* (procesamiento adaptativo de la señal, la máquina de aprendizaje, y el modelado de la señal, indexación, búsqueda y recuperación, multifrecuencia y de procesamiento multi-canal, restauración y mejora, análisis de señales, identificación, estimación espectral, y la comprensión, la señal representación, compresión, codificación, cuantificación y muestreo, procesamiento estadístico de señales, la detección, valoración y clasificación, marcas de agua, cifrado y ocultación de datos, ondas, filtro de los bancos, las técnicas de tiempo de frecuencia), las *aplicaciones de procesamiento de señales* (audio, voz, imagen y procesamiento de vídeo, gráficos, señales biológicas y biomédicas, la visión por ordenador; radar y lidar, señales geofísicas; señales sintéticas, y las señales astronómicas), *sistemas de procesamiento de señal* (arquitecturas VLSI, sensores, integrados y software en tiempo real, captura, de adquisición, y la detección redes, imágenes, y la mejora auditiva).

Los estudiantes cuyos intereses principales se centran en las áreas que deberán aplicarse a la informática:

- *Inteligencia artificial*: Incluye la *representación del conocimiento y el razonamiento* (formalismos lógicos y probabilísticos y sus combinaciones), *aprendizaje automático y la inferencia probabilística* (modelos gráficos y teoría del aprendizaje estadística e informática), *la toma de decisiones* (búsqueda de la solución de problemas, la planificación, los juegos, los procesos de decisión de Markov, y el refuerzo del aprendizaje), *búsqueda y recuperación de información* (filtrado colaborativo, extracción de información,

---

de imágenes y búsqueda de vídeo, sistemas inteligentes de información), el *habla y el procesamiento del lenguaje natural* (análisis, la traducción automática, extracción de información), el *reconocimiento del habla, visión artificial y robótica*.

• *Arquitectura de la Computación e Ingeniería*: Incluye el *diseño del procesador y del sistema* (multi-núcleo, en paralelo y las arquitecturas de cluster de computación), el *dominio específico de las arquitecturas, la computación reconfigurable, jerarquías de memoria, análisis de rendimiento* (análisis teórico, simulación y emulación de hardware), *de baja potencia de diseño, VLSI implementación, el compilador de tecnología, las interfaces de red, sistemas de almacenamiento y arquitecturas de la computación cuántica*.

• *Sistemas de Gestión de Base de Datos*: Incluye técnicas escalables para la *adquisición de datos* (sensor de tareas de muestreo,), *integración de datos y de limpieza* (bases de datos federadas, web profunda, la inducción de la estructura, la detección de anomalías), *el procesamiento de consultas y búsqueda* (datos estructurados, texto y repositorios web, personal información, los flujos de datos), *gestión de datos distribuidos y paralelos* (cluster de computación, peer-to-peer de internet, redes inalámbricas de sensores y RFID), *almacenamiento* (gestión de transacciones, la indexación, flujo de archivo), la *inferencia y la minería* (probabilística bases de datos, reducción de datos, el dibujo), los *datos de seguridad y privacidad* (verificable y la preservación de la privacidad de ejecución de consultas multipartidistas), *declarativa de datos intensivo de sistemas* (redes declarativa, sensor de tareas, la inferencia), *visualización de datos* (visual consulta, visualización de datos, análisis de datos interactivo y limpieza), y los *fundamentos teóricos* (la optimización de consultas, indización, los algoritmos de flujo).

• *Gráficos*: Incluye *modelado geométrico* (splines, la subdivisión de superficies, creación rápida de prototipos, diseño asistido por ordenador, y la optimización de la *superficie*), lo que hace (renderizado en tiempo real, iluminación global, el muestreo de Monte Carlo, la representación de imágenes basado en la representación inversa, y la visión de la simulación, simulación de fluidos, juegos de vídeo), *imágenes* (fotografía computacional y de vídeo, la síntesis de la textura, la apariencia de adquisición).

• *Interacción Persona-Ordenador*: Incluye la *visualización* (visualización de datos multivariantes, visualización cartográfica, visualización 3D, la percepción gráfica, el análisis en colaboración), la *computación consciente del contexto* (análisis de la actividad, espacios inteligentes, sistemas de reconocimiento de ubicación, las tecnologías de la privacidad), *interfaces de percepción* (visión basados en interfaces, interfaces de voz y discurso), y la *colaboración y el aprendizaje* (basadas en patrones herramientas de autor, Inglés como segunda lengua de aprendizaje, las tecnologías de colaboración en grupo).

• *Sistemas Operativos y Redes*: Incluye la *arquitectura de Internet* (arquitecturas de superposición, de hash distribuidas, denominación, diseño de la próxima generación de redes, peer to peer, móviles y redes ad-hoc), *seguridad* (detección de malware, seguro de enrutamiento, bancos de pruebas de seguridad, sistemas operativos de seguridad, detección de intrusos, la disponibilidad y autenticación), *los sistemas distribuidos* (bancos de pruebas experimentales, el registro de distribución, los sistemas distribuidos de software, sincronización de tiempo), los *sistemas operativos* (OS para redes de sensores, el monitoreo del comportamiento operativo en busca de malware, análisis de detección de rendimiento, lenguajes de programación para sistemas y computación de energía consciente), la *red de la economía* (el precio de la teoría de juegos anarquía), y la tecnología para el desarrollo de las regiones.

• *Programación de Sistemas*: Incluye el *diseño de lenguajes de programación y ejecución* (optimización del compilador, la semántica), *entornos de programación y herramientas* (control, depuración), *programa de análisis y verificación* (verificación de modelos, el análisis estático, lo que demuestra el teorema), y *software de diseño y síntesis* (diseño de software para la computación paralela, los sistemas integrados, cálculo numérico, cálculo simbólico, y la computación distribuida).

• *Computación científica*: Incluye la *computación paralela* (paralela bibliotecas de alta velocidad, las arquitecturas), *de álgebra computacional* (cálculos matemáticos simbólicos), *la generación de mallas*, *matriz de la informática* (diseño de lenguajes de computación científica, los algoritmos para la memoria caché y optimización de la red de cálculo numérico de álgebra lineal, basado en , la aritmética de precisión extendida, aritmética redundante), los *métodos numéricos* (media aritmética de precisión extendida y fiable las normas de punto flotante, implicaciones arquitectónicas y el tiempo de ejecución de las normas de punto flotante, la programación de las implicaciones del lenguaje de las normas de punto flotante), y la *animación* (simulación y visualización de los procesos físicos) .

• *Seguridad y privacidad*: Abarca el *desarrollo de mecanismos y sistemas* diseñados para funcionar en presencia de los adversarios que, o bien tratan de subvertir el correcto funcionamiento del sistema, mal uso de sus capacidades, o indebidamente extraer información de él. Incluye *la seguridad y la privacidad* en el contexto de software, lenguajes, sistemas operativos, redes, sistemas distribuidos / mobile / incrustado, análisis de malware y de defensa, la facilidad de uso, factores humanos, el anonimato, la evolución de la amenaza, cuestiones económicas y jurídicas, y la criptografía.

• *Teoría*: Incluye la *complejidad computacional* (dificultad, las clases de complejidad, integridad, aproximability, el azar), la *computación paralela y distribuida*, *el diseño y análisis de algoritmos* (incluyendo algoritmos de Monte Carlo, algoritmos de optimización), *la computación cuántica*, *la teoría del aprendizaje computacional*, *geometría computacional*, *computacional la biología*, *la criptografía y la lógica y la teoría de la concurrencia*.

Los estudiantes con intereses en las siguientes áreas se puede aplicar a una u otra división:

• *Biosystems*: Incluye *sistemas de neurociencia* (control motor sensorial, visión, audición, la biomimética, las interfaces cerebro-máquina, y la neurociencia computacional), *sistemas biomédicos* (sensores, los sistemas sanitarios, modelos fisiológicos, imágenes médicas y análisis BioImage), *los sistemas celulares* (estructura de las proteínas modelado, las redes reguladoras de genes, la biología sintética, biología de sistemas computacionales; vías de señalización celular, el transporte y el metabolismo, y los sistemas de auto-montaje), y la *bioinformática* (genómica comparativa, el análisis genético, filogenia, evolución molecular de modelado, y las redes reguladoras de genes).

• *Educación*: Incluye los aspectos de *la informática y la ingeniería* (en especial en la escuela secundaria y nivel universitario), *las cuestiones de género de la educación científica y la enseñanza de la tecnología*.

Con la excepción de los de la licenciatura de cinco años / Programa de Master "s, la mayoría de los que entran en el programa de postgrado lo hacen con la expectativa de continuar sus estudios de doctorado. El departamento, sin embargo, aceptar la "MS sólo" a los estudiantes y ofrece tres tipos de títulos, discuten a continuación.

## **Master of Science (MS)**

El departamento otorga dos tipos de Maestría en Ciencias en:

• *Ingeniería, Ingeniería Eléctrica e Informática*: Para los alumnos de la EE con una licenciatura de un programa de ingeniería acreditado, o para aquellos que tienen el equivalente a una licenciatura según lo determinado por el departamento.

• *Ciencias de la Computación*: Para los estudiantes de CS con una licenciatura en ciencias de la computación, o su equivalente según lo determine el departamento.

Los estudiantes pueden optar por seguir el plan I, que requiere la escritura de una tesis, o pueden seguir el

Plan II, que requiere un informe sobre un proyecto. En cualquier caso, obtener la maestría en ciencias por lo general tarda de 1,5 a 2 años para lograr.

## Doctor en Filosofía (Ph.D.)

El departamento ofrece dos tipos de Ph.D. grados, otorga a los estudiantes en las mismas condiciones que los correspondientes títulos de MS, sobre:

- *Ingeniería, Ingeniería Eléctrica e Informática*
- *Ciencias de la Computación*

Los principales requisitos para el doctorado son los siguientes:

- (1) curso de un área mayor y dos áreas de menor importancia;
- (2) el requisito previo del departamento, que consiste en un examen oral de cursos y ancho, que se diferencian de EE y CS;
- (3) el examen de calificación, y
- (4) la tesis.

No hay requisito de idioma extranjero. El tiempo medio para la realización de doctorado es de 5,5 años.

Para más información sobre el establecimiento de áreas mayores y menores, división de los requerimientos específicos de preliminares y los requisitos de amplitud, la calificación del examen, y la tesis, por favor consulte el [Manual de Postgrado](#) preparado por la Oficina de Admisiones de Postgrado de [eecs.berkeley.edu](http://eecs.berkeley.edu) / Gradnotes para más de la información.

**Énfasis designado:** De acuerdo con la prioridad dada a los departamentos aplicaciones interdisciplinarias de la ingeniería y ciencias de la computación, los graduados también pueden optar por añadir un énfasis designado a su programa. Un énfasis designado es una especialización ofrecidas por las Ph.D. programs that provides multi-disciplinary training and research opportunities outside of EECS proper, but in areas that share overlapping interests and goals. At present, five such designated emphases are available to our doctoral students in:

- *Communication, Computation and Statistics*
- *Computational and Genomic Biology*
- *Computational Science and Engineering*
- [Energy Science and Technology](#)
- *Nanoscale Science and Engineering*
- *New Media*

Students who pursue a DE receive recognition of their specialization on their transcript and diploma are well positioned to compete for preferred jobs in academia and industry.

**The Management of Technology (MOT) Certificate Program:** This program is a joint effort between the College of Engineering, the Haas School of Business, and the School of Information (SI) at UC Berkeley.

The program focuses on the set of management activities associated with bringing high-tech products to market. It is the most popular interdisciplinary program at UCB, with classes and fellowship programs made up of roughly an equal number of Haas MBAs, and SI and EECS MS and Ph.D. los estudiantes. The MOT Certificate Program allows graduate students to specialize in the Management of Technology as they obtain their degrees.

 [TO THE TOP](#)

---

Copyright 2009 UC Regents. Todos los derechos reservados. [Contáctenos](#).  
\*\*\*\*\*

- **Ingeniería Eléctrica y Computación (ECE)**

Dentro del programa de ECE, los estudiantes pueden optar por especializarse aún más su programa de estudios, seleccionando una de las siguientes opciones dentro del plan de estudios Ingeniería Eléctrica e Informática:

- **Electrónica (Opción I)**

Para los estudiantes interesados en los circuitos integrados, incluyendo la tecnología de fabricación, dispositivos de estado sólido, el análisis de circuitos digitales y analógicos y diseño, diseño VLSI, y diseño asistido por ordenador y la fabricación, y para los estudiantes interesados en los sistemas microelectromecánicos, el electromagnetismo, la acústica, la optoelectrónica, los plasmas, cryoelectronics, y las antenas y propagación.

- **Comunicaciones, Redes y Sistemas (Opción II)**

Para los estudiantes con intereses en redes, control, robótica, comunicaciones digitales y analógicas, las redes de computadoras, procesamiento de señales, diseño de sistemas y la optimización y el poder de la planificación de sistemas y operación, o para estudiantes con un interés en la biología o la medicina, así como la ingeniería eléctrica, incluyendo los sensores biológicos y las señales, señales y procesamiento de imágenes y análisis y modelado de sistemas biológicos.

- **Informática de Sistemas (Opción III)**

Para los estudiantes interesados en la arquitectura de la máquina y diseño de la lógica, los sistemas operativos, bases de datos, sistemas y lenguajes de programación, o los dispositivos digitales y circuitos.

- **Ciencias de la Computación (opción IV)**

Ver [Informática e Ingeniería \(CSE\)](#) a continuación.

- **Curso General de Estudios (V opcional)**

Para los estudiantes cuyos intereses son amplios o no están centrados en un campo específico, este programa muy flexible permite a los estudiantes a explorar varias de las áreas de ingeniería eléctrica y ciencias de la computación.



EE

CS

# Áreas de investigación - Comunicaciones y Redes (COMNET)

Personas  
 Sitio web

## Información general Facultad

### Información para:

[Estudiantes](#)  
[Facultad](#)  
[Personal](#)

### Servicios de apoyo:

[Administrativo](#)  
[Investigación](#)  
[Informática](#)  
[De emergencia / seguridad](#)  
[Mi información de Ingeniería Eléctrica e Informática](#)

Comunicaciones y redes de investigación cubre el rango de la teoría a la implementación de redes de comunicación on-chip, óptico, inalámbrico y por cable. Algoritmo y el diseño del protocolo, y en todo el sistema de políticas en despliegues a gran escala de las infraestructuras de comunicación son todas las áreas de investigación activa. El trabajo fundamental en algunos de los problemas centrales de la teoría la información, redes, compresión de datos, codificación y multi-usuario de comunicación se pone de relieve. Formulación problema se guían por las necesidades de las aplicaciones modernas, como la grabación magnética, televisión digital, voz y vídeo sobre redes inalámbricas y juegos.

- Elad Alon
- Venkat Anantharam (coordinador)
- Ahmad Bahai
- John Chuang
- Michael Gastpar
- Kam Lau Y.
- David G. Messerschmitt
- Borivoje Nikolic
- Abhay Parekh
- Jan M. Rabaey
- Kannan Ramchandran
- Anant Sahai
- Alberto L. Sangiovanni-Vincentelli
- David Tse
- Pravin Varaiya
- Martin Wainwright
- Jean Walrand
- Adán Wolisz
- Eugene Wong
- Avidesh ZAJOR

## Temas

### • Teoría de la Información y Codificación

Problemas multiterminal.  
Demora. Comentarios

## Cursos relacionados

- EE 120/120L. [Señales y Sistemas](#)
- EE 121. [Introducción a los Sistemas de Comunicación Digital](#)
- EE 122. [Introducción a las Redes de Comunicación](#)

(ruidoso y silencioso).  
Contradictorio frente a los  
modelos de incertidumbre al  
azar. Teoremas de la  
separación y la estratificación.  
Baja densidad de códigos de  
verificación de paridad.  
Nuevos algoritmos de  
decodificación. De paso de  
mensajes algoritmos.  
Algoritmos de optimización de  
energía.

- **Redes inalámbricas de sensores y**

Arquitecturas y protocolos  
para ad-hoc, redes móviles y  
vehículos. Múltiples antenas.  
Comunicación oportunistas,  
radio cognitiva y de reparto  
del espectro. Distribuidos  
codificación de la fuente.  
Distribuidos de estimación.  
Muestreo espacial.

- **Red de Diseño y Análisis**

De redes ópticas. Basado en  
el mercado arquitecturas.  
Compatibilidad de incentivos.  
Subasta de diseño.  
Peer-to-peer. Calidad de  
Servicio. Comunicación para  
el control. Cross-layer de  
optimización. Red de  
codificación. Las herramientas  
de simulación.

- **Seguridad**

Proteger los vínculos de cable  
e inalámbricas. Disponibilidad  
de la red y capacidad de  
recuperación. Los enfoques  
basados en el mercado.  
Autenticación e identidad.

- EE 142/242M. [Circuitos Integrados de Comunicación](#)
- . EE 223 [sistemas estocásticos: Estimación y Control](#)
- EE 224/224A. [Comunicación Digital](#)
- EE 224B. [Comunicación inalámbrica](#)
- EE 226A. [Procesos aleatorios en los sistemas de](#)
- EE 228A. [alta velocidad Redes de Comunicación](#)
- EE 228B. [Redes de Comunicaciones](#)
- EE 229/229A. [Teoría de la Información y Codificación](#)
- EE 229B. [Control de Errores de codificación](#)
- EE 290Q. [Procesamiento de Señales para Comunicaciones](#)
- EE 290s. [Tópicos Avanzados en Comunicación y Teoría de la Información](#)

Reglamento.

### • Ejecución

Eficiencia energética  
transceptores, VLSI  
Aplicación de los códigos. De  
ultra bajo consumo de  
energía sensores  
inalámbricos. La  
comunicación del sistema /  
circuito de co-diseño.

## Centros de investigación

- [Berkeley inalámbrico Centro de Investigación \(BWRC\)](#)
- [Laboratorio de conectividad](#)
- [Video y procesamiento de imágenes Lab \(Laboratorio VIP\)](#)
- [Fundaciones inalámbrica](#)

## Proyectos de Investigación

Enviar las solicitudes de cambios a [researchupdates @ Ingeniería Eléctrica e Informática](#) , o [Login](#) para hacer estos cambios.

## ANEXO 4

- UNIVERSIDAD PARIS VI



### Maestro de Tecnología: RES Especialidad

---

#### Objetivos y descripción

Las redes especializadas (RES) tiene como objetivo formar especialistas en redes de comunicaciones, capaz no sólo de dominar los sistemas de comunicación de hoy, sino también a diseñar y desarrollar sistemas de mañana. Por lo tanto, tiene como objetivo proporcionar a los alumnos los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos del mundo de las redes y proporcionar una ventana a los avances tecnológicos.

La RES especialidad aborda temas muy prácticos y actuales, como red de seguridad, movilidad y multimedia inalámbricos, y por lo tanto ofrece oportunidades de empleo a sus estudiantes para carreras relacionadas con la ingeniería, la arquitectura, la junta y las redes de auditoría. Las redes son las industrias en todas partes son numerosas y abarcan tanto a los operadores y proveedores de servicios, fabricantes, fabricantes de equipos originales e integradores, los principales usuarios (transporte, energía, aviación, banca, ...) o los organismos públicos. La especialidad también se ocupa de cuestiones relacionadas con la investigación más prospectivo realizado en el laboratorio de socios en la auto-organización de redes, redes de contenido, grandes parcelas de tierra, la metrología, el modelado o la seguridad. La educación que imparta la especialidad, así como futuros especialistas en redes, ingenieros e investigadores.

La RES especialidad se basa principalmente en la experiencia de los siguientes:

- el Laboratorio de Ciencias de la Computación de la Universidad Pierre et Marie Curie ( [LIP6](#) )
- Laboratorio de Procesamiento y Comunicación de la Información ( [LTCI](#) ) de [TELECOM ParisTech](#) ex ENST (*RES para la especialidad, la maestría se otorga co-acreditado con TELECOM ParisTech*)
- Instituto de Capacitación Informática ( [ITIN](#) ), instituciones de educación superior a cargo de la VCCI (Cámara de Comercio e Industria de Versailles Val d'Oise - Yvelines).

Especialidad RES organiza en torno a un único tema, la red con fines profesionales o de investigación. En el primer año, la organización es compartida con otras especialidades de la palabra. Los estudiantes siguen la Unión Europea y compartida con otras especialidades.

Por segundo año, antes del inicio del semestre S3, los estudiantes se les anima a elegir su orientación, profesional o investigadora. La RES especialidad tiene la particularidad de ofrecer a

los años de aprendizaje a través de la segunda alternancia, que permite al estudiante a bucear directamente en el mundo de los negocios durante su año de M2. Los estudiantes tienen la opción de tres cursos de M2:

- profesional y el aprendizaje con alternancia ( ALT ): 40 plazas
- profesionales sin rotación ( PRO ): 15 escaños
- Investigación ( SCH ): 55 plazas

Las oportunidades son como mucho sobre el mundo industrial que el mundo académico.

Los sectores de actividades disponibles para los graduados son, naturalmente, y sobre todo las de telecomunicaciones, servicios informáticos y servicios de negocios, dada la explosión de las redes informáticas y de telecomunicaciones, hay que añadir todos los sectores que utilizan estos (transporte, energía, industria pesada, servicios, administración, etc) .. Los tipos de trabajos disponibles están relacionados con la investigación y desarrollo en el ámbito de las redes y las telecomunicaciones: la I + D ingeniero, arquitecto, ingeniero de redes, telecomunicaciones, experto en seguridad, redes de telecomunicaciones y consultor, administrador de la red y del sistema, gestor de proyectos, jefe de funcionamiento, integración, etc.

Oportunidades para el mundo académico consiste en un nuevo estudio en doctorado.

## Público objetivo y los requisitos previos

La RES especialidad está dirigida principalmente a estudiantes en posesión de una Licenciatura en Ciencias de la Computación (o equivalente). Sin embargo, los ingresos son posibles en M1 y M2 para los candidatos de Educación Continua, los posibles solicitantes la acreditación de maestro previo y la experiencia (VAE) y segundo año, para los estudiantes que han completado su primer año Master en otra universidad francesa o para estudiantes que tienen un grado de ingeniería y quieren especializarse. En el marco de los acuerdos entre las instituciones, sino que también puede alojar en los estudiantes de ingeniería M2 en su último año de la escuela.

Los requisitos de entrada son el maestro de conocimientos y conceptos adquiridos durante la licencia de Ciencias de la Computación. Se centran en conceptos básicos de redes, pero un buen conocimiento de los sistemas operativos y las técnicas de programación (aplicaciones, locales y distribuidos) también son necesarios. Además, una comprensión básica de la arquitectura de hardware de los ordenadores se recomienda.

## Responsable

Kim-Loan TAILANDIA, Profesor UPMC.

## Sitios temporales

El Maestro de los sitios de resolución temporal se dedican a un caso (es decir, un año

académico) de formación. Estos sitios contienen información "de un día para otro" sobre las lecciones de vida de la especialidad:

- [Curso académico 2008-2009](#)
- [Curso académico 2007-2008](#)
- [Curso académico 2006-2007](#)
- [Año académico 2005-2006](#)

[Legal](#) | [Accesibilidad](#)

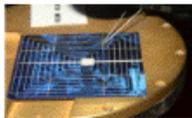


Unidades de investigación - Facultad de Ingeniería -  
**919**

[Inicio](#) / UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

## UNIDADES DE INVESTIGACIÓN

### UNIDADES DE INVESTIGACIÓN



La Facultad de Ingeniería (UFR 919) incluye 17 unidades de investigación (15 unidades de investigación y dos federaciones):

- **CENTRO DE INNOVACIÓN en biomedicina de imágenes** [1 FED]
- **COLLEGIUM SORBONNETECH** [UMS 3401]
- **D'Alembert**: Institut Jean Le Rond d'Alembert [UMR 7190]
- **FAST**: SISTEMAS Y AUTOMÁTICA fluido térmico [UMR 7608]
- **F2M**: FEDERACIÓN Francilienne mecánica de los materiales [FR 2609]
- **Genómica de microorganismos** [UMR 7328]
- **ISIR**: Instituto de Sistemas Inteligentes y Robótica [UMR 7222]
- **L2E**: Laboratorio de Electrónica y Electromagnetismo [UR2 UPMC]
- **LGEP**: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD DE PARIS [UMR 8507]
- **LIF**: LABORATORIO imagen funcional [UMR 678-S]
- **LIMSI**: Laboratorio de ciencias de la computación y la ingeniería mecánica [UPR 3251]
- **LIP**: imagen paramétrica de laboratorio [UMR 7623]
- **LIP6**: Computer Science Laboratory de PARIS 6 [UMR 7606]
- **LMT**: LAB TECNOLOGÍA MECÁNICA [UMR 8535]
- **ELF**: PRÁCTICAS DE LABORATORIO TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN DIGITAL [UMS 2809]
- **STMS**: CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA MÚSICA Y SONIDO [UMR 9912]
- **UMMISCO**: Unidad de Sistemas de modelos matemáticos e informáticos complejos [UMI R209]

[Moreau Catherine Meyer](#) - 07/04/11

## ANEXO 5

- UNIVERSIDAD TELECOM BRETAGNE

### Maestría en Ingeniería - Telecom Bretagne

El plan de estudios del Master en Francés de Ingeniería ("Diploma de ingeniero", impartido en francés) de Telecom Bretagne permite a los estudiantes a expresar mejor sus habilidades y talentos y desarrollar competencias de acuerdo con su proyecto profesional.



### Organización en los semestres

Los estudiantes internacionales pueden adaptar el currículo a las exigencias académicas de la institución inicial, y es más flexible para aquellos estudiantes que deseen clases se alternan con períodos de profesionales o la experiencia internacional.

De acuerdo a su perfil y el modo de ingreso (ver [Sistema de Educación](#)), los estudiantes tienen que validar los 6 o 4 semestres en Telecom Bretagne con el fin de obtener el grado de Maestría en Ingeniería. La mayoría de estudiantes internacionales son los titulares de licenciatura y por lo tanto el estudio de dos años solamente (véase también el [puente semestre](#)).

Un "[Año de la industria](#)", programa que se ofrece y hace posible que los estudiantes tengan una experiencia valiosa entre los semestres 4 y 5.



## Semestre 1

es un **semestre básico común (30 créditos)**, que ofrece hasta el otoño. Se trata de una transición y adaptación semestre y prevé una ampliación y profundización de la cultura científica así como la adquisición de métodos de aprendizaje en particular a una escuela de ingeniería. Que incluye conferencias de los 5 **módulos (24 créditos)** y un **proyecto (6 créditos)**, así como **clases de idiomas**.

Los **cinco módulos** son:

- La piedra angular del conocimiento
- Introducción a la ciencia y la tecnología de la información y la comunicación
- El ingeniero y la tecnología en la sociedad
- Las herramientas de la ingeniería
- El ingeniero en el centro de todo

## Semestres 2, 3 y 4

ofrecen cursos (primavera y otoño) en cinco **dominios**, permitiendo a los estudiantes a elegir ciertos **dominios** como **principales** (el diseño del sistema, la adquisición de conocimientos técnicos, más un estudio en profundidad) y otros como **menores de edad** (conocimiento básico de los sistemas en lugar de los aspectos analíticos o tecnológicos).

Ver también: [Definiciones de Mayores y Menores](#) .

**Cada semestre (30 créditos)**, los estudiantes adquieren créditos por:

- validación de los exámenes **para un área (16 créditos)** y un **menor de edad (8 créditos)**
- hacer [un proyecto](#) (6 créditos)

Al mismo tiempo, aprenden **dos lenguas extranjeras** hasta un nivel requerido.

Dominios (Mayores / Menores)	Proyectos
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">Matemáticas y procesamiento de señales</a></li><li>• <a href="#">La electrónica y la física</a></li><li>• <a href="#">Ciencias de la computación</a></li><li>• <a href="#">Redes</a></li><li>• <a href="#">Ciencias económicas y sociales</a></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">S1: Introducción a la sistemas complejos</a></li><li>• <a href="#">S2: Desarrollo del proyecto</a></li><li>• <a href="#">S3: Puesta en marcha del proyecto</a></li><li>• <a href="#">S4: Proyecto de ingeniería</a></li></ul>

Idiomas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Inglés (obligatorio)</li><li>• Francés (obligatorio para los no franceses estudiantes de habla hispana)</li><li>• Alemán</li><li>• Español</li><li>• Árabe</li><li>• Italiano</li><li>• Chino</li><li>• Japonés</li><li>• Ruso</li></ul>

## Semestre 5

es un semestre de opciones. Que se puede gastar en Telecom Bretagne (en el campus de Brest o en Rennes) o en una institución asociada en Francia o en el extranjero. Si los estudiantes optan por permanecer en Telecom Bretagne, construyen su opción por la elección de cursos de uno o más de las **4 secuencias de especialización** se propone en el tercer año.

Opción
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#">De ingeniería e integración de sistemas</a></li><li>• <a href="#">Los sistemas de software y redes</a></li><li>• <a href="#">Servicios de ingeniería y de negocios</a></li><li>• <a href="#">Sistemas de procesamiento de la información</a></li></ul>

## Semestre 6

se dedica a hacer una **colocación en la industria o en un centro de investigación** en Francia o en el extranjero. Tiene una duración de al menos 6 meses.

## Aplicación

Los estudiantes interesados en el programa de Telecom Bretagne MEng debe seguir un procedimiento específico que depende de su institución de origen:

- Los estudiantes de una universidad de primer socio debe contactar con su propia Oficina Internacional, que le proporcionará toda la información relevante sobre el acuerdo con Telecom Bretagne (doble titulación si se especifica, exenciones posibles cuota, etc) y cómo se aplican. En algunas universidades, Telecom Bretagne organiza los exámenes y / o entrevistas sobre una base anual. La lista de las INSTITUCIONES socio Telecom Bretagne se da en nuestra sección de internacional: [Erasmus Marco](#) y [bolsas de todo el mundo](#) .
- Los estudiantes individuales (no hay acuerdo entre su universidad y Telecom Bretagne) deben solicitar a través de un grupo de prestigiosas Escuelas de Postgrado de Ingeniería francés. Sistema de solicitud en línea está abierto entre mediados de enero y mediados de marzo. Exámenes y entrevistas se organizan, respectivamente, en mayo y junio. Para más información, visite [astgrandesecoles.fr](#) y la primera descarga el "Aviso de la procédure" (en francés).

## Las tasas de matrícula

Actuales tasas de matrícula para estudiantes de nivel individual: € 1.122 por año.

Hay que destacar que el costo real de la educación en francés Graduate Escuelas de Ingeniería es de alrededor de 20.000 € por estudiante por año. Honorarios tan bajos son posibles gracias a los subsidios del gobierno francés, pero el número de plazas es limitado y las necesidades de Matemática, Física y francés son muy graves. Por favor visite la sección "AST Grandes Ecoles" sitio web mencionado anteriormente, o póngase en contacto con la Oficina Internacional de la Casa para obtener más información.

### Testimonios

Por favor, visite nuestros [Testimonios](#) sección



- [Master de Ingeniería](#) |
- [Master of Science](#) |
- [PhD](#) |
- [Post-Master Certificado](#) |
- [Idiomas](#) |
- [AITB \(alumni\)](#) |
- [Intranet](#)



**A prestigious graduate engineering school  
and international research centre  
in the field of information technologies**

## Redes

### "Réseaux" (RES)

Una red se define como la suma de los recursos a disposición de los equipos que le permitan el intercambio de información y, en un contexto más amplio, a cooperar. Un futuro próximo veremos la convergencia de todas las diferentes redes en una sola red común, garantizando los servicios multimedia y un montón de equipos de todos los días (vehículos, material de audio y video, electrodomésticos) estará vinculado a una red.

Con el fin de operar una red, es necesario:

- definir los protocolos, un conjunto de normas para el intercambio de datos entre los equipos en las mejores condiciones
- definir una arquitectura y clasificar los protocolos en diferentes niveles de detalle con el fin de superar la complejidad y establecer capas de la arquitectura.
- ampliar los recursos de red para proporcionar servicio de calidad (resistentes al fracaso, respondiendo a la demanda ...) a un costo razonable.
- para garantizar la protección de los ataques.

Los estudiantes aprenden los principios de la interconexión de redes y el protocolo IP, telefonía, redes móviles y de señalización. Aprenden a utilizar las herramientas matemáticas para el cálculo de la fiabilidad y la escala y están familiarizados con los protocolos de ingeniería. Algunos también estudian los problemas relacionados con los sistemas de seguridad.

Los créditos están relacionados con Unidades ("Unité de Valeur, UV"), que se componen de uno o más módulos.

Semestres 2, 3 y 4: Mayor ("Mayor") o menor ("Mineure")

Mayor (+ UV1 UV2)

Menores (UV1)

Unidad 1: [UV1 MAJ RES](#) - Créditos: 8

Arquitectura y los protocolos para redes

- Redes de área local [RES301](#)
- Fundamentos de la red IP [RES302](#)
- Red de señalización [RES303](#)
- Las nuevas arquitecturas de telefonía [RES304](#)

Unidad 2: [UV2 MAJ RES](#) - Créditos: 8

Ingeniería de redes

- Redes de alta velocidad: hacia nuevas arquitecturas [RES411](#)
- Red de colas sistemas [RES421](#)
- Protocolos y servicios de ingeniería [RES431](#)
- Fundamentos de seguridad de red [RES441](#)

Unidad 1: [UV1 RES Min](#) - Créditos: 8

Los fundamentos de redes

- Redes IP [RES201](#)
- Avanzadas de telefonía [RES202](#)
- Las redes móviles e inalámbricas [RES203](#)
- Calidad del servicio y de ingeniería de redes [RES204](#)



**A prestigious graduate engineering school  
and international research centre  
in the field of information technologies**

## **Maestría en Diseño e Ingeniería de Redes Convergentes**

El [Master of Science](#) en Diseño e Ingeniería de Redes Convergentes (DECN) dura 2 años conocido como M1 y M2.

M1 se organiza en el campus de Brest, M2 en el campus de Rennes.

### **Nombre en francés, la acreditación y el reconocimiento internacional**

"Master Professionnel en école de ingénieur: Domaine Sciences, Technologie - Mention Informatique y Télécommunications - Spécialité Conception et Ingénierie de Réseaux convergents".

Acreditado por el Ministerio francés de Enseñanza Superior e Investigación.

Cumple plenamente con las [EEES](#) sistema.

### **Palabras clave**

Tecnologías de la Información / Redes de redes computacionales / convergente / Redes Móviles / Internet / Servicios de Red

### **Objetivos**

El crecimiento explosivo de las redes, tanto fijas como móviles, ha llevado al diseño, estudio, evaluación, implementación y administración de alta complejidad, las infraestructuras de comunicación distribuida. Fuerzas poderosas están detrás de estas innovaciones: conectividad de alta velocidad para los usuarios, una gran movilidad (redes de telefonía móvil, WiFi, WiMAX ...) y el acceso transparente y ubicua a Internet. Infraestructuras de redes y servicios, que anteriormente estaban separados, se han integrado e interconectado, abriendo así el camino para nuevos mercados, nuevos usos y nuevas aplicaciones.

Convergencia está en todas partes: la convergencia de telefonía, datos y redes de distribución de contenidos, la convergencia de redes basados en la infraestructura y ad-hoc, con la llegada de las redes híbridas / malla, la convergencia de las redes inalámbricas celulares y locales, la convergencia de servicios de ambos mundos fijos y móviles. A pesar de la ubicuidad de la suite de protocolos IP, la convergencia no significa que las redes se convertirá en la misma a través de una sola tecnología, sino que debe ser altamente interoperables. Es crucial que los expertos técnicos para ser capacitados con el fin de garantizar la calidad de los servicios que se ofrecen.

### **Las competencias adquiridas**

Gracias a la experiencia Telecom Bretagne en Ingeniería de Telecomunicaciones y la educación de posgrado, la investigación de alto nivel de competencias se adquieren no sólo en el ámbito técnico sino también en el trabajo en equipo, por escrito y la gestión de la comunicación oral, la innovación y el proyecto.

Idioma francés es también una de las nuevas competencias que le ayuda a trabajar en Francia y otros países de habla francesa o para las empresas francesas en el extranjero.

## Trabajos típicos

El curso de "Diseño e Ingeniería de Redes Convergentes" entrena a los estudiantes a convertirse en líderes de proyecto en el diseño de la convergencia de redes fijas y móviles y servicios de red. Los estudiantes también se convierten en diseñadores de red capaz de dominar la integración e interoperabilidad de las tecnologías heterogéneas, así como de I + D ingenieros que diseñan, implementan y evalúan el desempeño de los protocolos, tecnologías y servicios en un contexto de convergencia. Estas actividades pueden llevarse a cabo con los proveedores de equipos, con los operadores de telecomunicaciones, así como con las empresas que utilizan o el despliegue de redes y servicios de red, como en los campos del transporte y la ciencia aeroespacial.

## Académico a cargo



[Dr. David Ros](#)

## Curso de estructura y contenido

Cada semestre vale 30 créditos ECTS (European Credit Transfer System).

<b>Curso de ciencias en Inglés</b>	
<b>MI</b> <b>1º Sem.</b>  a partir de septiembre de enero  <b>Brest campus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Redes</b> (UV-MSC-RES, 6 créditos)<ul style="list-style-type: none"><li>- <a href="#">Aspectos básicos de networking</a></li><li>- <a href="#">fija y redes de telefonía móvil</a></li></ul></li><li>• <b>Matemáticas y procesamiento de señales</b> (UV-MSC-MTS, 8)<ul style="list-style-type: none"><li>- <a href="#">Teoría de la probabilidad</a></li><li>- <a href="#">Procesamiento de Señales y Estadísticas</a></li><li>- <a href="#">Matlab</a></li></ul></li><li>• <b>Matemáticas extras</b> (UV-MSC-MTS +, 3)</li><li>• <b>Ciencias de la Computación</b> (UV-MSC-INF, 8)<ul style="list-style-type: none"><li>- <a href="#">Algorithmics</a></li><li>- <a href="#">lenguaje de programación C</a></li><li>- <a href="#">Introducción a la programación orientada a objetos en Java</a></li></ul></li><li>• <b>Ciencias de la Computación extras</b> (UV-MSC-INF +, 3)</li><li>• <b>Proyectos y Talleres</b> (UV-MSC-PEPS, 6)<ul style="list-style-type: none"><li>- <a href="#">Estudio bibliográfico y papel para escribir</a></li><li>- <a href="#">talleres de comunicación intercultural</a></li></ul></li><li>• <b>Clases de francés</b> (6 horas / semana)</li></ul>

<p>M1</p> <p>2<sup>o</sup> Sem. de febrero a junio</p> <p>Brest campus</p>	<p><b>Cursos de ciencias (en francés) y el proyecto</b></p> <p>2 cursos relacionados con la especialización M2 y un proyecto.</p> <p>Este semestre es similar a los 4 semestres del <a href="#">plan de estudios de ingeniería</a> . Un curso es un "Major" (168 horas, 16 créditos) y el otro es un "Menor" (84 horas, 8 créditos). El proyecto es de 6 créditos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Arquitecturas de red y protocolos</a> (UV1-MAJ-RES, 8)</li> <li>• <a href="#">Ingeniería de Redes</a> (UV2-MAJ-RES, 8)</li> <li>• <a href="#">De datos e Ingeniería del Software</a> (UV1-MIN-INF, 8)</li> <li>• <a href="#">Ingeniería de Proyectos</a> (PEPS-ING, 6)</li> <li>• <a href="#">Clases de francés</a> (3 horas / semana)</li> </ul>
<p>M2</p> <p>1<sup>o</sup> Sem. a partir de septiembre a marzo</p> <p>Rennes campus</p>	<p><b>De especialización (en francés)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Fundamentos de redes convergentes</a> (F2R171, 6)</li> <li>• <a href="#">Arquitectura y protocolos para la Internet del Futuro</a> (F2R271, 6)</li> <li>• <a href="#">Las redes móviles y la convergencia de redes</a> (F2R371, 5)</li> <li>• <a href="#">Servicios y seguridad para las redes convergentes</a> (F2R471, 5)</li> <li>• <a href="#">Proyecto</a> (F2RP01, 5)</li> <li>• <a href="#">Seminario de investigación</a> (F2R671, 3)</li> <li>• <a href="#">Clases de francés</a> (3 horas / semana)</li> </ul>
<p>M2</p> <p>2<sup>o</sup> Sem. a partir de marzo</p>	<p><b>Internship / colocación</b></p> <p>De prácticas en un laboratorio de I + D en una universidad o en la industria, validado por un informe y una presentación oral.</p> <p><b>Duración:</b> de 4 a 6 meses</p>

[Testimonial](#)

Información general y solicitud en línea: [página principal de Maestría](#)

## ANEXO 6

- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID



### INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN (CÓDIGO 0994)

#### PRIMER CICLO

#### ASIGNATURAS TRONCALES Y OBLIGATORIAS

(Obligatorias para la obtención del Título)

#### PRIMER CURSO (sin docencia en el curso 2011/2012. Solo examen)

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
0250	FIS1	FÍSICA I	7,5	1º
0251	FPRG	FUNDAMENTOS DE PROGRAMACION	4,5	1º
0252	FMT1	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS I	7,5	1º
0253	FMT2	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS II	7,5	1º
0254	IING	INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA	3	1º
0255	EBAS	ELECTRÓNICA BÁSICA	7,5	2º
0256	FIS2	FÍSICA II	4,5	2º
0257	FMT3	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS III	4,5	2º
0258	FMT4	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS IV	4,5	2º
0259	IACR	INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE CIRCUITOS	4,5	2º
0260	LPRG	LABORATORIO DE PROGRAMACION	4,5	2º
0261	LMEL	LABORATORIO DE MEDIDAS ELÉCTRICAS	3	2º

#### SEGUNDO CURSO

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
0271	CEDG	CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DIGITALES	4,5	1º
0272	ELMG	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	6	1º
0273	ISAL	INTRODUCCIÓN A LAS SEÑALES ALEATORIAS	6	1º
0275	MMT1	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE TELECOMUNICACIÓN I	4,5	1º
0276	STLN	SISTEMAS LINEALES	6	1º
0274	LECP	LABORATORIO DE ELECTRÓNICA BÁSICA Y COMPONENTES	4,5	1º
0277	CEAN	CIRCUITOS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS	6	2º
0278	FDOR	FUNDAMENTOS DE LOS ORDENADORES	6	2º
0279	IGL1	INGLÉS I	3	2º
0280	MMT2	MÉTODOS MATEMÁTICOS DE TELECOMUNICACIÓN II	4,5	2º
0281	ADCT	ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS	4,5	2º
0282	TECM	TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN	6	2º

#### TERCER CURSO

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
0300	CMDG	COMUNICACIONES DIGITALES	3	1º
0301	IGL2	INGLÉS II	3	1º
0303	RSC1	REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES I	6	1º
0304	SEDG	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES	6	1º
0305	TRDT	TRANSMISIÓN DE DATOS	6	1º
0306	LSCM	LABORATORIO DE SEÑALES Y COMUNICACIONES	3	1º
0302	LCEL	LABORATORIO DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS	4,5	1º
0311	STTR	SISTEMAS DE TRANSMISIÓN	6	2º
0307	CEM1	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS I	4,5	2º
0308	ECON	ECONOMÍA	6	2º
0310	RSC2	REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES II	3	2º
0309	LSED	LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES	3	2º

## ASIGNATURAS OPTATIVAS DE PRIMER CICLO

Los alumnos deberán superar un mínimo de 18 créditos de asignaturas optativas a lo largo de todo el primer ciclo.

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
0286	LMCM	LABORATORIO DE MATEMÁTICA COMPUTACIONAL	6	2º
0299	LIEL	LABORATORIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	6	1º
0361	FOCO	FOTÓNICA DE CONSUMO	6	1º
0479	NIIC	NANOINGENIERÍA PARA LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES	6	1º
0262	ESMT	ESTRUCTURA DE LA MATERIA	6	2º
0269	DBOR	DIBUJO POR ORDENADOR	6	2º
0283	IGEL	INGENIERÍA ELÉCTRICA	6	Ambos
0284	MTDS	MATEMÁTICA DISCRETA	6	2º
0285	ANVC	ANÁLISIS VECTORIAL	6	2º
0291	SPMT	SIMULACIÓN DE PROPIEDADES DE LA MATERIA	6	2º
0293	PTIC	LOS PLÁSTICOS EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN	6	1º
0298	SCAS	SISTEMAS DE CÁLCULO SIMBÓLICO	6	2º
0263	FCMT	FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA DE MATERIALES	6	2º
0266	AFIS	AMPLIACIÓN DE FÍSICA	6	2º
0267	SCTR	SISTEMAS DE CONTROL	6	2º
0289	ESOL	ENERGÍA SOLAR	6	2º
0290	FELC	FUNDAMENTOS ELECTRÓNICOS DE COMUNICACIONES	6	2º
0292	ALTL	ALIMENTACIÓN EN LAS TELECOMUNICACIONES	6	2º
0351	LIVI	LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL	6	2º
0630	TPRG	TÉCNICAS DE PROGRAMACIÓN	6	2º
0942	LANU	LABORATORIO DE ANÁLISIS NUMÉRICO	6	Ambos
0954	SIGT	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA	6	2º
0965	IRIN	INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA INTELIGENTE	6	1º

## CRÉDITOS DE LIBRE ELECCIÓN

- Los alumnos deberán obtener un mínimo de 22 créditos de libre elección a lo largo de todo el primer ciclo.
- Los cursos y actividades propios de libre elección se propondrán durante el periodo de matrícula y a lo largo del desarrollo de cada curso, (consultar periódicamente en [http://www.etsit.upm.es/docencia/libre\\_eleccion/](http://www.etsit.upm.es/docencia/libre_eleccion/)), pudiendo los alumnos inscribirse y matricularse de estas actividades en los plazos que se indiquen.
- La programación docente del curso describe los distintos tipos de cursos de libre elección.
- Los créditos de libre elección del primer ciclo pueden obtenerse también cursando asignaturas optativas de primer ciclo.

## COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN

Los Ingenieros Técnicos de Telecomunicación de la especialidad de Sonido e Imagen y los Ingenieros Técnicos Industriales de la especialidad Electrónica, deberán cursar unos complementos de formación, de no haberlo hecho previamente.

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMEST.
0342	CMDG	COMPLEMENTOS DE COMUNICACIONES DIGITALES	3	1º
0331	RSC1	COMPLEMENTOS DE REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES I	6	1º
0333	TRDT	COMPLEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS	6	1º
0339	LPRG	COMPLEMENTOS DE LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN	4,5	2º
0337	FDOR	COMPLEMENTOS DE FUNDAMENTOS DE LOS ORDENADORES	6	2º
0341	TECM	COMPLEMENTOS DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN	6	2º
0332	RSC2	COMPLEMENTOS DE REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES II	3	2º
0336	CEM1	COMPLEMENTOS DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS I	4,5	2º
0343	STTR	COMPLEMENTOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN	6	2º

## SEGUNDO CICLO

### CUARTO CURSO

#### ASIGNATURAS TRONCALES Y OBLIGATORIAS

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMEST.
0400	ARQO	ARQUITECTURA DE LOS ORDENADORES	6	1º
0401	CEM2	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS II	4,5	1º
0403	ELCM	ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES	6	1º
0404	RDPR	RADIACIÓN Y PROPAGACIÓN	3	1º
0405	RDOR	REDES DE ORDENADORES	7,5	1º
0407	COPT	COMUNICACIONES ÓPTICAS <sup>(1)</sup>	6	Ambos
0402	DCSE	DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS	6	1º
0408	TDSÑ	TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	6	1º
0408	CNM1	CONMUTACIÓN I	6	2º
0410	LTDS	LABORATORIO DE TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	3	2º
0409	LPRS	LABORATORIO DE PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS	3	2º
0411	LECM	LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES	3	2º
0412	MCRO	MICROONDAS	4,5	2º

<sup>(1)</sup>Se impartirán dos grupos en el primer semestre, con limitación de plazas.

### ASIGNATURAS OPTATIVAS DE ÁREA DE ESPECIALIDAD

Cada área de especialidad tiene como materias comunes del área 2 asignaturas teóricas

ÁREA DE ESPECIALIDAD DE COMUNICACIONES (Asignaturas obligatorias del área)				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
430	STEL	SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN	6	2º
431	RDCM	RADIOCOMUNICACIONES	A elegir una de las dos	2º
432	TRDG	TRANSMISIÓN DIGITAL		6

ÁREA DE ESPECIALIDAD DE ELECTRÓNICA (Asignaturas obligatorias del área)				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
441	TFBE	TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN ELECTRÓNICA	6	2º
442	MCRE	MICROELECTRÓNICA	6	2º

ÁREA DE ESPECIALIDAD DE TELEMÁTICA (Asignaturas obligatorias del área)				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
450	INSW	INGENIERÍA DEL SOFTWARE	6	2º
451	SWCM	SOFTWARE DE COMUNICACIONES	6	2º

### QUINTO CURSO

#### ASIGNATURAS TRONCALES Y OBLIGATORIAS

CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
0500	INEL	INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA	6	Ambos
0501	ORGE	ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS	6	Ambos
0502	INSC	INGENIERÍA Y SOCIEDAD	4,5	Ambos
0503	EPRY	ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA	6	Ambos
0504	LCOP	LABORATORIO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS	3	Ambos
0505	PFDC	PROYECTO FIN DE CARRERA	6	Ambos

#### ASIGNATURAS OPTATIVAS

ÁREA DE ESPECIALIDAD DE COMUNICACIONES Los alumnos deberán superar un mínimo de 30 créditos, incluyendo tres laboratorios				
INTENSIFICACIÓN 1: TRATAMIENTO DE LA SEÑAL				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMEST.
0510	TDIM	TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES	6	1º
0511	TDVZ	TRATAMIENTO DIGITAL DE LA VOZ	6	1º
0522	LTDI	LABORATORIO DE TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES	4	1º
0523	LTDV	LABORATORIO DE TRATAMIENTO DIGITAL DE LA VOZ	4	2º
INTENSIFICACIÓN 2: SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMEST.
0512	COMV	COMUNICACIONES MÓVILES	6	1º
0513	SRAD	SISTEMAS DE RADAR	6	1º
0524	LRCM	LABORATORIO DE RADIOCOMUNICACIONES	4	1º
0525	LRAD	LABORATORIO DE RADAR	4	2º

INTENSIFICACIÓN 3: SISTEMAS AUDIOVISUALES				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMEST.
0514	TAVD	TECNOLOGÍAS DE AUDIO Y VÍDEO	6	1º
0515	TEVI	TELEVISIÓN	6	1º
0526	LTVI	LABORATORIO DE TELEVISIÓN	4	2º
0527	LTAV	LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE AUDIO-VÍDEO	4	2º
INTENSIFICACIÓN 4: TECNOLOGÍAS DE RADIOFRECUENCIA				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMEST.
0516	ANTE	ANTENAS	6	1º
0517	CAFR	CIRCUITOS DE ALTA FRECUENCIA	6	1º
0528	LMCO	LABORATORIO DE MICROONDAS	4	1º
0529	LTAf	LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS DE ALTA FRECUENCIA	4	2º
OPTATIVAS DEL ÁREA DE LA ESPECIALIDAD				
0518	CSAT	COMUNICACIONES POR SATÉLITE	6	1º
0530	LBSM	LABORATORIO DE SIMULACIÓN	4	2º
0531	LTVD	LABORATORIO DE TELEVISIÓN DIGITAL	4	2º
0532	LCAF	LABORATORIO DE CIRCUITOS DE ALTA FRECUENCIA	4	2º
0519	SCIR	SÍNTESIS DE CIRCUITOS	6	2º
0520	SRNV	SISTEMAS DE RADIONAVEGACIÓN	6	2º
0521	TVDG	TELEVISIÓN DIGITAL	6	2º
XXXX	XXXX	ASIGNATURA(S) TEÓRICA(S) O DE LABORATORIO, OPTATIVAS DE 5º CURSO, HASTA UN MÁXIMO DE 6 CRÉDITOS	X	X

ÁREA DE ESPECIALIDAD DE ELECTRÓNICA				
Los alumnos deberán superar un mínimo de 30 créditos, incluyendo tres laboratorios				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DEL ÁREA	CRÉDITOS	SEMESTRE
0545	LCSE	LABORATORIO DE DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS (obligatorio)	4	1º
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS OPTATIVAS DEL ÁREA	CRÉDITOS	SEMESTRE
0541	SEAN	SISTEMAS ELECTRÓNICOS ANALÓGICOS	6	1º
0542	TCIN	TECNOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN	6	1º
0544	LMTC	LABORATORIO DE MATERIALES Y TECNOLOGÍA	4	1º
0540	ISEL	INGENIERÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS	6	2º
0543	LSEL	LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS	4	2º
0768	LDIM	LABORATORIO DE DISEÑO DE MICROELECTRÓNICA	4	2º
XXXX	XXXX	ASIGNATURA(S) TEÓRICA(S) O DE LABORATORIO, OPTATIVAS DE 5º CURSO, HASTA UN MÁXIMO DE 6 CRÉDITOS	X	X

ÁREA DE ESPECIALIDAD DE TELEMÁTICA				
Los alumnos deberán superar un mínimo de 30 créditos, incluyendo tres laboratorios				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DEL ÁREA	CRÉDITOS	SEMESTRE
0554	LSWC	LABORATORIO DE SOFTWARE DE COMUNICACIONES (obligatorio)	4	1º
INTENSIFICACIÓN 1: REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMEST.
0551	PSVT	PLANIFICACIÓN DE SERVICIOS TELEMÁTICOS	6	1º
0556	LRST	LABORATORIO DE INGENIERÍA DE REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS (*)	4	1º
0550	GRCM	GESTIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN	6	2º
0555	LISW	LABORATORIO DE INGENIERÍA DE SOFTWARE (*)	4	2º
INTENSIFICACIÓN 2: SISTEMAS INFORMÁTICOS				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMEST.
0552	BSDT	BASES DE DATOS	6	1º
0553	SODT	SISTEMAS OPERATIVOS DISTRIBUIDOS	6	1º
0555	LISW	LABORATORIO DE INGENIERÍA SOFTWARE	4	2º

OPTATIVAS DEL ÁREA DE ESPECIALIDAD				
0556	LRST	LABORATORIO DE INGENIERÍA DE REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS	4	1º
0557	SINT	SISTEMAS INTELIGENTES	6	1º
0559	RSRD	REDES Y SERVICIOS DE RADIO	6	1º
0353	ARST	ARQUITECTURA DE SERVICIOS TELEMÁTICOS	6	1º
0590	LSIN	LABORATORIO DE SISTEMAS INTELIGENTES	4	2º
0592	IRST	INGENIERÍA DE REDES Y SERVICIOS TELEMÁTICOS	6	2º
0558	FMTL	FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE TELEMÁTICA	6	2º
XXXX	XXXX	ASIGNATURA/S TEÓRICA/S O DE LABORATORIO, OPTATIVAS DE 5º CURSO, HASTA UN MÁXIMO DE 6 CRÉDITOS	X	X

(\*) A elegir, al menos, una de las dos.

### OTRAS INTENSIFICACIONES

Los alumnos que lo deseen podrán cursar estas intensificaciones. Deberán completar 30 créditos, incluyendo tres laboratorios.

INTENSIFICACIÓN DE BIOINGENIERÍA				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMESTRE
XXXX	XXXX	UN LABORATORIO DEL ÁREA DE COMUNICACIONES DE 5º CURSO(*)	4	X
0545	LCSE	LABORATORIO DE DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS(**)	4	1º
0554	LSWC	LABORATORIO DE SOFTWARE DE COMUNICACIONES(***)	4	1º
0560	FBIO	FUNDAMENTOS DE BIOINGENIERÍA	6	1º
0563	LSIM	LABORATORIO DE SEÑALES E IMÁGENES MÉDICAS	4	2º
0561	SÍMDO	SEÑALES E IMÁGENES MÉDICAS	6	2º
OPTATIVAS DE LA INTENSIFICACIÓN (elegir al menos 1 laboratorio)				
0564	LTLM	LABORATORIO DE TELEMEDICINA	4	1º
0562	INSN	INGENIERÍA NEUROSENSORIAL	6	2º
XXXX	XXXX	ASIGNATURA/S TEÓRICA/S O DE LABORATORIO, OPTATIVAS DE 5º CURSO, HASTA UN MÁXIMO DE 6 CRÉDITOS	X	X

\* Obligatorio para alumnos de la Especialidad de Comunicaciones.

\*\* Obligatorio para alumnos de la Especialidad de Electrónica.

\*\*\* Obligatorio para alumnos de la Especialidad de Telemática.

INTENSIFICACIÓN DE GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS COMUNES DE LA INTENSIFICACIÓN	CRÉDITOS	SEMESTRE
XXXX	XXXX	UN LABORATORIO DEL ÁREA DE COMUNICACIONES DE 5º CURSO(*)	4	X
0545	LCSE	LABORATORIO DE DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRÓNICOS(**)	4	1º
0554	LSWC	LABORATORIO DE SOFTWARE DE COMUNICACIONES (***)	4	1º
0567	IVOP	INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES	6	1º
0568	DAEM	DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	6	2º
0570	LTSD	LABORATORIO DE TÉCNICAS DE SOPORTE DE LA DECISIÓN	4	2º
OPTATIVAS DE LA INTENSIFICACIÓN (elegir al menos 1 laboratorio)				
0569	SIEM	SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA	6	1º
0571	INTL	INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	6	1º
0573	LSIE	LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA	4	1º
0572	PRTL	POLÍTICA Y REGULACIÓN DE TELECOMUNICACIONES	6	2º

0574	LSGP	LABORATORIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS	4	2º
XXXX	XXXX	ASIGNATURA/S TEÓRICA/S O DE LABORATORIO, OPTATIVAS DE 5º CURSO, HASTA UN MÁXIMO DE 6 CRÉDITOS	X	X

\* Obligatorio para alumnos de la Especialidad de Comunicaciones.

\*\* Obligatorio para alumnos de la Especialidad de Electrónica.

\*\*\* Obligatorio para alumnos de la Especialidad de Telemática.

OTRAS ASIGNATURAS OPTATIVAS NO ENCUADRADAS EN ÁREA DE ESPECIALIDAD O INTENSIFICACIÓN				
CÓDIGO	ABREV.	ASIGNATURAS	CRÉDITOS	SEMESTRE
0952	LARI	LABORATORIO DE ARQUITECTURAS ROBOTICAS INTELIGENTES	4	2º

#### ITINERARIO PERSONALIZADO

Los alumnos podrán personalizar su curriculum mediante el uso de un itinerario personalizado, siempre que esté avalado por un Profesor de la Escuela (Tutor) y aprobado por el Centro

### ACTIVIDADES DE LIBRE ELECCIÓN

Los alumnos deberán obtener 15 créditos de libre elección a lo largo de todo el segundo ciclo.

Los cursos y actividades propios de libre elección se propondrán durante el periodo de matrícula y a lo largo del desarrollo de cada curso, pudiendo los alumnos inscribirse y matricularse de estas actividades en los plazos que se indiquen.

La programación docente del curso describe los distintos tipos de cursos de libre elección.

Los créditos de libre elección del segundo ciclo pueden obtenerse también cursando asignaturas optativas de segundo ciclo con algunas limitaciones (deben ser asignaturas de otra especialidad, en el caso de alumnos de las intensificaciones propias de las especialidades de Comunicaciones, Electrónica o Telemática; o de cualquier otra especialidad, excepto las asignaturas de la propia intensificación, en el caso de alumnos de las intensificaciones de Bioingeniería o Gestión de la Tecnología) o bien realizando prácticas en empresas.



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Vicerrectorado de Alumnos

Sección de Admisión e Información

Paseo Juan XXIII, nº 11

28040 MADRID

Teléfonos: 91 336 62 30 / 62 26 / 62 18

Web: [www.upm.es](http://www.upm.es)

---

**MÁSTER EN**  
**Investigación en Tecnologías de la**  
**Información y las Comunicaciones**

Código del Plan

**371**

211 Centro gestor: E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION

---

**PLAN DE ESTUDIOS**

---

Máster Básico de Investigación.

Nº de créditos ECTS del título: 60. Nº mínimo de créditos de matrícula por estudiante y curso: 30créd. ECTS

Estructura:      Módulo Básico                      (15 créditos)  
                          Módulo de Especialización      (30 créditos)  
                          Módulo Trabajo Fin de Máster (15 créditos)

Se exigirá un uso mínimo de un 25% en inglés en la totalidad de las actividades formativas.

**Módulo Básico**

Común para todas las especialidades

CREDITOS	ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CÓDIGO
3	Metodología de investigación	Obligatoria	1er. cuatrimestre	51300
3	Transferencia tecnológica e innovación en el sistema de I+D+I	Obligatoria	1er. cuatrimestre	51301
5	Técnicas y herramientas de apoyo a la investigación	Obligatoria	1er. cuatrimestre	51302
4	Introducción a las especialidades	Obligatoria	1er. cuatrimestre	51303

**Módulo de Especialización:**

De los 30 créditos ECTS correspondientes a este módulo, el alumno deberá cursar un mínimo de 20 créditos en el itinerario (especialidad) elegido. Opciones:

- Realizar 30 créditos en un itinerario
- Realizar 25 créditos en un itinerario y 5 en otro.

**ESPECIALIDAD EN TRATAMIENTO DE SEÑALES Y BIOINGENIERIA**

CREDITOS	ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CÓDIGO
5	Análisis no lineal	Optativa	1er. cuatrimestre	51304
5	Estimación y procesado adaptativo	Optativa	1er. cuatrimestre	51305
5	Procesado multidimensional	Optativa	1er. cuatrimestre	51306
5	Procesado de señales biomédicas	Optativa	2º cuatrimestre	51307
5	Procesado de imágenes biomédicas	Optativa	2º cuatrimestre	51308
5	Instrumentación biomédica	Optativa	2º cuatrimestre	51309

## ESPECIALIDAD EN ANÁLISIS Y DISEÑO EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

CREDITOS	ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CÓDIGO
5	Simulación de procesos y dispositivos electrónicos	Optativa	1er. cuatrimestre	51310
5	Caracterización de dispositivos y circuitos electrónicos	Optativa	1er. cuatrimestre	51311
5	Análisis de propagación de ondas en medios lineales y no lineales	Optativa	1er. cuatrimestre	51312
5	Caracterización de radiaciones electromagnéticas	Optativa	1er. cuatrimestre	51313
5	Diseño de circuitos electrónicos	Optativa	2º cuatrimestre	51314
5	Diseño de antenas y sistemas de radiocomunicaciones	Optativa	2º cuatrimestre	51315
5	Diseño de sistemas de comunicaciones ópticas	Optativa	2º cuatrimestre	51316
5	Diseño de redes de comunicaciones ópticas	Optativa	2º cuatrimestre	51317

## ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE SISTEMAS TELEMÁTICOS

CREDITOS	ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CÓDIGO
5	Paradigmas, arquitecturas y middleware de sistemas telemáticos distribuidos	Optativa	1er. cuatrimestre	51318
5	Tecnologías emergentes en sistemas telemáticos	Optativa	1er. cuatrimestre	51319
5	Servicios avanzados de apoyo a aplicaciones telemáticas	Optativa	1er. cuatrimestre	51320
5	Aproximaciones integrales de sistemas telemáticos en dominios de la Sociedad del Conocimiento	Optativa	2º cuatrimestre	51321
5	Ingeniería de sistemas telemáticos en Educación y Medicina	Optativa	2º cuatrimestre	51322
5	Ingeniería de sistemas telemáticos en Gestión y Transportes	Optativa	2º cuatrimestre	51323

## ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y SERVICIOS INFORMÁTICOS

CREDITOS	ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CÓDIGO
5	Tecnologías avanzadas en gestión de información	Optativa	1er. cuatrimestre	51324
5	Tecnologías avanzadas de Sistemas Inteligentes	Optativa	1er. cuatrimestre	51325
5	Plataformas de soporte computacional	Optativa	1er. cuatrimestre	51326
5	Aplicaciones basadas en Servicios de Información	Optativa	2º cuatrimestre	51327
5	Aplicaciones de Sistemas Inteligentes en entornos tecnológicos	Optativa	2º cuatrimestre	51328
5	Ingeniería de sistemas empotrados y movilidad	Optativa	2º cuatrimestre	51329

## Módulo Trabajo Fin de Máster

Común para todas las especialidades

CREDITOS	ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CÓDIGO
15	Trabajo Fin de Máster	Obligatoria	2º cuatrimestre	51330

## ANEXO 7

- UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

### Ing. de Telecomunicación (244)

#### Programa de Asignaturas - Curso 11 / 12

#### Primer ciclo

<b>PRIMER CURSO</b>				
<b>Asignaturas Troncales</b>				
Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43754	ARQUITECTURAS DE REDES,SISTEMAS Y SERVICIOS (*) (**) (SIN DOCENCIA)	4.5	4.5	9
43752	FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACION (1C) (SIN DOCENCIA)	3	3	6
43750	FUNDAMENTOS FISICOS DE LA INGENIERIA (2C) (SIN DOCENCIA)	3	4.5	7.5
43751	FUNDAMENTOS MATEMATICOS DE LA INGENIERIA I (2C) (SIN DOCENCIA)	3	3	6
43753	TECNOLOGIA Y COMPONENTES ELECTRONICOS Y FOTONICOS (SIN DOCENCIA)	4.5	6	10.5
<b>Asignaturas Obligatorias</b>				
Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43755	CALCULO (1C) (SIN DOCENCIA)	3	3	6
43756	ALGEBRA Y ECUACIONES DIFERENCIALES LINEALES (1C) (SIN DOCENCIA)	3	3	6
43758	INGLES (1C) (SIN DOCENCIA)	4.5	1.5	6
43759	TEORIA DE CIRCUITOS (1C) (SIN DOCENCIA)	3	3	6
43757	PROGRAMACION DE APLICACIONES MULTIMEDIA (2C) (SIN DOCENCIA)	6	0	6
43760	LABORATORIO DE INSTRUMENTACION BASICA (2C) (SIN DOCENCIA)	6	0	6
<b>SEGUNDO CURSO</b>				
<b>Asignaturas Troncales</b>				
Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43763	ANALISIS Y SINTESIS DE CIRCUITOS (1C)	3	3	6
43765	ELECTRONICA DIGITAL (1C)	3	3	6
43766	SISTEMAS LINEALES (1C)	1.5	4.5	6
43768	TRANSMISION DE DATOS (*) (**)(1C)	3	3	6
43761	FUNDAMENTOS MATEMATICOS DE LA INGENIERIA II (2C)	3	3	6
43762	FUNDAMENTOS DE ORDENADORES (2C)	1.5	1.5	3
43764	ELECTRONICA ANALOGICA (2C)	3	3	6
43767	TEORIA DE LA COMUNICACION (*) (**)(2C)	3	4.5	7.5
<b>Asignaturas Obligatorias</b>				
Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43769	ECUACIONES DIDERENCIALES (1C)	3	3	6
43772	SEÑALES ALEATORIAS Y RUIDO (1C)	1.5	4.5	6
43770	LABORATORIO DE ELECTRONICA (2C)	6	0	6
43771	INGENIERIA ELECTROMAGNETICA (2C)	1.5	4.5	6

### TERCER CURSO

#### Asignaturas Troncales

Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43773	CAMPOS ELECTROMAGNETICOS (*) (1C)	1.5	4.5	6
43774	SISTEMAS DE TRANSMISION (*) (**) (1C)	3	4.5	7.5
43775	SISTEMAS ELECTRONICOS DIGITALES (**) (1C)	3	3	6
<b>Asignaturas Obligatorias</b>				
Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43776	COMPONENTES ELECTRONICOS AVANZADOS (1C)	1.5	4.5	6
43777	TELETRAFICO Y GESTION (1C)	6	3	9
43778	ECONOMIA Y GESTION DE LAS COMUNICACIONES (2C)	1.5	4.5	6

### Segundo ciclo

#### CUARTO CURSO

##### Asignaturas Troncales

Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43779	ARQUITECTURA DE LOS ORDENADORES (1C)	6	3	9
43781	DISEÑO DE CIRCUITOS Y SISTEMAS ELECTRONICOS (1C)	3	3	6
43783	ELECTRONICA DE COMUNICACIONES (1C)	3	3	6
43785	REDES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES (1C)	3	3	6
43788	TRANSMISION POR SOPORTE FISICO (1C)	6	3	9
43780	COMUNICACIONES OPTICAS (2C)	6	3	9
43782	INSTRUMENTACION PARA LAS TELECOMUNICACIONES (2C)	3	3	6
43784	SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES (2C)	3	3	6
43786	PLANIFICACION Y GESTION DE REDES Y SERVICIOS (2C)	3	3	6
43787	TRATAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES (2C)	6	3	9

#### QUINTO CURSO

##### Asignaturas Troncales

Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43789	INGENIERIA Y SOCIEDAD (1C)	3	3	6
43790	PROYECTOS (1C)	3	3	6

**ASIGNATURAS OPTATIVAS DE CICLO**

Código	Asignatura	Crd.Prac.	Crd.Teor.	Crd.Tot.
43793	COMPLEMENTOS DE MATEMATICAS I	1.5	4.5	6
43797	SISTEMAS TELEMATICOS II (1C)	4.5	1.5	6
43798	SISTEMAS TELEMATICOS III (1C)	4.5	1.5	6
43802	ELECTRONICA AVANZADA I (1C)	3	3	6
43803	ELECTRONICA AVANZADA II (1C)	3	3	6
43805	ELECTRONICA AVANZADA IV (1C)	3	3	6
43806	ELECTRONICA AVANZADA V (1C)	3	3	6
43810	SISTEMAS DE TELECOMUNICACION IV (1C)	4.5	1.5	6
43811	SISTEMAS DE TELECOMUNICACION V (1C)	4.5	1.5	6
43814	TECNOLOGIAS DE RADIOCOMUNICACIONES III (1C)	4.5	1.5	6
43818	INGENIERIA DE LAS ONDAS III (1C)	1.5	4.5	6
43819	TRATAMIENTO DISCRETO DE SEÑALES I (1C)	3	3	6
43821	SISTEMAS DE COMUNICACIONES OPTICAS I (1C)	4.5	1.5	6
43823	COMPLEMENTOS DE TELEMATICA I (1C)	 3	3	6
43826	ECONOMIA DE LAS TELECOMUNICACIONES (1C)	3	3	6
43792	COMPLEMENTOS DE FISICA (2C)	1.5	4.5	6
43794	COMPLEMENTOS DE MATEMATICAS II (2C)	1.5	4.5	6
43795	TELEMATICA INDUSTRIAL (2C)	 3	3	6
43796	SISTEMAS TELEMATICOS I (2C)	4.5	1.5	6
43799	SISTEMAS TELEMATICOS IV (2C)	4.5	1.5	6
43800	SISTEMAS TELEMATICOS V (2C)	4.5	1.5	6
43801	ORDENADORES (2C)	4.5	1.5	6
43807	SISTEMAS DE TELECOMUNICACION I (2C)	4.5	1.5	6
43808	SISTEMAS DE TELECOMUNICACION II (2C)	4.5	1.5	6
43809	SISTEMAS DE TELECOMUNICACION III (2C)	4.5	1.5	6
43812	TECNOLOGIA DE RADIOCOMUNICACIONES I (2C)	4.5	1.5	6
43813	TECNOLOGIAS DE RADIOCOMUNICACIONES II (2C)	4.5	1.5	6
43815	TECNOLOGIAS DE RADIOCOMUNICACIONES IV (2C)	4.5	1.5	6
43816	INGENIERIA DE LAS ONDAS I (1C)	1.5	4.5	6
43817	INGENIERIA DE LAS ONDAS II (2C)	1.5	4.5	6
43820	TRATAMIENTO DISCRETO DE SEÑALES II (2C)	3	3	6
43822	SISTEMAS DE COMUNICACIONES OPTICAS II (2C)	4.5	1.5	6
43824	COMPLEMENTOS DE TELEMATICA II (2C)	3	3	6
43825	COMPLEMENTOS DE TELEMATICA III (2C)	3	3	6

Consulta del Catálogo de Créditos de Libre Configuración

## ANEXO 8

- UNIVERSIDAD QUEEN MARY



### Electronic Engineering and Telecommunications (MEng)

**H690 MEng/EET Four years**

#### Programme description

---

These programmes cover the most rapidly growing areas of electronic engineering and all aspects of communications. You will learn about microwave and optical systems as well as the design, operation and management of large-scale communication networks for computers and voice and video signals. A range of technical and business modules provides a strong engineering foundation to this specialised degree.

The MEng programme has the same first three years as the equivalent BEng, with the inclusion of a team project in the third year. The MEng has an additional fourth year of study of advanced postgraduate modules on topics such as security, authentication, satellite communications and mobile services.

#### Programme outline

---

##### Year 1

- Communications and Networks
- Programming
- Engineering Maths
- Professional Applications
- Electric and Magnetic Fields
- Digital Circuit Design
- Signals Theory

##### Year 2

- Telecoms Systems
- Digital Systems Design
- Signals and Systems
- Analogue Electronics and Devices
- Design and Build Project
- Programming
- Internet Protocols

### Year 3

- Individual Project (for BEng) or Group Project (for MEng)
- Security & IT
- Communications System Electronics
- Network Planning, Finance and Management

Plus options from:

- Software Tools
- Digital Signal Processing
- Microwave and Optical Transmission
- Microprocessor System Design
- Wireless Networks
- Integrated Circuit Design
- Microwave Electronics
- C++ & Real-time Digital Signal Processing
- Ad-hoc & Broadband Networks

### Year 4 (MEng)

- Individual Project
- Twenty-First Century Networks
- Network Modelling & Performance
- Plus options from:
  - Wireless Networks
  - Multimedia Systems
  - Advanced Program Design
  - Business Technology Strategy
  - Satellite Communications
  - Antennas for Mobile Applications
  - Radiowave Propagation
  - Internet Computing

Please note module availability may vary slightly from year to year. For further information please see our website [www.eecs.qmul.ac.uk](http://www.eecs.qmul.ac.uk)

## Assessment

---

Your programme will emphasise fundamental theory and physical principles while using contemporary applications. Assessment for most modules is 75 per cent examination and 25 per cent coursework.

In your first year you will have laboratory classes, and be set weekly assignments and formal reports. Throughout your degree you will have weekly meetings with your personal tutor. In each year of your studies you will be involved in practical project work that becomes increasingly demanding; guided design-and-build projects in the first year; group design-and-build projects in the second; and substantial individual research and development projects in the final year.

Please note that module availability may vary slightly year to year. For further information please visit our website [www.eecs.qmul.ac.uk](http://www.eecs.qmul.ac.uk).

## Career opportunities

---

This degree programme prepares graduates for careers with major network operators, as well as large commercial organisations that operate their own IT infrastructure. These degree programmes are also suitable for graduates who are aiming to work in the communications manufacturing business, or in smaller research and development companies.



## Electronic Engineering and Computing (MEng)

### HI6C BEng/EECo Four years

#### Programme description

These programmes include the digital circuit design elements of the electronic engineering programmes, but emphasise computer systems and software. They also focus on the increasingly important areas of artificial intelligence and network computing, internet computing and e-Commerce engineering. The MEng includes all the material from the BEng but the extra year allows you to study advanced modules on music, speech, video and image processing, quality management and network modelling and performance. You can transfer on to the MEng from the BEng until the end of the second year, subject to satisfactory performance.

#### Programme outline

##### Year 1

1. Communications and Networks
2. Programming
3. Engineering Maths
4. Professional Applications
5. Digital Circuit Design
6. Computer Systems
7. Signals theory

##### Year 2

1. Programming
2. Software Engineering and Systems Analysis
3. Signals and Systems Theory
4. Databases
5. Software Engineering Project
6. Operating Systems
7. Internet Protocols
8. Digital Systems

##### Year 3

1. Individual Project (for BEng) or Group project (for MEng)
2. Plus options from:
3. Digital Signal Processing
4. Software Tools
5. Advanced Databases
6. Microprocessor System Design
7. Security and IT
8. Mobile Devices and Social Networks
9. Distributed Systems
10. C++
11. Image Processing
12. Internet Computing
13. Real-time and Critical Systems
14. Control Systems
15. Integrated Circuit Design

Year 4

1. (MEng) Individual Project

Plus options from:

1. DSP
2. Machine Learning
3. Advanced Databases
4. Advanced Program Design
5. Image and Video Processing
6. Music and Speech Processing
7. Ubiquitous Computing
8. Security and Authentication
9. Computer Vision Systems
10. Information Retrieval

Please note module availability may vary slightly from year to year. For further information please see our website [www.eecs.qmul.ac.uk](http://www.eecs.qmul.ac.uk)

## Assessment

---

Your programme will emphasise fundamental theory and physical principles while using contemporary applications. Assessment for most modules is 75 per cent examination and 25 per cent coursework.

In your first year you will have laboratory classes, and be set weekly assignments and formal reports. Throughout your degree you will have weekly meetings with your personal tutor. In each year of your studies you will be involved in practical project work that becomes increasingly demanding: guided design-and-build projects in the first year; group design-and-build projects in the second; and substantial individual research and development projects in the final year.

Please note that module availability may vary slightly year to year. For further information please visit our website [www.eecs.qmul.ac.uk](http://www.eecs.qmul.ac.uk).

## Career opportunities

---

There are many exciting career opportunities for engineers who have a thorough grounding in both software and hardware technologies. Graduates find careers with organisations that research, design, manufacture and install information systems in addition to those that depend on them for their business processes.

## Entry requirements

---

Please refer to our detailed entry requirements for the School of Electronic Engineering and Computer Science.



## Research degrees in Electronic Engineering and Computer Science

### Programme description

---

We are well-known for our pioneering research and pride ourselves on our world-class cutting-edge research projects. Joining us as a PhD student gives you the chance to experience this buzz and be part of our efforts to shape the future of electronic engineering and computer science.

We have a dynamic community of approximately 150 PhD students and 80 research assistants in our labs working on leading edge research. We offer well-integrated doctoral study programmes in our various areas of specialisation, each of our research groups is involved in internationally leading research, funded by UK Research Councils, the European Union, and industry around the world.

As one of the UK's leading Electronic Engineering and Computer Science Schools, we offer our postgraduate students a comprehensive and supportive training environment. You will work as part of a friendly and vibrant research community under the supervision of experts in the field. As a member of one of our research groups you will be accommodated in a research laboratory alongside other PhD students and full-time post-doctoral researchers. Students often participate in the funded research projects of the group. We provide a generous travel budget to enable research students to present papers at international conferences. Budgets for expenditure on experiments, equipment, and software are also available.

For more detailed information and funding opportunities for PhD students, please visit our [website](#) [new window]

### Media Arts and Technology (MAT)

---

The PhD in Media and Arts Technology is an innovative inter-disciplinary training programme in the science and technologies that are transforming the creative sector. Our mission is to produce post-graduates who combine world-class technical and creative skills and who have a unique vision of how digital technology transforms creative, technical and social possibilities.

This is a unique four year PhD programme built around core courses in advanced research methods, interaction design and digital media processing, production and recording techniques. There are also optional specialist modules ranging from Digital Audio Effects through Digital Rights Management to Contemporary Performance.

You will work under the supervision of internationally recognised experts in:

- Digital Music
- Digital Video
- Human Interaction
- Performance and Live Art

You will also develop a working partnership with one of our strategic collaborators including: BBC, The British Film Institute, last.fm and BT. Our programme is part of a £250 million strategic initiative, funded by Research Councils UK, and is exceptionally well resourced. You will have access to our state-of-the art research and performance facilities including the Augmented Human Interaction Laboratory and the Pinter Studio Theatre as well as the extensive resources offered by our industrial and public sector partners.

New in 2011 were the Media and Arts Studios including the Listening Room, Control Room and performance Laboratory as well as the full range of resources offered by the School of Electronic Engineering and Computer Science.

## Antennas and Electromagnetics

---

Established in 1968 the group has comprehensive experimental facilities are housed in the Antenna Measurement Laboratory, which has recently received £1m in infrastructure investment. The group has strong links with industry and a current active grant portfolio of £4m, which includes a prestigious EPSRC platform grant valued at £1.2 million to fund post-doctoral researchers as well as in-reach and out-reach activities with other world-leading antenna laboratories.

Our research on antennas for mobile communications includes multiband antennas, multiple antennas for MIMO applications, semi-smart base station antennas and antennas and radio propagation for body centric communications. In the area of theory and application of metamaterials we study computational electromagnetic models for both active and passive structures. We study new nano-materials such as graphene and carbon nanotubes that offer possible advances in antennas and metamaterials. We develop software techniques to exploit the concepts of Transformation Electromagnetics, offering such novel devices as flat multi-reflector antennas and cloaking devices.

Our research on Terahertz Spectroscopy aims to help scientists visualize structures such as proteins and actively enhance chemical reactions. In the area of antennas and healthcare we study the interaction of electromagnetic waves with biological tissue, dosimetry, wireless implants and RF sensors for example in blood glucose monitoring. We also apply CEM to Microwave Electron Tube Devices to understand design of magnetrons with the aim of developing compact high power millimetrewave sources. In the area of metrology we work on near-field measurement, millimetrewave imaging for security and compact antenna test range development.

## Centre for Digital Music

---

The Centre for Digital Music (C4DM) is a world-leading multidisciplinary research group in the field of music and audio technology. In less than a decade, the Centre has grown to become the UK's leading Digital Music research group. We hold several substantial EPSRC Grants, including a platform grant, and a Doctoral Training Centre. Resources include our state-of-the-art Listening Room, and Performance Lab as part of the new Media and Arts Technology Studios.

Our projects span many different disciplines, including digital signal processing (DSP), semantic web ([www.musicontology.com](http://www.musicontology.com)), knowledge processing, live performance, musicology, software engineering, and interaction. We emphasise adventurous and trans-disciplinary research, pushing the boundaries of DSP, computer science, philosophy and psychology. We investigate topics such as music information retrieval (MIR), music scene analysis, semantic audio processing, object-based audio coding, machine listening, human machine interaction and digital performance.

Much of our research targets real users, seeking to build new algorithms into usable and useful software. We have developed systems for automatic play-listing from personal collections ([www.isophonics.net/SoundBite](http://www.isophonics.net/SoundBite)), for looking inside the audio ([www.sonicvisualiser.org](http://www.sonicvisualiser.org)) for automatically synchronising to a drummer (BKeeper) and for collaborative composition (DaisyPhone for iPhone), and many others. We regularly release algorithms under open source licenses. See our interactive art installations at [www.c4dmpresents.org](http://www.c4dmpresents.org)

## Computer Science Theory

---

Our Computer Science Theory group specialises in the logical, mathematical and statistical foundations of computer science, with a breadth and depth of expertise almost unmatched in the UK. The group's expertise is broad in range – from complexity, through automated reasoning, concurrent and distributed systems, formal methods in human-computer interaction to verification of systems software and logic. We tackle the hard problems inherent in discovering the power and

limitations of computer systems, and how principled design, based on the right mathematical models might make them more robust and secure.

We collaborate with NASA, Intel, Microsoft, and other companies and government agencies on using novel mathematical modelling techniques. Our group is known as a world-leading centre for research on logical methods for reasoning about computer systems. We have spearheaded several developments separation logic, logic for continuous systems, information theory for security, process types for web services in which novel theoretical developments by us have been brought to bear in new application areas. We have also made fundamental contributions in pure logic (model theory, proof theory, categorical semantics), and in complexity theory.

At the moment we have about £8m in research funding, supporting a thriving intellectual community. This includes an EPSRC Platform Grant, awarded to leading research groups in the UK to underpin their strategic development, and two EPSRC Programme Grants (in collaboration with other institutions), which support research challenges of major significance.

## Computer Vision

---

Our Computer Vision group is internationally renowned for its work on modelling object behaviour, human facial and body action, facial synthesis and super resolution, multi-modal biometrics, 3D deformable shape, and structure from motion. The work has been widely applied to vehicle and people detection and tracking; behaviour screening and anomaly detection in public space CCTV.

Our core expertise includes statistical machine learning, time series analysis, dynamic Bayesian graph models, multi-view geometry, multi-modal data fusion, neurobiologically inspired vision, and image compression. The group's research attracts significant interest from industry and the government, including a large amount of international funding. Since 1998, the group has had direct industrial funding from the US and Australia for an R&D project developing computer vision-based advanced incident monitoring systems. Since 2007, the group has received venture capital investment; UK and US government seed funding for video analytics commercialisation. This work has also been the primary IPR for two start-up companies in the US, Australia and UK.

Recent projects include SAMURAI, global behaviour inference over distributed multi-camera networks; LIREC, emotion and body language recognition; BEWARE, multi-camera object tracking and abnormal event recognition in CCTV; HUMANIS, 3D models of deformable and articulated objects; ICONS, incident recognition for surveillance and security; APIDIS, autonomous production of images based on distributed and intelligent sensing; and VIGOUR, an Integrated Vision System integrating face detection, head tracking, human body modelling, feature extraction, and behaviour interpretation. These collaborative projects link the group with UK, EU and US government and industrial partners as well as end-users.

## Interaction, Media and Communication

---

**Interaction Media and Communication (IMC)** is an internationally recognised interdisciplinary group with a current grant portfolio of over £12 million. We explore new forms of human action and interaction using a combination of ideas and methods from the arts, computer science, philosophy, and social science. Our primary research areas are: human interaction, public engagement, creativity, and performance and advanced multi-modal interaction.

Our Augmented Human Interaction (AHI) Laboratory is a unique research facility that combines state-of-the-art multi-person motion capture equipment with novel 3D auditory and visual displays. This enables us to capture and transform a wide variety of human-human and human-machine interactions. We will shortly be extending this facility through a new Space for Performance and Interaction (SPI).

IMC's current research projects include a large ESRC project on human dialogue, a large EU project on human-robot interaction and an internationally lauded science outreach activity: [cs4fn](#). We also have new strategic links with the Centre for Digital Music (C4DM) with whom we share an EPSRC platform grant and jointly lead an innovative new PhD programme in Media and Arts Technology . [\[new window\]](#)

We publish our research in high quality international journals and have a strong presence at international conferences in our

area (eg Cognitive Science and Human-Computer Interaction). We also chair important international conferences in our area (eg SIGDial and Creativity and Cognition). Our innovative arts-science collaborations have been shown at the National Portrait Gallery, the ICA, SHUNT, and arts and science festivals around the UK.

## Multimedia and Vision (MMV)

---

Our Multimedia and Vision group's expertise is broad, ranging from multimedia coding to visual information retrieval. Our work includes scalable source and channel video coding, surveillance centric coding, object segmentation, and tracking for surveillance, multimodal signal processing, mobile multimedia systems, interactive media computing, semantic inference for visual information retrieval, multi-view based 3D modelling, pattern recognition, artificial intelligence and video processing for social networking.

Members of the group have published numerous technical papers, several of them in the highest ranked journals of the field, including the *IEEE Transactions*. We are currently cooperating with top academic institutions and industrial players world-wide, including research centres in France, the Netherlands, USA, and Germany.

We have developed practical applications for relevant multimedia systems including a complete framework for Scalable Video Coding and is contributing to other standardisation activities as JPSearch and MPEG- 4/7/21. We are a member of the European Networked Electronic Media Platform and participate in a selected group of international experts making up the Future Media and 3D Internet Task Force of the European Commission.

Our current research portfolio consists of a healthy mixture of academic and industrial oriented research. We hold three EPSRC research projects and two substantial industry funded grants. Members of the group are currently coordinating the IST Network of Excellence 3DLife and participate in several large cooperative European projects including ADVISE, VideoSense, Saracen, NetxMedia, MISSA and Eternal.

## Networks

---

The Networks group was founded in 1987, and has since expanded greatly. We have an international reputation for excellence in bringing intelligence and performance assessment techniques to fixed and mobile communication networks.

The Group has a long-standing interdisciplinary collaboration with the School of Mathematical Sciences, supported by a succession of funded projects. This collaboration encompasses non linear dynamics and experimental design, particularly as applied to optimising network measurement. We have been key players in many international collaborative projects, have a joint lab in Macao and are active in joint research with Beijing University of Posts and Telecommunications.

The wireless research in the group is growing rapidly and current research now covers areas including cognitive radio, self-organising radio resource management, semi-smart antennas for cellular coverage optimisation, energy efficiency and capacity improvements in wireless networks, cross layer design for end to end QoS provision, vehicular communication technologies, sensor networks and network security. Resource management, topology theory and resilience are other significant research areas within the group; these themes have been applied to various optical networks technologies as well as the overall internet.

Another area of strength is in developing appropriate methodologies for modelling network behaviour, with significant contributions to queuing theory, topology and traffic modelling, accelerated simulation and measurement. The group actively exploits its intellectual property, whether as patents (eg jointly with major equipment vendors), or in spinout activity, such as Actual Experience Ltd which is a software-based service business formed to commercialise research on the perceptual quality of networked applications.

## Risk Information Management

---

The Risk Information Management Group undertakes leading-edge interdisciplinary research in decision analysis and risk, databases/information retrieval (including usercentred approaches), personalisation, learning, uncertainty, and bayesian methods. The Group's research involves numerous commercial partners and there are two companies Agena ([www.agenarisk.com](http://www.agenarisk.com)) and Apriore ([www.apriore.co.uk](http://www.apriore.co.uk)) which grew directly out of research by key members of the Group.

Agena delivers Bayesian Network solutions, while Apriore delivers integrated database and information retrieval technology.

Much of the group's research involves combining data and human expertise to create intelligent solutions for high stakes decisions. In the area of risk assessment we work with practitioners to produce intelligent 'unified models', that use both data and expertise as inputs, to support expert decision making in multiple application domains. The group is currently working on improved decision making in medical, legal, systems engineering, security and safety applications.

The group's information retrieval work has created specialised search tools for applications including ecommerce, financial service portals, computer crime detection, as well as patient management in medical fields. Its research includes multimedia, XML, MPEG-7 and Web retrieval, knowledge-based uncertain reasoning, formal models and theories, integration of database and information retrieval technologies (probabilistic SQL), personalisation, document clustering and summarisation, evaluation of retrieval systems, information seeking, computational linguistics, and natural language processing.

## Further information

---

Melissa Yeo

Research Students Coordinator

Tel: +44 (0)20 7882 5357

email: [phd-enquiries@eecs.qmul.ac.uk](mailto:phd-enquiries@eecs.qmul.ac.uk)

© Queen Mary, University of London.

Queen Mary, University of London, Mile End Road, London E1 4NS, Tel: +44 (0)20 7882 5555

## ANEXO 9

- UNIVERSIDAD DE BRISTOL

---

### Undergraduate prospectus 2012

---

#### Electronic and Communications Engineering (H640)

---

Programme information for Electronic and Communications Engineering

Programme	UCAS code	Duration	Applications	Places	Note
BEng Electronic and Communications Engineering	H640	3	302*	45*	

(\*Total number of applicants and places for H600, H640, H606, H605, and H623)

- [Programme structure](#)
- [Entry requirements](#)
- [Contact details](#)

This programme focuses on communications and the processing signals, reflecting the growth in mobile and optical communications and the technically demanding requirements of multimedia applications.

#### Programme structure

---

##### Year 1:

- Linear Circuits, Digital Circuits and Systems
- Fields and Devices, Electronics
- Electrical Systems Engineering, Computing
- Software Engineering, C and C++, Mathematics

---

##### Year 2:

- Communications, Digital Systems, Industrial Electronics
- Signals and Systems, Lines and Waves
- Digital Design, Group Project
- Mathematics, Professional Studies

---

##### Year 3:

- Communication Systems, Electronics
- Mobile Communications, Individual Research Project
- Networks and Protocols, Professional Studies

## Entry requirements

Entry requirements for Electronic and Communications Engineering

<b>A Levels</b>	AAA - A*AB including Mathematics
<b>Subjects required at AS Level or equivalent</b>	None
<b>14-19 Advanced Diploma</b>	Grade A overall in the Diploma in IT to include appropriate extended project and grade B at A-level in Mathematics and grade A in an additional AS-level in an appropriate subject
<b>BTEC Access</b>	DDD and grade B in A-level Mathematics (or an equivalent standard) Treated individually; minimum is to pass Access to HE Diploma with at least 12 credits at Distinction in Mathematics and 21 credits at Merit
<b>SQA</b>	SH: AAAAA (including Mathematics); AH: AAA (including Mathematics)
<b>Welsh Bacc</b>	Pass Advanced Diploma with AA in A-levels including Mathematics
<b>IB Diploma</b>	37 points, 6, 6, 6 including Higher level Mathematics
<b>EB</b>	Average 85% with 8 in Mathematics
<b>IELTS</b>	6.5 with minimum 6.0 in each part
<b>Subjects required at GCSE or equivalent</b>	Mathematics and English Language
<b>Selection:</b>	UCAS form and interview. Attendance at an Admissions Day (includes an informal interview)
<b>Part-time study available:</b>	Not available
<b>Deferred Entry:</b>	Welcomed

---

## Contact details

<b>Admissions Tutor(s):</b>	Undergraduate Admissions Office
<b>Tel:</b>	+44 (0) 117 928 8150
<b>Email:</b>	<a href="mailto:eng-ug-admissions@bristol.ac.uk">eng-ug-admissions@bristol.ac.uk</a>
<b>Departmental website:</b>	<a href="http://www.bris.ac.uk/eeng">www.bris.ac.uk/eeng</a>
<b>Undergraduate admissions statement:</b>	<a href="#">view the admissions statement</a>
<b>Course leaflet(s):</b>	<a href="#">View Electrical Engineering leaflet (PDF, 195)</a>

**Note:** some of the documents on this page are in PDF format. In order to view a PDF you will need [Adobe Acrobat Reader](#)

---

---

## Undergraduate prospectus 2012

---

### Computer Science and Electronics (GH46)

---

Programme information for Computer Science and Electronics

Programme	UCAS code	Duration	Applications	Places	Note
MEng Computer Science and Electronics	GH46	4	41	11	Total numbers for joint honours

- [Programme structure](#)
- [Entry requirements](#)
- [Contact details](#)

Our Computer Science and Electronics programme is designed to meet the needs of the modern computer and electronics industries. In particular, the Bristol area hosts a thriving and world-leading semiconductor design industry with increasing demand for engineering graduates with knowledge of both subjects. The programme benefits from our close collaboration with this local industry. There are four core subject areas: Software, Architecture and Protocols; Signals and Control; Electronics and Communications; and Transferable Skills. From the third year onwards, the programme recommends specialisation themes, currently Microelectronics and Communications.

### Programme structure

---

#### Year 1:

---

- Procedural Programming *or* Programming Project
- Principles of Programming
- Object Oriented and Functional Programming
- Theory of Computation
- Discrete Mathematics
- Engineering Mathematics *or* Mathematics with Maple
- Digital Circuits and Systems
- Linear Circuits
- Electronics

#### Year 2:

---

- Symbols, Patterns and Signals
- Concurrency and Communications
- Language Engineering
- Digital Systems
- Signals and Systems
- Control
- CAD Group Project
- Computer Architecture
- Professional Studies

---

**Year 3:**

---

- Group Project
- Professional Studies
- **Optional units:**
  - Image Processing and Computer Vision
  - System Integration
  - Embedded and Real-Time Systems
  - Networks and Protocols
  - High Performance Computing
- **Microelectronics Theme:**
  - VLSI Design
  - Electronics
- **Communications Theme:**
  - Introduction to Cryptography
  - Communications
  - Digital Filters and Spectral Analysis

---

**Year 4:**

---

- Individual Project
- **Optional units:**
  - Advanced Computer Architecture
  - Mobile and Ubiquitous Computing
  - Information Security
- **Microelectronics Theme:**
  - Fault Tolerant Computing and VLSI Testing
  - Design Verification
  - Integrated Circuit Electronics
  - Device Interconnect
  - Speech and Audio Processing
- **Communications Theme:**
  - Advanced Cryptography
  - Communication Systems
  - Advanced Digital Communications
  - Image and Video Coding
  - Broadband Wireless Communications

## Entry requirements

Entry requirements for Computer Science and Electronics

**A Levels**

A\*AA - AAA including Mathematics and Physics (Physics may be substituted with Electronics)

**Subjects required at** None**AS Level or equivalent****14-19 Advanced Diploma**

Grade A overall in the Diploma in IT to include an appropriate extended project and grade A in A-level Mathematics plus grade A in an additional AS-level in an appropriate subject such as Physics or Electronics

**BTEC**

DDD Software Engineering or related subject and grade A in A-level Mathematics (or equivalent standard)

<b>Access</b>	Treated individually; minimum is to pass Access to HE Diploma with at least 12 credits at Distinction including Mathematics and 21 credits at Merit
<b>SQA</b>	SH: AAAAA (including Mathematics and Physics or Electronics); AH: AAA (including Mathematics and Physics or Electronics)
<b>Welsh Bacc</b>	Pass Advanced Diploma with AA in A-levels including Mathematics
<b>IB Diploma</b>	38 - 37 points, 6, 6, 6 including Higher level Mathematics and Physics
<b>EB</b>	88 - 85% with 8.5 in Mathematics
<b>IELTS</b>	6.5 with minimum 6.0 in each part
<b>Subjects required at GCSE or equivalent</b>	Mathematics and English Language
<b>Selection:</b>	UCAS form. We expect all applicants to attend an Admissions Day during which they will have an informal interview
<b>Part-time study available:</b>	Not available
<b>Deferred Entry:</b>	Welcomed

---

## Contact Details

<b>Admissions Tutor(s):</b>	Admissions Co-ordinator
<b>Tel:</b>	+44 (0) 117 331 5266
<b>Email:</b>	<a href="mailto:uga@cs.bris.ac.uk">uga@cs.bris.ac.uk</a>
<b>Departmental website:</b>	<a href="http://www.cs.bris.ac.uk">www.cs.bris.ac.uk</a>
<b>and Departmental website:</b>	<a href="http://www.bris.ac.uk/eeng">www.bris.ac.uk/eeng</a>
<b>Undergraduate admissions statement:</b>	<a href="#">view the admissions statement</a>
<b>Course leaflet(s):</b>	<a href="#">View Computer Science leaflet (PDF, 202KB)</a> <a href="#">View Electronics leaflet (PDF, 196KB)</a>

## MSc Programmes

The [Department of Electrical and Electronic Engineering](#) has a large postgraduate community, undertaking both taught and research-based programmes under the guidance of the Department's expert staff and researchers.

A 'postgraduate' degree programme is a further degree (i.e. where you are continuing study after already having been awarded your first degree). The Department's world leading research activities allow us to offer specialised degrees of this type, and the following postgraduate degree programmes are available:

### Four NEW programmes available!

- [MSc in Communication Networks and Signal Processing](#)
- [MSc in Image & Video Communications and Signal Processing](#)
- [MSc in Optical Communications and Signal Processing](#)
- [MSc in Wireless Communication Systems and Signal Processing](#)



For further information on individual programmes, view the relevant section of the online [University Postgraduate Prospectus](#).

These challenging programmes provide an excellent opportunity for graduates in physics, engineering, mathematical and other numerate disciplines to acquire the necessary skills to enter careers in some of the most dynamic fields in communications. They provide in-depth training in modern communication engineering concepts, with special emphasis on RF Design, Wireless Communications, Optical Communications and Signal Processing. Participants attain a deep understanding of the theoretical and practical aspects of communication systems, signal processing and optical data communications. Students will find the course attractive due to its high technological relevance to an exciting, rapidly expanding and prosperous industry. The course builds on the research strengths of the [Centre for Communications Research](#) within the Department.

**[How to Apply](#)** (note that **online application is available** for this program)

**Please note:** You can only join the programmes above in late September/early October annually. As they are taught programmes of study, you cannot enter at any other time in the academic year.

### Admissions Queries

#### Postgraduate Admissions

Department of Electrical and Electronic Engineering  
University of Bristol  
Merchant Venturers Building  
Woodland Road, Bristol, BS8 1UB, UK

Telephone: +44 (0) 117 954 5200  
Fax: +44 (0) 117 954 5206  
E-mail: [ee-pgtadmissions@bristol.ac.uk](mailto:ee-pgtadmissions@bristol.ac.uk)

---

### **MSc in Advanced Microelectronics and Systems Engineering**

The Department also jointly runs an [MSc in Advanced Microelectronics and Systems Engineering](#) with the Department of Computer Science.

---

### **MSc or PhD by research**

Find out more about the [PhD opportunities](#) available within the Department.

---

Updated 1 December 2009 by Department of Electrical & Electronic Engineering | [Feedback](#)  
Department of Electrical & Electronic Engineering, Merchant Venturers Building, Woodland Road, Bristol BS8 1UB,  
UK. Tel: +44 (0)117 954 5391

---

## ANEXO 10

- UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO



### Plan de Estudios

- Grafo de prelaciones de las asignaturas (NUEVO, Vigente desde OCTUBRE 2010)
- Cambios en el Pensum de estudios (Detalles de las modificaciones)
- Asignaturas Electivas
- Normativas para la Inscripción de Extra-Créditos

SEMESTRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Course</b>	<b>Primer Semestre</b>									
00000	Cálculo I para Telecom.	7	2	-	7					
00000	Trigonometría y Geometría	3	2	-	4					
00005	Física I	3	2	-	4					
00004	Lenguaje	3	-	-	3					
00003	Humanidades I	3	-	-	2					
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>20</b>					
T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos										
HORARIOS		PLAN		PROFESORES		ÁBACO				

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Course</b>	<b>Segundo Semestre</b>									
10001	Cálculo II	6	2	-	6					
10006	Álgebra Lineal	3	2	-	4					
10004	Programación I	2	2	-	3					
10008	Física II	3	1	-	4					
10007	Lab. Física II	-	-	2	1					
10003	Introducción a las Telecomunic	-	2	-	1					
10005	Humanidades II	3	-	-	2					
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>21</b>					
T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos										
HORARIOS		PLAN		PROFESORES		ÁBACO				

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE **1** 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Course	Tercer Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
20001	Cálculo III	5	-	-	5	<input type="checkbox"/>	⇒
20007	Matemáticas I para Telecom.	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	⇒
20004	Programación II	2	2	-	3	<input type="checkbox"/>	⇒
20003	Circuitos y Sist. Electrónicos I	4	1	-	4	<input type="checkbox"/>	⇒
20005	Lab. Circuitos y Sist. Electróni	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	⇒
20006	Humanidades III	3	-	-	2	<input type="checkbox"/>	⇒
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>20</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

[HORARIOS](#) [PLAN](#) [PROFESORES](#) [ÁBACO](#)

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE 1 **2** 3 4 5 6 7 8 9 10

Course	Cuarto Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
30007	Matemáticas II para Telecom	5	-	-	5	<input type="checkbox"/>	⇒
30005	Probabilidades	4	2	0	5	<input type="checkbox"/>	⇒
30003	Electrónica Digital	2	1	-	3	<input type="checkbox"/>	⇒
30004	Lab. de Electrónica Digital	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	⇒
30002	Circuitos y Sist. Electrónicos II	4	1	-	4	<input type="checkbox"/>	⇒
30006	Lab. Circuitos y Sist. Electróni	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	⇒
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>21</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

[HORARIOS](#) [PLAN](#) [PROFESORES](#) [ÁBACO](#)

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **10**

Course	Quinto Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
40001	Cálculo Numérico	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	⇒
00000	Señales y Sistemas Continuos	4	2	-	5	<input type="checkbox"/>	⇒
40008	Arquitectura de Computadores	3	-	-	3	<input type="checkbox"/>	⇒
40007	Laboratorio Arquitectura de Cor	-	-	2	1	<input type="checkbox"/>	⇒
40004	Circuitos y Sistemas Electróni	4	1	-	4	<input type="checkbox"/>	⇒
40005	Lab. Circuitos y Sistemas Elec	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	⇒
40009	Contabilidad General y de Cost	3	-	-	3	<input type="checkbox"/>	⇒
<b>TOTAL</b>		<b>17</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>22</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

[HORARIOS](#) [PLAN](#) [PROFESORES](#) [ÁBACO](#)

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE **1** 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Course	Sexto Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
50002	Comunicaciones I	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
00000	Señales y Sistemas Discretos	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50001	Sistemas de Operación	4	-	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50004	Campos Electromagnéticos	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50005	Arquitectura de Redes	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50006	Laboratorio de Telemática	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL</b>		<b>16</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>22</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

HORARIOS PLAN PROFESORES ÁBACO

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Course	Séptimo Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
60001	Comunicaciones II	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60002	Transmisión de Datos	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60003	Radiaciones y Ondas Guiadas	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60004	Laboratorio de Telemática II	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60005	Laboratorio de Comunicaciones	-	-	3	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60007	Economía General	3	-	-	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL</b>		<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>19</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

HORARIOS PLAN PROFESORES ÁBACO

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Course	Octavo Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
70001	Telemática	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70002	Antenas	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70003	Procesamiento de Señales	3	-	-	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70004	Comunicaciones Ópticas	3	-	-	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70005	Microondas	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70006	Radiocomunicaciones	3	2	-	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>22</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

HORARIOS PLAN PROFESORES ÁBACO

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE **1** 2 3 4 5 6 7 8 **9** 10

Course	Noveno Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
80001	Sistema de Radio Telecommunic	3	-	-	3		
80002	Sistemas de Radares	3	-	-	3		
80003	Sistemas de Audio y Video	3	-	-	3		
80004	Sistemas Telemáticos	3	-	-	3		
80005	Gerencia y Legislación	3	-	-	3		
80008	Ingeniería Económica	3	-	-	3		
80007	Pasantía	-	8	-	4		
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>22</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

[HORARIOS](#) [PLAN](#) [PROFESORES](#) [ÁBACO](#)

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

SEMESTRE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 **10**

Course	Décimo Semestre	T	P	L	U	Pr	Re
90001	Ética y Ejercicio Profesional	2	-	-	2		
	Unidades Libres	1;	-	-	1;		
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>		

T: Teoría - P: Práctica - L: Laboratorio - U: Unidades de Crédito - Pr: Programa - Re: Requisitos

[HORARIOS](#) [PLAN](#) [PROFESORES](#) [ÁBACO](#)

Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones

# Ingeniería en Telecomunicaciones

[\[Ver Tríptico\]](#)

El Ingeniero en Telecomunicaciones es un profesional de la Ingeniería, orientado a las tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Las funciones que desempeña un Ingeniero de Telecomunicaciones son: planificación, diseño e implementación de sistemas y servicios de telecomunicación, gestión de sistemas de información y telecomunicaciones. Así mismo, es un profesional capacitado para la investigación de los avances en el campo de las Telecomunicaciones.

## La Carrera en la UCAB

En la escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica Andrés Bello existe un alto grado de compromiso con los estudiantes, en cuanto a la oferta que se le hace en la vinculación de la carrera con la praxis. Comprende diez (10) períodos semestrales que totalizan cinco años de duración, al final de los cuales debe realizar de forma obligatoria un proyecto de Pasantías (Prácticas Profesionales), y la presentación de un Trabajo Especial de Grado, los cuales son requisitos exigidos para obtener el Título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

La estructura curricular del plan de estudios de Ingeniería en Telecomunicaciones está constituido por 5 ejes principales, cuatro de ellos de orientación técnica especializada y de formación general en Ingeniería.

Mediante el Servicio Comunitario, en diversas zonas del país, la escuela desarrolla actividades que complementan enormemente la formación del alumno en las aulas de clases. Esto permite que el estudiante explore sus opciones e identifique puntos de encuentro entre las necesidades del entorno y sus intereses, conjugando para ello la teoría con la práctica.

## Convenios

### Convenio UCAB - UPC

En el marco de la creación de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad Católica Andrés Bello, se firmó un convenio con la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), el cual tiene como objetivo la cooperación para el desarrollo de dicha titulación. La UPC - Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona ha sido invitada a efectuar una contribución significativa a esta carrera, avalada por el reconocimiento académico internacional alcanzado en el sector de las Telecomunicaciones. Dentro de este convenio está contemplada la posibilidad de obtener una doble titulación, así como realizar la Pasantía y el Trabajo Especial de Grado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona (ETSETB).

### Convenio Marco de Cooperación UCAB - CANTV

El Acuerdo de Cooperación servirá de marco para desarrollar conjuntamente planes y programas de formación e investigación académica, intercambiar docentes, profesores, estudiantes y publicaciones científicas, así como realizar congresos, seminarios, conferencias y otras actividades de carácter académico y profesional. La CANTV, a través del CET y de sus instalaciones, apoyará el desarrollo de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones.

### Convenio Marco de Colaboración UCAB - AHCJET

Este Convenio Marco tiene el objeto de establecer el entorno de referencia para la acción coordinada entre la UCAB y la Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCJET), tanto sobre el intercambio de información como sobre el desarrollo de aquellas actuaciones encaminadas a potenciar la investigación, el estudio y la celebración de Seminarios, Cursos y Conferencias sobre temas de interés común relacionados con el campo de las Telecomunicaciones.

### Cátedra Fundacional

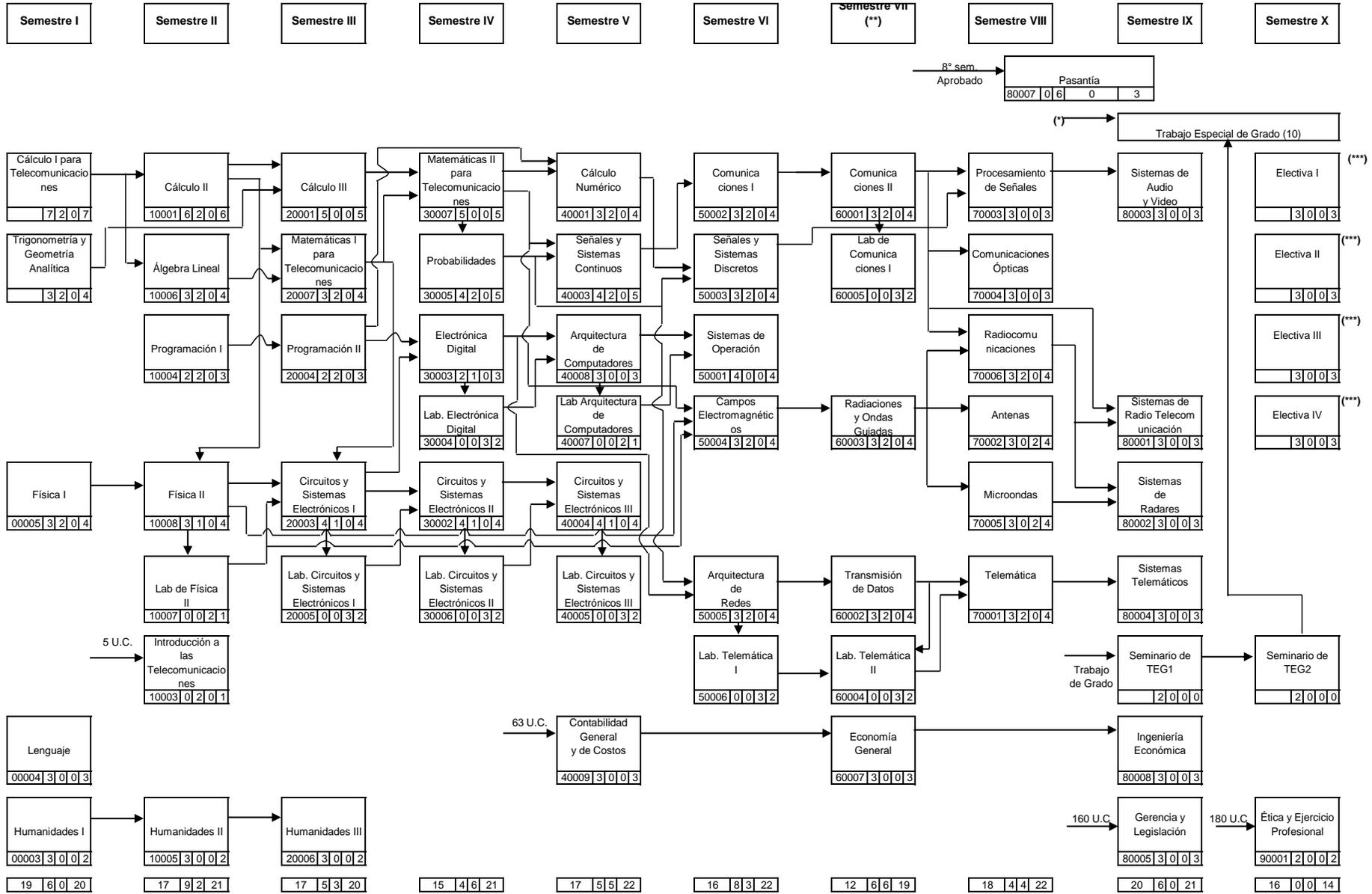
En esta primera etapa de iniciación de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones, la Universidad Católica Andrés Bello da especial importancia a la relación necesaria entre Empresa y Universidad, por el común interés de formar recursos humanos especializados que permita generar condiciones de igualdad entre las diversas empresas del sector, al tiempo que haga posible el crecimiento de la educación formal en Telecomunicaciones, y a tal efecto se han instaurado dos Cátedras Fundacionales, a saber:

- Cátedra Fundacional de Telecomunicaciones TELCEL
- Cátedra Fundacional GSM de DIGITEL

# PENSUM DE INGENIERÍA TELECOMUNICACIONES

Vigente desde Octubre 2010

Aprobado en Consejo Universitario 13/07/2010



(\*) Dos semestres restantes para finalizar la carrera

(\*\*) Haber aprobado el Examen de Suficiencia de Inglés

(\*\*\*) Según sus prelaiones

## Perfil del egresado

El egresado de la Especialización en Telemática será capaz de:

- Participar en la toma de decisiones con respecto a la migración de tecnologías de telecomunicaciones y desarrollo de aplicaciones sobre plataformas distribuidas; al diseño e interconexión de redes acorde con normas y códigos de cableado estructurado, aterramiento, fibra óptica, comunicaciones inalámbricas y satelitales.
- Planificar y desarrollar aplicaciones distribuidas bajo entorno web según las necesidades de su entorno laboral
- Administrar, configurar y actualizar su plataforma de computación para la comunicación entre sus diversas redes y como plataforma que soporta el desarrollo de aplicaciones distribuidas bajo entorno.
- Utilizar diversos sistemas de bases de datos, que faciliten la integración y consolidación de la data.
- Evaluar las características y aplicaciones de diversos elementos y equipos de comunicaciones, adquisición de datos e imágenes y control, seguridad e integridad de datos
- Manejar sistemas de comunicaciones de alta seguridad, definición de políticas de seguridad y manejo de herramientas de dirección de puntos de vulnerabilidad en la red.

## Modalidad

Presencial

## Régimen académico

Trimestral

# ESPECIALIZACIÓN EN TELEMÁTICA

Área de Ingeniería y Tecnología



Decanato de  
Estudios de Postgrado

Coordinación de Postgrado en Ingeniería Electrónica  
Valle de Sartenejas, Universidad Simón Bolívar  
Edificio de Física y Electrónica, 3er. Piso, Ofic. 339  
Teléfono: (0212) 906 3638  
Fax: (0212) 906 3633  
Correo electrónico: post-eltr@usb.ve  
<http://www.labc.usb.ve/cpl/el/index.html>  
Apartado 89000. Caracas 1080 - Venezuela

• Acreditado por el C.N.U.



Decanato de  
Estudios de Postgrado

1000-0105

# ESPECIALIZACIÓN EN TELEMÁTICA

## Objetivos del programa

El Programa de Especialización en Telemática tiene como objetivo dotar a profesionales universitarios de competencias sobre las comunicaciones e informática particularmente las referidas a redes de comunicación de voz y datos, comunicaciones inalámbricas, normas y estándares para cableado estructurado y fibra óptica, sistemas de gestión, planificación y administración de redes, seguridad, entre otras.

## ¿A quién está dirigido?

A Ingenieros Electricistas, Electrónicos, de Computación o afines a las Telecomunicaciones.

## Requisitos de ingreso

- Poseer título de Ingeniero Electricista, Electrónico, de Computación o de un área afín, otorgado por una institución de educación Superior, venezolana o extranjera, de reconocido prestigio académico
- Participar en el proceso de selección y admisión que incluye evaluación de credenciales y entrevistas personales

## Documentos requeridos

Consignar en la Coordinación de Postgrado en Ingeniería Eléctrica los siguientes documentos:

1. Dos (2) copias del título universitario debidamente registrado y en fondo negro\*.
2. Dos (2) copias de las calificaciones certificadas de los estudios universitarios\*.

3. Dos (2) copias de la Cédula de Identidad (venezolana) o de visa (prorrogable) de transeúnte, otorgada por el Consulado de Venezuela en el país de origen.
4. Dos (2) fotografías de frente, tamaño carnet.
5. Dos (2) copias del Currículo Vitae actualizado.
6. Carta de motivación sobre los estudios a realizar.
7. Planilla de solicitud de ingreso, debidamente llenada (por duplicado).
8. Comprobante de pago del arancel de preinscripción.

\*. Los graduados en universidades extranjeras deberán presentar los documentos referidos en los numerales 1 y 2 (título y calificaciones) debidamente legalizados y, de ser el caso, traducidos por un intérprete público..

## Plan de estudios

El plan de estudios de esta Especialización está integrado por asignaturas obligatorias, un seminario y el Trabajo Especial de Grado.

Asignaturas	Crédito
Asignaturas obligatorias	36
Asignaturas electivas	00
Trabajo especial de grado	04
Total Unidades de Crédito	40

## Asignaturas

- Fundamentos de Comunicaciones Digitales.
- Herramientas de desarrollo en Informática.
- Redes de Comunicación de datos.
- Gestión de Bases de datos.
- Redes Inalámbricas de datos.
- Interconexión de Redes LAN/WAN.
- Sistemas Distribuidos.
- Administración de Redes.

- Diseño de Aplicaciones bajo entorno Web.
- Sistemas de Adquisición de datos e Imágenes.
- Seguridad en redes.
- Gestión y Planificación de Redes.

## Áreas o líneas de trabajo

- Desempeño de protocolos TCP/IP en redes móviles inalámbricas.
- Procesamiento Digital de señales e Imágenes.
- Desarrollo de Aplicaciones bajo Plataformas de Software Libre.
- Seguridad en Redes y Criptografía.
- Sistemas Paralelos y Distribuidos.
- Bases de Datos en Internet.
- Aplicaciones Inalámbricas de datos.
- Adquisición y Transmisión de Señales Biomédicas y Telemedicina.
- Bases de datos Difusas.
- Lenguajes Funcionales.
- Redes Digitales de Servicios Integrados.

## Requisitos de egreso

Aprobar un total de 35 unidades crédito: 32 en asignaturas obligatorias y electivas y 3 correspondientes a la presentación, defensa y aprobación del Trabajo Especial de Grado.

## Grado académico que otorga

Especialista en Telemática.

## ANEXO 11

- UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

### 0600 - Ingeniería Electrónica

---

Carrera adscrita a la Sede de Sartenejas  
Coordinación de Tecnología e Ingeniería Electrónica  
Edif. de Física y Electrónica I, Piso 3, Ofic. 348  
Valle de Sartenejas  
Telf. : (+58212) 906.3633 - 906.3634  
E-mail: coord-electronica@usb.ve  
Página Web: [www.labc.usb.ve/Coord\\_Electronica/](http://www.labc.usb.ve/Coord_Electronica/)

La Ingeniería Electrónica se dedica al estudio de los dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos, incluyendo su análisis, diseño, desarrollo y operación, así como al estudio de los principios sobre los que se basan. Dichos dispositivos, circuitos y sistemas pueden utilizarse en una variadísima gama de aplicaciones, que incluye, entre otros, los sistemas digitales, los sistemas de comunicaciones, los sistemas de automatización y control, los sistemas de transporte e innumerables aparatos personales y domésticos, que hacen más fácil y agradable nuestra vida.

La carrera de Ingeniería Electrónica en la Universidad Simón Bolívar tiene como objetivo fundamental formar un profesional capaz de desempeñarse en los diferentes campos de esta Ingeniería, tanto actuales como los que día a día se desarrollan, con posibilidades de adaptarse a los avances a pasos agigantados que ocurren en esta área del conocimiento y a la globalización existente en nuestros días.

El plan de estudios comprende una sólida formación básica en matemáticas, física y principios de computación y

en las áreas propias de la carrera, tales como circuitos y sistemas eléctricos, electrónicos y digitales, procesamiento de señales, comunicaciones, control y electromagnetismo. Uno de los puntos fundamentales de esta carrera son los laboratorios integrados a las teorías, que complementan el aprendizaje a través de experiencias prácticas.

En los últimos trimestres de la carrera y a través de las asignaturas electivas, el proyecto de grado y el programa de pasantías en la industria, el estudiante tiene la oportunidad de profundizar en una o más áreas específicas tales como telecomunicaciones, redes de datos, sistemas de automatización y control, televisión, telefonía, electrónica industrial, bioelectrónica y microcomputadores, entre otras.

La carrera tiene una duración de 15 trimestres (5 años), otorgándosele al egresado el título de *Ingeniero Electrónico* luego de haber aprobado 219 unidades-crédito.

Esta carrera se ofrece en la Sede del Sartenejas.

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Septiembre 2005

SEGUNDO AÑO

CODIGO	ASIGNATURA	T	P	L	U	REQUISITOS		
MA2115	Matemáticas IV	4	2	0	4	MA1116		
FS2211	Física III	3	2	0	3	MA1116 - FS1112		
EC1251	Análisis de Circuitos Eléctricos I	3	2	1	3	MA1116		
FS2181	Laboratorio de Física I	0	0	3	2	FS1112		
	Estudios Generales	3	0	0	3			
<b>CUARTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		13	6	4	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		23				

MA2112	Matemáticas V	4	2	0	4	MA2115		
FS2212	Física IV	3	2	0	3	FS2211		
EC2272	Análisis de Circuitos Eléctricos II	3	2	1	3	EC1251		
EC1281	Laboratorio de Mediciones Eléctricas	0	1	3	2	EC1251-FS2181		
	Estudios Generales	3	0	0	3			
<b>QUINTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		13	7	4	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		24				

MA2113	Matemáticas VI	4	2	0	4	MA2112		
FS2213	Física V	3	2	0	3	FS2212		
PS2315	Sistemas	3	1	0	3	MA2112		
CI2125	Computación I	2	2	2	3			
FS2282	Laboratorio de Física III	0	0	3	2	FS2212 - EC1281		
<b>SEXTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		12	7	5	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		24				

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Septiembre 2005

TERCER AÑO

CODIGO	ASIGNATURA	T	P	L	U	REQUISITOS		
MA3111	Matemáticas VII	4	2	0	4	MA2113		
EC1177	Circuitos Electrónicos I	3	2	2	4	EC2272 y EC1281		
CI2126	Computación II	2	2	2	3	CI2125		
EC1723	Circuitos Digitales	2	1	2	3	CI2125 y EC1281		
<b>SEPTIMO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		11	7	6	14	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		24				

CO3121	Fundamentos de Probabilidad para Ingenieros	3	1	0	3	MA2112		
EC2178	Circuitos Electrónicos II	3	2	2	4	EC1177 y PS2315		
EC2721	Arquitectura del Computador I	2	1	2	3	EC1723		
CE2562	Gerencia Estratégica de Proyectos	3	0	0	3	90 créditos		
	Estudios Generales	3	0	0	3			
<b>OCTAVO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		14	4	4	16	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		22				

EC1421	Señales y Sistemas	3	2	2	4	MA3111 y CO3121		
EC1311	Teoría Electromagnética	4	2	0	4	MA3111 y FS2213		
EC3731	Arquitectura del Computador II	3	1	3	5	EC2721 y CI2126		
	Estudios Generales	3	0	0	3			
<b>NOVENO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		13	5	5	16	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		23				

EP1420	Cursos en Cooperación I <sup>1</sup>	-	-	-	3	EC2178 y EC2721		
<b>PERIODO INTENSIVO (OPCIONAL)</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		-	-	-	3	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		-				

<sup>1</sup> Pasantía corta opcional que equivale a una asignatura electiva.

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Septiembre 2005

CUARTO AÑO

CODIGO	ASIGNATURA	T	P	L	U	REQUISITOS		
EC2422	Comunicaciones I	3	0	2	4	EC1421 y PS2315		
EC2322	Teoría de Ondas	3	2	0	3	EC1311		
EC3179	Electrónica de los Sistemas de Adquisición, Procesamiento y Control Industrial I	3	2	0	3	EC2178		
EC3881	Laboratorio de Proyectos I	1	0	6	4	EC2178 y CE2562		
<b>DECIMO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		10	4	8	14	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		22				

EC3423	Comunicaciones II	3	0	2	4	EC2422		
PS2322	Sistemas de Control I	3	1	2	4	EC1421 y PS2315		
EC4179	Electrónica de los Sistemas de Adquisición, Procesamiento y Control Industrial II	3	2	0	3	EC3179		
EC3882	Laboratorio de Proyectos II	1	0	6	4	EC3881 y EC3179		
<b>DECIMO PRIMER TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		10	3	10	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		23				

PS2323	Sistemas de Control II	3	0	2	4	PS2322		
CE3122	Evaluación de Proyectos	3	0	0	3	CE2562		
EC3883	Laboratorio de Proyectos III	1	0	6	4	EC3882 y EC4179		
	Estudios Generales	3	0	0	3			
<b>DECIMO SEGUNDO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		10	0	8	14	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		18				

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Septiembre 2005

QUINTO AÑO

MODALIDAD
CURSOS EN COOPERACION

CODIGO	ASIGNATURA	T	P	L	U	REQUISITOS		
EP3420	Cursos en Cooperación II	-	-	-	9	EC3883		
<b>DECIMO TERCER TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		-	-	-	9	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		-				

EC4434	Fundamentos de Radiocomunicaciones	3	0	2	4	EC2322 y EC3423		
EC5751	Redes de Computadoras	3	0	0	3	EC3731 y EC2422		
EC3173	Dispositivos Electrónicos	3	1	0	3	FS2213 y EC2178		
	Electiva	3	0	0	3			
	Estudios Generales	3	0	0	3			
<b>DECIMO CUARTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		15	1	2	16	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		18				

	Electiva	3	0	0	3			
	Electiva	3	0	0	3			
	Electiva	3	0	0	3			
	Electiva	3	0	0	3			
	Electiva	3	0	0	3			
<b>DECIMO QUINTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>		15	0	0	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>		15				

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Septiembre 2005

QUINTO AÑO

MODALIDAD
PROYECTO DE GRADO

CODIGO	ASIGNATURA	T	P	L	U	REQUISITOS				
EP1206	Proyecto de Grado	-	-	-	3	EC3883				
EC4434	Fundamentos de Radiocomunicaciones	3	0	2	4	EC2322 y EC3423				
EC5751	Redes de Computadoras	3	0	0	3	EC3731 y EC2422				
EC3173	Dispositivos Electrónicos	3	1	0	3	FS2213 y EC2178				
<b>DECIMO TERCER TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>				9	1	2	13	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>				12				

EP2206	Proyecto de Grado	-	-	-	3	EP1206				
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
	Estudios Generales	3	0	0	3					
<b>DECIMO CUARTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>				12	0	0	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>				12				

EP3206	Proyecto de Grado	-	-	-	3	EP2206				
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
<b>DECIMO QUINTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>				9	0	0	12	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>				9				

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Septiembre 2005

QUINTO AÑO

MODALIDAD
PROYECTO DE GRADO A DEDICACIÓN EXCLUSIVA

CODIGO	ASIGNATURA	T	P	L	U	REQUISITOS				
EP5406	Proyecto de Grado a Dedicación Exclusiva	-	-	-	9	EC3883				
<b>DECIMO TERCER TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>				-	-	-	9	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>				-				

EC4434	Fundamentos de Radiocomunicaciones	3	0	2	4	EC2322 y EC3423				
EC5751	Redes de Computadoras	3	0	0	3	EC3731 y EC2422				
EC3173	Dispositivos Electrónicos	3	1	0	3	FS2213 y EC2178				
	Electiva	3	0	0	3					
	Estudios Generales	3	0	0	3					
<b>DECIMO CUARTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>				15	1	2	16	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>				18				

	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
	Electiva	3	0	0	3					
<b>DECIMO QUINTO TRIMESTRE</b>		<b>TOTAL HORAS</b>				15	0	0	15	<b>TOTAL UNIDADES</b>
		<b>HORAS POR SEMANA</b>				15				

<b>UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR</b> VICERRECTORADO ACADÉMICO
<b>DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>
<b>INGENIERIA ELECTRONICA (0600)</b>
<b>VIGENCIA: Abril 2006</b>

<b>ASIGNATURAS ELECTIVAS</b>
------------------------------

Código	Area: CIRCUITOS Y SISTEMAS DIGITALES	Créditos	Requisitos
EC5701	Tópicos Especiales en Digitales	3	EC3731 ó EC3781
EC5711	Sistemas Digitales I	4	EC3731 ó EC3781
EC5723	Algoritmos Genéticos	3	EC3731 ó EC3781
EC5744	Arquitecturas Adaptadas al Procesamiento de Señales	4	EC3731 ó EC3781
EC5745	Procesamiento Concurrente Asíncrono	4	EC3731 ó EC3781
EC5771	Microcomputadores I	4	EC3731 ó EC3781

Código	Area: TELECOMUNICACIONES	Créditos	Requisitos
EC4432	Comunicaciones Móviles	3	EC4434
EC4433	Gerencia de las Telecomunicaciones	3	(EC3413 ó EC3423) y EC2322
EC4451	Introducción a los Sistemas Telefónicos	3	(EC3413 ó EC3423) y EC2322
EC4471	Tópicos en Comunicaciones Digitales	3	EC3423 ó EC1482
EC5433	Sistemas de Comunicaciones Satelitales	3	EC4434
EC5441	Televisión I	5	EC3413 y EC2322
EC5442	Televisión II	5	EC5441
EC5451	Redes Inalámbricas de Datos	3	EC3423
EC5452	Interconexión de Redes	3	EC5751
EC5474	Comunicaciones Ópticas	3	EC2322 y (EC3423 ó EC3413)
EC6404	Redes de banda ancha	3	P. C. y EC5452

Código	Area: SEÑALES Y SISTEMAS	Créditos	Requisitos
CO5311	Teoría de las decisiones	4	CO3121 ó CO3131
CO3311	Estadística	3	CO3121 ó CO3131
CO3312	Taller de estadística	2	CO3121 ó CO3131
EC4514	Electroacústica	3	EC1421 ó EC1411
EC4515	Audio Digital	3	EC3423 ó EC3413
EC4516	Multimedia: Video e imágenes digitales	3	EC3423 ó EC1482

Código	Area: SISTEMAS ELECTRONICOS DE POTENCIA	Créditos	Requisitos
EC5132	Sistemas Electrónicos de Alimentación I	3	EC4179 ó (EC2169 y EC2171)
EC5133	Sistemas Electrónicos de Alimentación II	3	EC5132
EC5136	Actuadores electromecánicos para Mecatrónica	3	EC4179
EC5138	Sist. Electrónicos de Aliment. / Fuentes alternas de energía	3	EC4179 ó (EC2169 y EC2171)
EC5181	Lab. de Dispositivos Electrónicos de Potencia I	3	EC4179
EC5182	Lab. de Dispositivos Electrónicos de Potencia II	3	EC4179

<b>UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR</b> VICERRECTORADO ACADÉMICO
<b>DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>
<b>INGENIERIA ELECTRONICA (0600)</b>
<b>VIGENCIA: Abril 2006</b>

<b>ASIGNATURAS ELECTIVAS</b>
------------------------------

Código	Área: CIRCUITOS ELECTRONICOS ANALOGICOS	Créditos	Requisitos
EC5141	Amplificadores de Alta Frecuencia	5	(EC4179 ó EC2169) y EC2322
EC5142	Síntesis de Redes Activas	3	EC3179 ó (EC2171 y EC2169)
EC5143	Amplificadores de Alta Frecuencia II	5	EC5141

Código	Área: COMPUTACIÓN	Créditos	Requisitos
EC5721	Redes Neuronales	3	EC3731 ó EC3781
EC5722	Visión Artificial	3	EC3731 ó EC3781
EC5723	Algoritmos Genéticos	3	EC3731 ó EC3781

Código	Área: ELECTROMAGNETISMO	Créditos	Requisitos
EC5333	Introducción a las Microondas y sus Aplicaciones	3	EC2322
EC5344	Radiación y Antenas	3	EC2322

Código	Área: MECATRÓNICA Y ROBÓTICA	Créditos	Requisitos
CT4431	Introducción a la Robótica	4	EC3731
EC5811	Fundamentos de Mecatrónica I	4	EC3883 ó EC3184

Código	Área: DISEÑO AUTOMOTRIZ (PROYECTO F-SAE)	Créditos	Requisitos
EP2602	Diseño automotriz I	3	P. C.
EP2702	Diseño automotriz II	3	P. C.
EP2802	Diseño automotriz III	3	P. C.

Código	Área: MICROELECTRÓNICA	Créditos	Requisitos
EC5151	Tecnología de Microelectrónica	3	EC3179 ó (EC2169 y EC2171)
EC5152	Circuitos Integrados Lineales MOS y Bipolares	3	EC3179 ó EC2169
EC5153	Diseño de Circuitos Integrados Digitales	3	EC3173 y (EC3179 ó EC2171)

Código	Área: ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	Créditos	Requisitos
CT4321	Accionamientos Eléctricos	3	PS2322
EC5536	Adquisición de Datos Industriales	3	(EC3423 ó EC3413) y (EC3179 ó EC2171)
EC5537	Instrumentación Industrial I	3	(PS2322 ó PS2316) y (EC3179 ó EC2171)
EC5538	Ingeniería de Instrumentación	3	EC5537

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR VICERRECTORADO ACADÉMICO
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PLAN DE ESTUDIOS
INGENIERIA ELECTRONICA (0600)
VIGENCIA: Abril 2006

ASIGNATURAS ELECTIVAS
-----------------------

Código	Área: BIOELECTRONICA	Créditos	Requisitos
EC5613	Electrónica Biomédica	3	EC3179 o EC3185
EC5621	Señales e Imágenes en Medicina	3	Ec3423
EC5623	Telemedicina	3	EC5751
PB5611	Introducción a la Bioingeniería	3	120 créditos
PB5632	Bioelectricidad	4	P. C.
PB5643	Radiaciones Biológicas y Médicas	3	P. C.
PB5671	Proyectos Tecnológicos en Hospitales	3	P. C.
PB6652	Proyectos Tecnológicos en Hospitales II	3	PB5671
PB6613	Principios de Biofísica y Bioingeniería	3	PB5611 y P. C.
PB6643	Principios de Biorradiaciones	3	P. C.

Código	Área: CONTROL DE PROCESOS	Créditos	Requisitos
PS2121	Introducción a la Investigación de Operaciones	4	MA3111 y CI2126
PS4120	Dinámica de Sistemas	3	CO3131
PS4317	Modelación y Simulación de Sistemas	3	PS2323 ó PS2316
PS4326	Sistemas para la Automatización Industrial	3	PS2322 ó PS1314
PS5118	Logística y Administración de la Productividad	3	150 Créditos
PS5311	Control Digital	3	PS2323 ó PS2316
PS5315	Lógica y Controladores Programables	3	(PS2316 ó PS2323) y (EC3721 o EC3731)
PS5319	Introducción al control con lógica difusa	3	PS2323 ó PS2316
PS5321	Sistemas de comunicaciones industriales I	3	PS2323 ó PS2316
PS5324	Control predictivo basado en modelos	3	PS2323 ó PS2316

Código	Área: CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES	Créditos	Requisitos
CS5111	Desarrollo Gerencial y Liderazgo	3	160 Créditos
CE3114	Economía de la Empresa	3	70 Créditos
CE3115	Teoría Administrativa I	3	70 Créditos
CE3251	Contabilidad Gerencial	3	75 Créditos
CE3417	Diagnostico Económico de Empresa	3	120Créditos
CE3418	Introducción al Mercadeo	3	120 Créditos
CE3419	Introducción a la Gerencia	3	
CE3421	Finanzas Corporativas	3	CE3251
CE3422	El Emprendedor y el desarrollo de Nuevos Negocios	3	
CE4118	Estadística Industrial	3	150 Créditos
CE4121	Estadística Gerencial	3	120 Créditos
CE4252	Administración Finanzas y Contabilidad	3	CE3251
CE4254	Administración de Mercados	3	CE3251
CE4255	Administración de Personal	3	150 Créditos
CE4257	Formación y Dirección de una Pequeña Industria	3	150 Créditos
CE4263	Diagnóstico Tecnológico de la Empresa	3	

<b>UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR</b> VICERRECTORADO ACADÉMICO
<b>DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES</b>
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>
<b>INGENIERIA ELECTRONICA (0600)</b>
<b>VIGENCIA: Abril 2006</b>

<b>ASIGNATURAS ELECTIVAS</b>
------------------------------

Código	Area: FOTONICA	Créditos	Requisitos
EC5154	Dispositivos Optoelectrónicos	3	EC3173

Código	Area: IDIOMAS	Créditos	Requisitos
ID4124	Inglés para Ingeniería Eléctrica y Electrónica	3	ID1113 y 120 Créditos
ID5124	Inglés para presentaciones Científicas	3	ID1113 Y 120 Créditos

Código	TEMAS ESPECIALES	Créditos	Requisitos
EC5801	Tópicos especiales I	3	P. C.
EC5802	Tópicos especiales II	3	P. C.
EC5803	Tópicos especiales III	4	P. C.
EC5804	Tópicos especiales IV	4	P. C.
EC5805	Tópicos especiales V	3	P. C.
EC5806	Tópicos especiales VI	4	P. C.

**PLAN DE ESTUDIOS 2004 - LICENCIATURA DE COMPUTACIÓN**  
(Aprobado en Enero 2005 por Consejo Universitario)

Sem	Cod	Asignatura	HT	HP	HL	UC	Prelaciones
<b>I</b>	<b>6201</b>	<b>Algoritmos y Programación</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
	<b>6301</b>	<b>Introducción a la Informática</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
	<b>8206</b>	<b>Matemáticas I</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	
	<b>6106</b>	<b>Matemáticas Discretas I</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>4</b>	
		<b>Totales</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	
<b>II</b>	6202	Algoritmos y Estructuras de	4	2		5	6201
	6001	Datos	4	2	2	6	6101
	8207	Organización y Estructura del Computador I	4	4		6	8206
	6107	Matemáticas II Matemáticas Discretas II	3	2		4	6106
		<b>Totales</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>21</b>	
<b>III</b>	6203	Ingeniería del Software	4	2		5	6202, 6301
	6002	Organización y Estructura del Computador II	4	2		5	6001, 6201
	8208	Matemáticas III	4	4		6	8207
	(*)	Inglés I	3		2	4	
		<b>Totales</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	
<b>IV</b>	6004	Sistemas Operativos	4	2	2	6	6002, 6202
	6303	Bases de Datos	4	2		5	6203, 6107
	6104	Probabilidad y Estadística	4	2		5	8208, 6202, 6107
	6108	Matemáticas Discretas III	3	2		4	6202, 8207, 6107
	(*)	Inglés II	3		2	4	
		<b>Totales</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	
<b>V</b>	6204	Lenguajes de Programación	4	2		5	6203, 6002, 6108
	6302	Sistemas de Información	4	2		5	6203
	6003	Comunicación de Datos	4	2	3	6	6002, 6202, 8208
	6105	Cálculo Científico	4	2		5	8208, 6202
		<b>Totales</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>21</b>	
<b>VI</b>		Obligatoria Optativa	4	2		5	
		Obligatoria Optativa	4	2		5	
	(*)	Complementaria	3			3	
		Optativa (opción 1)				5	
		<b>Totales</b>	<b>11</b>	<b>4</b>		<b>18</b>	

Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación

Sem	Cod	Asignatura	HT	HP	HL	UC	Prelaciones
VII		Optativa (opción 1)				5	
		Optativa (opción 2)				5	
		Electiva				5	
	(*)	Laboratorio				3	
<b>Totales</b>						18	
VIII		Optativa (opción 1)				5	
		Optativa (opción 2)				5	
	6403	Pasantía				5	
	(*)	Complementaria				3	
<b>Totales</b>						18	
IX		Optativa (opción 2)				5	
		Electiva				5	
	(*)	Complementaria				3	
		Seminario				5	
<b>Totales</b>						18	
X		Trabajo Especial de Grado				15	
<b>TOTAL GENERAL:</b>						<b>193</b>	
<p>HT: Horas Teoría; HP: Horas Práctica; HL: Horas Laboratorio o Taller; UC: Unidades Créditos            (*): Indica posible ubicación de semestre, pudiendo variar de acuerdo a las elecciones del alumno            (**): Los requerimientos son dependientes de la asignatura</p>							

## ANEXO 12

- UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA (ESCUELA DE COMPUTACIÓN)



### Materias y Programación Docente

Obligatoria	Código	U.C.	Semestre	Grupo Docente
<a href="#">Algoritmos y Programación</a>	6201	6	1	
<a href="#">Introducción a la Informática</a>	6301	4	1	
<a href="#">Matemática I</a>	8206	6	1	
<a href="#">Matemáticas Discretas I</a>	6106	4	1	
<a href="#">Algoritmos y Estructuras de Datos</a>	6202	5	2	
<a href="#">Matemática II</a>	8207	6	2	
<a href="#">Matemáticas Discretas II</a>	6107	4	2	
<a href="#">Organización y Estructura del Computador I</a>	6001	6	2	
<a href="#">Ingeniería de Software</a>	6202	5	3	
<a href="#">Inglés I</a>	0030	3	3	

<a href="#">Matemática III</a>	8208	6	3	
<a href="#">Organización y Estructura del Computador II</a>	6001	5	3	
<a href="#">Base de Datos</a>	6303	5	4	
<a href="#">Inglés II</a>	0031	3	4	
<a href="#">Matemáticas Discretas III</a>	6108	4	4	
<a href="#">Probabilidad y Estadísticas</a>	6104	5	4	
<a href="#">Sistemas Operativos</a>	6004	6	4	
<a href="#">Cálculo Científico</a>	6105	5	5	
<a href="#">Comunicación de Datos</a>	6003	6	5	
<a href="#">Lenguajes de Programación</a>	6204	5	5	
<a href="#">Sistemas de Información</a>	6302	5	5	
<a href="#">Administración de Bases de Datos</a>	6311	5	6	
<a href="#">Aplicaciones con Tecnología Internet</a>	6221	5	6	
<a href="#">Interacción Humano-Computador</a>	6211	5	6	
<a href="#">Redes de Computadoras</a>	6011	6	6	
<a href="#">Administración de Redes y Sistemas</a>	6021	5	7+	
<a href="#">Agentes Inteligentes</a>	6330	5	7+	
<a href="#">Algoritmos Distribuidos</a>	6222	5	7+	
<a href="#">Almacenes de Datos</a>	6345	5	7+	
<a href="#">Análisis de Sistemas de Información</a>	6321	5	7+	
<a href="#">Aplicaciones con Objetos Distribuidos</a>	6245	5	7+	
<a href="#">Aplicaciones con Tecnología Internet II</a>	6246	5	7+	
<a href="#">Base de Datos Orientada a Objetos</a>	6324	5	7+	
<a href="#">Cálculo Científico II</a>	6122	5	7+	
<a href="#">Comercio Electrónico</a>	6023	5	7+	

<a href="#">Construcción de Sistemas de Información</a>	6323	5	7+	
<a href="#">Diseño de Redes</a>	6024	5	7+	
<a href="#">Diseño de Sistemas de Información</a>	6322	5	7+	
<a href="#">Enseñanza Asistida por Computador</a>	6242	5	7+	
<a href="#">Fundamentos de Computación Gráfica</a>	6231	5	7+	
<a href="#">Fundamentos de Programación Paralela</a>	6025	5	7+	
<a href="#">Innovación Tecnológica</a>	6332	5	7+	
<a href="#">Inteligencia Artificial</a>	6325	5	7+	
<a href="#">Introducción a la Computación Gráfica</a>	6224	5	7+	
<a href="#">Lenguajes y Compiladores</a>	6212	5	7+	
<a href="#">Métodos Numéricos en Optimización</a>	6141	5	7+	
<a href="#">Minería de Datos</a>	6213	5	7+	
<a href="#">Planificación Estratégica de Sistemas</a>	6321	5	7+	
<a href="#">Procesamiento Digital de Imágenes</a>	6232	5	7+	
<a href="#">Redes Móviles e Inalámbricas</a>	6045	5	7+	
<a href="#">Seguridad Avanzada</a>	6044	5	7+	
<a href="#">Seguridad de Sistemas de Redes</a>	6022	5	7+	
<a href="#">Sistema de Bases de Datos Distribuidas</a>	6346	5	7+	
<a href="#">Técnicas Avanzadas de Programación</a>	6226	5	7+	
<a href="#">Teorías de Colas y Simulaciones</a>	6111	5	7+	
<a href="#">Tópicos en Computación Gráfica</a>	6244	5	7+	
<a href="#">Tópicos en Inteligencia Artificial</a>	6329	5	7+	

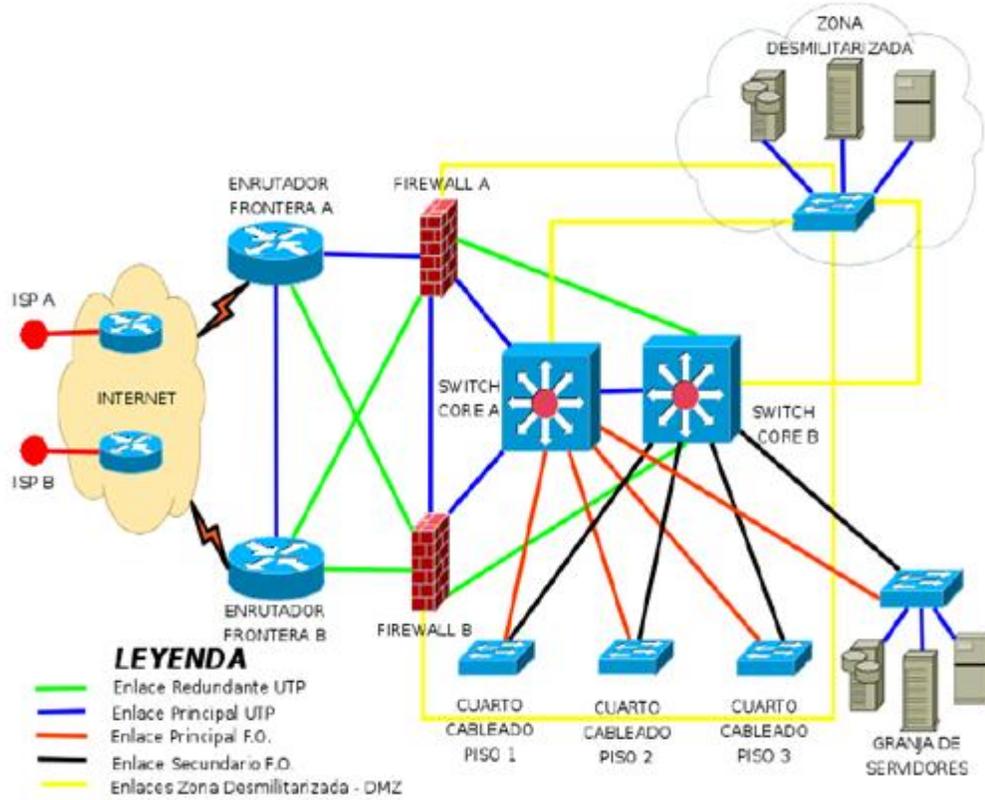
<a href="#">Laboratorio de Aplicaciones Distribuidas</a>	6530	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Base de Datos</a>	6536	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Cálculo Científico</a>	6530	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Desarrollo de Software</a>	6530	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Desarrollo Web</a>	6530	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Diseño Digital</a>	6533	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Tecnología Internet</a>	6530	3	7+	
<a href="#">Laboratorio de Windows/Linux (SO)</a>	6534	3	7+	
<a href="#">Laboratorio Redes</a>	6532	3	7+	



Sitio Web Escuela de Computación · Facultad de Ciencias · Universidad Central de Venezuela © 2007-2008  
 (58 212) 605.1132 / 1258 / 1042 (fax) · Av. Los Ilustres, Los Chaguaramos, Caracas. ZP 1040.

Optimizado para los navegadores Firefox, Opera, Safari e IExplorer 7 | Resolución mínima 800x600

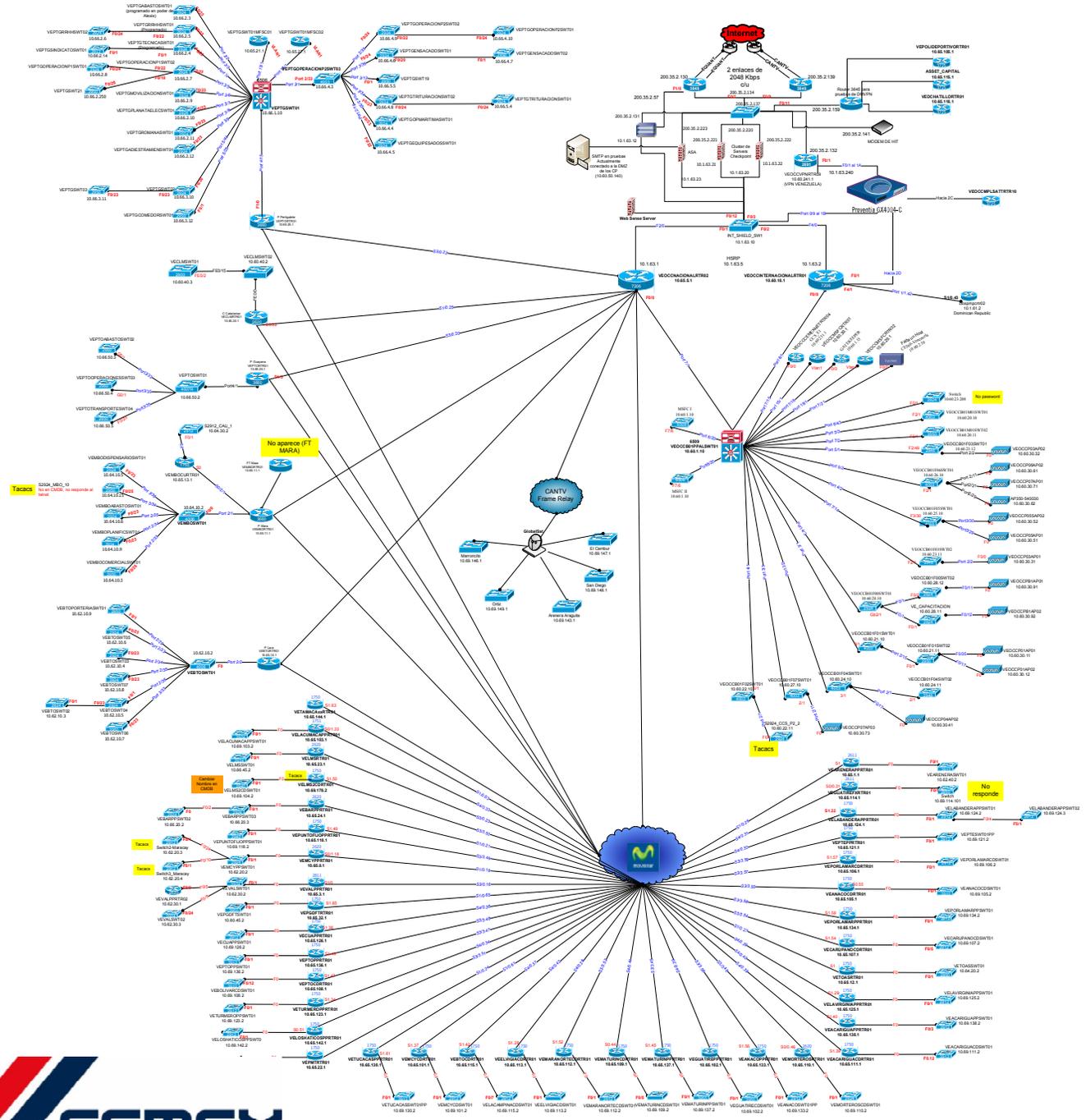




Topología Lógica Red de Datos Corp



Esquema de Servicios Internos





# Programa de Cooperación Interfacultades

## UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA - UCV

### CALENDARIOS DE CLASES POR FACULTAD

FACULTAD	INSCRIP.	INICIO	FACULTAD	INSCRIP.	INICIO
<b>ARQUITECTURA</b> Escuela de Arquitectura	Enero (Ver cartelera)	Enero (Ver cartelera)	<b>CIENCIAS ECONOMICAS Y SOCIALES</b> Antropología, Economía, Estudios Internacionales, Estadística y ciencias actuariales, Trabajo social	Enero (Ver cartelera)	Febrero (Ver cartelera)
<b>CIENCIAS</b>	15/02/11	28/02/11		Administración y contaduría, Sociología,	Enero (Ver cartelera)
<b>HUMANIDADES Y EDUCACIÓN</b> Escuelas de Artes, Bibliotecología y Archivología, Psicología, Geografía, Historia, Filosofía, Comunicación Social, Letras y Coord. Académica, Escuela de Educación	14 al 18/02/11	21/02/11	<b>INGENIERIA</b>	Febrero-Marzo (Ver cartelera)	14/03/11
<b>CIENCIAS JURÍDICAS Y POLÍTICAS</b> Escuela de Estudios Políticos	Febrero (Ver cartelera)	Marzo (Ver cartelera)	<b>CENAMB</b>	Enero (Ver cartelera)	14/02/11
<b>ODONTOLOGÍA</b>	Enero (Ver cartelera)	Enero (Ver cartelera)	<b>CEM</b>	Enero (Ver cartelera)	14/02/11
			<b>CUERPO DE BOMBEROS</b>	Enero (Ver cartelera)	14/02/11

## FACULTAD DE CIENCIAS

### COORDINACIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS

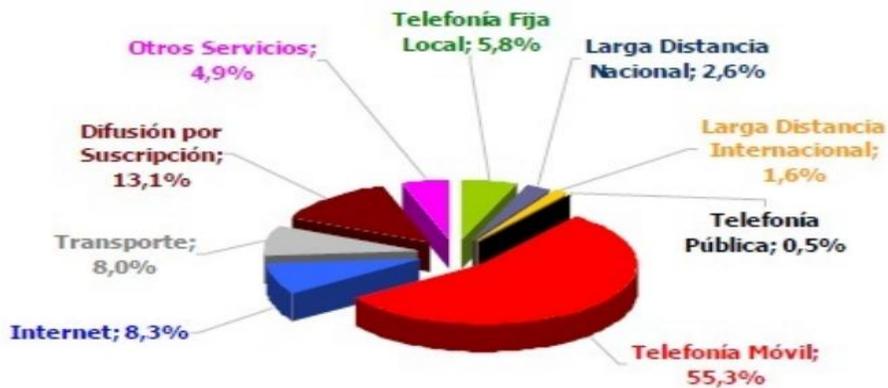
ASIGNATURA	PROFESOR	T	HORARIO	UC
Técnicas y recursos para el aprendizaje.	Maritza Escobar		Ver cartelera	3
Riesgos cotidianos de Ecosistema humano.	Leyla Zambrano		Ver cartelera	3
Epistemología I.	Rafael Bonyorno		Ver cartelera	3
Actividad coral	Eduardo Arias		Ver cartelera	3
Deportes I.	Indhara Guevara		Ver cartelera	2
Teoría y enseñanza de la ciencia.	Giovanna Lombardi		Ver cartelera	3
Bioética.	Izaskun Petralanda		Ver cartelera	3
Ciencia y Sociedad: La perspectiva ética profesional.	Izaskun Petralanda.		Ver cartelera	3
Filosofía de la ciencia.	Rafael Bonyorno		Ver cartelera	3
Matemática I.	Mariela Castillo		Ver cartelera	6
Elementos de las matemáticas.	Mariela Castillo		Ver cartelera	6

## ANEXO 15

- **CRECIMIENTO DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL PAÍS**



**Total Ingresos Operativos  
II Trimestre 2010.**



**Total Ingresos Operativos  
II Trimestre 2011.**

Fuente: CONATEL.

## ANEXO 16

- CONDICIONES DE SELECCIÓN DEL CABLEADO ELÉCTRICO.

Tabla 310.16 Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86°F).

Calibre de los Conductores	Regimen de Temperatura del Conductor (véase la Tabla 310.13)						Calibre de los Conductores
	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
AWG/ kcmil	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG/ kcmil
18	----	----	14	----	----	----	----
16	----	----	18	----	----	----	----
14*	20	20	25	----	----	----	----
12*	25	25	30	20	20	25	12*
10*	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
Temp. Ambiente (°C)	Para Temperatura Ambiente Distintas de 30°C, (86°F): se Multiplican las Ampacidades Anteriores por los Factores Apropriados Siguietes:						Temp. Ambiente (°F)
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	----	0.58	0.71	----	0.58	0.71	132-140
61-70	----	0.33	0.58	----	0.33	0.58	141-158
71-80	----	----	0.41	----	----	0.41	159-176

Nota: \* Véase 240.4 (D)

Fuente: Código Eléctrico Nacional 200:2004.

## VALORES DE IMPEDANCIA DISTRIBUIDA EN CABLEADO ELÉCTRICO SEGÚN SU CALIBRE

Tabla 9 Resistencia y Reactancia de Corriente Alterna (ca) para Cables de 600 Voltios, 3 Fases, 60 Hz, 75°C (167°F) -  
 □ Tres Conductores Sencillos en Conducto.

Calibre (AWG ó kcmil)	Ohmios al Neutro por 100 pies														Calibre (AWG ó kcmil)		
	X <sub>L</sub> Reactancia de Conductores		Resistencia ca de Conductores de Cobre Sin Recubrir					Resistencia ca de Conductores de Aluminio					Impedancia Z Eficaz a FP = 0,85 de Conductores de Cobre Sin Recubrir			Impedancia (Z) Eficaz a FP = 0,85 para Conductores de Aluminio	
	Ductos de PVC y Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero	Ductos de PVC	Ductos de Aluminio	Ductos de Acero			
14	0,190 0,058	0,240 0,073	10,2 3,1	10,2 3,1	10,2 3,1	- -	- -	- -	8,9 2,7	8,9 2,7	8,9 2,7	- -	- -	- -	14		
12	0,177 0,054	0,223 0,068	6,6 2,0	6,6 2,0	6,6 2,0	10,5 3,2	10,5 3,2	10,5 3,2	5,6 1,7	5,6 1,7	5,6 1,7	9,3 2,8	9,2 2,8	9,2 2,8	12		
10	0,164 0,050	0,207 0,063	3,9 1,2	3,9 1,2	3,9 1,2	6,6 2,0	6,6 2,0	6,6 2,0	3,6 1,1	3,6 1,1	3,6 1,1	5,9 1,8	5,9 1,8	5,9 1,8	10		
8	0,171 0,052	0,213 0,065	2,56 0,78	2,56 0,78	2,56 0,78	4,3 1,3	4,3 1,3	4,3 1,3	2,26 0,69	2,26 0,69	2,30 0,70	3,6 1,1	3,6 1,1	3,6 1,1	8		
6	0,167 0,051	0,210 0,064	1,61 0,49	1,61 0,49	1,61 0,49	2,66 0,81	2,66 0,81	2,66 0,81	1,44 0,44	1,48 0,45	1,48 0,45	2,33 0,71	2,36 0,72	2,36 0,72	6		
4	0,157 0,048	0,197 0,060	1,02 0,31	1,02 0,31	1,02 0,31	1,67 0,51	1,67 0,51	1,67 0,51	0,95 0,29	0,95 0,29	0,98 0,30	1,51 0,46	1,51 0,46	1,51 0,46	4		
3	0,154 0,047	0,194 0,059	0,82 0,25	0,82 0,25	0,82 0,25	1,31 0,40	1,35 0,41	1,31 0,40	0,75 0,23	0,79 0,24	0,79 0,24	1,21 0,37	1,21 0,37	1,21 0,37	3		
2	0,148 0,045	0,187 0,057	0,62 0,19	0,66 0,20	0,66 0,20	1,05 0,32	1,05 0,32	1,05 0,32	0,62 0,19	0,62 0,19	0,66 0,20	0,98 0,30	0,98 0,30	0,98 0,30	2		
1	0,151 0,046	0,187 0,057	0,49 0,15	0,52 0,16	0,52 0,16	0,82 0,25	0,85 0,26	0,82 0,25	0,52 0,16	0,52 0,16	0,52 0,16	0,79 0,24	0,79 0,24	0,82 0,25	1		
1/0	0,144 0,044	0,180 0,055	0,39 0,12	0,43 0,13	0,39 0,12	0,66 0,20	0,69 0,21	0,66 0,20	0,43 0,13	0,43 0,13	0,43 0,13	0,62 0,19	0,66 0,20	0,66 0,20	1/0		
	0,141	0,177	0,33	0,33	0,33	0,52	0,52	0,52	0,36	0,36	0,36	0,52	0,52	0,52	2/0		

## ANEXO 17

- CONDICIONES ESTABLECIDAS EN LA NORMA QUE RIGE EL CABLEADO ESTRUCTURADO.

### DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN DE CABLEADO DE RED RESPECTO AL CABLEADO ELÉCTRICO

Cableado de AC, < 480 V Condición	Distancia Mínima de separación		
	< 2 kVA	2 – 5 kVA	>5 kVA
Líneas de energía sin blindaje o equipos eléctricos cercanos a rutas abiertas o no metálicas.	127 mm (5 pulg)	305 mm (12 pulg)	610 mm (24 pulg)
Líneas de energía sin blindaje o equipos eléctricos cercanos a una ruta formada por un conductor de metal conectado a tierra.	64 mm (2.5 pulg)	152 mm (6 pulg)	305 mm (12 pulg)
Líneas de energía contenidas en un conducto de metal conectado a tierra (o un blindaje equivalente) cercanas a una ruta formada por un conducto de metal conectado a tierra.	-- --	76 mm (3 pulg)	152 mm (6pulg)

Fuente: Estándar ANSI/TIA/EIA – 569-B.

### MEDIDA DE TUBERÍA PARA CABLE UTP

Medida de la tubería en pulgadas		Número de cables. Diámetro externo del cable UTP: 6,1 mm (0,24 pulgadas)
cm	pulgadas	
1.6	1/2	0
2.1	3/4	3
2.7	1	6
3.5	1 1/4	10
4.1	1 1/2	15
5.3	2	20
6.3	2 1/2	30
7.8	3	40

Fuente: Estándar ANSI/TIA/EIA – 569-B.