

*ESCUELA POLITECNICA NACIONAL*

*FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA*

*PROYECTO DE UN LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES PARA  
EL INSTITUTO DE TECNOLOGOS DE LA E.P.N.*

*TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO  
DE INGENIERO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES*

*LUIS ARCESIO AUQUILLA CARABALI*

*QUITO, JULIO DE 1992*

*DEDICATORIA*

*A MIS QUERIDOS PADRES, QUE  
HOY SENTIRAN LA SATISFACCION  
DEL DEBER CUMPLIDO,  
A MIS HERMANOS Y  
A MI SOBRINO CHRISTIAN*

### AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a la Ing. Gloria Túquerres por la enorme ayuda, interés y dedicación que mostró durante el desarrollo de este trabajo, al Ing. Adolfo Loza por su comprensión, predisposición y acertada dirección para hacer realidad la culminación de esta tesis.

CERTIFICO que la presente Tesis ha sido realizada en su totalidad por el Señor Luis Arcesio Auquilla Carabali, bajo mi dirección.



---

ING. ADOLFO LOZA ARGUELLO  
DIRECTOR DE TESIS

QUITO, JULIO DE 1992

INDICE GENERAL

	Pág./
Prólogo .....	1
Introducción .....	2
Antecedentes del proyecto .....	4
CAPITULO I	
1.1.-Necesidades que se atenderán .....	9
1.1.1.-Conocimientos faltantes en egresados .....	11
1.1.2.-Demanda .....	12
1.1.3.-Equipo .....	13
1.1.4.-Tópicos a ser cubiertos en el laboratorio .....	14
1.2.-Características del alumno insumo .....	15
1.3.-Perfil del egresado .....	16
1.4.-Definición de los objetivos curriculares .....	18
Referencias .....	20
CAPITULO II	
2.1.-Características del local .....	22
2.1.1.-Localización .....	22
2.1.2.-Espacio físico .....	22
2.1.3.-Medio ambiente .....	23
2.1.4.-Mantenimiento .....	26
2.1.5.-Transporte interno .....	26
2.1.6.-Ventilación .....	27
2.1.7.-Iluminación .....	28
2.1.7.1.-Seguridad de la iluminación .....	30
2.1.7.2.-Alumbrado de emergencia .....	30
2.1.8.-Acústica .....	31

2.1.9.-Características del techo .....	33
2.1.10.-Características del piso .....	34
2.1.11.-Seguridad Industrial .....	37
2.1.11.1.-Principios fundamentales .....	37
2.1.11.2.-Importancia de la Seguridad Industrial .....	39
2.1.11.3.-Aplicación en el laboratorio de telecomunicaciones .....	40
2.1.12.-Seguridad de las instalaciones del local .....	43
2.1.13.-Instalación eléctrica .....	45
2.1.13.1.-Características de la alimentación eléctrica para el laboratorio .....	50
2.1.13.2.-Tableros .....	51
2.1.13.3.-Circuitos de alimentación eléctrica .....	56
2.1.13.4.-Planta de emergencia .....	57
2.1.13.5.-Sistema de puesta a tierra de protección .....	59
2.1.13.5.1.-Definición .....	60
2.1.13.5.2.-Necesidad de un sistema de puesta a tierra de protección .....	60
2.1.13.5.3.-Clasificación .....	61
2.1.13.5.4.-Tomas naturales de tierra .....	63
2.1.13.5.5.-Conductores de las instalaciones de puesta a tierra natural .....	64
2.1.13.5.6.-Tomas de tierra artificiales .....	65
2.1.13.5.7.-Tomas de tierra verticales y horizontales .....	65
2.1.13.5.8.-Conductores de las instalaciones de	

puesta a tierra artificial .....	67
2.1.13.5.9.-Conexiones .....	69
2.1.13.5.10.-Efectos de la frecuencia .....	70
2.1.13.5.11.-Consideraciones sobre el suelo .....	71
2.1.13.5.12.-Consideraciones generales sobre la puesta a tierra .....	74
2.1.14.-Construcción del laboratorio .....	76
2.2.-Áreas técnicas a ser cubiertas en el laboratorio .....	79
2.2.1.-Antenas y filtración de RF .....	79
2.2.2.-Instalación y verificación de equipos .....	79
2.2.3.-Instrumentación para telecomunicaciones ....	81
2.2.4.-Mantenimiento y reparación de equipos de telecomunicaciones .....	82
2.2.5.-Microordenadores y programación especializada .....	83
2.2.6.-Propagación de ondas y líneas de transmisión .....	84
2.2.7.-Recepción de sistemas de telecomunicaciones .....	84
2.2.8.-Sistemas de RF .....	85
2.2.9.-Sistemas especiales .....	85
2.2.10.-Telefonía .....	86
2.2.11.-Transmisión de datos .....	86
2.2.12.-Taller .....	87
Referencias .....	89

CAPITULO III

3.1.-Estudio técnico del equipo por áreas .....	91
---	----

3.1.1.-Sistemas de entrenamiento .....	94
3.1.1.1.-Características generales .....	94
3.1.2.-Analizador de audiofrecuencia .....	104
3.1.3.-Analizador de datos y protocolos .....	105
3.1.4.-Analizador de enlaces de u0 .....	106
3.1.5.-Analizador de espectros .....	108
3.1.6.-Analizador de tramas .....	109
3.1.7.-Analizador lógico .....	110
3.1.8.-Comprobador de interfaces .....	111
3.1.9.-Computador y periféricos .....	112
3.1.10.-Frecuencímetro .....	113
3.1.11.-Fuentes de alimentación .....	114
3.1.12.-Generador de fluctuación de fase "jitter" .....	114
3.1.13.-Generador de nivel .....	116
3.1.14.-Generador de funciones .....	117
3.1.15.-Generador de nivel óptico .....	118
3.1.16.-Generador de señales .....	119
3.1.17.-Medidor de fluctuación de fase "jitter" .....	121
3.1.18.-Medidor de impedancia .....	122
3.1.19.-Medidor de potencia óptica .....	122
3.1.20.-Medidor digital de nivel .....	123
3.1.21.-Multímetro digital .....	125
3.1.22.-Osciloscopio de doble canal de 50 MHz .....	125
3.1.23.-Probador de transistores .....	126
3.1.24.-Características de alimentación de los equipos .....	127
3.1.25.-Accesorios requeridos .....	127

3.1.25.1.-Atenuadores, impedancias terminales, patrones de reflexión, derivación en "T" y adaptadores de $Z=75=50\text{ohm}$ .....	127
3.1.25.2.-Software .....	128
3.1.25.3.-Cables de conexión, conectores y adaptadores .....	129
3.1.25.4.-Herramientas .....	130
3.1.25.5.-Repuestos .....	133
3.2.-Dimensionamiento físico .....	134
3.2.1.-Personal .....	135
3.2.2.-Oficinas .....	136
3.2.3.-Número de estudiantes .....	136
3.2.4.-Mesas de trabajo .....	137
3.2.5.-Áreas físicas recomendadas para operación y mantenimiento de equipos .....	139
3.2.6.-Cabinas y armarios .....	141
3.2.7.-Áreas físicas del laboratorio .....	141
3.3.-Instalaciones eléctricas y del sistema de puesta a tierra de protección .....	143
3.3.1.-Aspectos a tomar en cuenta para la instalación eléctrica .....	143
3.3.2.-Iluminación .....	145
3.3.3.-Instalaciones de alumbrado y tomacorrientes .....	146
3.3.4.-Criterios para hacer de la alimentación eléctrica confiable .....	149
3.3.5.-Instalaciones de puesta a tierra de protección .....	151
3.3.5.1.-Sistema de puesta a tierra seleccionado ..	151

3.3.5.2.-Características del sistema de puesta a tierra seleccionado .....	151
3.3.5.3.-Mantenimiento .....	154
3.3.5.4.-Ubicación de la puesta a tierra .....	154
3.4.-Prácticas por áreas .....	155
3.4.1.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de antenas y filtración de RF .....	156
3.4.2.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de instrumentación para telecomunicaciones..	158
3.4.3.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de instalación y verificación de equipos ...	160
3.4.4.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de mantenimiento y reparación de equipos ...	162
3.4.5.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de microordenadores y programación especializada .....	165
3.4.6.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de propagación de ondas y líneas de transmisión .....	168
3.4.7.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de recepción en sistemas de telecomunicaciones .....	170
3.4.8.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de telefonía .....	173
3.4.9.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de sistemas de RF .....	175
3.4.10.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de sistemas especiales .....	177
3.4.10.1.-Optica .....	177

3.4.10.2.-Microondas .....	180
3.4.10.3.-Radar .....	182
3.4.11.-Temas y experimentos a ser cubiertas por el área de transmisión de datos .....	184
3.4.12.-Taller .....	186
3.4.13.-Horarios .....	186
Referencias .....	187

CAPITULO IV

4.1.-Estudio de costos del equipo a ser utilizado en el laboratorio .....	190
4.2.-Costos de las instalaciones .....	195
4.3.-Costos de la construcción .....	195
4.4.-Cronograma de etapas y costos de implementación .....	196

CAPITULO V

5.1.-Resultados finales .....	199
5.2.-Recomendaciones para la construcción .....	203
5.3.-Recomendaciones en cuanto al personal .....	204
5.2.-Recomendaciones en cuanto a las áreas a cubrir y horarios .....	205

ANEXO A :	Encuesta utilizada en la investigación.
ANEXO B :	Tareas importantes de técnicos y tecnólogos según las empresas y egresados
ANEXO C :	Fuentes de interferencia electromagnética (EMI) y ruido eléctrico.
ANEXO D :	Principales características del suelo a tenerse en cuenta para el sistema de puesta a tierra.
ANEXO E :	Memoria descriptiva del proyecto de

instalaciones eléctricas.

ANEXO F :            Sistemas de entrenamiento.

ANEXO G :            Lista de principales recomendaciones del  
                      CCITT necesarias para manejar el equipo.

ANEXO H :            Planos (eléctricos y de amoblamiento).

ANEXO I :            Simbología utilizada en los planos.

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y TABLAS

Figura 2.1.-Detalle de entrepisos ..... 34

Figura 2.2.-Caidas de voltaje en una línea de  
                      transmisión ..... 45

Figura 2.3.-Tablero principal de distribución ..... 54

Figura 2.4.-Diagrama de un tablero secundario ..... 56

Figura 2.5.-Diagrama de un tablero automático  
                      de transferencia ..... 59

Figura 2.6.-Tomas verticales ..... 66

Figura 2.7.-Tomas horizontales ..... 67

Figura 2.8.-Creación de lazos para ruido de  
                      modo común ..... 69

Figura 2.9.-Sistema de tierra con múltiples  
                      conexiones ..... 71

Figura 2.10.-Preparación del suelo para el sistema  
                      de puesta a tierra..... 72

Figura 3.1.-Mesas de trabajo a ser usadas en  
                      cada área ..... 138

Figura 3.2.-Mesas de trabajo para el taller ..... 139

Figura 3.3.-Requerimientos de espacio para operación



**PROLOGO.-**

Es indudable que el rápido avance de las telecomunicaciones en el mundo hace necesario que los profesionales pertenecientes a este campo de la electrónica busquen mejorar y actualizar cada día sus conocimientos, a fin de poder desenvolverse adecuadamente en sus respectivos campos ocupacionales. El siguiente proyecto busca ayudar al Instituto de Tecnólogos a satisfacer esta necesidad, para esto, el proyecto se desarrollará tomando en cuenta los problemas que realmente el egresado en tecnología electrónica afronta tanto en su vida estudiantil como en su campo ocupacional; y, las principales modificaciones a introducirse en los actuales programas de estudios, a fin de que este proyecto, sirva de base para desarrollar otros proyectos similares tendientes a solucionar estos problemas buscando siempre la consecución de mejores profesionales en este campo. El trabajo ha sido arduo, sin embargo, ha sido muy interesante ya que hemos podido conocer las condiciones reales en la cuales se desenvuelven los tecnólogos. Uno de los principales problemas que se afrontó es la falta de información, ya que en nuestro país prácticamente no se diseñan laboratorios, sino que se hacen simples arreglos de locales y se colocan equipos pero sin un previo estudio técnico, lo cual hace que a la larga se afronten problemas de expansión física, equipo no adecuado y rápidamente obsoleto, falta de facilidades de trabajo para profesores, estudiantes y personal en general, etc. Este trabajo en síntesis busca dar la orientación necesaria, a fin de lograr tener un laboratorio de telecomunicaciones que realmente enfrente aquellos puntos en donde el tecnólogo ha experimentado grados muy altos de desconocimiento como se analizará más adelante.

**INTRODUCCION.-**

Ahora, después de 154 años de constante evolución, desde que en 1838, Samuel Morse transmitió a través de 10 millas de cable el primer mensaje telegráfico, naciendo así, una nueva era para las comunicaciones punto a punto: la era de la comunicación eléctrica, los sistemas de comunicaciones se encuentran en cualquier lugar donde es necesaria la transmisión de información de un punto a otro; ya son comunes los sistemas tales como el teléfono, la televisión y la radio; en la oficina, el telex, el fax y los sistemas de transmisión de datos se van imponiendo a medida que hay más cosas que saber y que comunicar para tomar decisiones correctas. Probablemente sea el área de las Telecomunicaciones la que más se ha beneficiado del uso de la Electrónica, desde sus comienzos. En todo momento miles de circuitos de larga distancia están siendo utilizados para enviar textos, voz e imágenes a los más remotos lugares del mundo. Computadores intercambian información entre sí mediante enlaces intercontinentales de transmisión de datos. Procesos industriales son controlados y agilizados mediante sistemas de control de lazo cerrado y el hombre se está convirtiendo cada día más en un supervisor de dichos controles. Esta es una somera lista de aplicaciones de las telecomunicaciones a la que se podrían añadir tantas como la imaginación pudiera inventar, lo que nos hace ver, el alto grado de preparación que el profesional de las telecomunicaciones debe tener. Cualquier intento de cubrir los innumerables sistemas de comunicación existentes, resultaría en la realización de un laboratorio de telecomunicaciones muy costoso y que pronto estaría obsoleto. Por ello este proyecto se limitará, en lo que sigue, a dar un punto de

vista general sobre las distintas actividades que realiza el tecnólogo y sus necesidades a satisfacer, enfocando aquellas áreas técnicas más generales y que están más al alcance en nuestra vida diaria, o aquellos que en un futuro no muy lejano serán de uso corriente.

**ANTECEDENTES DEL PROYECTO.-**

El principal objetivo al crear la carrera de tecnología, fué el de dotar a los bachilleres que tenían que trabajar de una profesión técnica a nivel medio superior, los cuales, luego de culminada la carrera y cumpliendo todos los requisitos reglamentarios obtenían el título de tecnólogo en la especialidad que hubieran elegido, y que acreditaba su preparación. Esto ha cambiado actualmente y los bachilleres ingresan directamente a la E.P.N. a seguir esta carrera sin que necesariamente tengan que trabajar. Razón por la cual el Instituto de Tecnólogos se propone mejorar la preparación de los mismos, en vista de la gran demanda que existe en el país por este tipo de profesionales.

Actualmente el Instituto al no poseer sus propios laboratorios y considerando que se están llevando a cabo estudios con el apoyo (tanto económico como de asesoramiento científico y organizativo), del Gobierno Canadiense, se ha visto la necesidad, en cuanto a la especialidad de Electrónica y Telecomunicaciones se refiere, en desarrollar el proyecto de un laboratorio de telecomunicaciones para el Instituto de Tecnólogos. El objetivo principal de éste proyecto es el de diseñar un laboratorio de telecomunicaciones, que esté de acuerdo con nuevos programas de estudio y nuevos rumbos de desarrollo, para lograr los objetivos planteados pero creando los medios más adecuados, bajo una metodología definida, que nos permitan planificar adecuadamente el laboratorio de acuerdo con la realidad y requerimientos tanto de la E.P.N., como de las empresas nacionales, para luego finalmente realizar el diseño del mismo. A fin de generar

un camino a seguir es evidente una herramienta indispensable. La introducción de un método tomando en cuenta las diferentes técnicas utilizadas para concretar definiciones: por tipos de conocimiento, por objetivos operacionales o de comportamiento, por ejemplo, llevaría a este trabajo a una aproximación, lo más real posible, a los verdaderos requerimientos del país en este campo.

Pero es necesario tomar en cuenta la escasa familiarización que existe en la E.P.N. sobre este tópico, sumando a esto la poca posibilidad de que se realice, a corto plazo, un perfeccionamiento del personal docente sobre este tema, lo cual dificulta la aplicación, sobre todo en un medio donde no existe una real comprensión del problema.

Por todas estas razones el método a seguir es desarrollado con la colaboración de la A.C.C.C. (Asociación de Colegios Comunitarios del Canada), y hace referencia a los parámetros y a las realidades conocidas con respecto al tecnólogo, entre las cuales podemos considerar:

- Las funciones de trabajo, sus tareas y operaciones.
- Las tecnologías y equipamientos existentes en el medio de trabajo.
- Los conceptos científicos y tecnológicos de este equipamiento.
- Las aptitudes y habilidades requeridas para satisfacer las exigencias del trabajo.

A esto hay que agregar que actualmente en el Instituto de Tecnólogos

ya se han obtenido los elementos necesarios para la elaboración de los nuevos programas, esto es:

- La carga horaria.
- Las especialidades necesarias.
- Las funciones de trabajo a tenerse en cuenta.
- La estructura del programa.
- Los recursos requeridos por la producción.
- Los condicionamientos institucionales.

Es evidente que al disponer de los elementos necesarios para actualizar los programas de estudios que actualmente se aplican en el Instituto, se requiere de un laboratorio que este de acuerdo con estos nuevos programas a aplicarse en la especialidad de electrónica y telecomunicaciones. Para esto es necesario realizar un estudio para definir cuales van a ser las áreas de las que va a disponer el laboratorio, el equipo del que va a disponer cada una de estas áreas y los temas de práctica que se van a cubrir. Cada una de estas áreas, deberá estar plenamente justificada: por las actividades que realiza, así como por las necesidades que el tecnólogo necesita satisfacer.

El laboratorio de telecomunicaciones debe estar de acuerdo con los nuevos programas a implementarse; por esta razón, las investigaciones y estudios realizados mediante encuestas idénticas a las mostradas en el **ANEXO A**, han sido desarrollados manteniendo una estrecha relación, con los estudios e investigaciones realizadas por un equipo de profesores del Instituto y los enviados por la A.C.C.C. (Asociación de Colegios Comunitarios del Canada), encargados de reformar el actual

pensum de estudios. Además, el trabajo desarrollado en este proyecto ha sido puesto en conocimiento de la Asociación de Colegios Comunitarios del Canada (A.C.C.C.), los mismos que han aportado con valiosos conocimientos y recomendaciones.

## CAPITULO PRIMERO

### OBJETIVOS CURRICULARES

Dentro de las tareas que realizan los tecnólogos, se ha podido verificar, que su trabajo está directamente relacionado con la ejecución y desarrollo de tareas técnicas, que sirven para el mejoramiento, construcción, ajuste y mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas, equipos o aparatos electrónicos y de telecomunicaciones, reparación, recuperación de equipos y partes, pequeños diseños, docencia, etc.

Ante esto, es indispensable que el Instituto de Tecnólogos genere las iniciativas y esfuerzos necesarios, que le permitan entregar al país los profesionales que este requiere. "Es verdad que la base teórica que lleva el tecnólogo le permite ambientarse a cualquier género de trabajo, pero también es cierto que en muchas ocasiones el período de

acoplamiento, es tan estimable que hasta que el profesional comience a rendir a cabalidad, los costos y molestias de diverso orden para la empresa y el profesional son de tal magnitud, que a la postre el único y gran perjudicado resulta ser el país"(1).

#### 1.1.- NECESIDADES QUE SE ATENDERAN

El conocimiento práctico y actualizado sobre equipos y elementos, como reclaman las empresas resultan de fundamental importancia. Para esto se requiere la vigencia de un plan de prácticas de laboratorio, de visitas técnicas y de prácticas profesionales totalmente dirigido hacia lo que se espera obtener. Resulta ineludible para el Instituto la obligación de contar con laboratorios para tecnólogos, y de conectarse con la empresa nacional sin discrimen alguno.

Los laboratorios que actualmente usan los estudiantes, particularmente de Electrónica y Telecomunicaciones, fueron concebidos para ingeniería lo que les convierte en inútiles para tecnología, además el grado de deterioro que experimentan solo sirven para desalentar a profesores y estudiantes.

En definitiva resulta imprescindible el diseño de un laboratorio de telecomunicaciones, el cual responda a un pensum de estudios actualizado, con equipos modernos acorde con el avance tecnológico, con un programa de prácticas que inyecten motivación y dedicación en los estudiantes, logrando de esta manera una mayor asimilación de conocimientos y una mejor formación, para así responder a las necesidades del país.

Considerando que los conocimientos faltantes en el pensum actual de estudios son altos y variados, es necesario una modificación del mismo tendiente a formar tecnólogos con especialización dentro de este vasto campo de la electrónica. Así, este laboratorio estará en capacidad de prestar servicio para desarrollo de prácticas, a estudiantes de la especialización de Electrónica y Telecomunicaciones.

De los estudios realizados y resumidos en el ANEXO B, se ha podido observar claramente que el campo de la computación es uno de los que lidera el desarrollo tecnológico del país, escoltado por tópicos primordiales para la expansión industrial y mantenimiento del equipo instalado. Podemos decir entonces que las principales tareas que el tecnólogo realiza y que necesita satisfacer en este campo, según las principales empresas tanto estatales como privadas del país, son:

- Instalación, ajuste, operación y mantenimiento preventivo y correctivo de equipos electrónicos y de telecomunicaciones.
- Supervisión y puesta en marcha de proyectos diseñados por ingenieros.
- Mantenimiento y reparación de redes de computación.
- Distribución, control y supervisión del trabajo del personal técnico y obreros calificados en plantas industriales.
- Control de calidad y producción.
- Coordinación de mantenimiento.
- Asesoramiento técnico.
- Docencia industrial
- Mantenimiento de equipo eléctrico y electrónico.

- Mantenimiento y verificación de equipos.
- Reparación de tarjetas electrónicas.
- Mantenimiento preventivo de computadoras.
- Servicios de mantenimiento de software.
- Reparación de equipos de computación.
- Calibración de equipo electrónico.
- Compatibilidad y adaptación de equipos.
- Montaje, reparación y operación de equipos.
- Instalación y mantenimiento, de equipos telefónicos y comunicación en general (FAX, VIDEO TEXTO, etc.).
- Instalación, mantenimiento preventivo y correctivo de centrales telefónicas.
- Utilización y sincronización de modems.
- Mantenimiento y reparación de equipos de radio, transmisores y receptores, equipos de sonido y video, interfaces.

Es indudable que esta lista de tareas sigue siendo un poco general debido a la diversidad de tareas encomendadas al tecnólogo.

#### 1.1.1.- CONOCIMIENTOS FALTANTES EN EGRESADOS

En cuanto a los conocimientos que se ha detectado hacen falta en egresados, el cuadro # 1.1. nos muestra ciertos aspectos en los cuales los tecnólogos demuestran debilidad. Este cuadro debería ser tomado en cuenta como un paquete de recomendaciones, contiene aspectos técnicos y humanos que invitan a la reflexión. Como se puede ver las necesidades son muchas, por lo tanto, nuestro laboratorio de telecomunicaciones debe tratar de cubrir todas y cada una de estas necesidades, es obvio que la E.P.N., no puede entregar profesionales con un conocimiento tal que satisfagan totalmente estas necesidades,

ya que el campo de las telecomunicaciones es muy amplio. Pero sí tiene la responsabilidad de entregar tecnólogos con conocimientos básicos teóricos y prácticos, lo suficientemente sólidos que le permitan reaccionar con positivismo y seguridad, ante cualquier problema resultado del avance tecnológico que en este campo es muy notorio.

- COMPUTACION ; HARDWARE Y SOFTWARE	- SEGURIDAD INDUSTRIAL
- INGLES	- CRITERIOS PARA QUIJARSE SOLOS
- CONOCIMIENTOS PRACTICOS	- GANAS DE ENSUCIARSE LAS MANOS
- PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO	- TECNICAS DE VENTAS
- PRECAUSIONES, CIRCUITOS ESPECIALES	- FUENTES
- INTERPRETACION DE DIAGRAMAS	- ANTEMAS
- UTILIZACION DE PROGRAMADORES EPROM'S	- INSTRUMENTACION
- CONOCIMIENTOS ACTUALIZADOS SOBRE EQUIPOS	- ELECTRONICA DIGITAL
- MICROPROCESADORES (8086,88286,80386,80486)	- TRANSMISION DE DATOS

PORTE DE LOS DATOS HAN SIDO TOMADOS DE LA REFERENCIA (2)

**CUADRO # 1.1.-Conocimientos faltantes en egresados**

### 1.1.2.- DEMANDA

El número promedio de estudiantes en tecnología electrónica oscila entre 30 y 35 estudiantes por semestre, a excepción de primero y segundo semestre en donde se tiene un número mayor. El tener un laboratorio destinado solo a telecomunicaciones, permitirá tener horarios más flexibles y atender de una mejor manera la creciente

demanda de horarios para prácticas por parte de los estudiantes, debiéndose esto principalmente a que el número de estudiantes recomendables por grupo es de dos y que debido a la gran demanda, en muchos casos los grupos fácilmente han llegado a conformarse de hasta cuatro integrantes, lo cual es totalmente anti-técnico.

### 1.1.3.- EQUIPO

Como resultado de la investigación hecha a las empresas, se pudo conocer que el equipo que utilizan las mismas es muy moderno. Así, de las empresas requeridas para nuestra investigación, el 85.81 % del equipo ha sido adquirido en la década de los 80, más aún el 67.53 % corresponden a la segunda mitad de la misma década.

El equipo a adquirirse habla a las claras del reto ante el cual nuestros profesionales deben responder, para esto, el Instituto de Tecnólogos debe pronunciarse de una manera seria acorde a su importancia.

Por ésta razón, el laboratorio debe contar equipo moderno que permita realizar pruebas de ciertos elementos y equipos, utilizados en empresas que incursionan en el campo de la electrónica y telecomunicaciones, con el fin de comprobar ciertas características que señalan las normas internacionales o verificar especificaciones que traen los diversos equipos.

Así, mediante los ejercicios prácticos, se complementan los conocimientos teóricos y los estudiantes a través de la experimentación en el laboratorio, aprenden lo necesario para el

ensamblaje, reparación, mantenimiento de equipos de computación, redes de comunicación, ciertos equipos de comunicación de datos (MODEMS, FAX, TERMINALES, etc.), equipos de medida y equipos electrónicos en general.

#### 1.1.4.- TOPICOS A SER CUBIERTOS EN EL LABORATORIO

De acuerdo a la investigación realizada a empresas, egresados y estudiantes y que se resume en el ANEXO B, el programa de prácticas de nuestro laboratorio cubrirá los siguientes campos:

- Antenas y Filtración de RF
- Instrumentación para Telecomunicaciones
- Instalación y verificación de Sistemas de telecomunicaciones
- Microordenadores y programación especializada
- Mantenimiento y reparación de equipos de Telecomunicaciones
- Propagación de ondas y líneas de transmisión
- Recepción de sistemas de telecomunicaciones
- Sistemas de radio frecuencia
- Sistemas especiales: comunicaciones ópticas, microondas, etc
- Telefonía
- Transmisión de datos

Además, se podría firmar contratos con empresas públicas, privadas o con personas en general, para realizar mantenimiento de computadoras y otros equipos electrónicos. Dicho trabajo podría ser realizado por los estudiantes e instructores, bajo la supervisión de los segundos en un taller que va a formar parte del laboratorio.

También se podría brindar servicio técnico de estos equipos.

cobrándose en cada uno de estos casos precios módicos, dicho servicio se limitaría a indicar el tipo de falla a la persona o Institución a la que pertenesca el equipo; la cual debe proveer de los repuestos necesarios para la total reparación del mismo. Es importante hacer notar que el área de Electrónica propiamente dicha, no va a ser cubierta por este laboratorio. Es decir que el estudiante previo a su ingreso al laboratorio de telecomunicaciones por primera vez, ya deberá haber aprobado los respectivos laboratorios de Electrónica básica y aplicada, además, resulta importante el hecho de que a través de las prácticas, los estudiantes vean la importancia de un buen mantenimiento, las seguridades y cuidados que se debe tener al realizar dicho trabajo.

#### 1.2.- CARACTERISTICAS DEL ALUMNO INSUMO

El estudiante previa a la realización de cualquier práctica en el laboratorio debe reunir ciertas condiciones, como son la presentación de un trabajo preparatorio que debe contener conceptos teóricos básicos, pero en su mayor parte, debe requerir que el estudiante realice consultas de aspectos y características técnicas importantes acerca de los equipos y/o elementos, que se van a utilizar en la práctica.

Antes de empezar la realización misma de cada una de las prácticas, los estudiantes deberán someterse a una evaluación por parte del instructor que por lo general será de tipo oral, en la que los estudiantes deberán demostrar que están preparados para realizar la práctica. Esta evaluación se la realiza para garantizar que el estudiante asimile de mejor manera, todo lo que vaya a realizar

durante la práctica,requiriéndose para este propósito que todos los conceptos teóricos estén perfectamente claros y entendidos.

Es importante hacer notar las sólidas bases de inglés técnico que el estudiante debe tener,ya que por lo general todos los manuales y mucha de la información técnica viene en este idioma. Posterior a la evaluación,los estudiantes realizarán las prácticas respectivas supervisadas minuciosamente por el instructor,ya que las mediciones y pruebas que se realicen,pueden presentar algún riesgo para los equipos que poseen tecnología en muchos casos compleja.

Todas estas prácticas vienen a complementar los conocimientos teóricos adquiridos por los estudiantes al recibir las materias teóricas duales a cada uno de los laboratorios. El estudiante para realizar las prácticas en el laboratorio en general debe tener ciertos conocimientos científicos teóricos aprendidos previamente,o a medida que avanza el semestre y se dicten las materias duales a cada uno de los laboratorios. Una de las materias teóricas más importantes para todas las áreas es la de mantenimiento y técnicas de reparación,ya que forma parte esencial en el desempeño y formación del estudiante en el laboratorio y posteriormente en su respectivo trabajo. Todos estos conocimientos son muy importantes y se reflejarán en el correcto desempeño del estudiante durante la realización de las prácticas.

### **1.3.- PERFIL DEL EGRESADO**

Una vez que el estudiante haya culminado sus estudios y cumplido con todos los requisitos que exige la E.P.N.,el estudiante estará

capacitado para responder a las necesidades del país, y desenvolverse adecuadamente en todas y cada una de las tareas que se le asigne en su trabajo.

El estudiante tendrá sólidos conocimientos teóricos complementados de la mejor manera con los conocimientos prácticos adquiridos en el laboratorio diseñado, y decimos de la mejor manera, ya que el campo de la electrónica es tan amplio que no es posible que el egresado salga sabiendo todo, este vacío deberá ser llenado por las prácticas en el campo, que el estudiante deberá realizar para poder egresar.

El egresado debe responder ante los avances de la tecnología que en el campo de la electrónica es muy grande, debiendo mostrar mucha responsabilidad en este punto, ya que la actualización juega un papel importante en el éxito de su trabajo, ante lo cual la E.P.N. debe responder brindando seminarios y cursos de actualización.

De esta manera, el egresado con todos estos conocimientos, podrá mantener una relación más estrecha con el ingeniero, a fin de lograr una mayor eficiencia y mejores resultados en sus respectivas tareas ocupacionales, permitiéndole de esta manera determinar el nexo, grado de colaboración o interdependencia que debe mantener con el ingeniero, a fin de efectuar las tareas necesarias, para actuar como medio de enlace entre los mandos superiores y los bachilleres u obreros técnicos.

Los conocimientos prácticos adquiridos por el egresado, le permitirán enfrentar problemas producto del avance tecnológico y tomar

decisiones de acuerdo al grado de dificultad, logrando superar deficiencias muy marcadas que el egresado viene experimentando, por la falta de especialización y actualización.

#### 1.4.- DEFINICION DE LOS OBJETIVOS CURRICULARES

De todo lo dicho anteriormente podemos decir que el diseño de este laboratorio tiene por objeto llenar los vacíos teóricos, pero principalmente prácticos que nuestros egresados en tecnología han experimentado en sus respectivos trabajos. Resulta importante llenarle al egresado de responsabilidad, tan necesaria, ya que por lo general los equipos que manejan son muy complejos, requiriendo una alta preparación y cuidado.

Vale recalcar, que es necesario que el egresado se familiarice con el inglés técnico, ya que la información técnica en manuales y folletos de los diferentes equipos y elementos por lo general vienen dados en este idioma. Además, el estudiante debe estar suficientemente actualizado en cuanto a tecnología, conocimientos prácticos en mantenimiento y reparación, conocimientos básicos de computación (hardware y software), y así poder desenvolverse en lo posterior en forma adecuada en sus respectivos campos ocupacionales. Para esto es necesario una relación más estrecha tanto de profesores como estudiantes con el campo externo, a fin de revisar periódicamente los programas de estudio en forma adecuada y acorde con la realidad nacional.

Así, el estudiante al egresar debe estar en capacidad de efectuar bajo la dirección y supervisión de los ingenieros electrónicos, tareas de

caracter técnico relacionadas con la proyectación, diseño en pequeña escala, construcción, instalación, calibración, mantenimiento, reparación y desarrollo de los aparatos, equipos y sistemas electrónicos y de telecomunicaciones. Finalmente el estudiante de tecnología al egresar debe estar listo para cumplir con las siguientes funciones, consistentes en:

- "Participar en la investigación, instalación, operación, reparación y mejoramiento de los equipos, sistemas e instalaciones electrónicas que sirven para generar, transformar, conducir o distribuir telecomunicaciones.
- Efectuar pruebas, ajustes y calibraciones en los equipos y sistemas electrónicos que se proyectan, construyen, perfeccionan, modifican, mantienen o reparan.
- Colaborar en la ejecución y desarrollo de tareas técnicas orientadas al proyecto, construcción, instalación y reparación de equipos, aparatos e instalaciones electrónicas emplazadas en estaciones de radio, televisión o radar, centrales telefónicas, telegráficas, de computación o de otra característica similar.
- Vigilar y controlar el emplazamiento de los circuitos que se instalan, comprobar y verificar su correcto funcionamiento y, efectuar los ajustes necesarios hasta que estos cumplan con las normas y condiciones de seguridad vigentes, y
- Efectuar otras tareas similares". (3)

**REFERENCIAS**

- (1).- **CONVENIO E.P.N. - A.C.C.C.** Síntesis de la encuesta realizada a empresas Electrónica y Telecomunicaciones EPN . Quito, 1991.  
p.13
- (2).- **Idem a (1)** p.12
- (3).- **ECUADOR. MINISTERIO DE TRABAJO Y RECURSOS HUMANOS.** Dirección Nacional de Empleo y Recursos Humanos. Diccionario Nacional de ocupaciones. Quito. 1987. p.75

## CAPITULO SEGUNDO

### CARACTERISTICAS DEL LABORATORIO

El local en el que va a funcionar el laboratorio de telecomunicaciones debe cumplir con ciertas características, tendientes a preservar la integridad del personal y equipos. Para esto, en el presente capítulo se determinan las características físicas, ambientales, técnicas, eléctricas y de seguridad, tanto internas como externas que debe tener el local y sus instalaciones. Además, se indica la importancia de poner en práctica ciertas normas de seguridad el momento de ocupar las instalaciones del laboratorio y los equipos, por último, se procede a definir las diferentes áreas de las que va a disponer el laboratorio de telecomunicaciones, de acuerdo a las actividades que el tecnólogo realiza en su trabajo y a los principales requerimientos que a este nivel, las empresas necesitan satisfacer en el campo de la electrónica y telecomunicaciones.

## 2.1.- CARACTERISTICAS DEL LOCAL

### 2.1.1.- LOCALIZACION

Dada las funciones del laboratorio y los servicios que presta, debe estar ubicado en el interior de la E.P.N., y si por circunstancias de falta de espacio no fuera posible ubicarlo aquí, se escogerá un área lo suficientemente amplia, en donde pueda estar ubicado para que proporcione todos los servicios para el que será diseñado. Debe tener las respectivas seguridades, y se debe prever el efecto negativo que pueden causar algunos aspectos que van a ser analizados más adelante. Se tomarán en cuenta básicamente aspectos como facilidades que preste el terreno, requerimientos eléctricos y medio ambiente.

Es necesario mencionar que el edificio contará con espacios verdes y áreas de estacionamiento para vehículos, tanto del personal que laborará en el laboratorio; como de personas que vengan en busca de mantenimiento o servicio técnico para sus equipos, brindando todas las facilidades posibles a las personas que laboren o utilicen para algún fin específico el laboratorio.

### 2.1.2.- ESPACIO FISICO

El laboratorio de telecomunicaciones requerirá para su construcción un espacio físico de  $1.656 \text{ m}^2$ . La forma como va a distribuirse dicho espacio se lo va a determinar más adelante mediante un detenido análisis. Para esto es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos como el dimensionamiento físico y principales características de construcción de nuestro local.

### 2.1.3.- MEDIO AMBIENTE.

Este aspecto es muy importante, tiene que ver con todo lo que rodea a equipos, elementos y local en general. Debemos considerar dos puntos:

- a.- El medio ambiente externo, que es todo lo que rodea al laboratorio, así, el local debe tener suficiente número de vías de acceso que nos permitan ingresar al mismo con comodidad; pero si el tráfico vehicular es grande se debe ubicar el local no tan próximo a las avenidas (por lo menos retiradas unos 5 m.), puesto que podría producirse algún tipo de accidente en las afueras del local y producir daños materiales y humanos de gran magnitud.

Debe tratar de evitarse al máximo el polvo y la humedad, al igual que el ruido y vibraciones fuertes que ocasionan molestias en las personas que ocupan el local, daños en equipos, instrumentos y periféricos. La humedad corroe especialmente equipos con partes mecánicas, como ciertos sistemas de entrenamiento, instrumentos e impresoras. La presencia de polvo también afecta a este tipo de equipos, se asienta en mesas de trabajo, monitores, instrumentos de medida, sistemas de entrenamiento y en el espacio físico en general, produciendo a la larga daños en los mismos.

La temperatura también se debe tomar en cuenta, un elevado valor de la misma ocasiona un mal funcionamiento de equipos, especialmente aquellos que tienen que ver con equipos de prueba, microordenadores y sistemas de entrenamiento que utilizan circuitería electrónica digital muy compleja

(utilización de tarjetas). Aquí en Quito muy pocas ocasiones se tiene elevadas temperaturas, al igual que en muy pocas ocasiones se llega a tener temperaturas inferiores a los  $10^{\circ}\text{C}$ , puede decirse que la temperatura ambiente es la que más se hace presente ( $26^{\circ}\text{C}$ ), el efecto que pueden causar las bajas temperaturas es superado fácilmente por el calor que expiden los equipos al entrar en funcionamiento, además, son pocas las horas que se trabaja durante la noche en que prácticamente se puede llegar a tener estas temperaturas.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la presión barométrica de operación y transitoria que pueden soportar los equipos sin sufrir daños, por lo general se puede trabajar desde el nivel del mar hasta aproximadamente una altura de 3.000 m. sobre el nivel del mar sin que el equipo sufra alguna alteración en su funcionamiento. Como Quito esta a una altura aproximada de 2.800 m. la presión no va a ser un inconveniente para los equipos del laboratorio; sin embargo, para lugares que superan los 3.000 m. sobre el nivel del mar se debe tener cuidado y especificar la necesidad de tener equipos especiales para trabajar a grandes alturas.

Las estructuras del local deben ser diseñadas, de tal manera que soporten vibraciones de hasta 6 grados en la escala Richter sin que sufran deformaciones; pero al mismo tiempo siendo lo suficientemente flexible como para oscilar como un sistema, esto es lo que se conoce como una estructura antisísmica.

**b.- El medio ambiente interno** del laboratorio, tiene que ver con todo lo que rodea a equipos y personal en general (profesores, estudiantes y empleados). El laboratorio debe proveernos de la comodidad necesaria para la realización de cada una de las prácticas, y así obtener una eficiente asimilación de conocimientos en las mismas por parte de los estudiantes.

El ambiente interno debe ser seguro, agradable y apropiado, evitando que el estudiante pierda concentración al realizar cada una de las tareas que se le encomiende en el laboratorio. Un aspecto importante a tener en cuenta, son las facilidades de ingreso y circulación que deben tener equipos y personal en el interior del local. Para esto es necesario contar con el suficiente espacio físico, incluso un 25% para prevenir expansiones futuras, brindando facilidades para el aseo y mantenimiento periódico tanto del local como de equipos.

De acuerdo a consultas realizadas a profesionales de la construcción, aquellas paredes interiores encargadas de dividir ambientes de trabajo en una determinada área técnica, no deben mostrar mucha resistencia a fin de poder realizar cualquier tipo de expansión sin mucho problema; pero las divisiones exteriores o periféricas deben ser muy resistentes, especialmente las que tienen que ver con las áreas del laboratorio, logrando una cierta independencia de cada área con respecto a las otras áreas técnicas y con respecto a ciertos factores externos como ruidos, vibraciones, concentración de polvo, humedad, etc. Se debe evitar al máximo la concentración

excesiva de personas en el interior o cerca de las áreas de laboratorio, ya que puede hacerse presente la desorganización y las consecuentes molestias para el personal que trabaja en el laboratorio. Para esto, el laboratorio debe disponer de ciertas áreas como biblioteca y aulas, en las cuales los estudiantes puedan concentrarse sin ningún problema.

El exceso de temperatura debido a la concentración de personal no va a ser precisamente un problema para nosotros, ya que la entrada a cada una de las áreas del laboratorio va a ser restringida, y se va a permitir el ingreso solo de personas debidamente autorizadas.

#### **2.1.4.- MANTENIMIENTO**

El local será construido y ubicado de tal manera que se requiera un mínimo de mantenimiento; sin embargo, siempre será necesario un mantenimiento periódico, a fin de mantener siempre limpias las áreas de trabajo de cada piso, al igual que los techos, evitando al máximo cualquier tipo de filtración de humedad. Además, es importante realizar un mantenimiento de instrumentos de medida, equipos de prueba, instalaciones eléctricas y de puesta a tierra.

#### **2.1.5.- TRANSPORTE INTERNO**

En el laboratorio de telecomunicaciones, muchas veces se requerirá transportar equipos, especialmente aquellos que pertenecen a personas que llegan en busca de servicio técnico, por lo que el local debe brindar facilidades al transporte de equipos y circulación de personas, entre las distintas áreas del laboratorio y lugares de

trabajo.

Las puertas y pasillos serán lo suficientemente anchos (de 2 a 2.5 m) y el piso deberá cumplir ciertas condiciones especiales como se verá más adelante.

#### 2.1.6.- VENTILACION

El principal objetivo de la ventilación es proporcionar aire fresco, a fin de facilitar la respiración de los ocupantes del laboratorio de telecomunicaciones.

Este punto es necesario tenerlo muy en cuenta en ciertas áreas que concentran un mayor número de estudiantes en relación a otras; por ejemplo, el área destinada al taller y sala de seminarios y conferencias, ya que el aire producto de la respiración tiene mayor temperatura, un mayor contenido de humedad y dióxido de carbono. Además existen varias causas para que se presenten gases, olores desagradables y gérmenes en el aire viciado.

De acuerdo al nivel de ocupación de la zona se dan los requerimientos de aire fresco para las personas, como se aprecia en la **tabla # 2.1..**

"Experimentalmente se ha comprobado que ciertas bacterias que viven en el aire en una suspensión líquida, tienen una tasa de mortalidad muy alta si la humedad relativa se mantiene cerca del 50 % de acuerdo a lo que se indica en "Heating, Ventilating and Air-Conditioning Guide 1957", una guía americana de Aire Acondicionado"(1).

UTILIZACION DEL LOCAL	"cfm",de aire fresco necesarios por persona (pies cúbicos por min.)
Residencia o vivienda.....	10 a 15
Auditorio.....	5 a 7.5
Oficina privada.....	15 a 25
Centro de compute.....	10 a 15
Laboratorios.....	10 a 15

**TABLA # 2.1.-Cantidad mínima de aire fresco para ventilación**

Para el caso de nuestro laboratorio bastará con que se tenga un suficiente número de ventanas, provistas de persianas, con cortinas a fin de evitar que ingrese exceso de luz en ciertas horas del día y ocasiones especiales, un dato importante es que el techo falso también ayuda a que existan corrientes de aire, las mismas que ayudan a la ventilación del local.

#### **2.1.7.- ILUMINACION**

La iluminación tanto interna como externa del laboratorio es muy importante, pues en muchos casos, las prácticas pueden extenderse en tiempo hasta horas de la noche, lo cual hace que este aspecto juegue un papel importantísimo, en el grado de asimilación de los conocimientos por parte del estudiante. Además en Quito, en época de invierno el día se oscurece bastante, haciéndose necesaria la iluminación artificial durante las horas del día.

La eficiencia de la iluminación tiene una relación directa con el grado de asimilación de conocimientos por parte del estudiante, por lo

tanto las diferentes áreas del laboratorio deben estar suficientemente iluminadas, en especial el área que tiene que ver con las mesas de trabajo y escritorios.

El nivel de iluminación recomendado para laboratorios es de 500 lux como se puede ver en la **tabla # 2.2.**; no obstante, se recomienda también utilizar en lo posible luminarias selladas, ya que al calentarse el aire alrededor de estas el polvo se ve atraído por efecto de ionización del aire, al apagarse la luminaria el polvo cae y ensucia los equipos.

En la **tabla # 2.2.** se muestran algunos niveles de iluminación recomendables para interiores.

<b>LOCALES COMUNES</b>	<b>MIN(lux)</b>	<b>RRC(lux)</b>
Vestibulos, corredores, salidas	50	70 - F
Guardiania	50	100 - F
Escaleras	100	150 - F
Cuartos de baño: -alumbrado general	50	100 - F
-espejos(sobre el rostro).	200	500 - F
Banco de taller pequeño	150	300 - F
Despachos privados y trabajos generales de oficina	200	--- - F
Salas de lectura	100	200 - F
Mesas de lectura	300	500 - F
<b>ESTABLECIMIENTOS DE ENSEÑANZA</b>		
Salas de conferencia, salas de reuniones	200	500 - F
Vestuarios y lavabos	200	500 - F
Salas de clase y laboratorios	200	500 - F
<b>LABORATORIOS, SALAS DE ENSAYO Y CONTROLES</b>		
Alumbrado general	200	300 - F
En el plano de la mesa	300	--- - F
En aparatos de medida, alumbrado especial no deslumbrante en el plano de lectura	300	500 - F
Bodegas	60	100 - I
Laboratorio	400	600 - F

**TABLA # 2.2.-Niveles de iluminación para interiores**

Las lámparas fluorescentes son las más comúnmente utilizadas en laboratorios de este tipo. Las luminarias deberán distribuirse uniformemente y lo más cerca a las zonas de trabajo.

#### **2.1.7.1.- SEGURIDAD DE LA ILUMINACION**

La mayor parte de las recomendaciones para el alumbrado de laboratorios, comienzan poniendo de relieve que deben satisfacer a exigencias muy distintas. Existe una gran variación entre las tareas visuales existentes en el laboratorio. Para que se pueda trabajar cómodamente y sin errores, hay que disponer de la luz correcta en el lugar y el momento debidos. En ocasiones, el éxito que se obtenga al realizar una práctica o una reparación puede depender de todo ello. Un buen alumbrado fomenta también, aparte del rendimiento, la higiene y la seguridad en el transporte y el manejo de toda clase de equipos.

Los laboratorios contienen mesas y bancos especiales en los que se efectúan los diversos trabajos con instrumentos y toma de mediciones, pertenecientes a prácticas o a trabajos de mantenimiento y reparación de equipos; por lo tanto requieren de una luz bien difusa con cierto componente direccional y una apropiada calidad de calor.

#### **2.1.7.2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

Hay que proporcionar alumbrado de emergencia para las salidas, áreas del laboratorio y otros lugares donde la integridad física y seguridad de las personas, serían puestas en peligro durante la ausencia del alumbrado.

Como mínimo, hay que proporcionar alumbrado de emergencia para las

mesas de trabajo, salidas e indicaciones de salida, escaleras, corredores entre cada área del laboratorio, entre oficinas, subsuelo y planta de suministro de emergencia.

#### 2.1.8.- ACUSTICA

Propiamente en las áreas del laboratorio la acústica en sí no es un problema, excepto ciertas áreas en las cuales van a funcionar en forma conjunta dos o más áreas técnicas afines (como es nuestro caso), y en donde es necesario aislar adecuadamente los ambientes, a fin de reducir considerablemente el nivel de ruido en cada una de las áreas.

Se debe ubicar a los equipos de tal manera que tengan el suficiente espacio entre ellos, a fin de reducir los niveles de ruido que produzcan los estudiantes y en algunos casos el equipo al realizar las prácticas, pues, estos causan problemas en las personas como dolor de cabeza, cansancio, falta de concentración, etc. Este aspecto es necesario tenerlo en cuenta especialmente en áreas que comparten espacio físico las cuales en algún momento pueden dar cabida a un importante número de estudiantes. "En tablas se puede ver que una persona puede soportar 120 dB como máximo para un tiempo de 15 minutos"(2); pero por lo general el tiempo de trabajo en cada área del laboratorio puede extenderse por sobre las 2 horas, en este caso, se recomienda un nivel de ruido de 60 a 65 dB como máximo.

Se debe tener un suficiente número de afiches en las áreas, recomendando a los estudiantes silencio y un comportamiento acorde con ciertas seguridades creadas, teniendo en cuenta la función que cumple el lugar.

En algún momento puede darse el caso de que el número de estudiantes aumente, por lo que cada área del laboratorio dará cabida a un gran número de personas, pudiendo llegar a tenerse niveles de ruido altos entre 60 y 70 dB, lo que implica, que se puede recurrir al uso de materiales acústicos como fibra de vidrio o fibra mineral en las paredes o en el techo falso; sin embargo, esto no debería ser un problema ya que nuestro laboratorio es diseñado tomando en cuenta futuras expansiones a fin de evitar este problema. Además, las áreas del laboratorio durante las prácticas van a ser ocupadas solo por los instructores y estudiantes, lo que garantiza que casi nunca se tengan problemas debido a niveles de ruido excesivos. Tanto el piso como las paredes deben evitar al máximo la transferencia de ruido entre uno y otro ambiente, especialmente cuando comparten área física.

"Para calcular el nivel de ruido total del sistema se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_{sum} = \log(\sum .10^{L_{wad}})$$

- $L_{sum}$  ----> nivel de potencia de ruido del sistema medido en belios.
- $L_{wad}$  ----> nivel de potencia de ruido declarado de un equipo expresado en belios, por lo general es un dato del fabricante.
- $\sum$  ----> sumatorio de las diferentes potencias de emisión de ruido.
- Belio ----> unidad relativa de intensidad sonora, es la relación entre dos potencias tomando como referencia aquella que produce el umbral de sensación sonora ( 10 w/cm de intensidad sonora). Dado que la unidad es muy grande se usa un

submúltiplo el decibelio"(3).

#### 2.1.9.- CARACTERISTICAS DEL TECHO

Se recomienda el uso de techo falso constituido por paneles removibles, los mismos que deben estar contruidos de material no combustible, deben neutralizar el ruido y no deben desprender polvo o partículas sólidas. "Las dimesiones standard de los paneles son de 120 cm. x 60 cm. o de 60 cm. x 60 cm., pero pueden recortarse de acuerdo a las necesidades del local. La altura técnicamente recomendada entre piso falso y techo falso es de 2,7 m. y mínimo de 2,1 m"(4).

El uso de techo falso permite empotrar en él a las luminarias, y adicionalmente los soportes de sujeción necesarios, además se pueden empotrar también detectores del sistema contra incendios, salidas y retornos de sistema de aire acondicionado (en caso de utilizarse), al igual que parlantes de algún tipo de sistema de sonorización, las líneas de alimentación para equipos, etc. En la construcción del laboratorio de telecomunicaciones se dispondrá de techos falsos, con el fin de amortiguar ruidos y colocar canales de tuberías; por ejemplo, las tuberías de abastecimiento de agua, de alimentadores eléctricos, de señalización y comunicación.

El espacio entre el techo soporte y el techo falso tiene 0,5 m., y es muy adecuado para alojar pequeñas subdistribuciones de alimentadores para tomacorrientes (a ser utilizados por las mesas de trabajo) o para iluminación, con la condición de que se garantice un fácil acceso y que proporcione al personal de servicio un puesto de trabajo

seguro, como se puede ver en la siguiente figura # 2.1.

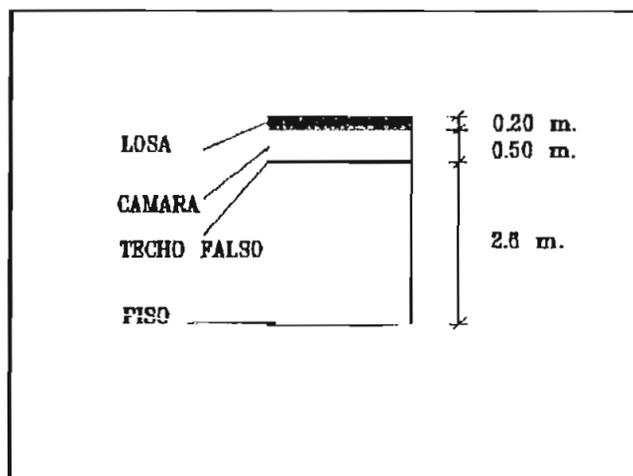


FIGURA # 2.1.-Detalle de entrepisos

#### 2.1.10.- CARACTERISTICAS DEL PISO

El piso de nuestro laboratorio debe cumplir con ciertos requerimientos. Para esto debemos mencionar que el peso aproximado de cada sistema de entrenamiento es de  $135\text{Kg/m}^2$ , es decir que aproximadamente nuestro piso debe soportar "tomando en cuenta peso extra como el de una persona y equipo adicional unos  $250\text{Kg/m}^2$  sin sufrir ningún tipo de deflexión o daño. Precisamente este dato es el valor standard de carga viva que una losa de hormigón puede soportar (válido para nuestro país)"(5).

El valor de carga distribuída sería mayor si la estructura del local fuera metálica. La base del piso de nuestro local pese a ser de concreto, no evitará que en algún momento se produzcan filtraciones de humedad, para lo cual, lo debemos recubrir de un material que impida filtraciones como cal y minimice la acumulación de polvo, como sellante o pintura de alberca. La superficie del piso estará recubierta con vinil. Es necesario mantener la base del piso siempre

limpia de polvos y basuras de papel, dicha base debe poseer un sistema de evacuación de aguas en el caso de que se produzca un principio de inundación o por algún motivo se riege líquido sobre la superficie, como en algunos casos por descuido suele suceder. Esto hace que sea necesario que se coloquen detectores de humedad en lugares estratégicos, para evitar que se concentren líquidos en cantidades peligrosas.

Una falla muy difícil de detectar en equipos electrónicos es la producida por fricción de dos materiales de características eléctricas diferentes y la consiguiente descarga de ese potencial, a esto se le conoce como **electricidad estática**. "En la **tabla # 2.3.** dada en el FIPS PUB 94, se presentan ciertos valores de voltaje estáticos sobre diferentes tipos de suelo con dos valores de humedad relativa"(6).

MATERIAL	VOLTAJE (V)	
	50 % HR	20 % HR
NYLON REGULAR	3.200	10.500
NYLON ANTIESTÁTICO	1.200	4.000
VINIL	3.000	4.000
LÁMINADO DE OLIVERO		
PRESENO	2.600	2.000
ACRILICO O POLIESTER	2.000	0.000

**TABLA # 2.3.- Voltajes estáticos típicos que se generan al caminar sobre diferentes materiales.**

Según esta tabla se puede observar que el nylon, laminado de alta presión, al igual que el vinil presentan voltajes estáticos muy bajos, lo cual los hace muy recomendables para ser utilizados en el piso de nuestro laboratorio.

Existen muchos materiales para recubrir el piso; sin embargo, nosotros preferiremos el vinil pese a que este material contribuye a la formación de voltajes estáticos más altos, entre 3.000 v y 4.800 v, que si bien no se los considera peligrosos para las personas, pueden significar algún leve peligro para los equipos electrónicos si no se tienen los cuidados respectivos. Además, presenta una mayor dificultad para su correcto mantenimiento, ya que necesita para su limpieza agua y encerado posterior; pero, por costos y facilidades de reparación es muy recomendable para ser utilizado en el laboratorio de telecomunicaciones. De acuerdo al nivel de voltaje producido, los niveles de confiabilidad de la electricidad estática se pueden ver en la **tabla # 2.4..**

Seguro	0 a 2 KV
Marginal	2 a 4 KV
Pobre	4 a 6 KV
Muy Pobre	6 a 8 KV
Posible Daño	8 a 10KV
Peligroso	10 a 12KV

**TABLA # 2.4.-Confiabilidad de voltajes estáticos.**

Otra posibilidad es utilizar piso falso que presenta algunas ventajas

sobre los otros materiales de recubrimiento; por ejemplo, presenta un libre acceso para el tendido de cables de la interconexión del equipo y máquinas, y forma una cámara para la circulación del aire.

Existen dos tipos de piso falso: de pedestal y de rejilla, siendo en los dos casos el soporte una estructura metálica. Este soporte metálico corre el riesgo de convertirse en **fuentes de interferencias electromagnéticas** debido a que en el laboratorio de telecomunicaciones se va a trabajar con señales de alta frecuencia, lo cual puede originar que este sistema metálico entre en resonancia, ya que estas señales no encuentran fácilmente un camino de conducción a tierra siendo ésta su principal desventaja, una mayor información sobre como combatir este fenómeno, la podemos encontrar más adelante en el **punto 2.1.13.5.10** perteneciente a este capítulo. El mantenimiento del piso falso es un poco más difícil que en los otros casos.

## **2.1.11.- SEGURIDAD INDUSTRIAL**

A continuación revisaremos algunos fundamentos teóricos importantes sobre seguridad industrial, analizaremos su importancia y aplicación en el laboratorio de telecomunicaciones.

### **2.1.11.1.- PRINCIPIOS FUNDAMENTALES**

Siendo la Seguridad e Higiene Industrial, una ciencia destinada a salvaguardar la integridad físico-humana de las personas y los bienes materiales, deben ser considerados como parte integrante de toda actividad o trabajo, lo que permitirá:

- "Reconocer los riesgos vinculados con el trabajo y desarrollo de éste, así como también comprender sus efectos en los profesores, estudiantes, trabajadores, equipos e instalaciones.

Para ello es necesario e importante:

- a) El interés y la participación activa de todas las personas que conforman el laboratorio y en especial de aquellas personas que tienen a cargo la supervisión de las sesiones de trabajo.
  - b) Familiarizarse con los procedimientos y procesos de trabajo existentes, con las personas que laboran y con los equipos, con los instrumentos e instalaciones del laboratorio.
- 
- Evaluar la magnitud o grado de los riesgos de trabajo, basándose en la experiencia y con la ayuda de técnicas de medición cuantitativas y cualitativas.

Para esto se analizará en que forma se interrelacionan los profesores y estudiantes con el equipo, instrumentos, maquinaria, instalaciones y medio ambiente. Ya que estos factores son los que determinan el grado de riesgo.

- Controlar los riesgos de trabajo, prescribiendo métodos para eliminar o al menos reducir tales riesgos.

El control se realizará en base a los datos obtenidos en la evaluación, lo que permitirá prescribir medidas preventivo - correctivas, tales como aislamiento de un proceso, sustitución de un equipo o material, entrenamiento de personal y otras que se

consideren necesarias"(7).

#### 2.1.11.2.- IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

El hombre que trabaja vive rodeado de riesgos, los mismos que tienden a aumentar con el tiempo. La experiencia demuestra que prácticamente no existe riesgo que no pueda ser eliminado o reducido a través de las Técnicas de Seguridad en el trabajo. Hoy en día no tiene ninguna validez, la excusa que se presenta, para no intentar al menos reducir los riesgos de trabajo.

Así, todos los accidentes de trabajo sea cual sea su gravedad traen consigo pérdidas económicas y quizás las más importantes, las pérdidas humanas por las lesiones de trabajo.

Resumiendo podemos decir que las razones que justifican los continuos esfuerzos concentrados en pro de la prevención de los accidentes de trabajo son:

- "De todos los accidentes que ocurren diariamente, un 98% de ellos pueden ser prevenidos o eliminados. Por lo tanto, la gran mayoría de los accidentes se pueden prevenir.
- Los accidentes de trabajo causan lesiones al personal y daños a la propiedad y reducen la productividad de las diferentes áreas del laboratorio. Por lo tanto los accidentes se deben prevenir.
- Aquellas áreas con bajos índices de accidentes constituyen una medida de eficiencia en el trabajo"(8).

### 2.1.11.3.- APLICACION EN EL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES

La variedad,tamaño,tipo y complejidad de los laboratorios,impide hacer simples generalizaciones sobre la salud y seguridad de las personas que van a laborar en el laboratorio. Hay que tener en cuenta que se selecciona y emplea a las personas que trabajan en laboratorios tomando como base su instrucción especializada, conocimientos y aptitudes,y no por cualificaciones relacionadas con la salud o seguridad. A menos que el laboratorio pertenezca enteramente a las instalaciones de una fábrica,el grado de regulación y control realmente impuesto suele ser inferior al relativo a las operaciones de producción.

Muchas organizaciones han revizado los problemas de seguridad e higiene relacionados con el trabajo de laboratorios,se han publicado sumarios de los medios y equipo que aumentan la seguridad de las operaciones,habiéndose asimismo propugnado la necesidad de una aplicación y apreciación más amplia de la higiene industrial del laboratorio. A pesar de ello,el problema básico sigue siendo que la persona que trabaja en el laboratorio tiene unos conocimientos relativamente limitados sobre salud y seguridad.

Pocas instituciones académicas han realizado serios intentos para introducir un conocimiento práctico respecto a la peligrosidad de materias y procesos en la formación profesional de sus estudiantes, para posteriormente tener la seguridad de que el personal instruido será capaz de reconocer y prevenir exposiciones excesivas. Además, los laboratorios de investigación de las instituciones académicas y de establecimientos gubernamentales e industriales,se encuentran con

frecuencia en los límites del conocimiento, tanto de ciencia como de riesgos. Por esta razón, los trabajadores de laboratorio a menudo son las primeras personas expuestas a nuevos peligros, pudiendo sufrir daños a menos que en la planificación de las operaciones de laboratorio se prevea un control efectivo, verificación y supervisión médica.

No se puede ofrecer una lista completa y detallada de las numerosas y variadas funciones que realizan los empleados de laboratorio en la gran diversidad de laboratorios en que se realizan investigaciones, pruebas analíticas y control de procesos. Los riesgos no siempre son obvios para el empleado de laboratorio. La negligencia en las medidas de salud y seguridad puede acarrear graves consecuencias.

En nuestro país los laboratorios para enseñanza se han quedado atrás en este aspecto, especialmente en lo que tiene que ver con seguridad industrial en laboratorios de electrónica y telecomunicaciones; sin embargo, para otros tipos de laboratorios y centros de cómputo existen una serie de normas y recomendaciones realizadas por organismos nacionales e internacionales.

Todo laboratorio de este tipo debe tener un programa de seguridad para el equipo electrónico como parte integral del programa general de seguridad de la institución. Este programa debe recibir la máxima prioridad y sus puntos principales deben estudiarse cuidadosamente dedicándoles todo el tiempo necesario. Se ha desarrollado un programa de prevención de accidentes y enfermedades de trabajo para el laboratorio de telecomunicaciones. Para el programa de seguridad

se recomiendan los siguientes elementos que deberán ser implementados de inmediato.

- 1.- Adoptar normas mínimas de seguridad para el equipo electrónico del laboratorio.
- 2.- Crear comites especiales que recomienden y supervisen las adquisiciones y el uso del instrumentos y equipos electrónicos.
- 3.- Operar un taller interior de reparación y mantenimiento de aparatos electrónicos, o a su vez contratar este servicio.
- 4.- Continuar la programación de evaluaciones y mejoras de los sistemas eléctricos existentes.
- 5.- Mantener un programa continuo de revisión y aprobación de las proposiciones para realizar renovaciones o nuevas construcciones.
- 6.- Establecer un programa de educación de seguridad eléctrica y electrónica.
- 7.- Alentar al personal para que contribuya con artículos relativos a la seguridad eléctrica y electrónica del laboratorio, a fin de que se publique en revistas y periódicos técnicos o profesionales.

El objetivo principal de dicha implementación puede resumirse de la siguiente manera:

Evitar o reducir al mínimo posible los riesgos de trabajo potencial capaces de generar lesiones al instructor, estudiante o empleado, pérdidas de tiempo y fallas en la continuidad de servicio, mediante un programa de prevención de accidentes que tenga como fin principal la

prevención de la vida, la salud humana, la reducción de índices de frecuencia y gravedad de las lesiones, la preservación de la propiedad y la disminución de las pérdidas económicas ocasionadas por los accidentes; logrando dar así un aprovechamiento óptimo a todos los recursos disponibles.

#### 2.1.12.- SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES DEL LOCAL

El área destinada al local en donde va a funcionar el laboratorio debe tener las seguridades adecuadas. Es necesario contar con sistemas de alarmas contra intrusos, incendios y algún tipo de inundación. En cada piso del local incluyendo el taller y el subsuelo, deben disponerse de cilindros extinguidores de fuego, ubicados en lugares fácilmente accesibles al personal.

"El propósito de todo sistema de alarma como se sabe, es detectar cualquier anomalía debido a la entrada de un intruso, principio de inundación o un incendio. Cuando se trata de la detección de un indeseable su mejor efecto es el de alertar al propio intruso antes de que su entrada sea efectiva, es decir, actúa como sistema disuasivo. El ladrón puede no estar enterado de la existencia del sistema de alarma, pero se asustará por el sonido del mismo antes de robar o causar otro daño mayor que el de forzar la puerta de entrada o cualquier otro acceso"(9).

Todo sistema de alarma debe ser ante todo fiable. Un fallo en el momento oportuno anularía completamente el fin para el que se instala. Un sistema que es susceptible de dar falsas alarmas es realmente tan malo como el que puede romperse completamente. Un

sistema que es propenso a dar falsas alarmas no es seguro y tenderá a ser ignorado. Una trampa utilizada por algunos ladrones es provocar una alarma deliberadamente y esperar en las cercanías. El propietario o cuidador aparece y supone que es un defecto y para no ser molestado la desconecta. Luego, el ladrón entra sin el menor riesgo. Lo adecuado es buscar el defecto que ha provocado la alarma y luego volverla a conectar.

Un sistema de alarma debe estar a prueba de desconexión por parte de intrusos. Por ello la desconexión debe estar en una parte protegida, además debe estar diseñado para que, si la entrada ya se ha efectuado la alarma no pueda silenciarse rápidamente por el intruso; para ello se deben ocultar las partes vulnerables del sistema, como son la unidad de control, la fuente de alimentación y la instalación de las alarmas sonoras. Estas son por sí mismas vulnerables, ya que a menudo están instaladas dentro de cajas de acero a la intemperie. Esto hace que pueda ser sabotada si no se dispone en el lugar adecuado, lo suficientemente alto e inaccesible desde el exterior, además los cables que van a la sirena o cable pueden cortarse, por ello deben estar protegidos.

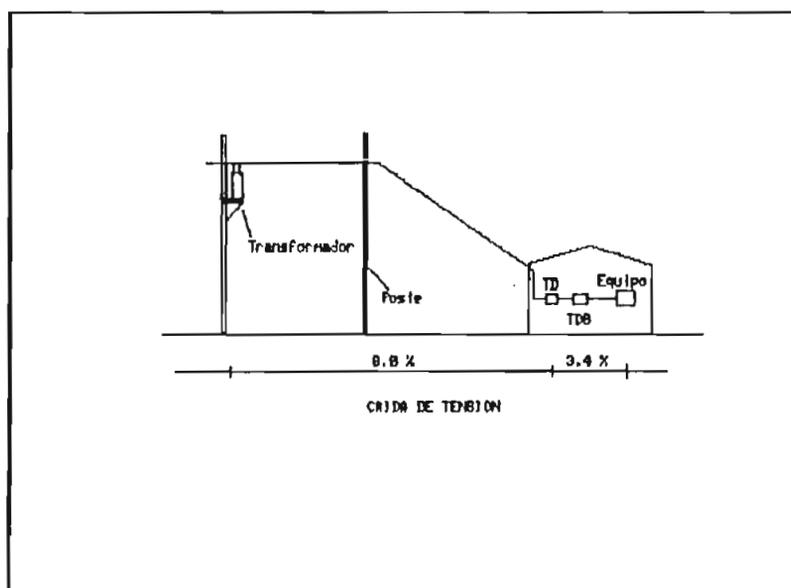
El costo del sistema es otro dato a considerar cuando se está exponiendo mucho valor, el costo inicial de la instalación de un sistema adecuado y efectivo no debería ser un impedimento para su instalación. Sólo debe escogerse el de menor costo siempre que no disminuya la seguridad respecto al de mayor desembolso. El costo de funcionamiento, dadas las actuales tecnologías de circuitos integrados de bajo consumo, es prácticamente despreciable, a no ser que se trate

de sistemas muy complicados y complejos.

### 2.1.13.- INSTALACION ELECTRICA

Es conocido que el suministro de energía eléctrica proveniente de la Red Pública trae consigo variaciones de voltajes, acompañadas de ruido eléctrico. Esto crea problemas de estabilidad las cuales pueden ocasionar problemas, especialmente en los equipos de prueba pertenecientes al laboratorio y en equipos en particular que van a estar distribuidos en todo el local.

En la figura # 2.2. se puede observar que existe una caída de voltaje en la línea de transmisión entre la subestación y la entrada de servicio del usuario, esta es causada por la impedancia normal de las líneas de transmisión, que puede representar una pérdida de hasta el 8% del valor nominal.



De acuerdo a regulaciones técnicas internacionales dadas en ANSI (American National Standards Institute).

FIGURA # 2.2.-Caídas de voltaje en el laboratorio.

A esto hay que agregar que existe una caída de voltaje interna, desde la entrada del suministro al local hasta el lugar o punto en donde se va a hacer uso de la misma, existen algunas causas para esto. Podemos mencionar a la impedancia de los cables, conectores y fusibles, esta caída puede incluso alcanzar hasta un 3.4% del valor nominal de de de acuerdo a como se establece en normas dadas por la ANSI (American National Standards Institute).

Según la **figura # 2.2.** el voltaje libre de toda pérdida que le llega al equipo para su funcionamiento posee una variación en disminución del 11.4 %. Hay que tener en cuenta que la mayoría de los equipos que van a formar parte del laboratorio, se diseñan para trabajar con un rango de variación del 10 % lo cual ya implica un problema aún bajo condiciones normales.

Uno de los principales problemas que tiene el suministro de energía eléctrica en nuestro país es las variaciones en la frecuencia, un ejemplo muy práctico de este problema es los relojes que funcionan con alimentación de la red pública, los mismos que por lo general siempre están atrasados o adelantados. En países Europeos el control es más estricto y por lo general la frecuencia de la onda de voltaje suministrada por la red es muy estable, es decir el servicio es definitivamente mejor.

Este problema de la variación de frecuencia puede causar serios problemas especialmente en equipos que trabajen con pequeños y sensibles motores, como por ejemplo discos duros en computadores que trabajan conjuntamente con sistemas de entrenamiento pertenecientes a

las áreas del laboratorio, los cuales pueden ser acelerados o frenados, pudiéndose dañar la información e incluso la cabeza de lectura/grabación que empieza a cabecear, incluso se corre el riesgo de llegar a la destrucción del paquete de discos.

Como se puede ver los problemas pueden ser graves, razón por la cual los fabricantes de equipos de laboratorio y de computación recomiendan la utilización de redes eléctricas dedicadas para servir exclusivamente a los sistemas de entrenamiento, equipos, instrumentos y periféricos en cada una de las áreas, esto a fin de evitar el ruido debido a la influencia de otros equipos. Además, si las variaciones de voltaje son significativas se debe utilizar reguladores a la entrada de los equipos. En el laboratorio la utilización de reguladores no se hace imprescindible, ya que en muchos casos los sistemas de entrenamiento vienen provistos de su propio regulador; sin embargo, siempre será necesario revisar cuidadosamente las características técnicas de los equipos a fin de determinar si se necesita o no de reguladores. Además, la utilización de UPS es necesaria en todas las áreas del laboratorio en las cuales se tiene equipo muy sensible, preveyendo de esta manera un posible apagón y así poder contar con un pequeño lapso de tiempo para guardar la información, incluso se debe contar con una planta de suministro de energía de emergencia para garantizar el funcionamiento continuo del laboratorio en todas sus áreas.

La presencia del ruido eléctrico pueda que no sea importante cuando se van a manejar altos voltajes; sin embargo, en nuestro laboratorio de telecomunicaciones este adquiere una importancia muy grande, ya que se

tiene equipos muy sensibles a este tipo de cambios, pues en nuestro caso dichas variaciones pueden afectar al funcionamiento de equipos, a la transmisión de datos entre un sistema de entrenamiento y un computador, y por ende a los resultados finales en cada una de las prácticas. El ruido eléctrico experimenta una variación en incremento debido al trabajo de equipos y máquinas industriales, con las tormentas eléctricas, el efecto corona, las transmisiones de radio y TV las cuales debemos tener muy en cuenta, e incluso el sistema de ignición de los vehículos. Una mayor información sobre interferencia electromagnética y ruido eléctrico puede encontrarse en el ANEXO C.

"De entre los problemas eléctricos más comunes tenemos:

- **Transitorios**

Pulsos de voltaje de alto valor mayores al 25% del voltaje nominal pero su duración por lo general es muy corta. Se producen al conectar bancos de capacitores para la corrección de potencia en las instalaciones eléctricas.

- **Picos de voltaje**

Son incrementos muy rápidos del flujo total de energía durante períodos menores a medio ciclo, estos son causados por tormentas eléctricas o por la conexión o desconexión de equipo industrial o carga pesada a la red eléctrica. Este tipo de problemas es muy común especialmente en Quito debido a la altitud de la ciudad, ya que en muchas ocasiones la época invernal se extiende por largo tiempo.

- **Bajo voltaje o sobrevoltaje**

Variaciones de voltaje fuera del 10% de su valor nominal durante un período mayor que un ciclo, son causadas por fallas en la red de distribución y en los equipos de distribución.

- **Apagones**

Causados por fallas en la red, fallas en equipos de transmisión o debido a imprevistos como por ejemplo choques, rayos, etc" (10).

La calidad del suministro de energía eléctrica es de especial importancia para nosotros, debido al complejo y avanzado equipo del que va a disponer nuestro laboratorio. Se han realizado estudios por parte de la E.E.Q. SA. y por parte de empresas de Ingeniería Eléctrica, con el fin de comprobar la calidad de las instalaciones eléctricas. Existe una relación directa entre los disturbios encontrados, ya que los apagones producen variaciones de voltaje (sobre y bajos voltajes) y transitorios, y a su vez las subidas y bajadas de voltajes producen transitorios; pero los transitorios de voltaje no producen ni apagones ni variaciones de voltaje.

Del análisis de estos resultados se concluye que la calidad del servicio no satisface las exigencias de requerimientos de los equipos, pues se presentan muchos sobrevoltajes que, a pesar de no ser de un valor muy grande, pueden afectar a la larga la vida útil de los equipos.

### 2.1.13.1.- CARACTERISTICAS DE LA ALIMENTACION ELECTRICA PARA EL LABORATORIO

La alimentación de energía eléctrica del laboratorio debe ser de preferencia trifásica a cinco hilos, para dar flexibilidad a la instalación del sistema, el cual generalmente tiene cargas monofásicas, bifásicas y trifásicas. Cada equipo tiene su propia especificación en cuanto al porcentaje de variación de voltaje que tolera, pero en general se recomienda que el sistema de energía eléctrica esté de acuerdo con las especificaciones mostradas en la **Tabla # 2.5.**

El ángulo entre fases será siempre de  $120^\circ$ . La frecuencia de la energía eléctrica será de 60 Hz con una variación máxima de  $\pm 1/2$  Hz. Se considera voltaje transitorio a aquel que tiene una duración menor a 0,5 seg y su valor de amplitud se encuentra en un rango de + 15% de su valor nominal. La variación máxima de voltaje entre la línea sin carga y con carga completa no será mayor del 2%.

TRIFASICA 200 / 121 VDC $\pm 10 \%$
en 5 hilos : 3 fases, 1 neutro, 1 tierra
BIFASICA 200 / 121 VDC $\pm 10 \%$
en 4 hilos : 2 fases, 1 neutro, 1 tierra
MONOFASICA 121 VDC $\pm 10 \%$
en 3 hilos : 1 fase, 1 neutro, 1 tierra

**TABLA # 2.5.-Especificaciones de voltaje**

El contenido total de armónicas en la onda sinusoidal de corriente alterna será máximo del 5% cuando el equipo este trabajando. En un sistema trifásico el desbalance que se presenta línea a línea no debe exceder del 2,5% del promedio de los tres voltajes de fases, en cuanto a los valores de corriente estos deben ser iguales o tener una diferencia máxima del 10%. La línea de alimentación eléctrica de los equipos no debe ser utilizada por otros equipos con características diferentes, debiéndose disponer de líneas dedicadas desde el tablero de distribución principal hasta los equipo, a fin de evitar el ingreso de ruido eléctrico que se produce con la puesta en marcha y apagado de otros equipos eléctricos que pueden ser cargas inductivas o capacitivas. La demanda total de energía del sistema expresado en KVA / hora, estará dado por la configuración del sistema y el tipo de operación planificada.

#### 2.1.13.2.- TABLEROS

a.- **El tablero de distribución**, es el lugar físico a donde llega la alimentación eléctrica y desde donde salen los diferentes circuitos de alimentación con su debida protección.

Si se quiere tener una mayor confiabilidad y mejor calidad en el servicio eléctrico, es aconsejable que el tablero de distribución sirva unicamente a los equipos (sistemas de entrenamiento, computadores, equipo auxiliar de medición, etc) y no a otra carga, aunque esta corresponda a otro equipo eléctrico de oficina como máquinas de escribir, calculadoras de escritorio, copiadoras, sistema de iluminación, acondicionadores de aire, etc.

b.- **El tablero de control**, es aquel que comanda el trabajo de cierto equipo y generalmente cuenta con ciertos dispositivos de medición. Son tableros que sirven para un propósito exclusivo, como controlar el encendido y apagado de motores y equipos especiales. Tienen protecciones específicas y controles para los equipos que maneja. A diferencia de los tableros tipo centro de carga, los de control generalmente no son normalizados, los interruptores son tipo caja moldeada y muchas veces contienen equipo de medición. Generalmente disponen de pulsadores para un apagado general de emergencia de los equipos, alarmas visuales y audibles para alertar sobre el funcionamiento de cada equipo. Este tablero al igual que el que se especificó para los tableros de distribución, debe ir conectado a la referencia de tierra.

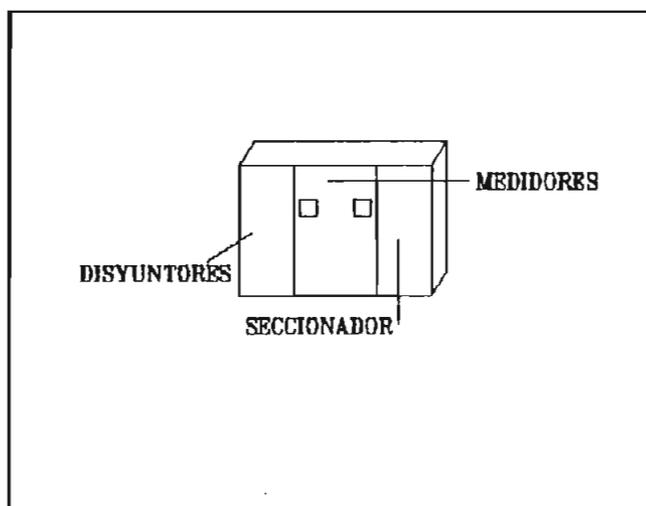
c.- **El tablero de distribución principal** suministra la alimentación de energía eléctrica, generalmente está servido por una cámara de transformación del edificio donde va a funcionar el laboratorio. Se ubica después del medidor de consumo y se dan las primeras protecciones a las fases que servirán a las áreas del laboratorio. La conexión del transformador según la Empresa Eléctrica Quito debe realizarse de acuerdo a la especificación Dyn5.

El número de fases está dado por el requerimiento de los equipos, generalmente se recomienda tener una instalación trifásica a cinco hilos por la flexibilidad que representa para realizar todo tipo de instalaciones. Se puede conseguir

alimentación trifásica, bifásica o monofásica distribuída para los diferentes equipos y se puede lograr una mejor distribución de la carga entre las tres fases, a fin de poder balancear mejor la carga. Se debe dimensionar la protección principal del tablero de acuerdo a la corriente de arranque, pero esta protección debe ser coordinada con la protección de la empresa que brinda el servicio eléctrico en la parte de baja tensión de la cámara, para evitar que sea la protección fusible de la cámara la que se accione en caso de necesidad, ya que normalmente esta protección se dimensiona de menor valor por requerimientos de las empresas eléctricas. De no hacerse así, será la protección de la cámara o torre de transformación la que reaccione y se abra, la corriente de falla no será sentida por la protección del tablero; esto es un serio problema al momento de tratar de cerrar la protección para restablecer el flujo de energía, ya que se debe esperar al personal de la empresa que es el único que tiene acceso a las cámaras o torres de transformación. Después de la protección principal en el tablero se encuentran barras de cobre para cada fase, para el neutro y la tierra, lo cual permite realizar una buena distribución en los diferentes circuitos.

Para calcular la capacidad de las barras de las fases expresadas en amperios; se realiza el sumatorio de las corrientes nominales de cada equipo y no las corrientes de arranque, ya que las barras soportan hasta cinco veces su valor nominal sin problemas durante intervalos cortos de tiempo, y las corrientes de arranque son de corta duración. Al hacerse el

cálculo con las corrientes de arranque las barras quedan sobredimensionadas, aumentando en el costo del sistema eléctrico. En la **figura # 2.3.** tenemos el tablero principal de distribución para el laboratorio. En el tablero la barra del neutro debe ser de al menos igual dimensión que las barras de fases, ya que en sistemas monofásicos la corriente del neutro es igual a la de la fase, en sistema bifásico es 1.41 veces la corriente de una fase (el sistema deberá estar balanceado), y en sistemas trifásicos, si está balanceada la carga, la corriente del neutro es cero; cualquier desbalance produce una corriente por el neutro, además, en caso de estar presente la tercera armónica y sus múltiplos superiores (por el tipo de carga), éstas no se cancelan sino que se suman produciendo una corriente considerable en el neutro.



**FIGURA # 2.3.-Tablero de distribución principal.**

En el tablero adicionalmente debe existir barra o conexión de tierra cuyo calibre de acuerdo a lo establecido en la norma NFPA 70-1981 artículo 250-94 puede ser el mismo o hasta dos

calibres inmediatamente menores de sección de conductor que los conductores de fase y neutro. A esta barra de tierra se deben conectar todas las partes metálicas del tablero.

El número de polos o espacios del tablero principal está dado por el número de circuitos a los que se va a servir así como por la capacidad de estos circuitos. Los equipos de medición se sitúan en el tablero principal, los circuitos salen hacia los tableros de distribución secundaria o centros de carga, que se los verá a continuación a través de protecciones fusibles termomagnéticos.

**d.- Tablero de distribución secundaria,** en cada piso se sitúa un centro de carga o tablero de distribución secundario, desde donde se sirven a los diferentes circuitos. En la **figura # 2.4.** se puede ver el diagrama de los tableros de distribución tipo centro de carga. Como el edificio va a ser destinado en su totalidad al laboratorio de telecomunicaciones se recomienda que desde el tablero principal vaya la alimentación de energía eléctrica a los equipos a través de un tablero de distribución exclusivo en cada una de las áreas técnicas.

En otra circunstancia el tratar de tener una alimentación dedicada desde la acometida principal implicará la necesidad de un equipo de medición propio para estos circuitos.

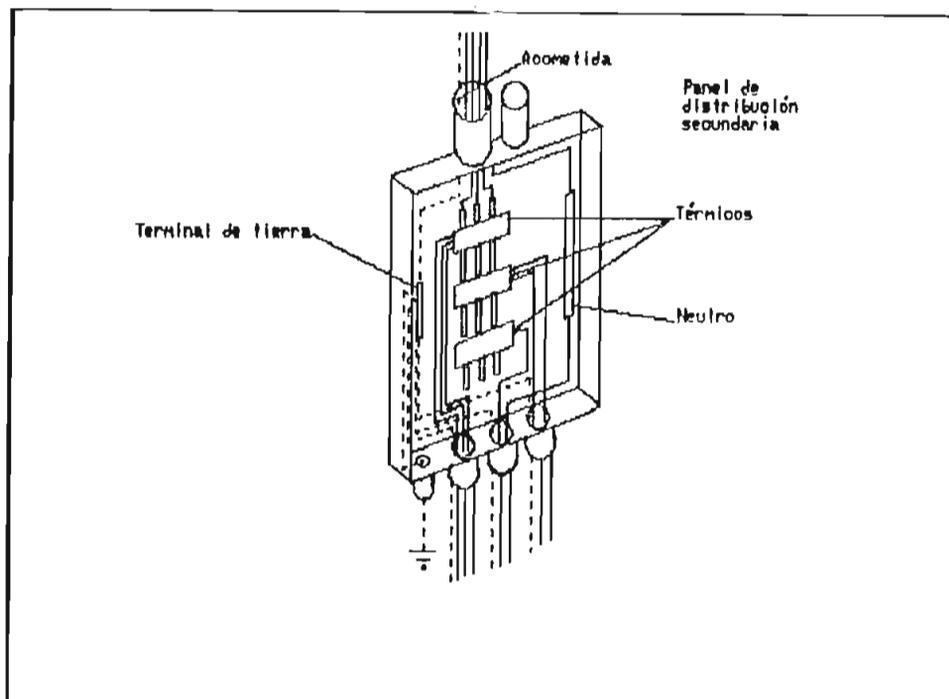


FIGURA 2.4.-Diagrama de un tablero secundario

### 2.1.13.3.- CIRCUITOS DE ALIMENTACION ELÉCTRICA

Los circuitos que alimentan a los equipos serán polarizados con conexión a tierra. Los cables irán por tubería metálica conduit, que deberá ser continua en toda su extensión y deberá estar conectada a tierra en los dos extremos. Los circuitos generales que alimentan a la iluminación, tomacorrientes de uso general, equipo auxiliar, también irán por otra tubería metálica conduit, ya que así se consigue un blindaje contra el ruido y la interferencia electromagnética.

En cuanto a los conductores que se usen para las diferentes instalaciones, estos deberán tener un área de conducción tal que asegure una caída de tensión del 3% o menos con respecto al voltaje nominal entre cada una de las salidas y el tablero de distribución, esto se consigue dimensionando el cable con la corriente de carga en

un 125 % de su valor nominal de acuerdo a las normas NFPA 70-1981 y NEC 645.2a.

#### 2.1.13.4.- PLANTA DE EMERGENCIA

El funcionamiento de las distintas áreas del laboratorio no puede verse afectado por un apagón o por una falla en el suministro de energía eléctrica pública, por esta razón es necesario disponer de una planta de suministro de energía eléctrica de emergencia, la misma que me debe proporcionar energía eléctrica muy estable, caso contrario, la misma debe ser regulada antes de ser usada por los equipos. Cuando los generadores proporcionan potencias mayores a 1 Kw generalmente son accionados a diesel.

Puesto que el laboratorio de telecomunicaciones poseerá algunos sistemas de entrenamiento programables, equipos de computación muy complejos y modernos es necesario disponer de ciertos equipos acondicionadores de suministro eléctrico que tienen un tiempo de respuesta muy pequeño, esto es actúan apenas detectan la variación de voltaje, otros en cambio son muy lentos para actuar y cuando finalmente responde a la variación de voltaje ya se ha perdido información o se ven afectados los resultados de las prácticas.

Otros equipos que están activados y actuando permanentemente, en especial con equipo de computación y sistemas de entrenamiento, son los llamados sistemas ininterrumpibles de servicio eléctrico o UPS, trabajan como reguladores de voltaje. Cuentan con un banco de baterías para dar soporte autónomo desde pocos minutos hasta pocas horas, hasta que se restituya el servicio de la energía comercial o se

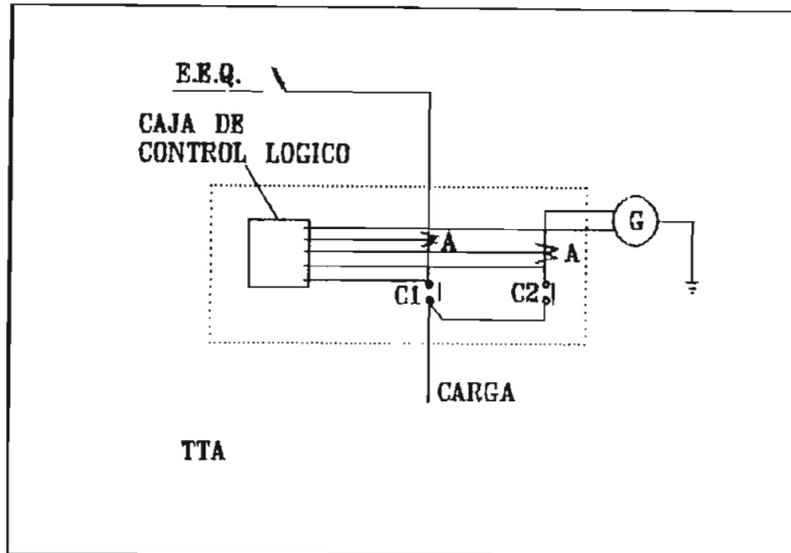
prenda la planta de emergencia.

Si se tiene un generador, este deberá disponer de un sistema de precalentamiento de agua del radiador y del aceite para que pueda entrar a generar en pocos minutos desde que se detecta la falla, aproximadamente en 1 minuto, para que los requerimientos de baterías que están alimentando a los equipos desde que se detectó la falla no sean excesivos, mayores de 30 minutos.

Una parte de los circuitos de iluminación, aquella considerada de emergencia o necesaria para continuar con el trabajo de los equipos, deberá ir unida a este sistema, de tal manera que se permita continuar con la realización de las prácticas.

Al disponer de un sistema de generación de emergencia se debe tener un **tablero de transferencia** cuyo diagrama se muestra en la figura # 5, el mismo que de preferencia debe ser automático, que responda a disminuciones del 10% de voltaje nominal y que pueda recuperarse cuando el voltaje alcance el 93% de su valor nominal, de acuerdo a valores que se establecen como standard.

Se debe programar retardos para que no se regrese a un servicio inestable, como a veces ocurre en el regreso del servicio comercial. El cambio de servicio de la energía comercial a la de emergencia debe realizarse de manera inmediata y, de ser posible automáticamente primero a la alimentación de baterías (como paso intermedio) y luego al generador, cuando se encuentra listo para brindar servicio estable.



**FIGURA # 2.5.-Diagrama de un tablero de transferencia automático.**

Cuando se restaura el servicio público y después de un tiempo prudencial, luego de haber monitoreado la línea y determinado que esta se ha estabilizado (a fin de evitar picos y fallas que se producen en los primeros minutos, cuando se restaura el servicio y se conecta una red a la alimentación de energía eléctrica pública), el proceso de alimentación es igual al descrito, pero en sentido inverso.

#### **2.1.13.5.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION**

El sistema de puesta a tierra en la instalación eléctrica del laboratorio representa un aspecto de mucha importancia, ya que de esta manera se da una protección tanto al equipo a utilizarse como al personal que trabaja en el laboratorio. A continuación realizaremos una revisión de ciertos conceptos y aspectos técnicos a tenerse en cuenta en el sistema de puesta a tierra.

#### 2.1.13.5.1.- DEFINICION

"Puesta a tierra es toda ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos de una instalación y un electrodo, o un grupo de electrodos, enterrados en el suelo con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies de terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de avería o de descarga"(11).

#### 2.1.13.5.2.- NECESIDAD DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION

Son muchas las funciones que cumple una puesta a tierra. Nuestro laboratorio posee equipos e instrumentos cuyo funcionamiento debe ser muy confiable, por esta razón se debe tener las seguridades necesarias. Es por esto que se requiere un sistema de puesta a tierra. Las funciones de dicho sistema se las debe tener muy en cuenta el momento de diseñar físicamente y técnicamente el laboratorio de telecomunicaciones.

Existen algunas funciones de la puesta a tierra muy importantes, y que nosotros necesariamente debemos tenerlas en cuenta como son:

- Permiten una rápida descarga de rayos cuando se producen tormentas eléctricas, ya que proporciona un camino de baja resistencia a tierra de los sistemas, proporcionando de esta manera seguridad a equipos, instrumental y personal.
- Es necesario tener un sistema de puesta a tierra ya que se tendrán equipos electrónicos y de computación en cada área del

laboratorio.

En un laboratorio deben estar conectadas a tierra las partes de metal de los equipos eléctricos fijos que normalmente no conducen corriente pero que con el tiempo pueden electrificarse, dichos armazones o chasis de equipos deben servir como un blindaje para los circuitos sensibles. La palabra "debe" significa que es obligatorio hacerlo. La conexión a tierra de equipos, deberá ser permanente y continua, tener una capacidad de conducción suficiente para conducir cualquiera de las corrientes que le puedan ser impuestas y ser de impedancia baja, para limitar el potencial sobre tierra y para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de sobrecorrientes del circuito.

- La necesidad de que en el camino de tierra no se produzca ruido eléctrico hace que voltajes de toque de 30 V (voltaje entre neutro y tierra), que son seguros en un sistema de distribución de energía eléctrica no lo sean para el sistema eléctrico del laboratorio en el que se requiere diferencias de 0,5 V o menos.

#### 2.1.13.5.3.- CLASIFICACION

En forma general se pueden clasificar dentro del término puesta a tierra 3 grupos fundamentales que son:

- Puesta a tierra de protección
- Puesta a tierra del sistema
- Puesta a tierra de protección provisional

A continuación revisaremos cada uno de estos grupos:

**a.- PUESTA A TIERRA DE PROTECCION**

Conocida también como puesta a tierra del equipo, y se define como la puesta a tierra destinada a evitar la aparición de tensiones peligrosas entre las partes de la instalación que normalmente están sin tensión y otras partes vecinas que pueden encontrarse al potencial local de tierra; es decir, la puesta a tierra de protección es aquella que se destina a la prevención de accidentes personales, garantizando un buen servicio, libre de peligros en las instalaciones eléctricas.

**b.- PUESTA A TIERRA DEL SISTEMA**

Conocida como puesta a tierra de operación de servicio, y se define como la puesta a tierra que permite la conexión a tierra de ciertos puntos del sistema, a fin de lograr una mayor seguridad, un mejor funcionamiento y eventualmente una mayor regularidad en la operación del sistema, pudiendo ser estos puntos los siguientes : El neutro de los generadores y transformadores con devanados conectados en estrella, la conexión de los pararrayos, la conexión a tierra de los hilos de guarda, de los transformadores de potencial, etc.

**c.- PUESTA A TIERRA DE PROTECCION PROVISIONAL**

Conocida como puesta a tierra temporal. Su objetivo es la seguridad de los trabajadores que realizan trabajos de reparación o mantenimiento en líneas y equipos que previamente se han desenergizado. Consiste básicamente en la utilización

de un conjunto de elementos que se agregan a una línea o equipo para cortocircuitarlo y ponerlo a tierra, con el objeto de desviar a ésta un potencial accidental en un punto adyacente al lugar de trabajo y preservar así la vida del personal que interviene.

#### 2.1.13.5.4.- TOMAS NATURALES DE TIERRA

Como tomas de tierra naturales se pueden utilizar:

- Armazones metálicas de las construcciones de hormigón armado, de los postes, etc.
- Los elementos metálicos de las construcciones en contacto con el suelo.
- Los conductos metálicos enterrados para el transporte de fluidos que no sean combustibles, siempre que la continuidad de estos conductos quede perfectamente asegurada.
- Las cubiertas metálicas de los cables subterráneos, excepto los de aluminio.
- Columnas con profundidad de sondas.

Es recomendable se utilicen cuantas veces sea posible tomas de tierra naturales puesto que:

- Se asegura el paso de las corrientes de defecto debido a las secciones grandes de los elementos respectivos.
- Tienen gran resistencia a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos, gracias al hormigón de recubrimiento y a las dimensiones grandes, y por supuesto una larga duración de

funcionamiento.

- Necesita gastos mínimos de inversión y explotación.

#### 2.1.13.5.5.- CONDUCTORES DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA NATURAL

Como conductores de las instalaciones de puesta a tierra natural se pueden utilizar las construcciones metálicas de los edificios como son:

- Las construcciones metálicas utilizadas en la producción por ejemplo, las plataformas, barras, armaduras, etc.
- Armadura metálica de las construcciones de hormigón armado .
- Esqueletos, soportes y carcassas de las instalaciones de distribución eléctrica, inclusive las carcassas de las instalaciones de alimentación y distribución por barras.
- Tubos metálicos para la protección de conductores eléctricos.
- Cableado de acero para suspensión de los conductores y los cables, con la condición de verificar los esfuerzos mecánicos y la sección mínima.

Se prohíbe utilizar las cubiertas de aluminio de los cables subterráneos, así como también de los conductos para fluidos combustibles y de los elementos que no tienen la sección mínima necesaria, estos elementos pueden ser unidos solo a instalaciones de puesta a tierra para la igualación de los potenciales, tomándose las medidas correspondientes de derivación en los lugares con peligro de interrupción.

#### 2.1.13.5.6.- TOMAS DE TIERRA ARTIFICIALES

Las tomas de tierra artificiales se proveen cuando el valor de la resistencia de dispersión de las tomas naturales no corresponde a los valores impuestos o calculados. Los materiales utilizados para la elaboración de estas tomas pueden ser:

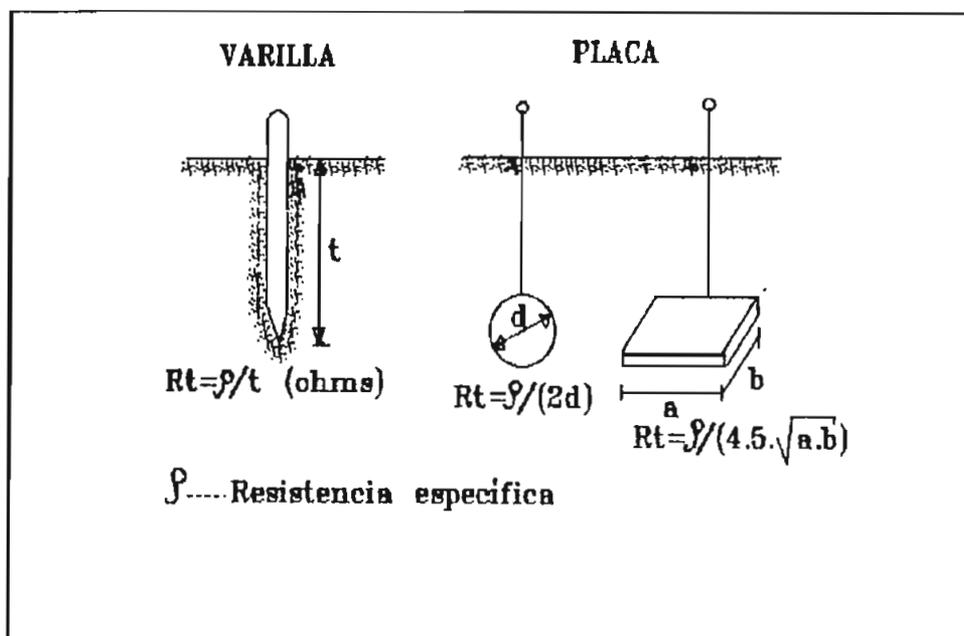
- Por lo general de acero a hierro galvanizado para suelos agresivos con  $PH < 7$  o de cobre en suelos muy agresivos, donde es posible la corrosión rápida de los electrodos de acero a hierro galvanizado.
- El acero o hierro sin galvanizar es admisible en los suelos no agresivos.

Esta prohibida la utilización para la ejecución de tomas de tierra artificiales electrodos de alambre de acero, de aluminio o de otros elementos que no son buenos conductores o los cuales tiene recubrimientos aislantes.

#### 2.1.13.5.7.- TOMAS DE TIERRA VERTICALES Y HORIZONTALES

Las tomas de tierra verticales se utilizan en general cuando las capas de la profundidad del suelo tienen resistividades más pequeñas que las de la superficie. En general, los electrodos son varillas tubos o perfiles (Figura # 2.6.), enterrados en la tierra a una profundidad de 0.5 m. o más, medida desde la superficie del suelo hasta la parte inferior del electrodo; si esta distancia es menor, la longitud útil del electrodo se medirá de la profundidad de 0.5m hasta la parte inferior.

Las tomas de tierra horizontales son utilizadas en general cuando las capas hacia la superficie del suelo tienen resistividades más bajas que aquellas de la profundidad. Estas tomas de tierra están constituidas por bandas, perfiles redondos o cables que pueden disponerse radialmente (con ángulos iguales), paralelamente (mallas) o en forma de bucle (Ver figura # 2.6. y 2.7.).



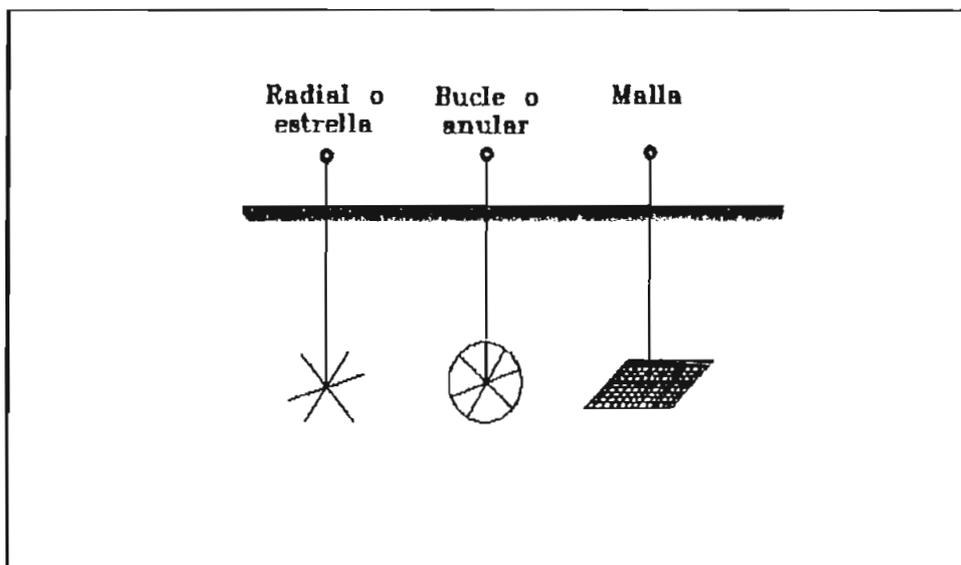
**FIGURA # 2.6.-Tomas verticales**

Las tomas de tierra tanto naturales como artificiales pueden ser:

**Simples** : Si son constituidas por un solo electrodo.

**Múltiples** : Si son realizados por la unión de más de dos tomas simples, del mismo tipo.

**Complejas** : Si están constituidas por la unión de más de dos tomas simples y de diferente tipo.



**FIGURA # 2.7.-Tomas horizontales**

**2.1.13.5.8.- CONDUCTORES UTILIZADOS EN LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA ARTIFICIALES**

Los conductores principales de puesta a tierra pasarán por todos los lugares en donde están los equipos que deben ser protegidos. En el interior del local o edificios ellos se montarán exteriormente en las paredes o en canales y constituirán en lo posible un circuito cerrado. En el caso de que no puedan montarse exteriormente, serán de cobre con aislamiento y acompañarán en el mismo tubo a los conductores de alimentación de energía eléctrica. Si deben pasar por el exterior del local, ellos se montarán enterrados, protegiéndose hasta una profundidad de 0,3m.

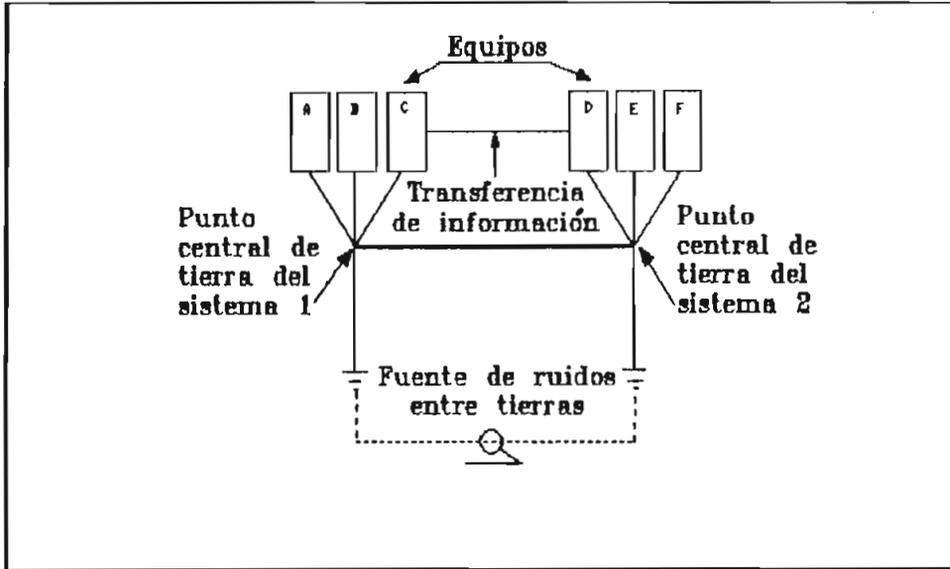
La unión del conductor principal a la toma de tierra se debe realizar por lo menos con dos uniones y en puestos diferentes, siendo la excepción la unión a las tomas de tierra naturales simples, las cuales se pueden ejecutar con una sola unión, es necesario realizar

mediciones periódicas de las puestas a tierra. En el caso cuando se realice alguna reparación en la red, hay que separar en primer lugar las fases y después el conductor de protección.

El tamaño del conductor se selecciona de acuerdo a la máxima corriente de falla, y en general debe ser adecuado para soportar ondas transitorias como las causadas por rayos. Es necesario establecer que el sistema de tierra del laboratorio no debe ser usado para otros fines, como por ejemplo servir para la descarga de los pararrayos.

Según la norma NEC 250 artículo 250-86 no está prohibido unir entre sí en un solo punto a diferentes sistemas de puesta a tierra, puesto que se limitará así la diferencia de potencial entre ellos y sus circuitos asociados. Si aplicamos esta norma para dos sistemas de puesta a tierra diferentes se consigue un mejor nivel de referencia, pero al mismo tiempo se puede crear un lazo para el ingreso de ruido eléctrico de modo común (entre cualquier conductor y el conductor de tierra), que es especialmente danino para las señales de datos que se va a tener entre los sistemas de entrenamiento y computador o entre computadores, como se aprecia en la **figura # 2.8.**

"De acuerdo a ciertos organismos como el "National Fire Protection Code" y la "American National Standard C 5.1" se especifica al conductor de cobre # 2 AWG como el mínimo calibre para la realización ya sea de la malla; como para el alimentador desde la malla hasta el tablero de distribución principal."(12)



**FIGURA # 2.8.-Creación de lazos para ruido de modo común**

#### 2.1.13.5.9.- CONEXIONES

Las conexiones (empalmes) más comunes entre los elementos que componen una instalación de puesta a tierra se pueden ejecutar mediante uniones exotérmicas, uniones soldadas o conectores tipo presión, siendo la más recomendable la primera que une el cable con el conector, de modo que la conexión tiene características electromecánicas que hacen que se comporte como si fuera parte integral de un solo conductor homogéneo.

El tamaño del conductor se selecciona de acuerdo a la máxima corriente de falla, y en general debe ser adecuado para soportar ondas transitorias como las causadas por rayos. Es necesario establecer que el sistema de tierra del laboratorio no debe ser utilizado para otros fines como descargas de pararrayos.

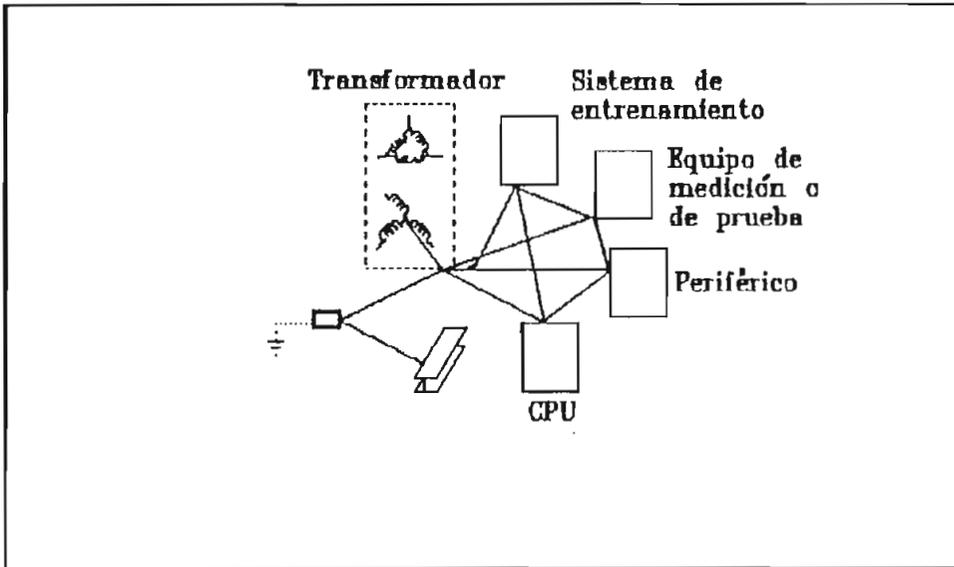
Todos los hilos de tierra que llegan a los tableros de distribución,

serán conectados a un conductor común, que llegará hasta el tablero principal de baja tensión. Este sistema de tierra será independiente del neutro del sistema y se unirá en el tablero general a la barra de tierra.

#### 2.1.13.5.10.- EFECTOS DE LA FRECUENCIA

Es importante considerar la influencia de las diferentes frecuencias usadas en la tecnología actual sobre la línea de tierra. Una señal de corriente continua y de baja frecuencia, de hasta 100 KHz o menos, buscarán un camino de baja resistencia. En frecuencias de radio, sobre los 100KHz, las capacitancias parásitas y el acoplamiento electromagnético de los cables se transforman en un camino aceptable para buscar la puesta a tierra, es decir el camino que sirve para la puesta a tierra de corriente continua y baja frecuencia puede presentar una impedancia muy alta para altas frecuencias.

Quando la frecuencia de la señal es baja, hasta en el orden de los pocos kilohertzios, basta un punto de conexión física para conseguir el sistema de puesta a tierra, pero en la tecnología actual, con frecuencias superiores a los 10MHz en las cuales los voltajes y corrientes de ruido no están confinadas a los conductores sino que se desplazan por el medio, se vuelve imperativo tener un sistema de puesta a tierra con múltiples puntos de conexión para evitar el problema de la resonancia. Este sistema se lo obtiene utilizando rejillas de referencia para las señales de alta frecuencia y si uno de los caminos presenta alta impedancia por resonancia parcial o total, otro camino con diferente longitud presentará una baja impedancia como se aprecia en la figura # 2.9.



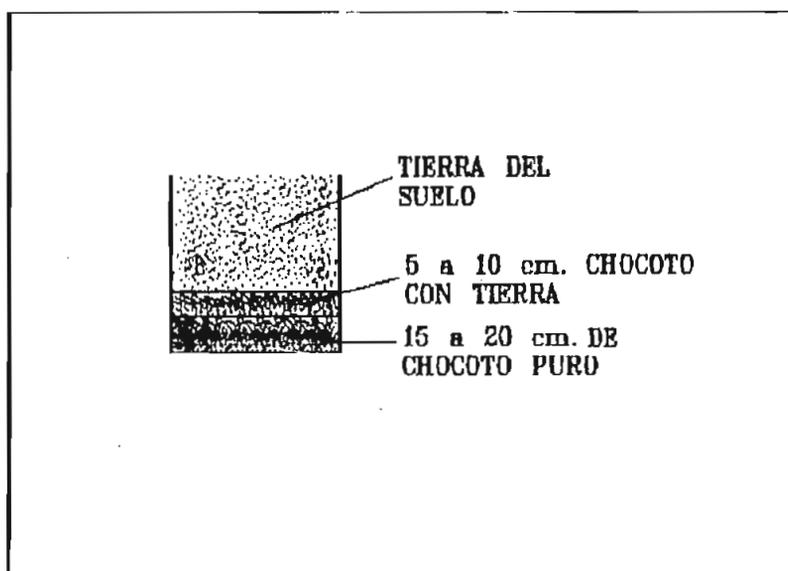
**FIGURA # 2.9.-Sistema de tierra con múltiples conexiones**

"Experimentalmente se ha demostrado que una rejilla con un radio de 60 cm es una buena referencia para un amplio rango de frecuencia, que va desde corriente continua hasta frecuencias superiores a los 30 Mhz. Esta rejilla puede estar formada por conductores # 4 AWG de cobre o aluminio cuyas uniones han sido soldadas eléctricamente y se coloca bajo el piso falso. Esta tierra de referencia para las señales debe también estar conectada al sistema principal de tierra de la instalación eléctrica. Un sistema de puesta a tierra se consigue enterrando un elemento conductor con una varilla de cobre, una rejilla o malla de cobre en el suelo, y desde allí interconectando esta referencia hasta los equipos donde sea necesaria utilizarla"(13).

#### 2.1.13.5.11.- CONSIDERACIONES SOBRE EL SUELO

En el ANEXO D, se analiza las razones por las que varía la resistividad del suelo, pero hay que tener en cuenta que no es

recomendable colocar HCl en grano, ya que esto corroe tremendamente todo el sistema metálico de la puesta a tierra y estructuras metálicas adyacentes. Se han realizado muchas medidas que indican que el suelo no puede ser considerado como una capa homogénea de una resistividad dada, por lo que se debe proceder a preparar el suelo en especial cuando no se tiene el valor de resistencia esperado (entre 1 y 3 ohmios). Hoy en la actualidad se recomienda colocar chocoto (tierra orgánica) o carbón vegetal micropulverizado, mezclado con arena para evitar que el carbón se úna y forme pedazos concentrados de carbón. En la figura # 2.10. se muestra como se prepara el suelo para tener una menor resistencia del sistema de puesta a tierra. Tomando en cuenta el análisis efectuado en el ANEXO D y lo manifestado anteriormente, se pueden llegar a las siguientes conclusiones:



**FIGURA # 2.10.-Preparación del suelo para el sistema de puesta a tierra.**

a.- Para disminuir el valor de la resistencia de un arreglo se debe

mantener un nivel de humedad entre el 15 % y el 20 % en la tierra que circunda el arreglo.

b.- Se debe evitar que el arreglo se sitúe en la capa de congelamiento de la tierra, es decir se la debe situar a buena profundidad para evitar las influencias del clima. Al considerar únicamente este factor se recomienda hacerlo entre 50 cm y 100 cm.

c.- Si se necesita disminuir el valor de la resistencia de un sistema de tierra, se lo puede conseguir aumentando el contenido químico del suelo. Se recomienda poner carbón mineral micropulverizado y aunque no se han realizado estudios pormenorizados, sobre la confiabilidad que este aumento de iones produce a mediano y largo plazo, se sabe que la circulación de agua arrastra consigo a los iones, empobreciendo de ellos a las capas donde está el sistema de puesta a tierra, por lo que el valor de la resistencia de este sistema aumentará con el paso del tiempo en caso de no realizarse un mantenimiento periódico.

Es necesario que la resistencia del sistema de puesta a tierra tenga un valor lo más pequeño posible, representado así el camino de descarga más fácil a seguir por los voltajes peligrosos.

Las tomas de tierra como se vió en el **punto 2.1.13.5.7.** pueden tener formas distintas : banda, barra y placa, los cables desnudos de empalme tendidos en tierra se consideran como partes de tomas de tierra. En muchos casos, especialmente cuando se precisan pequeñas resistencias de propagación, se utilizan arreglos; por ejemplo, de varias barras y

bandas de toma de tierra.

#### 2.1.13.5.12.- CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA PUESTA A TIERRA

En sistemas de bajos voltajes (121 o 208 V) un conductor que actúe como referencia puede igualar las diferencias de voltajes de una manera más efectiva que múltiples voltajes de baja impedancia.

Dado que esta conexión a tierra no está calculada para llevar la corriente de carga o de falla, organismos como la NEC establecen que este conductor sea de menor calibre, hasta dos calibres menor que el conductor de fase, que los conductores de los equipos a la red (NFPA 70-1981 Artículo 250-94).

Un sistema de puesta a tierra está constituido de: Circuitos de conductores de unión, electrodos de toma de tierra y tierra propiamente dicha. Los conductores de los circuitos de puesta a tierra han de ser de la sección apropiada a la intensidad que ha de recorrerlos, de forma que no se produzcan calentamientos.

El tendido de los circuitos de tierra ha de realizarse con conductor desnudo, sin aisladores, al descubierto, de forma visible y que no sea fácil su deterioro por acciones mecánicas o químicas. Los conductores de puesta a tierra han de tener un contacto eléctrico perfecto, tanto en las partes metálicas que se desea poner a tierra, como con la placa o electrodo que constituye la toma de tierra propiamente dicha.

Esta prohibido interrumpir los circuitos de tierra con seccionadores.

fusibles o disyuntores automáticos. Pueden formar parte del circuito de tierra las armaduras metálicas fijas, siempre que estén adecuadamente conectadas.

Las uniones de líneas de puesta a tierra y de líneas colectoras de puesta a tierra entre sí y las derivaciones de estas, se han de establecer de forma que queden bien protegidas y se garantice una buena conducción de la corriente eléctrica.

En la **tabla # 2.6.** se expresa la corriente admisible en los materiales más empleados como conductores de los circuitos de tierra. El punto de conexión en la toma de tierra ha de conducir bien la electricidad y quedar mecánicamente fijo. Todas las líneas de puesta a tierra han de estar dimensionadas para soportar la carga que se establece en caso de derivación sencilla a tierra.

SECCION mm <sup>2</sup>	CONDUCTORES DE ACERO	CONDUCTORES DE ALUMINIO	CONDUCTORES DE COBRE
35 ( 2 AWG)	-	200 A	250 A
50 (1/0 AWG)	100 A	250 A	300 A
70 (2/0 AWG)	175 A	-	-
100 (4/0 AWG)	200 A	-	-
200 (400 AWG)	300 A	-	-

**TABLA # 2.6.-Maxima corriente admisible en amperios para conductores más empleados en puestas a tierra.**

Para realizar instalaciones de puesta a tierra de protección se utiliza en primer lugar, las instalaciones naturales constituidas por

elementos buenos conductores de la electricidad en contacto eléctrico con el suelo, los cuales tienen diferentes destinos u objetivos, pero pueden servir para el paso de la corriente a tierra, complementadas o formadas por instalaciones artificiales, estructuradas por elementos especiales destinadas al paso de las corrientes de defecto a tierra. Las instalaciones naturales pueden ser utilizadas como instalaciones de puesta a tierra si cumplen las siguientes condiciones:

- Presentar continuidad eléctrica perfecta y segura .
- Presentar resistencia a los esfuerzos mecánicos y a las acciones químicas.
- Satisfacer las condiciones de estabilidad térmica a las corrientes que las recorren.
- La constitución de una toma debe estar formada de tal manera que si una parte cualquiera se daña, la puesta a tierra este asegurada.
- Cumplir las condiciones de secciones y grosores mínimos establecidos para las instalaciones artificiales.

#### **2.1.14.- CONSTRUCCION DEL LABORATORIO**

Hay que tener en cuenta que excepto el área destinada al taller, la misma que va a ubicarse junto al área de mantenimiento y reparación de equipos de telecomunicaciones, ninguna otra área del laboratorio soportará equipo pesado propiamente dicho. Pero todas las áreas sin excepción, deberán reunir todos los requisitos necesarios para prestar facilidades especialmente de circulación, tanto de equipos como de personal en general.

Cada área del laboratorio contará con suficiente ventilación e iluminación, de tal manera que el personal que labora en cada una de las áreas posea todas las comodidades ambientales y los estudiantes e instructores que operan el equipo tengan una visión clara sobre cada elemento y partes del mismo.

A continuación tenemos la distribución de las diferentes áreas físicas que contendrá el edificio destinado para el efecto. Algunas áreas físicas podrán ser utilizadas para cubrir dos áreas técnicas a la vez; por ejemplo, una misma área podrá dar cabida al área de instalación y verificación, y al área de mantenimiento y reparación de equipos de telecomunicaciones compartiendo no solo espacio físico sino también equipo de prueba y accesorios.

Cada piso perteneciente al edificio se los ha dispuesto de la siguiente forma:

**SUBSUELO :** -Sala de máquinas : planta de energía eléctrica de emergencia y tableros de distribución.  
-Vivienda de conserje y utilería.

**PLANTA BAJA :** -Taller: para mantenimiento y servicio técnico de equipos, pertenecientes al laboratorio y equipos pertenecientes a personas e instituciones ajenas al mismo.  
-Oficina en el taller: para el control de los equipos que ingresan y salen del laboratorio.  
-Área de mantenimiento y reparación de equipos, y

área de instalación y verificación de equipos de telecomunicaciones.

-Biblioteca.

-Bodega # 3:para guardar el equipo a entregarse.

-Bodega # 4:para guardar repuestos y equipo a repararse.

**PRIMER PISO ALTO :**

- Dirección.
- Secretaría e información.
- Sala de sesiones.
- Area de microordenadores y programación especializada.
- Salón para seminarios y conferencias.
- Aula:para dar clases explicativas y otras tareas afines.

**SEGUNDO PISO ALTO:**

- Area de telefonía y transmisión de datos.
- Area de sistemas especiales.
- Area de instrumentación.
- Area de sistemas de RF y recepción de sistemas de telecomunicaciones.
- Area de antenas y filtración de RF,y área de propagación de ondas y líneas de transmisión.

## **2.2.- AREAS TECNICAS A SER CUBIERTAS EN EL LABORATORIO**

El laboratorio dispondrá de algunas áreas técnicas determinadas según un estudio realizado mediante encuestas conjuntamente con el Instituto de Tecnólogos. A continuación revisaremos cada una de las áreas, las mismas que han sido seleccionadas para adiestrar al estudiante en actividades que el tecnólogo realiza y que necesita satisfacer. Las áreas que formarán parte del local destinado para el laboratorio de telecomunicaciones son :

### **2.2.1.- ANTENAS Y FILTRACION DE RF**

Esta área le permite al estudiante familiarizarse con el montaje, funcionamiento, instalación y acople de tubos, alambres conductores, soportes y otros accesorios eléctricos de conducción de electricidad, utilizados para la confección de antenas de radio y TV diseñadas por los ingenieros.

Son muy pocos los tecnólogos que trabajan en este campo de las telecomunicaciones; sin embargo, es importante que el tecnólogo revise las técnicas empleadas en la elaboración de antenas y principales etapas de filtrado de RF empleadas en las mismas. Este conocimiento práctico adquirido por el tecnólogo, le será de gran ayuda y respaldo al ingeniero encargado de diseñar y supervisar la construcción de las antenas.

### **2.2.2.- INSTALACION Y VERIFICACION DE EQUIPOS**

Una de las tareas más importantes que según las empresas el tecnólogo debe realizar en las mismas, es: la instalación, mantenimiento y

verificación de equipos y sistemas de telecomunicaciones. Para esto, es necesario que el estudiante aprenda a manejar e interpretar adecuadamente diagramas y manuales, ya que estos en el futuro vendrán a ser un gran soporte en su trabajo.

Existen un sinnúmero de tareas que el tecnólogo realiza en las diferentes empresas en este campo, entre las más importantes tenemos:

- Montar, conectar y calibrar instalaciones y aparatos en centrales telefónicas en base a planos, diseños y especificaciones técnicas previstas para el efecto por los ingenieros.
- Instalación de equipos de comunicación (FAX, centrales telefónicas, etc).
- Instalación de equipos de computación.
- Ensamblaje de equipos.
- Conversion A/D Y D/A.
- Instalación de equipos telefónicos.
- Instalación de equipos de seguridad.
- Instalación de software en PC's e instalación de terminales.
- Instalación de periféricos.

Las mediciones en la instalación de un sistema o equipo tienen por misión comprobar que en cada una de las fases en que se divide la obra el trabajo que se ha realizado sea el correcto, caso contrario se debe localizar y reparar la avería antes de pasar a la siguiente fase. Además, las pruebas y mediciones se realizan a fin de verificar las características técnicas que se requieren en una instalación.

### 2.2.3.- INSTRUMENTACION PARA TELECOMUNICACIONES

Los instrumentos y equipo de medición en telecomunicaciones son muy importantes ya que muchos de ellos forman parte de la labor diaria del profesional en electrónica, por lo que es necesario organizar y formar al estudiante dotándole de aparatos y herramientas.

De ahí, la importancia que esta área tiene como parte del laboratorio de telecomunicaciones, la cual debe entrenar al estudiante para realizar diversas actividades de manera eficiente. Entre las actividades que el estudiante tendrá oportunidad de practicar, se puede citar:

- Revisar, calibrar y reparar los instrumentos electrónicos que controlan y optimizan el funcionamiento de un sistema de telecomunicaciones.
- Revisar la nomenclatura, forma de operar y funcionamiento básico de instrumentos y principales sensores utilizados en telecomunicaciones.

El éxito que el tecnólogo consiga en lo posterior irá de la mano con el grado de conocimiento que tenga respecto a los instrumentos utilizados en este campo. Se revisará solo aquellos instrumentos que el tecnólogo utiliza comúnmente en su trabajo, por lo que será necesario realizar investigaciones periódicas a fin de determinar que nuevos instrumentos hay que agregar a esta área para estudiar su funcionamiento, manejo y utilidad.

#### 2.2.4.- MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

Esta área del laboratorio viene a ser un complemento importantísimo en la formación práctica del estudiante. En esta área se le ejercitará al estudiante en :

- El mantenimiento y/o la reparación de equipos e instrumentos de telecomunicaciones, proporcionándole criterios para proceder incluso con un equipo con el que no este muy familiarizado.
- Detección de fallas en elementos (integrados, resistencias, condensadores, transistores, impresos, etc.).
- Mantenimiento de computadores, periféricos, FAX, etc.
- Técnicas de reparación de tarjetas a nivel de elementos.

Es necesario insistir en el estudiante sobre la importancia de los manuales y diagramas, cuyo adecuado uso e interpretación de los mismos le asegurará un mayor éxito al realizar operaciones de mantenimiento, reparación y detección rápida de fallas en el equipo.

Existen algunos accesorios y herramientas básicas que comunmente son utilizados por el tecnólogo al realizar tareas de mantenimiento y reparación. El estudiante debe familiarizarse con su funcionamiento y modo de manejo, ya sea en esta área del laboratorio o a su vez en el taller. Entre estos tenemos:

- Soldador de estaño.
- Pomada para soldar.
- Absorvedor de suelda.

- Malla desoldadora.
- Juego de desarmadores (planos,de estrella,hexagonales,etc).
- Limpia contactos.
- Brochas.
- Aspiradora.
- Alcohol industrial.
- Algodón o gasa quirúrgica.

#### 2.2.5.- MICROORDENADORES Y PROGRAMACION ESPECIALIZADA

La inclusión de ésta área técnica en el laboratorio de telecomunicaciones se debe a que hoy en día los microordenadores se han convertido en un instrumento básico, no solo en telecomunicaciones sino para cualquier profesión en general. Esto se debe a la gran variedad de servicios que prestan y que día a día son más fáciles de manejar y transportar. Además, una de las actividades que comunmente realiza el tecnólogo en electrónica es la instalación, ajuste, prueba y vigilancia del funcionamiento y rendimiento de microcomputadoras, fax, periféricos y demás equipo de computación auxiliar.

Los equipos de medida dirigidos por ordenador resultan hoy en día imprescindibles en la comprobación de funcionamiento de un sistema; por ejemplo, el chequeo del correcto funcionamiento en las centrales telefónicas modernas se realiza mediante computadores que utilizan paquetes especiales de software. De donde se desprende que es necesario que el estudiante tenga contacto con ciertos paquetes de software que asisten y amplian las características de un equipo, que de acuerdo a la versatilidad y flexibilidad en conjunto (software - equipo), le permiten al tecnólogo realizar operaciones de

mantenimiento y reparación.

#### **2.2.6.- PROPAGACION DE ONDAS Y LINEAS DE TRANSMISION**

En esta área del laboratorio, el tecnólogo tendrá oportunidad de entrenarse en forma práctica en uno de los campos más importantes y básicos de las telecomunicaciones como son las líneas de transmisión.

Básicamente el estudiante se entrenará en:

- Verificación de ciertos conceptos básicos de líneas de transmisión, en la propagación de información guiada.
- Utilización práctica de instrumental utilizado en mantenimiento y verificación de líneas.
- Revisión de diferentes tipos y principales características de líneas de transmisión utilizadas en telecomunicaciones.
- Técnicas de acoplamiento utilizados en líneas de transmisión.

#### **2.2.7.- RECEPCION DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES**

En Telecomunicaciones son múltiples y variados los receptores que se utilizan, así tenemos, receptores de radio, televisión, telefónicos, etc. De lo que hemos podido investigar es menor el porcentaje de tecnólogos que trabajan en radiodifusoras, estaciones de TV, y en talleres de reparación, en relación a los que trabajan realizando mantenimiento preventivo y correctivo de equipos en empresas dedicadas a la telefonía o computación. Esto se debe generalmente a la falta de conocimientos prácticos que el tecnólogo experimenta en relación a bachilleres técnicos, los cuales poseen un adiestramiento práctico utilitario. En esta área del laboratorio se le entrenará al estudiante en las siguientes actividades:

- Examinar receptores telefónicos, de radio y TV, estudiar su funcionamiento e identificar las fallas y deficiencias.
- Cambiar o reparar las piezas o partes defectuosas por otras nuevas y hacer los ajustes y reglajes necesarios, a fin de activar o rectificar el funcionamiento de los aparatos en reparación.

#### **2.2.8.- SISTEMAS DE RADIOFRECUENCIA**

Esta área tiene que ver con aquellos sistemas que permiten el envío de señales sonoras o audibles a gran distancia, las cuales viajan a la velocidad de la luz y son totalmente invisibles al ser humano. Los estudiantes en esta área del laboratorio deben recibir un adiestramiento básico para poder desarrollar las siguientes funciones:

- Ajustar, calibrar y reparar diversas máquinas, aparatos, sistemas y demás circuitos electrónicos de comunicación que son utilizados en la industria, complejos fabriles, talleres, estaciones emisoras de radio, auditorios, etc.
- Efectuar los ajustes, reglajes y reparaciones necesarias en los equipos y aparatos electrónicos, de radio transmisión, recepción, enlace, etc

#### **2.2.9.- SISTEMAS ESPECIALES**

Esta parte del laboratorio de telecomunicaciones estará destinada al estudio básico de ciertos campos de las telecomunicaciones que aún no son completamente explotados en nuestro país, o que todavía su uso no es muy generalizado; como por ejemplo, el funcionamiento del radar, las

comunicaciones via microonda y por fibra óptica. La aparición de nuevos medios de transmisión ha exigido la adecuación de toda la estructura de comunicaciones, cuyos aspectos más significativos se los tratará en esta área, insistiendo de manera muy especial, en la revisión de ciertos conceptos teóricos básicos con ayuda de sistemas de entrenamiento y ciertos procedimientos prácticos.

#### **2.2.10.- TELEFONIA**

Definitivamente esta es una de las áreas en la que se requiere la presencia del tecnólogo en electrónica y telecomunicaciones, con mayor demanda; así, uno de los principales objetivos de esta área del laboratorio, es entrenar al estudiante en forma básica para realizar las siguientes actividades:

- Montaje, conexión y regulación de las instalaciones, equipos y aparatos en las centrales telefónicas digitales.
- Reparación y habilitación de las instalaciones, líneas telefónicas, previa la verificación de su funcionamiento o el cambio de partes o piezas deterioradas en base a planos, diseños y especificaciones técnicas, previstas para el efecto por los ingenieros.
- Tender, empalmar y soldar los cables de conexión telefónica.
- Procurar el mantenimiento de las líneas de telecomunicaciones.

#### **2.2.11.- TRANSMISION DE DATOS**

Hoy en día la transmisión de datos en forma digital, ha ido gradualmente reemplazando a la transmisión analógica, con todas las ventajas que esto supone (transmisión más rápida, errores mínimos,

equipos más sencillos y económicos y posibilidades de un mayor número de servicios).

En esta área el estudiante tendrá la oportunidad de revizar los diferentes tipos de modulación digital, los elementos que se utilizan y las principales recomendaciones del CCITT a tener en cuenta en una transmisión de datos. Es necesario que se disponga de sistemas de entrenamiento, de todos los elementos necesarios para armar Kit's, o que a su vez estos sean armados con anterioridad por el profesor encargado de la práctica, según el grado de complejidad de los mismos. Dichos Kit's permitirán revisar y verificar el funcionamiento de modem's, moduladores y demoduladores digitales, codificadores, decodificadores, etc., incluso los sistemas de entrenamiento con módulos insertables utilizados en telefonía podrían servir para realizar algún tipo de experimento.

#### **2.2.12.- TALLER**

Es una área importantísima del laboratorio y el complemento ideal en la formación práctica del estudiante, a la que tendrán acceso tanto estudiantes como profesores. Se debe fijar un horario para que el estudiante ocupe el taller, o a su vez el área de mantenimiento y reparación de equipos, a fin de que arme ciertos Kit's como parte de algún proyecto o trabajo, el mismo que deberá presentar al final de cada semestre o bimestre. Es importante que el taller preste servicio técnico y de mantenimiento a equipos e instrumentos que pertenezcan tanto al Instituto como a empresas e instituciones ajenas a la E.P.N., para lo cual se dispondrá de personal con sólidos conocimientos prácticos que le guiarán al estudiante con el fin de

que este gane en experiencia participando activamente de este servicio, aumentando el contacto con el campo externo y cumpliendo con uno de los puntos (**específicamente el # 3**), pertenecientes al programa de seguridad industrial desarrollado en el punto 2.1.11.3. del presente capítulo. Además, es necesario que el laboratorio busque ingresos propios para financiar su funcionamiento y que le permita a la vez practicar y entrenar a los estudiantes, en las diferentes técnicas utilizadas en mantenimiento y reparación de equipos de telecomunicaciones.

**REFERENCIAS**

- (1).- BORJA SUAREZ ANA PATRICIA Estudio de instalaciones de sistemas de computación y diseño de un laboratorio prototipo para un centro de educación Tesis EPN Quito,1990. p.
- (2).- Idem a (1) p.40
- (3).- Idem a (1) p.41
- (4).- Idem a (1) p.40
- (5).- Idem a (1) p.35
- (6).- Idem a (1) p.68
- (7).- MORA ULLOA CARLOS MARCELO Medidas de seguridad en sistemas eléctricos industriales Tesis EPN Quito,1983. p.5.
- (8).- Idem a (7) p.8
- (9).- DAURA FRANCISCO Alarmas electrónicas. Aplicaciones de la electrónica. Copyright Boixareu Editores,S.A. España. Volúmen 42. p.821
- (10).- Idem a (1) p.50
- (11).- Idem a (7) p.86
- (12).- Idem a (1) p.198
- (13).- Idem a (1) p.188

### CAPITULO TERCERO

#### DISEÑO DEL LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES

En la encuesta realizada a las empresas nacionales se ha podido ver que los equipos que actualmente poseen y los que van a ser adquiridos por estas son muy modernos, incluso actualmente se están desarrollando proyectos de investigación muy ambiciosos y avanzados a nivel estatal con ayuda de las politécnicas del país, en los que se va a utilizar tecnología de punta.

Las perspectivas del país son positivas y a la vez exigentes; más de la mitad de las empresas están planeando adquirir nuevos equipos, esto significa que se sigue un plan de modernización de instalaciones y que nuestros profesionales deben estar preparados para enfrentar el reto de la nueva tecnología.

En el presente capítulo se realiza un estudio técnico del equipo a utilizarse en cada una de las áreas, igualmente se determina las principales características (técnicas y físicas) que debe tener la instalación eléctrica y la de puesta a tierra, por último, se definen los diferentes temas de práctica a ser cubiertos en cada una de las áreas del laboratorio.

### 3.1.- ESTUDIO TECNICO DEL EQUIPO POR AREAS

Una vez que se ha investigado sobre el instrumental y equipo que el tecnólogo generalmente opera en su trabajo, hemos procedido a agruparlos por áreas como se muestra en el cuadro # 3.1., para luego proceder a analizar sus principales aplicaciones y características técnicas. Este equipo debe ser muy moderno, de fácil manejo, que no ocupe mucho espacio facilitando la circulación y desenvolvimiento del personal que labora en el local, con un número reducido de equipos de medición, así como un adecuado número de accesorios.

Todas las áreas deben disponer de equipos entrenadores provistos de módulos insertables y KIT's ya armados o a armarse por los estudiantes, esto lo decidirá el instructor de las sesiones de trabajo. Todos los equipos deben ser muy didácticos y su forma de operar debe ser fácilmente entendible para el estudiante, al igual que cada uno de los pasos que se van dando durante la realización de las prácticas, logrando con esto acelerar las mismas cubriendo en lo posible la mayoría de temas propuestos.

# CUADRO # 3.1.- REAGRUPACION DEL EQUIPO POR AREAS

PARTE DE LOS DATOS HAN SIDO TOMADOS DE LA REFERENCIA # 1.

## EQUIPO PARA SISTEMAS DE RF Y RECEPCION EN

### SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

- Generador de senales (audio)
- Receptores de radio
- Televisores
- Grabadoras
- Cámaras
- Fuentes de alimentación
- Transductores (audio)
- Computador y periféricos
- Auriculares
- Analizador de audiofrecuencia
- Programador de memorias EPROM's
- Equipo de sonido
- Sistema de entrenamiento en comunicacion analoga
- Generador de senales de RF
- Equipo de video
- Receptores telefónicos
- Instrumental de medida
- Accesorios

### EQUIPO PARA ANTENAS Y FILTRACION DE RF, PROPAGACION DE ONDAS Y LINEAS DE TRANSMISION

- Sistema de entrenamiento para antenas
- Sistema de entrenamiento para filtros
- Sistema de entrenamiento para lineas de transmision
- Computador y periféricos
- Resistencias desde 47 a 10 Kohms
- Generador de senales
- Atenuador calibrado de  $Z=600$  Ohms
- Instrumental de medida
- Accesorios

## EQUIPO PARA TELEFONIA Y TRANSMISION DE DATOS

- Sistema de entrenamiento tutor para telefonia
- Sistema de entrenamiento para comunicacion digital
- Cables abiertos (cable telefónico)
- Entrenador para código de lineas y tiempo de recuperacion
- Equipo de analisis de datos
- Analizador de tramas
- Terminales
- Entrenador para PCM
- Modems
- Computador y periféricos
- Equipo de medición de protocolos
- Generador de senales
- Auriculares
- Instrumental de medida
- Accesorios

## EQUIPO PARA ESTUDIO DEL RADAR

- Sistema de entrenamiento para estudio del radar
- Instrumental de medida
- Accesorios

## EQUIPOS OPTICOS

- Sistema de entrenamiento para fibras ópticas
- Equipo de empalme optico
- Fibras ópticas
- Instrumental de medida
- Accesorios

## EQUIPO DE MICROONDAS

- Sistema de entrenamiento para u0
- Fuente de alimentación
- Generador de audio
- Medidores de potencia indicador USWR
- instrumental de medida
- Accesorios

## EQUIPO PARA INSTRUMENTACION

- Comprobadores de interfaces
- Generador y medidor de Jitter para conjuntos PCM
- Generador y medidor de nivel
- Analizador de tramas
- Generador de ruido
- Analizador de enlaces
- Instrumental de medida
- Accesorios

## EQUIPO PARA MANTENIMIENTO Y REPARACION, E INSTALACION Y VERIFICACION DE EQUIPOS

- Generador de senales
- Fax
- Computador y periféricos
- Inyector de barras
- Analizador de datos y protocolos
- Probadores de modems
- Soldadores d estaño de baja potencia y accesorios para sold.
- Programador de EPROM's
- Instrumental de medida
- Accesorios

## TALLER

- inyector de barras
- Generador de senales
- Transformadores de audio
- Comprobador de interfaces
- Soldadores de estaño de baja potencia
- Generador de barrido
- Bancos de resistencias, condensadores, etc
- instrumental de medida
- Accesorios

- Probador de interfaces
- Protoboards

#### INSTRUMENTAL DE MEDICION

- Voltímetros
- Osciloscopio
- Frecuencímetro
- Multímetro
- Analizador lógico
- Analizador de espectros
- Medidor de impedancias

#### MICROORDENADORES Y PROGRAMACION ESPECIALIZADA

- Sistema de entrenamiento en microcomputadoras
- Instrumental de medida
- Accesorios
- Bancos de resistencias, condensadores, chip's, etc.
- Computadores y periféricos

#### ACCESORIOS

- Manuales
- Herramientas
- Software
- Cables de conexión, conectores, adaptadores
- Atenuadores, impedancias terminales, patrones de reflexión, derivaciones y adaptadores.

### **3.1.1.- SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO**

El sistema de entrenamiento o entrenador es un equipo que nos permite capacitar adecuadamente el creciente número de profesionales que son necesarios en el campo de las telecomunicaciones, de tan rápida expansión. El entrenamiento tiene por objeto llenar el vacío existente en el estudiante, entre la etapa de enseñanza teórica y la etapa de instrucción de los fundamentos prácticos (reforzamiento y aplicación de la teoría), de una manera más específica.

#### **3.1.1.1.- CARACTERISTICAS GENERALES**

Todo equipo de entrenamiento debe cumplir adecuadamente con ciertos requerimientos iniciales que en general son necesarios en cada una de las áreas, así, es conveniente que el sistema de entrenamiento posea módulos insertables con controles que simulen averías, fallas de algún elemento o parte, etc., y al mismo tiempo nos permitan corregirlas luego de observar sus efectos. Es importante que el equipo posea tomas de medición que permitan monitorear señales y comprobar el funcionamiento de cada etapa. Con esto se persigue familiarizar al estudiante en la aplicación práctica de criterios para ejecutar y desarrollar tareas técnicas que sirvan para el mejoramiento, construcción, ajuste y mantenimiento de sistemas, equipos o aparatos electrónicos utilizados en telecomunicaciones.

El equipo de entrenamiento debe haber sido cuidadosamente diseñado usando los componentes más confiables y las tecnologías más avanzadas. Los componentes y accesorios provistos con este equipo deben ser del tipo que el estudiante encontrará al trabajar en laboratorios o en la industria. Conjuntamente con el equipo se

proporciona un manual completo de fácil lectura, cuya parte teórica está directamente relacionada con una serie de experimentos de asimilación progresiva que incorporan los últimos adelantos preparados por expertos en la materia. Es necesario que el equipo y todos sus componentes vengan en una pequeña maleta fácilmente transportable.

En el mercado nacional existen algunas casas comerciales que distribuyen sistemas de entrenamiento fabricados por prestigiosas empresas internacionales. Los sistemas de entrenamiento a utilizarse en el laboratorio deben poseer excelentes características técnicas, físicas y didácticas, de entre las que podemos mencionar:

- Bajo costo (no siempre es indispensable, lo importante es que cumpla con los requerimientos de cada una de las áreas).
- No necesitar de un número exajerado de equipo auxiliar.
- Poseer unidades insertables modulares.
- Rápida preparación para las sesiones de laboratorio.
- Robusta construcción y poseer protección contra conexiones incorrectas.
- Su diseño debe permitirle soportar el maltrato mecánico y eléctrico.
- El equipo por conveniencia debe utilizar componentes de bajo voltaje conectados a una fuente de suministro incorporada, todas las conexiones externas deben ser muy seguras.
- Venir convenientemente empacada para control de inventario y facilidades en su transportación.
- Cada componente debe ser identificado con la inscripción de un

número de referencia.

- Venir con su respectivo manual técnico con información teórica/práctica sobre los diferentes experimentos a realizarse con el respectivo sistema de entrenamiento.

En el laboratorio de telecomunicaciones se dispondrá de diferentes sistemas de entrenamiento, a fin de cubrir de la mejor manera posible cada una de las áreas técnicas. Así, es necesario disponer de sistemas de entrenamiento o entrenadores para:

#### **a.- MICROONDAS**

El equipo de entrenamiento en microondas debe haber sido diseñado para enseñar la teoría de las microondas, el uso práctico del equipo y para estudiar las características de las componentes de guías de onda utilizadas en un sistemas de microondas. El equipo debe consistir de una muestra standard de componentes de guías de onda y coaxiales con unidades integradas de potencia e instrumentación. La fuente de suministro de energía de estos sistemas es un oscilador FET montado en una cavidad sintonizada a 10.687 GHz. No se requiere de instrumentos de prueba costosos, puesto que un sistema de medición es facilitado con la fuente de suministro de energía.

#### **b.- ANTENAS**

Este entrenador debe contener una serie de antenas con una fuente de radiación propagando a través del espacio hacia antenas de recepción intercambiables, montadas en una plataforma. El equipo debe demostrar que las antenas pueden mejorar la transmisión o recepción de ondas electromagnéticas en una dirección particular. También debe mostrar

que la construcción de las antenas dependen grandemente de la frecuencia usada y los tipos de aplicación, además, el estudiante debe examinar las propiedades directivas de varias ondas viajeras, ondas estacionarias y microondas, antenas y planos de polarización.

#### **c.- RADAR**

Este equipo es un sistema integral desarrollado para la instrucción del estudiante en el campo del radar. Dicho equipo tiene por objeto llenar el vacío existente entre la etapa de enseñanza teórica del radar, sus fundamentos y la etapa de instrucción en sistemas específicos de radar. Entre otras cosas debe incluir: propagación de onda; PPI; buscador de azimut y procesador de señales. Debe permitir estudiar los dos modos de operación de radar más difundidos:

- Radar de exploración.
- Radar de seguimiento.

Posteriormente al estudio y comprensión por parte del alumno de los principios de funcionamiento del radar y las etapas de procesamiento de señales, se debe utilizar una unidad simuladora de fallas contenida en el sistema mediante la cual es posible simular diferentes fallas básicas, de esta manera el alumno recibe una sólida formación en el tema.

#### **d.- FIBRAS OPTICAS**

Este entrenador introduce a los estudiantes en los conceptos básicos de la comunicación usando luz modulada. El desarrollo de las bajas pérdidas de la fibra óptica, así como las limitaciones del medio que

guía la luz, ha sido superado y la luz es transmitida a una frecuencia portadora extremadamente alta que puede ser usada para transmitir altas densidades de datos. De todas estas ventajas, las bajas pérdidas, han hecho que se incremente el uso de las fibras ópticas en telecomunicaciones y otros campos de la electrónica. El equipo debe haber sido diseñado para permitirle al estudiante conocer las propiedades de las fibras ópticas y las características de acoplamiento de emisor/fibra, detector/fibra y uniones fibra/fibra. Los experimentos comprenden un transmisor óptico, receptor óptico y un módulo de trabajo opcional (utilizado para realizar mediciones experimentales). El transmisor óptico acepta como entrada tanto señales digitales como análogas y las usa para modular un LED infrarrojo interno o a un LED conectado externamente. Pesa aproximadamente 11 Kg.

#### **e.- COMUNICACION DIGITAL**

El sistema provee los medios para ilustrar e investigar el comportamiento fundamental de los métodos comunmente usados en comunicación digital, basados en un sistema PCM. El equipo comprende una serie de módulos entre los cuales se incluye una o dos fuentes de suministro de energía. El sistema completo o sus subsistemas pueden ser rápidamente ensamblados y entrar en funcionamiento, a fin de probar cada una de las partes del módulo que se lo vaya a investigar individualmente. Algunos de los módulos, los cuales no están restringidos a usarse en sistemas digitales, pueden ser usados para estudiar ciertos circuitos y técnicas electrónicas más generales. Es ideal para instruir al estudiante sobre la señalización digital, tráfico, ruido, detección de errores y corrección, sincronización,

códigos de transmisión, modulación ASK, modulación FSK, modulación PSK y generación y recepción de señales QPSK.

#### **f.- LINEAS DE TRANSMISION**

Muchos de los experimentos a realizarse en el laboratorio consisten en realizar operaciones de transmisión y recepción, cuyas etapas por conveniencia son montados en el mismo módulo. En la práctica el transmisor y el receptor están separados en algunos casos por largas distancias y una línea de transmisión (o enlace físico) es requerida para hacer la conexión. Este equipo debe estar diseñado para permitirle al estudiante investigar usando una reducida cantidad de equipo de prueba auxiliar, las propiedades y el comportamiento de la línea de transmisión; por ejemplo, el viaje de la energía a través de la línea en el dominio del tiempo y la solución de estado estacionario. Dada la impedancia característica y varias terminaciones resistivas y reactivas, se puede calcular los parámetros característicos e impedancias a lo largo de la línea, estimar la velocidad de propagación, la atenuación y coeficientes de reflexión, usando métodos de medición relativamente simples.

#### **g.- MODULACION POR CODIFICACION DE PULSOS (PCM)**

La modulación por pulsos codificados es muy utilizada para intercambiar información en telefonía. Este sistema de entrenamiento debe poseer etapas de modulación y demodulación formando parte de un solo conjunto, además, debe permitir al estudiante investigar el proceso de digitalización y codificación de una señal análoga. Los experimentos deben cubrir todo lo referente a la modulación por amplitud de pulsos (PAM), muestreo, recuperación de la señal original.

conversión A/D,modulación por codificación de pulsos (PCM), sincronización y transmisión de audio por PCM. El estudiante debe poder variar la resolución del muestreo usando longitud de 3,4 o 8 bits por palabra y ver sus efectos. Además,variando el control de la velocidad de bits el estudiante podrá ver el efecto de aliasing (distorsión presente en la señal recuperada que produce componentes de frecuencia que no existen en la forma de onda original). El ruido de cuantificación puede ser observado por comparación de la salida demodulada con la señal modulada.

#### **h.- CODIGO DE LINEAS Y TIEMPOS DE RECUPERACION**

Hoy en día la expansión del uso de computadores,demanda de los sistemas de telecomunicaciones capacidad para intercambiar grandes cantidades de información a grandes velocidades. En una transmisión de datos,la misma que se realiza en forma binaria,es necesario valerse de algún código de transmisión que contenga algunos parámetros o información,a ser utilizada en la sincronización del reloj en el receptor de datos. Cuando la información ya está organizada en caracteres,el código establece una correspondencia entre los caracteres y las configuraciones de bits posibles necesarios para representar un caracter,este proceso necesita de un tiempo de recuperación en recepción el cual está interrelacionado con el método de codificación,en consecuencia,el trabajo más importante al codificar,es el incremento de la holgura del tiempo de recuperación. Los experimentos diseñados en este entrenador deben permitir investigar la interrelación entre el código usado y el tiempo de "timing recovery". Como equipo de prueba adicional solamente se requiere un buen osciloscopio y el estudiante puede

fijar y estudiar los atributos de los códigos AMI, HDB3; sus tiempos de recuperación, los efectos de variación de la velocidad de reloj y los niveles umbral usando un receptor de jitter.

#### **i.- TUTOR DE SISTEMAS DE TELEFONIA**

Este tipo de entrenador es un intercambiador telefónico SDM (Multiplex por división de espacio) controlado por computador, presentado en un formato modular que permite una investigación detallada de los principios operacionales comunes a los intercambios más modernos. El tutor provee unos dos acopladores SDM para intercambio controlado por programa almacenado. Por lo general abarca 5 módulos individuales; más dos unidades de fuente de alimentación, 6 conjuntos de teléfonos utilizando discado de pulso, software en disco e interconexión gobernada por el sistema de entrenamiento. El estado operacional del sistema está indicado por LEDs en los paneles frontales del módulo y simultáneamente, la pantalla de gráficos en la microcomputadora muestra el progreso de llamadas a través de sus diversas etapas. Los experimentos deben cubrir todo lo referente a terminología telefónica, generación de una señal local, prueba de líneas, control de búsqueda de líneas, conmutación, generación de tono, ejercicios básicos de programación y estudio de tráfico.

#### **j.- FILTROS**

Muchos de los equipos para entrenamiento utilizan filtros pasa-bajos y otros pasa-banda. Idealmente en los bordes de las bandas de un filtro pasa banda se debería tener una transición infinitamente aguda; sin embargo, esto en la práctica no se lo consigue. Los

modernos adelantos en diseño de filtros no han conseguido llegar a lo ideal, pero si aproximarse mediante funciones matemáticas, para las cuales hay una comprensión física (como la aproximación polinomial de Butterworth y Chebyshev). Este equipo contiene máximo dos unidades modulares, las mismas que son suficientes para demostrar las principales características de los filtros. Los experimentos están orientados de tal manera, que el estudiante pueda comprobar los principios fundamentales para tener máxima transferencia de potencia, medir señales de salida, medir impedancias de entrada y salida en una red "T" resistiva, medir las pérdidas y su variación con la frecuencia de: filtros de primer orden, filtros Butterworth de tercer orden y filtros Chebyshev de quinto orden.

#### **k.- COMUNICACION ANALOGA**

Este equipo debe ser muy completo y poseer un rango muy extenso de experimentos que permitan demostrar e investigar ciertos principios y técnicas, utilizadas en el establecimiento de la comunicación análoga. Debe cubrir todo lo referente a técnicas de modulación utilizadas en AM y FM, el receptor superheterodino e incluso debe permitir realizar algunas prácticas en las cuales los estudiantes, puedan introducirse en forma básica en lo que es comunicación digital (muestreo, multiplexación y aliasing) y técnicas de modulación por amplitud de pulsos (PAM), además, los estudiantes deben tener total control sobre la velocidad y el ancho del pulso de muestreo. Los filtros pasa bajos en la salida del demultiplexer, deben ser deliberadamente diseñados, a fin de que el estudiante observe y mida la interferencia de componentes de frecuencia adyacentes (aliasing) para muestreos a bajas velocidades. En la superficie de los paneles se debe observar

fácilmente una forma de diagrama de bloques esquemático; con fines de lograr un mayor entendimiento de cada etapa que se está representando en este entrenador. Fácilmente se debe poder monitorear señales entre estados o etapas con la ayuda de una pequeña cantidad de equipo de prueba adicional, a fin de que el estudiante pueda seguir la secuencia para alinear un receptor, ver la forma como se realiza el seguimiento y medición de errores, para que sean minimizados y ajustados: la sensibilidad del receptor, selectividad, características del canal de radio, control automático de ganancia, etc.

#### 1.- MICROCOMPUTADORAS

Tiene como misión adiestrar al estudiante en microprocesadores/microcomputadoras, periféricos, entrada/salida (I/O), interface, programación, arquitectura del microprocesador/computadora, todo esto y más con ayuda de un amplio conjunto de experimentos suministrados con el sistema, permitiéndole al estudiante desarrollar sus proyectos independientemente y adquirir experiencia en el fascinante mundo de las microcomputadoras. Cada una de las unidades insertables de éste equipo de entrenamiento representan un bloque básico constitutivo de la computadora. Un conjunto de programas de auto-diagnóstico, suministrado con el sistema, debe probar todos los bloques constructivos cuando están interconectados, formando un laboratorio de microcomputadoras completo. Este pequeño laboratorio de microcomputadoras proporciona una base sólida al estudiante que pretende trabajar en sistemas de computación, además, básicamente debe comprender cuatro módulos de entrenamiento acompañados de manuales teórico/prácticos. Estos módulos son:

- El microprocesador.

- Interfaces.
- Periféricos.
- Programador/Borrador.

Se debe disponer también de un software emulador de instrucciones para el microprocesador en estudio, como parte de este pequeño laboratorio de micro-computadoras.

### 3.1.2.- ANALIZADOR DE AUDIOFRECUENCIA

Es un equipo muy útil para el desarrollo, producción, instalación, mantenimiento y prueba de equipos de audio y similares, es decir, aquellos dispositivos y módulos que transmiten, procesan o almacenan señales de sonido. El usuario opera el instrumento principalmente a través de un diálogo en la pantalla, donde se representan también los resultados en forma alfanumérica o gráfica en función de la frecuencia, del nivel o del tiempo. También puede generar diferentes formas de señal y medir frecuencia y fase. Entre sus principales características tenemos:

- Mide fácilmente:
  - Niveles en banda ancha y en forma selectiva, diferencias de nivel y ganancia utilizando diferentes anchos de banda.
  - Frecuencia y desplazamiento de frecuencia.
  - Diferencia de fase.
  - Distorsiones armónicas y de frecuencia diferencial.
  - Ruido.
- Entradas pareadas, simétricas y aisladas de tierra para mediciones de dispositivos estereofónicos.
- Operación clara y simple gracias a:

-Menú de diálogo.

-Hasta 99 combinaciones de ajustes almacenables en memoria no volátil.

- Medida automática de líneas según recomendaciones del CCITT.

En cuanto a la temperatura ambiente admisible como margen nominal de uso es de +5 a +35°C y para almacenamiento y transporte de -20 a +60°C. En cuanto a sus dimensiones en mm y su peso tenemos:

- Modelo de sobremesa ..... 365Wx160Hx525D / 13,9 Kg.

### 3.1.3.- ANALIZADOR DE DATOS Y PROTOCOLOS

Es un instrumento de altas prestaciones, compacto y portátil, concebido principalmente para su empleo móvil en mantenimiento. Con su clara y sencilla programación, ejecuta las múltiples funciones de un analizador de protocolos y abre nuevos campos de aplicación. Su flexibilidad le permite adaptarse fácilmente a la gran diversidad de protocolos de comunicación, control y supervisión que están surgiendo en la actualidad. En el diseño, se ha prestado especial atención al manejo claro y sencillo de las complejas funciones. Tanto la elaboración como la modificación de los programas están asistidas por teclas de función adaptable y textos de ayuda. Entre sus principales características tenemos:

- Analizador universal de datos para protocolos estándar, especiales y RDSI.
- Dúplex a 72 Kbits/s en línea; registro limitado hasta 256 Kbits/s.
- Autoconfiguración.
- Manejo por menú con teclas de función adaptable.

- Memoria de conjuntos de ajustes.
- Impresora incorporada.
- Todas las interfaces usuales.
- Pantalla de cristal líquido iluminada.

En cuanto a la temperatura ambiente admisible como margen nominal de uso es de +0 a +40°C y para almacenamiento y transporte de -40 a +65°C. En cuanto a sus dimensiones en mm y su peso tenemos:

- Modelo de sobremesa .....477Wx155Hx434D / 30 Kg.

### 3.1.4.- ANALIZADOR DE ENLACES DE MICROONDAS (Microwave Link Analyzer)

Las extraordinarias características del analizador de enlaces de microondas le confieren un campo de aplicación que abarcan todos los sistemas actuales de radioenlaces y transmisiones por satélite:

- Sistemas de radioenlace FM de banda ancha para transmisiones telefónicas y de TV.
- Sistemas de radioenlace de banda estrecha en PM y FM.
- Sistemas de radio enlace digitales.
- Sistemas de FDMA y TDMA de transmisiones por satélite.

El analizador resulta asimismo apropiado para su uso en departamentos de verificación, donde cada vez son necesarios procedimientos de prueba más racionales y flexibles para hacer frente al creciente número y diversidad de los equipos a comprobar. Todas las funciones del generador y del receptor pueden gobernarse a distancia a través de la interfaz normalizada <IEC625>/IEEE 448. De este modo, puede

integrarse el analizador en sistemas de medida automáticos. Entre sus principales características tenemos:

- Debe ofrecer todas las gamas normalizadas de FI:70 Mhz (versión básica),35 Mhz y/ó 140 Mhz (opciones).
- Frecuencias de medida desde 25 Khz.
- Gran exactitud de la FI ajustada;no requerir calibración.
- Manejo sencillo,todos los datos importantes se representan en la pantalla.
- Contador de FI para la frecuencia central y los límites de barrido.
- Promedio digital de ruido y normalizador.
- Conmutador de FI para determinar las diferencias de retardo de grupo.
- Presentación simultánea en la pantalla de dos máscaras de tolerancia INTELSAT.
- Cálculo del ruido de intermodulación a partir de los resultados de las medidas de distorsión.
- Dispositivo de banda ancha para 70 y 140 Mhz.

La temperatura de funcionamiento hasta 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar con ventilador es de 0 a 40°C,y sin ventilador auxiliar es de 0 a 30°C,para almacenamiento y transporte es de -40°C a +70°C. En cuanto a sus dimensiones en mm y peso tenemos:

- Generador ..... 477Wx155Hx434D /13Kg
- Receptor ..... 477Wx288Hx434D /21Kg

El peso aproximado de todo el equipo tanto generador, receptor como de otros accesorios es de 35Kg.

### 3.1.5.- ANALIZADOR DE ESPECTROS

Resulta apropiado para una gran variedad de pruebas en sistemas de audio, video, radiodifusión, televisión UHF, radiotelefonía móvil y comunicaciones en banda ancha. Puede emplearse igualmente al nivel de FI y RF de sistemas y componentes de radioenlace y transmisiones vía satélite. Gracias a sus excelentes características técnicas, pueden analizarse de forma exacta todo tipo de señales útiles y parásitas en el campo de las telecomunicaciones. Debido a su reducida distorsión intrínseca resulta especialmente ventajosa en medidas de armónicos y productos de intermodulación, así como de señales parásitas y ruido. Debido a su gran precisión lo hace ideal para utilizarse en el desarrollo, la producción y control de calidad de equipos de telecomunicaciones. Entre sus principales características podemos mencionar:

- Sintonía de frecuencia precisa y estable.
- Mínimo ancho de banda de 3 Hz de resolución.
- Gran exactitud y estabilidad de frecuencias.
- Gran sensibilidad y amplio margen dinámico.
- Múltiples funciones de cursor para evaluación de la señal.
- Función de zoom para rápida ampliación de la escala de frecuencia.
- Demodulador AM/FM con salida auricular.
- Alta precisión de medida y gran margen dinámico.
- Manejo sencillo y directo mediante teclas de función adaptable y menús.
- Interfaz incorporada.
- Conexión para graficador, monitor en color y videoimpresora.

- Mando a distancia de todas las funciones.

En cuanto a la temperatura ambiente admisible como margen nominal de uso es de +5 a +40°C y para almacenamiento y transporte de -40 a 70

°C. En cuanto a sus dimensiones en mm y su peso tenemos:

- Sección de analizador ....477Wx155Hx434D / 25 Kg.
- Sección de imagen .....477Wx137Hx414D / 16 Kg.

### 3.1.6.- ANALIZADOR DE TRAMAS

Junto a la calidad de los enlaces digitales, el procesamiento sin dificultades de la señalización desempeña también un papel importante en los equipos de conmutación. Solo con una señalización sin errores puede transmitirse correctamente el flujo de datos. La señalización ha de transmitirse, por tanto, sin perturbaciones y en el tiempo correcto entre las centrales, independientemente del método empleado. Para efectuar los correspondientes análisis, hace falta un aparato de gran calidad como el analizador de tramas. El analizador de tramas representa una ayuda decisiva en la instalación y mantenimiento de los equipos de transmisión y conmutación de redes digitales. Es capaz de analizar simultáneamente una trama entrante y otra saliente, incluyendo su señalización en el intervalo de tiempo 16. Con la incorporación de una sección generadora, pueden examinarse los circuitos de detección de errores, siendo igualmente posibles diversas medidas en tránsito. Entre las principales características tenemos:

- Supervisión simultánea de dos señales de múltiplex de 2048 Kbits/s con estructura de trama según recomendación G.704,3.3 del CCITT.
- Registro y análisis de los canales de señalización en dirección

de ida y retorno con criterios de disparo de libre elección.

- Representación de las señales de señalización como diagrama de impulsos a través de impresora u osciloscopio externo.
- Medición de errores de bit y tiempo de retardo a 2048 Kbits/s y en el canal de 64 Kbits/s, análisis de error según recomendación G.821 del CCITT.
- Recepción y unidad generadora en un instrumento (opcional).
- Altavoz incorporado para la supervisión de canal y señalización de alarmas.

El rango nominal de temperatura para usar el analizador es de +5 a +40°C., y para almacenamiento y transporte es de -40 a +70°C. Sus dimensiones en mm son 477Wx155Hx434D y su peso aproximado es 16 Kg.

### 3.1.7.- ANALIZADOR LOGICO

Muy útil especialmente cuando se desea realizar muestreo, monitoreo, verificaciones y comparaciones entre señales digitales tomadas en diferentes puntos del sistema o equipo en análisis. Debe ser de por lo menos 100Hz-5Mhz, con rangos de voltajes de 30mV-100V, esto con el fin de obtener lecturas más precisas disminuyendo al máximo el error que pueda cometerse al realizar las lecturas. Entre sus principales características tenemos:

- Mínimo 16 canales de adquisición de datos.
- Velocidad de adquisición a 50 MHz.
- Paralelo, serial y grabación de monitor de bus GP-IB.
- Muestra de posibles tiempos y estados.
- Simple operación del menú, con teclas muy suaves.
- Niveles definidos por el usuario para mostrar cada canal.

- Búsqueda y comparación de funciones.

Sus dimensiones son en mm 400Wx255Hx400D,y su peso aproximado es de 9.3 Kg. Las condiciones de temperatura son idénticas al resto del equipo.

### 3.1.8.- COMPROBADOR DE INTERFACRS

En la instalación y mantenimiento de las redes de datos,hay que supervisar o regenerar a menudo las señales de las interfaces entre el ETCD(1) y ETD(2). Mediante LED's se indica el estado de las líneas, se dispone de una conexión de monitor para un analizador de datos,y la posibilidad de interrumpir o interconectar las líneas a voluntad. Si es necesario un exámen más detallado,puede conectarse un analizador de datos en el borne destinado a tal efecto. Son posibles también otras aplicaciones de supervisión y búsqueda de fallas,en las que el aparato ofrece un inestimable servicio sencillo y económico. Entre sus principales características tenemos:

- Lígero,resistente y de fácil manejo.
- Conexión para un analizador de datos.
- Memoria de impulsos.
- Simulación del estado de las líneas.
- Interrupción y unión a voluntad de todas las líneas de interfaz.
- Supervisión de los umbrales de nivel definidos en la recomendación V.28 para interfaces según la recomendación

---

(1) ETCD: Equipo terminal de circuito de datos (llamado también MODEM);tiene como papel la adaptación al canal de transmisión por medio de ciertas codificaciones y conversaciones.

(2) ETD:Equipo Terminal de Datos,llamado también DTE.

V.24/V.28 del CCITT, y aquellos umbrales de nivel definidos en la recomendación X.27 para interfaces según la recomendación X.20/X.21 del CCITT.

- Indicación por LED's del estado de 21 líneas activas para interfaces según la Rec. V.24/V.28 del CCITT y del estado de las seis líneas activas para interfaces según la Rec. X.20/X.21 del CCITT.
- Indicador tri-estado.

El margen de temperatura nominal de uso es de 0 a +50°C, y para almacenamiento y transporte de -40 a +70°C. Sus dimensiones son en mm 117Wx198Hx57D y su peso aproximado (con baterías) es de 800 g.

### 3.1.9.- COMPUTADOR Y PERIFERICOS

Hoy en día es imprescindible la utilización del computador en la educación a todo nivel. El laboratorio de telecomunicaciones no puede ser la excepción, pues el computador puede ser utilizado en conjunto con el equipo de entrenamiento y de prueba existente en cada una de las áreas. Por lo general muchas personas prefieren por motivos económicos una máquina compatible, dejando a un lado calidad, confiabilidad y mayor vida útil que ofrece una máquina de marca como EPSON, IBM, etc. En el caso de nuestro laboratorio es recomendable que se disponga de computadores de marca, a fin de garantizar en lo posible un adecuado funcionamiento de los computadores en cada una de las áreas del mismo. Entre sus principales características mínimas tenemos :

- 1024 KB, 25 MHz.
- Diskette drive 3 1/2" o 5 1/4".

- Monitor con preferencia a color VGA.
- Teclado Enhanced.
- Puertos paralelos, serial y juegos.
- Manual del usuario.
- Supresor de picos.
- Ciento por ciento compatible en caso de no ser de marca.
- 80 ó 120 MB en disco duro (opción).
- Diskette drive adicional 3 1/2" ó 5 1/4" (opción).

Adicionalmente se deberá contar con unidades de servicio ininterrumpido UPS y reguladores.

### **3.1.10.- FRECUENCIMETRO**

Este instrumento es utilizado para realizar mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas de transmisión y recepción, así como durante la construcción, instalación y reparación de equipos de radio de mediana y pequeña capacidad. Los modelos existentes en el mercado por lo general, poseen las siguientes características:

- Interface GP-IB como parte del equipo standard.
- Rango de medición : 10Hz - 1GHz.
- Display de 8 dígitos para muestra de cálculos.
- Debe proveer funciones para autodiagnostico.
- Dimensiones : 234Wx115Hx295D mm.
- Peso aproximado 2 Kg.

Los márgenes de temperatura ambiente admisible son similares al resto del equipo.

### 3.1.11.- FUENTES DE ALIMENTACION

El laboratorio debe contar con fuentes DC, de rangos adecuados de voltaje (rangos TTL y CMOS), siempre y cuando no vengan formando parte del entrenador. Sería interesante contar con una instalación eléctrica a nivel de todas las mesas de trabajo que proporcione diferentes voltajes continuos al igual que corrientes. Las fuentes a utilizarse deberían tener un rango de hasta 50 V DC y una corriente de hasta 2 A, estos rangos se recomiendan para ser usados en laboratorios y talleres, permitiéndolo probar Kit's y ciertas partes constitutivas de algún equipo sometido a chequeo técnico. Los márgenes de temperatura ambiente admisible para el equipo es similar al resto de equipos. Sus dimensiones son en mm 358,14Wx96,52Hx254D y su peso aproximado es de 5 Kg.

### 3.1.12.- GENERADOR DE FLUCTUACION DE FASE "jitter"

La tasa de error es una medición fundamental de la calidad de transmisión. La fluctuación de fase es una causa principal de los errores en los circuitos de transmisión digital de gran alcance. Se necesita una señal digital con fluctuación de fase bien definida para examinar el comportamiento de la fluctuación en equipos de comunicación digital tales como multiplexores, regeneradores o enlaces de transmisión digital de varias secciones que contengan varios regeneradores. En este caso, los parámetros más importantes son la fluctuación de fase tolerable, la función de transferencia de la fluctuación de fase tolerable y la fluctuación de fase intrínseca del item bajo prueba.

Estos parámetros pueden ser medidos con ayuda de un generador de

fluctuación de fase, un medidor de tasa de errores y un medidor de fluctuación de fase. Una característica importante de este generador es la facilidad de poder modular la fluctuación de fase en forma transparente a la señal de entrada y salida (bucle interno). Un flujo de bits sin fluctuación de fase, se alimenta al generador donde el dispositivo de fluctuación de fase conectado en bucle introduce una fluctuación de fase bien definida y la señal sale con el mismo código que la señal de entrada. El dispositivo es transparente al código y, por lo tanto, puede ser introducido entre interfaces del sistema. Esto significa que la fluctuación de fase tolerable para un enlace de transmisión digital puede ser medida bajo condiciones de funcionamiento. Esta prueba puede efectuarse durante el alineamiento o durante el servicio técnico. El instrumento contiene todos los dispositivos necesarios para las mediciones de mantenimiento y en-servicio de sistemas de comunicación digital en todos los niveles jerárquicos empleados actualmente. Entre sus principales características tenemos:

- Superpone fluctuaciones de fase (JITTER), de gran definición en señales de reloj y digitales.
- Debe cumplir con las recomendaciones O.151 y O.171 del CCITT.
- La fluctuación de fase ("JITTER"), debe modular una señal de reloj o digital en bucle interno.
- Modulación interna y externa.
- Secuencia pseudoaleatoria de  $2^{15} - 1$  ( $2^{20} - 1$ ).
- Velocidades binarias de 2048/8448, 1544/3152 ó 1544/6312Kbits/s.

El rango de temperatura nominal de utilización es de +5 a +40°C, y para almacenamiento y transportación es de -40 a +70°C. En cuanto a

sus dimensiones en mm se tiene 233Wx199Hx390D y su peso aproximado es de 9 Kg.

### 3.1.13.- GENERADOR DE NIVEL.

El generador de nivel se utiliza como fuente de señales para usarlo en el desarrollo, fabricación, instalación y mantenimiento de sistemas MDF coaxiales y simétricos de hasta 3600 o más canales de calidad telefónica. Se suele emplear también para mediciones en las gamas inferiores del múltiplex del sistema de radioenlace de banda lateral única y en canales telefónicos individuales. El generador puede utilizarse en sistemas de prueba automáticos, gracias a su mando a distancia. Usándolo con un medidor de nivel, constituye un conjunto de prueba completo para mediciones de nivel, ganancia y pérdidas. El instrumento puede venir provisto de capacidad de barrido. También es posible efectuar mediciones usando desplazamientos de frecuencia, por ejemplo en trasladores. Este equipo resulta además muy apropiado para realizar mediciones selectivas de extremo a extremo en sistemas de portadoras transmistas por cables de alta tensión. Entre sus principales características podemos mencionar:

- Ajuste de frecuencia controlado por cristal mediante el teclado, en incrementos de paso o continuo.
- Nivel mostrado en dB/dBm, en dB0/dBm0 ó dBr.
- Alta precisión de frecuencia, máxima resolución de 0.1 Hz.
- Capacidad de barrido.
- Almacenamiento de frecuencias fijas y ajustes del generador.
- Indicación digital de nivel.
- Mediciones punto a punto y de barrido con desplazamiento de

frecuencia.

- Puede ser ampliado para utilizarlo como patrón de nivel.
- Sintonización externa con un medidor de nivel.
- Salida coaxial (75 ó 50 ohms) y simétrica.

El rango de temperatura ambiente permitida para uso del generador es de 0 a +50 °C, y para almacenamiento y transporte con baterías desde -40 a +60 °C y sin baterías desde -40 a +70 °C. Las dimensiones del generador son en mm 477Wx199Hx432D y su peso aproximado es de 18 Kg.

### 3.1.14.- GENERADOR DE FUNCIONES

El generador de audio, también conocido como generador de funciones u oscilador de audio es un instrumento útil a usarse en el taller o en el área de receptores. Debido a sus diferentes modos de operación es útil para ser usado en técnicas de medición, tareas de calibrado de amplificadores de audio, verificación de la respuesta en frecuencia de un equipo, puesta en marcha de sistemas digitales y generación de señales de reloj, análisis de circuitos electrónicos en general. Es importante que el tecnólogo sepa manejar el instrumento, pero también debe conocer cómo funciona con el objeto de poder utilizarlo al máximo. En cuanto a sus características tenemos :

- Rango de frecuencias 0.01 Hz a 10 MHz.
- Formas de onda senoidales, cuadradas, triangulares, rampa e impulsos.
- Ajuste de simetría para todas las formas de onda.
- CW, triggered, gate, burst, sweep modes.
- Distorsión >0.5%, precisión +5% a plena escala.

Sus dimensiones son en mm 304Wx101Hx304D y su peso aproximado es 3.5

Kg.

### 3.1.15.- GENERADOR DE NIVEL OPTICO

Los generadores de nivel óptico sirven de fuente de luz para efectuar medidas de atenuación en líneas de transmisión y todo tipo de componentes de fibra óptica. Debe proporcionar niveles de luz estabilizados de ser posible en las tres longitudes de onda de 850, 1300 y 1550 nm a través de la correspondiente salida. En combinación con un medidor de nivel de potencia óptica, se realizan con suma facilidad medidas universales de atenuación. Se puede elegir el modelo apropiado de acuerdo a la longitud de onda de las medidas que se requiera realizar. Este tipo de instrumentos resulta apropiado para su empleo móvil en el servicio y mantenimiento de sistemas de transmisión óptica, gracias a su construcción compacta y robusta y a su independencia de la red. La alta estabilidad del nivel de señal y la conexión flexible hacen a esta fuente de luz igualmente interesante en la industria para los fabricantes de fibras, componentes y sistemas ópticos, en departamentos de desarrollo, producción y verificación. Entre sus principales características tenemos :

- De dos a tres longitudes de onda en un aparato manuable.
- Empleo en multimodo y monomodo.
- Potencia de emisión estabilizada en temperatura (calibrado individual).
- Alta precisión.
- Conexión óptica con adaptador intercambiable.
- Fácil acceso a la superficie terminal de la fibra interna para

inspección y limpieza.

- Baterías comerciales o fuente de alimentación/cargador.
- Carcasa resistente, a prueba de golpes.

Temperatura ambiente:

Margen nominal de uso ..... - 10 a + 50°C

Almacenamiento y transporte ..... - 40 a + 70°C

Dimensiones en mm ..... 98Wx55Hx170D

Peso con baterías ..... aprox. 800 g.

### 3.1.16.- GENERADOR DE SEÑALES

Uno de los aparatos de mayor utilidad en el banco de trabajo del tecnólogo que se dedique a la reparación es el generador de señales de RF. Con este aparato, se pueden hacer muchas cosas más que simples pruebas y ajustes de radios. Este aparato no puede faltar en la mesa de trabajo de un profesional de las reparaciones. Es un instrumento cuyo costo es generalmente algo elevado. Sin embargo, en el mercado existen marcas que ofrecen modelos económicos ideales para tareas de calibración.

Un generador de señales consta fundamentalmente de un oscilador de radiofrecuencia, que cubre todas las posibilidades de trabajo. Dichas frecuencias son variables y se agrupan en distintas bandas corridas y conmutables. Debe disponer además de un oscilador de audio con salida independiente, y cuando es requerido puede modular a la señal de RF.

Debe permitir elegir distintos niveles de salida fijos. Existen equipos mínimos que entregan frecuencias fijas, aptas para la

calibración en cuyo caso carecen del dial y se manejan directamente por medio de una llave conmutadora. Finalmente un generador de señales es un instrumento de pruebas y ajustes que produce señales de altas frecuencias (RF), estas señales pueden o no ser moduladas en amplitud por una señal fija de audio. Un modelo típico adecuado para un reparador que se inicia en este campo de la electrónica (como es el caso de los estudiantes de tecnología) e incluso para los que no poseen recursos para adquirir modelos más complejos, tendría las siguientes características:

Cuatro bandas de frecuencias que cubren los siguientes valores:

Banda 1 : 450 a 1.000 Khz

Banda 2 : 900 a 2.000 Khz

Banda 3 : 3,5 a 8 Mhz

Banda 4 : 7 a 16 Mhz

El instrumento como dijimos anteriormente también puede poseer una salida de audio que permita su utilización como inyector de señales de audio. Las señales son obtenidas en su salida en dos intensidades (alta y baja) y además, con el atenuador se puede obtener un control exacto de su amplitud conforme la sensibilidad de los circuitos probados. Los trabajos que se pueden hacer con este aparato son:

- Ajuste de receptores de radio.
- Alineamiento de un receptor.
- Calibración de escala.

Sus dimensiones son en mm 308Wx102Hx308D y su peso aproximado es 3.8 Kg.

### 3.1.17.- MEDIDOR DE FLUCTUACION DE FASE "jitter"

En las telecomunicaciones se ha impuesto mundialmente la digitalización. Los sistemas de procesamiento y transmisión de señal tienen por meta el logro de comunicaciones sin errores a larga distancia. El crecimiento de las redes digitales forma conjuntos complejos, con requerimientos más estrictos para un funcionamiento fiable entre los sistemas. Una condición esencial para la transferencia correcta de la señal en las interfaces digitales es el cumplimiento de los valores límites de fluctuación de fase. Otro parámetro de calidad importante es la tasa de error. Con la supervisión de las violaciones de código se abre la posibilidad de reconocer errores con el sistema de transmisión en servicio y valorar así su calidad. Los puntos de vista económicos y de optimización de los sistemas generaron un sinnúmero de velocidades de transmisión de bit y códigos. Para poder medir en las distintas interfaces de los sistemas de cables, radioenlaces y vía satélite o en las interfaces eléctricas de sistemas de transmisión ópticos, se requieren instrumentos con gran capacidad de adaptación. Entre sus principales características tenemos:

- Cumple y supera las exigencias para mediciones de fase según la recomendación O.171 del CCITT.
- Velocidades de transmisión 2048, 8448, 25776, 34368 y 139264 Kbits/s.
- Completamente integrable en sistemas automáticos de prueba.
- Operación sencilla con teclas de función.
- Evaluación de errores de código CMI, AMI y HDB-3; códigos 4B3T y 5B6B ó B6ZS y B8ZS a solicitud.

- Velocidades de transmisión de 700 Kbit/s a 168 Mbit/s.
- Mando a distancia

Los rangos de temperatura ambiente para utilización nominal es desde +5 a +40°C, y para almacenamiento y transporte desde -40 a +70°C. Las dimensiones en mm es 233Wx199Hx390D con un peso aproximado de 9Kg.

### 3.1.18.- MEDIDOR DE IMPEDANCIA

Este instrumento de medida es muy utilizado en actividades de construcción, mantenimiento y reparación de partes pertenecientes a equipos. Debe ser digital y capaz de medir automáticamente resistencia, inductancia, capacitancia, conductancia y disipación. En el mercado existen modelos con una frecuencia de prueba de 120 Hz a 1 KHz, una exactitud de 0,25%, tamaño pequeño, muy livianos y fácilmente operables y transportables. Además, disponen de puntas de conexión para realizar las medidas en los elementos respectivos. Los rangos de temperatura para su uso son similares al resto de los equipos, en cuanto a las dimensiones aproximadas de este instrumento son en cm.: 26Wx10Hx26D. Su peso aproximado es de 3,2 Kg.

### 3.1.19.- MEDIDOR DE POTENCIA OPTICA

Mide los niveles y atenuaciones luminosas en sistemas de transmisión por fibra óptica a longitudes de onda comprendidas entre 800 y 1700 nm. Por sus diferentes detectores poseen campos de aplicación definidos dentro de las tres ventanas ópticas. En el mercado existen instrumentos optimizados para las dos ventanas inferiores a 850 y 1300 nm, mientras que otros muestran su punto fuerte a 1300 y 1550 nm. Los primeros son ideales para las telecomunicaciones a larga distancia, los otros tienen sus principales campos de aplicación en

redes de área local y comunicaciones de corto alcance. El sencillo manejo y la clara indicación de fácil lectura en medidas de nivel absoluto y relativo, hacen a estos instrumentos compactos idóneos en:

- La explotación de sistemas de transmisión óptica, para el mantenimiento de la red.
- La instalación de líneas de fibra óptica, para localizar averías durante el tendido.
- La producción de sistemas optoelectrónicos, para departamentos de recepción de materiales, desarrollo y verificación.

Entre sus principales características técnicas tenemos:

- Detector incorporado para las tres longitudes de onda (ventanas ópticas).
- Alta precisión sin necesidad de ajuste de desviación.
- Compatible con todos los tipos habituales de fibra.
- Adaptadores para todos los sistemas de adaptadores.
- Salida analógica para medidas continuas.
- Batería (recargable) incorporada o adaptador de red.
- Manuable y de fácil manejo.
- Carcasa robusta, resistente a los golpes.

Temperatura ambiente:

Margen nominal de uso ..... - 10 a + 50°C

Almacenamiento y transporte ..... - 40 a + 70°C

Dimensiones en mm ..... 98Wx65Hx164D

Peso ..... aprox. 600 g.

### 3.1.20.- **MEDIDOR DIGITAL DE NIVEL**

El medidor digital de nivel realiza funciones operativas en equipos

electrónicos y de frecuencia vocal. Este instrumento es muy útil para las administraciones telefónicas, compañías de ferrocarriles, compañías petroleras y compañías de servicio público que suministran energía. Los niveles de las señales pueden medirse sobre un rango amplio y el generador integrado significa que también puede realizar mediciones de bucle redondo, o mediciones en una vía que está transportando tráfico. Es ideal para usarlo en el campo, como en labores de mantenimiento y búsqueda de problemas, ya que se trata de un aparato liviano con una construcción compacta y que puede funcionar con batería. Entre sus principales características tenemos:

- Fijación de la frecuencia controlada por cristal, mediante teclado en forma continua.
- Alta precisión de frecuencia, resolución máxima 0.1 Hz.
- Barrido de la frecuencia de sintonía.
- Mediciones absolutas y relativas de alta resolución.
- Mediciones de tensión en el margen de 0.1 uV a 2 V.
- Búsqueda rápida y mediciones selectivas en línea.
- Memorización de cualquier frecuencia fija y de ajustes completos del instrumento.
- Mediciones de fluctuación de fase y demodulación BLU.
- Es posible hacer mediciones de ruido debido a un NPR intrínseco alto.
- Sincronización externa del generador.
- Mediciones punto a punto y mediciones de barrido con desplazamiento de frecuencia.
- Dispositivo de sincronización automática.

Los rangos de temperatura ambiente permisible son:

Rango nominal de uso..... 0 a +50°C

Almacenamiento y transporte..... -20 a +60°C

En cuanto a sus dimensiones en mm ..... 90Wx160Hx42D

Su peso aproximado es de 0,5 Kg.

### 3.1.21.- MULTIMETRO DIGITAL

Utilizado para realizar tanto mediciones de resistencia como de voltaje y corriente en AC y DC. Debe ser capaz de funcionar con el suministro normal de energía y con baterías en caso de ser necesario transportarlo. Sus principales características técnicas son:

- Voltaje DC : 0-1000 V. Corriente DC : 0-1A.
- Voltaje AC : 0-1000 V. Corriente AC : 0-1 A.
- Resistencia de entrada por lo menos de 20 Mohms.

Sus dimensiones en mm aproximadamente son 94Wx38Hx180D. Su peso aproximado es de 1,7 Kg. Las condiciones de temperatura ambiente son similares al de los otros equipos.

### 3.1.22.- OSCILOSCOPIO DE DOBLE CANAL DE 50 MHZ

Permite estudiar la variación de las señales eléctricas periódicas (o simplemente repetitivas) en función del tiempo. El componente fundamental del osciloscopio es el tubo de rayos catódicos, siempre del tipo de deflexión electrostática. Este instrumento de medida es requerido por casi todos los sistemas de entrenamiento. Se lo utiliza para observar, verificar y monitorear señales, así como para realizar medidas de voltaje y frecuencia de señales periódicas. El hecho de poseer dos canales nos facilitará realizar tareas de chequeo

y comparación; por ejemplo, entre la señal de entrada y diversos puntos pertenecientes a las diferentes etapas de un sistema o a la salida del mismo. El osciloscopio debe ser digital y altamente funcional, finalmente entre sus principales características tenemos :

- 50 MHz - 5mV (x5:15Mhz-1mV).
- 2 canales.
- Función de barrido retardada.
- Función de disparo en modo vertical.
- Función Hold off.
- 2K de memoria.
- Batería de respaldo.

Sus dimensiones aproximadas en mm 295Wx180Hx440D y su peso aproximado es de 7,1 Kg. Las condiciones de temperatura deben ser similares al del analizador de tramas.

### 3.1.23.- PROBADOR DE TRANSISTORES

Para probar y localizar fallas con rapidez y eficiencia en circuitos transistorizados, es recomendable el empleo de un probador portátil para transistores, que funciona a batería. Este instrumento puede medir el parámetro  $B$  al nivel de corriente apropiado para cada tipo de transistor. Debe permitir verificar transistores fuera del circuito para valores de  $B$  entre 1 y 1000 y medir la corriente de fuga colector - base ( $I_{cbo}$ ) hasta valores tan bajos como  $1\mu A$ , y corrientes de fuga colector-emisor ( $I_{ceo}$ ) entre  $20\mu A$  y  $1A$ . La corriente de colector  $I_c$  debe ser ajustable entre  $10\mu A$  a  $1A$ , de manera que pueden probarse transistores de baja y alta potencia.

Pueden realizarse mediciones confiables de ganancia de corriente de transistores incluidos en su circuito. El instrumento por lo general provee dos zócalos sobre su panel; uno para transistores n-p-n y otro para p-n-p. Se proveen tres cables de diferentes colores, que se pueden emplear para probar transistores sin retirarlos del circuito, o para transistores que no entran en los zócalos del panel. Sus dimensiones en mm aproximadas son 94Wx38Hx180D y su peso aproximado es de 320 g.

### 3.1.24.- CARACTERISTICAS DE ALIMENTACION DE LOS EQUIPOS

Los márgenes nominales de uso de la tensión de red según nuestro requerimiento son:

Seleccionables ..... 120/220 V

Gama nominal de la frecuencia de red ..... 47.5/63 Hz

En algunos equipos el margen nominal de uso tanto de la tensión de la red como de su frecuencia puede ser más o menos amplio, pero para nuestro caso nos interesa que trabajen dentro de los márgenes anteriormente establecidos.

### 3.1.25.- ACCESORIOS REQUERIDOS

A continuación revisaremos los principales accesorios necesarios en el laboratorio de telecomunicaciones.

#### 3.1.25.1.- ATENUADORES, IMPEDANCIAS TERMINALES, PATRONES DE REFLEXION, DERIVACIONES EN "T" Y ADAPTADORES DE $Z=75 \rightleftharpoons 50\Omega$ .

Para solucionar muchas tareas de medición en técnica HF se necesitan accesorios especiales como son atenuadores, impedancias terminales,

patrones de reflexión, derivaciones en T y adaptadores de Z.

"Los **atenuadores** se utilizan ante todo para reducir niveles de señal, adaptar con banda ancha las fuentes de señal, adaptar cargas a la impedancia característica, y medir la ganancia y la pérdida en cuadripolos. Las **impedancias terminales** se necesitan para cerrar sin reflexión entradas y salidas en equipos y líneas. Por el contrario, los **patrones de reflexión** se requieren para calibrar los medidores de pérdida de retorno y para simular las reflexiones que se presentan en los módulos bajo condiciones reales.

También las **derivaciones T** encuentran amplia aplicación, por ejemplo en circuitos reguladores en los que se requiere una señal comparativa que siga exactamente a la señal de medición. En casos en donde los equipos de medición y los objetos a medir tengan que interconectarse con distintas impedancias, son muy útiles los **adaptadores de Z.**"(2)  
Los criterios más importantes para elegir tales accesorios de medición son:

- La impedancia característica.
- El rango de frecuencia.
- El coeficiente de reflexión.
- La exactitud de los valores de atenuación y reflexión.
- La técnica de conexión utilizada.

### 3.1.25.2.- SOFTWARE

Es indispensable poseer de paquetes de software emuladores de algún uP en particular sobre el que vaya a centrarse el estudio en el área de microordenadores. Un ejemplo es el uP 8051 o el Z80 cuyos

paquetes emuladores están siendo utilizados actualmente en ingeniería y han demostrado ser muy didácticos y fáciles de manejar con un poco de práctica. A esto se suma que actualmente en el mercado existen un sinnúmero de paquetes de software que asisten y amplían las características de los equipos de medida dirigidos por ordenador, pues estos resultan hoy en día imprescindibles en operaciones de mantenimiento y reparación. Estos paquetes pueden aprenderse a manejar rápida y fácilmente, gracias a la guía de menús, al uso de ventanas, existencia de helps (ayudas) y tutores. Los ingresos y ajustes pueden realizarse por teclado o ratón. Funciones de ayuda y avisos de error específicos garantizan un trabajo sin problemas en todo momento. Las empresas distribuidoras de equipo de prueba y entrenamiento, facilitan información técnica acerca de un sinnúmero de paquetes de software a ser utilizados en conjunto con el equipo de prueba. Es importante que constantemente el laboratorio se esté renovando en cuanto a software adquiriendo paquetes utilitarios modernos y muy utilizados en mantenimiento de computadoras.

### **3.1.25.3.- CABLES DE CONEXION, CONECTORES Y ADAPTADORES**

Los **cables de conexión** son accesorios indispensables para los instrumentos electrónicos de medición. En el mercado se puede abastecer de estos accesorios; sin embargo, en el caso de los **conectores** utilizados para los cables, las ofertas se limitan a los tipos de conectores por enchufe más utilizados en la técnica de medición para telecomunicaciones y en general. Los cables de conexión pueden suministrarse en diversas longitudes. Igualmente debe disponerse de toda una gama de conectores para la fabricación propia de cables de conexión. En todos los casos se indica siempre

el diámetro máximo de cable utilizable con el conector en cuestión. Además, se debe disponer de toda una gama de **adaptadores** que hace posible el acoplamiento de diversos conectores a los cables de conexión y a los instrumentos u objetos de medición. Es importante anotar que al cursar pedidos de cables, conectores y adaptadores se deberán indicar siempre los números de referencia, de acuerdo a manuales y catálogos que poseen las empresas distribuidoras de equipo de prueba.

#### **3.1.25.4.- HERRAMIENTAS**

Es necesario contar con una serie de **herramientas** adecuadas para trabajar en equipos transistorizados y altamente integrados, principalmente aquellos que usan circuitos impresos. Su tamaño debe estar proporcionado a la dimensión reducida de los materiales, a fin de facilitarnos el cómodo acceso a espacios y elementos pequeños. La cantidad necesaria de herramientas para dotar a un laboratorio o taller es muy amplia, pero aquí consideraremos sólo las más útiles e indispensables para el trabajo diario de instructores y estudiantes.

Destornilladores de todo tipo y de medidas adecuadas; pinzas con punta fina y alargada; alicates comunes y del tipo miniatura; llaves de tubo con manijas prolongadoras rectas y flexibles; llaves tipo allen; bruelas de varias medidas; soldadores de baja potencia con puntas aplicables a cualquier sistema de conexión; calibradores para F.I. y sintonizadores de diferente medida; sierras de pequeño tamaño; lamparas de brazo flexible que nos permita visualizar con comodidad los circuitos impresos; una morsa chica de gran utilidad cuando se desea cortar ejes de potenciómetros, chapones de sintonizador, etc.;

pinzas de fuerza, una agujereadora (manual o eléctrica); un desoldador, elemento de gran utilidad para eliminar el estaño de las soldaduras al quitar algún elemento defectuoso del circuito impreso, etc. Además, es importante contar con un número adecuado de cables standard de interconexión (para poder utilizar los diversos instrumentos de medida y equipos en el laboratorio) y una serie de accesorios, útiles para diversos fines tendientes a reparar, verificar, mantener, etc. Entre los más importantes podemos mencionar:

- Algodón o gasa quirúrgica.
- Alcohol.
- Protho-boards.
- Circuitos Integrados de diferente numeración, memorias, LEDs.
- Bancos de resistencias, potenciómetros.
- Cajas décadas de resistencias y condensadores.
- Dipswitches.
- Teclados.
- Displays.
- Recipientes que contengan alambre para realizar las conexiones en el prothoboard, etc.
- Juego standard de cables de conexión con bananas y lagartos de diferente longitud y color, etc.

Otro aliado de gran utilidad es el **inyector de barras** de inestimable colaboración para receptores de TV en el análisis de etapas de video y sonido, incluso en el ajuste de controles de linealidad y altura. Sería interesante el contar con **inyectores de señales** los mismos que podrían ser fácilmente armados por los mismos estudiantes y

profesores, su armado es muy sencillo pudiendo servir de gabinete una caja portapilas, son muy importantes en la reparación de receptores y en la búsqueda de fallas, principalmente aquellas que provocan el estado de receptor mudo.

La **punta de prueba digital**, es otro accesorio muy manejable y puede utilizarse allí donde tengan que constatarse estados lógicos en circuitos digitales, resultando por tanto adecuada para centros de desarrollo, prácticas y ensayos, así como para operaciones de servicio técnico como es el caso de nuestro laboratorio de telecomunicaciones. Debe poseer un conmutador con dos posiciones TTL (Lógica de 5 V) y CMOS (4 hasta 16 V) para abarcar las familias lógicas usuales en circuitos de microprocesador, técnica de computadores, control de máquinas, etc. Para niveles lógicos menos habituales se prevee un ajuste individual de los umbrales "high" y "low". La indicación cuasi-osciloscópica de la punta de prueba hace superfluo en muchos casos el empleo del osciloscopio o de un instrumento especial de medición difícilmente operable. Pueden determinarse inequívocamente niveles estáticos, impulsos y relaciones marca-espacio. De esta forma se localizan de manera simple y rápida fallos como cortocircuitos, vías de señal interrumpidas o componentes defectuosos. En cuanto a la alimentación es de 5V +/- 0,24V. y su rango de temperatura ambiente admisible es:

- Rango nominal de utilización..... +5 a +40°C.
- Almacenaje y transporte..... -40 a +70°C.

Sus dimensiones aproximadas con embalaje en mm son 255Wx37Hx130D y su peso aproximado es 250 g.

En todo laboratorio se debe disponer de **manuales**, tanto de sistemas de entrenamiento, equipo de prueba y medición, como de elementos, chips y aparatos, de diferentes casas comerciales y marcas como el ECG, National, TTL, Motorola, etc., a fin de que, se pueda realizar cualquier tipo de consulta sobre características técnicas, estructurales o de funcionamiento de equipos y elementos, ya sea por parte de los estudiantes como de los instructores. Los manuales son muy utilizados por los estudiantes en las prácticas o debido a la realización de alguna operación de construcción, mantenimiento y/o reparación; además, en los manuales se puede comprobar la existencia o no de algún elemento y chequear su correspondiente remplazo en el mercado.

### 3.1.25.5.- REPUESTOS

Es evidente que la organización del almacén de repuestos (a ubicarse en la bodega # 3 perteneciente al taller), no es una simple tarea administrativa sino que se ve revestida de una importancia capital, sobre todo en los países no productores de equipos ni de los repuestos necesarios. Es necesario que el almacén este ordenado al máximo, con una clasificación adecuada del material y manejado por personal (perteneciente al taller), conocedor de su tarea. Es importante que este almacén cuente con una apreciable cantidad de elementos que son utilizados por equipos de estado sólido. Podemos incluir entre ellos: resistencias de todos los valores, desde 1/4 de Ohm hasta 10 MOhm; capacitores del tipo disco; electrolíticos de alta y baja capacidad; transistores de uso standard; circuitos integrados; yugos, fly-backs; sintonizadores transistorizados para prueba; fusibles de diferentes amperajes; cables de conexión para 220 V; rectificadores

de alta y baja tensión; diodos de germanio; potenciómetros (varios); juegos de perillas; parlantes de distintas impedancias; transformadores (poder, autobloqueo, driver, etc), tornillos con tuerca y de madera, etc. Es muy larga la lista de los materiales que se necesitan especialmente en el taller; sin embargo, no hay dudas de que si se desea ofrecer al cliente y personal en general una imagen de organización eficiente es imprescindible contar con la mayor cantidad posible de elementos, siempre y cuando los ingresos económicos del laboratorio lo permitan, evitando que queden trabajos pendientes por falta de repuestos.

### 3.2.- DIMENSIONAMIENTO FISICO

En las consideraciones de espacio es necesario preveer al menos un 25% de cada una de las áreas como zona de expansión futura. En nuestro caso se toma en cuenta esta consideración, así, en caso de expansión existirá el suficiente espacio como para que ésto ocurra sin mayores problemas. Además, se debe tener en cuenta el tamaño de los equipos auxiliares que van a ir en cada área del laboratorio, tales como tableros de distribución de energía eléctrica, tableros de control, escritorios, archivadores, sillas, mesas de trabajo, etc. Además, de lo mencionado anteriormente es muy importante tener en cuenta ciertos aspectos, tales como:

- Requerimientos de la Institución.
- Necesidades iniciales a solucionar.
- Posibles expansiones del local en el futuro.
- Capacidad física y de infraestructura disponible.

La configuración de cada área del laboratorio debe contemplar el espacio físico necesario para cada equipo, el espacio para su operación y el espacio para realizar el mantenimiento respectivo del mismo, también es necesario tener en cuenta el espacio físico que ocupan los equipos, cabinas, elementos de trabajo y número de personas entre instructores, estudiantes y empleados que lo van a ocupar. El espacio mínimo que se requiere por lo general es un dato que nos proporciona el fabricante, el mismo que toma en cuenta el área para equipo auxiliar de mantenimiento, apertura de recubrimientos, compuertas para mantenimiento, etc.

Nuestro local debe facilitar el ingreso, colocación y ubicación de los equipos, además, debe facilitar una rápida evacuación en caso de emergencias. La ubicación relativa de los equipos dentro de cada área está dada por la organización de flujo de trabajo y por la extensión limitada de los cables de comunicación, entre los diferentes sistemas de entrenamiento, dispositivos periféricos, pórticos del computador y equipo de medición.

### 3.2.1.- PERSONAL

Cada una de las áreas debe tener mínimo un ingeniero y un tecnólogo en calidad de instructores, de los cuales por lo menos uno deberá permanecer en el área técnica respectiva a tiempo completo. Estos instructores tendrían a su cargo supervisar y controlar cada una de las sesiones de trabajo en una área técnica específica; sin embargo, no hay que descartar la posibilidad de que supervisen sesiones pertenecientes a otra área del laboratorio, especialmente en aquellas áreas que se comparten tanto espacio físico como equipo de prueba.

Para esto el instructor debe disponer de la totalidad de su tiempo para dedicarlo a tareas en el laboratorio y de un número suficiente de horas de consulta, a fin de que los estudiantes despejen cualquier duda en cuanto a la realización de las prácticas, pese a que en algunos casos, no se descarta la posibilidad de que el instructor solo trabaje en el laboratorio a tiempo parcial debido a compromisos de trabajo contraídos con el campo externo o dentro del mismo Instituto.

### 3.2.2.- OFICINAS

Las oficinas para los instructores estarán ubicadas en el interior de cada área del laboratorio, así, el momento que exista alguna duda le será fácil al estudiante recurrir al instructor y solicitar la ayuda respectiva.

El área destinada para las oficinas de los instructores será mínima de  $16 \text{ m}^2$ . Estas dimensiones nos garantizan suficiente espacio para tener libertad de movimientos, un adecuado amoblamiento y un espacio adicional considerando trabajos de mantenimiento y futuras expansiones. Las paredes que se utilicen para dividir ambientes entre las oficinas y las áreas de trabajo no deben ser muy reforzadas, a fin de que sean fácilmente retiradas por efectos de algún trabajo de readecuación o expansión.

### 3.2.3.- NUMERO DE ESTUDIANTES

El número adecuado de estudiantes para la realización de cada una de las prácticas, utilizando los sistemas de entrenamiento, es de dos por grupo. Esto no puede verse sujeto a variaciones ya que se estaría atentando contra la organización y funcionamiento adecuado del

laboratorio, a más de que el aprendizaje por parte de los estudiantes también se vería afectado. Un exceso en cuanto al número de estudiantes puede evitarse aumentando el número de sesiones de trabajo, lo cual fácilmente puede darse tomando en cuenta que el laboratorio va a estar disponible a tiempo completo y que los instructores disponen del suficiente tiempo para trabajar en el laboratorio.

#### 3.2.4.- MESSAS DE TRABAJO

Básicamente se va a tener dos tipos de mesas de trabajo, las mismas que difieren en dimensión y ubicación dentro de cada una de las áreas. En aquellas mesas que se ubiquen cerca de la pared se realizarán trabajos de construcción, implementación y verificación de algún pequeño circuito o Kit, es decir, en estas mesas se podrán realizar trabajos que representen algún riesgo para las mismas, tales como, utilización de soldadores de estaño, reparación de algún equipo o instrumento, etc.

Las mesas en las que se va a trabajar con los sistemas de entrenamiento deben ubicarse en el centro de cada área del laboratorio, ya que serán empleadas exclusivamente con este tipo de equipos. En forma general un sistema de entrenamiento ocupa un área mínima de  $1 \times 0.6 \text{ m}^2$  para entrar en funcionamiento. Considerando la utilización de equipo de medición auxiliar y ciertos accesorios, las dimensiones de la mesa de trabajo son aproximadamente de  $0.6 \text{ W} \times 2 \text{ D} \times 0.8 \text{ H}$  m., a excepción de la mesa para estudiar el radar cuyas dimensiones son más grandes aproximadamente  $1.0 \text{ W} \times 3 \text{ D} \times 0.8 \text{ H}$  m.. Cada mesa debe poseer un stand para soporte de instrumentos de medida y equipo de

prueba auxiliar, como se puede ver en la figura # 3.1., el amoblamiento del laboratorio puede verse en el plano respectivo al final del este trabajo.

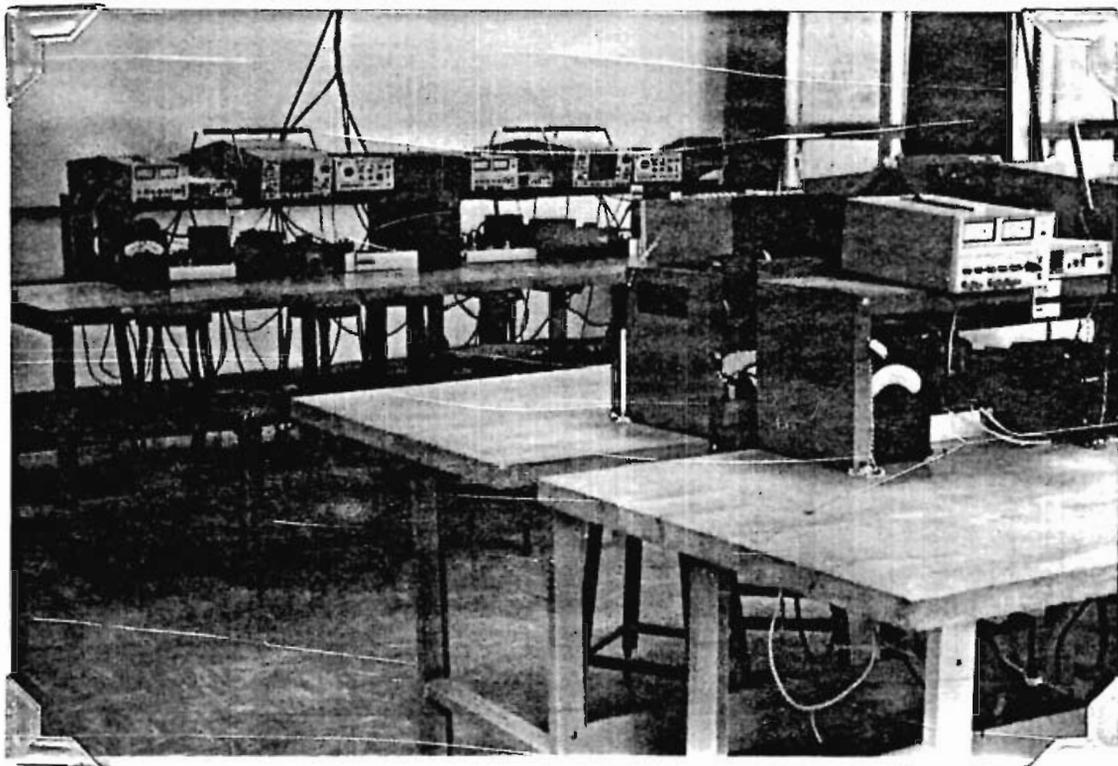


FIGURA # 3.1.- Mesas de trabajo a ser usadas en cada área técnica.(3)

Debe tenerse cuidado al utilizar las mesas destinadas a los sistemas de entrenamiento para otras actividades, el hecho de darles un uso diferente puede acarrear serios problemas de desorganización, rápido deterioro de las mismas e incluso el acentamiento de pequeños residuos de suelda y alambre que pueden causar daños en el sistema de entrenamiento.

---

3 Cortesía de la Asociación de Colégios Comunitarios del Canada (A.C.C.C.)

En la figura # 3.2., se puede observar un tipo de mesas a ser utilizadas en el taller. Estas mesas disponen de 4 prensas (o entenallas) y suficiente espacio para permitir trabajos manuales de construcción de Kits, reparación y mantenimiento de equipos.

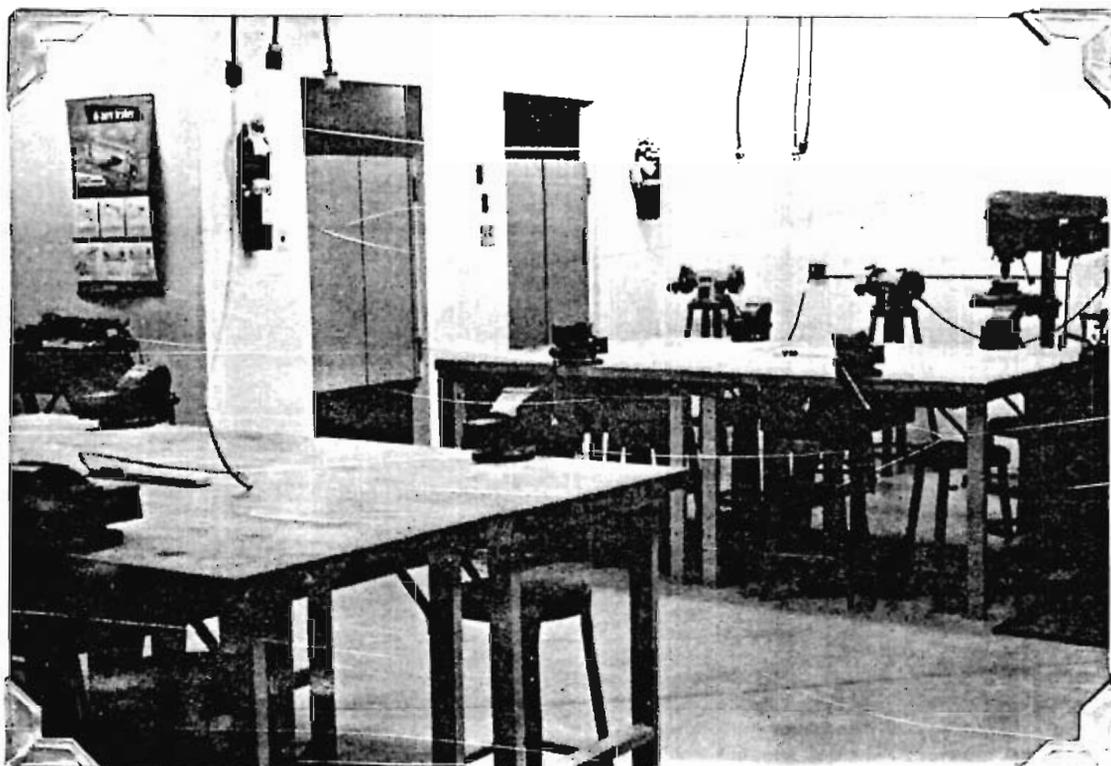


FIGURA # 3.2.- Mesas de trabajo para el taller.(4)

#### 3.2.5.- AREA FISICA RECOMENDADAS PARA OPERACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Los requerimientos de área para la operación y mantenimiento de un CPU se puede apreciar en la figura 3.3..

---

<sup>4</sup> Cortesía de la Asociación de Colegios Comunitarios del Canada (A.C.C.C.).

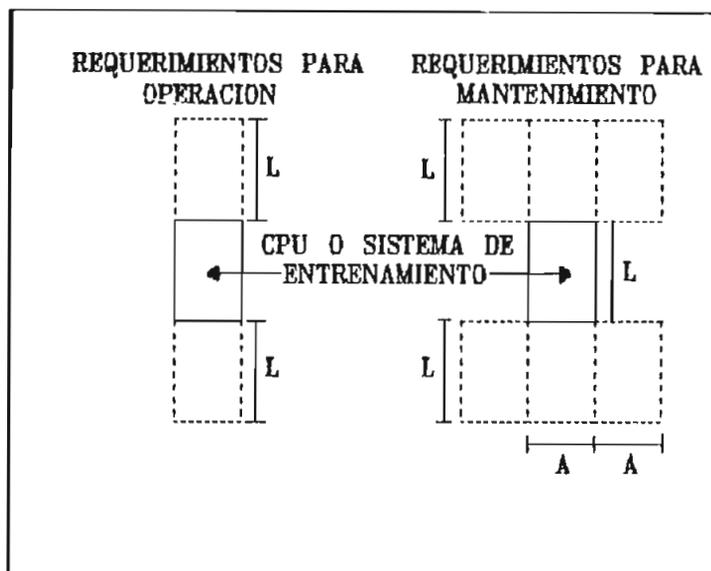


FIGURA # 3.3.-Requerimientos de espacio para operación y mantenimientos de equipos.

"La norma NEC 110 indica que la distancia que se debe dejar libre para el mantenimiento depende del voltaje y de la ubicación de los alambres del suministro de energía, siendo esta distancia de 1m para equipos cuyo voltaje es de hasta 150V, y entre 1m y 1.25m para equipos cuyo voltaje es 600 V"(3). Estos datos también pueden aplicarse a sistemas de entrenamiento que posean características físicas y eléctricas similares.

Para garantizar un correcto funcionamiento de estos equipos se requiere del siguiente espacio físico:

<u>Sistemas de entrenamiento</u>	<u>Espacio Físico</u>
- Microondas	2 m. x 0.6 m
- Fibras ópticas	2 m. x 0.6 m.
- Radar	5 m. x 5 m.

- Antenas	2 m. x 0.6 m.
- Comunicación digital	2 m. x 0.6 m.
- Modulación PCM	2 m. x 0.6 m.
- Códigos de línea y tiempo de recuperación	2 m. x 0.6 m.
- Filtros	2 m. x 0.6 m.
- Líneas de transmisión	2 m. x 0.6 m.
- Comunicación análoga	2 m. x 0.6 m.
- Tutor para telefonía	2 m. x 0.6 m.
- Microcomputadoras	2 m. x 0.6 m.

### 3.2.6.- CABINAS Y ARMARIOS

Cada área del laboratorio dispondrá de **armarios** en los cuales se guardará libros, herramientas, accesorios y equipo de medición. Estos armarios deben tener estructura metálica y la parte frontal de los mismos deben ser de vidrio, para poder identificar los equipos y accesorios guardados. También se dispondrá de **cabinas** para guardar repuestos; por ejemplo, resistencias, condensadores, transistores, integrados, etc. En el **ANEXO F: punto f.2**, se muestra la estructura de los armarios y cabinas a utilizarse.

### 3.2.7.- AREAS FISICAS DEL LABORATORIO

Finalmente tomando en cuenta aspectos ya analizados como el área que ocupan mesas de trabajo, cabinas, anaqueles, etc., así como; facilidades de transporte y trabajo; circulación interna y un 25 % extra con fines de expansión, definimos a continuación el área física que cada área técnica del laboratorio debe tener. En el **cuadro # 3.2.** se puede observar las áreas físicas que vamos a requerir para nuestro laboratorio.

---

Local	Area física (m <sup>2</sup> )
- Taller	90.42
- Area de mantenimiento y reparación, y área de instalación y verificación de equipos de telecomunicaciones.	33.64
- Area de instrumentación.	39.44
- Area de microordenadores y programación especializada (incluido pequeño centro de computo).	78.32
- Area de telefonía y transmisión de datos.	61.48
- Area de sistemas especiales.	79.84
- Area de sistemas de RF y recepción de sistemas de telecomunicaciones.	51.92
- Area de antenas y filtración de RF,y área de propagación de ondas y líneas de transmisión.	73.66

---

**CUADRO # 3.2.-Area física de las diferentes áreas técnicas  
del laboratorio.**

Los estudiantes tienen la obligación de una vez acabadas las prácticas guardar todo el equipo e instrumentos utilizados, arreglar y limpiar las mesas de trabajo. Todo esto bajo la supervisión del instructor respectivo, que le inculcará al estudiante un sentimiento de responsabilidad dentro de lo que después será su desenvolvimiento diario. Posteriormente el personal de limpieza se encargará de

recoger, eliminar todos los desechos y proceder a la limpieza de cada una de las áreas del laboratorio.

### **3.3.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y DEL SISTEMA DE PURSTA A TIERRA DE PROTECCION**

A continuación vamos a definir los requerimientos mínimos que debe cumplir el diseño de la instalación eléctrica, a fin de poder tener las garantías necesarias en cuanto a un buen suministro de energía eléctrica.

#### **3.3.1.- ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA PARA LA INSTALACION ELÉCTRICA**

De entre las principales aspectos a tenerse en cuenta en el diseño de la instalación eléctrica para el laboratorio podemos mencionar:

- **Estabilidad en frecuencia**

Muy importante, especialmente para el equipo de computación y sistemas de entrenamiento que se van a tener en todo el local. Puede darse el caso de que sea necesario utilizar reguladores de voltaje para lograr una buena estabilidad especialmente cuando el suministro de energía no sea tan bueno.

- **Buena alimentación**

Debe proporcionar una alimentación adecuada a todos y cada uno de los equipos y servicios del laboratorio de telecomunicaciones; por ejemplo, sistema de comunicación, periféricos, sistema de seguridad, equipo de prueba y otros equipos eléctricos auxiliares que formen parte del laboratorio en general. Para esto es necesario considerar adecuadamente

los sistemas de acometida, distribución, subdistribución y el sistema de puesta a tierra cuya importancia es notable, debido a las características eléctricas muy estables que nuestra instalación eléctrica debe presentar ante descargas eléctricas peligrosas.

- **Mínimos problemas de electricidad estática**

Para esto es necesario considerar las características conductivas que tienen los materiales presentes en las paredes, techos y pisos de cada área del laboratorio y si existe o no la posibilidad de que acumulen carga. Es necesario tener muy en cuenta el material que forma parte de la ropa de instructores y estudiantes, ya que pueden acumular carga debido al rozamiento que experimentan las prendas de vestir. Todo esto dentro de lo analizado para condiciones ambientales en el **capítulo 2**.

- **Alta seguridad**

Es necesario considerar el ambiente interno y externo en el que el laboratorio de telecomunicaciones va a funcionar. Las perturbaciones eléctricas se transmiten por el medio ambiente, como el causado por transmisores de radio o televisión, por los cables eléctricos (si por algún motivo se comparten circuitos) y por ductos metálicos utilizados en la instalación, los mismos que deben estar conectados a tierra. En cuanto a agentes externos especialmente aquí en Quito tenemos las tormentas eléctricas que originan descargas de gran intensidad, lo que puede dar lugar a considerar la utilización de un pararrayo para enviar dicha descarga a tierra.

### 3.3.2.- ILUMINACION

Se utilizará lámparas fluorescentes montadas sobre el techo falso en las áreas de trabajo, hall y oficinas, mientras que en los baños, bodegas y zonas afines se utilizará lámparas incandescentes. Las lámparas van a ir montadas sobre el techo, se recomienda en lo posible que para las diferentes áreas técnicas estas vayan cubiertas de una pantalla acabada en esmalte blanco al horno, lo que concentra la luz en el plano de trabajo con alto rendimiento luminoso o también que vayan cubiertas con un material difusor en general; especialmente, para oficinas y hall. Para brindar una mejor iluminación, las mesas de trabajo dispondrán de iluminación más direccional a través de lámparas de codo flexible montadas sobre estas mesas.

Al final de este trabajo se muestra el plano correspondiente al diseño de los circuitos de iluminación para el laboratorio de telecomunicaciones. Cada luminaria va a contener dos tubos fluorescentes de 75 W y debemos ubicarlas adecuadamente en hileras a lo ancho de cada área (que por lo general es de forma rectangular) a fin de cubrir lo más uniformemente posible cada una de las áreas. En la **figura # 3.4.** se puede observar las cavidades de cuarto, de techo, de piso y la forma uniforme de distribución de las luminarias en las áreas de trabajo.

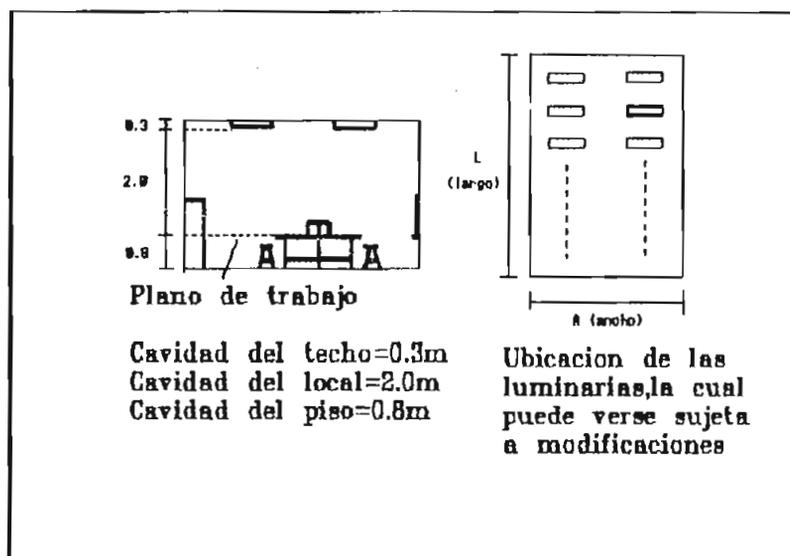


FIGURA 3.4.-Ilustración de las diversas cavidades y ubicación de las luminarias.

### 3.3.3.- INSTALACIONES DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES

Las tomas destinadas para instalaciones de fuerza y especiales se encuentran distribuidas por todas las áreas del laboratorio. El sistema de distribución para las tomas de fuerza en el laboratorio se la conoce como "descentralizada", según la cual, partiendo de la distribución de cada piso se alimentan a varios subdistribuidores pequeños (tableros de distribución secundaria y de control), repartidos por cada una de las áreas técnicas. De este modo resultan sencillas y claras subdistribuciones con pocos órganos protectores contra sobreintensidades.

La ventaja de estas subdistribuciones radica en que las líneas de salida son de corta longitud y, en casos de avería basta con desconectar solo una parte de la instalación. Además, la distribución descentralizada permite una adaptación sencilla de la alimentación

horizontal a las variaciones de la repartición de espacio o repartición de muebles, por la siguiente razón: cada subdistribución lleva una regleta de bornes a la que se conecta todas las líneas de alimentación, de este modo, la línea puede llevarse a las distintas áreas sin necesidad de emplear cajas de derivación.

En la construcción de laboratorios grandes como el nuestro, debe disponerse de techos falsos con el fin de amortiguar ruidos y colocar canales de tuberías; por ejemplo, las tuberías de abastecimiento de agua, de alimentadores eléctricos, de señalización y comunicación.

En el espacio entre el techo soporte y el techo falso se alojarán pequeñas subdistribuciones de alimentadores para tomacorrientes o para iluminación, con la condición de que se garantice un fácil acceso y que proporcione al personal de servicio un puesto de trabajo seguro. Además, el **techo falso** nos permite tener flexibilidad en las instalaciones eléctricas para las mesas reservadas a sistemas de entrenamiento, estas instalaciones van a bajar por el techo y posarse directamente sobre las mesas de trabajo, como se puede ver en la **figura # 3.5.**

Para separar los circuitos de energía y telecomunicaciones se utilizan canales con tabique separador. La acometida a los tomacorrientes y a los circuitos de comunicación se efectúa por el suelo en tubos metálicos.

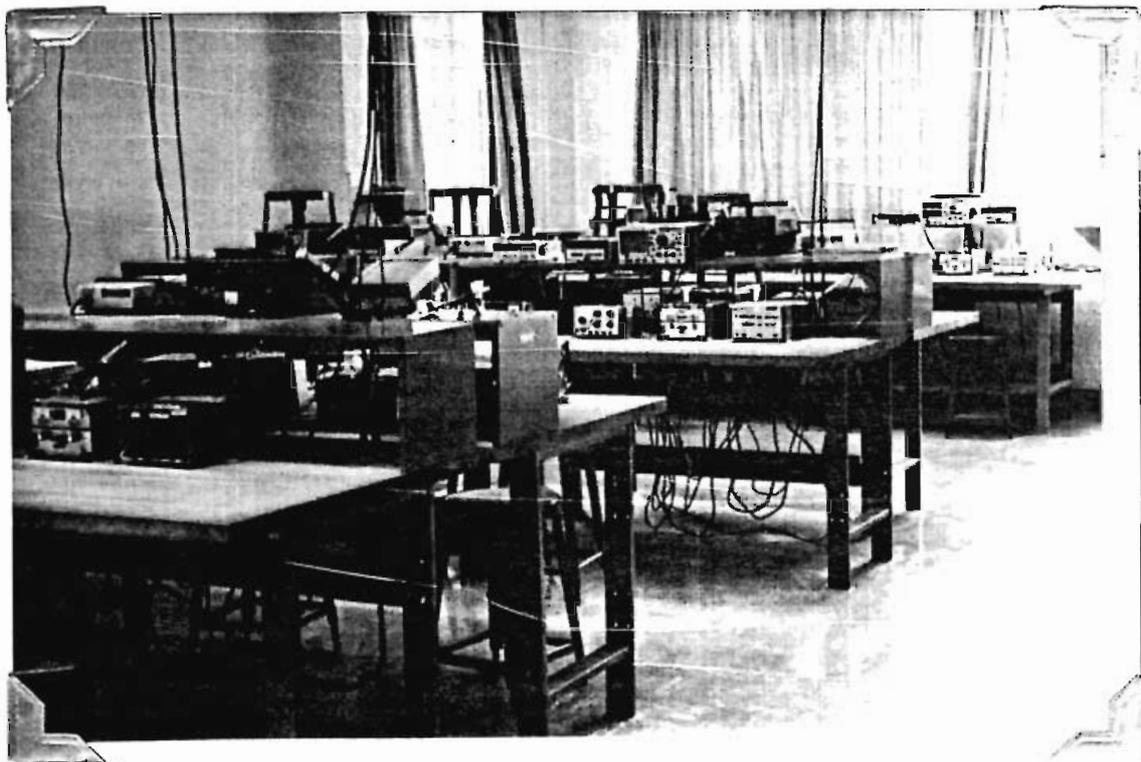


FIGURA # 3.5.-Muestra de la ubicación de las líneas de alimentación de equipos sobre las mesas de trabajo.(<sup>5</sup>)

Se han tomado las siguientes consideraciones para ubicación de tomacorrientes:

- Los tomacorrientes se los debe ubicar a 0.3 m. sobre el nivel del piso, al igual que las salidas de teléfonos o intercomunicadores.
- Salas: 1 tomacorriente por cada 3 m. lineales.
- Pasillos: 1 tomacorriente por cada 5 m. lineales.

---

5 Cortesía de la Asociación de Colegios Comunitarios del Canada (ACCC).

sobre la mesa de trabajo.

- 1 circuito por cada 10 salidas de tomacorrientes, considerando de 1,5 a 2 A. por salida del circuito.
- Distancia máxima: 20 m. entre tablero y el primer tomacorriente.
- Interruptores: de 0-120 v. y 0-250 voltios.
- Protección: Disyuntores clase 0 a 30 A.
- Se recomienda el uso de conductores termoplásticos, tipo T o tipo TW.

Para otros lugares se los debe colocar de la siguiente manera:

- **"Baños** : un tomacorriente junto al espejo 0.9 - 1.5 m. de altura, también un aplique de pared.
- **Escaleras** : un tomacorriente en los descansos de gran área.
- **En Talleres y oficinas** : un tomacorriente cada 3 m."(4)

En el **ANEXO E** se tiene la **memoria descriptiva** del proyecto de instalaciones eléctricas, en el cual se analiza todo lo referente al diseño mismo de las instalaciones eléctricas (tomas e iluminación) del local en donde va a funcionar el laboratorio de telecomunicaciones. Al final de este trabajo se adjuntan los planos respectivos con el diseño de las instalaciones eléctricas.

### **3.3.4.- CRITERIOS PARA HACER DE LA ALIMENTACION ELECTRICA CONFIABLE**

Es importante que la acometida eléctrica sea dedicada únicamente a los equipos del laboratorio en cada una de las áreas, que no sirva a otras cargas, aunque se encuentren situadas en una misma área

perteneciente al laboratorio. El tablero de distribución debe situarse en una área visible y bien iluminada, pues se debe tener las facilidades para ver las condiciones existentes y realizar la distribución de la energía, a fin de tomar acciones de seguridad en casos de emergencia.

Cada circuito deberá contar con la adecuada protección electromagnética y el calibre de los cables se calculará con un alto factor de seguridad (se recomienda el 100%). Los circuitos deberán ir por tubería metálica, por el techo falso o periferia de las áreas y llegar lo más cerca del equipo al que alimentará (la distancia máxima recomendada para equipos que procesan y transmiten datos es de 3 metros).

Todos las tomas que se usen deben ser del tipo polarizado industrial para asegurar una buena conexión y que no se produzcan chispas en la conexión o desconexión del equipo. Además de las fases y la línea de neutro requeridas para los equipos, se debe necesariamente incluir la línea de tierra para cada equipo.

Se recomienda identificar cada circuito con su capacidad y equipo al que está destinado, al igual que en el interruptor termomagnético localizado en el tablero de distribución. Toda la tubería conduit por la que van los circuitos debe ir conectada a tierra en sus dos extremos y debe ser eléctricamente continua en toda su extensión. Se debe dejar suficiente espacio en los tableros para crecimiento futuro del sistema.

La línea de tierra no se debe conectar al neutro de la red de energía eléctrica, sino a la tierra del edificio o a un sistema especial de tierra, como se estudió con detenimiento en el capítulo anterior. Una alimentación de energía eléctrica confiable garantiza un funcionamiento correcto y continuo de los equipos e instrumentos del laboratorio.

### **3.3.5.- INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION**

En el capítulo 2 se realizó el estudio detallado de lo que es un sistema de puesta a tierra, de su necesidad y los objetivos a alcanzarse con un sistema de este tipo. A continuación vamos a definir las características y configuración final, del sistema de puesta a tierra de protección para el laboratorio de telecomunicaciones.

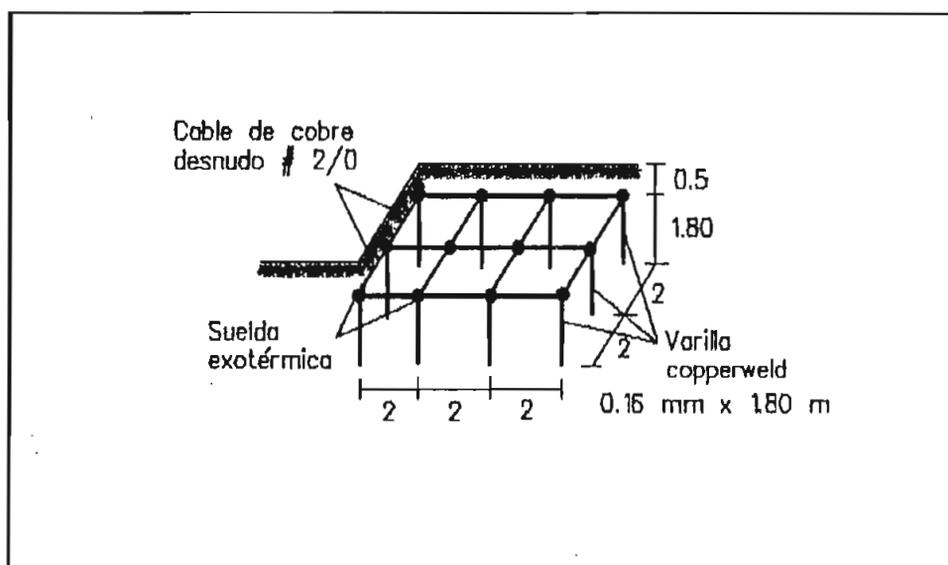
#### **3.3.5.1.- SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO**

La elección y disposición de las tomas de tierra depende de las condiciones locales, de la constitución del terreno y de la resistencia admisible de propagación. Las tomas de tierra tienen que estar bien unidas con el terreno circundante, prefiriéndose para ello capas de tierra que conduzcan bien la corriente eléctrica. Si el terreno es seco se debe regar.

#### **3.3.5.2.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO**

Uno de los sistemas de puesta a tierra más utilizado y que se recomienda sea utilizado en el laboratorio de telecomunicaciones es el de malla, el mismo que se adecúa de mejor manera a las condiciones

del terreno, cumpliendo las exigencias del proyecto y teniendo presente las máximas diferencias de tensión aceptables en una instalación de tierra, además, nos garantiza una mejor estabilidad (siempre y cuando el diseño sea el correcto), ya que el área de contacto del sistema de tierra con el suelo es mayor por lo que la resistividad tiende a disminuir. El sistema elegido debe estar a una profundidad tal que no le afecten las variaciones climáticas ya que ocasionan pérdidas de humedad. Dicho sistema consiste en colocar a una cierta profundidad varillas cooperweld; por ejemplo, de 1.8 m de largo. Esta profundidad por lo general es de 0.50 m pero puede ser mayor especialmente si la tierra no es lo suficientemente húmeda, la tierra debe preparársela con algo de agua, chocoto y carbón micropulverizado hasta que el suelo sobre el que va a estar la malla absorva totalmente el agua. En la figura 3.6. tenemos un ejemplo de un sistema de puesta a tierra tipo malla.



**FIGURA # 3.6.-** Ejemplo de sistema de puesta a tierra recomendado para el laboratorio de telecomunicaciones.

El hecho de que no se use sal en grano en la preparación del suelo es que corroe las varillas y cualquier instalación metálica que se encuentre cerca. En algunos casos se suele utilizar sal de cobre; sin embargo, esto es muy peligroso ya que este tipo de sal es altamente tóxica. Las varillas deben estar conectadas con alambre desnudo 4/0 ó 2/0 como mínimo y un conductor extra en la parte central de la malla. Cada uno de los puntos de contacto entre las varillas y el conductor de unión debe ser soldado para lograr un mejor contacto, a fin de disminuir la resistividad de la puesta a tierra.

Como ya se vió en el **capítulo 2**, sobre la malla se coloca una capa de carbón mineral molido finamente, el diámetro de las partículas debe ser lo más pequeño posible. Entre los espacios de la malla puede colocarse cierta cantidad de metal amarillo (proveniente de los radiadores de los carros), con el fin de aumentar la conductividad del suelo en el que se colocará la malla.

A continuación debe procederse a cubrir la superficie sobre la malla con pavimento o cemento, dejando orificios para poder comprobar la humedad de la tierra y realizar, en caso de ser necesario, un aumento de la misma o para compensar los iones del suelo. La cubierta evita la influencia de agentes climáticos como los rayos solares, que con el tiempo pueden evaporar la humedad del suelo aumentando la resistencia aparente del mismo. Además, debido a las lluvias se produce una circulación de agua que arrastra los iones conductores, disminuyendo considerablemente los mismos aumentando la resistencia de la puesta a tierra.

### 3.3.5.3.- MANTENIMIENTO

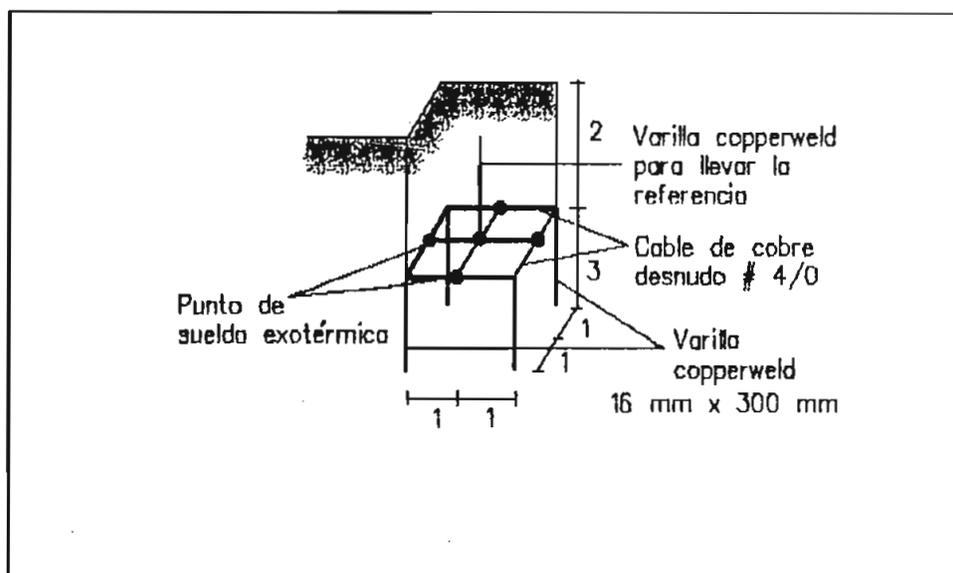
Es necesario dejar una tubería y un pequeño espacio para realizar mantenimiento del suelo y mediciones de resistividad. El mantenimiento debe realizarse por lo menos cada tres o cuatro meses introduciendo por la tubería agua (con cierto contenido químico en caso de ser necesario), para disminuir la resistencia del suelo. Es necesario que se realice la medición de la resistencia del suelo por lo menos una vez al año.

### 3.3.5.4.- UBICACION DE LA PUESTA A TIERRA

Antes de proceder a la instalación de la malla es necesario determinar el sitio en donde se la va a ubicar. Para esto es necesario considerar si el local dispone o no de espacios verdes, en caso de disponer de estos espacios las cosas se facilitan ya que todo será cuestión de realizar la excavación y preparar el terreno, tomando en cuenta todo lo que anteriormente hemos manifestado respecto a la preparación del terreno, conductores, etc.

Para locales que no disponen de este espacio se suele colocar la malla debajo del edificio, como es el caso de la puesta a tierra del centro de cómputo ubicado en el edificio de administración de la E.P.N.. En este caso se analizaron las posibles ubicaciones de dicha malla y se optó por realizarla directamente bajo el piso del centro de cómputo que se encuentra localizado en el subsuelo del Edificio. La configuración de esta malla podemos observarlas en la **figura # 3.7.** la cual ha dado muy buenos resultados, obteniéndose hasta el año de 1991 valores de resistencia inferiores a 3 ohmios. En nuestro caso según el plano arquitectónico considerado contamos con un parqueadero

bajo el cual podemos tranquilamente colocar la puesta a tierra.



**FIGURA # 3.7.-**Sistema de puesta a tierra utilizado en el centro de computo del edificio de administración de la EPN.

### 3.4.- PRACTICAS POR AREAS

El laboratorio debe poseer un programa de prácticas actualizado, de acuerdo con los cambios e innovaciones que se le piensa dar al actual pensum de estudios en el Instituto de Tecnólogos. Prácticamente la totalidad de prácticas se realizarán utilizando los sistemas de entrenamiento y equipos de prueba descritos anteriormente, los mismos que han sido distribuidos en todas las áreas del laboratorio. A continuación tenemos los diferentes temas y variedad de prácticas a cubrirse en el laboratorio, distribuidos por áreas técnicas.

### 3.4.1.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE ANTENAS Y FILTRACION DE RF

#### a.- Temas

- Parámetros principales de las antenas.
- Antenas dipolo.
- Antenas para señales de onda larga y media.
- Antenas para onda corta.
- Antenas de onda ultracorta.
- Propagación de las ondas electromagnéticas.
- Filtros pasa-banda, pasa-bajos y pasa altos.

#### b.- Objetivos :

- Hacer conocer al estudiante los diversos tipos de antenas utilizadas en radio y TV.
- Familiarizar al estudiante con los cuidados y técnicas empleadas en el montaje e instalación de los diversos tipos de antenas.
- Familiarizar al estudiante con el procedimiento empleado en el mantenimiento y con las técnicas empleadas en la reparación de antenas.
- Entrenar al estudiante en la elección correcta de antenas en base a diversas condiciones de recepción de un lugar determinado.
- Revizar diferentes aspectos y parámetros que indican el correcto funcionamiento o no de una antena.
- Revizar los diferentes filtros utilizados en telecomunicaciones.

**c.- Información**

La forma más simple de antena aérea es el dipolo. Cuando el dipolo está colocado en un campo electromagnético genera una corriente que puede ser introducida en el receptor y amplificada. Las dimensiones del dipolo deben adaptarse cuidadosamente a la longitud de onda a captar; sin embargo, un simple dipolo es inadecuado, excepto para los campos de potencia muy grandes, por lo que en la práctica se utilizan arreglos (array) para aumentar la direccionalidad y la ganancia. En todos los casos el dipolo debe alinearse en ángulo recto con el transmisor. Añadiendo dipolos extras (conocidos como directores) a distancias precisas delante del dipolo principal y un reflector detrás del dipolo, se logran mejoras muy significativas del voltaje que entrega la antena, siempre que esté correctamente alineada; una antena aérea de alta ganancia tiene un margen de error de aproximadamente  $15^\circ$  a cada lado de la línea que va hacia el transmisor. Para lograr una adecuada recepción es importante que se tenga en cuenta:

- Posicionamiento de la antena.
- Conexión de la antena.
- Reforzamiento de la recepción.

**d.- Campo de experimentos**

- Conocimiento básico del equipo.
- Instalación y montaje de antenas.
- Mantenimiento y reparación de antenas.
- Elección correcta de la antena.
- Verificación del correcto funcionamiento de una antena.

- Propiedades de la ganancia y direccionalidad de una antena róbica.
- Propiedades de la ganancia y direccionalidad de un arreglo Yagi.
- Propiedades de la ganancia y direccionalidad de una antena de plato parabólico para microondas.

### 3.4.2.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE INSTRUMENTACION PARA TELECOMUNICACIONES

#### a.- Temas

- Fundamentos de la instrumentación.
- Normalización.
- Fundamentos básicos de sensores.
- Conversores.
- Instrumentos electrónicos y equipo de prueba en telecomunicaciones.
- Manejo, operación y mantenimiento de instrumentos y equipo de prueba.

b.- **Objetivo** : Darle al estudiante una visión general de los diferentes instrumentos de medida y control más utilizados por el tecnólogo en el campo de las telecomunicaciones, los mismos que van a ser estudiados en esta área, además, entrenarle en el manejo, funcionamiento y aplicación de cada instrumento y equipo de prueba. La información técnica básica sobre estos equipos e instrumentos puede verse en el punto # 3.2. del presente capítulo correspondiente a estudio técnico del equipo.

**c.- Información :** Hoy en día el éxito que el tecnólogo tenga en su trabajo, está íntimamente relacionado con el grado de conocimientos teóricos y principalmente prácticos que tenga sobre instrumentación. Cada día son más variados los instrumentos que se encuentra en el mercado, los cuales facilitan cada vez más el trabajo especialmente en lo que tiene que ver con mantenimiento y reparación. En esta área se pretende revisar la forma de operación y funcionamiento de los instrumentos que los tecnólogos más comúnmente utilizan en sus respectivos trabajos.

**d.- Campo de experimentos**

- Conversores y transductores.
- Familiarización con el funcionamiento, forma de operar, protecciones, conexiones, seguridades eléctricas, etc., del instrumental básico de medición y equipo de prueba entre los cuales tenemos:
  - Osciloscopio.
  - Analizador lógico.
  - Analizador de espectros y analizador de tramas.
  - Generadores y medidores de nivel.
  - Comprobador de interfaces.
  - Generador y medidor de fase "jitter".
  - Analizador de enlaces de microondas.
  - Generador óptico de nivel y medidor de potencia óptica.

### 3.4.3.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE INSTALACION Y VERIFICACION DE EQUIPOS

#### a.- Temas

- Seguridad eléctrica.
- Comunicación simplex, duplex o full duplex.
- Transmisión serial y paralela.
- Modems.
- Interfaces.
- Instalación y puesta en marcha de computadores y periféricos.
- Instalación, estructura, funcionamiento y aplicaciones del FAX.
- Software para verificar la adecuada instalación de computadoras y periféricos.

#### b.- Objetivos :

- Familiarizar al estudiante con la técnica, instrumentos y equipo empleado en la instalación y verificación de equipos.
- Proporcionar al estudiante criterios prácticos para proceder con el ensamblaje e instalación del equipo, previo un análisis de las características físicas y técnicas del mismo.
- Verificar el correcto funcionamiento de un equipo que acaba de ser ensamblado e instalado.

#### c.- Información

Las prácticas a realizarse en esta área serán llevadas en forma de charlas o conferencias, en las cuales se le informará y entrenará al estudiante en la aplicación de ciertas técnicas y procedimientos, mediante la utilización de instrumentos, herramientas y equipo de prueba, a fin de verificar una adecuada

instalación. El tecnólogo realiza comunmente este tipo de actividad en su trabajo, por lo que debe conocer que aspectos o parámetros debe tener en cuenta durante la instalación de un equipo, para finalmente considerarlo en perfectas condiciones de operación. Además, frecuentemente el tecnólogo realiza en su trabajo el montaje de equipos de telefonía y computación, por esto es imprescindible que el estudiante revise la estructura de los equipos más comunmente empleados, la forma de usar manuales y la aplicación rigurosa de ciertos procedimientos a seguir en cuanto a seguridad eléctrica.

#### **d.- Campo de experimentos**

- Instrumental y equipo a ser utilizado (multímetro, osciloscopio, comprobador de interfaces, etc.).
- Soportes de transmisión: cables coaxiales, pares metálicos, fibra óptica y ondas, etc.
- Verificación de una transmisión de datos correcta.
- Medida de nivel, ruido, ganancia y pérdidas en una transmisión de datos.
- Diagnóstico de redes de transmisión de datos y sistemas computarizados.
- Análisis de tráfico de datos en una línea.
- Montaje y comprobación dinámica de funcionamiento del equipo y periféricos.
- Verificación del funcionamiento del equipo después de haber salido del taller.

3.4.4.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE  
MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS

a.- Temas

- Seguridad industrial.
- Técnicas y procedimientos utilizados en una reparación.
- Interpretación de esquemas y detección de averías en CPU.
- Mantenimiento de computadores y periféricos.
- Estudio y reparación de periféricos.
- Análisis de hardware.
- Calibración de equipos y elementos.

b.- **Objetivo** : Entrenar al estudiante en el reconocimiento de etapas, partes y elementos pertenecientes a equipos de telecomunicaciones y en la utilización del equipo, instrumental y accesorios que generalmente se utiliza en mantenimiento y reparación de equipos de computación; además, hacer conocer al estudiante las diversas técnicas y procedimientos que se utilizan en la detección y corrección de fallas.

c.- **Información** : Al emprender en una reparación, es necesario seguir un orden lógico de búsqueda, que es la herramienta más eficaz que puede emplear el tecnólogo. Quien lo hace en forma indiscriminada acaba generalmente creando más defectos y devolviendo el equipo al usuario "porque no se consiguen repuestos". Para no demorar más tiempo que el necesario, es imprescindible que el estudiante comience realizando en esta área del laboratorio pruebas elementales que le permitan gradualmente llegar al elemento defectuoso, así tenemos:

- La medición en la fuente para averiguar su estado real de carga. La tensión no debe ser inferior a un 10% de su valor.
- Realizar una inspección general del circuito tratando de encontrar visualmente elementos desconectados.
- La limpieza del circuito en caso de existir piezas dañadas por sulfatación u oxidación.
- Reparar el impreso cuando por golpes se encuentre parcialmente dañado.
- La medición de consumo para descartar la probabilidad de cortos o interrupciones en el circuito.
- La clasificación de síntomas para elegir el método de investigación apropiado.

En la **figura # 3.8.**, se muestra una secuencia de actividades a seguir durante una reparación. Así, las fallas pueden ser debidas básicamente a los siguientes errores sobre los cuales el estudiante puede ejercitarse:

- Errores de montaje.
- Componentes incorrectos.
- Componentes con problemas.
- Errores de diagramas.

Una de las actividades básicas en la formación del tecnólogo en electrónica es el mantenimiento de equipos, sobre éste tema revisaremos a continuación algunos conceptos básicos.

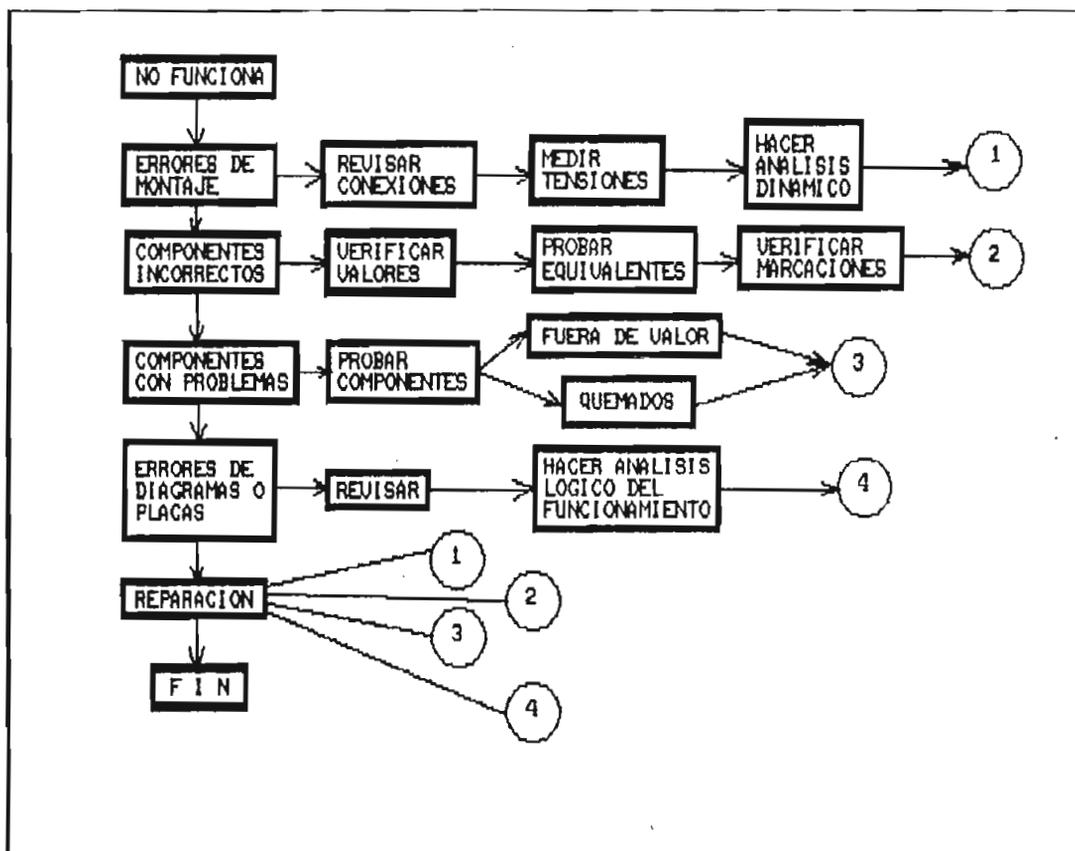


Figura # 3.8.-Secuencia de actividades durante una reparación. (6)

**Mantenimiento**, es el conjunto de las actividades desarrolladas con el fin de conservar los equipos, instalaciones, etc., en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico. Las pruebas de mantenimiento del equipo, van a ser dependientes de la correcta detección del daño y de la corrección de dicho defecto en el funcionamiento del equipo. Básicamente van a depender de tres parámetros principales que son: Mantenimiento predictivo, mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo. El **mantenimiento predictivo**, es el que se puede realizar en un tiempo determinado. El **mantenimiento preventivo**, es el que tiene por objeto realizar cambios de los

elementos que estan por dañarse o que ya cumplieron su periodo de utilización. El **mantenimiento correctivo**, tiene origen al presentarse un daño intempestivo ante lo cual se procede al cambio de las piezas o elementos dañados.

**d.- Campo de prácticas**

- Equipo e instrumental.
- Comprobación de componentes.
- Auxiliares de la reparación y mantenimiento.
- Montaje de componentes.
- Técnicas de mantenimiento y reparación.
- Pruebas claves por medición de consumo.
- Análisis de fallas por tensiones.
- Reparación por síntomas.
- Fallas en fuentes de alimentación.
- Técnicas de programación de EPROMs.

**3.4.5.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE MICROORDENADORES Y PROGRAMACION ESPECIALIZADA**

**a.- Temas**

- Arquitectura básica de una microcomputadora.
- Programación de las microcomputadoras.
- Estructura de un microprocesador.
- Características básicas de los uP 8086, 80286, 80287, 80386, 80387, etc.
- Técnicas de interface.
- Lenguaje assembly.
- Interrupciones.

- Instrucciones operativas.
- Programación básica de microprocesadores.
- Utilización de sistemas operativos.
- Lenguajes de programación.
- Tecnología electrónica de computadoras.
- Periféricos de microcomputadoras.
- Criterios para seleccionar, evaluar y adquirir microcomputadoras.
- Compatibilidad de microcomputadoras.

**b.- Objetivo :** Lograr que el estudiante se familiarice con la forma de operar, el funcionamiento y los cuidados que requiere una computadora, así como, lograr que el estudiante se entrene en el procedimiento básico que se sigue tendiente a utilizar la computadora de una manera adecuada, ofreciendo al estudiante un nuevo concepto en la demostración de los principios básicos del microprocesador. Además, se busca que el estudiante conozca la utilización y forma de operar de las diversas instrucciones utilizadas en la transferencia de datos, en base a ejemplos sencillos e incluso mediante experimentos que utilicen algún paquete emulador del uP.

**c.- Información**

La evolución de la electrónica en estas últimas décadas culminó con el surgimiento de los microprocesadores. El advenimiento del microprocesador en pastilla de reducidísimas dimensiones hizo que las computadoras dejaran de ser privilegio de algunas instituciones, volviéndose accesibles a la mayoría gracias a su

tamaño compacto, costo relativamente bajo y grandes facilidades de pago. Estas máquinas que de pensantes no tienen nada, tienen su propio vehículo de comunicación totalmente distinto al normalmente usado por el hombre para comunicarse con sus semejantes. Esa capacidad de intercambio de informaciones entre el hombre y la máquina está basada en símbolos perfectamente definidos y claros. La aplicación de las leyes que rigen un código o un sistema de codificación no es una tarea muy simple, principalmente cuando se usa en transmisiones y especialmente en up. Para el caso específico de los up, una de las características primordiales que debe usar el código es la facilidad con que se puede usar el mismo para realizar cálculos aritméticos, la capacidad para detectar errores, y lo más importante, el saberlos corregir. El objetivo de los códigos es justamente transformar en dígitos binarios los caracteres alfabéticos, dígitos del 0 a 9, ciertos signos de puntuación, caracteres gráficos y operadores matemáticos, justamente con los denominados caracteres de control. El microprocesador se encuentra ya en casi todos los ámbitos de la vida cotidiana, de ahí la importancia de su estudio. Entre sus aplicaciones podemos citar: los automóviles regulando el consumo y controlando otros parámetros de interés; en los bancos y empresas incorporados a los ordenadores y terminales de gestión; en sistemas y equipo de telecomunicaciones; en las escuelas, como ayuda a la enseñanza de los niños; en los hospitales, incorporados al sofisticado y potente instrumental actual, etc.

#### d.- Experimentos Recomendados

- Familiarización con el microcomputador.
- Familiarización con programas assembler y simuladores de microprocesadores.
- Estudio básico del microprocesador.
  - Estructura.
  - Programación.
  - Aplicaciones.
- Introducción básica a sistemas operativos mono-usuarios y multi-usuarios.
- Utilización práctica de lenguajes de programación.
- Utilización práctica algunos paquetes de software:
  - Paquetes antivirus.
  - Utilitarios,etc.
- Periféricos de microcomputadores.
  - Las impresoras.
  - Lectores de cinta magnética y cassettes.
  - Lectores/grabadores de disco duro.
  - Lectores/grabadores de disco blando.
  - Lectores ópticos de información.
  - Unidades de visualización en diversas tecnologías.
  - Teclados de introducción de datos y programas.

### 3.4.6.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE PROPAGACION DE ONDAS Y LINEAS DE TRANSMISION

#### a.- Temas

- Fundamentos de las líneas de transmisión.
- Clases y tipos de líneas de transmisión.

- Línea resonante y utilidades.
- Coeficiente de reflexión.
- Relación de ondas estacionarias de voltaje.
- Acopladores del transmisor a la línea de transmisión.
- Precauciones en la instalación de líneas de transmisión.

**b.- Objetivo :** Familiarizar al estudiante con las principales características y estudiar los parámetros de los diferentes tipos de líneas de transmisión utilizadas en telecomunicaciones, además, hacer conocer al estudiante las distintas precauciones que se deben tener en el manejo e instalación de las líneas de transmisión.

**c.- Información :** Las líneas de transmisión están constituidas de un par de conductores destinados a transportar la energía eléctrica de la onda. La línea de transmisión más elemental es una par de conductores en paralelo. La línea de transmisión puede ser por su efecto con las ondas, línea resonante y no resonante. Las dimensiones físicas de los conductores determina la impedancia ( $Z_0$ ) de la línea de transmisión. De acuerdo a su construcción las líneas de transmisión pueden ser:

- aéreas
- cinta paralela
- de cable coaxial

La línea de transmisión debe estar perfectamente acoplada a la antena para conseguir la máxima transferencia de potencia de la línea de transmisión a la antena y viceversa. Una línea de transmisión se considera como un conjunto de bobinas y

capacidades distribuidas. La  $Z_0$  de una línea de transmisión está dada por:

$$Z_0 = 120 * (1/\sqrt{\epsilon}) * \ln((2*D)/d)$$

$\epsilon$  = constante dieléctrica del material aislante que se utiliza.

$\ln$  = logaritmo natural.

$d$  = diámetro de los conductores.

$D$  = distancia entre conductores.

#### d.- Rango de experimentos

- Medición de parámetros distribuidos.
- Determinación de las características en una línea de transmisión.
- Características en circuito abierto y corto circuito de las líneas de transmisión ( $Z_0=75$  y  $50$  ohms).
- Coeficiente de reflexión y relación de ondas estacionarias.
- Propagación de pulsos en una línea de transmisión con discontinuidades.
- Efectos de cargas resistivas.
- Efectos de cargas reactivas.
- Técnicas utilizadas en la instalación de líneas.
- Acoplamiento de una carga a una línea de transmisión.
- Características de líneas balanceadas y desbalanceadas.

### 3.4.7.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE RECEPCION EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

#### a.- Temas

- Modulación AM Y FM.

- Receptor Superheterodino.
- Emisión de señales de radio y televisión.
- El receptor de televisión.
- Televisión policromática.
- Nuevas tendencias en televisión.
- El receptor telefónico.

**b.- Objetivos :** Familiarizar al estudiante con la estructura, funcionamiento y tipos de fallas que comunmente se hacen presente, así como la forma de corregirlas en los receptores de telefonía, radio y TV.

**c.- Información**

Los receptores en telecomunicaciones son muy importantes, su función primordial es extraer la señal original del medio de transmisión y canalizarla al transductor de salida. Como consecuencia de la atenuación de la señal de transmisión la señal que llega al receptor es pobre, por lo que este aparato dispone de varias etapas de amplificación; pero la operación más importante que suele realizar el receptor, es la demodulación, que es el proceso inverso a la modulación, con la cual se restaura la señal original.

**d.- Rango de experimentos**

- Semiconductores:- Precauciones en la reparación
  - Elementos de la reparación
  - Prueba de semiconductores
  - Circuitos integrados

- Receptor de TV:- Diagrama de bloques
  - Controles del TV
  - Puntos de prueba
- Identificación, análisis, descripción y análisis de fallas del circuito de cada una de las etapas del TV:
  - Sintonización
  - Video
  - Sonido
  - Barrido
  - Sincronismo
  - Alimentación
- Calibración:- Ajuste de video
  - Ajuste de sonido
  - Ajuste del sintonizador
- Identificación, análisis, descripción y análisis de fallas del circuito de cada una de las etapas del receptor de audio.
- Ajuste del receptor superheterodino.
- Sensibilidad del receptor.
- Selectividad del receptor.
- Características del control automático de ganancia.
- Receptor telefónico
  - Tipos
  - Estructura
  - Calibración
  - Funcionamiento

### 3.4.8.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS EN EL AREA DE TELEFONIA

#### a.- Temas

- Ondas Sonoras.
- Redes en telefonía.
- Establecimiento de llamadas.
- Nociones de tráfico telefónico.
- Transmisión en baja frecuencia.
- Transmisión analógica de alta frecuencia.
- Transmisión digital.

b.- **Objetivos** : Entrenar al estudiante en el estudio y aprendizaje de conceptos, técnicas y procedimientos de los más modernos intercambios de información utilizados en la telefonía actual.

#### c.- Información

La forma más extendida del servicio de telecomunicación en nuestros días es el teléfono, que se utiliza para la transmisión de una señal fónica a distancia. La característica más importante del teléfono es que se desarrolla en tiempo real, esto es, que a medida que se habla, el terminal receptor lo está recibiendo. El transmisor sería la estación de abonado del que habla; el canal de comunicación serían los cables que conectan ambos teléfonos, y el receptor sería el teléfono de la persona que escucha. Pero en un sistema telefónico hay que añadir un nuevo elemento imprescindible para poder establecer la comunicación, como es la central telefónica. La central telefónica es la que permite la conmutación y la unión entre

dos teléfonos para que se comuniquen entre sí y, por tanto forma parte del canal de comunicación. Una red telefónica aparece como resultado de 4 tecnologías:

- Aparato telefónico.
- Líneas de abonados.
- Centrales telefónicas.
- Sistemas de transmisión.

Una de las contribuciones más importantes para el desarrollo de la telefonía es el apareamiento de la conmutación electrónica temporal, en la que se transmiten sobre un mismo soporte algunas comunicaciones, utilizando comunicación PCM (MIC). Con el apareamiento de los conmutadores electrónicos, los comandos de las centrales dejan de ser electromecánicos y pasan a ser electrónicos. Un sistema telefónico puede utilizar como medios de transmisión:

- par de hilos
- cable coaxial
- microondas
- satélite
- fibras ópticas

#### **d.- Rango de experimentos**

- Principales terminales en telefonía (teléfono, telex, etc).
- Generación de la señal local.
- Unidad de línea de prueba.
- Línea rastrea control.
- Receptores de dígito.
- Matriz de conmutación.

- Generadores de tono.
- Ejercicios de programación.
- Estudios de tráfico.

### 3.4.9.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS EN EL AREA DE SISTEMAS DE RF

#### a.- Temas

- Amplificadores de audio y de potencia.
- Osciladores y acopladores.
- Comunicación por AM.
- Comunicación por FM.
- Circuitos resonantes.
- Redes de acoplamiento.

**b.- Objetivos :** Demostrar e investigar diferentes técnicas y principios de la comunicación análoga, así, como estudiar y revisar en forma práctica toda clase de aparatos destinados a facilitar las comunicaciones a distancia por medio de las radioondas (ondas electromagnéticas), especialmente lo que tiene que ver con modulación AM en DSB y BLU, también todo lo referente a modulación FM en mono y stereo.

#### c.- Información

Para poder transmitir una información a distancia es necesario presentarla de acuerdo con un código de señales preestablecido adaptable al medio técnico de transmisión adoptado. Este puede basarse en el empleo de un cable conductor (comunicaciones por hilos) o en un procedimiento de radio (comunicaciones sin hilos)

o radiocomunicaciones). Para que las ondas puedan propagarse en el espacio deben poseer determinadas características; por ejemplo, su frecuencia y su potencia deben ser suficientemente elevadas. Por ello, suele emplearse una señal base transmitible a distancia a la cual se superpone la información. Este proceso se llama modulación.

### **Modulación**

Trabajo que consiste en agregar información (sonido, video, etc.) a una radiofrecuencia llamada portadora. Con este fenómeno se generan las frecuencias laterales.

- **De amplitud** : cuando la envolvente de la señal varía instantáneamente su valor de amplitud, manteniendo invariable su frecuencia.
- **De frecuencia** : Cuando la amplitud no se modifica y sufre variaciones la frecuencia original.

### **d.- Rango de experimentos**

- Análisis de circuitos resonantes.
- Modulación y detección de AM.
- Modulación en Banda Lateral Unica (BLU).
- Modulación en frecuencia.
- Amplificador de FI y limitador.
- Control automático de frecuencia.
- Diversos tipos de moduladores.
- Observación de la frecuencia de portadora modulada.
- Medición de las componentes de frecuencia cuando la portadora es modulada por una senoide.
- Demodulación de las relaciones de fase en una discriminación.

- Medición de las características de un sistema de detección.
- Investigación de los efectos del ruido en un sistema de detección.
- Redes de acoplamiento.
- Características de los amplificadores de potencia en clase A,B, AB y C.

### **3.4.10.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTOS POR EL AREA DE SISTEMAS ESPECIALES**

#### **3.4.10.1.- OPTICA**

##### **a.- Temas**

- Evaluación de las especificaciones de los cables en Fibra Optica.
- Características principales de la fibra óptica.
- Medición de pérdidas ópticas.
- Pruebas de identificación y continuidad de fibras ópticas.
- Detección de puntos de averías en cable de fibra óptica.

**b.- Objetivos :** Ayudar al estudiante que pretende utilizar componentes de fibra óptica y equipos de comunicación (utilizando fibra óptica), en su trabajo diario, en el aprendizaje de las principales características, parámetros y ventajas de la fibra óptica.

##### **c.- Información**

A partir de los años 60, con la aparición del LASER, se desarrolló la nueva técnica de las fibras ópticas. El LASER es

un generador de Haz luminoso monocromático, directivo, estable en amplitud y en frecuencia; había que encontrar un sistema que permita guiar la luz en un medio de propagación protegido con un mínimo de atenuación. Alrededor de 1972, aparecieron las primeras fibras ópticas. Las ventajas de las fibras ópticas son:

- Su diámetro exterior pequeño de 1/10 mm y poco peso.
- Su banda ancha: Ejemplo 1 GHz por kilómetro.
- Su baja atenuación: Ejemplo 3 dB/Km.
- La inmunización a los parásitos electromagnéticos: así se pueden usar en lugares con muchas interferencias electromagnéticas sin problemas.

#### **Principio de la fibra óptica.**

Utiliza la técnica de refracción y reflexión en dos medios de vidrio de índices de refracción distintos.

#### **Características de la fibra**

- El vidrio absorbe más o menos la energía luminosa. Solamente desde hace algunos años se conoce como hacer fibras de baja atenuación: 3 dB/Km (mitad de potencia después de recorrido 1 Km).
- Un factor importante es la regularidad de la fibra.
- Otro factor la longitud de onda utilizada: hay dos longitudes de onda que dan los mejores resultados 0.83 y 1.3  $\mu\text{m}$ .

Un sistema de fibra óptica puede ser:

- **Emisor:** Componente optoelectrónico que hace la conversión de la corriente eléctrica a fotones (luz). La potencia

óptica de salida es entre 0,3 y 10 mW. Estas fuentes son a base de GaAs (Arseniuro de galio).

**LED:** Diodo electroluminoso: luz incoherente y poco directiva.

**LD:** Diodo LASER que emite un haz estrecho, coherente y directivo.

- **Receptor:** Hace lo inverso (transforma señales ópticas en señales eléctricas). Son fotoreceptores tales como fotodiodos PIN (positivo intrínseco negativo).
- El ancho de banda enorme y los ritmos importantes permiten el uso de servicios que emplean grandes anchos de banda, tales como la TV y ciertas aplicaciones telemáticas.

#### **d.- Rango de experimentos**

- Naturaleza de la luz.
- Fenómenos de conducción de la luz.
- Mediciones de potencia Óptica.
- Diodo emisor de señales luminosas como una fuente de luz.
- Características de un transmisor de Fibra Óptica.
- Medida de atenuación en cables de Fibra Óptica.
- Características de la Fibra Óptica: Apertura numérica, retardo de señal y ancho de banda.
- Medición de la atenuación como función de la longitud de onda de la señal luminosa.
- Características del Receptor de Diodo PIN Óptico.
- Enlace de datos simplex de Fibra Óptica.
- Distancia operacional del enlace de datos de Fibra Óptica como función de los elementos de enlace.
- Comparación entre enlaces de datos coaxiales y de Fibra Óptica.

### 3.4.10.2- MICROONDAS

#### a.- Temas

- Generación de microondas.
- Líneas de transmisión.
- Detección de microondas.
- Guías de onda y componentes.
- Análisis de las señales.

**b.- Objetivos :** Capacitar adecuadamente a los estudiantes en el entendimiento teórico-práctico de las microondas, a fin de entrenarlos adecuadamente en el manejo de elementos, partes e instrumentos utilizados en este campo de tan rápida expansión.

#### c.- Información

Las  $\mu O$  son ondas electromagnéticas de frecuencia comprendida entre  $10^9$  y  $10^{12}$  Hz y, por lo tanto, con una longitud de onda comparable a las dimensiones de los circuitos eléctricos convencionales. El campo de frecuencias de las microondas se divide en bandas, que se indican mediante letras del alfabeto; sin embargo, la denominación y los límites de dichas bandas no están bien definidos. Los aparatos para microondas son muy distintos de los que se emplean para frecuencias más bajas, ya que en el campo de las microondas no se puede considerar una inductancia, resistencia o capacidad como un elemento concentrado, al ser sus dimensiones comparables con la longitud de onda. En los aparatos para microondas es característico el empleo de las guías de onda y de los componentes coaxiales (cable; línea de transmisión), con el aire como dieléctrico y la

obtención de las diferentes impedancias por medio de discontinuidades convenientemente intercaladas en la guía de onda o por medio de cavidades resonantes a frecuencias adecuadas. Se ha introducido un nuevo circuito de microondas llamado microstrip, que en cierto sentido, extiende a este campo de frecuencias las ventajas de los circuitos impresos. Para la realización de amplificadores u osciladores, no es posible la utilización de tubos electrónicos, empleados para frecuencias más bajas, puesto que el tiempo de tránsito ya no es despreciable con respecto al período de oscilación; por ello se emplean triodos especiales como megatrones, klystrón y el tubo de onda viajera utilizados como amplificadores u osciladores, y el klystrón reflex y el magnetrón utilizados como osciladores; en los últimos años se ha construido además algunos dispositivos con semiconductores, capaces de funcionar en el campo de las microondas y se ha producido un gran desarrollo en las aplicaciones.

#### **d.- Rango de experimentos**

- Medición de frecuencia y longitud de onda.
- Medición de VSWR (relación de onda estacionaria de voltaje).
- Medición de potencia de microondas.
- Medición de impedancias.
- Selector de microondas.
- Características de un detector.
- Acoplador direccional.
- Estudio de la guía de onda híbrida T.
- Propagación en antenas de microondas.

- Guías de onda con acoplamiento coaxial.

### 3.4.10.3.- RADAR

#### a.- Temas

- Principio de funcionamiento del radar.
- Descripción básica de un equipo de radar.
- El impulso.
- Propagación de las ondas electromagnéticas utilizadas en radar.
- Osciladores utilizados en radar.
- Dispositivos visualizadores.
- Antenas para la emisión y recepción en radar.
- Aplicaciones.

**b.- Objetivos :** Enseñar los dos modos de operación de radar más difundidos.

- **Radar de exploración:** el radar explora un determinado contorno y exhibe sobre la pantalla objetivos que aparecen sobre el campo explorado.
- **Radar de seguimiento:** el radar se fija sobre un objetivo determinado dentro del contorno explorado y lo sigue continuamente, mostrando cualquier cambio en la posición del mismo.

#### c.- Información

Básicamente el radar es un sistema de telemetría en el que el transmisor emite un impulso de energía de RF y un receptor capta la porción de energía reflejada por los obstáculos con los que choca el impulso emitido. Conociendo el tiempo

transcurrido entre la emisión y la recepción del eco y conociendo la velocidad a la que viaja el impulso en el medio en que se ha emitido, se puede saber exactamente a qué distancia se halla el obstáculo, al que habitualmente se conoce como blanco. Es decir el radar transforma distancias en tiempos, que es un parámetro mucho más fácil de medir en electrónica. Una de las necesidades básicas es conocer en que dirección se encuentra el obstáculo que produce el eco. Para ello se hace necesario el uso de antenas capaces de concentrar la energía radiada en un estrecho haz para que sólo reflejen energía los objetos que se encuentran directamente frente de la antena. Para visualizar los blancos, en general se utiliza un tubo de rayos catódicos donde se puede ver el momento en que se emite el impulso y los ecos en una dirección determinada.

#### **d.- Rango de prácticas**

- Mediciones de distancia mediante la medición del tiempo de retardo entre el pulso enviado y el de retorno.
- Medición de la figura de radiación para una antena bocina y para un sistema monopulso de radar.
- Seguimiento manual del objetivo; detección de desvíos de seguimiento de azimut, y fijación de la dirección del desvío.
- Alineamiento del sistema, estudio de la función de cada montaje principal.
- Operación del sistema de radar en sus dos modalidades típicas: Radar de exploración y Radar de seguimiento.
- Localización de fallas.
- Efecto doppler y mediciones de velocidad de movimiento de un

cuerpo, por medio del hallazgo de la frecuencia doppler.

### 3.4.11.- TEMAS Y EXPERIMENTOS A SER CUBIERTAS EN EL AREA DE TRANSMISION DE DATOS

#### a.- Temas

- Transmisión digital.
- Digitalización de la voz.
- Familiarización con las normas del CCITT.
- Codificación y decodificación.
- PAM y PCM.
- Multiplexación.
- Modulación ASK, FSK y PSK.
- Modems.

**b.- Objetivo :** Familiarizar al estudiante con las diferentes técnicas, elementos y procedimientos utilizados en la transmisión de datos en forma digital que ha ido en aumento hasta el extremo de hacer necesario el uso de redes especiales para este menester.

#### c.- Información

Muchas empresas de telecomunicaciones en el mundo introducen cada vez más la nueva técnica de digitalización en sus redes. La digitalización tiene las siguientes ventajas:

- Costo reducido.
- Ahorro de espacio en las centrales.
- Inmunización del ruido.
- Posibilidad de utilizar las líneas digitales para señales

de voz o para señales de datos.

- Costo cada vez más bajo de los componentes electrónicos.

Esta nueva tecnología en adición a las redes telefónicas ya existentes trajo nuevas soluciones a la Teleinformática, ofreciendo una conexión sencilla en cualquier parte de un país y la facilidad de transmisión suplementaria si se utilizan líneas digitales. Estas líneas digitales tienen una capacidad de transmisión enorme, lo que permite un transporte de datos mayor y en consecuencia más generalizado. Además, las redes actuales permiten ya el uso de sus líneas para transmisión de datos. Así, las empresas de telecomunicaciones de Europa y de América del Norte pensaron abrir el servicio de Teleinformática a una audiencia mayor, no solamente profesional, a fin de utilizar la red de manera más eficiente; por eso, hubo la necesidad de crear nuevos servicios para una "audiencia grande" (Videotex, correo electrónico, etc).

#### **d.- Rango de experimentos**

- Introducción a la señalización digital.
- Codificadores y decodificadores (AMI - HDB3).
- Distribución del ruido en un sistema digital.
- Detección y corrección de error.
- Regeneración del reloj - datos NRZ.
- Sincronización de trama.
- Modulación digital en amplitud.
- Modulación digital en frecuencia.
- Modulación digital en fase.

- Generación y recepción de señales QPSK.

#### **3.4.12.- TALLER**

En el capítulo # 2 ya hablamos acerca de las funciones específicas que va a cumplir el taller; sin embargo, para complementar la información podemos decir que en el mismo los estudiantes podrán ejercitar sus conocimientos prácticos a más de los adquiridos en otras áreas, y comprobar que descubrir fallas en un equipo no es tan difícil si se procede en forma correcta, además, el estudiante puede hacer uso del taller en cualquier momento, ya que esta área ofrece cierta flexibilidad en cuanto a horarios, cosa que no sucede en otras áreas en donde los horarios deben respetarse rigurosamente.

#### **3.4.13.- HORARIOS**

Debido a que en el laboratorio de telecomunicaciones solo prestará servicio al Instituto de Tecnólogos los horarios adquieren cierta flexibilidad, especialmente para aquellos estudiantes que trabajan y que no pueden permanecer todo el día en la Escuela, además, las prácticas utilizando los sistemas de entrenamiento pueden ser realizadas máximo en dos horas, lo que permite realizar las sesiones de trabajo tanto en la mañana (dos sesiones de 8 a 12 H ), como en la tarde (tres sesiones de 14 a 20 H ). Para esto se deberá mantener consultas entre los estudiantes a través de la asociación respectiva y las autoridades encargadas del laboratorio, a fin de definir los horarios de las prácticas en cada una de las áreas, evitando cruce de horarios entre diferentes sesiones de trabajo y materias teóricas duales a cada una de las áreas.

**REFERENCIAS**

- (1).- PROYECTO EPN - ACCC Reagrupación del equipo por áreas Quito Escuela Politécnica Nacional. 1991. p. 45.
- (2).- WANDEL & GOLTKERMANN Catálogo general:Equipos de prueba de telecomunicaciones,República Federal de Alemania 1991 - 1992. p. 530.
- (3).- BORJA SUAREZ ANA PATRICIA Estudio de instalaciones de sistemas de computación y diseño de un laboratorio prototipo para un centro de educación Tesis EPN Quito,1990. p. 47.
- (4).- AVILES FAUSTO Instalaciones industriales Quito EPN. 1988,p 3.

## CAPITULO CUARTO

### ANALISIS DE COSTOS

De acuerdo a la información proveniente de revistas, manuales, catalogos y proformas que se solicitaron a diferentes empresas distribuidoras de sistemas de entrenamiento, equipo de prueba, instrumentos de medida y accesorios, así como de las consultas realizadas a empresas y profesionales dedicados a la construcción, hemos procedido a elaborar en el presente capítulo un presupuesto global aproximado (en dólares) de costo de equipos, instalación eléctrica y construcción de lo que serían las instalaciones del laboratorio de telecomunicaciones. Al final del presente capítulo se incluye el cronograma de etapas y costos de implementación que regirá durante la ejecución del proyecto.

En vista que el Gobierno del Canada tiene un enorme interés en apoyar

tanto económicamente como tecnológicamente este proyecto, es lógico pensar en una importación directa del equipo analizado por parte de la Escuela. Es casi seguro de que el Ministerio de Finanzas declare obra prioritaria a la importación del equipo para el laboratorio, en cuyo caso la E.P.N. tiene la exoneración total del 100% de pagos arancelarios de acuerdo a la ley 30. artículo primero del registro oficial 218 del 23 de Julio de 1980, en caso de no ser declarada obra prioritaria la E.P.N. tiene la exoneración del 65 % de pagos arancelarios, según el artículo primero de la ley de Fondo de Emergencia Nacional creada por decreto 136, publicada en el registro oficial 509 de Junio 8 de 1983 y según la ley 79 del registro oficial 464 del 22 de Junio de 1990, consecuentemente el desembolso a realizarse es de 35 %. De acuerdo a varias consultas realizadas a profesionales en economía, algunos de los cuales trabajan en la E.P.N., es prácticamente un hecho de que este tipo de importación sería declarada como obra prioritaria, por lo que el desembolso a realizarse debe considerar los siguientes porcentajes:

- Arancel : 0 %
  - INFA (FONNIN) : 2 %
  - Tasa de servicio (FODIN) : 1 %
- Impuesto total : 3.00 %

En caso de que exista donación del equipo por parte del Gobierno Canadiense, la importación queda exonerada de todo tipo de impuesto correspondiéndole a la E.P.N. pagar solo lo relativo al flete de la mercadería. Para nuestro caso consideraremos al proyecto como obra prioritaria, por lo que el impuesto a pagarse en cuanto al equipamiento sería solo del 3%.

#### 4.1.- ESTUDIO DE COSTOS DEL EQUIPO A SER UTILIZADO EN EL LABORATORIO

##### a.- AREA DE INSTRUMENTACION

2 Computadores (AT) 386 con sus respectivos periféricos :		
-Impresora.		
-Monitor.		
-Teclado.		
-Disco duro (mínimo 120 Mb).		
-2 Disk-driver .....	\$	2,800.0
1 UPS (750 W/suministro durante 38 min) .....	\$	649.0
4 Protoboards .....	\$	732.0
Bancos de resistencias .....	\$	100.0
2 Multímetros .....	\$	1,810.0
Bancos de condensadores .....	\$	100.0
2 Frecuencímetros .....	\$	2,400.0
4 Fuentes variables DC de 0-5 VDC y 0-2 A de corriente .....	\$	1,180.0
2 Estaciones de soldar de baja potencia .....	\$	250.0
2 Osciloscopios .....	\$	2,398.0
2 Probadores LCR (8 rangos de medición) .....	\$	398.0
2 Compradores de interfaces .....	\$	3,200.0
2 Puntas de prueba digitales .....	\$	650.0
2 Analizadores lógicos .....	\$	36,000.0
1 Analizador de espectros .....	\$	42,000.0
1 Analizador de tramas .....	\$	29,000.0
1 Generador y medidor de nivel .....	\$	60,000.0
1 Generador y medidor de fase "jitter" .....	\$	55,000.0
1 Analizador de enlaces de u0 .....	\$	48,000.0
1 Proyector de transparencias con pórticos .....	\$	290.0
1 Lámpara de codo flexible (una por mesa) .....	\$	27.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$	15.0
9 Herramienta para extracción y conexión de conectores para tamaños de contacto 12,16 y 20..	\$	582.0
<b>Subtotal (en dólares):</b>	\$	287,581.0

##### b.- AREA DE SISTEMAS DE RF Y RECEPCION DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

1 Sistema de entrenamiento para comunicacion análoga .....	\$	20,000.0
2 TV a color (digitales) .....	\$	916.0
1 Programador de memorias EPROM's .....		
2 Probadores LCR (8 rangos de medición) .....	\$	398.0
4 Protoboard .....	\$	732.0
2 Generadores de funciones de 0.1 Hz a 10 MHz .....	\$	2,480.0
2 Generadores de señales .....	\$	2,000.0
2 Auriculares .....	\$	100.0
1 Analizador de audiofrecuencia .....	\$	32,000.0
1 Proyector de transparencias con pórtico.....	\$	290.0
2 Cámaras portátiles formato VHS .....	\$	2,200.0

Cables de conexión .....	\$ 150,000.0
2 Estaciones de soldar de baja potencia .....	\$ 250.0
2 Contadores Universales de frecuencias de 5 Hz a 100 MHz .....	\$ 798.0
4 Fuentes variables DC de 0-5 VDC y 0-2 A de corriente .....	\$ 1,180.0
2 Multímetros .....	\$ 1,810.0
2 Osciloscopios .....	\$ 2,398.0
2 Lámpara de codo flexible (una por mesa) .....	\$ 55.0
<b>Subtotal (en dólares):</b>	<b>\$ 217,607.0</b>

**c.- AREA DE MICROORDENADORES Y PROGRAMACION ESPECIALIZADA**

1 Sistema de entrenamiento para microcomputadoras .....	\$ 20,000.0
4 computadores (AT) con sus respectivos periféricos .....	\$ 5,600.0
2 UPS (750 W/suministro durante 38 min) .....	\$ 1,298.0
4 Supresores de picos y altos niveles de ruido de 6 tomas (c/u) .....	\$ 276.0
2 Programadores de EPROM's de 8 -16 bits trabajo solo o con PC a través de RS-232 .....	\$ 2,000.0
1 Borrador U.V. DE EPROM's .....	\$ 49.95
2 Puntas de prueba digital .....	\$ 1,300.0
2 Multímetros .....	\$ 1,810.0
2 Osciloscopios .....	\$ 2,398.0
1 Frecuencímetro .....	\$ 1,200.0
2 Comprobador de interfaces .....	\$ 3,200.0
1 Proyector de transparencias con pórtico .....	\$ 290.0
2 Fuentes variables DC de 0-5 VDC y 0-2 A de corriente .....	\$ 590.0
4 Estabilizadores de línea .....	\$ 516.0
Software .....	\$ 8,000.0
2 Generadores de funciones de 0.1 Hz a 10 MHz .....	\$ 2,480.0
1 Probador de tarjetas y circuitos Tracker: 1000 - 2000 - 2100 .....	\$ 1,500.0
4 Protoboard .....	\$ 732.0
2 Lámpara de codo flexible (una por mesa) .....	\$ 55.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$ 15.0
9 Herramienta para extracción y conexión de conectores para tamaños de contacto 12,16 y 20..	\$ 582.0
<b>Subtotal (en dólares):</b>	<b>\$ 53,891.95</b>

**d.- AREA DE ANTENAS Y FILTRACION DE RF, PROPAGACION DE ONDAS Y LINEAS DE TRANSMISION**

1 Sistema de entrenamiento para líneas de transmisión .....	\$ 3,000.0
1 Sistema de entrenamiento para antenas .....	\$ 15,000.0
1 Entrenador para filtros .....	\$ 5,000.0
1 Multímetro .....	\$ 905.0
3 Computadores y periféricos .....	\$ 4,200.0
2 Generadores de funciones	

de 0.1 Hz a 10 MHz .....	\$ 2,480.0
2 Puntas de prueba digitales .....	\$ 1,300.0
1 Proyector de transparencias con pórtico .....	\$ 290.0
2 Osciloscopios .....	\$ 2,398.0
1 Frecuencímetro .....	\$ 1,200.0
1 Medidor de impedancias .....	\$ 3,000.0
1 UPS (750 W/suministro durante 38 min) .....	\$ 649.0
2 Lámpara de codo flexible (una por mesa) .....	\$ 55.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$ 15.0

**Subtotal (en dólares):** \$ 39,492.0

**e.- AREA DE TELEFONIA Y TRANSMISION DE DATOS**

1 Sistema de entrenamiento para telefonía .....	\$ 18,000.0
1 Sistema de entrenamiento para comunicación digital .....	\$ 18,000.0
1 Entrenador para código de líneas y tiempo de recuperación .....	\$ 5,000.0
1 Entrenador para PCM .....	\$ 5,000.0
Equipo medidor de protocolos .....	\$ 32,000.0
3 Computador y periféricos .....	\$ 4,200.0
1 Probador de tarjetas y circuitos Tracker: 1000 - 2000 - 2100 .....	\$ 1,500.0
2 Multímetros .....	\$ 1,810.0
2 Osciloscopios .....	\$ 2,398.0
4 Fuentes variables DC de 0-50 VDC Y 0-2 A de corriente .....	\$ 1,180.0
2 Generadores de funciones de 0.1 Hz a 10 MHz .....	\$ 2,480.0
2 Auriculares .....	\$ 100.0
Equipo para análisis de datos .....	\$ 3,000.0
4 Protoboard .....	\$ 1,464.0
2 Terminales .....	\$ 1,200.0
2 UPS (750 W/suministro durante 38 min) .....	\$ 1,298.0
2 Lámpara de codo flexible (una por mesa) .....	\$ 55.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$ 15.0
Analizador de protocolos .....	\$ 5,700.0
9 Herramienta para extracción y conexión de conectores para tamaños de contacto 12,16 y 20..	\$ 582.0
1 Programadores de EPROM's de 8 -16 bits trabajo solo o con PC a través de RS-232 .....	\$ 995.0
1 Borrador U.V. DE EPROM's .....	\$ 49.95

**Subtotal (en dólares):** \$ 106,026.95

**f.- MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPOS, E INSTALACION Y VERIFICACION DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES**

4 Juegos de desarmadores de tuerca de 3 a 13 mm .....	\$ 376.0
4 Juego de desarmadores planos .....	\$ 17.7
4 Juego de desarmadores de estrella .....	\$ 17.7
4 Juego de llaves hexagonales de 13 unidades (a.05"-3/8") .....	\$ 198.0
2 Estaciones de soldar de baja potencia .....	\$ 500.0

2 Probadores de transistores .....	\$ 530.97
2 Generadores de funciones .....	\$ 4,960.0
3 Frecuencímetros .....	\$ 3,600.0
4 Fuentes variables DC de 0-50 VDC y 0-2 A de corriente .....	\$ 1,770.0
2 Medidores de impedancias .....	\$ 6,000.0
1 Probador de tarjetas y circuitos Tracker: 1000 - 2000 - 2100 .....	\$ 1,500.0
2 Probadores LCR (8 rangos de medición) .....	\$ 398.0
4 Multímetros .....	\$ 5,430.0
2 Osciloscopios de 20 MHz .....	\$ 4,796.0
2 Compradores de interfaces .....	\$ 3,200.0
4 Absorvedores de estaño .....	\$ 97.8
4 Cortadoras .....	\$ 88.8
4 Pinzas .....	\$ 85.0
4 Protoboard .....	\$ 1,464.0
4 Brochas :	
de 3/8"x1-3/8" con 7" de mango .....	\$ 14.0
de 5/8"x4-1/2" con 10" de mango .....	\$ 45.6
de 1-3/8"x4" con 9-1/2" de mango .....	\$ 56.0
1 Aspiradoras (1.1 HP, 7.4 Amp, 120VAC) .....	\$ 144.0
2 Entenallas .....	\$ 44.0
2 Sierras para metal .....	\$ 18.75
4 Playos con cortador de alambre .....	\$ 29.4
1 Taladro eléctrico 3/8 " .....	\$ 62.0
1 Proyector de transparencias con pórtico .....	\$ 290.0
1 computador y periféricos .....	\$ 1,400.0
1 UPS (750 W/suministro durante 38 min) .....	\$ 649.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$ 15.0
2 Lampara de codo flexible (una por mesa) .....	\$ 55.0
4 Wire Wrap Tool (para 30 AWG) .....	\$ 56.0
6 Limas planas (6" y 12 ") .....	\$ 35.0
9 Herramienta para extracción y conexión de conectores para tamaños de contacto 12,16 y 20..	\$ 582.0
4 Herramientas para pelar y cortar alambre para alambres de 8 a 22 AWG .....	\$ 66.0
1 Programadores de EPROM's de 8 -16 bits trabajo solo o con PC a través de RS-232 .....	\$ 995.0
1 Borrador U.V. DE EPROM's .....	\$ 49.95
<b>Subtotal (en dólares):</b>	<b>\$ 39,636.67</b>

**g.- SISTEMAS ESPECIALES**

1 Sistema de entrenamiento para u0 .....	\$ 18,000.0
1 Sistema de entrenamiento para Fibras ópticas ..	\$ 8,000.0
1 Sistema de entrenamiento para estudiar el funcionamiento básico de un radar .....	\$ 20,000.0
Equipo de empalme óptico .....	\$ 12,000.0
4 Osciloscopios .....	\$ 4,796.0
4 Multímetros .....	\$ 3,620.0
2 Generadores de funciones de 0.1 Hz a 10 MHz .....	\$ 2,480.0
1 Proyector de transparencias .....	\$ 290.0
4 Frecuencímetros .....	\$ 4,800.0
2 Puntas de prueba digital .....	\$ 1,300.0
Accesorios .....	\$ 200.0

6 Fuentes variables DC de 0-50 VDC y 0-2 A de corriente .....	\$ 1,770.0
2 computadores y periféricos .....	\$ 2,800.0
2 UPS (750 W/suministro durante 38 min) .....	\$ 1,298.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$ 15.0

**Subtotal (en dólares):** \$ 81,369.0

**h.- TALLER**

8 Juegos de desarmadores de tuerca de 3 a 13 mm .....	\$ 376.0
8 Juego de desarmadores planos .....	\$ 17.7
8 Juego de desarmadores de estrella .....	\$ 17.7
8 Juego de llaves hexagonales de 13 unidades (a.05"-3/8") .....	\$ 198.0
2 Taladros 3/8 " .....	\$ 124.0
4 Estaciones de soldar de baja potencia .....	\$ 500.0
4 Probadores de transistores .....	\$ 530.97
4 Probadores LCR (8 rangos de medición) .....	\$ 796.0
2 Probadores de tarjetas y circuitos Tracker: 1000 - 2000 - 2100 .....	\$ 3,500.0
4 Generadores de funciones .....	\$ 4,960.0
4 Generadores de barrido .....	\$ 800.0
6 Fuentes variables DC de 0-50 VDC y 0-2 A de corriente .....	\$ 1,770.0
2 Medidores de impedancias .....	\$ 3,000.0
6 Multímetros .....	\$ 5,430.0
4 Osciloscopios de 20 MHz .....	\$ 4,796.0
2 Comprobadores de interfaces .....	\$ 3,200.0
4 Absorvedores de estaño .....	\$ 97.8
8 Cortadoras .....	\$ 88.8
8 Pinzas .....	\$ 85.0
8 Protoboard .....	\$ 1,464.0
8 Brochas :	
de 3/8"x1-3/8" con 7" de mango .....	\$ 14.0
de 5/8"x4-1/2" con 10" de mango .....	\$ 45.6
de 1-3/8"x4" con 9-1/2" de mango .....	\$ 56.0
2 Juegos de llaves inglesas para tuercas desde 3/8", 7/16", ..., 1 1/4" .....	\$ 500.0
2 Aspiradoras (1.1 HP, 7.4 Amp y 120 VAC ) .....	\$ 288.0
8 Entenallas .....	\$ 44.0
2 Sierras para metal .....	\$ 18.75
6 Playos con cortador de alambre .....	\$ 29.4
3 Computadores y periféricos .....	\$ 4,200.0
Suelda (0,031" y 0.098") .....	\$ 50.0
8 Wire Wrap Tool (para 30 AWG) .....	\$ 112.0
8 Limas planas (de 6" y 12") .....	\$ 48.0
2 sierras manuales .....	\$ 40.0
12 Herramienta para extracción y conexión de conectores para tamaños de contacto 12,16 y 20..	\$ 776.0
4 Herramientas para pelar y cortar alambre para alambres de 8 a 22 AWG .....	\$ 66.0
2 Herramientas para pelar y cortar alambre para alambres de 8 a 22 AWG .....	\$ 33.0
9 Extractores de chips (de 6/8", 14/16"	

y 36/40" de tamaño de CI) .....	\$ 267.0
9 Incertores de chips (de 6/8", 14/16" y de 36/40" de tamaño de CI) .....	\$ 240.0

**Subtotal (en dólares):** \$ 38,579.72

**i.- AMOBLAMIENTO**

- 22 Mesas de trabajo .....	\$ 900.0
- 11 Mesas de trabajo laterales .....	\$ 600.0
- 32 Mesas de computador .....	\$ 800.0
- 10 Cabinas para elementos .....	\$ 720.0
- 14 Anaqueles para equipos e instrumentos .....	\$ 800.0
- 9 Anaqueles para accesorios y cables de conex..	\$ 330.0
- 18 Escritorios .....	\$ 650.0
- 8 Stand grande para libros .....	\$ 600.0
- 4 Mesones .....	\$ 100.0
- 264 Sillas y taburetes .....	\$ 2,500.0
- 14 Carros porta osciloscopios .....	\$ 4,200.0
- 14 Pizarras de marcador .....	\$ 250.0

**Subtotal (en dólares):** \$12,450.0

**COSTO TOTAL DE EQUIPAMIENTO :**

Costo total de equipo (incluido el 3% de impuesto total) : .....	\$ 890,109.8187
Amoblamiento : .....	\$ 12,450.0

**Subtotal (en dólares):** \$ 902,559.8187

**4.2.- COSTOS DE LAS INSTALACIONES**

Instalación eléctrica

(Tomado del ANEXO E : punto E.11.) : .....

\$ 12,275.852
---------------

Instalación del sistema de puesta

a tierra : .....

\$ 3,982.60
-------------

**Subtotal (en dólares):** \$ 16,258.452

**4.3.- COSTOS DE LA CONSTRUCCION**

Terreno : aprox. 1656 m<sup>2</sup> .....

\$ 89,169.23
--------------

(\*)Costo aproximado de la obra : .....

\$ 90,000.00
--------------

Planificación (5% de (*)) : .....	\$	4,500.00
Cálculo estructural (5% de (*)) : .....	\$	4,500.00
Supervisión (3% de (*)) : .....	\$	2,700.00
Dirección de la obra (10% de (*)) : .....	\$	9,000.00

**Subtotal (en dólares):** \$ 199,869.23

**TOTAL :**

Equipamiento :	\$	900,801.898
Costos de las instalaciones eléctricas :	\$	16,258.452
Costos de la construcción :	\$	199,869.2308

-----  
(en dólares) \$1 457,438.556

**4.4.- CRONOGRAMA DE ETAPAS Y COSTOS DE IMPLEMENTACION**

Como todo proyecto la implementación del laboratorio de telecomunicaciones entraña considerables inversiones a largo plazo. Es muy importante, efectuar minuciosos estudios económicos para elegir entre las distintas soluciones posibles antes de tomar una decisión. Los estudios económicos al hacer la selección son siempre de primordial importancia. Implantar un plan de construcción mal concebido no puede menos que tener a la larga consecuencias económicas desfavorables para las instituciones (en este caso la E.P.N.), e imponen, además, modificaciones y ampliaciones ulteriores del laboratorio, poco rentables desde el punto de vista económico. Los estudios en cuestión se refieren a gastos de equipamiento, de instalaciones, de construcción e implementación; finalmente, se presenta

el cronograma de etapas y costos de implementación, a seguirse durante la ejecución del proyecto.

## CAPITULO QUINTO

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1.- RESULTADOS FINALES

Hoy en día, en vista del gran adelanto que ha experimentado el mundo científico y tecnológico en todo el mundo se hace necesaria la actualización del pensum de estudios de todas las carreras que ofrece la Escuela Politécnica Nacional. El Instituto de Tecnólogos en cuanto a la especialidad de electrónica y telecomunicaciones esta tomando cartas en el asunto, concluyéndose de que es necesario no solo actualizar el actual pensum de estudios, sino disponer de un laboratorio que permita una formación profesional de los estudiantes de acuerdo con los últimos adelantos y que además responda a requerimientos de expansión futura, asegurando además un funcionamiento continuo y confiable de equipos y de todas las áreas

técnicas a ser cubiertas.

El proyecto del laboratorio de telecomunicaciones cumple plenamente con todos los objetivos fijados inicialmente. El medio ambiente interno y externo del laboratorio, así como las instalaciones y equipo a utilizarse, cumplen con una serie de normas y seguridades que garantizan la integridad física de sus ocupantes, asegurando un correcto funcionamiento de los equipos y una larga vida útil de los mismos.

En cuanto al dimensionamiento del local es necesario considerar todas las facilidades de circulación para el personal y todas las facilidades para un adecuado transporte, manejo y mantenimiento de equipos que el mismo debe brindar, así como futuros requerimientos de expansión física que cada una de las áreas pueda tener.

Todas las diferentes instalaciones del local deben garantizar un correcto funcionamiento de cada una de las áreas y lógicamente de los equipos durante el tiempo que se los utilice. Para esto es necesario, disponer de un sistema de protección conformado por alarmas contra intrusos, detectores de humedad y humo, a fin de prever algún daño especialmente en el personal que labora en el laboratorio así como en los equipos. Debido a la función que cumple el local debe garantizar que los materiales que se utilicen en su construcción no sean combustibles ni generen electricidad estática en niveles peligrosos.

Uno de los aspectos que más se debe tener en cuenta es el que tiene

que ver con la seguridad industrial. Aquí en el país este aspecto prácticamente es dejado de lado por muchas empresas que se dedican al montaje, instalación y mantenimiento de equipo y sistemas de telecomunicaciones, por lo que es importante que estudiantes y especialmente profesores sigan un programa de seguridad industrial dentro del laboratorio. Si bien es cierto los voltajes que se manejan en electrónica son generalmente bajos, no es menos cierto que un descuido en la operación de determinado equipo puede ocasionar el daño del mismo y una disminución en su vida útil, e incluso algún daño en el circuito de alimentación y molestias propias a toda el área involucrada. Además dicho programa debe instruir al personal del laboratorio como tiene que proceder ante cualquier tipo de eventualidad o emergencia.

La instalación eléctrica debe ser lo más estable posible y se debe disponer de líneas dedicadas que se encarguen de alimentar independientemente a equipos, luminarias y tomas para otro tipo de cargas de uso general (máquinas de escribir, ventiladores, radios, etc). El circuito que alimente a equipos debe tratar de evitar al máximo interferencias y el ruido eléctrico de tipo impulsivo, ya que puede causar daños en los circuitos electrónicos de los equipos y de hecho disminuir la vida útil de estos. La necesidad de un planta de suministro eléctrico de emergencia que proporcione energía lo más estable posible es primordial, ya que en caso contrario, el trabajo en el laboratorio se vería afectado, cuando falta el fluido eléctrico, creando desorganización interna debido al atraso en el desarrollo de las prácticas. La presencia de reguladores es indispensable especialmente en aquellas áreas en donde se va a disponer de equipo

de computación y en aquellas en las que se dispondrá de entrenadores programables, como por ejemplo las áreas de microordenadores y programación especializada, telefonía, etc. El tipo de fuente que utilicen estos equipos, así como las fuentes de interferencia electromagnética (EMI), influyen notablemente en la decisión de utilizar o no reguladores.

El tubo por el que vayan las instalaciones eléctricas, de comunicación y de datos (si en algún momento se piensa en automatizar el laboratorio), debe ser metálico. El mismo debe estar conectado a tierra y debe ser lo más continuo posible, esto nos permite tener una menor resistencia del sistema de puesta a tierra ya que el área de contacto con la tierra aumenta. En cuanto a la resistencia del sistema de puesta a tierra debe ser menor a 3 ohmios en el peor de los casos y menor a 1 ohmio de ser posible, además las tomas deben ser polarizadas con señal de tierra que va a una malla de tierra. Esta malla perteneciente al sistema de puesta a tierra es necesaria por razones de seguridad de equipos y personal en general, al utilizar una malla aumentamos el área de contacto entre la malla y la tierra, es decir se obtiene una menor resistencia. Es importante que una vez instalada la malla el terreno sea tratado con chocoto (tierra orgánica) y carbón mineral (totalmente molido), y se prevea la existencia de un ducto para efectos de mantenimiento introduciendo agua, sin contenido de sal, ya que esta corroe la estructura metálica del sistema. Si en el laboratorio se dispone de dos o más sistemas de puesta a tierra pueden conectarse dichos sistemas pero no lo recomendamos, ya que esto puede dar lugar a la formación de fuentes de ruido que causarían algún tipo de interferencia, especialmente en

equipos de computación que van a ser dispuestos en cada una de las áreas. El conductor que se utilice para la construcción de la malla mínimo debe ser según normas del # 2 AWG de cobre desnudo.

En cuanto a las áreas a cubrirse estas fueron determinadas mediante encuestas hechas a empresas, egresados y profesores. Las mismas que fueron realizadas tanto por el Instituto de Tecnólogos como por mi persona. Estas fueron determinadas según las actividades que comunmente los egresados realizan en sus campos de trabajo y tomando en cuenta los requerimientos de las empresas en cuanto a conocimientos teóricos y especialmente prácticos que los egresados deberían tener. Los temas de práctica para cada una de las áreas técnicas, han sido determinados tomando en cuenta este estudio y manteniendo una relación investigativa muy estrecha con el convenio E.P.N.-A.C.C.C., encargado de reformar el actual pensum de estudios de la carrera de tecnología especialidad electrónica y telecomunicaciones.

## 5.2.- RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION

Es indispensable que en cuanto a los dispositivos de seguridad y protección, exista un acuerdo previo entre el Ingeniero civil, el proveedor del equipo y el usuario (en este caso la E.P.N.). Precisamente en las primeras etapas de planeamiento deben tenerse en cuenta los requerimientos especiales del laboratorio. El no tomar en cuenta esta recomendación puede tener consecuencias desagradables, por ejemplo, la construcción y ubicación del sistema de puesta a tierra en un edificio ya construido resulta costoso y puede acarrear muchos problemas en el tratamiento mismo del suelo en el que se va a

construir la malla.

Es necesario además una supervisión permanente por parte del Ingeniero eléctrico que se contrate, a cargo de la construcción de la obra, conjuntamente con el Ingeniero civil y los constructores de la obra. La presencia del Ingeniero electrónico se hace necesario en lo posterior, o a su vez en la comprobación parcial, pertinente a las condiciones de estabilidad y confiabilidad de las instalaciones eléctricas en cada una de las plantas y posteriormente en el equipamiento, lo importante es que el Ingeniero eléctrico cumpla con las condiciones en cuanto a suministro de energía eléctrica y seguridad que según el Ingeniero Electrónico el local debe disponer.

### 5.3.- RECOMENDACIONES EN CUANTO AL PERSONAL

El laboratorio debe contar con dos profesores por cada una de las áreas y con ayudantes de laboratorio en caso de ser necesario, el trabajo de los mismos debe ser especialmente docente, pero pueden intervenir en trabajos para la industria y en trabajos de investigación. Es importante que los instructores del laboratorio tengan muy buenos conocimientos teóricos y prácticos, esto permitirá que los estudiantes adquieran confianza para realizar cualquier consulta sobre alguna práctica en particular, permitiendo de esta manera una mejor formación de los mismos. Se recomienda el siguiente personal:

- Director técnico y administrativo.
- Dos instructores por cada una de las áreas: de estos uno de ellos puede ser tecnólogo y el otro necesariamente ingeniero en

electrónica y telecomunicaciones.

- Dos tecnólogos uno en Electromecánica y el otro en Electrónica y Telecomunicaciones, para que trabajen en el taller realizando mantenimiento de las instalaciones y equipos del laboratorio, o el que ingrese al laboratorio en busca de ser reparado; también deben brindar ayuda a los estudiantes que por algún motivo realicen cualquier actividad en el taller.
- Dos secretarías : una encargada de aspectos académicos de los estudiantes, otra al servicio de la dirección y otra al servicio de taller encargada de la recepción y entrega de equipos.
- Dos conserjes : uno encargado de cuidar las instalaciones del laboratorio, mantenerlo limpio y el otro que realice tareas de mensajero encargado de dar trámite a ciertos asuntos relacionados con secretaría, dirección o áreas técnicas, y de cuidar del uso adecuado del parqueadero.

#### **5.4.- RECOMENDACIONES EN CUANTO A LAS AREAS A CUBRIR Y HORARIOS**

Las áreas a ser cubiertas por nuestro laboratorio son doce incluido el taller. Estas han sido determinadas considerando las tareas más comunes que el tecnólogo realiza en su trabajo, así como los vacíos y requerimientos que necesita satisfacer. Se ve la necesidad de que algunas de estas áreas compartan no solo equipo sino espacio físico, esto permitirá una mejor organización y administración del laboratorio, así como una disminución significativa de los gastos en la implementación y funcionamiento del laboratorio.

Actualmente en la Facultad de Ingeniería Eléctrica se está intentando reformar los diferentes laboratorios en cuanto a su horario, forma

misma de llevar las prácticas e implementación de un taller, buscando siempre mejorar el aprovechamiento por parte de los estudiantes. Sería importante que se mantengan consultas, a fin de determinar si dichos cambios, han producido una mejora en el aprovechamiento de los estudiantes. Por el momento está programado que cada práctica tenga una duración de dos horas (con ayuda de los sistemas de entrenamiento), y las mismas puedan realizarse tanto en la mañana como en la tarde. Es importante que en el área de sistemas especiales y antenas, que comparten espacio físico y equipo con otras áreas, se realicen las prácticas utilizando un solo sistema de entrenamiento a la vez, ya que se podría tener interferencias entre equipos que harían peligrar la confiabilidad de los resultados obtenidos en las prácticas. El laboratorio debe servir solo a la especialidad de electrónica y telecomunicaciones; sin embargo, algunas áreas técnicas pueden servir a otras especializaciones en el campo de la electrónica siempre y cuando no afecten a la organización interna del laboratorio.

Finalmente en el análisis de costos se ha incluido un cronograma de etapas y costos de implementación, con el fin de dar agilidad a la ejecución del proyecto considerando para esto como obra prioritaria, en cuyo caso el impuesto total alcanza solo un 3% del costo total del equipo. El presupuesto ha sido elaborado en dólares ya que con el tiempo el costo del proyecto se ve afectado en incremento, dando lugar a que más adelante sea necesario realizar algún tipo de ajuste, o un recálculo del valor actual o presente.

## ANEXOS

ANEXO A: HOJA DE ENCUESTA UTILIZADA EN LA INVESTIGACION

ANEXO B: TAREAS IMPORTANTES DE TECNICOS Y TECNOLOGOS SEGUN LAS  
EMPRESAS Y EGRESADOS

B.1.- Tareas importantes de técnicos y tecnólogos según las  
empresas.

B.2.- Importancia de las tareas en las empresas.

B.3.- Principales tareas realizadas actualmente por tecnólogos  
de la especialidad de Electrónica y telecomunicaciones.

ANEXO C: FUENTES DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNETICA (EMI)

C.1.- Fuentes de interferencia (EMI).

C.2.- Ruido eléctrico.

ANEXO D: PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SUELO A TENERSE EN CUENTA  
PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

D.1.- Humedad.

D.2.- Temperatura.

D.3.- Contenido químico.

D.4.- Compresión.

D.5.- pH del suelo.

D.6.- Medida de resistividad.

ANEXO E: MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS

E.1.- Generalidades.

E.2.- Especificaciones particulares.

E.3.- Acometida.

E.4.- Medición.

E.5.- Alimentadores a subtableros.

- E.6.- Subtableros.
- E.7.- Circuito de alumbrado.
- E.8.- Control de luces.
- E.9.- Circuitos de tomacorrientes.
- E.10.- Circuitos para salidas especiales de fuerza.
- E.11.- Computo de materiales.

ANEXO F: MUESTRA DEL EQUIPO RECOMENDADO PARA EL LABORATORIO

- F.1.- Sistemas de entrenamiento.
- F.2.- Cabinas.

ANEXO G: LISTA DE PRINCIPALES RECOMENDACIONES DEL CCITT NECESARIAS  
PARA MANEJAR EL EQUIPO

ANEXO H: PLANOS

- Iluminación.
- Tomacorrientes y salidas especiales.
- Amoblamiento de las áreas técnicas.

ANEXO I: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LOS PLANOS

**ANEXO A:**

**HOJA DE ENCUESTA UTILIZADA EN LA INVESTIGACION**

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

La siguiente encuesta tiene por objeto averiguar las funciones y actividades que realizan tanto egresados como estudiantes de tecnología en la especialidad de Electrónica y Telecomunicaciones, así como el equipo que maneja en su trabajo como también los problemas que enfrenta. Esto con el fin de proceder a realizar cambios sustanciales en el programa de estudios que actualmente se dicta en el Instituto de Tecnólogos de la E.P.N. A fin de responder de una manera adecuada a los requerimientos actuales de las empresas del país.

1.-) Nombre de la empresa:.....

2.-) Que cargo desempeña en la empresa?:.....

3.-) Es estudiante o egresado?:.....

4.-) Escriba las principales tareas o actividades que realiza en su trabajo en orden de importancia (Ejm:reparación de tarjetas, mantenimiento de equipos, instalación de equipos,etc) ?:

- 1.- .....
- 2.-.....
- 3.-.....
- 4.-.....
- 5.-.....
- 6.-.....
- 7.-.....
- 8.-.....
- 9.-.....
- 10.-.....
- 11.-.....
- 12.-.....
- 13.-.....
- 14.-.....
- 15.-.....

5.-) Enumere el equipo, instrumentos y accesorios que utiliza para realizar sus actividades, por más simples que sean (Ejm: multímetro, osciloscopio, chupasuelta, etc) ?:

- 1.-.....
- 2.-.....
- 3.-.....
- 4.-.....
- 5.-.....
- 6.-.....
- 7.-.....
- 8.-.....



## ANEXO B:

### **B.1.- TAREAS IMPORTANTES DE TECNICOS Y TECNOLOGOS SEGUN LAS EMPRESAS**

De entre las 10 tareas más importantes que cada empresa menciona, se han identificado 51, de éstas, las de mayor importancia por el porcentaje de empresas en las que se ejecutan, resultan ser:

<b>Porcentaje de empresas</b>	<b>Tareas más importantes</b>
<b>46,15%</b>	Diseño de redes de computación.
<b>38,46%</b>	Control de calidad y producción. Coordinación del mantenimiento. Asesoramiento técnico.
<b>30,77%</b>	Docencia Industrial. Mantenimiento del equipo eléctrico y electrónico. Mantenimiento y verificación de equipos.
<b>23,08%</b>	Reparación de tarjetas electrónicas. Mantenimiento preventivo de computadoras. Servicios en programación. Reparación de equipos de computación. Mantenimiento de motores AC y DC. Instalaciones industriales. Calibración de equipo electrónico.
<b>15,38%</b>	Adaptación de equipos. Montaje, reparación, operación de equipos. Mantenimiento mecánico.

### **B.2.- IMPORTANCIA DE LAS TAREAS EN LAS EMPRESAS**

A continuación se representa la importancia relativa de las tareas, entendiéndose esto como la frecuencia con que se realiza la misma, valorada sobre una escala de 4 puntos equivalente al 100%; considerando la calificación asignada por cada empresa se ha representado el promedio resultante, que expresado en forma porcentual da el siguiente orden de importancia a las tareas.

% promedio	# de empresas	Tareas
75,0 a 62,5	11	Cambio de circuitos integrados en tarjetas electrónicas.
62,5 a 50,0	7	Reparación y mantenimiento de tarjetas analógicas.
	8	Reparación de fuentes de poder.
	8	Reparación de circuitería digital.
	7	Programación de mantenimiento preventivo/correctivo.
	8	Trabajo administrativo.
	8	Utilización de Lotus, Symphony, etc.
50,0 a 37,5	8	Control y supervisión de personal.
	8	Monitoreo y pruebas de líneas.
	7	Reparación de circuitería analógica.
	7	Diseño y construcción de redes eléctricas para circuitos especiales.
	7	Mantenimiento de equipos electrónicos industriales.
	7	Cambio de piezas en controles automáticos.
	7	Instalaciones eléctricas.
	7	Reparación en general.
	6	Diseño e implementación de tableros eléctricos.
	6	Operación del computador.
	6	Reparación de tarjetas con microprocesadores.
	6	Mantenimiento de motores eléctricos.
37,5 a 25,0	5	Reparación y calibración de equipos de medida.
	4	Representación técnica de una empresa.
	4	Instalación de sistemas de comunicación.
	5	Visitas técnicas con labor de ventas.
	5	Instalación de reguladores de voltaje y UPS.
	4	Diseño e instalación de tableros de transferencia.
	6	Actividades varias en electrónica digital.
	4	Cambio de TRC.
	5	Detección de fallas en mecanismos de impresión.
	4	Calibración de monitores.
	4	Cambio de unidades en PC's (fuentes, tarjetas, etc.).
	4	Calibración de equipos de impresión.
	4	Reparación de monitores.
	5	Microsuelta.
	6	Rediseño de sistemas electromecánicos.
	4	Instructor de equipo especializado.

25,0 a 12,5

- 5 Montaje de equipo eléctrico.
- 5 Pequeños diseños (alarmas, cargadores, etc).
- 4 Diseño de controles industriales.
- 4 Reparación de fuentes lineales.
- 4 Supervisión de grupos de trabajo y proyectos.
- 4 Prueba de tarjetas en centrales digitales.
- 3 Instalación de equipos telefónicos.
- 3 Detección de fallas en equipos componentes de sistemas de comunicaciones.
- 3 Mantenimiento preventivo de centrales telefónicas.
- 2 Diseño de redes de comunicación de datos.
- 2 Dirección, coordinación y ejecución técnica en sistemas o redes de comunicación de datos.
- 3 Estudios de compatibilidad de equipos de comunicación de datos con computadores y periféricos.
- 5 Reparación y calibración de relés.
- 2 Programación de centrales telefónicas.
- 4 Instalaciones eléctricas domiciliarias.
- 3 Reparación de terminales y microcomputadores.
- 3 Instalación de equipos de seguridad (alarmas).
- 2 Mantenimiento de lazos de control.
- 3 Mantenimiento de equipos neumáticos industriales.
- 2 Detección de fallas en computadores.
- 3 Calibración de equipos de video.
- 3 Reparación en fuentes de terminales.
- 3 Instalación de software en PC's.
- 3 Instalación de terminales.
- 3 Cambio de piezas en equipo de impresión.
- 3 Mantenimiento de generadores eléctricos.
- 3 Instalación de centrales telefónicas.
- 2 Mantenimiento de termómetros digitales.
- 3 Montaje de instrumentos.
- 2 Montaje de equipo de refrigeración.
- 3 Instalaciones lógicas.
- 3 Reparación de electrodomésticos.
- 2 Rebobinado de motores.
- 4 Cambio de elementos optoacopiadores.
- 2 Instalación de FAX.
- 2 Calibración de disk-drivers.

- 3 Diseño de circuitos de control con detectores.
- 2 Reparación de interfaces para comunicación entre microcomputadores.
- 3 Diseño de sistemas de protección.
- 3 Reparación de equipos laser.
- 1 Instalación de cromatogramas y espectrofotómetros.
- 1 Instalación de equipos HF/VHF.
- 1 Detección de fallas en sistemas de automatización de rotativas.
- 2 Detección de fallas en scanner (separación de color para fotomecánica).
- 2 Mantenimiento correctivo de centrales telefónicas.
- 1 Instalación de equipos de comunicaciones de datos.
- 1 Mantenimiento preventivo y correctivo de equipo de comunicación de datos.
- 1 Montaje e instalación de cámaras de transformación.
- 1 Detección de fallas en fuentes lineales de emergencia (switching).
- 1 Sincronización de modem's.
- 1 Instalación física de terminales bancarias.
- 1 Identificación de tarjetas de control en modem's.
- 1 Instalación de redes telefónicas.
- 1 Reparación de centrales telefónicas electromecánicas.
- 1 Instalación y mantenimiento de chapas electrónicas.
- 1 Calibración de convertidores A/D.
- 1 Ensamblaje de microcomputadores.
- 1 Calibración de equipos de control de calidad.
- 1 Mantenimiento de sensores de humedad.
- 1 Mantenimiento de sensores de sonido.
- 2 Calibración de sensores de proximidad.
- 1 Reparación de TV a color.
- 2 Reparación de equipo de refrigeración.
- 2 Mantenimiento de AFX.
- 2 Configuración de equipos de comunicación.
- 1 Mantenimiento de copadoras.
- 1 Reparación de copadoras.
- 1 Diseño de transformadores de baja potencia.
- 1 Reparación y pruebas en equipos de

2	medición de tráfico y PCM.
1	Operación de teleimpresoras.
1	Reparación de centrales telefónicas digitales.
1	Calibración de equipos de sonido y video.
1	Reparar interfaces pila para comunicaciones.
1	Montaje e instalación de equipo médico.
1	Construcción de sistemas de iluminación controlados electrónicamente.
1	Implementación de sistemas de control digital.

Tomado de Convenio E.P.N.-A.C.C.C.

### B.3.- PRINCIPALES TAREAS REALIZADAS ACTUALMENTE POR TECNOLOGOS DE LA ESPECIALIDAD DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

#### B.3.1.- Campo de la computación

- Instalación de redes.
- Soporte técnico de software.
- Instalación de software.
- Preparación de discos y periféricos.
- Detección de daños.
- Reparación de monitores.
- Detección y eliminación de VIRUS.
- Formateo físico y lógico de discos duros.
- Reparación de fuentes de poder.
- Reparación de C.P.U..
- Instalación de periféricos.
- Reparación de impresoras.
- Instalación de redes locales.
- Mantenimiento de computadores y periféricos.

#### B.3.2.- Campo de las telecomunicaciones

- Reparación de centrales telefónicas.
- Reparación de tarjetas.
- Reparación de teléfonos.
- Instalación de equipos.
- Mantenimiento de equipos.
- Control de fallos en Centrales Telefónicas (C.T.).
- Reporte de fallos.
- Trabajos en C.T. utilizando terminales.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Tx y Rx.
- Instalación de equipos de radio de mediana y pequeña capacidad.
- Pruebas de propagación.
- Reparación de equipos de radio,multiplex y fuerza.
- Manejo de archivos en la computadora.

- Elaboración de archivos de los sistemas de Tx.
- Colaboración con los trabajos de operación.
- Participación en la recepción de los sistemas nuevos instalados en la región.
- Reparación de tarjetas de radio.
- Mantenimiento de equipos de radio.
- Instalación de equipos de radio de pequeña capacidad.
- Elaboración de informes y cronogramas de trabajo.
- Cursos de capacitación a personal técnico.
- Verificación del correcto funcionamiento de las tarjetas de las Centrales Telefónicas.
- Reparación de periféricos.
- Mantenimiento y reparación de interfaces.
- Reparación de tarjetas y programación de memorias del sistema de interface para monederos.
- Reparación de equipos de medición de centrales y sistemas multiplexer.

## ANEXO C:

### FUENTES DE INTERFERENCIA ELECTROMAGNETICA Y RUIDO ELECTRICO

#### C.1.- INTERFERENCIA ELECTROMAGNETICA (EMI)

Estos tipos de interferencias poseen un amplio rango de frecuencias las mismas que pueden ser radiadas o conducidas de diferentes maneras, además, las interferencias que se producen se deben a cambios abruptos tanto del campo magnético como eléctrico de este tipo de señales.

Existen algunos tipos de interferencia electromagnética, así tenemos:

- **Radiada**, también conocida como interferencia de radio frecuencia se propaga por el medio ambiente y generalmente se produce por el funcionamiento de equipos, en los cables de interconexión o antenas de transmisión.
- **Conducida**, es un poco más difícil de eliminar ya que no es fácil determinar la fuente que la produce, por lo general se propaga a través de los cables de señal, de potencia o de datos.
- La interferencia electromagnética puede ser también de **banda estrecha** o **banda ancha**. La de banda estrecha posee un rango muy estrecho de frecuencias del orden de los 5 KHz y es producida por el funcionamiento de circuitos lógicos o generadores de pulsos; la interferencia de banda ancha posee un amplio rango de frecuencias del orden de los 10 KHz y es producida por el funcionamiento de fuentes de alimentación, dispositivos electromagnéticos, sistemas de conmutación y medios de descarga electrostática.

Los equipos electrónicos existentes en el laboratorio son muy sensibles a los siguientes tipos de interferencia electromagnética:

a.- Transitorios en la línea de alimentación eléctrica o EMI conducida, generados por:

- Rayos.
- Cambios bruscos de carga (como arranque de motores).
- Conexión de bancos de capacitores que pueden provocar picos mayores que la amplitud máxima nominal de la red.
- Conmutación de redes.

b.- Diferencias de potencial en el sistema de tierra causados por:

- Voltajes transitorios.
- Acoplamiento capacitivo de picos de corriente.

Estas diferencias de potencial tienen mayor probabilidad de ocurrir en sistemas grandes, y más aún si tienen cables de tierra muy largos.

c.- Variaciones de energía eléctrica que generan RFI y son causadas por:

- Interferencias entre equipos de cada área.
- Interferencias con otros equipos.

Estas señales son captadas y emitidas por cables de energía, cables de comunicaciones, equipos de computación, aparatos de radio o TV, equipos de radar. Esta interferencia puede ser neutralizada con el uso de cables blindados.

La interferencia radiada que producen ciertos equipos pueden ocasionar interferencias en el equipo de computación del laboratorio

si están situados a distancia menores que las dadas en la **tabla # C.1.**

<b>EQUIPOS</b>	<b>DISTANCIA MINIMA</b>
Transmisor de AM.....	300 m.
Transmisores de radio de policías,bomberos,etc.....	46 m.
Transmisores de TV o FM.....	400 m.
Antenas de radar.....	1600 m.

**Tabla # C.1.- Distancia entre el entrenador y otros equipos para disminuir la interferencia RFI.**

Existen regulaciones y recomendaciones del CCITT, a través del CISPR (Comité Internacional Especial de Perturbaciones Radioeléctricas), para la medición del contenido de energía de las perturbaciones y de las distancias mínimas a las que se deben ubicar los equipos entre sí para evitar interferencias y los errores que ésta puede causar, similares a los indicados en la **tabla # C.1.**

Según esta tabla los equipos de computación pueden producir RFI a otros equipos del laboratorio, si entre ellos hay menos de 46 metros de distancia y si los otros equipos son: estaciones de radio de policía o de bomberos, receptores de AM, FM, o TV, sistemas de intercomunicación inalámbrica; sin embargo, es difícil cumplir con lo indicado en la **tabla C.1.** en el interior de las áreas del laboratorio

debido al espacio, además, dado que es difícil localizar las fuentes de EMI es mejor tomar medidas de prevención como :

- Buen sistema de tierra, en lo posible de valor menor o igual a 1 ohmio.
- Blindaje de los cables de datos entre computadores o computador y sistema de entrenamiento.
- Uso de supresores de transitorios en las entradas y salidas de cables de datos en los equipos, los que limitan el valor de los picos de ruido que intentan ingresar a los cables.
- Mantener la distancia mínima entre cables de fuerza y de datos, aún que estos sean blindados, como se muestra en la tabla # C.2.
- No instalar cables de datos en la misma tubería o canaleta metálica que los cables de fuerza.
- No encender computadores muy cercanos mientras se utilicen en ciertas áreas entrenadores sensibles a interferencias electromagnéticas; como por ejemplo, en antenas, radar, etc.

POTENCIA ELECTRICA	DISTANCIA MINIMA ENTRE CABLES	
	SIN BLINDAJE	BLINDADOS
1 KVA	30 cm.	2.5 cm.
2 KVA	45 cm.	5.0 cm.
5 KVA	61 cm.	15.0 cm.

Tabla C.2.-Distancia mínima entre cables de fuerza y de datos.

## C.2.- RUIDO ELECTRICO

El ruido eléctrico es una señal eléctrica indeseada, generalmente de valor pequeño, que se introduce al equipo y puede deberse a causas naturales o a problemas con otros equipos. El ruido eléctrico puede clasificarse en seis tipos:

- a.- **Ruido blanco**, es el ruido Gaussiano que se origina por la agitación térmica de los electrones y por tanto es inevitable. En general el ruido blanco no presenta problemas en los sistemas electrónicos a menos que alcance una potencia tan alta que produzca interferencia en la transmisión de datos; si entre la señal y el ruido existe al menos 24 dB la señal no va a resultar afectada.
- b.- **Ruido de impulsos**, son picos de señal indeseada que ocurren de manera aleatoria y son la causa principal de los errores en la transmisión de datos. Un impulso puede escucharse como un click en una conversación telefónica sin interrumpirla, pero en una transmisión de datos puede dañar un grupo de bits de información. La causa principal de este ruido es el equipo de conmutación del sistema telefónico y los trabajos de reparación y mantenimiento de las líneas componentes del sistema telefónico. El estado físico de las líneas también influye en este tipo de ruido.
- c.- **Diafonía**, es el acoplamiento de señales indeseadas de un canal en otro, este acoplamiento puede ser de tipo inductivo o capacitivo. La probabilidad de esta interferencia aumenta con la cercanía de los cables de datos a los cables de suministro de energía eléctrica, la mayor potencia de la señal y el uso de

señales de alta frecuencia.

- d.- **La intermodulación**, es un tipo especial de diafonía en el cual dos señales se intermodulan entre sí y forman una nueva señal que se sitúa en una frecuencia diferente de las dos, con la probabilidad de que la frecuencia resultante esté reservada para otra señal, creando problemas a esta señal.
- e.- **El ruido de eco**, en las líneas de transmisión produce un efecto similar a la diafonía. Se produce cuando la impedancia de la línea no ha sido acoplada correctamente con la del dispositivo receptor, por lo que se refleja una señal desde el receptor hacia el transmisor. Si la potencia del eco es pequeña no causará problemas en la transmisión de datos.
- f.- **El ruido de amplitud**, implica un cambio brusco del nivel de la señal, el efecto que causa depende del tipo de modulación que se esté utilizando para la transmisión de datos, siendo su efecto más notorio cuando se usa modulación en amplitud (AM). Algunas de las causas más comunes de este tipo de ruido son malos amplificadores, contactos sucios en resistencias variables, y la adición de nuevas cargas cuando se conectan nuevos circuitos. Finalmente, de todos los tipos de ruido el más dañino para las transmisiones de datos entre computadores, equipos de prueba y sistemas de entrenamiento es el ruido de impulsos, es por eso que en cuanto a líneas telefónicas se prefiere usar líneas privadas (Lp) en lugar de líneas conmutadas.

ANEXO D:

**PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL SUELO A TENERSE EN CUENTA  
PARA EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Un suelo en general al no encontrarse húmedo no conduce la electricidad, a excepción de ciertos cuerpos minerales que conducen a causa de su alto contenido metálico. La resistividad de la tierra de acuerdo a múltiples estudios realizados varía con la humedad, temperatura, contenido químico y compactación del suelo sobre el que se implemente el sistema de puesta a tierra. En la **tabla # D.1.** tenemos un cuadro en el que se muestran resistividades para diferentes tipos de suelo.

TIPO DE TERRENO	RESISTIVIDAD PROMEDIO (OHMIO-METRO)
SUELO ORGANICO	
HUMEDO .....	10
SUELO HUMEDO.....	100
SUELO SECO.....	1000
MANTO ROCOSO (RIPIO).....	10000

Tabla # D.1.-Resistividad promedio de diferentes tipos de suelo.

**D.1.- HUMEDAD**

Un terreno al ser regado con agua aumenta su conducción eléctrica y de hecho disminuye su resistencia. La humedad se expresa como porcentaje de agua contenida por unidad de peso. En la **figura # D.1.**

(curva 1) vemos que la resistividad del suelo disminuye violentamente para valores de humedad en el orden del 15 %,pero para valores de humedad superiores al 22 % la disminución de la resistividad es muy pequeña.

#### D.2.- TEMPERATURA

Observando la figura # D.1. (curva 2) vemos que para valores superiores a los 0°C,el efecto de la temperatura sobre la resistividad no es importante ya que la misma disminuye muy poco. Para valores de temperatura bajo los 0°C la resistividad aumenta rápidamente. Se puede ver que en 0°C existe una discontinuidad debido al congelamiento de las partículas de agua en la tierra.

#### D.3.- CONTENIDO QUIMICO

El contenido químico,es decir la cantidad de sales solubles,tanto ácidas como alcalinas,afectan considerablemente la resistividad del suelo ya que la conducción a tierra es un proceso electrolítico.

SAL ANADIDA (% EN PESO)	RESISTIVIDAD (OHMIO-METRO)
0.0.....	107.0
0.1.....	18.0
1.0.....	4.8
5.0.....	1.9
10.0.....	1.3
20.0.....	1.0

Tabla # D.2.-Variación de la resistividad con el contenido de sal.

En la figura # D.1. (curva 3) vemos la variación de la resistividad de acuerdo al contenido de sal (cloruro de sodio), para una muestra que contiene un 30 % de humedad. Es evidente que para una muestra con diferente contenido de humedad la curva será diferente. Así vemos que la resistividad disminuye conforme aumenta el contenido de sal del suelo. En la tabla # D.2. observamos que al aumentar el 0,1 % de sal al suelo, la resistividad disminuye en más del 80 %.

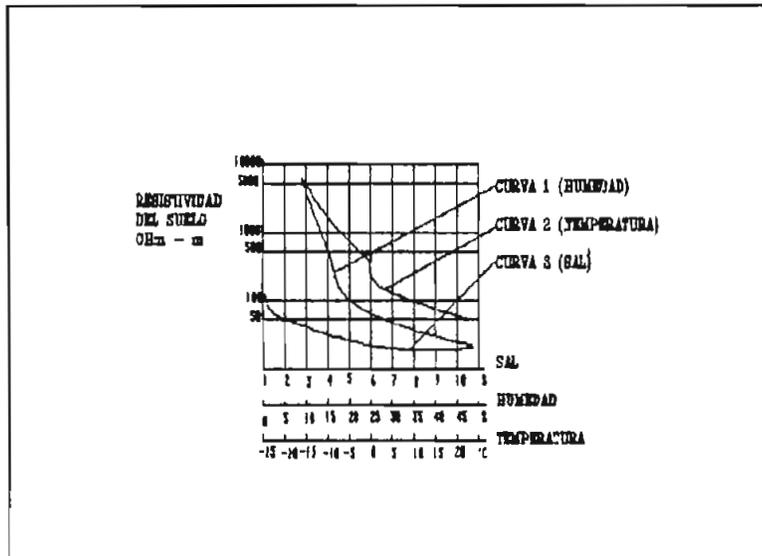


FIGURA D.1.-Efecto de temperatura, humedad y contenido químico en la resistividad del suelo.

#### D.4.- COMPRESION

En muchas ocasiones debido a efectos de necesidad de relleno o por compactación después de efectuada la excavación para construir la malla de tierra, el terreno se ve sometido a un aprisionamiento. Esto también afecta a la resistividad del terreno, pues con mayor número de impactos la resistividad disminuye, como se ve en la figura # D.2.

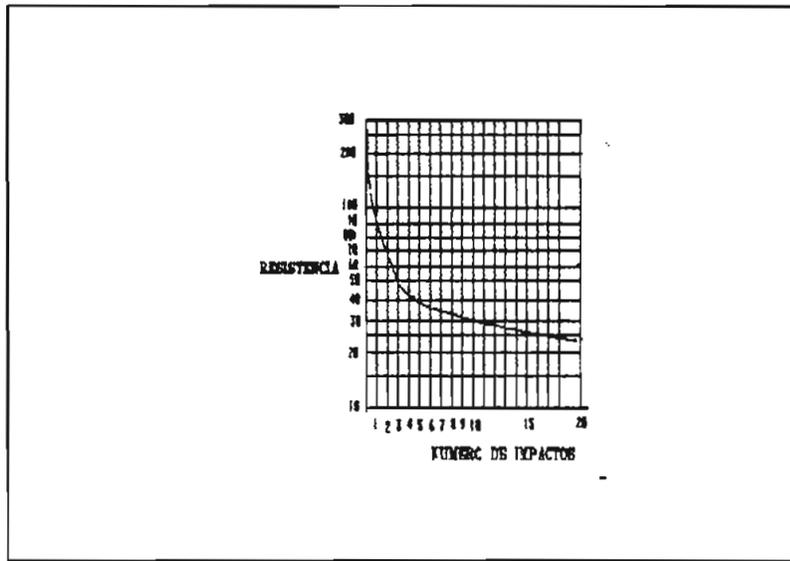


Figura # D.2.-Efecto de la compresión sobre la resistividad

D.5.- pH DEL SUELO

Se ha podido determinar que la resistividad del suelo es afectada por la variación del pH del suelo cuando el contenido de humedad está entre el 13 y el 25,5 %, como se puede ver en la figura # D.3.

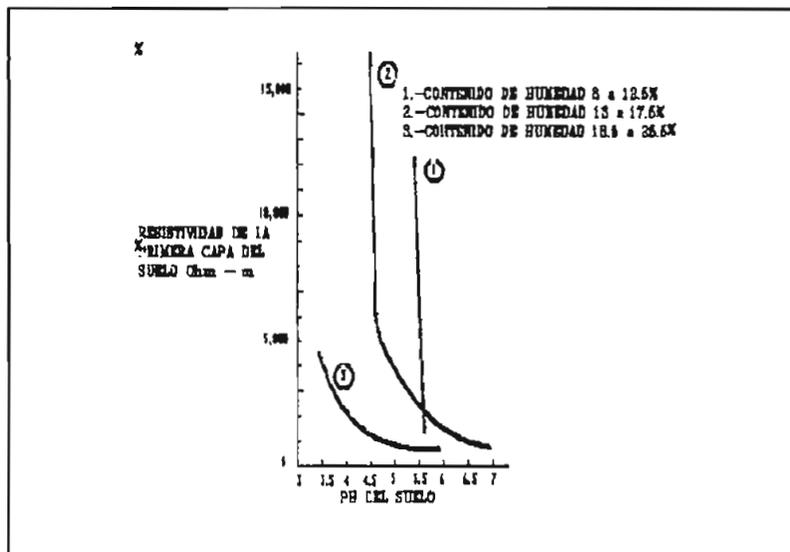


Figura D.3.-Variación de la resistividad con el pH.

#### D.6.- MEDIDA DE RESISTIVIDAD DE UNA PUESTA A TIERRA

Los métodos analíticos para determinar la resistencia de puesta a tierra son muy complejos y no lo bastante exactos, de allí que el diseño de estas instalaciones se las haga a base de datos experimentales o modificaciones.

En el propio terreno la resistividad del mismo puede medirse con el uso del instrumento indicado en la figura # D.5..

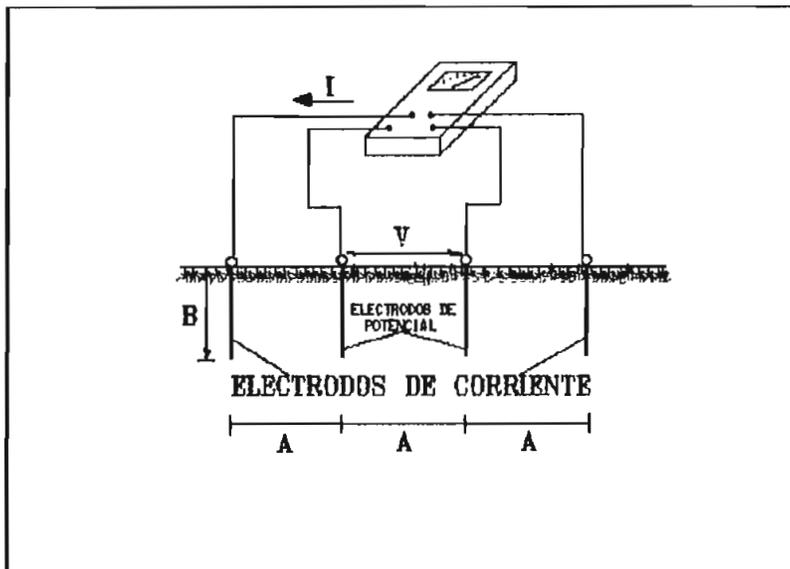


FIGURA D.5.- Medición de la resistividad.

Se colocan los dos electrodos de corriente y los dos electrodos de potencial, de modo que formen una línea recta, la distancia entre los (A), debe ser la misma. Se mide, la diferencia de potencial ( $V$ ) entre los dos electrodos de potencial y se determina la corriente ( $I$ ) que circula entre los dos electrodos de corriente.

Se calcula la resistencia mutua  $R =$  según la fórmula  $R=V/I$  (algunos instrumentos dan la lectura directamente en ohmios). Después se

calcula la resistividad del terreno con la fórmula simplificada (1), ya que "B" es pequeño comparado con "A", como es el caso de pruebas en las que la profundidad de los electrodos es pequeña.

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot A \cdot R$$

donde :

$\rho$  = Resistividad del terreno en ohmios x metros

R = V/I ohmios

A = Distancia entre los electrodos adyacentes en metros

## ANEXO E:

### **MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS**

#### **E.1.- GENERALIDADES**

El presente proyecto de instalación eléctrica se realizará en un edificio de 3 plantas en la ciudad de Quito, el mismo que será utilizado como se observa en el plano arquitectónico para un laboratorio de telecomunicaciones.

El edificio posee subsuelo, planta baja, primer piso y segundo piso, las mismas que para los distintos cálculos se encuentran en la siguiente distribución de niveles:

	<b>Nivel</b>
- Subsuelo	-2.10
- Planta baja	+0.90
- Primer piso	+4.20
- Segundo piso	+7.50

En el subsuelo se encuentran situados el transformador y el tablero general de medidores. Las plantas destinadas al laboratorio tendrán su propio circuito de iluminación, tomas y circuitos especiales; y su consumo se registrará en un único contador de energía. Se tiene oficinas en cada una de las áreas, cada una de las cuales tienen su propio circuito de iluminación y de tomas. Para la instalación eléctrica se ha observado cinco diferentes tipos de necesidades, las mismas que sirven de base para la distribución y la independencia de los circuitos que son:

- Alumbrado para oficinas y laboratorio.
- Alimentación de fuerza a 110 V en todos los locales para la iluminación.
- Alimentación de fuerza a 220 V para cisternas, circuitos especiales.
- Los servicios generales están constituidos por circuitos de iluminación, tomas y bombas de agua.
- Circuito de conexión a tierra para equipo de medición, prueba y computación.

## R.2.- ESPECIFICACIONES PARTICULARES

Las normas que se siguen en el presente diseño son las correspondientes al código eléctrico americano (NEC). Los materiales a utilizarse serán nuevos de acuerdo a las especificaciones dadas en el listado de materiales, cumpliendo por lo menos las siguientes reglas generales:

Tubería conduit, tipo liviano, galvanizado, tipo EMT y diámetro de acuerdo con el número de conductores, los tramos de esta tubería serán unidos mediante uniones.

Los interruptores serán del tipo: simple, doble y de tres vías, los mismos que tendrán una capacidad de interrupción de 15 y 20 A. dependiendo del tipo de conexión que se vaya a realizar, el color de estos será crema, ubicándolos a 1.40 m. del nivel del piso terminado.

Las tomas se ubicarán a 0.40 m. del piso terminado, con excepción de las tomas en baños, las cuales se ubicarán a 1.20 m. del piso

terminado. Los conductores para los diferentes circuitos serán:

- #12,#14 AWG,para los circuitos de iluminación.
- #10,#12 AWG,para circuitos de tomas.
- #4,#6,#8,#12,#14 AWG,para los alimentadores de las áreas.
- #2/0,#1/0,#2,#8,#10,#12 AWG,para circuitos especiales.

Para los conductores se aconseja llevar un color diferente para cada fase y un color para el neutro,este código de colores debe respetarse a lo largo de toda la instalación negando la posibilidad de realizar empalmes dentro de las tuberías,además,todas las uniones deben ejecutarse dentro de las cajas cubriéndolas con cinta aislante. Las cajas serán rectangulares para interruptores y tomas,pudiendo variar dependiendo del tipo de entradas que se tenga en cada punto.

Los distintos subtableros se deben a la capacidad de barras que tiene cada circuito,de igual forma sucede con los interruptores termomagnéticos,siendo estos monopolares y bipolares de 15 A,20 A y 40 A.

### **E.3.- ACOMETIDA**

La acometida es una alta tensión,de acuerdo a las disponibilidades del local es de 7 KV,se realizará en forma subterránea y se alimentará en baja a través de un transformador trifásico de 7 KV/240/120 V,ya que se tiene una carga instalada de 73.790 KVA y una carga demendada de 27.326 KVA,la acometida de baja tensión vendrá desde el transformador al tablero general de distribución empotrada por medio de tuberías.

#### E.4.- MEDICION

Existe un tablero general de medidores en el que se tiene dos medidores para todo el laboratorio, uno para la vivienda del conserje y otro para las distintas áreas del laboratorio, cada cual con sus respectivos interruptores termomagnéticos tal como lo indica el diagrama unifilar. Cabe señalar que el tablero general de medidores con su respectivo equipo de medición, protección y accesorios, serán suministrados en su totalidad por la Empresa Eléctrica Quito.

#### E.5.- ALIMENTADORES A SUBTABLEROS

Debido a que no se tiene una longitud fija ni tampoco una carga standard para cada planta y local, las especificaciones de estos se detallan en el cuadro E.1. para un mejor entendimiento.

---

ALIMENTADOR	TIPO	CONDUCTOR	DIAMETRO	LONGITUD	SUBTABLERO
	10	fase=neutro	pulgada	(metros)	alimentado
1\2" - 3*12	3 hilos	12	1\2"	10.8	ST - B3
1\2" - 3*12	3 hilos	12	1\2"	10.8	ST - SG3
3\4" - 3*8	3 hilos	8	3\4"	8.1	ST - B2
3\4" - 3*8	3 hilos	8	3\4"	8.1	ST - SG2
3\4" - 3*8	3 hilos	8	3\4"	5.4	ST - B1
3\4" - 3*8	3 hilos	8	3\4"	5.4	ST - SG1
3\4" - 3*8	3 hilos	8	3\4"	3	ST - SGP

---

CUADRO E.1.-Alimentadores

#### **E.6.- SUBTABLEROS**

Con cada alimentador se provee un subtablero en armarios metálicos, usualmente empotrados en pared, con barras de cobre y protecciones termomagnéticas para los circuitos derivados como son de iluminación, tomas y conexiones especiales. En cada una de las áreas se tendrá subtableros propios de distribución y control para alimentar a las mesas de trabajo, ubicándolas en el interior de las mismas tratando de evitar el daño en la estética y considerando facilidad de acceso. Para servicios generales utilizaremos 7 subtableros, uno ubicado en el subsuelo y dos en cada una de las otras tres plantas. Las especificaciones completas de estos subtableros se detallan en los distintos cuadros de subtableros que se adjuntan en las páginas posteriores.

#### **E.7.- CIRCUITOS DE ALUMBRADO**

Para el alumbrado se ha estructurado circuitos que no sobrepasen una carga total máxima de 1500 vatios. En general se han utilizado lámparas fluorescentes de 75 vatios, con luminarias compuestas de dos lámparas para las áreas técnicas del laboratorio y lámparas incandescentes. La lámpara fluorescente que se utilizará será tipo F96T12 arranque instantáneo.

En cuanto a los factores de demanda estandarizados y a criterio se utilizó para las áreas el valor de 0.9 garantizando en ambos casos una corriente que fluctúa entre 15 a 20 A. Todo el análisis anterior se lo ha realizado en base a criterios y precauciones que se detallan a continuación:

- Largo, ancho, superficie, altura del techo, altura del plano de trabajo para determinar el tipo de local a iluminarse.
- Utilización del local, tipo de trabajo que se realizará en el mismo, para determinar la cantidad de iluminación que se necesitará para el desarrollo de las distintas actividades que se vayan a realizar.
- Reflexión probable de paredes y techos, mantenimiento y conservación de las cualidades lumínicas en el local, determinando el tipo de lámpara a usarse y a la vez el tipo de alumbrado.

Con estas consideraciones y habiendo escogido el tipo de lámpara adecuada para los distintos locales, se ha procedido a determinar el número de puntos para la iluminación de cada ambiente, tal como se indica en los planos correspondientes a iluminación. El criterio utilizado para la distribución de luminarias se lo ha realizado tratando de obtener una buena iluminación y simetría que vaya acorde con las actividades que se vayan a realizar, las especificaciones en cuanto a todas las luminarias utilizadas se adjuntan en cuadros posteriores.

#### **E.8.- CONTROL DE LUCES**

Se realizará mediante interruptores simples, dobles e interruptores de tres vías, los mismos que están situados a la entrada de cada área y a una altura promedio de 1.4 m. medidos desde el nivel del piso. Esto se realizó para una mayor comodidad del usuario y respetando a la vez las normas establecidas para este tipo de circuitos.

#### **E.9.- CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES**

Para la alimentación de fuerza a 110 V, se estructuró circuitos con cargas totales de 2400 vatios, considerando una carga promedio en cada punto de 200 vatios con un factor de potencia de 1.0 y factores de demanda de acuerdo a las normas dadas, asegurando tener así una corriente máxima de 20 A. por punto. Para las tomas de computadoras se consideró una carga promedio en cada punto de 400 vatios y para apliques se utilizó una carga promedio de 60 vatios.

#### **E.10.- CIRCUITOS PARA SALIDAS ESPECIALES DE FUERZA**

La alimentación de fuerza a 220 V la realizaremos con dos fases y un neutro. Utilizaremos dos fases para las bombas de agua siendo una de ellas de emergencia (también para en el circuito del taller). Cabe señalar que cada uno de estos circuitos especiales tendrá su propio interruptor termomagnético para las corrientes ubicadas en cada caso. Las especificaciones en cuanto a las salidas especiales se detallan en los cuadros de tableros.

#### **E.11.- COMPUTO DE MATERIALES**

Se detallan en los cuadros mostrados a continuación.

**Nota.-** En los planos arquitectónicos los circuitos de iluminación que no tengan especificaciones serán # 14 AWG, para los circuitos de tomacorrientes que de igual forma no tengan especificaciones serán # 12, en tubería de media pulgada para ambos casos.

INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES

PRESUPUESTO ESTIMATIVO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA

PARTIDA A - Conductores

UNIT.	CANT.	ESPECIFICACION	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
m.	400	Conductor de Cu TW sólido # 14 AWG	180	72.000
m.	11300	Conductor de Cu TW sólido # 12 AWG	260	2'938.000
m.	950	Conductor de Cu TW sólido # 10 AWG	420	399.000
m.	3500	Conductor de Cu TW sólido # 8 AWG	660	2'310.000
m.	200	Conductor de Cu TW sólido # 6 AWG	780	156.000
m.	100	Conductor de Cu TW sólido # 4 AWG	960	96.000
m.	100	Conductor de Cu TW sólido # 1/0 AWG	1860	186.000
total conduct (sucres):				6'157.000

PARTIDA B - Cajetines

UNIT.	CANT.	ESPECIFICACION	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
c/u	810	Caja rectangular galvanizada EMT rectangular alta	510	413.100
c/u	394	Caja conduit galvanizada EMT octogonal	510	200.940
c/u	394	Tapas para caja conduit octogonal	240	94.560
total cajetines (sucres):				708.600

PARTIDA C - Tuberias

UNIT.	CANT.	ESPECIFICACION	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
m.	1295	Tubo conduit diam. 13mm. (1/2")	480	621.600
m.	120	Tubo conduit diam. 38mm. (1")	740	88.800
m.	205	Tubo conduit diam. 28.5mm. (3/4")	905	185.525
m.	9	Tubo conduit diam. 47.5mm. (1 1/4")	1270	11.430
m.	9	Tubo conduit diam. (2")	1491	13.419
m.	7	Tubo conduit diam. (3")	1917	13.419
total tubería (sucres):				934.193

**PARTIDA D - Interruptores**

UNI.	CANT.	ESPECIFICACION	VALOR UNIT.	VALOR TOT.
c/u	308	Interruptor tomacorriente 15A -120V (taco+placa)	2.940	905.520
c/u	46	Interruptor simple 15A-120V (taco+placa)	1.950	89.700
c/u	20	Interruptor doble 15A-120V (taco+placa)	2.940	58.800
c/u	6	Interruptores triples 15A-120V (taco+placa)	3.200	19.200
c/u	0	Interruptor tipo pulsante (taco+placa)	1.960	0
c/u	2	Interruptor bipolar tipo cuchilla 30A-250V	2.980	5.960
c/u	0	Interruptor botón timbre 15A-120V	900	0
c/u	82	Interruptor termomagnético de un polo 20A-120V (breaker)	7.000	574.000
c/u	4	Interruptor termomagnético de un polo 30A-120V (breaker)	7.000	28.000
c/u	8	Interruptor termomagnético de un polo 15A-120V (breaker)	7.000	56.000
c/u	6	Interruptor magnético de 2 polos 20A-220V (breaker)	8.500	51.000
total interrpp (sucres):				1'788.180

**PARTIDA E - Accesorios**

UNI.	CANT.	ESPECIFICACION	VALOR UNIT.	VALOR TOT.
c/u	24	Boquilla tipo roseton para lámpara incandescente 100W-120V	980	23.520
c/u	17	Tablero de distribución tipo QOL-4F	16.315	277.355
c/u	1	Tablero de 6 medidores	40.000	40.000
total accesor (sucres):				340.875

**total material : 9'928.848**

**PARTIDA F - Mano de obra**

UNI.	CANT.	ESPECIFICACION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
pto	202	Iluminación	5.000	1'010.000
pto	227	Tomacorrientes	5.000	1'135.000
pto	62	Breakers	5.000	310.000
m.	80	Acometida	1.000	80.000
pto	0	Salida telefónica directa	3.000	0
pto	1	Salida especial (ducha)	6.000	6.000
c/u	20	Tablero general de medidores	8.000	160.000
pto	0	Salida para timbre	4.100	0
Total mano de obra (sucres):				2'701.000

Total costos directos (sucres):	12'629.848
Total costos indirectos (sucres):	1'262.984,8
	-----
Total instalaciones eléctricas interiores (sucres):	13'892.832,8

**FORMA DE PAGO A CONVENIR**

**TIEMPO DE EJECUCION: DE ACUERDO AL CRONOGRAMA DE LA OBRA**

**VALIDEZ DE LA OFERTA: 10 días**

**Nota: no se incluye picado ni reposición de paredes, pisos y aceras.**

METODO DE LOS LUMENES APLICADO PARA LLENAR EL  
CUADRO DE CALCULO DE LUMINARIAS

1.-Determinamos E en lux.

2.-Seleccionamos el sistema de iluminacion,dependiendo del tipo de local.

Seleccionamos el tipo de lamparas y/o luminarias.Para nuestro caso el sistema de iluminacion va a ser directo con luminarias fluorescentes.

Ademas se recomienda utilizar tonos medios para colores en techos y paredes,esto debido a que nuestro local va a ser utilizado como un centro de educacion.

3.-Evaluamos el indice del local en funcion de las dimensiones.

$$RI = (LXA)/(HX(L+A)).$$

RI	INDICE DEL LOCAL
< 0.7	J
0.7 - 0.9	I
0.9 - 1.12	H
1.12- 1.38	G
1.38- 1.35	F
1.75- 2.25	E
2.25- 2.75	D
2.75- 3.50	C
3.50- 4.50	B
> 4.50	A

4.-Determinamos el coeficiente de utilizacion CU.Representa el porcentaje o calidad de luz que se utiliza en el plano de trabajo desde la lampara.Depende del color y de las reflexiones.

Para nuestro caso asumimos un coeficiente de reflexion de techo y paredes del 30 %.

Para esto utilizamos la tabla que se muestra a continuacion intersectando IL (indice del local con el factor de reflexion del 30 %.

5 -Asumimos un coeficiente de conservacion(C.C.) de 0.75 %.

6.-Determinamos el numero de lamparas y luminarias.

$$\# \text{ lam} = (E(lx) \times \text{Area}(m^2)) / ((lum/lamp) \times CU \times CC).$$

$$\# \text{ lumin} = \# \text{ lamp} / (\text{lamp}/\text{lumin}).$$

7.-Distribucion final (ver en el plano respectivo de iluminacion al final de este trabajo).

NOTA.-Para determinar el CU (coeficiente de utilizacion),utilizamos los cuadros mostrados a continuacion.

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferior a	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización							
				50%	70%	50%	30%	10%	30%		
Luminario de distribución simétrica por lámparas de vapor de mercurio. Haz estrecho Alumbrado DIRECTO	0,8 x Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,68 Malo 0,60	J	0,51	0,48	0,46	0,51	0,48	0,46	0,48	0,46
			I	0,58	0,55	0,53	0,57	0,55	0,53	0,55	0,53
			H	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,57	0,59	0,57
			G	0,66	0,63	0,61	0,65	0,63	0,61	0,63	0,61
			F	0,69	0,66	0,64	0,68	0,66	0,64	0,65	0,64
			E	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,68	0,69	0,67
			D	0,74	0,72	0,70	0,73	0,71	0,70	0,70	0,69
			C	0,75	0,74	0,72	0,74	0,73	0,71	0,72	0,71
			B	0,77	0,76	0,74	0,76	0,75	0,73	0,73	0,73
			A	0,78	0,77	0,75	0,77	0,75	0,74	0,74	0,74
Panela para tubos fluorescentes estándar. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J	0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22	0,25	0,21
			I	0,39	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,33	0,30
			H	0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,36	0,39	0,36
			G	0,54	0,48	0,44	0,52	0,47	0,43	0,45	0,42
			F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48	0,50	0,47
			E	0,65	0,60	0,56	0,62	0,58	0,54	0,56	0,53
			D	0,70	0,65	0,61	0,66	0,63	0,60	0,60	0,58
			C	0,73	0,69	0,65	0,70	0,66	0,63	0,63	0,61
			B	0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68	0,67	0,65
			A	0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71	0,70	0,69
Luminario para tubos fluorescentes estándar provisto de cubeta de material plástico. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 x Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,70 Malo 0,65	J	0,24	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15	0,18	0,15
			I	0,31	0,25	0,21	0,29	0,25	0,21	0,23	0,20
			H	0,36	0,31	0,26	0,34	0,29	0,26	0,28	0,25
			G	0,41	0,35	0,32	0,39	0,34	0,30	0,33	0,29
			F	0,46	0,40	0,36	0,43	0,38	0,34	0,36	0,33
			E	0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40	0,41	0,38
			D	0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	0,44	0,41
			C	0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47	0,47	0,44
			B	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51	0,50	0,48

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferiores	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización																
				50%	60%	50%	70%	50%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%			
Regleta para tubos fluorescentes standard. Montaje de superficie. Alumbrado SEMIDIRECTO	1,4 x Altura de montaje	Bueno 0,75 Medio 0,65 Malo 0,55	J	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,22	0,20	0,17		
			I	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,35	0,34	0,28	0,24	
			H	0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31	0,40	0,34	0,30	0,40	0,34	0,30	0,40	0,34	0,30	0,30	0,30
			G	0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,46	0,40	0,36	0,46	0,40	0,36	0,46	0,40	0,36	0,40	0,36
			F	0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,50	0,44	0,40	0,50	0,44	0,40	0,50	0,44	0,40	0,44	0,40
			E	0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,49	0,57	0,52	0,47	0,57	0,52	0,47	0,57	0,52	0,47	0,52	0,47
			D	0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55	0,62	0,57	0,52	0,62	0,57	0,52	0,62	0,57	0,52	0,57	0,52
			C	0,71	0,65	0,60	0,70	0,63	0,59	0,65	0,61	0,56	0,65	0,61	0,56	0,65	0,61	0,56	0,61	0,56
			B	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,69	0,65	0,65	0,69	0,65	0,65	0,69	0,65	0,65	0,69	0,65
			A	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70	0,78	0,74	0,70	0,78	0,74	0,70	0,78	0,74	0,70	0,74	0,70
Luminaria para tubos fluorescentes standard provista de cubeta de material plástico. Montaje empotrado. Alumbrado DIRECTO	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,70 Medio 0,60 Malo 0,50	J	0,27	0,22	0,20	0,26	0,22	0,19	0,26	0,22	0,19	0,26	0,22	0,19	0,25	0,22	0,19		
			I	0,33	0,28	0,26	0,33	0,29	0,25	0,32	0,28	0,25	0,32	0,28	0,25	0,32	0,28	0,26	0,25	
			H	0,38	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,37	0,33	0,30	0,37	0,33	0,30	0,37	0,33	0,30	0,30	0,30
			G	0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34	0,38	0,34
			F	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38	0,41	0,38
			E	0,50	0,47	0,43	0,50	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43	0,46	0,43
			D	0,53	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,51	0,48	0,47	0,51	0,48	0,47	0,51	0,48	0,46	0,48	0,46
			C	0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,49	0,53	0,51	0,49	0,53	0,51	0,49	0,53	0,51	0,49	0,51	0,49
			B	0,59	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,56	0,54
			A	0,60	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,59	0,57	0,55	0,57	0,56

LUMINARIA	Distancia entre luminarias inferior a	Coeficiente de conservación	Techo Paredes Índice local	Coeficiente de utilización													
				50%	30%	70%	50%	30%	50%	30%	10%	30%	10%				
Luminaria de distribución simétrica por lámparas de incandescencia. Haz ancho Alumbrado DIRECTO	1,7 x Altura de montaje	Bueno 0,80 Medio 0,75 Malo 0,70	J I H G F E D C B A	0,36	0,32	0,29	0,35	0,32	0,29	0,32	0,29	0,32	0,29	0,32	0,29		
				0,45	0,41	0,38	0,45	0,41	0,38	0,41	0,38	0,41	0,38	0,41	0,38	0,41	0,38
				0,52	0,48	0,45	0,51	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,45
				0,58	0,54	0,51	0,57	0,53	0,50	0,53	0,50	0,53	0,50	0,53	0,50	0,53	0,50
				0,62	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55	0,61	0,58	0,55	0,61	0,58
				0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,66	0,63	0,61	0,66	0,63	0,61	0,66	0,63
				0,70	0,67	0,65	0,69	0,65	0,64	0,69	0,65	0,64	0,69	0,65	0,64	0,69	0,65
				0,72	0,69	0,67	0,71	0,68	0,67	0,71	0,68	0,67	0,71	0,68	0,67	0,71	0,68
				0,75	0,73	0,71	0,74	0,72	0,70	0,74	0,72	0,70	0,74	0,72	0,70	0,74	0,72
				0,77	0,75	0,73	0,75	0,73	0,72	0,75	0,73	0,72	0,75	0,73	0,72	0,75	0,73
Luminaria de distribución simétrica por lámparas de incandescencia. Haz medio Alumbrado DIRECTO	1,2 x Altura de montaje	Bueno 0,80 Medio 0,77 Malo 0,73	J I H G F E D C B A	0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,43	0,40	0,38	0,43	0,40			
				0,50	0,47	0,45	0,50	0,47	0,45	0,50	0,47	0,45	0,50	0,47	0,45		
				0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,50	0,54	0,52	0,50	0,54	0,52	0,50		
				0,59	0,56	0,54	0,58	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53	0,58	0,55	0,53		
				0,61	0,59	0,57	0,61	0,58	0,56	0,61	0,58	0,56	0,61	0,58	0,56		
				0,65	0,62	0,61	0,64	0,62	0,60	0,64	0,62	0,60	0,64	0,62	0,60		
				0,67	0,65	0,63	0,66	0,64	0,62	0,66	0,64	0,62	0,66	0,64	0,62		
				0,68	0,66	0,65	0,67	0,66	0,64	0,67	0,66	0,64	0,67	0,66	0,64		
				0,70	0,68	0,67	0,69	0,68	0,66	0,69	0,68	0,66	0,69	0,68	0,66		
				0,71	0,70	0,69	0,70	0,69	0,68	0,70	0,69	0,68	0,70	0,69	0,68		

CALCULO DE ILUMINACION

REALIZADO POR : LUIS A. AQUILLA C.

Descripcion	LOCAL				NIVEL ILUM. ESCG. LUX.	LUMINARIAS			CALCULOS				#. Lami. escg.
	DIMENSIONES					Tipo	Pot. (w)	Flujo. (lume)	Relac. local	Fact. util.	Fact. conc.	#. Lamp.	
	Ancho (m)	Largo (m)	Alt. (m)	Alt.P (m)									
Cuarto de maqui	5.6	11.4	2.2	0.8	350	SWD	75	3500	1.706	0.53	0.75	16	8
Escaleras	1.6	4.4	3.0	---	100	INC	100	1630	0.391	0.36	0.60	2	---
Hall	8.6	2.8	3.0	---	100	INC	100	1630	0.704	0.45	0.60	15	---
Dormitorio	2.9	3.7	2.2	0.8	100	INC	100	1630	0.738	0.45	0.60	2	---
Sala comedor	4.6	5.5	2.2	0.8	100	INC	100	1630	1.138	0.58	0.60	4	---
Cosina	2	3.5	2.2	0.8	100	INC	100	1630	0.570	0.53	0.60	1	---
Bodega # 1	1.8	2.6	3.0	---	60	INC	100	1630	0.354	0.36	0.75	1	---
Bodega # 2	2.6	6.5	3.0	---	100	INC	100	1630	0.619	0.36	0.75	3	---
Espacio # 1	5.8	5.8	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.61	0.46	0.75	13	6
Taller	6.5	13.8	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	2.45	0.53	0.75	32	16
Oficina(taller)	3.8	4.4	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.13	0.49	0.75	6	2
Biblioteca	5.8	12.5	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	2.20	0.50	0.75	27	12
Espera	3.5	6.0	1.80	0.80	300	SWD	75	3500	1.22	0.49	0.65	5	2
Hall	2.7	11.5	1.80	0.80	200	SWD	75	3500	1.21	0.49	0.60	6	3
Bodega # 3	5.8	5.8	1.80	0.80	200	SWD	75	3500	1.61	0.53	0.75	4	2
Bodega # 4	5.6	8.5	1.80	0.80	200	SWD	75	3500	1.61	0.53	0.75	4	2
S.S.H.H.(H)	3	2	3.10	0.80	100	INC	100	1630	0.57	0.36	0.60	4	2
S.S.H.H.(D)	3	3	3.10	0.80	100	INC	100	1630	0.57	0.36	0.60	4	2
Espacio # 2	4.4	9.7	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.60	0.53	0.75	15	6
Dirección	4.8	5.60	1.80	0.80	400	SWD	75	3500	1.43	0.53	0.75	7	3
Secretaría	2.8	3.50	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	0.86	0.35	0.75	5	2
Aula	5.6	8.60	1.80	0.80	400	SWD	75	3500	1.83	0.50	0.75	13	6
Centro de comp.	5.8	6.60	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.71	0.46	0.75	15	7
Salon de semin.	5.0	12.6	1.80	0.80	400	SWD	75	3500	1.98	0.66	0.75	16	8
Bodega # 5	5.6	8.50	1.80	0.80	300	SWD	75	3500	1.87	0.60	0.75	9	4
Hall	2	22.5	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.02	0.41	0.65	9	4
Sala de reunio.	4.0	5.6	1.80	0.8	300	SWD	75	3500	1.29	0.49	0.75	5	2
Espacio # 3	6.5	7	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.87	0.60	0.75	14	6
Espacio # 4	5.8	5.8	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.61	0.53	0.75	12	4
Espacio # 5	5.8	6.8	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.73	0.53	0.75	14	6
Espacio # 6	5.8	10.6	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	2.00	0.60	0.75	19	8
Espacio # 7	5.8	12.6	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	2.20	0.60	0.75	23	10
Espacio # 8	4.3	11.8	1.80	0.80	500	SWD	75	3500	1.75	0.53	0.75	18	8

SWD : Lamparas fluorescentes de arranque instantaneo.

INC : Lamparas incandescentes.

EDIFICIO : LABORATORIO DE TELECOMUNICACIONES PARA EL INSTITUTO DE TECNOLOGOS DE LA E.P.M.

ACOMETIDA : 2\*(3\*4 AWG) + 1\*6 AWG

DENOMINACION	SUBSUELO	PLANTA BAJA	PRIMER PISO	SEGUNDO PISO	C. INSTALADA
ILUMINACION	3100	7000	7150	7950	26000
TOMAS	2340	7600	8000	11200	29140
DUCHA	3730				3730
BOMBAS	14920				14920
TOTAL					73790

- LAS UNIDADES SON : VOLTAMPERIOS (VA)

- SE TIENEN 12 AREAS TECNICAS EN TOTAL

-----> CARGA DEMANDADA = 27326.6 VA

TRANSFORMADOR DE 30 KVA.

EDIFICIO: LABORATORIO

REFERENCIA

FECHA: 1-06-92

PISO: SUBSUELO

SUBTABLERO SCP

ALIMENTADOR 3/4-3\*8

DENOMINACION	# DE PUNT.	VOLT(V).	CARGA (W)	INST(UA).	COND(AWG).	PROTEC.	FASE(S).
ILUMINACION 28	4	220	400	500	14	1P-15A	A
ILUMINACION 29	5	120	500	625	14	1P-15A	B
ILUMINACION 30	8	120	1200	1500	12	1P-20A	C
ILUMINACION 31	3	120	300	375	14	1P-15A	A
ILUMINACION 32	7	120	700	875	12	1P-20A	B
TOMAS 1	4	220	14920	14920	10	2P-20A	A/B
TOMAS 2	4	120	800	800	12	1P-20A	C
TOMAS 3	5	120	540	540	10	1P-20A	A
TOMAS 4	5	120	1000	1000	10	1P-20A	B
TOMAS 5	1	220	3730	3730	12	2P-20A	B/C

PISO: PLANTA BAJA

SUBTABLERO SG1

ALIMENTADOR 3/4-3\*8

ILUMINACION 33	9	120	1350	1500	12	1P-20A	C
ILUMINACION 34	3	120	450	562.5	14	1P-15A	A
ILUMINACION 35	4	120	400	900	14	1P-15A	B
ILUMINACION 36	6	120	800	1000	12	1P-20A	C
TOMAS 6	6	120	1200	1200	10	1P-20A	A
TOMAS 7	3	120	1400	1400	12	1P-20A	B

PISO: PLANTA BAJA

SUBTABLERO B1

ALIMENTADOR 3/4-3\*8

ILUMINACION 37	4	120	600	750	14	1P-15A	C
ILUMINACION 38	8	120	1200	1500	12	1P-20A	A
ILUMINACION 39	8	120	1200	1500	12	1P-20A	B
ILUMINACION 40	2	120	300	375	14	1P-15A	C
ILUMINACION 41	6	120	900	1125	12	1P-20A	A
ILUMINACION 42	4	120	600	750	14	1P-15A	B
TOMAS 8	8	120	1600	1600	10	1P-20A	C
TOMAS 9	7	120	1400	1400	10	1P-20A	A
TOMAS 10	8	120	1600	1600	10	1P-20A	B
TOMAS 11	1	220	400	400	12	1P-20A	C/A

PISO: PRIMER PISO

SUBTABLERO SG2

ALIMENTADOR 3/4-3\*8

ILUMINACION 43	8	120	1200	1500	12	1P-20A	C
ILUMINACION 44	4	120	400	500	14	1P-15A	A
ILUMINACION 45	6	120	800	1000	14	1P-15A	B
ILUMINACION 46	5	120	700	875	14	1P-15A	C
TOMAS 12	6	120	1200	1200	10	1P-20A	A
TOMAS 13	4	120	800	800	12	1P-20A	B
TOMAS 14	5	120	1000	1000	12	1P-20A	C

PISO:PRIMER PISO

SUBTABLERO B2

ALIMENTADOR 3/4-3\*8

DENOMINACION	# DE PUNT.	VOLT(V).	CARGA (W)	INST(VA).	COND(AWG).	PROTEC.	FASE(S).
ILUMINACION 47	5	120	750	937.5	14	1P-15A	A
ILUMINACION 48	6	120	900	1125	14	1P-15A	B
ILUMINACION 49	7	120	1050	1312.5	12	1P-20A	C
ILUMINACION 50	6	120	900	1125	14	1P-15A	A
ILUMINACION 51	3	120	450	562.5	14	1P-15A	B
TOMAS 15	7	120	1400	1400	10	1P-20A	C
TOMAS 16	7	120	1400	1400	10	1P-20A	A
TOMAS 17	6	120	1200	1200	12	1P-20A	B
TOMAS 18	5	120	1000	1000	12	1P-20A	C

PISO:SEGUNDO PISO

SUBTABLERO SG3

ALIMENTADOR 1/2-3\*12

ILUMINACION 52	4	120	600	750	14	1P-15A	A
ILUMINACION 53	7	120	1050	1312.5	12	1P-20A	B
ILUMINACION 54	6	120	400	500	14	1P-15A	C
ILUMINACION 55	4	120	800	1000	14	1P-15A	A
TOMAS 19	7	120	1400	1400	10	1P-20A	B
TOMAS 20	6	120	1200	1200	10	1P-20A	C
TOMAS 21	4	120	800	800	12	1P-20A	A
TOMAS 22	9	120	1800	1500	10	1P-20A	B

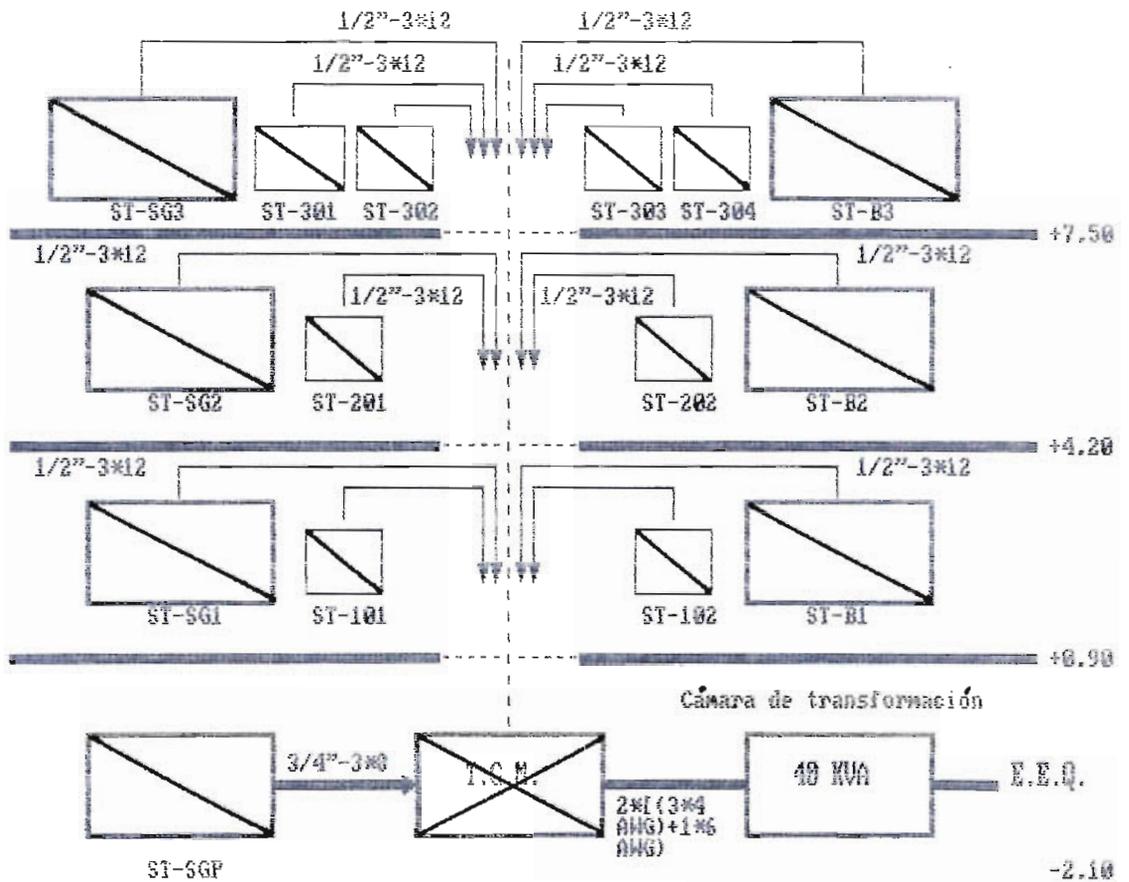
PISO:SEGUNDO PISO

SUBTABLERO B3

ALIMENTADOR 1/2-3\*12

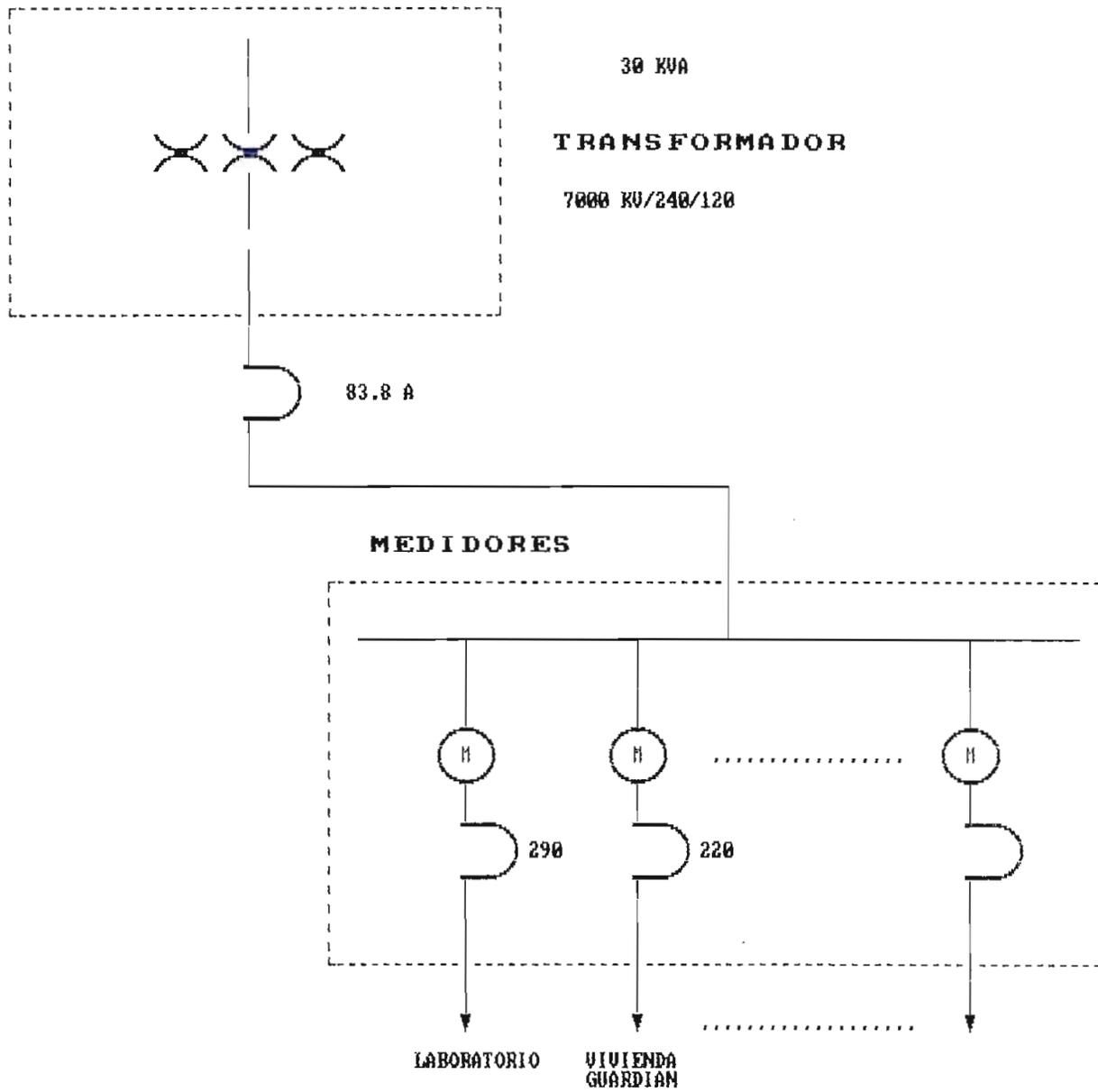
ILUMINACION 56	8	120	1200	1500	12	1P-20A	C
ILUMINACION 57	8	120	1200	1500	12	1P-20A	A
ILUMINACION 58	3	120	450	562.5	14	1P-15A	B
ILUMINACION 59	6	120	900	1125	14	1P-15A	C
ILUMINACION 60	6	120	900	1125	12	1P-20A	A
ILUMINACION 61	3	120	450	562.5	14	1P-15A	B
TOMAS 23	7	120	1400	1400	10	1P-20A	C
TOMAS 24	9	120	1800	1800	10	1P-20A	A
TOMAS 25	3	120	600	600	12	1P-20A	B
TOMAS 26	7	120	1400	1400	10	1P-20A	C
TOMAS 27	4	120	800	800	12	1P-20A	A

## DIAGRAMA VERTICAL



Nota.- Los tableros ST-101, 102, 201, 202, 301, 302, 303, 304 serán utilizados en el interior de cada una de las áreas, a fin de alimentar y controlar el suministro de energía en cada una de las mesas de trabajo y equipos.

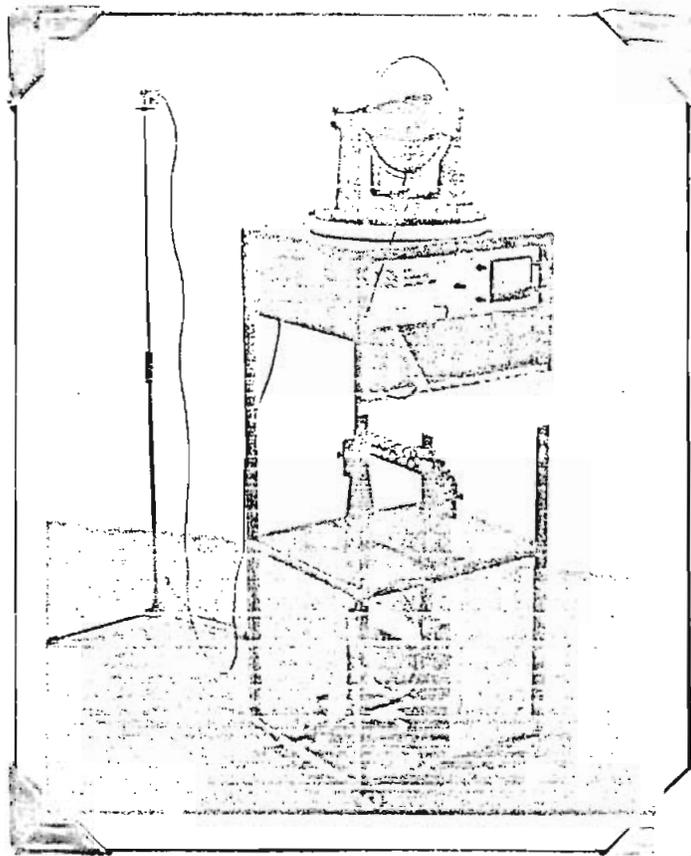
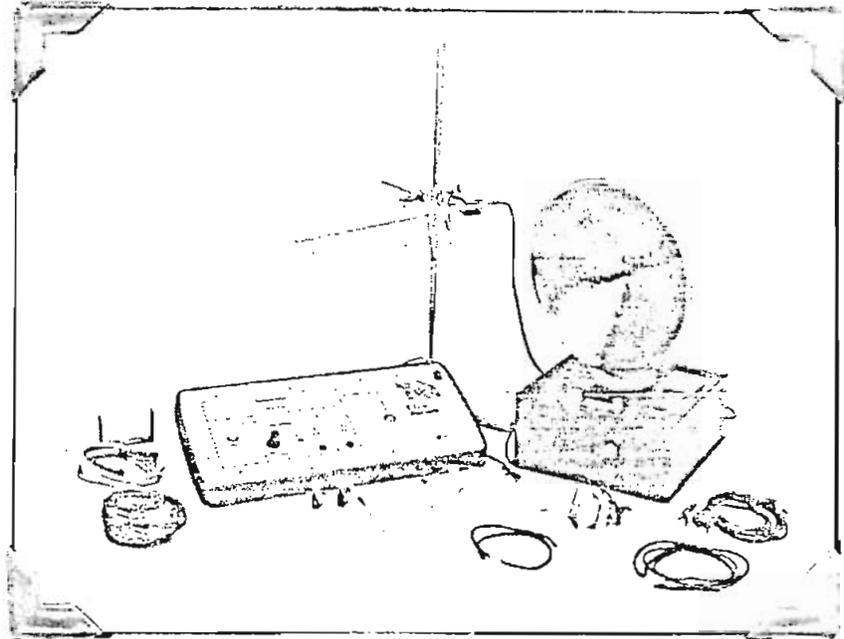
# DIAGRAMA UNIFILAR



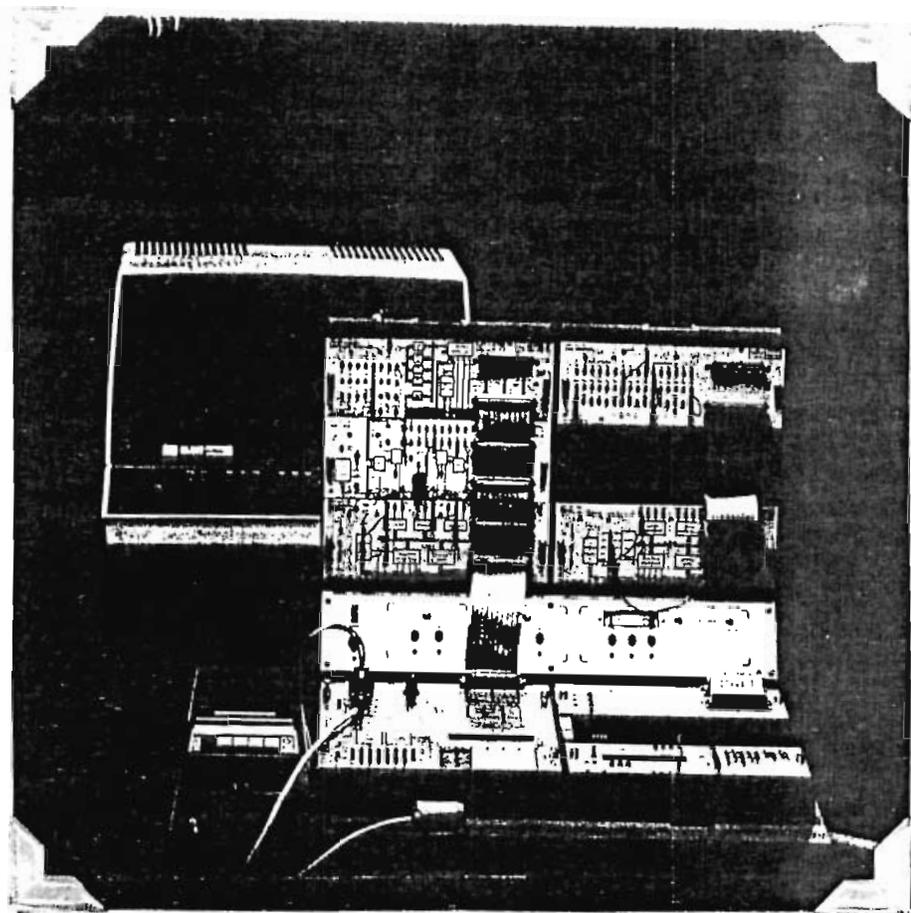
## ANEXO F:

### SISTEMAS DE ENTRENAMIENTO

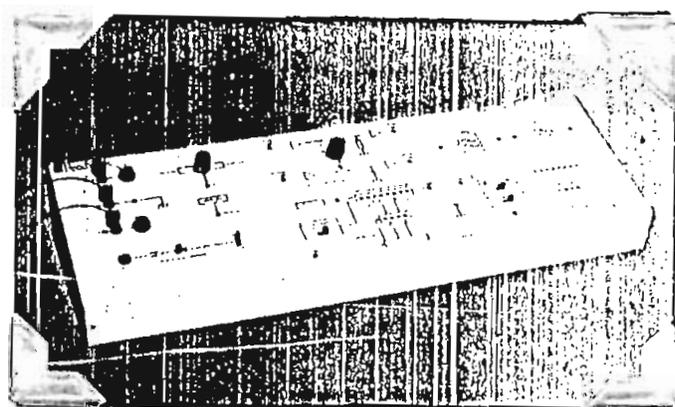
#### ANTENAS



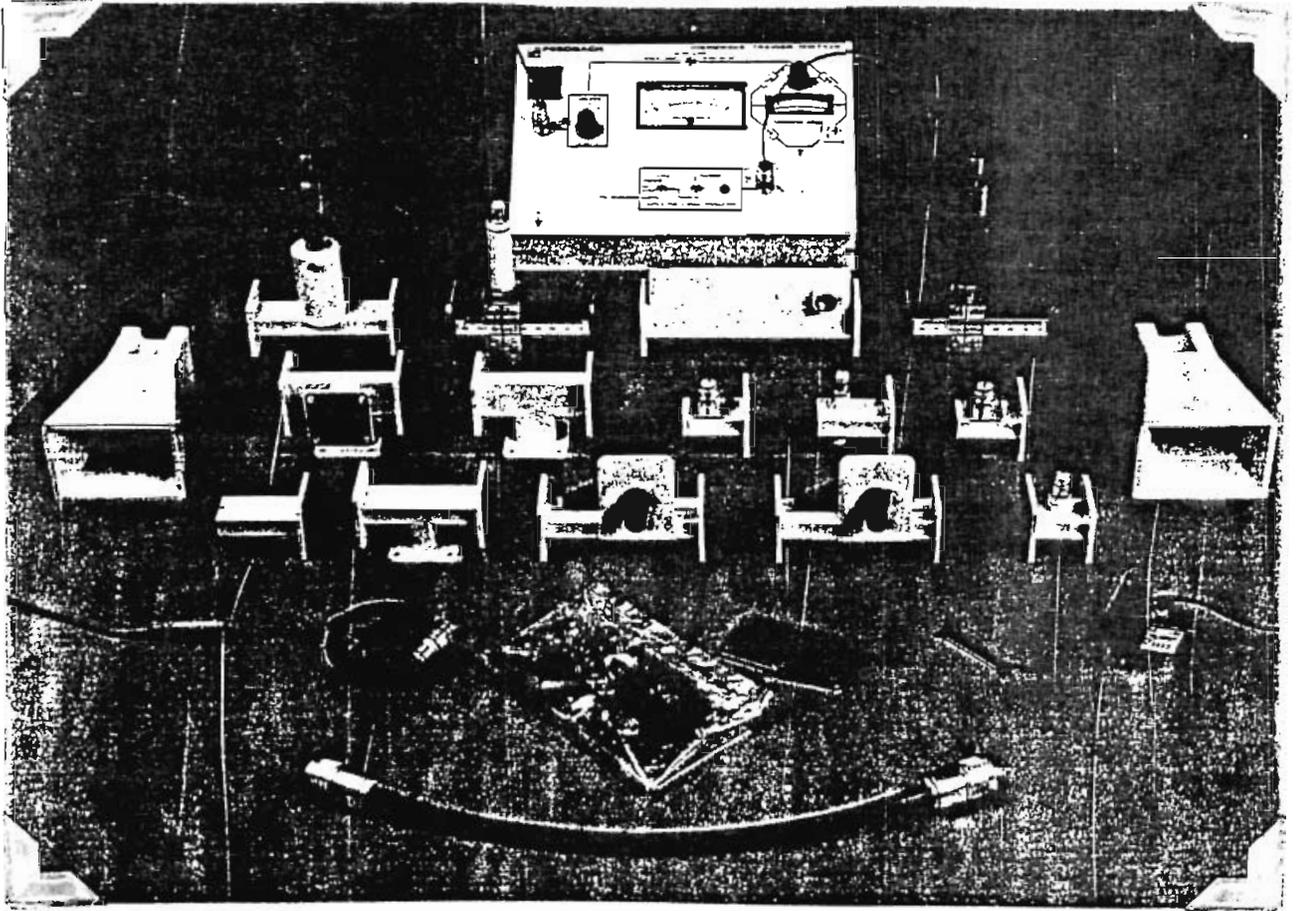
# MICROCOMPUTADORAS



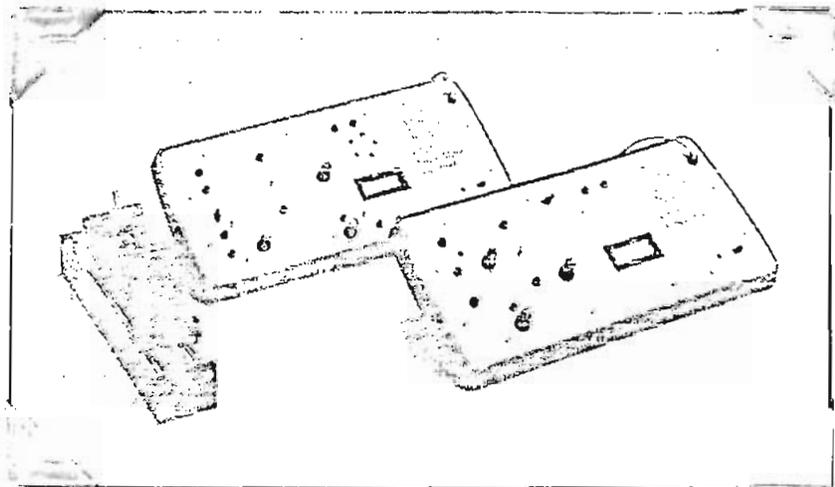
# MODULACION PCM



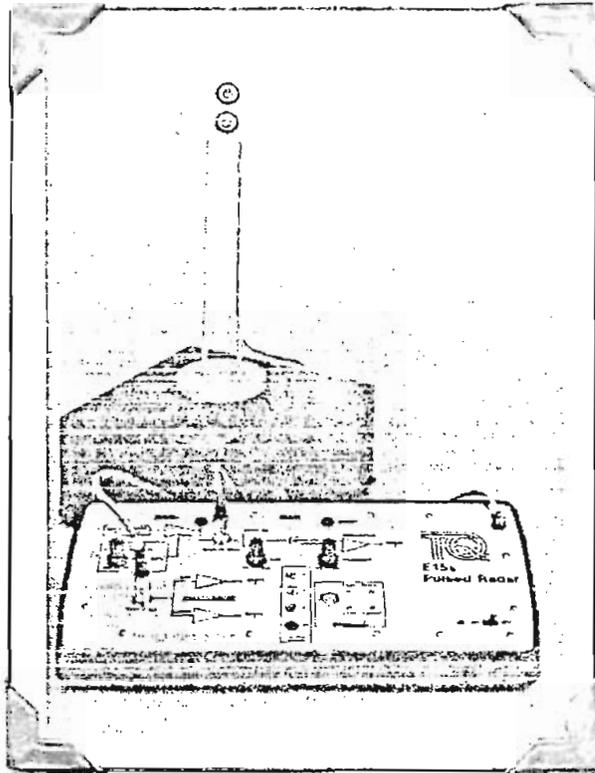
## MICROONDAS



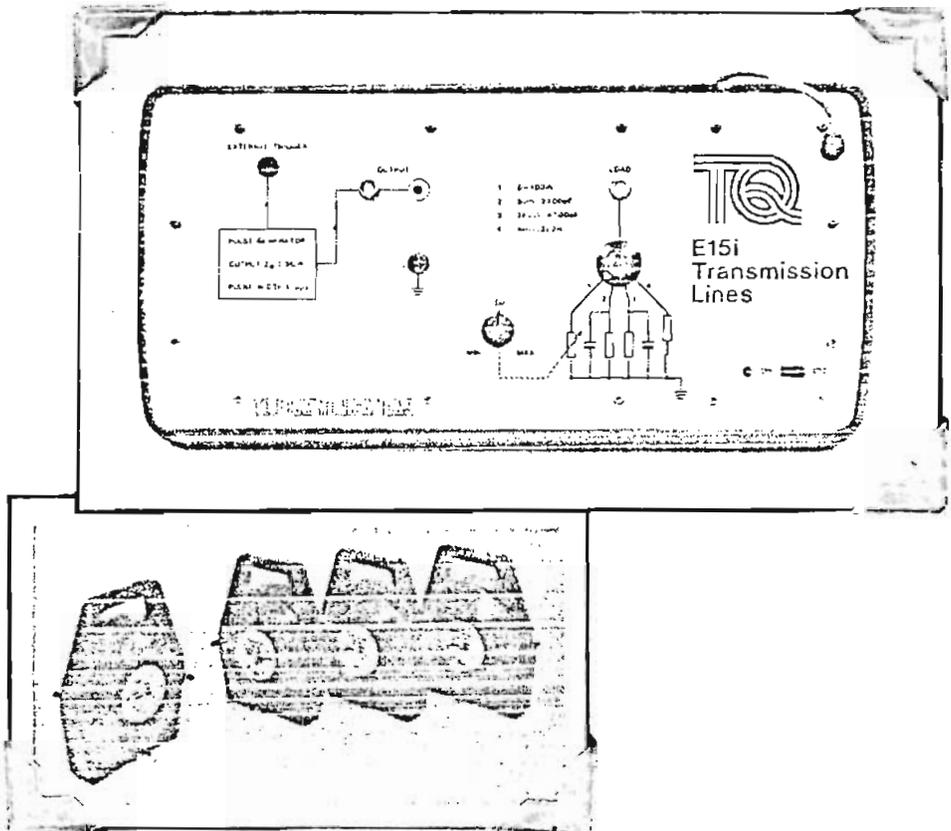
## FIBRAS OPTICAS



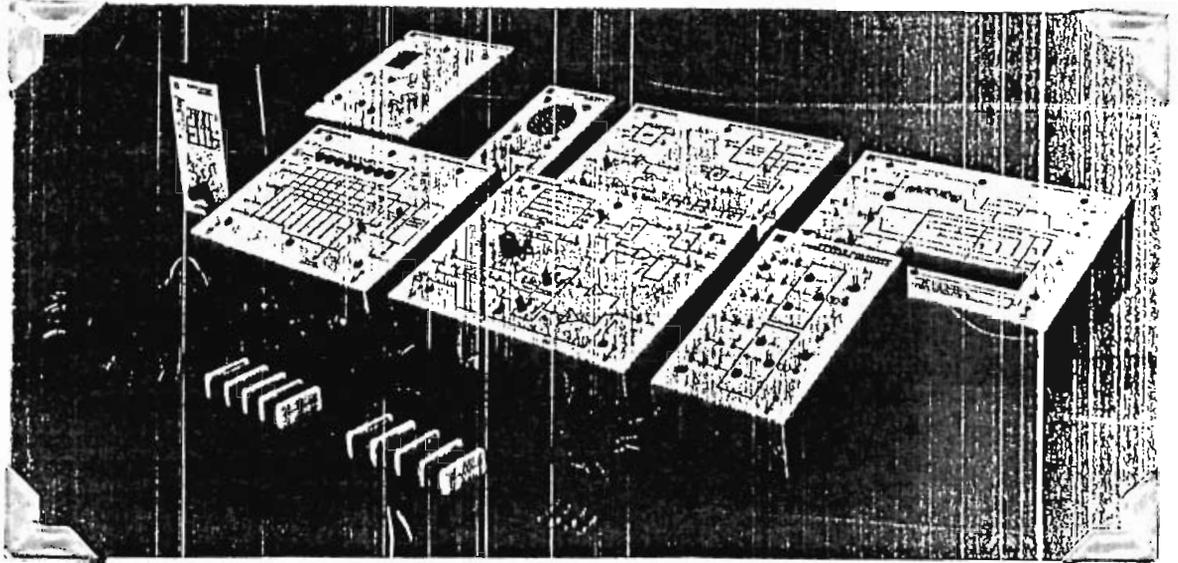
# RADAR



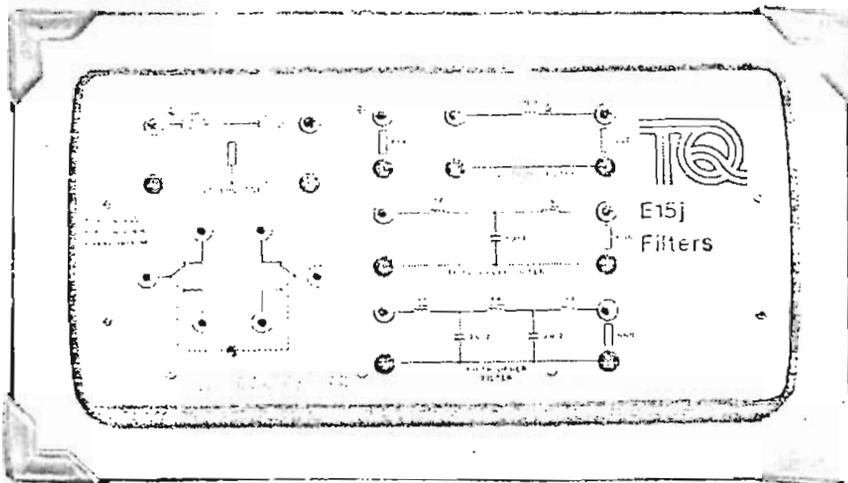
# LINEAS DE TRANSMISION



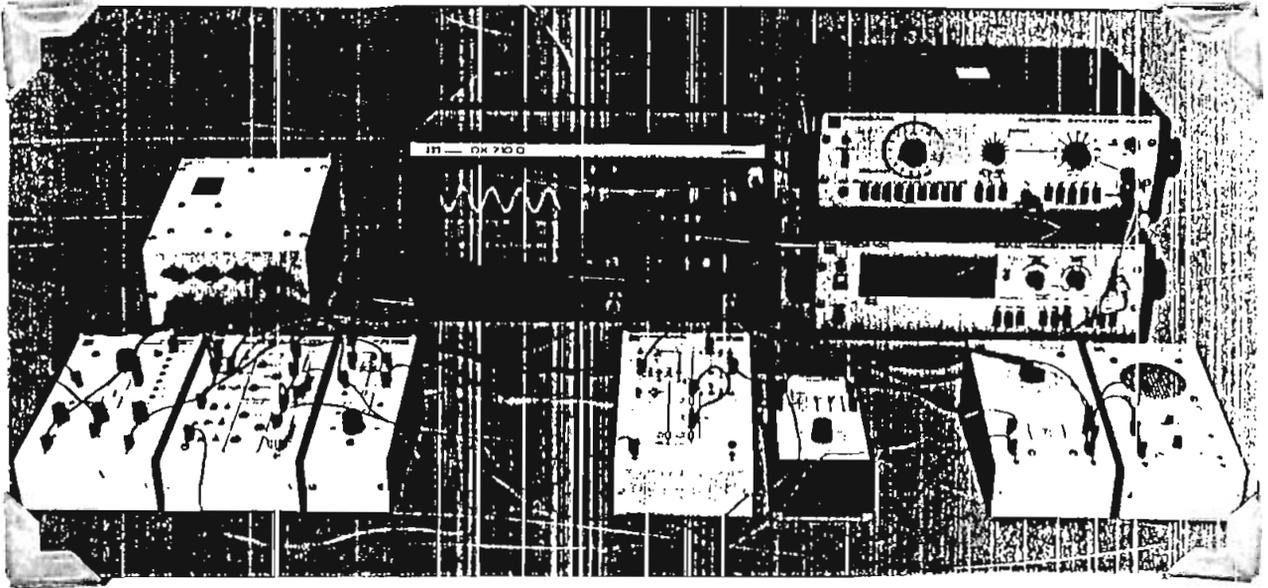
# COMUNICACION DIGITAL



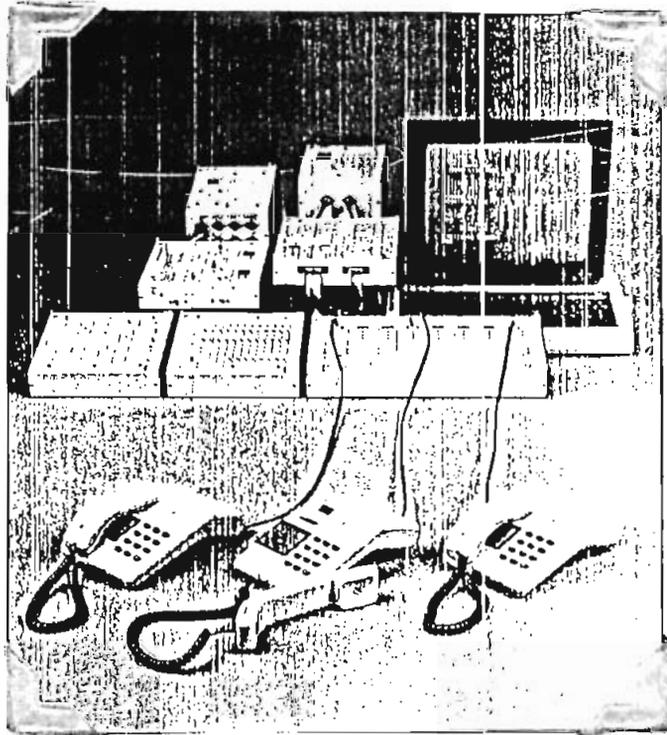
# FILTROS



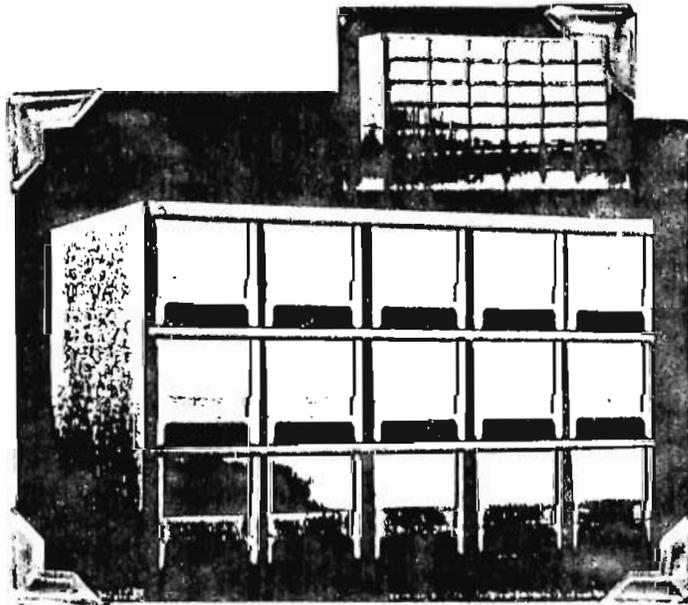
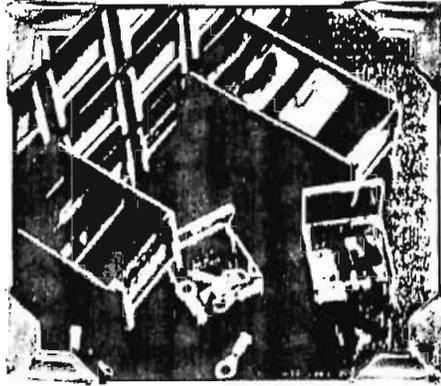
## COMUNICACION ANALOGA



## TELEFONIA



## F.2.- CABINAS



## ANEXO G:

### LISTA DE PRINCIPALES RECOMENDACIONES DEL CCITT

#### NECESARIAS PARA MANEJAR EL EQUIPO

- Recomendación G.703. Características físicas y eléctricas de los interfaces digitales y gerárquicos.
- Recomendación G.704. Características funcionales de los interfaces asociados con nodos de la red.
- Recomendación G.732. Características de los equipos multiplex MIC primarios que funcionan a 1544 Kbits/s.
- Recomendación G.742. Equipo multiplex digital de segundo orden que funciona a 8448 Kbit/s y emplea justificación positiva.
- Recomendación G.751. Equipos multiplex digitales que funcionan a la velocidad binaria de tercer orden de 34368 Kbit/s y a la velocidad binaria de cuarto orden de 139264 Kbit/s y emplean justificación positiva.
- Recomendación G.821. Características de error de una conexión digital internacional que forme parte de una red digital de servicios integrados.
- Recomendación O.33. Especificación de un aparato para medir rápidamente conexiones, enlaces y circuitos radiofónicos y estereofónicos.
- Recomendación O.151. Especificaciones de un aparato para medir la tasa de errores en sistemas digitales.
- Recomendación O.171. Especificación de un aparato de medida de la fluctuación de fase de la señal de temporización en equipos digitales.
- Recomendación O.161. Especificación de una unidad de supervisión en servicio de violaciones de código para sistemas de transmisión digital.
- Recomendación O.162. Especificación de un aparato de supervisión de la señal de alineación de trama de estructuras de trama (aparato de supervisión de la señal de alineación de trama).
- Recomendación V.24. Lista de definiciones para los circuitos de enlace entre el equipo terminal de datos y el equipo de terminación del circuito de datos.
- Recomendación V.25. Equipo de respuesta automática y/o equipo de llamada automática paralelo en la red telefónica general con conmutación, con procedimientos para la neutralización de los dispositivos de control de eco en las comunicaciones establecidas tanto manual como automáticamente.
- Recomendación V.28. Características eléctricas de los circuitos de enlace asimétricos para transmisión por doble corriente.
- Recomendación V.35. Transmisión de datos a 48 Kbits/s, por medio de circuitos en grupo primario de 60 a 108 Khz.
- Recomendación X.20. Interfaz entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos (ETCD) para servicios de transmisión rítmica en las redes públicas de datos.
- Recomendación X.25. Interfaz entre el equipo terminal de datos (ETD) y el equipo de terminación del circuito de datos

(ETCD) para equipos terminales que funcionan en el modo paquete y conectados a redes públicas de datos por circuitos especializados.

- Recomendación X.27. Características eléctricas de los circuitos de enlace simétricos de doble corriente para uso general con equipo de circuitos integrados en la transmisión de datos.

ANEXO H:

- PLANOS : - ILUMINACION  
- TOMACORRIENTES Y SALIDAS ESPECIALES  
- AMOBLAMIENTO DE LAS AREAS TECNICAS

## BIBLIOGRAFIA

- **APLICACIONES DE LA ELECTRONICA** Telecomunicaciones España,1984.
- **AVILES FAUSTO** Optimización de cálculo de mallas de puesta a tierra de subestaciones en suelos no homogéneos. Tesis EPN Quito,1973.
- **AVILES FAUSTO** Instalaciones eléctricas EPN Quito,1987.
- **BIBLIOTECA SALVAT DE GRANDES TITULOS** La electrónica España, 1975.
- **BORJA SUAREZ ANA PATRICIA** Estudio de instalaciones de sistemas de computación y diseño de un laboratorio prototipo para un centro de educación Tesis EPN Quito,1990.
- **CARRANZA CASTELLANOS EMILIO** Luminotecnica y sus aplicaciones México,1981.
- **CHESHIRE DAVID** Manual del video aficionado España,1986.
- **TQ INTERNATIONAL** Communications Engineering,1992.
- **CONVENIO EPN-ACCC** Sintesis de la encuesta realizada a empresas EPN Quito,1991.
- **CONVENIO EPN-ACCC** Análisis del cuestionario realizado a los egresados de electrónica y telecomunicaciones EPN Quito,1991
- **DENIS MARCHAL** Telemática EPN Quito,1984.
- **ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO** Volúmen A-E,F-O Madrid,1989.
- **HIDALGO PABLO** Comunicación de datos orientada a una red de servicios integrados,XII Jornadas en ingeniería eléctrica y electrónica,EPN Quito,1991.
- **HIDALGO PABLO** Telefonía I EPN Quito,1986.
- **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y CAPACITACION DE**

TELECOMUNICACIONES Mediciones en sistemas de transmisión por fibra óptica Lima, 1988.

- JAMECO Electronic Components : Annual Catalog 1992.
- JARRIN PABLO Guía práctica para la elaboración de monografías Quito, 1984.
- MORA ULLOA CARLOS MARCELO Medidas de seguridad en sistemas eléctricos industriales Tesis EPN Quito, 1983.
- POCCIA JORGE Manual de reparaciones Radio y Auto - radio Argentina, 1980
- SILVA MIKSCH JOSE ERNESTO Seguridad y protección en la electrónica médica para el paciente y equipo Tesis EPN Quito, 1984.
- SPECIALIZED PRODUCTS COMPANY Fall 91, U.S.A. 1991.
- Sistemas electrónicos de seguridad.
- STOLLBERG/HILL, Física: fundamentos y fronteras Mexico, 1969.
- WANDEL & GOLTERMANN Catalogo general: Equipos de prueba de telecomunicaciones, República Federal de Alemania 1991 - 1992.
- SABER ELECTRONICA Tomo # 2, 3, 4, 5, 6 Colombia, 1991.