



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

“Análisis y estudio para el mejoramiento del laboratorio de telecomunicaciones de  
la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo”

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

ELABORADO POR:

Gerardo Alfonso Berrones Franco

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE DE 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Gerardo Alfonso Berrones F. como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.**

Guayaquil, Septiembre de 2013

Ing. Néstor Zamora

**DIRECTOR**

Ing. Washington Medina

**REVISOR**

Ing. Pedro Tutiven

**REVISOR**

Ing. Armando Heras

**DIRECTOR DE CARRERA**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

### DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

GERARDO ALFONSO BERRONES FRANCO

#### DECLARA QUE:

El proyecto de grado denominado “Análisis y estudio para el mejoramiento del laboratorio de telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo”, ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Guayaquil, Septiembre de 2013

Gerardo Alfonso Berrones Franco.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

## INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

### AUTORIZACIÓN

Autorizan a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: “Análisis y estudio para el mejoramiento del laboratorio de telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Septiembre de 2013

GERARDO ALFONSO BERRONES FRANCO

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por ser fuente suprema de toda sabiduría y ser la luz y guía de este, mi propósito así como la fuerza que inspira mi camino.

A mi familia, por ser los pilares fundamentales para alcanzar tan anhelado triunfo, que representa el final de una de las etapas más importantes de mi vida y el inicio de otras que serán aún más enriquecedores.

Por último un agradecimiento especial a las personas que en esta etapa final de formación profesional han colaborado directamente con la supervisión, realización y corrección de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

Es justo en estos momentos donde una persona puede darse cuenta que efectivamente han pasado los años, y solo uno mismo decide si estos pasan en vano o son realmente aprovechados.

La Vida trae consigo momentos buenos y no tan buenos, y es ahí donde reconoces a quienes siempre estarán a tu lado para brindarte una mano amiga, es por ello que quiero agradecer a quienes en todo momento han sido mi apoyo y guía.

Esta tesis se la dedico con todo mi amor y cariño a Dios que nos dio la oportunidad de vivir y de concederme una familia preciosa.

Adicionalmente dedico esta tesis a mis padres quienes siempre confiaron en mí ciegamente, son y serán mi guía en todo momento gracias por apoyarme en todos mis proyectos y por ser mis mejores amigos.

De manera especial a mi tío el Ingeniero Washington Ricardo Berrones Hernández y a mi sobrina Deborah Elizabeth Carvajal Berrones un agradecimiento y dedicatoria por el cariño, apoyo y fuerzas durante mi carrera Universitaria.

**Gerardo Alfonso Berrones Franco**

## RESUMEN

En la actualidad el crecimiento y cambio tecnológico en los diferentes dispositivos electrónicos existente obliga a que las instituciones educativas de nivel superior dispongan de verdaderos laboratorios para el aprendizaje práctico, es por cuya razón que la idea de esta tesis es realizar un estudio y caracterizar las necesidades actuales más importantes que tiene el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G.

En el primer capítulo de la tesis se realiza un abordaje a los aspectos generales del estudio, planteamiento y delimitación del problema como también la justificación y los objetivos tanto generales como específicos.

En el segundo capítulo se describe los aspectos de los fundamentos teóricos y conceptos básicos del estudio, como también se realiza una síntesis de todas las asignaturas de la malla curricular de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones.

En el tercer y cuarto capítulo se reseña la metodología utilizada en la tesis , se realiza un reconocimiento previo de lo que actualmente integra el laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad, se buscó alternativas y se proporcionó recomendaciones que ayuden a mejorar el Laboratorio, sustentado primero en la malla curricular que actualmente posee la carrera y segundo en un estudio de mercado investigativo que nos permitió conocer que poseen y ofrecen otras instituciones educativas de nivel superior en la ciudad de Guayaquil en la misma carrera.

## **ABSTRACT**

At present growth and technological change in the different existing electronic devices requires that educational institutions of higher education have of real laboratories for practical learning, is for which reason the idea of this thesis is to study and characterize the needs most important current having the Telecommunications Laboratory of the Faculty of Technical Education for the Development of UCSG.

In the first chapter of the thesis an approach to the general aspects of the study approach and delimitation of the problem as well as the rationale and both general and specific objectives is performed.

In the second chapter aspects of the theoretical foundations and basic concepts of the study is described as a synthesis of all subjects of the curriculum of engineering degree in telecommunications is also performed.

In the third and fourth chapter the methodology used in the thesis review , a preliminary recognition of what is currently a member of the Telecommunications Laboratory School is done , alternatives are sought and recommendations to help improve the Laboratory is provided , based first the curriculum that currently owns the race and second in a study of market research that have allowed us to meet and provide other educational institutions of higher learning in the city of Guayaquil in the same race .



# ÍNDICE DE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	15
ANTECEDENTES .....	16
<b>CAPITULO 1</b> .....	<b>17</b>
1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
1.1.1. Delimitación del problema .....	17
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. Objetivo General.....	18
1.3.2. Objetivos Específicos .....	18
1.4. HIPÒTESIS.....	19
<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>20</b>
2. EXPOSICIÓN FUNDAMENTADA.....	20
2.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	20
2.1.1. Definición de Laboratorio de Telecomunicaciones .....	20
2.1.2. Programa profesional de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones. ....	20
2.1.3. Asignaturas Básicas específicas campo de la investigación en telecomunica .....	20
2.1.3.1. Asignatura de Teoría Electromagnética .....	20
2.1.3.2. Asignatura de Matlab y Autocad.....	22
2.1.3.3. Asignatura Planta Externa.....	24
2.1.3.4. Asignatura de Antenas y Propagación .....	25
2.1.3.5. Asignatura de análisis de Señales y Sistemas .....	27
2.1.3.6. Asignatura de Conmutación y tráfico telefónico .....	28
2.1.3.7. Asignatura de Fundamento de comunicación .....	30
2.1.4. Asignaturas Profesional campo de la Investigación en Telecomunicaciones .....	32
2.1.4.1. Comunicaciones inalámbricas.....	32
2.1.4.2. Líneas de transmisión .....	33
2.1.4.3. Instrumentación virtual .....	35
2.1.4.4. Sistemas telemáticos I y II.....	36
2.1.4.5. Sistemas satelitales.....	38
2.1.4.6. Comunicaciones ópticas .....	39
2.1.4.7. Sistemas de Transmisión .....	40

2.1.4.8. Telefónicas.....	41
2.1.4.9. Sistemas de Televisión .....	42
2.1.4.10. Redes de Nueva Generación (RNG).....	43
<b>CAPITULO 3</b> .....	<b>44</b>
3. GUÍA DEL DISEÑO Y MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN. ....	44
3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL MÉTODO Y ANÁLISIS DEL ENTORNO. ....	44
3.2. VISITA Y OBSERVACIÓN DE LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES EN OTRAS UNIVERSIDADES.....	53
3.2.1. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	53
3.2.2. UNIVERSIDAD ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL .....	57
<b>CAPITULO 4</b> .....	<b>61</b>
ESTANDAR NORMAS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES .....	61
4. ESTÁNDARES Y NORMAS PARA EL DISEÑO DE UN LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES. ....	61
4.1. QUE ES UN ESTÁNDAR?.....	61
4.1.1. Tipos de estándares .....	62
4.2. ESTÁNDARES Y NORMAS QUE SE PODRÍAN USAR EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES.....	63
4.3. PROPUESTA DE DISEÑO DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES.....	64
4.3.1. Diseño de la parte mobiliaria .....	69
4.3.2. Iluminación .....	69
4.3.3. Red Inalámbrica de Datos .....	70
4.3.4. Red cableada de Datos. ....	71
4.3.5. Equipamiento tecnológico informático .....	71
4.3.6. Equipamiento tecnológico requerimientos técnicos.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	73
BIBLIOGRAFÍA .....	75

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Fundamentos de la Teoría Electromagnética.....	22
Figura 2. 2 Ventana Inicial de Matlab .....	23
Figura 2. 3 Aprender Autocad 2013 .....	24
Figura 2. 4 Área de Central Primaria.....	25
Figura 2. 5 Agrupación de antenas para estación base de telefonía móvil .....	27
Figura 2. 6 Representación gráfica de una señal Discreta.....	28
Figura 2. 7 Diagrama en bloques de las centrales de conmutación para ISDN .....	29
Figura 2. 8 Configuraciones de circuitos de dos hilos activo .....	30
Figura 2. 9 Función de codificación y decodificación de PBAX digital.....	32
Figura 2. 10 Comunicación Radio Eléctrica. Los problemas del terreno pueden vencerse.....	33
Figura 2. 11 Una línea de transmisión coaxial está conectada a una fuente y en el extremo .....	35
Figura 2. 12: Multisim Simulador de circuitos. ....	36
Figura 2. 13 Sistemas Telemáticos .....	37
Figura 2. 14: Sistemas Satelitales.....	39
Figura 2. 15 Redes y comunicaciones ópticas .....	40
Figura 2. 16 Multiplexación etiquetada o estadística.....	41
Figura 2. 17 Elementos de una Red Telefónica Pública Conmutada .....	42
Figura 2. 18 Esquema de bloques de un sistema emisor de televisión.....	42
Figura 2. 19 Arquitectura habitual de una Red de Nueva Generación .....	43
Figura 3. 1 Actual Laboratorio de Telecomunicaciones de la F.E.T de la U.C.S.G .....	50
Figura 3. 2 Actual Laboratorio de Telecomunicaciones de la F.E.T de la U.C.S.G .....	51
Figura 3. 3 Actual Laboratorio de Telecomunicaciones de la F.E.T de la U.C.S.G .....	52
Figura 3. 4 Evidencia fotográfica de la visita al Laboratorio de Telecomunicaciones .....	56
Figura 3. 5 Evidencia fotográfica de la visita al Laboratorio de Telecomunicaciones de la ESPOLE .....	60

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1 Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (primera parte).....	46
Tabla 3. 2 Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (segunda parte) ....	47
Tabla 3. 3 Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (Tercera parte).....	48
Tabla 3. 4 Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (Cuarta parte) .....	49
Tabla 3. 5 Malla Unificada de la Carrera de Ingeniería en Electrónica de la ESPOL. ....	55
Tabla 3. 6 Requisitos para la Materia de Laboratorio de Telecomunicaciones ESPOL .....	57
Tabla 3. 7 Malla de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPOL..	59
Tabla 3.8 Cuadro resume de la malla curricular de la carrera de telecomunicaciones UCSG .....	67
Tabla 3. 9 Estadística de estudiantes matriculados en los paralelos desde el cuarto .....	68
Tabla 3. 10 Inmobiliaria que se podría requerir. ....	69
Tabla 3. 11 Matriz de Asignaturas con sus respectivas prácticas y equipos .....	72

## GLOSARIO

WAN	Red de área amplia
PBAX	Central Secundaria Privada Automática
RTCP	Redes Telefónicas Públicas Conmutadas
AP	Access Point (Punto de Acceso)
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados
Coaxial	Cable de cobre
NTSC	Comisión Nacional de Sistema de Televisión
Erlang	Erlang es una unidad dimensional utilizada en telefonía
FDM	Frequency Division Multiplexing (Multiflexion por división de frecuencia)
PAL	Línea de Fase Alterada
SECAM	Color secuencial con memoria.
RNG	Redes de nueva generación
ISO	Organización Internacional de estandarización.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)
IP	Internet Protocol (Protocolo de Internet)
LAN	Local Area Network (Red de Área Local)
MF	Medium frequency (Frecuencia media)
NIC	Network Interface Card (Tarjeta de red)

PSK	Phase Shift Keying (Modulación por desplazamiento de fase)
QAM	Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de amplitud por cuadrante)
Rx	Receptor
semi-Duplex	Semi doble
SHF	Frecuencia supra alta
SSID	Service Set Identifier (Identificador de la red inalámbrica)
TDM	Time Division Multiplexing (Multiflexión por división de Tiempo)
Tx	Transmisor
Ubiquiti	Marca de equipos para redes de telecomunicaciones
UHF	Frecuencia ultra alta
VHF	Very High Frequency (Frecuencia muy alta)
WiFi	Wireless Fidelity (Fidelidad inalámbrica)
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas)
WLAN	wireless local area network (Red de área local inalámbrica)
WPAN	Wireless Personal Area Network (Red Inalámbrica de Área Personal).

## INTRODUCCIÓN

En este proyecto de tesis lo que se quiere realizar es un análisis y estudio para el mejoramiento del laboratorio de telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, para fortalecer las prácticas académicas de las diferentes asignatura que se imparten en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y que es ofrecida por la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

El objetivo de este proyecto de tesis es describir las características relevantes que hoy en día debe tener un Laboratorio de Telecomunicaciones para la educación superior y que nos transporte a mejorar el desarrollo de las actividades del docente y la búsqueda de diferentes conocimientos a través de nuevas investigaciones y proyectos tecnológicos que permitan contribuir a la formación de los estudiantes altamente capacitados para la investigación así como también poder transferir y difundir los conocimientos a la sociedad y a la industria.

En este proyecto de tesis se aplicará diferentes métodos tanto de investigación, comparación e indagación de nuevos equipos tecnológicos avanzados, que ayuden a generar conocimientos básicos de vanguardia como analizadores de señales vectoriales, generadores de señales vectoriales, multiplexores, digitalizadores entre otros, que aporten a la práctica de las diferentes asignaturas de la Malla Curricular de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

## **ANTECEDENTES**

El avanzado y veloz crecimiento de la tecnología y especialmente de las telecomunicaciones ha experimentado grandes desafíos de cambio en la era moderna, tanto así que el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para Desarrollo necesita también migrar a esos nuevos retos de cambio, actualizando la infraestructura de equipos y de bancos de pruebas que actualmente posee.

Si bien es cierto el Laboratorio de Telecomunicaciones que actualmente posee la Facultad ayuda con sus equipos al aprendizaje de las diferentes prácticas sin embargo es necesario e importante realizar un estudio y diagnóstico para poder mejorarlo en un futuro inmediato.



## **CAPITULO 1**

### **1. ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En este mundo Globalizado que vivimos actualmente la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, debe ser impartida con la asistencia de dispositivos, equipos y software acorde a lo contemporáneo, sin la asistencia de estos dispositivos la enseñanza sería un fracaso académico rotundo, los estudiantes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, necesitan poder interactuar con todo el entorno anteriormente descrito para experimentar los comportamientos analizados en la teoría y fenómenos tecnológicos actuales.

##### **1.1.1. Delimitación del problema**

De acuerdo a lo indicado anteriormente esta tesis es delimitada de la siguiente manera: Análisis y caracterización para el mejoramiento del laboratorio de telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

#### **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad se disponen de unos recursos tecnológicos de almacenamiento, de procesamiento y de comunicación que si se gestionan para actualizar el Laboratorio de Telecomunicaciones en un futuro inmediato, de forma eficaz ayudarán enormemente en el avance del conocimiento. Esto posibilita la capacidad de adaptación de una civilización para solucionar los problemas actuales y futuros, desde un enfoque donde predomina la construcción del propio conocimiento; es decir: “el aprender a aprender”, potenciando en los estudiantes las competencias que la Sociedad va demandando.

### **1.3. OBJETIVOS**

Los objetivos planteados para este proyecto de investigación son los siguientes:

#### **1.3.1. Objetivo General**

Comparar y describir las particularidades más relevantes que debe contener un laboratorio de Telecomunicaciones en la actualidad.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

1. Descripción de la situación actual del Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G.
2. Investigar y explorar por lo menos dos Universidades que posean laboratorios de Telecomunicaciones en la ciudad de Guayaquil.
3. Analizar los estándares y normas para el diseño de un laboratorio de Telecomunicaciones.
4. Diseñar y describir las características, ventajas y desventajas de un modelo de laboratorio de Telecomunicaciones para la Facultad de Educación técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

Con el estudio y análisis que se realizará se quiere comprobar si el laboratorio de Telecomunicaciones que actualmente posee la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G, necesita o no realizar cambios para mejorar el aprendizaje práctico de los estudiantes.

## **CAPITULO 2**

### **2. EXPOSICIÓN FUNDAMENTADA**

#### **2.1. CONCEPTOS BÁSICOS**

##### **2.1.1. Definición de Laboratorio de Telecomunicaciones**

El laboratorio de Telecomunicaciones es un espacio que se compone e integra de diferentes tecnologías que posibilita el entrenamiento para el fortalecimiento de los conceptos teóricos y el fomento de la investigación en este campo, complementando de manera dinámica el aprendizaje a fin de introducir a los estudiantes en este campo como complemento a su formación sistémica.

##### **2.1.2. Programa profesional de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.**

El programa profesional de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones está determinado por una malla curricular donde se clasifican a las materias por tipo de campo, la malla curricular organiza y estructura todo el contenido del programa educativo de la carrera.

A continuación describiremos las materias establecidas en el objeto de estudio esto es en el campo de la investigación en las telecomunicaciones con el objetivo de exponer los fundamentos conceptos y más de estas asignaturas.

##### **2.1.3. Asignaturas Básicas específicas campo de la investigación en telecomunicaciones 4,5 y 6 ciclo.**

###### **2.1.3.1. Asignatura de Teoría Electromagnética**

(Olmedo, 2005) indica en su libro Fundamentos de Electromagnetismo que la teoría Electromagnética estudia al campo electromagnético en el vacío, se postulan

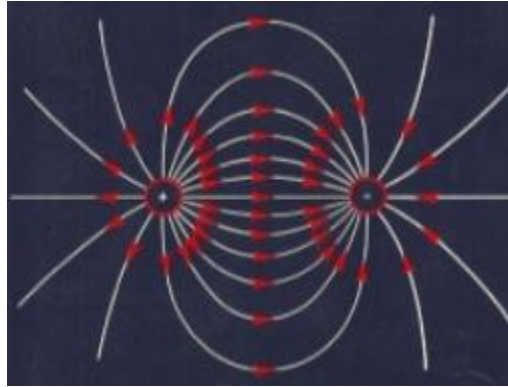
sus fuentes estáticas y dinámicas y se estudian las conclusiones básicas que se deducen de las ecuaciones de Maxwell.

(Miguel Ángel Solano Vérez, 2013) expresa que el campo electromagnético se divide en parte eléctrico y parte magnética. Los campos eléctricos y magnéticos, son líneas invisibles de fuerza que rodean cualquier dispositivo eléctrico. Las líneas de fuerza, las instalaciones eléctricas, y los equipos eléctricos producen campo electromagnético de baja frecuencia.

Los campos eléctricos se producen por cargas eléctricas que crean un voltaje o tensión, de manera que su magnitud crece cuando el voltaje aumenta. Se denota por la letra E. Las unidades del campo eléctrico son voltios por metro (que se denota por V/m).

Los campos magnéticos son el resultado del flujo de corriente a través de los conductores o los dispositivos eléctricos y es directamente proporcional a esa corriente; a más corriente más campo magnético. Se denota por la letra B. Las unidades del campo magnético son Gauss (G) o Tesla (T). La unidad G es una reminiscencia de un sistema de unidades (el sistema cegesimal) bastante en desuso, pero que por historia se sigue usando en algunos ambientes.

Además estudia y trata la representación multipolar de la materia, el movimiento de monopolos y dipolos en presencia de los campos, estudian los campos en medios polarizables y conductores así como las consecuencias de las ecuaciones de Maxwell para este tipo de medios, en la figura 2.1 se observa una representación de conectividad y circulación de la corriente el cual forma un campo electromagnético como simbología del libro Fundamentos de la Teoría Electromagnética.



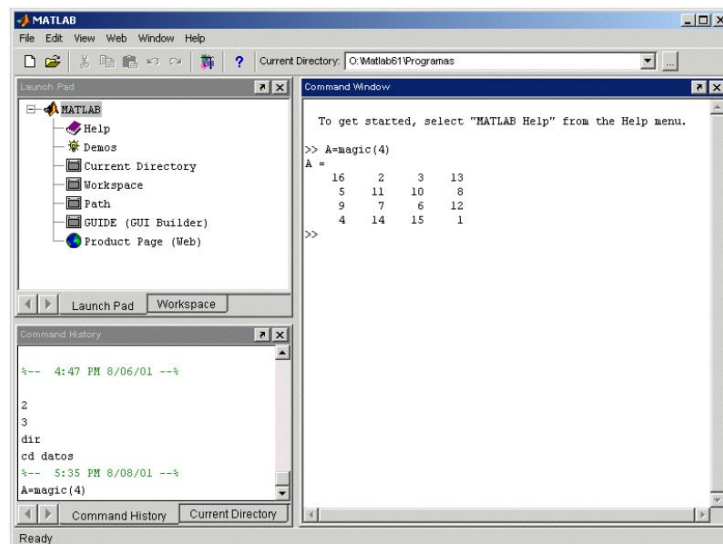
**Figura 2. 1** Fundamentos de la Teoría Electromagnética  
**Fuente** Reitz/Milford/Christy

### **2.1.3.2. Asignatura de Matlab y Autocad**

(Javier García de Jalón, 2001) en su libro aprenda Matlab indica que la herramienta de programación Matlab es el nombre abreviado de “MATrix LABoratory”. MATLAB es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Como caso particular puede también trabajar con números escalares tanto reales como complejos, con cadenas de caracteres y con otras estructuras de información más complejas. Una de las capacidades más atractivas es la de realizar una amplia variedad de gráficos en dos y tres dimensiones. MATLAB tiene también un lenguaje de programación propio.

MATLAB es un gran programa de cálculo técnico y científico. Para ciertas operaciones es muy rápido, cuando puede ejecutar sus funciones en código nativo con los tamaños más adecuados para aprovechar sus capacidades de vectorización. En otras aplicaciones resulta bastante más lento que el código equivalente desarrollado en C/C++ o Fortran. Sin embargo, siempre es una magnífica herramienta de alto nivel para desarrollar aplicaciones técnicas, fácil de utilizar y que, como se ha indicado, aumenta significativamente la productividad de los programadores respecto a otros entornos de desarrollo.

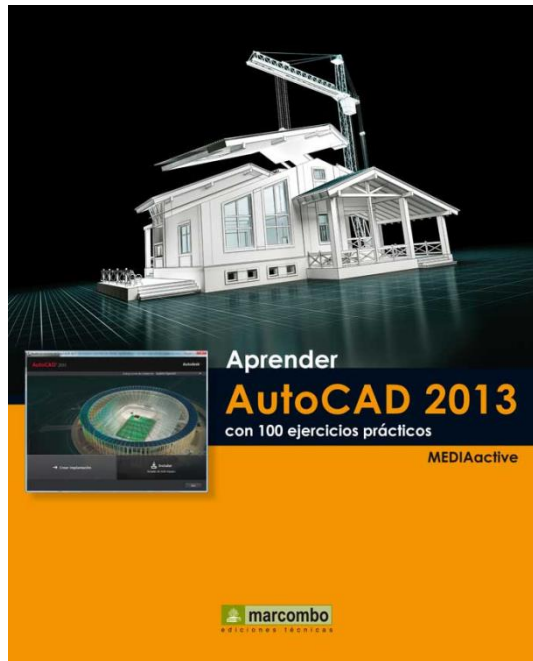
El libro MediaActive, 2008 nos explica que autocad , es un potente y completísimo programa de diseño y dibujo asistido por ordenador. Elegido por un gran número de arquitectos, diseñadores y dibujantes, permite crear las más variadas formas, desde planos arquitectónicos hasta diseños de interiores gracias a sus múltiples herramientas, notablemente mejoradas en cada nueva versión de la aplicación, en la figura 2.2 se muestra el inicio o pantalla inicial de matlab donde consta de tres componentes que son historia de comando, la ventana de comando y la plataforma de lanzamiento.



**Figura 2. 2** Ventana Inicial de Matlab

**Fuente** Libro Aprenda Matlab como si estuviera en primero

En la figura 2.3 observamos la pasta principal del libro Aprender Autocad 2013 con 100 ejercicios prácticos disponible en google libros y librerías digitales.



**Figura 2.3** Aprender Autocad 2013

**Fuente** <http://books.google.com.ec/>

### **2.1.3.3. Asignatura Planta Externa**

El estudio de esta asignatura comprende la infraestructura exterior o medios enterrados, tendidos o dispuestos a la intemperie por medio de los cuales una empresa de telecomunicaciones ofrece sus servicios al cliente que lo requiere.

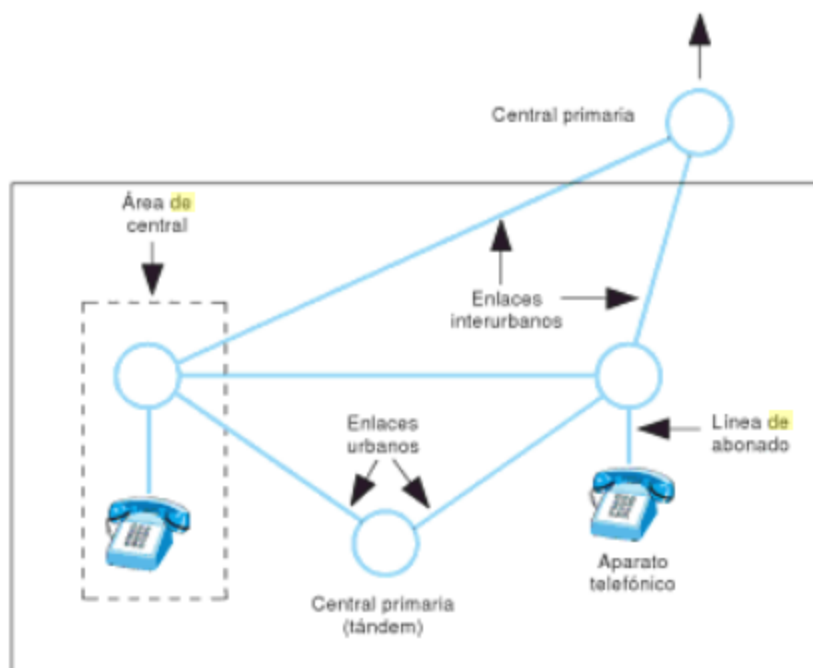
(Cruz, 2010) en su tesis Diseño de una red telefónica para obtener el título de Ingeniero en comunicaciones y electrónica explica que la materia de Planta Externa es el conjunto de medios que enlazan la central telefónica con los abonados. Parte de ésta infraestructura o red está compuesta por tendidos de cables, postes, cajas de distribución, pozos y canalizaciones subterráneas, equipos y productos que permiten conectar y enlazar la red hasta llegar al punto donde es necesario.

La Planta Externa se divide en tres partes principales que son: Red Principal, Canalización y Red Secundaria. Se compone de las siguientes partes:



- Canalización
- Cajas de Distribución
- Distribuidor General
- Cables
- Postes
- Cajas Terminales
- Instalación Exterior del Abonado
- Instalación Interior del Abonado

En la figura 2.4 observamos algunos de los componentes de planta externa.



**Figura 2. 4** Área de Central Primaria

Fuente <http://books.google.com.ec>

#### 2.1.3.4. Asignatura de Antenas y Propagación

(Pérez, 2008) en el libro Teoría de antenas señala que esta asignatura estudia el diseño de las antenas o como parte de un sistema, en el diseño se estudia los

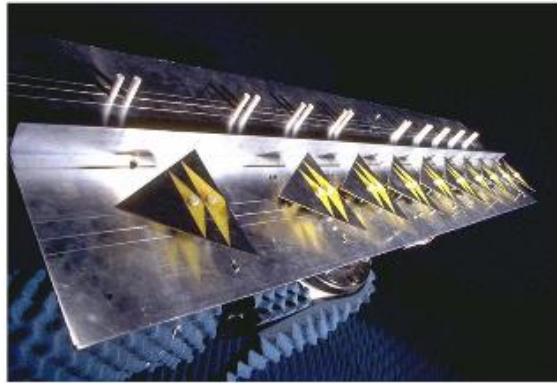
conceptos más importantes para abrirse espacio en fases más complejas del diseño, adicionalmente como parte de un sistema se estudia las características generales, ventajas y limitaciones de la antena y poder optimizar (ej. funcionamiento, integración, costes) una parte enormemente trascendente de la cadena de un sistema de telecomunicación.

Y es que las antenas en su vertiente de producto llevan inherente otros aspectos que el ingeniero ha de tener en cuenta: robustez y estabilidad mecánica, materiales ligeros con pocas pérdidas, costes competitivos, facilidad de integración, entre otros aspectos.

Las ecuaciones de Maxwell relacionan los campos eléctricos y magnéticos con las cargas y corrientes que los crean. La solución a las ecuaciones da lugar a formas de onda:

- Guiadas (líneas de transmisión, guías de ondas)
- Libres en el espacio (antenas)

El IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) define una antena como “aquella parte de un sistema transmisor o receptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas”. Dicho de otro modo, la antena es la transición entre un medio guiado y el espacio libre.



**Figura 2. 5** Agrupación de antenas para estación base de telefonía móvil

**Fuente** Pérez, J. A. (2008).

### **2.1.3.5. Asignatura de análisis de Señales y Sistemas**

En esta asignatura se estudian los conceptos más importantes y necesarios para entender que es una señal y un sistema, así como la manera en que interactúan en las telecomunicaciones.

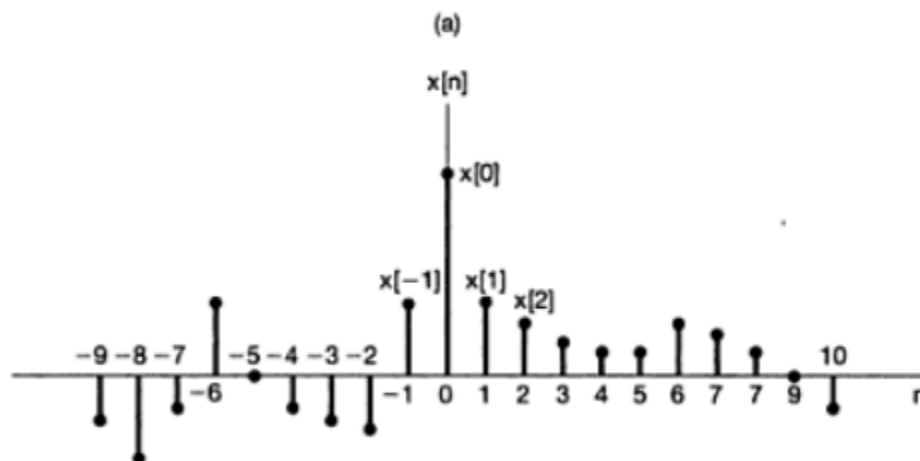
(Moròn, 2011) en el libro señales y sistema escribe que una señal es una función de una variedad de parámetros, uno de los cuales es usualmente el tiempo, que representa una cantidad o variable física, y típicamente contiene información o datos sobre la conducta o naturaleza de un fenómeno. Las señales pueden describir una variedad muy amplia de fenómenos físicos. Aunque las señales pueden representarse en muchas formas, en todos los casos, la información en una señal está contenida en un patrón que varía en alguna manera. Por ejemplo, el mecanismo vocal humano produce sonidos creando fluctuaciones en la presión acústica. Diferentes sonidos, usando un micrófono para convertir la presión acústica en una señal eléctrica, corresponden a diferentes patrones en las variaciones de la presión acústica; el sistema vocal humano produce sonidos inteligibles, generando secuencias particulares de estos patrones.

Una señal se representa matemáticamente por medio de una función que depende de una o más variables independientes.

Los sistemas son un conjunto de componentes interactuantes.

Los sistemas físicos en el sentido más amplio son un conjunto de componentes o bloques funcionales interconectados para alcanzar un objetivo deseado. Para nuestros propósitos, un sistema es un modelo matemático que relaciona las señales de entrada (excitaciones) al sistema con sus señales de salida (respuestas). Por ejemplo, un sistema de alta fidelidad toma una señal de audio grabada y reproduce esa señal. Si el sistema tiene controles de tono, se puede cambiar la calidad tonal de la señal reproducida.

En la figura 2.6 se observa como una señal discreta varía en el tiempo.



**Figura 2.6** Representación gráfica de una señal Discreta

**Fuente:** Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab Señales y sistemas, Pearson Educación

### 2.1.3.6. Asignatura de Conmutación y tráfico telefónico

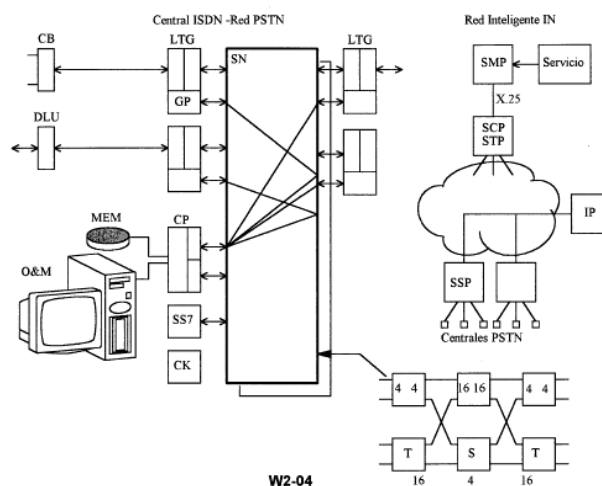
(Ares, 2004) en el libro manual de Telecomunicaciones describe a esta asignatura como la que estudia una parte de la telecomunicación, se aprende los sistemas que permiten establecer conexiones semipermanentes entre dos terminales cualesquiera enlazados al sistema, se pueden clasificar en base a los procedimientos que se utilizan en la conmutación de la información de un enlace a

otro, dando lugar a las redes conmutadas en circuitos, mensajes y paquetes, adicionalmente en esta materia se analiza el funcionamiento y clasificación de las centrales de conmutación telefónica para servicios digitales ISDN *Integrated Services Digital Network*, (*Red Digital de Servicios Integrados*).

Igualmente en esta asignatura se estudia la teoría del tráfico telefónico, la intensidad del tráfico que es una magnitud sin dimensión cuya unidad es el Erlang (1 Erlang equivale al 100% del tiempo ocupado), e indica el promedio de ocupación de una línea telefónica. Se denomina carga a la intensidad de tráfico cursado.

Además se aprende a calcular la medición de tráfico que permite dimensionar los "troncales" de unión entre centrales; es decir, determinar el número de canales necesarios para absorber dicho tráfico.

En la figura 2.7 se observa la representación esquemática de una central de conmutación para ISDN.



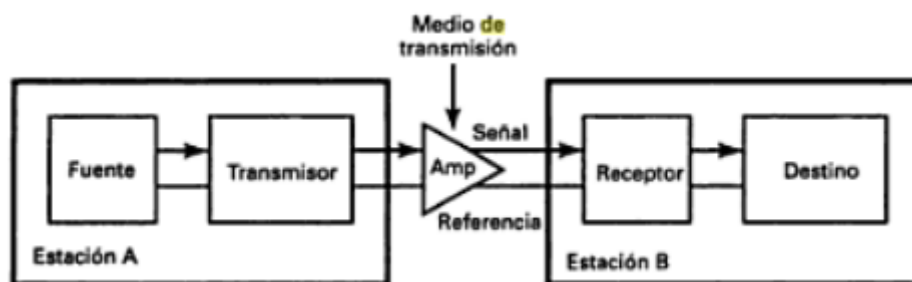
**Figura 2. 7** Diagrama en bloques de las centrales de conmutación para ISDN

**Fuente** Ares, R. Á. (2004). Manual de infotelecomunicaciones. Buenos Aires : El Cid Editor .

### 2.1.3.7. Asignatura de Fundamento de comunicación

(Peris, 2004) en su libro Fundamentos y electrónica de las comunicaciones manifiesta que esta asignatura estudia el proceso por medio del cual la información se transfiere de un lugar fuente a otro destino y los elementos que intervienen en este proceso como son: el transductor, el emisor o transmisor y el medio o canal de transmisión, igualmente estudia la clasificación de los sistemas de comunicación y los medios guiados que establecen la comunicación punto a punto entre emisor y receptor como los de tipo eléctricos y ópticos, como también se estudian los medios no guiados como son los medios radioeléctricos, acústicos, ondas de luz y ondas de presión sonora.

Adicionalmente como explica (Tomasi, 2003) esta signatura también se estudia la modulación y la demodulación de la información o señales que se propagan por el medio de transmisión, la modulación no es más que el proceso de cambiar una o más propiedades de la portadora, en proporción de la señal de información, esto es cambiando su amplitud, su frecuencia o su fase, mientras que la demodulación engloba el conjunto de técnicas utilizadas para recuperar la información transportada.



**Figura 2. 8** Configuraciones de circuitos de dos hilos activo

**Fuente** Tomasi, W. (2003)

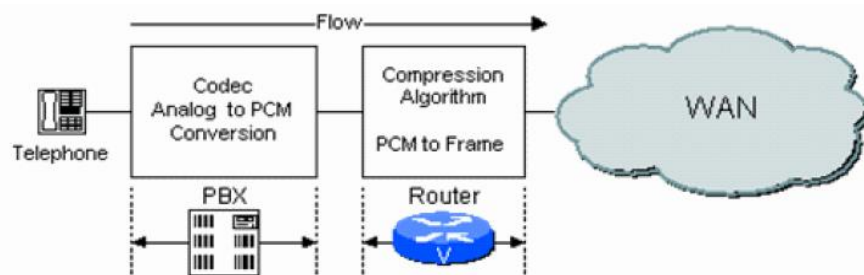
## **Asignatura de Procesamiento digital de señales**

El Procesamiento de Señales como lo indica (Platero, 2013) en su libro Electrónica Automática e informática Industrial es una tecnología que se entronca con un inmenso conjunto de disciplinas entre las que se encuentran las telecomunicaciones, el control, la exploración del espacio, la medicina y la arqueología, por nombrar solo unas pocas. Hoy en día, esta afirmación es incluso más cierta con la televisión digital, los sistemas de información y el entretenimiento multimedia. Es más, a medida que los sistemas de comunicación se van convirtiendo cada vez más en sistemas sin hilos, móviles y multifunción, la importancia de un procesamiento de señales sofisticado en dichos equipos se hace cada vez más relevante.

El Procesamiento de señales trata de la representación, transformación y manipulación de señales y de la importancia que contienen. Cuando se refiere al procesamiento digital de señales, se refiere a la representación mediante secuencias de números de precisión finita y el procesamiento se realiza utilizando un computador digital.

A menudo es deseable que estos sistemas funcionen en tiempo real, lo que significa que el sistema en tiempo discreto se implementa de forma que las muestras de salida se calculan a la misma velocidad a la que se muestrea la señal en tiempo continuo. Son muchas las aplicaciones que requieren esta especificación. El tratamiento en tiempo discreto y en tiempo real de señales en tiempo continuo es práctica común en sistemas de control, comunicaciones, radar, sonar, codificación y realce de voz y vídeo, ingeniería biomédica etc.

En la figura 2.9 se observa la representación esquemática de una codificación y decodificación de una PBAX digital.



**Figura 2.9** Función de codificación y decodificación de PBAX digital

**Fuente** (Platero, 2013)

#### **2.1.4. Asignaturas Profesional campo de la Investigación en Telecomunicaciones 7,8, 9 y 10 ciclo.**

##### **2.1.4.1. Comunicaciones inalámbricas**

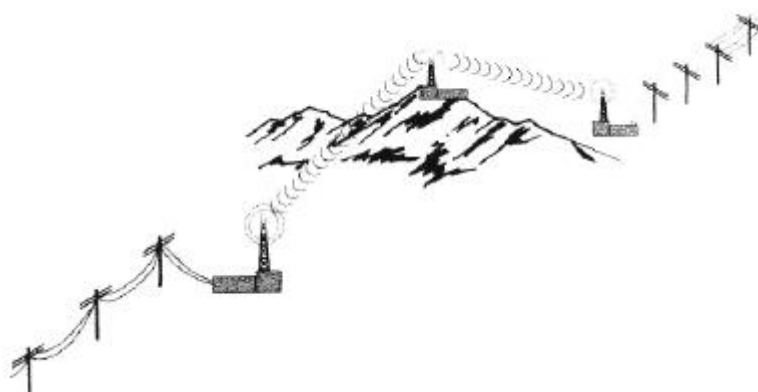
En la comunicación inalámbrica se estudia los factores más relevantes e importantes, sus ventajas, efectos y causas de la interconexión de dos o más nodos o puntos de comunicación sin la utilización de cables, como la comunicación con teléfonos móviles inalámbricos o las conexiones inalámbricas que utilizan los computadores para conectarse al internet, esto es expresado por Bates (Jr.), Regis J. (Bud) en el libro Comunicaciones inalámbricas de banda ancha. McGraw-Hill 2003.

Es importante esta asignatura porque es actual y contemporánea y por que ocupa rápidamente las preferencias en todo tipo de usuario como los teléfonos móviles como también las computadoras, aquí es importante estudiar las múltiples tecnologías de redes inalámbricas que existen en la actualidad y los estándares



que se aplican para su construcción, también se estudia los diferentes protocolos de comunicación que estas redes y equipos utilizan para operar.

Las comunicaciones inalámbricas transmiten y reciben información usando ondas electromagnéticas a través del espacio libre, esta información es transportada sobre una banda de frecuencia llamada canal, en esta asignatura también se estudia los diferentes canales y su ancho de banda que utilizan las redes inalámbricas para transmitir información, en la figura 2.10 se observa la transmisión de una señal radio eléctrica de un lugar a otro donde se tiene como limitación un cerro.



**Figura 2. 10** Comunicación Radio Eléctrica. Los problemas del terreno pueden vencerse.

**Fuente:** Bates (Jr.), Regis J. (Bud) (2003)

#### **2.1.4.2. Líneas de transmisión**

En esta asignatura se estudia los diferentes sistemas que sirven para guiar o dirigir energía electromagnética. En otras palabras las líneas de transmisión son los diferentes tipos de transporte que dirigen la energía electromagnética entre diferentes bloques en cualquier sistema de Telecomunicación.

También en esta materia se estudia los diferentes tipos de líneas de transmisión según las bandas de frecuencia en la que operan respectivamente, se aprende

sobre el espectro radioeléctrico que son bandas de frecuencia de operación típica, junto con los típicos sistemas de radiocomunicación que operan en dichas bandas y los medios o líneas de transmisión normalmente utilizados en dichas aplicaciones.

Adicionalmente se prepara al estudiante para que pueda identificar cada una de las líneas de transmisión que debe utilizar en una instalación de telecomunicaciones como son:

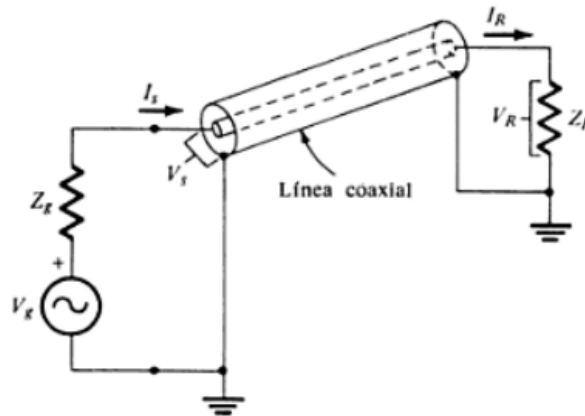
Las líneas bifilar o de dos hilos conductores operan en frecuencias bajas y con señales de pequeño ancho de banda se los utiliza en sistemas telegráficos o telefónicos.

Las líneas que operan en frecuencias más altas por ejemplo en bandas de HF, VHF, UHF y EHF, es el cable coaxial y se los utiliza en sistemas de distribución de señales de TV y de radio, también se suelen utilizar en sistemas experimentales como en laboratorios de Radiocomunicación y Microonda.

Para bandas de microondas y milimétricas desde 1ghz hasta 300ghz que manejan potencias más elevadas con muy baja pérdida se emplean como líneas de transmisión la guía de ondas. Algunas de estas aplicaciones son los sistemas de RADAR y SATELITAR y adicionalmente los sistemas experimentales de gran precisión.

También existe una nueva familia de líneas de transmisión denominadas *planares* entre las cuales se encuentran la línea *microstrip*, la línea *stripline*, la línea *coplanar* y la línea *slotline*.

Finalmente se encuentra la línea de transmisión denominada fibra óptica que permite transportar la energía electromagnética en forma de ondas de luz, operan en frecuencias muy altas en banda de ultramicroonda y con poca pérdida de la señal.



**Figura 2. 11** Una línea de transmisión coaxial está conectada a una fuente y en el extremo receptor a una impedancia de carga  $Z_R$

**Fuente:** Martin A. Plonus, Electromagnetismo aplicado, Editorial Reverte

### 2.1.4.3. Instrumentación virtual

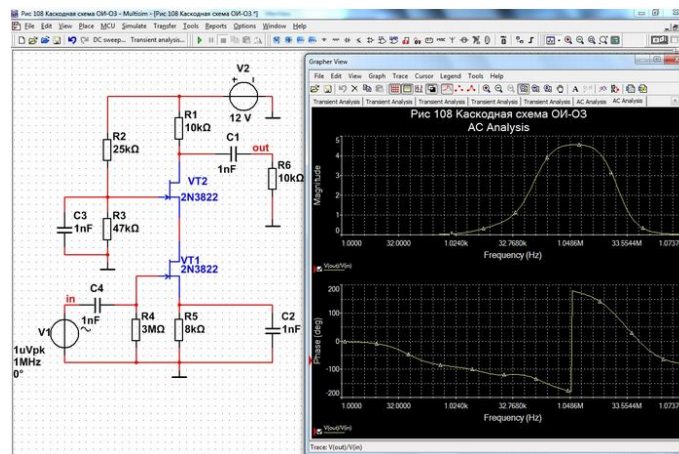
En la Instrumentación virtual se estudia diferentes tipos de software que al utilizarlos con las computadoras pueden realizarse mediciones, en el se aprenden a diseñar instrumentos de forma gráfica y sencilla, en otras palabras es un elemento que no es real, se ejecuta en una computadora y tienen sus funciones definidas por software.

Además se puede diseñar, medir, simular, analizar y controlar circuitos electrónicos y señales físicas con un PC por medio de instrumentos virtuales.

Al estudiar la instrumentación virtual como una herramienta de práctica se mejora el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El alto costo de equipos sigue siendo una limitante para los estudiantes en un laboratorio por la rapidez del cambio tecnológico el cual se hace difícil suministrarle al estudiante experiencias significativas actualizadas con recursos limitados, es por eso que se estudia técnicas de enseñanza y aprendizaje basadas en computadoras personales en los cuales se reemplaza a los equipos convencionales por computadoras instrumentos virtuales y equipos de adquisición de datos.

En la figura 2.12 se observa la página de inicio del programa Multisim donde se tiene un circuito electrónico y se simula las mediciones dando como resultado las ondas expuestas a lado derecho.



**Figura 2. 12: Multisim Simulador de circuitos.**

Fuente <http://www.identi.li/index.php?topic=197685>

#### 2.1.4.4. Sistemas telemáticos I y II

En la asignatura de sistemas telemáticos se estudia la unión de dos disciplinas importantes en la Electrónica las Telecomunicaciones y la informática con el objetivo de desarrollar sistemas que permitan una mejor comunicación, acceso a la información y capacidad de procesamiento.

En la Facultad de telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid en el material de la presentación de la asignatura sistemas telemáticos curso 2013-2014

dice que la asignatura consiste en el estudio de un conjunto de técnicas y procedimientos para el análisis, diseño, implementación, integración, pruebas y distribución tanto de servicios de telecomunicaciones soportados por componentes informáticos, como de sistemas y servicios informáticos o de tratamiento de la información que requieren de un componente de telecomunicaciones.

Encierra la planificación y gestión de redes, la provisión de seguridad en las comunicaciones, la especificación y formalización de protocolos, el diseño de sistemas distribuidos, la planificación de servicios, el diseño de aplicaciones o la gestión de la propia aplicación.

En la Figura 2.13 se observa la combinación de la parte de equipos (Switch) y la lógica (programa) estas hoy en día interactúan en las redes.



**Figura 2.13** Sistemas Telemáticos

Fuente: <https://www.euitt.upm.es/estudios/grado/telematica>

#### **2.1.4.5. Sistemas satelitales**

Antonio Ricardo Castro Lechtaler, R. J. (1999). Explica que en esta materia se estudia los sistemas de telecomunicaciones que utilizan uno o más satélites para lograr la reflexión de ondas electromagnética generada por una estación transmisora con el objeto de hacerla llegar a otra estación receptora. Normalmente ambas estaciones están situadas en puntos geográficos distantes, sin alcance visual.

La idea básica de un sistema de comunicaciones satelital puede sintetizarse como:

- Una estación terrena fija o móvil
- Una antena repetidora en el espacio.
- Una antena receptora en la Tierra..

También en esta asignatura se estudia las generaciones de comunicaciones satelitales existentes están son:

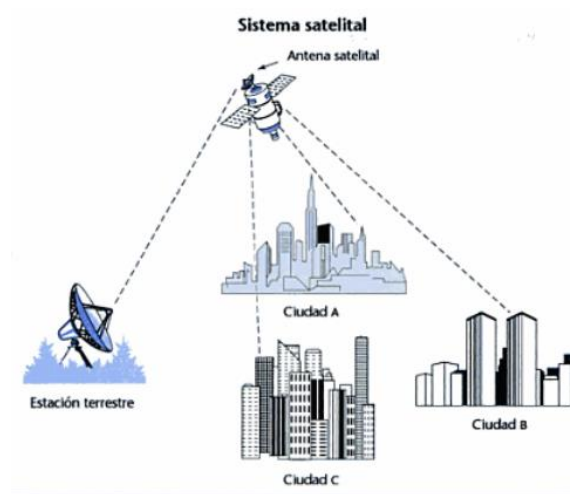
- Primera generación, Sistemas de comunicaciones con estaciones terrenas fijas.
- Segunda generación sistemas de comunicaciones satelitales móviles
- Tercera generación sistemas de comunicaciones personales móviles satelitales.

Las características que marcan la diferencia entre estas tres generaciones pueden ser claramente vistas si se hace una comparación entre los tamaños de las antenas y de los satélites que se han utilizado para estas tres generaciones.

Adicionalmente en esta materia se aprende sobre la definición, referencia histórica, y principales operadores, como la clasificación de los distintos tipos de satélites, los

componentes de un sistema de comunicación satelital y características de los sistemas de comunicación satelital.

En la figura 2.14 se tiene un esquema de representación de un enlace satelital donde tres sitios diferentes transmiten la señal a través del satélite a otro lugar.



**Figura 2 14:** Sistemas Satelitales

**Fuente:** Antonio Ricardo Castro Lechtaler, R. J. (1999).

#### **2.1.4.6. Comunicaciones ópticas**

(BOQUERA, 2005) en el libro Comunicaciones ópticas Conceptos esenciales y resolución de ejercicios expresa que la fibra óptica constituye el medio de transmisión por antonomasia para los sistemas de comunicaciones ópticas. Desde sus primeras instalaciones, en las líneas que enlazaban las grandes centrales de conmutación, la fibra se está trasladando hoy en día hasta los mismos hogares, extendiéndose su uso a un mayor abanico de aplicaciones.

En esta materia se estudia los elementos de un enlace de comunicación óptica, el Emisor, el medio y el Receptor, adicionalmente otros elementos como son las

repetidoras y amplificadores ópticos como también las diferentes tipos y características de la Fibra Óptica.

Adicionalmente se estudia la propagación de señales en las fibras ópticas; conexiones, acoplamientos y medidas en las fibras ópticas; foto detectores y receptores; foto emisores; diseño de sistemas de comunicaciones ópticas básicos y sistemas avanzados de comunicaciones ópticas.



**Figura 2. 15** Redes y comunicaciones ópticas

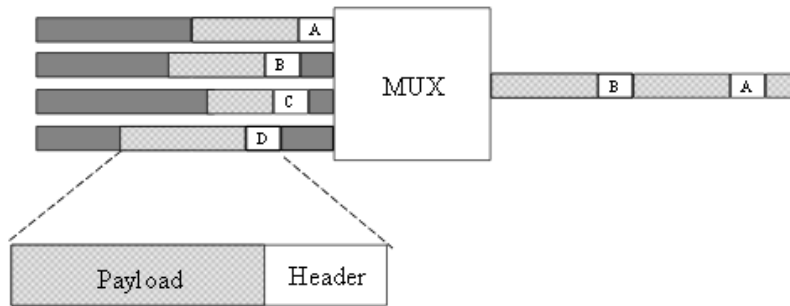
**Fuente** <http://lujan.itdelicias.edu.mx/fibraoptica/fibraoptica.html>

#### **2.1.4.7. Sistemas de Transmisión**

En los sistemas de transmisión se estudian los diferentes elementos que se utilizan para la transmisión de una señal de un lugar a otro y de diferentes sentidos, esta señal puede ser eléctrica, óptica o de radiofrecuencia.

(Kustra, 2013) comenta adicionalmente que se estudia la modalidad de la transmisión de los datos que incluye algunas cuestiones: el modo de empaquetar los datos para que viajen en la red, la manera de ejecutar la conmutación que permite el enrutamiento de los datos y también el *multiplexing* de los datos, o sea, la utilización de un circuito llamado Multiflexor que permite la transmisión de varias señales por un mismo enlace simultáneamente, por división temporal o frecuencia.





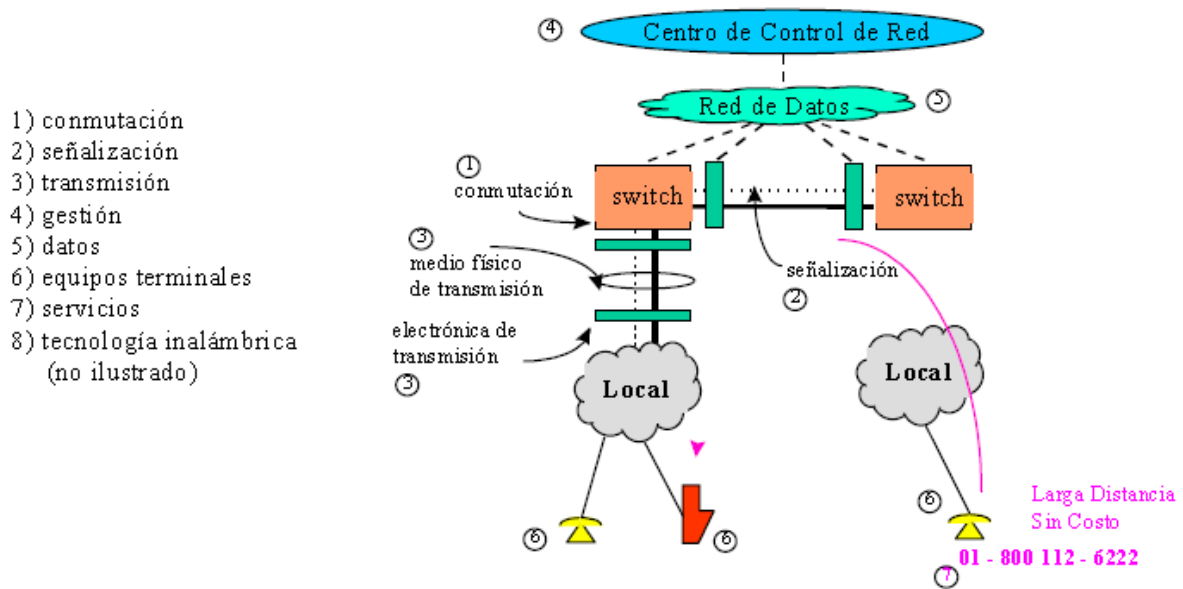
**Figura 2. 16** Multiplexación etiquetada o estadística  
**Fuente:** Kustra, R. (25 de 11 de 2013).

#### 2.1.4.8. Telefónicas

En esta asignatura el estudiante aprende los conceptos en que se apoyan las redes telefónicas públicas conmutadas (RTPC) y sus aplicaciones. Adicionalmente se analiza las principales redes telefónicas que existen hoy en día, como las redes de telefonía fija y móvil, las redes de datos y las redes de difusión.

También aprenden las topologías de las redes telefónicas su arquitectura, protocolos y estándares, como también se analiza el tráfico telefónico, señalización de las redes telefónicas, las centrales conmutadas, los tipos de transmisión, los fundamentos de la telefonía IP y de la telefonía celular.

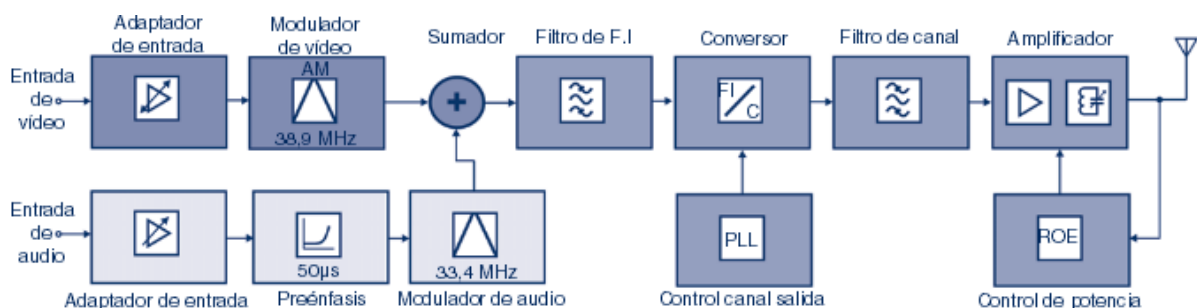
A continuación en la figura 2.17 observamos y describimos algunos elementos de una red telefónica pública.



**Figura 2.17** Elementos de una Red Telefónica Pública Conmutada  
**Fuente:** Talàn, A. C. (1998).

### 2.1.4.9. Sistemas de Televisión

En esta asignatura se estudia los diferentes sistemas de televisión y sus características como el sistema NTSC, el sistema PAL, el sistema SECAM , así como también las modulaciones utilizadas en Televisión, los diferentes equipos de emisión de televisión analógica y digital , Medidas de Televisión Digital , radioenlaces y cálculos de radioenlaces, en la figura 2.18 observamos un esquema de bloque de un sistema emisor de televisión.



**Figura 2.18** Esquema de bloques de un sistema emisor de televisión  
**Fuente** Librería virtual Mcgraw-Hill. (2013).

#### 2.1.4.10. Redes de Nueva Generación (RNG)

En esta asignatura se estudia la convergencia que existe actualmente en transportar información de voz, dato y video por un solo protocolo llamado IP y por un solo medio que la transporte como puede ser el caso de la fibra óptica.

En otras palabras las RNG es una red de transferencia de paquetes capaz de ofrecer servicios diversos utilizando diferentes tecnologías de banda ancha y que permiten a los usuarios un acceso no restringidos a diferentes proveedores de aplicaciones en condiciones de movilidad plena.

Se trata por lo tanto de redes únicas capaces de integrar las diferentes tecnologías presentes en los mercados actuales y de satisfacer todas las necesidades de información de los usuarios de un modo transparente, es decir sin que los usuarios sean consientes de cómo o con que tecnología se atiende su demanda, en la figura 2.19 se observa un esquema gráfico de una red de nueva generación, donde se ve la integración de diferentes tecnologías como la celular, la televisión digital, internet entre otros.

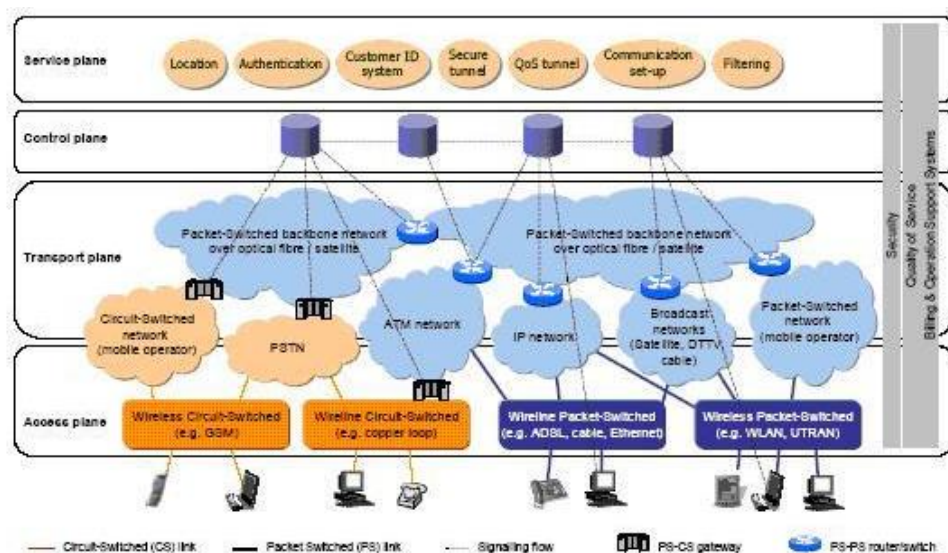


Figura 2. 19 Arquitectura habitual de una Red de Nueva Generación

Fuente <http://wikitel.info/wiki/Imagen:ArquitecturaNGN.jpg#file>

## **CAPITULO 3**

### **3. GUÌA DEL DISEÑO Y MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.**

La metodología utilizada en esta tesis es la de investigación acción y exploratoria como ejes principales de este trabajo; luego de verificar la malla curricular de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones se observó que en el área académica nivel curricular básico específico en los ciclos 4, 5 y 6 en los campos disciplinarios tanto eléctrico y electrónico se imparten como materias, Laboratorio de Circuitos, Laboratorio de Electrónica y Laboratorio de Digitales, no así en el área académica nivel curricular profesional 7,8 y 9 ciclo en el campo de investigación en telecomunicaciones no se imparten como laboratorio ninguna materia, información que llamó mucha la atención.

Adicionalmente el conjunto de métodos utilizados para ir poco a poco logrando los resultados fueron:

- Método de análisis
- Método de Organización
- Métodos de comparación.

#### **3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL MÉTODO Y ANÁLISIS DEL ENTORNO.**

Estos métodos fueron considerados por las siguientes razones:

Se realizó el análisis de la Malla curricular de la carrera y observamos que a partir del 7,8 y 9 semestre no hay prácticas de laboratorio sin embargo los estudiantes deben realizar prácticas profesionales de: Planta Externa, Centrales Telefónicas, transmisión y estación Terrena, por lo que se considera importante que también se integre como materia , laboratorio de Telecomunicaciones donde se dé prácticas de laboratorio que ayuden al estudiante y no sólo estudie los conceptos,

funcionamiento y características generales de los dispositivos y elementos de las telecomunicaciones si no que también sea llevado a la practica con un laboratorio acorde a la necesidad requerida con equipos de última generación y software de simulación, adicionalmente observamos que si bien es cierto hay un laboratorio de telecomunicaciones este es poco usado por motivo de su limitada infraestructura académica, como es su tamaño, equipos obsoletos y poca importancia para su uso ya que no hay el incentivo docto adecuado para que el estudiante y profesor lo utilicen.

A continuación se detallan los pormenores del análisis realizado a la problemática anteriormente explicada, en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 se observa la malla curricular actualizada de la carrera de telecomunicaciones en los semestres 7,8 y 9 donde podemos comprobar que no hay como materia laboratorio de telecomunicaciones.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD TECNICA - CARRERA DE ING. ELECTR. Y TELECOMUNICACIONES

Nivel : PREGRADO

Malla : 4 - ACTUALIZACION CURRICULAR 2012

ÁREA ACADÉMICA / NIVEL CURRICULAR	CAMPO HUMANISTICO		CAMPO DISCIPLINARIO	CAMPO HUMANISTICO	CAMPO HUMANISTICO	COCURRICULAR DE INFORMATICA	
	AREA DE LENGUAJE Y COMUNICACION		CIENCIAS BASICAS	ESTUDIOS GENERALES	ESTUDIOS GENERALES Y TEOLOGIA		
BÁSICO	I CICLO	IDIOMA ESPAÑOL(3.000)	CALCULO I(6.000)		TEOLOGIA I(3.000)	INFORMATICA I	
			FISICA I(6.000)				
			QUIMICA(3.000)				
			FUNDAMENTOS DE INGENIERIA(3.000)				
	II CICLO		ALGEBRA LINEAL(3.000)		INTROD AL PENSAMIENTO CRITICO(3.000)	TEOLOGIA II(3.000)	INFORMATICA II
			CALCULO II(6.000)				
			FISICA II(6.000)				
	III CICLO		CALCULO III(3.000)		OPTATIVA I(3.000)		
			CIRCUITOS I(6.000)				
			PROGRAMACION(3.000)				
			FISICA III(3.000)				

Tabla 3. 1 Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (primera parte)  
Fuente U.C.S.G

CAMPO HUMANISTICO		CAMPO HUMANISTICO	
ESTUDIOS GENERALES	ESTUDIOS GENERALES Y TEOLOGIA	COCURRICULAR DE INFORMATICA	COCURRICULAR DE INGLES
	TEOLOGIA I (3.00)	INFORMATICA I	INGLES I
INTROD AL PENSAMIENTO CRITICO (3.00)	TEOLOGIA II (3.00)	INFORMATICA II	INGLES II
OPTATIVA (3.00)			INGLES III

**Tabla 3. 2** Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (segunda parte)  
**Fuente** U.C.S.G

ÁREA ACADÉMICA / NIVEL CURRICULAR	CAMPO DISCIPLINARIO	CAMPO DISCIPLINARIO	CAMPO DISCIPLINARIO	CAMPO HUMANISTICO	CAMPO INVESTIGACION	
	CIENCIAS BÁSICAS	ELECTRICAS	ELECTRONICA	ESTUDIOS GENERALES	TELECOMUNICACIONES	
BÁSICO ESPECÍFICO	IV CICLO	MATEMÁTICAS AVANZADAS(3.000)	CIRCUITOS II(4.000)	ELECTRÓNICA I(4.000)	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN(3.000)	
			LABORATORIO DE CIRCUITOS(4.000)		TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA(4.000)	
	V CICLO			ELECTRÓNICA II(4.000)	ESTUDIOS CONTEMPORÁNEOS(3.000)	PLANTA EXTERNA(3.000)
				DIGITALES I(4.000)		ANTENAS Y PROPAGACIÓN(4.000)
				LABORATORIO DE ELECTRÓNICA(4.000)		ANÁLISIS DE SEÑALES Y SISTEMAS(3.000)
						OPTATIVA II(3.000)
	VI CICLO	MATEMÁTICAS FINANCIERAS(3.000)		DIGITALES II(4.000)		CONMUTACIÓN Y TRÁFICO TELEFÓNICO(3.000)
				LABORATORIO DE DIGITALES(4.000)		FUNDAMENTO DE COMUNICACIÓN(4.000)
				MICROCONTROLADORES(4.000)		PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES(3.000)

**Tabla 3.3** Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (Tercera parte)  
Fuente U.C.S.G



ÁREA ACADÉMICA / NIVEL CURRICULAR	CAMPO DISCIPLINARIO		CAMPO HUMANISTICO	CAMPO HUMANISTICO	CAMPO INVESTIGACION
	CIENCIAS BASICAS		ESTUDIOS GENERALES	INGLES	TELECOMUNICACIONES
PREPROFESIONAL	VII CICLO			INGLES TECNICO I(3.000)	INVESTIGACION OPERATIVA(3.000)
					COMUNICACIONES INALAMBRICAS(3.000)
					LINEAS DE TRANSMISION(3.000)
					INSTRUMENTACION VIRTUAL(3.000)
					SISTEMAS TELEMATICOS I(4.000)
					PRACTICA PREPROFESIONAL I: PLANTA EXTERNA(3.000)
	VIII CICLO	ECONOMIA(3.000)		INGLES TECNICO II(3.000)	OPTATIVA III(3.000)
					SISTEMAS SATELITALES(3.000)
					SISTEMAS TELEMATICOS II(3.000)
					COMUNICACIONES OPTICAS(3.000)
					SISTEMAS DE TRANSMISION (4.000)
					PRACTICA PREPROFESIONAL II: CENTRALES TELEFONICAS(3.000)
IX CICLO	ADMINISTRACION DE EMPRESAS(3.000)	ETICA Y COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL(3.000)		ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS(3.000)	
				SISTEMAS DE TELEVISION(3.000)	
				MARCO LEGAL E IMPACTO AMBIENTAL(3.000)	
				PRACTICA PREPROFESIONAL III: TRANSMISION Y ESTACION TERRENA(3.000)	

**Tabla 3. 4** Malla curricular de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (Cuarta parte)  
Fuente U.C.S.G

En la figura 3.1 tomada en el laboratorio de telecomunicaciones el cual consta de un área de aproximadamente 49mtr<sup>2</sup> se puede observar los equipos del laboratorio de Telecomunicaciones, el cual consiste de un rack con tarjetas *multiflexoras* digitales, el rack de la red LAN estructurada cat. 5e, un rack de *mòdulos feedBack controller* 58-121, un armario distribuidor de telefonía, estabilizadores de energía marca siemens y repartidores telefónicos.



**Figura 3.1** Actual Laboratorio de Telecomunicaciones de la F.E.T de la U.C.S.G

**Fuente** Gerardo Berrones.

Como se puede observar el Laboratorio de Telecomunicaciones no está realmente equipado para realizar las prácticas necesarias en este ámbito, es bastante

limitado y lo que más se puede probar es que hay tableros de muestreo, algunos ya obsoletos y que están más dirigidos a la práctica de datos y telefonía.



**Figura 3. 2** Actual Laboratorio de Telecomunicaciones de la F.E.T de la U.C.S.G  
**Fuente** Gerardo Berrones.

En esta figura 3.2 observamos las computadoras de escritorio para trabajar con software de simulación, poste, repartidor telefónico y un rack de pared con un equipo Alcatel de voz/ip.



**Figura 3.3** Actual Laboratorio de Telecomunicaciones de la F.E.T de la U.C.S.G  
**Fuente** Gerardo Berrones.

En esta figura 3.3 se observa un router, convertidores de fibra óptica, mangas, cable multipar telefónico y herramientas para empalme de cable de cobre.

### **3.2. Visita y Observación de Laboratorio de Telecomunicaciones en otras Universidades.**

Con el único propósito de tener una idea más clara de cómo otras universidades de la ciudad ofrecen carreras similares a la de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil específicamente la de Ingeniería en Telecomunicaciones, las visitamos para conocer su infraestructura académica especialmente la del laboratorio de Telecomunicaciones encontrando lo siguiente:

#### **3.2.1. Universidad Politécnica Salesiana**

La Universidad Politécnica Salesiana posee tres sedes en el País Quito, Cuenca y Guayaquil, en esta última ciudad el Campus Universitario se encuentra ubicada en: Robles 107 y Chambers al sur de Guayaquil.

En esta universidad se ofrece la carrera de Ingeniería Electrónica con mención en Sistemas Industriales y Telecomunicaciones, por lo tanto en la malla de la carrera que se observa a reglón seguido, se puede apreciar que existe una asignatura que se imparte en el quinto año llamada Taller de comunicaciones.

La asignatura taller de comunicaciones se la imparte en el laboratorio de Telecomunicaciones con el objetivo de unir diferentes tecnologías y complementar de manera dinámica el aprendizaje de los sistemas de telecomunicaciones, este laboratorio cuenta con equipos de marca *National Instruments* y *Lucas Nulle*.

Adicionalmente este Laboratorio mide 81mtr<sup>2</sup> y dispone para el desarrollo de prácticas para los estudiantes, lo siguiente:

- 1 Sistema PXI (computador industrial)
- 1 Kit completo para el análisis de guías de onda
- 1 Módulo didáctico de antenas
- 1 juego de antenas comerciales
- 15 Tarjetas EMONA DATEX para comunicaciones analógicas y digitales
- 1 kit de fibra óptica
- 10 computadoras personales.

**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**  
**FACULTAD DE INGENIERIAS**  
 MALLA UNIFICADA DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA

PRIMER AÑO			SEGUNDO AÑO			TERCER AÑO			CUARTO AÑO			QUINTO AÑO																	
5756 CALCULO DIFERENCIAL 6	5758 CALCULO INTEGRAL 4	5756 6	5759 CALCULO VECTORIAL 4	5799 EQUACIONES DIFERENCIALES 4	5758 4	5825 DINAMICA I 4	5787 DINAMICA II 4	5786,5759 4	5888 MATEMATICAS AVANZADAS 4	5799 4	5904 TEORIA DE CONTROL I 4	5888,5862 4	5905 TEORIA DE CONTROL II 4	5904 4	5996 TEORIA DE CONTROL III 4	5995 4	5915 PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES (DSP) 4	5996 4	5781 DEONTOLOGIA 2	5850 4									
5736 ALGEBRA LINEAL 4	5825 ESTATICA 6	5756-5736 4	5786 DINAMICA I 4	5787 DINAMICA II 4	5786,5759 4	5912 PROBABILIDAD Y ESTADISTICA 4	5900 METODOS NUMERICOS 4	5758,5923 4	5834 FISICA MODERNA 4	5799,5787 4	5979 SISTEMAS MICROPROCESADOS I 6	5815 4	5980 SISTEMAS MICROPROCESADOS II 4	5979 4	5850 GESTION EMPRESARIAL I 4	5912 4	5851 GESTION EMPRESARIAL II 4	5850 4	5821 ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE 4	5734 4									
5788 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD) 4	5863 INSTALACIONES CIVILES 4	5788,5863 4	5912 PROBABILIDAD Y ESTADISTICA 4	5900 METODOS NUMERICOS 4	5758,5923 4	5767 CIRCUITOS ELECTRICOS II 6	5810 ELECTRONICA ANALOGICA I 6	5767,5767 6	5962 SEÑALES Y SISTEMAS 4	5799 4	5751 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL I 4	5815 4	5752 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL II 4	5751 4	5844 REDES DE COMPUTADORAS II 4	5943 4	5734 ADMINISTRACION DE PROYECTOS 4	5850 4	5932 PROYECTOS 4	5915 4									
5938 QUIMICA 4	5766 CIRCUITOS ELECTRICOS I 6	5756,5766 6	5767 CIRCUITOS ELECTRICOS II 6	5810 ELECTRONICA ANALOGICA I 6	5767,5767 6	5923 PROGRAMACION II 4	6000 TEORIA ELECTROMAGNETICA I 6	5759,5923 6	5962 SEÑALES Y SISTEMAS 4	5799 4	5751 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL I 4	5815 4	5752 AUTOMATIZACION INDUSTRIAL II 4	5751 4	5844 REDES DE COMPUTADORAS II 4	5943 4	5734 ADMINISTRACION DE PROYECTOS 4	5850 4	5932 PROYECTOS 4	5915 4									
5989 TECNICAS DE INVESTIGACION 2	5922 PROGRAMACION I 4	5736,5922 4	5923 PROGRAMACION II 4	6000 TEORIA ELECTROMAGNETICA I 6	5759,5923 6	5988 TECNICAS DE EXPRESION 2	5824 ESPIRITUALIDAD JUVENIL SALESIANA 2	5988,5824 2	5815 ELECTRONICA DIGITAL 4	5810 4	5884 MAQUINAS ELECTRICAS II 4	5883 4	5770 COMUNICACIONES 4	5961 SENSORES Y TRANSDUCTORES 4	5811 4	5945 REDES DE COMPUTADORAS II 4	5999 TEORIA DEL DISEÑO 4	5944,5923 4	5858 INFORMATICA INDUSTRIAL 6	5768 CIRCUITOS ELECTRICOS INDUSTRIALES 4	5945,5884 4								
5743 ANTROPOLOGIA CRISTIANA 2	5824 ESPIRITUALIDAD JUVENIL SALESIANA 2	5988,5824 2	5865 INSTALACIONES INDUSTRIALES 4	5908 PENSAMIENTO SOCIAL DE LA IGLESIA 2	5863,5766,5908 2							5770 COMUNICACIONES 4	5961 SENSORES Y TRANSDUCTORES 4	5811 4	5945 REDES DE COMPUTADORAS II 4	5999 TEORIA DEL DISEÑO 4	5944,5923 4	5858 INFORMATICA INDUSTRIAL 6	5768 CIRCUITOS ELECTRICOS INDUSTRIALES 4	5945,5884 4									
CODIGO			CODIGO			CODIGO			CODIGO			CODIGO			CODIGO			CODIGO											
ASIGNATURA			ASIGNATURA			ASIGNATURA			ASIGNATURA			ASIGNATURA			ASIGNATURA			ASIGNATURA											
CREDITOS			CREDITOS			CREDITOS			CREDITOS			CREDITOS			CREDITOS			CREDITOS											
PRERREQUISITOS			PRERREQUISITOS			PRERREQUISITOS			PRERREQUISITOS			PRERREQUISITOS			PRERREQUISITOS			PRERREQUISITOS											
F. BASICA 60	39%		INVESTIGACION 4	3%		D. HUMANO 8	5%		F. PROFESIONAL 82	53%		TOTAL DE CREDITOS EN MATERIAS: 154		TRABAJO DE GRADO O SEMIN. GRAD: 16		TOTAL CREDITOS PARA TECNOLOGO: 170													
24	CREDITOS	PRIMER CICLO	26	CREDITOS	SEGUNDO CICLO	26	CREDITOS	TERCER CICLO	26	CREDITOS	CUARTO CICLO	26	CREDITOS	QUINTO CICLO	26	CREDITOS	SEXTO CICLO	24	CREDITOS	SEPTIMO CICLO	26	CREDITOS	OCTAVO CICLO	26	CREDITOS	NOVENO CICLO	22	CREDITOS	DECIMO CICLO
3 SEMINARIOS DE 32 HORAS C/U (6 CREDITOS)												2 SEMINARIOS DE 32 HORAS C/U																	
EXTENSION UNIVERSITARIA 64 H												PASANTIA UNIVERSITARIA (200 HORAS)																	
CULTURA FISICA DOS SEMINARIOS DE 32 HORAS CADA UNO (4 CREDITOS)																													
<b>TECNOLOGO ELECTRONICO</b>												SUFICIENCIA DE IDIOMA EXTRANJERO HASTA 8VO CICLO						<b>INGENIERO ELECTRONICO</b>											

**Tabla 3. 5** Malla Unificada de la Carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana Facultad de Ingenierías.  
 Fuente: Dirección Académico

En la figura 3.4 presentamos evidencias fotográficas de la visita a la Universidad Politécnica Salesiana, donde podemos apreciar algunos de los equipos utilizados en las prácticas de Telecomunicaciones entre los que llama la atención son el sistema PXI, las tarjetas emona datex y el equipo para la enseñanza de fundamentos de antena.



**Figura 3.4** Evidencia fotográfica de la visita al Laboratorio de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana.

Fuente Gerardo Berrones.



### 3.2.2. Universidad Escuela Superior Politécnica del Litoral

La ESPOL se consolida en categoría A, según la última evaluación que realizó el CEAACES a 54 universidades y escuelas politécnicas en todo el país, la Escuela Superior Politécnica del Litoral está ubicada en el Campus Politécnico *ESPOL Campus Gustavo Galindo Km 30,5 Vía Perimetral Guayaquil*.

La ESPOL ofrece la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación, en la malla curricular de la tabla 3.6 se puede apreciar que tienen la asignatura de laboratorio de Telecomunicaciones en el nivel 500-1, los requisitos para que el estudiante pueda tomar esta asignatura la presentamos en el siguiente cuadro.

**Código:** FIEC05009  
**Materia:** LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES

#### **Requisitos**

Código	Materia	Tipo
FIEC04960	COMUNICACIONES DIGITALES	PRE-REQUISITO
FIEC01347	LABORATORIO DE ELECTRÓNICA B	PRE-REQUISITO
FIEC01800	LABORATORIO DE REDES ELÉCTRICAS	PRE-REQUISITO

**Tabla 3. 6** Requisitos para la Materia de Laboratorio de Telecomunicaciones ESPOL

**Fuente** <https://www.academico.espol.edu.ec/UI/Public/MallaRequisitos.aspx?idmalla=2781&posicion=67>

La materia de Laboratorio de Telecomunicaciones es impartida en un aula que mide aproximadamente 90mtrs<sup>2</sup> y es transmitida con el objetivo de integrar en forma experimental, los conocimientos adquiridos en los cursos del área de Telecomunicaciones: Sistemas Lineales, Comunicación Analógica, y Digitales, Redes de Datos, Teoría Electromagnética, Antenas y Propagación, también conocer diferentes dispositivos de medición empleados en la carrera de Telecomunicaciones, adicionalmente esta asignatura de Laboratorio de Telecomunicaciones ayuda a entender el uso de manuales y datos proporcionados

por los fabricantes para manejar dispositivos y para seleccionar elementos circuitales en el diseño de equipo para comunicaciones.

El Laboratorio de Telecomunicaciones de la ESPOL dispone para el desarrollo de prácticas para los estudiantes, lo siguiente:

- 10 Transceptores NI USRP-2920 Radio Software de 50mhz a 2.2ghz
- 10 Analizadores de espectro E4404B marca Agilent 8khz a 6.7ghz
- 10 Osciloscopio Tektronix 2445
- 10 Generadores de funciones marca Agilent
- 10 PSK/PQSK Modulador KL-94006 Marca King
- 10 PSK/PQSK Demulador KL-94007 Marca King
- 20 Sistemas Generadores para DSP marca Xilinx
- 4 Rack para prácticas de cableado estructurado con router y switch Huawei

<sup>1</sup>El programa de estudio resumido de esta asignatura es la siguiente:

Laboratorio de sistemas de modulación lineal analógica: AM, FM, PM.

Laboratorio de sistemas de modulación digital: ASK, FSK, PSK.

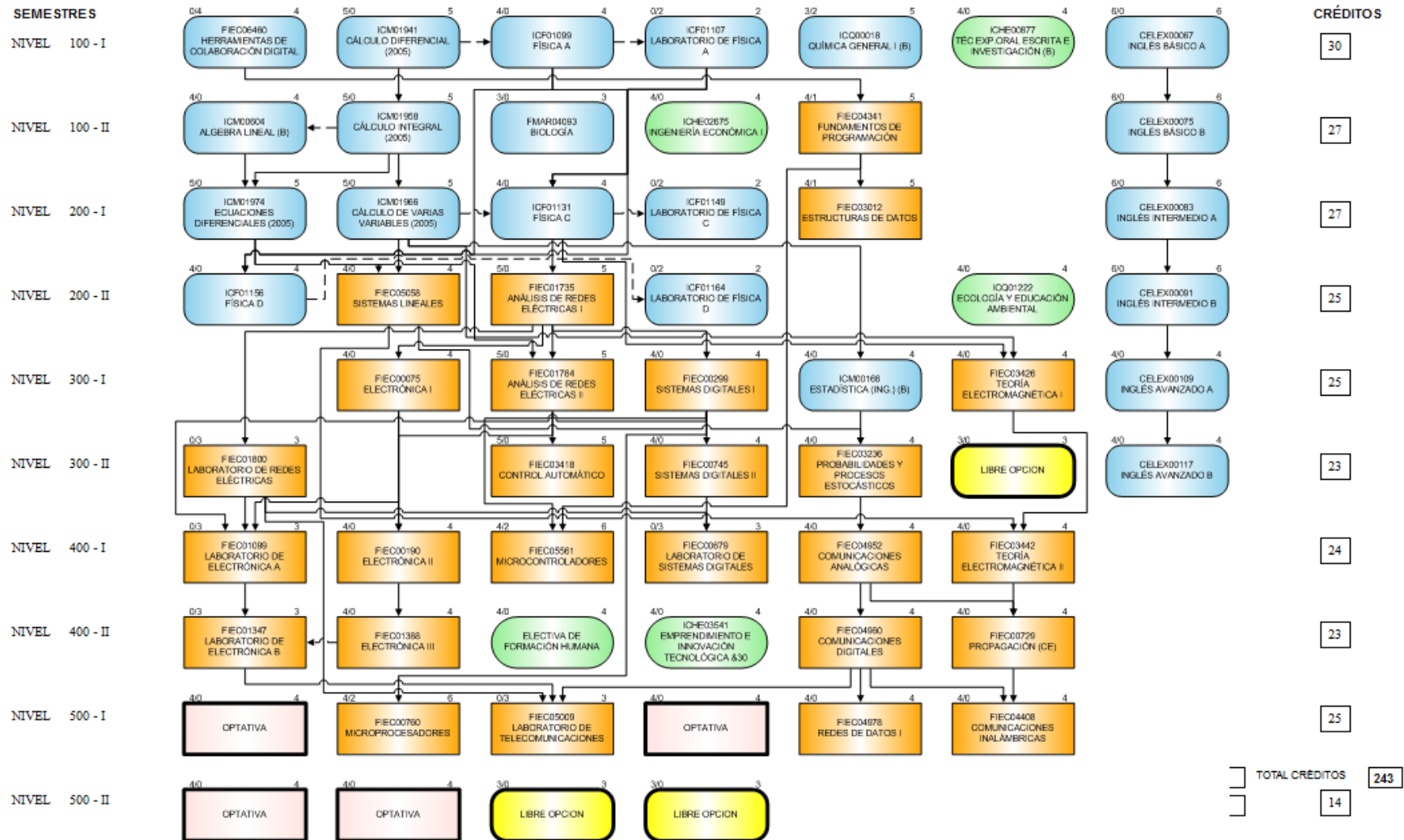
Laboratorio de sistemas de codificación de línea:PCM.

Laboratorio simulación en comunicaciones.

Laboratorio sistemas de recepción de TV satelital.

---

<sup>1</sup>[http://www.fiec.espol.edu.ec/resources/materias/telecomunicaciones/FIEC05009\\_lab\\_telecomunicaciones.pdf](http://www.fiec.espol.edu.ec/resources/materias/telecomunicaciones/FIEC05009_lab_telecomunicaciones.pdf)



**Tabla 3. 7** Malla de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la ESPOL de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación  
Fuente: [https://www.academico.espol.edu.ec/UI/Public/MallaAcademica.aspx?codProg=IN\\_TEL\\_&idmalla=2781&ver=21](https://www.academico.espol.edu.ec/UI/Public/MallaAcademica.aspx?codProg=IN_TEL_&idmalla=2781&ver=21)

En la figura 3.5 presentamos evidencias fotográficas de la visita a la Universidad Escuela Superior Politécnica del Litoral , donde podemos apreciar algunos de los equipos utilizados en las prácticas de Telecomunicaciones entre los que llama la atención son los equipos generadores de funciones, analizadores de espectro y los moduladores y demoduladores.



**Figura 3.5** Evidencia fotográfica de la visita al Laboratorio de Telecomunicaciones de la ESPOL  
**Fuente** Gerardo Berrones.

## CAPITULO 4

# ESTANDAR NORMAS Y PROPUESTA DE DISEÑO DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES

### 4. Estándares y normas para el diseño de un laboratorio de telecomunicaciones.

#### 4.1. QUE ES UN ESTÁNDAR?

(González, 2010) en la guía estándares de E-Learning Guía de consulta según la *International Organization for Standardization (ISO)*, expone que el término estandar está compuesta por las diferentes organizaciones nacionales de estandarización, “la estandarización es la actividad que tiene por objeto establecer, ante problemas reales o potenciales, disposiciones destinadas a usos comunes y repetidos, con el fin de obtener un nivel de ordenamiento óptimo en un contexto dado, que puede ser tecnológico, político o económico”.

Por lo tanto, podríamos definir un estándar como una normativa según la cual se establecen unas pautas particulares destinadas a realizar una función o acción particular.

Cuando decimos que un producto cumple un estándar, estamos diciendo que cumple todas y cada una de las directrices descritas en el estándar a la hora de cumplir una función determinada.

La normalización persigue fundamentalmente tres objetivos:

#### **Simplificación:**

Se trata de reducir los diferentes modelos utilizados para definir una misma función, quedándose únicamente con los más necesarios.

En ocasiones podrán existir numerosos estándares dedicados a definir una misma función, o un mismo procedimiento. La simplificación tiende hacia una

convergencia de todos ellos, que ofrezca los aspectos más útiles de cada especificación.

### **Unificación:**

Para permitir la interoperabilidad a nivel internacional, al redactar un estándar se deben tener en cuenta diferentes factores culturales de las personas situadas en las diferentes partes del planeta.

### **Especificación:**

Se persigue evitar errores de identificación creando un lenguaje lo más claro y preciso posible que describa minuciosamente cada procedimiento del estándar

#### **4.1.1. Tipos de estándares**

(González, 2010) también nos explica que actualmente existen dos tipos diferentes de estándares. Estos dos tipos son los denominados estándares de “jure”, y estándares de “facto”; y que un estándar sea considerado dentro de uno de los dos tipos depende del modo en el que ese estándar ha sido adoptado por una industria determinada.

**Estándar de “jure”** (o “iure”): es aquel que ha sido creado por un comité de expertos, y que ha pasado los procedimientos de creación de un estándar definidos por las diferentes organizaciones dedicadas a la estandarización y normalización, como ISO o IEEE, antes de ser publicado se conoce también como “norma”

**Estándar de “facto”**: es aquel estándar que es impuesto por el mercado, es decir, el estándar creado por una compañía que quiere sacar al mercado un producto o servicio, y que pasado un tiempo es adoptado por la mayoría de los fabricantes o desarrolladores. Se conoce como “especificación” o “recomendación”.

Cuando nos refiramos a la palabra “estándar” nos estaremos refiriendo a cualquier tipo de estándar; ya sea de “jure” o de “facto”.

#### 4.2. ESTÁNDARES Y NORMAS QUE SE PODRÍAN USAR EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES

De acuerdo a lo investigado no hay un estándar o norma específica que indique claramente como debe ser construido y diseñado un laboratorio de telecomunicaciones didáctico, pero si encontramos otros tipos de normas como la que se refiere a estándares para infraestructura para centros de datos como lo es la *TIA/EIA-942. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers. April 12, 2005* , que refiere a los requerimientos mínimos para la infraestructura de telecomunicaciones de centros de datos y cuartos de computadoras, como también hace referencia a la infraestructura del sistema de cableado, espacios de telecomunicaciones y topología, sistemas de cableado, rutas de cableado, redundancia, diseño de red, ubicación, acceso, arquitectura, diseño del ambiente, diseño eléctrico, protección de fuego e intromisión del agua.

Esta norma es muy importante porque de ella podemos acoger algunos principios que son importantes para el diseño del laboratorio de Telecomunicaciones; como el ahorro de espacio, maximizar los recursos de espacios es un aspecto crítico del diseño de un centro de dato para un laboratorio, confiabilidad es otro principio, diseños redundante, a prueba de fallas y para máximo *uptime* y finalmente la administrabilidad el cual debe ofrecer un servicio al estudiante y docente altamente confiable y flexible.

Otra norma la cual podemos adaptarla a la necesidad del diseño del laboratorio de Telecomunicaciones es la ISO/IEC 17025:2005 llamada también “Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración”. El laboratorio de telecomunicaciones ideal debe estar compuesto por maquinarias y equipos ya listos para trabajar, no se pueden tomar en cuenta muchas consideraciones para su implementación ya que es para uso exclusivo didáctico (educativo), sin embargo esta norma da una guía de referencia para todos los laboratorios que realizan actividades de ensayo, y calibración y es utilizada a nivel mundial para propósitos de acreditación.

Adicionalmente podemos nombrar algunas otras normas que pueden ayudar a realizar un buen diseño de un laboratorio de telecomunicaciones, estas normas hacen referencia a la estructura de la instalación de la red de datos que debe tener el laboratorio de telecomunicaciones estas son:

**TIA/EIA-568B:** Cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales (extiende a TIA/EIA-568A).

**TIA/EIA-568B.1** - Requisitos generales. Especifica un sistema de cableado genérico. Soporta un ambiente de productos y vendedores múltiples. No especifica marca ni fabricante. Diseño e Instalación de un sistema de Cableado. Establece requisitos de desempeño mínimos en Distancias, Atenuación, Velocidad de Transmisión, Topología, Configuraciones de conectores modulares, Pruebas y Diagnóstico de fallas.

**TIA/EIA-568B.2** - Componentes de cableado de Par Trenzado (100-Ohm)

**TIA/EIA-568B.3** - Componentes de cableado de fibra óptica.

**ANSI/TIA/EIA-607:** Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

**ISO /IEC 118011:** Sistemas de cableado genéricos.

**ISO /IEC 14763-1:** Administración y documentación

**ISO/IEC 14763-2:** Planificación e Instalación.

**ISO/IEC 14763-3:** Mediciones de cableado de fibra óptica.

#### **4.3. PROPUESTA DE DISEÑO DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES**

Para proponer el diseño del laboratorio de telecomunicaciones debemos de realizar un análisis de la malla curricular para determinar en función de las asignaturas que



se imparten, las posibles practicas de laboratorio que se deberian proponer, para que alla una interacción entre la parte teórica y practica incluso se puede determinar los posibles equipos y programas que se deben tener para dichos experimentos.

A continuación se observa un cuadro resumen de la malla curricular de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en la cual podemos notar que en los semestres I,II y III no se imparten como asignatura la materia de laboratorio, por que las materias teoricas que se enseñan son las de ciencias básicas.

En los semestres IV, V y VI se imparte por cada uno de estos semestres la asignatura de laboratorio de circuitos, laboratorio de electrónica y laboratorio de digitales, con ello se pretende reforzar la parte conceptual, con practicas de laboratorio, sin embargo se quedan algunas asignaturas solò en conceptos como son: PLANTA EXTERNA, ANTENAS Y PROPAGACION, ANALISIS DE SEÑALES Y SISTEMAS, todas ellas de V semestre y VI semestre, de la misma forma hay algunas asignaturas que se quedan sòlo en conceptos como: CONMUTACIÓN Y TRAFICO TELEFÓNICO, FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN Y PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES, adicionalmente en los siguientes ciclos VII, VIII y IX en cada uno de ellos el estudiante debe realizar practicas preprofesionales como indica la tabla # 3.8 resumen de la malla curricular, sin embargo es importante en los semestres anteriormente mencionados se fortalezca el contenido teorico y conceptual con practicas de laboratorio por los siguientes razones:

- El estudiante debe presentarse con mejor destreza a las practicas preprofesionales.
- En las practicas preprofesionales pocas veces pueden abarcar los diferentes tópicos teóricos o conceptuales vistos en clase.

- En determinadas ocasiones no se sabe con exactitud si el estudiante esta ubicado en la empresa correcta o departamento correcto para ejercer una buena practica en el campo.

**Tabla 3.8** Cuadro resume de la malla curricular de la carrera de telecomunicaciones de la F.E.T de la UCSG  
**Fuente** Gerardo Berrones.

ÁREA ACADÉMICA/ NIVEL CURRICULAR BÁSICO I, II, III CICLO O SEMESTRE	CAMPO DISCIPLINARIO CIENCIAS BÁSICAS	OBSERVACIÓN	
I	CALCULO I(5.00c)	En estas asignaturas por ser del campo disciplinario básico no se proporciona ninguna materia de laboratorio.	
	FISICA I(5.00c)		
	QUIMICA(3.00c)		
	FUNDAMENTOS DE INGENIRIA(3.00c)		
II	ALGEBRA LINEAL(3.00c)		
	CALCULO II(5.00c)		
	FISICA II(5.00c)		
III	CALCULO III(4.00c)		
	CIRCUITOS I(5.00c)		
	PROGRAMACION(3.00c)		
	FISICA III(4.00c)		
ÁREA ACADÉMICA / NIVEL BÁSICO ESPECÍFICO CURRICULAR IV,V,VI CICLO O SEMESTRE	CAMPO DISCIPLINARIO ELECTRICA , ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES	OBSERVACIÓN	
IV	CIRCUITOS II(4.00c)	Durate los ciclos de IV, V y VI , observamos que en la malla curricular se imparten asignaturas de Laboratorio una por cada ciclo, laboratorio de circuitos, laboratorio de Electrónica y laboratorio de digitales	
	<b>LABORATORIO DE CIRCUITOS(4.00c)</b>		
	ELECTRONICA I(4.00c)		
	TEORIA ELECTROMAGNETICA(4.00c)		
V	MATLAB Y AUTOCAD(3.00c)		
	ELECTRONICA II(4.00c)		
	DIGITALES I(4.00c)		
	<b>LABORATORIO DE ELECTRONICA(4.00c)</b>		
	PLANTA EXTERNA(3.00c)		
VI	ANTENAS Y PROPAGACION(4.00c)		
	ANALISIS DE SEÑALES Y SISTEMAS(3.00c)		
	DIGITALES II(4.00c)		
	<b>LABORATORIO DE DIGITALES(4.00c)</b>		
	MICROCONTROLADORES(4.00c)		
	OPTATIVA		
	CONMUTACION Y TRAFICO TELEFONICO(3.00c)		
FUNDAMENTO DE COMUNICACION(4.00c)			
PREPROFESIONAL VII, VIII, IX CICLO O SEMESTRE / NIVEL CURRICULAR	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES(3.00c)		
	ÁREA ACADÉMICA PREPROFESIONAL VII, VIII, IX CICLO O SEMESTRE / NIVEL CURRICULAR	CAMPO INVESTIGACION TELECOMUNICACIONES	OBSERVACIÓN
	VII	INVESTIGACION OPERATIVA(3.00c)	En cada ciclo se puede observar según la Malla curricular que los estudiantes deben asistir a practicas preprofesionales y no hay materias de laboratorio.
		COMUNICACIONES INALAMBRICAS(3.00c)	
		LINEAS DE TRANSMISION(3.00c)	
		INSTRUMENTACION VIRTUAL(3.00c)	
		SISTEMAS TELEMATICOS I(4.00c)	
	<b>PRACTICA PREPROFESIONAL I: PLANTA EXTERNA(8.00c)</b>		
	VIII	OPTATIVA III(3.00c)	
		SISTEMAS SATELITALES(3.00c)	
SISTEMAS TELEMATICOS II(3.00c)			
COMUNICACIONES OPTICAS(3.00c)			
SISTEMAS DE TRANSMISION(4.00c)			
<b>PRACTICA PREPROFESIONAL II: CENTRALES TELEFÓNICAS TELEFONICAS(8.00c)</b>			
IX	ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS(3.00c)		
	SISTEMAS DE TELEVISION(3.00c)		
	MARCO LEGAL E IMPACTO AMBIENTAL(3.00c)		
	<b>PRACTICA PREPROFESIONAL III: TRANSMISION Y ESTACION TERRENA(8.00c)</b>		

También se ha considerado para la propuesta de diseño la dimensión ideal del laboratorio de Telecomunicaciones y la cantidad aproximada que debe albergar.

De acuerdo a la información recogida en la secretaría de la facultad tècnica, los estudiantes que se han matriculado por ciclo en esta carrera la presentamos en la tabla 3.9 que nos indica estadísticamente que en los tres últimos años hay un promedio de alumnos por aula de entre 16 hasta 28 estudiantes, entre el año 2011 y 2012 no hubo incremento significativo de estudiantes mientras que entre el año 2012 semestre B y 2013 semestre B hay un crecimiento del 14% de estudiantes en el aula en esta carrera, esto quiere decir que las característica de la ampliación, remodelación o construcción de un nuevo espacio para el laboratorio debe ser proyectado para por lo menos inicialmente 30 estudiantes con un crecimiento por cada tres años aproximado del 15%.

**Tabla 3.9** Estadística de estudiantes matriculados en los paralelos desde el cuarto ciclo hasta el noveno ciclo de los tres últimos años.

**Fuente** Secretaría de la Facultad Técnica de la U.C.S.G

AÑO	CURSO	ESTUDIANTES MATRICULADOS	ESTUDIANTES MATRICULADOS
		SEMESTRE A	SEMESTRE B
2011	4	19	24
	5	25	38
	6	21	23
	7	16	17
	8	25	25
	9	23	25
2012	4	41	41
	5	41	38
	6	22	22
	7	16	15
	8	26	25
	9	24	25
2013	4	42	46
	5	41	41
	6	24	24
	7	17	18
	8	26	28
	9	25	26

#### 4.3.1. Diseño de la parte mobiliaria

Una vez realizado el análisis anterior podemos indicar lo siguiente:

Actualmente el Laboratorio de Telecomunicaciones cuenta con un espacio físico de 49mtr<sup>2</sup>, el cual resulta estrecho para la cantidad estimada de estudiantes matriculados de acuerdo a datos estadísticos proporcionados por la secretaría de la facultad expuestos anteriormente, para ello se requiere ampliar el espacio físico o reubicar el laboratorio a un espacio físico más amplio, considerando esto se procede a realizar el diseño de la parte inmobiliaria tomando en cuenta algunos de estos activos que aún podrían reutilizarse.

**Tabla 3. 10** Inmobiliaria que se podría requerir.  
**Fuente** Gerardo Berrones.

Descripción	cantidad
Trabajos de ampliación o reubicación del laboratorio	1
Mesas de trabajo	16
sillas	32
Perchas y vitrinas	1

Con respecto a las mesas de trabajo para los estudiantes, se podría realizar un diseño de acuerdo al espacio físico del laboratorio y la funcionalidad, se podría colocar en la parte superior sobre la mesa una estantería con divisiones en donde se podría ubicar otros equipo, dejando en la parte izquierda encima de la mesa el computador y al lado derecho se dejará el lugar libre, de esta manera se brinda a los estudiantes mayor espacio y comodidad al momento de efectuar la práctica.

Acorde a la mesa de trabajo, se puede elegir el modelo de las sillas, la cual debe permitir la comodidad a los estudiantes al momento de realizar las prácticas. Como en cada mesa de trabajo se ubicaran dos estudiantes se colocara dos sillas por mesa.

#### 4.3.2. Iluminación

El nivel de iluminación del laboratorio debe adaptarse a las exigencias visuales de los trabajos que se realicen en él.

Siempre que sea posible se recomienda disponer de iluminación natural complementada con iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas durante la jornada laboral.

De acuerdo con el RD 486/1997 y normas UNE 72163:84 y 72112:85, se considera que el nivel de iluminación general adecuado para un laboratorio es de 500 lux. Cuando los niveles de exigencia visual de la tarea sean muy altos el nivel de iluminación mínimo es de 1000 lux.

Por lo cual es recomendable que en el laboratorio se coloquen un total aproximado de 15 lámparas con dos tubos fluorescentes cada una. Por esta razón, se tiene un nivel de iluminación de 516 lux, ya que cada tubo fluorescente emite 86 lux. De esta forma se determina el nivel de iluminación está de acuerdo a las normas mencionadas anteriormente.

#### **4.3.3. Red Inalámbrica de Datos**

En el laboratorio de telecomunicaciones se requiere de conectividad entre las computadoras que formaran parte del mismo por cuya razón es necesario realizar una red inalámbrica.

La red inalámbrica que se podría utilizar es la WLAN ( *Wireless Local Area Network* ), representa la norma más común, ya que es la que se utiliza normalmente en las redes *Wi-fi*, está basada en *Ethernet* y provee comunicación entre equipos a través de ondas. El estándar que lo identifica es el IEEE 802.11, mediante la cual establecemos las comunicaciones inalámbricas entre las computadoras del laboratorio, con la posible salida a Internet sin el uso de ningún cable.

Para cumplir con este objetivo es necesario que cada computador tenga conectividad inalámbrica a través de una tarjeta de red incorporada, adicionalmente

se requiere de un equipo router que las enlace de forma estrella de tal manera que la comunicación puede fluir entre ellas mismas.

#### **4.3.4. Red cableada de Datos.**

Actualmente el Laboratorio de Telecomunicaciones de la FET de la UCSG cuenta con una red de datos con cable utp cat 5e, la cual se debería mantener en paralelo con la red *Wi-Fi*, también es importante mantener la estructura de rack de cableado estructura que mantiene con un rack de pared, *switch* y *router*, ya que son necesarios en las practicas.

#### **4.3.5. Equipamiento tecnológico informático**

Es necesario contar con computadoras de escritorio en el laboratorio, actualmente se cuenta con 10 computadoras de marca HP de nueva generación, lo que se requiere es ampliar la cantidad de equipos y espacio para por lo menos albergar a 30 estudiantes o puedan trabajar dos estudiantes por mesa, adicionalmente se requiere mantener los programas actuales e instalar otros que podrían presentarse con nuevos equipos de medición.

#### **4.3.6. Equipamiento tecnológico requerimientos técnicos.**

Para determinar que equipos técnicos para realizar prácticas de laboratorio de Telecomunicaciones se requieren es importante indicar lo siguiente:

Agregar en la malla curricular la materia de Laboratorio de Telecomunicaciones en el último semestre para que cada práctica que se realice y que conste en el contenido de la asignatura sea un repaso de las materias teóricas recibidas en semestres anteriores.

A continuación en la tabla 3.11 se encuentra un detalle de las asignaturas teóricas dadas en semestres anteriores, las prácticas de laboratorio que se podrán proporcionar y el equipo o software que se podría utilizar para realizar la practica con éxito en el Laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G.

**Tabla 3. 11** Matriz de Asignaturas con sus respectivas prácticas y equipos que se requieren utilizar en el Laboratorio de Telecomunicaciones.

Fuente: Gerardo Berrones.

Semestre	Asignatura	Practica que se pueden realizar	Equipos a utilizar	Tenemos el equipo	No tenemos el equipo	Observaciones	
5	Planta Externa	1.Practicas de empalmes para cable de cobre,2. Practica de Enrutamiento de señales, 3.Practica de Multiplexor de alta densidad,4.Practica de empalmes para cable de fibra óptica, 5. Practicas con Testeador de Fibra Óptica Medición de parámetros	Kit de empalme para cable de cobre	x		Actualmente se puede realizar un reconocimiento general de algunos componentes de planta externa que existe en el laboratorio de telecomunicaciones como son: . Instalación de cables en canalización, Instalación de cables aéreos, postes y retenidas, armarios y bloques de conexión	
6	Conmutación y Tráfico Telefónica		Módulo para practicas con multiplexor de conmutación		x		
8	Telefónicas		Módulo para practicas con multiplexor de conmutación		x		
			Kit de empalme para cable de F.O.		x		
			Equipo Testeador para Fibra Óptica		x		
5	Análisis de Señales y Sistemas	1.Mediciones para caracterizar una modulación de AM y una modulación de FM. Protocolos y métodos, 2.Mediciones para caracterizar una demodulación de AM y una demodulación de FM. Protocolos y métodos, 3.Practica de Doble Banda Lateral (DSBSC) modulación, 4.Observaciones de las señales de AM y DSBSC en el dominio de la frecuencia, 5.Practica de banda lateral única (SSB) de modulación y demodulación,6.Pulso de Amplitud Modulada (PAM),7. Pulso de código Modulado (PCM), 8. Pulso de código Modulado Decodificado, 9. Pulso de código Modulado Codificado, 10.Conmutación por desplazamiento de amplitud y frecuencia, 11. Practica con mensajes de audio, 12. Portadora de Adquisición utilizando PLL, 13. División de tiempo (PCM-TDM), 14. Modulación por desplazamiento de amplitud (ASK),15. Desplazamiento de frecuencia Codificación (FSK), 16. Conformación de impulsos de recuperación de datos, 17. Programas de simulación y medición virtual, 18. Características de la arquitectura de Interconexión de Redes en TCP/IP , 19. VOZ/ip, 20. Practicas de reconocimiento de Protocolos de comunicación	Módulo experimental para telecomunicaciones		x	Actualmente tenemos sólo un módulo para realizar estas practicas llamado EMONA DATEX , adicionalmente estos trabajan acoplándose con los equipos NI ELVIS de NI del cual solo tenemos dos.	
6	Fundamento de Comunicación		Equipo Voz/ip	x		Solo tenemos uno de marca Alcatel	
6	Procesamiento Digital de Señales		Analizador de Señales			x	
7	Instrumentación Virtual		Generador de Señales				
8	Sistemas de Transmisión					x	
7	Lineas de transmisión						
7	Sistemas Telemáticos						
7	Comunicaciones Inalambricas		1. Practicas de configurar una red LAN inalambrica, 2. Practicas de configuración de Access Point en bridge, 3. Practicas de configuración de cámaras inalambricas, 4. Medición y análisis de canales y ancho de banda utilizadas en la comunicación de datos inalambricos,5. Características de la arquitectura de Interconexión de Redes en TCP/IP .	Computadoras	x		Actualmente solo contamos con 9 computadoras de escritorio y dos router cisco.
7	Lineas de transmisión		Tarjetas de red Inalambricas, router wifi, Access Point Wifi,cámaras Wifi, Analizador de Señales		x		
7	Sistemas Telemáticos						
7	Lineas de transmisión	1. Enlaces de microondas entre dos puntos, 2. Generación y Análisis de diferentes formas de onda CPM, ASK, FSK, QAM, GPS, GSM/EDGE,WLAN, WIMAX, 3. Practicas de técnicas de Microondas, 4. Prácticas de fundamentos de la tecnología de antenas.	Antenas, Módulo experimental para enlaces de microondas, Módulo experimental de antenas, Analizador de señales y generador de señales		x		
5	Antenas y Propagación						
8	Sistemas satelitales						
8	Comunicaciones opticas	1. Practicas de empalmes para cable de Fibra Óptica, 2. Fibra óptica Comunicación bidireccional, 3. codificación PCM, 4. decodificación PCM, 5. Muestreo y Nyquist en PCM, 6. Time Division Multiplexing (TDM), 7. Regeneración de la codificación de línea y bit-reloj, 8. Transmisión de fibra óptica, 9. PCM-TDM aplicación 'T1', 10. Filtrado digital óptica, la división y combinación, 11. Division multiplexación de onda (WDM), 12. Pérdidas ópticas, 13. Practicas con Testeador de Fibra Óptica Medición de parámetros	Módulo experimental para Fibra Óptica, equipo testeador de Fibra Óptica		x		
7	Lineas de transmisión						



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

Podemos concluir que es importante ampliar o construir un nuevo laboratorio de Telecomunicaciones y dotarlo de equipos de medición, sistemas y módulos de prácticas que ayuden a fortalecer los conocimientos teóricos aprendidos y que puestos en práctica con experimentos e investigación, los estudiantes tendrán la oportunidad de tener un mejor aprendizaje que se reflejará en su profesionalismo al servicio de las industrias y empresas del País.

El Laboratorio actual de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la U.C.S.G posee menor infraestructura tanto de espacio como también de equipos y módulos de prácticas que las universidades visitadas.

Adicionalmente se podría indicar que es probable que el laboratorio de Telecomunicaciones de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo no se le ha dado la prioridad e importancia debida porque en la malla curricular no consta como una asignatura de la carrera.

Como resultado de esta tesis se confirma que en la malla curricular de esta carrera en otras universidades la asignatura de Laboratorio de Telecomunicaciones es notablemente establecida.

Podemos también concluir que la inversión en este tipo de laboratorio es bastante onerosa y que fácilmente podría superar los \$350.000

## **Recomendaciones**

Dar importancia al conocimiento práctico a través de un laboratorio de telecomunicaciones de tecnología de punta para así tener la oportunidad de ser más competitivos en el medio.

Revisar la malla curricular o al contenido de cada asignatura desde el quinto semestre hasta el noveno para agregar la asignatura de Laboratorio de Telecomunicaciones o para que cada práctica sea vista en la asignatura teórica dictada por cada docente.

Se recomienda ampliar o construir un nuevo laboratorio de telecomunicaciones que albergue inicialmente a por lo menos treinta estudiantes.

Se recomienda equipos de medición, módulos de laboratorio y software de simulación que en lo posible puedan ser monitoreados y administrados en red.

## BIBLIOGRAFIA

Antonio Ricardo Castro Lechtaler, R. J. (1999). *Teleinformática para ingenieros en sistemas de información II*. Barcelona: Reverté S.A.

Ares, R. Á. (2004). *Manual de infotelecomunicaciones*. Buenos Aires : El Cid Editor

BOQUERA, M. C. (2005). *COMUNICACIONES ÓPTICAS Conceptos esenciales y resolución de ejercicios*. Madrid: Díaz de Santos, S. A.

Carlos Varela, L. D. (01 de 01 de 2002). *Blog Toni de la Fuente*. Recuperado el 14 de 11 de 2013, de <http://www.blyx.com/public/wireless/redesInalambricas.pdf>

Cruz, S. G. (7 de Agosto de 2010). *Tesis Institucionales*. Recuperado el 8 de 11 de 2013, de <http://itzamna.bnct.ipn.mx>

FACULTAD DE TELECOMUNICACIONES . (15 de 02 de 2013). *DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS TELEMÁTICOS* . Recuperado el 18 de 11 de 2013, de [http://www.dit.upm.es/~ftel/FTEL\\_0\\_Introduccionx2.pdf](http://www.dit.upm.es/~ftel/FTEL_0_Introduccionx2.pdf)

Iván Bernal, P. (01 de 01 de 2005). *Escuela Politecnica Nacional* . Recuperado el 14 de 11 de 2013, de <http://clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/html/CURSOS/AbrilAgosto06/Inalambricas/CLAS ES/IntroduccionPUB2.pdf>

Javier García de Jalón, J. I. (2001). *Aprenda Matlab como si estuviera en primero*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.

Kustra, R. (25 de 11 de 2013). *Instituto Tecnológico de Buenos Aires*. Recuperado el 25 de 11 de 2013, de <http://www.dednet.net/institucion/itba/cursos/000183/demo/unidad01/Modulo1GestT elec14oct03.pdf>

Librería virtual McGraw-Hill. (2013). *Sistemas de Emisión de Televisión. Guía a los Sistemas de Emisión de Televisión* , 200-231.

MediaActive. (2008). *El Gran libro de Autocad*. Barcelona: Marcombo.

Miguel Ángel Solano Vérez, J. S. (08 de 11 de 2013). *Universidad de Cantabria*. Obtenido de <http://ocw.unican.es/>

Moròn, J. (2011). *Señales y Sistemas*. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta, Fondo Editorial Biblioteca.

Niño, L. O. (01 de 01 de 2012). *Slideshare*. Recuperado el 25 de 11 de 2013, de <http://www.slideshare.net/guillermoninorodriguez20/redes-de-nueva-generacion-12676803>

Olmedo, B. G. (2005). *Fundamentos de Electromagnetismo*. Granada: Dpto. de Electromagnetismo y Física de la Materia.

Pérez, J. A. (2008). *Toría de Antenas*. Barcelona: Ingeniería La Salle.

Peris, E. S. (2004). *Fundamentos y electrónica de las comunicaciones*. Valencia: Universidad de Valencia.

Platero, C. (13 de noviembre de 2013). *Electrónica, Automática e Informática Industrial (ELAI) de la Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de [http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Publicaciones/pub01/intro\\_procsdig.pdf](http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Publicaciones/pub01/intro_procsdig.pdf)

Rodríguez, D. M. (2002). *Sistemas inalámbricos de comunicación personal*. Mexico: Marcombo.

Rugeles, R. C. (2002). La instrumentación Virtual en la enseñanza de la Ingeniería Electrónica. *Acción Pedagógica* , 80-89.

Talàn, A. C. (1998). Redes Telefónicas Públicas Conmutadas, Oportunidades de Desarrollo Profesional. *Ingenierías Enero-Julio Vol1 No1* , 39-45.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. México: Pearson Edición.

Vicente E. Boria Esbert, C. B. (2002). *Líneas de transmisión, Volume 2*. Valencia: Ed. Univ. Politéc.

González, J. R. (2010). *ESTÁNDARES de E-Learning Guía de consulta*. Alcalá: Universidad de Alcalá.