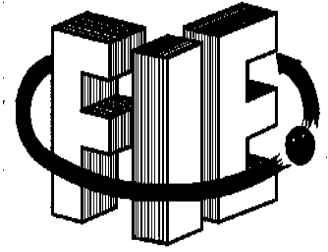




**Universidad Michoacana de  
San Nicolás de Hidalgo**



**Facultad de Ingeniería Eléctrica**

**Reporte de Experiencia Laboral "TELECOMUNICACIONES EN MEXICO"  
que presenta:**

**MARCO ANTONIO NAVARRO CUEVAS**

**Para obtener el título de:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**ASESOR:**

**Ingeniero Electricista**

**Ignacio Franco Torres**

**Morelia, Michoacán Octubre del 2014**

## DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con especial cariño a mis padres Antonio Navarro y Ángela Cuevas por su apoyo durante toda mi vida, por su sacrificio y dedicación

A mi esposa Lourdes Carolina Gómez por su apoyo incondicional y por ser un importante pilar en mi vida.

A mis hijos Oliver Antonio y Kevin Darío Navarro Gómez por ser mi mayor motivación y estímulo para la realización de este trabajo y a seguir superándome.

A mis hermanos Omar, Patricia, Rocío, Andrés, Dora, Adriana y Norma por su cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Todo mi agradecimiento a mis padres, a mi esposa y a mis hijos quienes siempre han estado a mi lado y me han apoyado.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por mi formación como profesionista.

Al Ingeniero Ignacio Franco Torres por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A mi Empresa Teléfonos de México por los conocimientos y experiencia profesional adquirida.

Gracias.

## CONTENIDO

Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos .....	iii
Contenido .....	iv
Palabras Clave .....	x
Keywords .....	xi
Glosario .....	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tablas .....	xv
Capítulo 1    Reseña Laboral.....	<a href="#">1</a>
1.1    Introducción .....	<a href="#">1</a>
1.2    Servicio social en el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la UMSNH. ....	<a href="#">1</a>
1.3    Prácticas profesionales en Comisión Federal de Electricidad (CFE) .....	2
1.4    Inicio de búsqueda de Trabajo .....	2
1.5    Mi primer Contrato de Trabajo en C F E .....	2
Capítulo 2    Inicio De Mi Experiencia Laboral En Telmex Como Supervisor De Centrales Construcción .....	4
2.1    Primera Etapa en Telmex Departamento de Construcción.....	4
2.2    Cronología de las Telecomunicaciones en México.....	4
2.3    Inicio de mi Experiencia Laboral en el Departamento de Construcción en Telmex.....	5
2.3.1    En Enero del 1988 fui enviado a la Ciudad de Pachuca, Hidalgo a cargo del mismo departamento de Centrales Construcción. ....	7
2.3.2    En Diciembre de 1988 conseguí una permuta con un compañero y logre el cambio de residencia a la Población de Uruapan, Michoacán de la cual soy originario. ....	8
2.4    Inicio de Construcción de Centrales Digitales AXE.....	8
2.4.1    Construcción y Recepción de una Central Telefónica.....	8

2.4.1.1	En los Aspectos Administrativos:.....	8
2.4.1.1.1	Recursos Humanos .....	9
2.4.1.1.2	Recursos Materiales .....	9
2.4.1.2	En los Aspectos Técnicos .....	9
2.4.2	Componentes de una Central Telefónica .....	10
2.4.2.1	Esquema de una Central telefónica o Planta Interna .....	10
2.4.2.2	Construcción del edificio: .....	11
2.4.2.3	Sistema de Tierras. ....	12
2.4.2.4	Subestación.....	13
2.4.2.5	Grupo Electrónico o Generador de Emergencia.....	14
2.4.2.5.1	Descripción .....	14
2.4.2.5.2	Funcionamiento .....	15
2.4.2.5.3	Funciones del Tablero de Control .....	16
2.4.2.6	Planta de Corriente Directa .....	17
2.4.2.6.1	Introducción.....	17
2.4.2.6.2	Antecedentes.....	17
2.4.2.7	Equipo de Conmutación Digital.....	19
2.4.2.7.1	Tipos de señales.....	19
2.4.2.7.1.1	Fuentes de información.....	19
2.4.2.7.1.2	Señales analógicas .....	20
2.4.2.7.1.3	Señales digitales .....	20
2.4.2.7.1.4	Señal de audio .....	20
2.4.2.7.1.5	Canal telefónico .....	20
2.4.2.7.1.6	Conversión de la señal de voz.....	20
2.4.2.7.1.7	¿Qué es modulación? .....	20
2.4.2.7.1.7.1	Modulación por Pulsos Codificados (PCM).....	21

2.4.2.7.1.7.2	Etapas de la conversión analógica a digital .....	21
2.4.2.8	Descripción General del Sistema de Conmutación AXE .....	25
2.4.2.8.1	¿Qué es AXE? .....	26
2.4.2.8.2	Uso del Sistema AXE.....	27
2.4.2.8.3	Sistemas de Aplicación.....	28
2.4.2.8.4	Descripción General .....	28
2.4.2.8.4.1	El sistema de conmutación APT.....	28
2.4.2.8.4.2	El sistema de control de datos APZ .....	29
2.4.2.8.4.3	Estructura del Sistema de Control.....	29
2.4.2.8.4.4	Detección de Fallas del CP.....	30
2.4.2.8.4.5	Actualización del CP.....	31
2.4.2.8.4.6	(RPS) Subsistema de los Procesadores Regionales RPS (Regional Processor Subsystem) .....	31
2.4.2.8.4.7	Las funciones principales del Subsistema RPS.....	31
2.4.2.8.4.8	(SSS) El Subsistema de paso de Abonado (Subscriber Switching Subsystem) .....	32
2.4.2.8.4.9	(GSS) Subsistema de Selector de Grupo (Group Switching Subsystem).....	33
2.4.2.8.4.10	TSS - El Subsistema de Señalización y Troncal (Trunk and Signalling Subsystem) .....	33
2.4.2.8.4.11	MAS - (Subsistema de Mantenimiento).....	33
2.4.2.8.4.12	Subsistemas contenidos en el "APZ" .....	34
2.4.2.8.4.13	Interpretación de Alarmas.....	34
2.4.2.8.4.14	Sistema de Alarmas.....	35
Capítulo 3	Mi Segunda Etapa en Telmex como Supervisor de Planta Externa.....	37
3.1	Planta Externa.....	37
3.2	Control Administrativo .....	37
3.2.1	Control de Documentación .....	37

3.2.1.1	Asignación de Quejas.....	37
3.2.1.2	Asignación de Instalación de Nuevas Líneas (Altas nuevas) .....	37
3.2.1.3	Asignación de atención de daños a la red telefónica.....	38
3.3	Control Técnico .....	38
3.3.1	Planta Externa en Telmex.....	38
3.3.1.1	Tramos de la Red de Telefonía .....	38
3.3.1.2	Distribuidor General.....	39
3.3.1.3	Red Principal.....	40
3.3.1.4	Caja de distribución o Distrito .....	40
3.3.1.5	Red Secundaria .....	40
3.3.1.6	Caja terminal.....	40
3.3.1.7	Línea de Acometida.....	40
3.3.1.8	Punto de Terminación de red PTR o (DIT).....	41
3.3.1.9	Red Interior del Cliente o Línea Interior .....	41
Capítulo 4	Mi Tercer Etapa en Telmex como Supervisor de Operación y Mantenimiento.....	42
4.1	Supervisor de Operación y Mantenimiento de Centrales Telefónicas o Planta Interna.....	42
4.2	Operación y Mantenimiento .....	43
4.2.1	Secuencia de Operación .....	43
4.2.2	Mantenimiento.....	43
4.2.2.1	Secuencia de Mantenimiento .....	44
4.2.2.2	Mantenimiento Programado:.....	45
4.2.2.3	Mantenimiento preventivo .....	45
4.2.2.3	Mantenimiento predictivo.....	45
4.2.2.4	Mantenimiento de oportunidad.....	45
4.2.2.5	Mantenimiento No programado o Correctivo.....	45
4.2.2.6	Mantenimiento por emergencia .....	45

4.2.2.7	Mantenimiento diferido por potencial.....	45
4.2.3	Medios de transmisión utilizados en la Red de Telecomunicaciones .....	46
4.2.3.1	Cable de cobre y redes de cobre .....	46
4.2.3.1.1	Premisas de operación.....	46
4.2.3.1.2	Elementos que afectan al servicio .....	46
4.2.3.2	Cable de fibra óptica y redes de fibra óptica.....	47
4.2.3.2.1	Características generales .....	47
4.2.3.2.2	Características de construcción de la fibra.....	47
4.2.3.2.2.1	Ventajas de la fibra óptica .....	47
4.2.3.2.2.2	Desventajas de la fibra óptica .....	48
4.2.3.3	Radio .....	54
4.2.3.3.1	Definición.....	54
4.2.3.3.2	Onda electromagnética .....	54
4.2.3.3.3	Uso de los radios digitales .....	54
4.2.3.3.4	Características de los radios digitales.....	54
4.2.3.3.5	Características de los radios digitales.....	55
4.2.3.3.5.1	Estructura del radio enlace.....	55
4.2.3.3.5.2	Antenas.....	55
4.2.3.3.5.3	Tipos de antenas .....	55
4.2.3.3.5.3.1	Antena tipo Yagi.....	55
4.2.3.3.5.3.2	Antena tipo reflector parabólico.....	56
4.2.3.3.5.3.3	Línea de vista .....	56
4.2.3.3.6	Aplicaciones en los radios digitales .....	56
4.2.3.3.8	Radios mini link .....	57
4.2.3.4	Tecnologías xDSL.....	58
4.2.3.5	Tecnología Ethernet.....	58



4.2.3.6	Tecnología CDMA.....	60
4.2.3.7	Proyecto FCST .....	61
4.2.3.7.1	Eficiencia espectral.....	62
4.2.3.8	Servicios de Banda Ancha en Telmex .....	63
4.2.3.8.1	Tecnología WiMAX.....	64
4.2.3.8.1.1	Actualidad y futuro de WiMAX.....	64
4.2.3.8.1.2	Funciones técnicas .....	64
4.2.3.8.1.3	Funciones económicas.....	65
4.2.3.8.1.4	Funciones de movilidad .....	65
4.2.3.8	Sistemas 3G.....	67
4.2.3.9	Sistema Wi-Fi.....	68
Capítulo 5	Conclusiones.....	70
Bibliografía	.....	71

## Resumen

**Capítulo 1:** Reseña Laboral, descripción de las actividades desarrolladas en el ejercicio de la construcción el mantenimiento y operación de Centrales telefónicas como requisito principal para obtener el título de Ingeniero Electricista.

Presentación de experiencias y vivencias durante el transcurso de mi carrera como Telefonista.

Para que el lector con ciertos conocimientos no muy profundos sobre telefonía y sus elementos, y que no ha visitado este tipo de centros de trabajo, por una parte entienda en forma somera lo que hace un Ingeniero en una central telefónica y por otra, que conozca o se dé una idea de los equipos con que cuenta Teléfonos de México en este tipo de instalaciones que no se ven en forma cotidiana.

**Capítulo 2:** Primer Etapa en Telmex en este reporte se presenta actividades que desarrolla el profesionista en el área de Supervisión en Construcción de Centrales telefónicas y que va formando los conocimientos a través de los años de trabajo.

**Capítulo 3:** Relato mi experiencia laboral en mi segunda etapa dentro de Telmex que fue en el departamento de Planta Exterior como Supervisor.

**Capítulo 4:** Tercera etapa laboral en Telmex como Supervisor de Operación y Mantenimiento de estas actividades que se realizan de manera diaria se pretende ilustrar de forma sencilla y resumida todos los procesos y actividades cuyo objetivo final es el de preservar la integridad de los equipos de Telefonía. Su mantenimiento, sustitución y crecimiento en los rubros de Conmutación, Transmisión, Fuerza y Clima.

La telefonía en México ha sido un cambio constante de modernización de lo cual requiere el país por su crecimiento y por la demanda de mejores servicios en Telecomunicación.

## PALABRAS CLAVE

Telecomunicaciones, Supervisor de Construcción Centrales, Analógico, Digital, Red de telecomunicación, Supervisor de Planta Externa, Aspectos Administrativos, Aspectos Técnicos, Supervisor de Operación y Mantenimiento, Protocolos, Actas de Inventario y Funcionamiento, Centro de Mantenimiento.

## **Abstract**

**Chapter 1:** Labor Review, a description of the activities undertaken in the course of construction maintenance and operation of telephone exchanges as the main requirement for the degree of Electrical Engineer.

Presentation of experiences and experiences during the course of my career as a telephone operator.

To provide the reader with some not very deep knowledge of telephony and its elements, and has not visited these centers work, firstly as shallow understand what makes a Engineer in a telephone exchange and other who knows or idea of the equipment available to Telefonos de Mexico in this type of facilities that are not on a daily basis is given.

**Chapter 2:** First Step in Telmex in this report activities that the professional in the field of Supervision in Construction of telephone exchanges and knowledge is formed through years of work is presented.

**Chapter 3:** Story my work experience in the second stage in which Telmex was in the department of Outside Plant Supervisor.

**Chapter 4:** Third stage labor Telmex Supervisor Operation and Maintenance of these activities are performed on a daily basis is simply intended to illustrate and summarized all processes and activities whose ultimate goal is to preserve the integrity of the equipment Phones . Maintenance, replacement and growth in the areas of Switching, Transmission, Power and Climate.

Telephony in Mexico has been a change which requires modernization of the country for its growth and the demand for better services in Telecommunications.

## **KEYWORDS**

Telecommunications, Supervisor of Central Building, Analog, Digital, Network Telecommunications Outside Plant Supervisor, Administrative Aspects, Technical Aspects, Operation and Maintenance Supervisor, Protocols, Proceedings of Inventory and Operation, Maintenance Center.

# GLOSARIO

**Problema:** Desviación negativa entre lo real y lo que debería ser en donde se busca conocer la causa que origina esa desviación a fin de corregirla.

**Proceso:** Conjunto de etapas requeridas para llevar a cabo un proyecto y alcanzar el resultado esperado con una perspectiva integral.

**Riesgo:** Rango o situación que presenta argumentos o variables no controladas que puede alterar el resultado esperado de forma significativa.

**Wi-fi:** es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con wifi, tales como una computadora personal, una consola de videojuegos, un smartphone, o un reproductor de audio digital, pueden conectarse a Internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Dicho punto de acceso tiene un alcance de unos 20 metros en interiores, una distancia que es mayor al aire libre.

**Wi-max** siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 GHz y puede tener una cobertura de hasta 50 km.

**AXE:** es un acrónimo de Equipo Cross-Conexión Automática.

**APT:** no es una sigla, es un código de producto Ericsson.

**APZ:** no es una sigla, es un código de producto Ericsson.

**dBm:** es una unidad de medida de potencia expresada en decibelios (dB) relativa a un milivatio (mW). Se utiliza en redes de radio, microondas y fibra óptica como una medida conveniente de la potencia absoluta a causa de su capacidad para expresar tanto valores muy grandes como muy pequeñas en forma corta. 0 dBm es lo mismo que 1 mW.

**GSM** (Global System For Mobile Communications)

**UMTS** (Universal Mobile Telephone System)

**HSDPA** (High Speed Downlink Packet Access) como parte de su evolución 3G. Los operadores tradicionales de CDMA.

**ROAMING** (significa vagar, rondar) es un concepto utilizado en comunicaciones inalámbricas que está relacionado con la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra.

**CDMA** Acceso Múltiple por División de Código

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Vista de una Central telefónica Alcatel.....	6
Figura 2 Cuadro o Rack de Central Alcatel.....	6
Figura 3 Vista de una Central Analógica Ericsson.....	7
Figura 4 Bastidores y Rack de una Central Analógica Ericsson.....	8
Figura 5 Proceso de Construcción de una Central Telefónica.....	10
Figura 6 Central Telefónica o Planta Interna.....	11
Figura 7 Edificio de una Central Telefónica.....	11
Figura 8 Diagrama a Bloques de Una Central Telefónica o Planta Interna.....	12
Figura 9 Grupo Electrónico.....	15
Figura 10 Diagrama a bloques de un sistema de alimentación de Corriente Alterna.....	16
Figura 11 Función de Arranque del Grupo Electrónico mediante el Tablero de Control.....	17
Figura 12 Ubicación de Planta de CD dentro de una Central Telefónica.....	18
Figura 13 Planta de CD.....	19
Figura 14 Baterías de Respaldo en caso de falla de C.A.....	19
Figura 15 Etapas de la conversión digital a analógica.....	22
Figura 16 Cuantificación de la Señal PAM.....	25
Figura 17 Bastidores de sala de equipo AXE.....	26
Figura 18 Magazín de una Central Digital telefónica AXE.....	26
Figura 19 Estructura AXE.....	27
Figura 20 Estructura Jerárquica de la Red telefónica.....	28
Figura 21 Estructura del sistema de control APZ.....	29
Figura 22 Diagrama a Bloques de Una Central Telefónica AXE.....	32
Figura 23 Digitalización de canal analógico.....	33
Figura 24 Planta Externa en Telmex.....	39

Figura 25 Sala de control de una Central telefónica tipo AXE.....	42
Figura 26 Tipos de Cables ópticos .....	48
Figura 27 Sistema de transmisión por fibra óptica .....	50
Figura 28 Configuración 1 + 1 .....	50
Figura 29 Red de un solo anillo.....	52
Figura 30 Red con anillo principal y anillo secundario.....	52
Figura 31 Red de anillo con nivel de transporte.....	53
Figura 32 Medición total de un enlace de F.O.....	53
Figura 33 Medición de la potencia de referencias PO .....	54
Figura 34 Antena tipo Yagi .....	56
Figura 35 Reflectores parabólicos .....	56
Figura 36 Mini Link.....	57
Figura 37 Radio Enlace Terrestre .....	58
Figura 38 Topología de una Red de Carrier Ethernet.....	59
Figura 39 Equipos de transmisión y cliente en CDMA .....	63
Figura 40 Adopción de Nuevos Servicios.....	63
Figura 41 Funciones de Movilidad .....	66

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Secuencia de Operación .....	43
Tabla 2 Secuencia de Mantenimiento.....	44
Tabla 3 Cables de Fibra Optica .....	49
Tabla 4 Valores típicos de Potencias .....	69

# **CAPÍTULO 1 RESEÑA LABORAL**

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

Descripción de las actividades desarrolladas en el ejercicio laboral en la construcción el mantenimiento y operación de Centrales telefónicas como requisito principal para obtener el título de Ingeniero Electricista

Presentación de experiencias y vivencias durante el transcurso de mi carrera como Telefonista.

Actividades que se desarrollan como atención en Construcción, mantenimiento preventivo correctivo y predictivo en unas centrales telefónicas así como su equipo y funcionamiento.

Las actividades que realiza un Ingeniero en una Central Telefónica además de las referentes directamente con su especialidad están las que son de diversas índole como lo son las administrativas de recurso humanos, económicos y materiales, las referentes a la seguridad y a lo ambiental, cuidando todos los aspectos éticos y sociales siguiendo los lineamientos que marca la institución los cuales están regidos por leyes y normas.

Por lo anterior, es conveniente aclarar que, con el propósito fundamental de dar a conocer y describir las actividades que conforman la experiencia adquirida a través de los años hablaremos únicamente de las actividades técnicas y administrativas en general de la planta Telefónica y para no hacerlo de forma aislada unas de otras éstas las englobaremos dentro del contexto de lo que es la construcción y el mantenimiento a una Central Telefónica.

## **1.2 SERVICIO SOCIAL EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES METALÚRGICAS DE LA UMSNH.**

Soy egresado de la carrera de ingeniería eléctrica generación 1980- 1985.

Presenté mi servicio social en 1985 en el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a cargo del Ingeniero Arturo López Ceja.

Mi servicio social se basó en ayudar en su preparación de Tesis al Ingeniero Jorge Rocha Trujillo la cual consistió acerca del Horno de Fusión por arco eléctrico.

Mi ayuda al Ingeniero Rocha fue de apoyarlo en las diferentes pruebas que realizó con la fusión de un electrodo por arco eléctrico en un crisol. El cual se inicia variando parámetros al Horno de Fusión por arco eléctrico como son voltaje, corriente y flujo de agua de refrigeración en el crisol para la creación de diferentes lingotes y sacar muestras del acero.



Después de haber efectuado varias Re fusiones con diferentes valores preestablecidos en cada prueba se retiran los lingotes los cuales se cortan sacando muestras rectangulares de aproximadamente 1.5 x 8 centímetros.

A cada lote de muestras se le aplican una serie de pruebas con equipos de laboratorio como son pruebas de Tensión, Torsión, Impacto, corte, y otra de estas muestras se pule hasta quedar como un espejo para realizar análisis de cristalografía en un Microscopio Electrónico.

Lo que aprendí en mi servicio social con estas pruebas de investigación metalúrgica son para determinar los tipos y características de aceros para sus diferentes aplicaciones.

### **1.3 PRÁCTICAS PROFESIONALES EN COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD (CFE)**

En el año 1986 realice mis prácticas profesionales en Comisión Federal de Electricidad en Uruapan, Michoacán en el departamento de Protección y control a cargo del Ingeniero Juan Manuel López.

Mi participación consistía en acompañar y ayudar al Personal técnico a realizar en su mayoría rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de protección y control en pequeñas plantas de generación y subestaciones.

Aquí conocí Plantas de generación como son El Platanal, El Cobano, Cupatitzio, Zumpimito y Subestaciones como son Carapan, El Mirador y algunas otras en la periferia de Uruapan.

### **1.4 INICIO DE BÚSQUEDA DE TRABAJO**

En 1986 me dedique a buscar trabajo en empresas de Uruapan y debido a las pocas oportunidades de mi lugar de origen en el mes de Julio decidí salir a buscar suerte a la ciudad de Lázaro Cárdenas dejando solicitudes en algunas empresas como Sicartsa, Fertimex, PMT, CFE, etc.

Después regrese a Uruapan a esperar noticias y a trabajar en el taller de Torno y Soldadura de mi familia.

Después de no recibir noticias de ninguna empresa de Lázaro cárdenas me traslade en Octubre a la Ciudad de Querétaro aprovechando que residía en esta ciudad un familiar, empecé a dejar solicitudes de trabajo en empresas de los parques industriales y en bolsas de trabajo regresando a Uruapan para esperar noticias.

### **1.5 MI PRIMER CONTRATO DE TRABAJO EN C F E**

En los primeros días de Diciembre de 1986 me llamaron de la Ciudad de Lázaro Cárdenas por parte de Comisión Federal de Electricidad donde me ofrecieron un contrato de trabajo en el departamento de construcción ya que se iniciaba en el Poblado de Petacalco Guerrero la instalación de la Nueva Planta Termoeléctrica "Plutarco Elías Calles".

Mi estancia en Lázaro Cárdenas fue de un tiempo muy corto ya que me llamaron de Teléfonos de México de la Ciudad de Querétaro en donde requerían que me presentara para iniciar a laborar en esta empresa, Por lo que decidí dejar CFE y me traslade a Querétaro.

## **CAPÍTULO 2 INICIO DE MI EXPERIENCIA LABORAL EN TELMEX COMO SUPERVISOR DE CENTRALES CONSTRUCCIÓN**

### **2.1 PRIMERA ETAPA EN TELMEX DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN**

En Diciembre 1986 Fui llamado por la Empresa Teléfonos de México y fui contratado como Personal de Confianza en el puesto de Supervisor de Construcción Centrales en la Gerencia de Expansión y Proveeduría de la División Centro. Con residencia en la Ciudad de Querétaro.

### **2.2 CRONOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES EN MÉXICO**

El teléfono fue un invento que realiza Alexander Graham Bell y Watson producto de una serie de experimentos, resultando esto en 1876, cuyo fin era realizar una mejora en un medio eléctrico que permitía la comunicación a distancia,

La célebre primera comunicación telefónica en México se realiza “el 13 de marzo de 1878”. Entre la población de Tlalpan y la capital del país, cuyo resultado es el otorgamiento, a fines de este año, del permiso para ofrecer el servicio telefónico a Alfred Westrup y Co. cuya especificación es enlazar telefónicamente en el siguiente orden: las seis comisarías de policía con la inspección, después con la oficina del gobernador de la ciudad y por último con el ministro de Gobernación.

En los albores del servicio telefónico, la Compañía Telefónica Mexicana, establecida en 1882, fue el proveedor único, hasta que en 1905 la Compañía Mexicana Telefónica Ericsson inició sus operaciones, lo que desató una saludable competencia entre las dos empresas concesionarias. En un principio las redes de ambas compañías no se encontraban interconectadas, por lo cual los suscriptores de una empresa no podían comunicarse con los de la otra. Será hasta 1947 que las redes de ambas compañías logran interconectarse.

Es también, “durante el gobierno del presidente Manuel González (1881), que se expide la primera ley que establece la reglamentación del servicio de ferrocarriles, telégrafos y teléfonos, misma que señala como vías generales de comunicación a los teléfonos que unan municipalidades o estados.

Para 1881 que la red telefónica había logrado ampliarse en varias zonas de la capital de la República. En 1883 se realiza la primera conferencia telefónica internacional entre interlocutores situados en Matamoros, Tamaulipas y Brownsville, Texas. En 1890 los suscriptores de teléfono sumaban 1 110.

El 23 de diciembre de 1947, se constituye: Teléfonos de México, S. A. (TELMEX).

El 16 de agosto de 1972, con la compra del 51 por ciento de las acciones del capital social de la Empresa por parte del Gobierno Federal, Teléfonos pasó a ser una empresa estatal.

EL 9 de diciembre de 1990: La empresa pasa de ser paraestatal a Privada bajo la administración del el consorcio integrado por Grupo Carso, Southwestern Bell Internacional Holdings y France Cables et Radio. Este mismo año la empresa Telmex reestructura sus convenios con el STRM (Sindicato de Telefonistas de Teléfonos de México) con la visión de modernizar la planta.

1996 Se transforma de empresa telefónica a empresa de Telecomunicaciones al ofrecer servicios de Internet por marcación a través de la línea telefónica con dispositivos MODEM (modulador-demodulador que convierte la señal analógica en digital y viceversa) instalado en la casa del cliente para conectar la computadora.

En el Año 2000 la planta telefónica es 100% digital y su cobertura alcanza a más de 22 mil 893 localidades, donde se encuentran 90.65% de los habitantes del país. La red de fibra óptica, entre Larga Distancia y Local, llegó a más de 67 mil kilómetros

2002 TELMEX lanza Infinitum, la conexión a Internet más rápida hasta el momento soportado por la banda ancha, aunque la empresa ofrecía conexión a Internet a sus Clientes desde 1996.

2008 TELMEX definió una nueva estructura organizacional con estructuras más simples, cercanas a la operación y enfocadas al Cliente y al mercado, con el fin de enfrentar exitosamente la nueva era de las telecomunicaciones en México, esta acción trae por consecuencia elevar la productividad del recurso humano mejorando la calidad de los servicios ofrecidos. En Junio de este año Telmex con la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte) cumple preparando la red para permitir la Portabilidad Numérica, esto fue posible consolidando la red Inteligente de Telmex.

Actualmente las telecomunicaciones son una parte fundamental en el desarrollo de un país, derivado de la globalización mundial de mercados, el manejo rápido y adecuado de información resulta de vital importancia para las empresas, por lo cual los operadores de empresas de telecomunicaciones, deben reaccionar en forma rápida y eficiente en la implementación de redes confiables, eficientes y en el desarrollo de nuevos servicios.

Diversa información se puede transportar de un gobierno a otro por estos elementos, que puede ser voz, datos o video.

En este reporte se presentan actividades generales que desarrolla el profesionista en Supervisión de Construcción de Centrales telefónicas en TELMEX en el área de Conmutación, Transmisión, Equipos de Fuerza y clima.

### **2.3 INICIO DE MI EXPERIENCIA LABORAL EN EL DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN EN TELMEX**

Este inicio en Telmex fue de continuo aprendizaje ya que en Enero del 1987 fui enviado a la Ciudad de México D.F. Para recibir capacitación en Centrales digitales del tipo AXE en la Empresa Ericsson.

En este tiempo estuvimos a cargo del Gerente de la división Centro quien nos amenazó con finalizar contrato de trabajo a quien sacara menos de 9 de promedio en las evaluaciones finales del curso. Por lo que fue un periodo de constante stress.

Al término de mi capacitación en México fui enviado en Abril de 1987 y por el resto del año a las Ciudades de Poza Rica, Veracruz y Ciudad Victoria, Tamaulipas para mi inicio de trabajo en centrales electromecánicas marca Alcatel las cuales funcionaba con una gran cantidad de Racks de relevadores y algunas tarjetas digitales impresas.



Figura 1 Vista de una Central telefónica Alcatel.

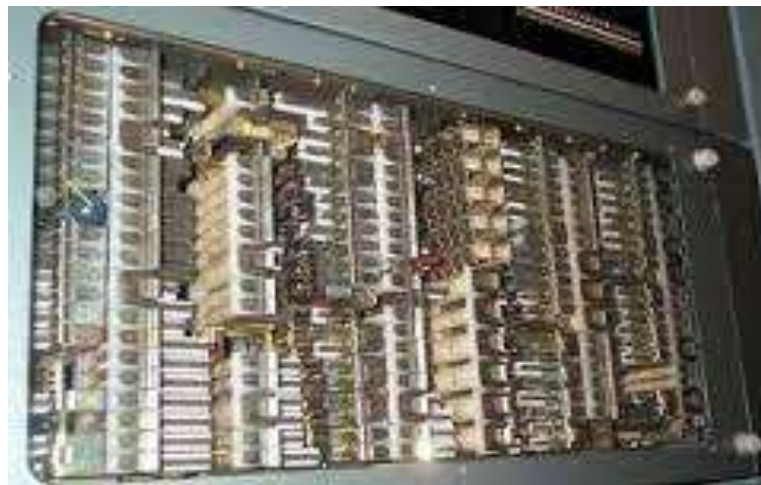


Figura 2 Cuadro o Rack de Central Alcatel

Mi función de trabajo en el aspecto técnico en estas centrales consistía en supervisar a los contratistas el que cumplieran específicamente con lo solicitado en la orden de trabajo generada por

ingeniería amparando en su mayoría ampliaciones y aumentos de equipo de conmutación, como eran líneas telefónicas, troncales de larga distancia, esto era para llevar a cabo el proceso de completar las llamadas de una forma más rápida y eficiente y así evitar congestiones en el equipo.

Los trabajos de ampliación de equipo de conmutación eran efectuados por el personal de la filial Alcatel y la recepción de estos trabajos lo realizaba el personal técnico a mi cargo de Telmex que generalmente se efectuaba de manera nocturna después de las 23:00 horas ya que es el horario con menor tráfico o flujo de llamadas en caso de afectación del servicio.

Mi función de trabajo en el aspecto administrativo fue el de controlar reportes de trabajos realizados, trabajos pendientes y del personal técnico, como reportes de viáticos, de asistencia y de tiempo extra.

### **2.3.1 EN ENERO DEL 1988 FUI ENVIADO A LA CIUDAD DE PACHUCA, HIDALGO A CARGO DEL MISMO DEPARTAMENTO DE CENTRALES CONSTRUCCIÓN.**

Aquí conocí las centrales Analógicas ARF del proveedor Ericsson y mi trabajo constaba al igual que en Poza Rica de recibir todos los nuevos proyectos en equipos de Conmutación, Líneas privadas y Troncales en todo el estado de Hidalgo, esto con un pequeño grupo de personal técnico sindicalizado a mi cargo.

Este tipo de Central telefónica Ericsson también de tipo electromecánico funcionaba con gran cantidad de relevadores y algunas tarjetas digitales impresas como muestran las siguientes fotografías.



Figura 3 Vista de una Central Analógica Ericsson

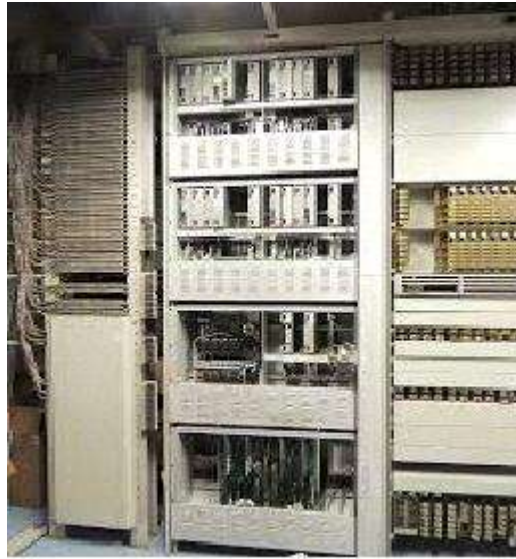


Figura 4 Bastidores y Rack de una Central Analógica Ericsson

**2.3.2 EN DICIEMBRE DE 1988 CONSEGUÍ UNA PERMUTA CON UN COMPAÑERO Y LOGRE EL CAMBIO DE RESIDENCIA A LA POBLACIÓN DE URUAPAN, MICHOACÁN DE LA CUAL SOY ORIGINARIO.**

## **2.4 INICIO DE CONSTRUCCIÓN DE CENTRALES DIGITALES AXE**

En enero de 1989 fui parte del inicio de la Construcción de una Nueva Central Telefónica Digital AXE en Uruapan para la sustitución de una Central Antigua del tipo electromecánica. Y a partir de la puesta en servicio de esta Central colabore en la construcción y puesta en servicio de todas las centrales digitales en el estado de Michoacán del tipo AXE y S12.

### **2.4.1 CONSTRUCCIÓN Y RECEPCIÓN DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA.**

Se nos capacito con las directrices de que la construcción, recepción y puesta en servicio de una nueva Central Telefónica comprende dos Conceptos:

- Aspectos Administrativos
- Aspectos Técnicos.

#### **2.4.1.1 En los Aspectos Administrativos:**

Se lleva a cabo principalmente el control de los Recursos Humanos y Recursos Materiales de Telmex.

#### **2.4.1.1.1 Recursos Humanos**

Conocer el personal que compone el equipo de trabajo con que se cuenta para realizar las tareas asignadas tanto de proveedores, contratistas, filiales como del personal sindicalizado de Telmex estableciendo las características de habilidad, capacidad y desempeño de cada trabajador acorde a la actividad a ejecutar.

Asignar al personal técnico capacitado para la realización de tareas específicas en la recepción de los diferentes equipos y unidades que componen una Central telefónica.

Llevar a cabo el control administrativo de personal sindicalizado como son turnos, salidas, reporte de tiempos de programas y la responsabilidad de dotarles de equipo, calzado y ropa de seguridad.

#### **2.4.1.1.2 Recursos Materiales**

Contar con todos los materiales necesarios del almacén de Telmex para la instalación de Herrajes, cableados, Tablillas, Conectores y como son Herramientas, Vehículos, Equipos de medición, Las ordenes de trabajo que amparan la instalación de los diferentes equipos, Normas de Instalación, Protocolos de recepción, Actas de inventario y de funcionamiento.

#### **2.4.1.2 En los Aspectos Técnicos**

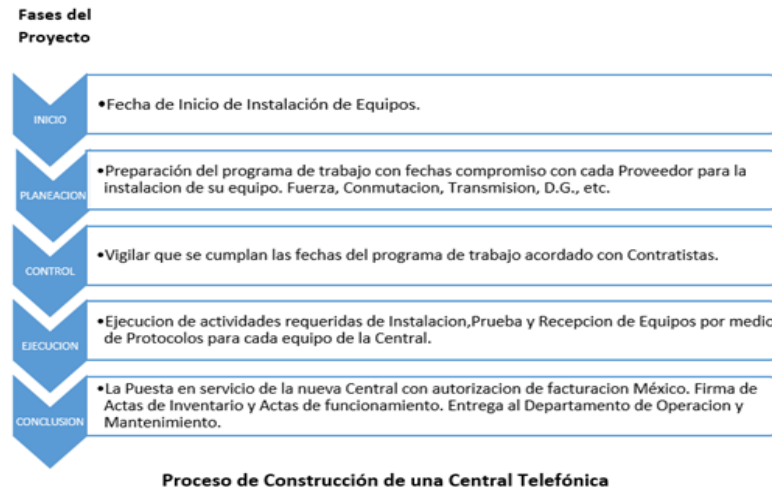
La Principal responsabilidad como Supervisor de Centrales Construcción en Telmex fue conocer y dominar la parte técnica de la instalación de una nueva Central Telefónica así como los elementos y equipos que la componen.

A configurar y programar las Centrales Telefónicas para su puesta en servicio para crecer y actualizar la red de telefonía pública conmutada.

Saber interpretar los diferentes equipos de conmutación de cada tecnología de los fabricantes y su manera de funcionar.

La aplicación estricta de Actas y protocolos de recepción para llevar a cabo el establecimiento de las llamadas telefónicas locales y de larga distancia.





**Figura 5 Proceso de Construcción de una Central Telefónica**

## **2.4.2 COMPONENTES DE UNA CENTRAL TELEFÓNICA**

La Central Telefónica o Planta Interna Se refiere al conjunto equipos que integran e interactúan dentro del edificio para ofrecer servicios de telecomunicaciones.

La instalación de estas nuevas centrales AXE y Sistema 12 fue el inicio del cambio de la telefonía en todo México para un mejor servicio y calidad en las llamadas así como la aparición de servicios digitales como son la llamada en espera, transferencia de llamada, llamada tripartita, remarcación de llamada automática en espera , recordatorio automático, despertador etc.

La empresa Ericsson con tecnología Suiza (AXE) y la empresa Alcatel con Tecnología de Bélgica (S12) fueron asignadas a nivel nacional para la instalación de este tipo de Centrales digitales.

### **2.4.2.1 Esquema de una Central telefónica o Planta Interna**

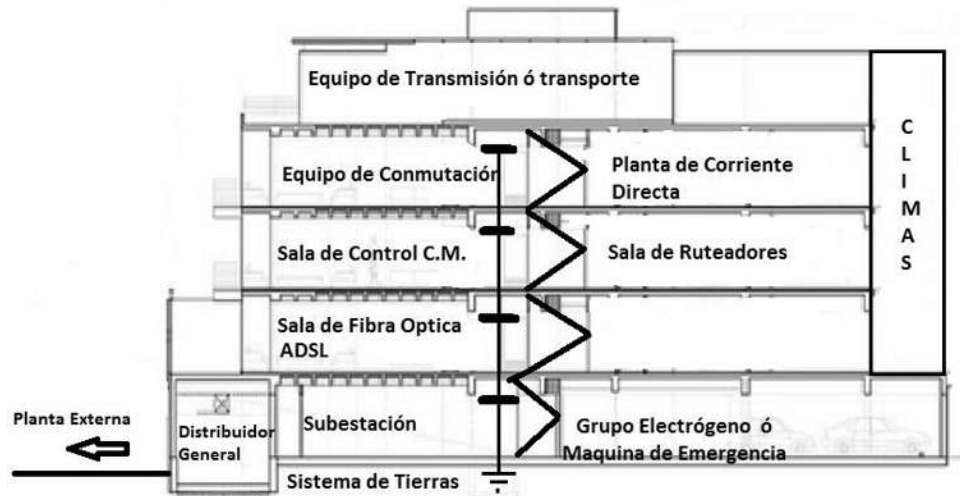


Figura 6 Central Telefónica o Planta Interna

#### 2.4.2.2 Construcción del edificio:

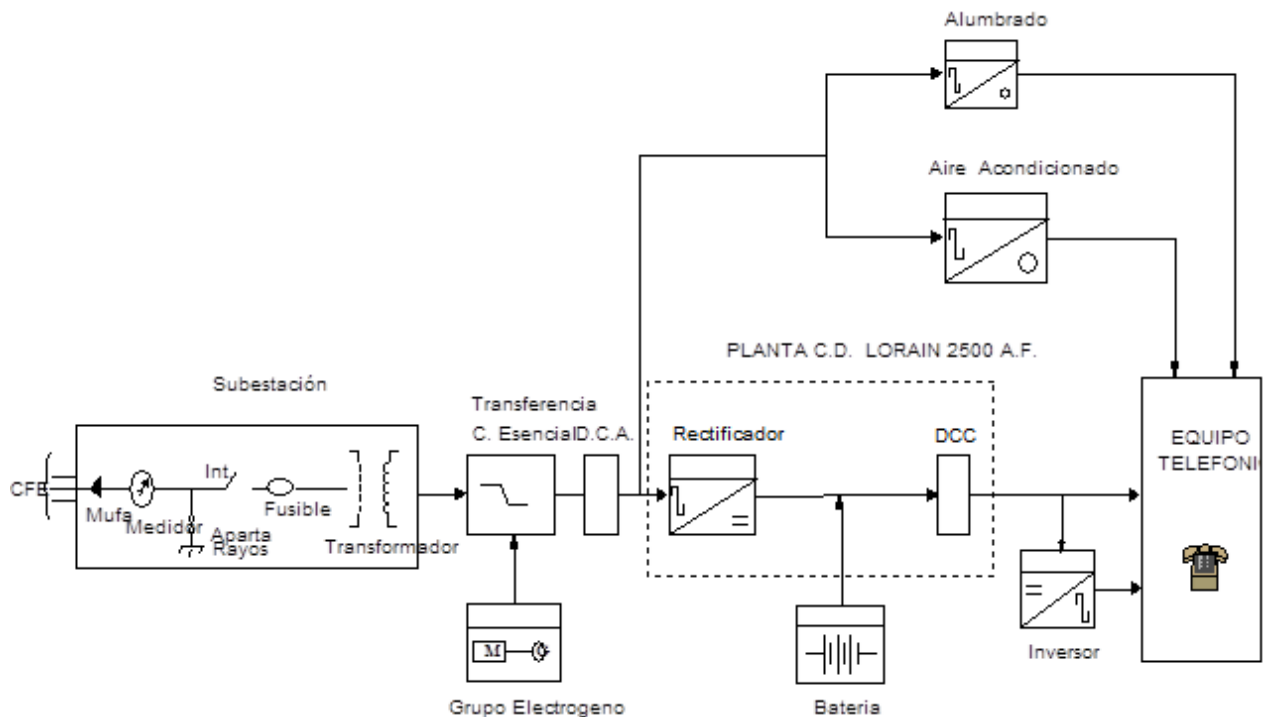
La principal prioridad para la instalación de una nueva Central Telefónica es la ubicación física o geográfica del edificio que facilite la distribución de líneas telefónicas siendo generalmente su construcción en el Centro histórico urbano de la población quedando a cargo del departamento de Bienes raíces.

Las características básicas del nuevo edificio son de acuerdo a su tipo y capacidad de líneas requeridas para la población a través estudios socio económico.

Siempre se consideran salas y espacios libres para futuros aumentos de equipo.



Figura 7 Edificio de una Central Telefónica



**Figura 8 Diagrama a Bloques de Una Central Telefónica o Planta Interna**

### 2.4.2.3 Sistema de Tierras.

Se asume que el planeta tierra tiene un potencial cero que puede ser un excelente o pésimo conductor eléctrico, esto depende del grado de humedad, del tipo del terreno que puede ser orgánico, arenoso, arcilloso, rocoso, roca volcánica, etc.

Al asumir que el planeta tierra tiene un potencial cero todas las partes metálicas que normalmente no transportan energía eléctrica de los equipos eléctricos, deben igualarse al potencial del planeta tierra para que no exista una diferencia de potencial que pudiera representar un peligro a los seres humanos.

Los conceptos básicos para el entendimiento de la puesta a tierra se basan en el funcionamiento normal de un circuito eléctrico

Un sistema de tierra es un conjunto de conductores electrodos accesorios, Que interconectados eficazmente entre si tiene como objeto conectar a tierra las cubiertas y otras partes metálicas de los equipos electrónicos, así como aquellos elementos de los circuitos que lo requieran.

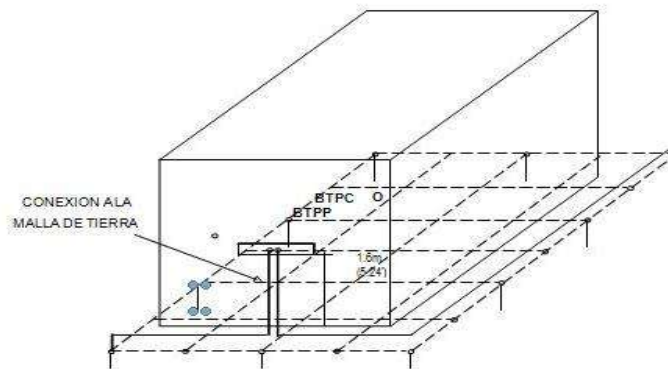
En la actualidad se ha determinado que la mayoría de los daños que sufren los equipos electrónicos es debido a la falta de la implementación de un buen sistema de tierras, es por esta razón que se ha desarrollado un gran proyecto para la instalación del sistema de tierra de acuerdo a las necesidades y características específicas de la planta telefónica.

Teléfonos de México se ha preocupado por tener una alta seguridad para su personal en el manejo de la energía eléctrica de corriente directa y de corriente alterna, poniendo en práctica técnicas modernas de puesta a tierra de sus equipos de Fuerza, Clima, Conmutación, Transmisión.

Actualmente se cuenta en la mayoría de las instalaciones de Telmex, con una malla de tierras que cubre toda el área de la instalación, de la cual se toman todos los conductores de puesta a tierra, método llamada de conexión múltiple de puesta a tierra, lo que asegura un buen funcionamiento del equipo telefónico.

Se prepara principalmente la malla de tierras bajo la base del edificio con sus respectivas conexiones con cable desnudo de cobre generalmente de 1/0

Debido al cambio de tecnología analógica a digital da la necesidad de modificar las técnicas de conexión a tierra a fin de garantizar una mínima impedancia y proporcionar protección contra altas tenciones transitorias, descargas electroestáticas de los sistemas digitales ya que estos presentan requerimientos específicos para la puesta a tierra.



**Figura 8 Sistema de Tierra**

#### 2.4.2.4 Subestación

Por Definición una subestación eléctrica es un conjunto de elementos y dispositivos eléctricos que transforman las características de la potencia eléctrica.

Las principales partes de que se compone una subestación eléctrica son:

- Transformadores de potencia y/o distribución.
- Interruptores.
- Cuchillas desconectadoras.
- Apartarrayos

**Transformador.** El transformador es la parte más importante de una subestación porque en ella se transfiere la energía eléctrica cambiando el valor de la tensión a los valores de utilización. Además su costo en relación con las otras partes de la subestación es el más alto.

Las subestaciones eléctricas compactas existentes en Telecomunicaciones, utilizan en su sección de transformación transformadores trifásicos sumergidos en aceite. Estos transformadores tienen accesorios de control y protección además de sus componentes principales.

La persona responsable de las maniobras de la subestación debe conocer el principio de funcionamiento, los componentes principales y accesorios de control y protección de los transformadores utilizados en las subestaciones eléctricas.

Para la recepción de subestación de una central telefónica está a cargo de la filial de Fuerza y Clima Sociedad Anónima (FYCSA). Y como Supervisor de Telmex realizamos una verificación visual de la subestación.



Figura 9 Subestación

### 2.4.2.5 Grupo Electrónico o Generador de Emergencia

#### 2.4.2.5.1 Descripción

Es un equipo cuya función consiste en la generación de energía eléctrica a niveles de voltaje, corriente y frecuencia adecuados para la alimentación de los diferentes equipos que constituyen la planta telefónica.

#### **2.4.2.5.2 Funcionamiento**

Dicho equipo aprovecha la energía mecánica proporcionada por una máquina de combustión interna para transformarla, por medio de un generador, en energía eléctrica.

#### **2.4.2.5.3 Aplicaciones**

Se utilizan en centrales de Telecomunicación y en repetidores de microondas hablando de Telmex, y en forma general, pueden ser usados como equipo de respaldo y protección de grandes empresas.

En las centrales Telefónicas el grupo electrógeno (G.E.) se utiliza como equipo de reserva, el cual suministra energía eléctrica en corriente alterna en caso de fallas en la red comercial.

En repetidores de microondas con red comercial el G.E. se utiliza como equipo de respaldo, en caso de que no exista red comercial, se instalan dos G.E. Para que funcione uno cada semana o controladas por un programador (con una o dos plantas).

En la planta telefónica sólo se utilizaban motores diésel para los grupos electrógenos móviles y estacionarios, aunque en fechas recientes se han adquirido plantas portátiles de gasolina para los vehículos laboratorio de restauración de fibra óptica y emergencias en concentradores.



**Figura 9 Grupo Electrónico**

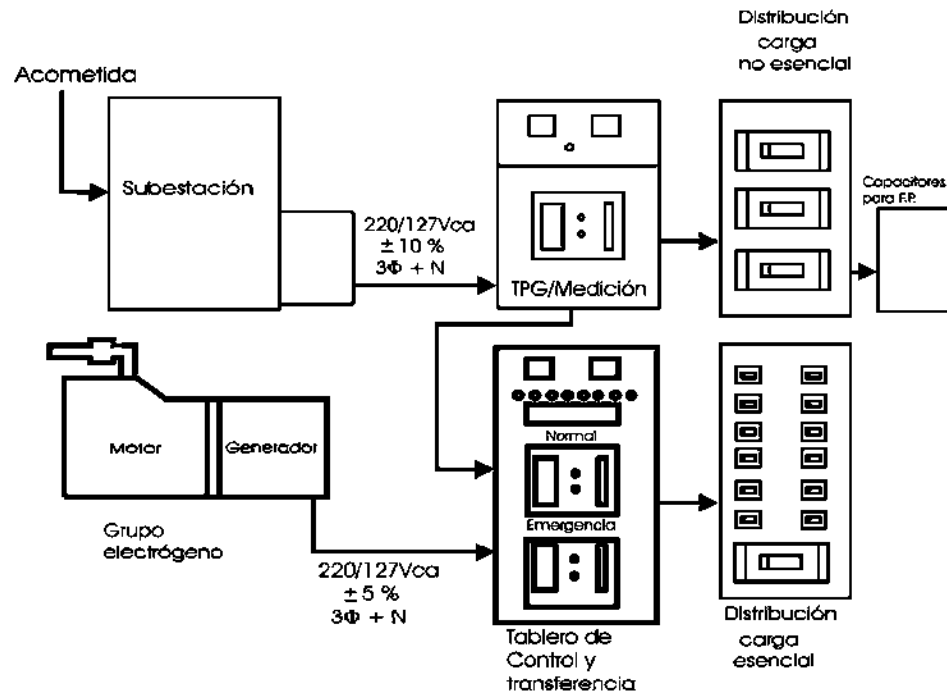


Figura 10 Diagrama a bloques de un sistema de alimentación de Corriente Alterna

### 2.4.2.5.3 Funciones del Tablero de Control

Las funciones son el arranque y paro tanto en posición manual como en automático del grupo electrógeno, así como la de activar sus protecciones cuando son requeridas.

#### 2.4.2.5.3.1 Función de Arranque

Cuando por algún motivo, el suministro de energía eléctrica (red comercial) presente desviaciones ya sea en voltaje o frecuencia o ausencia total el Tablero de Control se encarga de enviar la señal de arranque al grupo electrógeno.

También el grupo electrógeno se arranca manualmente para verificar la correcta operación de todas sus funciones.

A continuación mostramos la función de arranque del grupo electrógeno mediante el tablero de control.

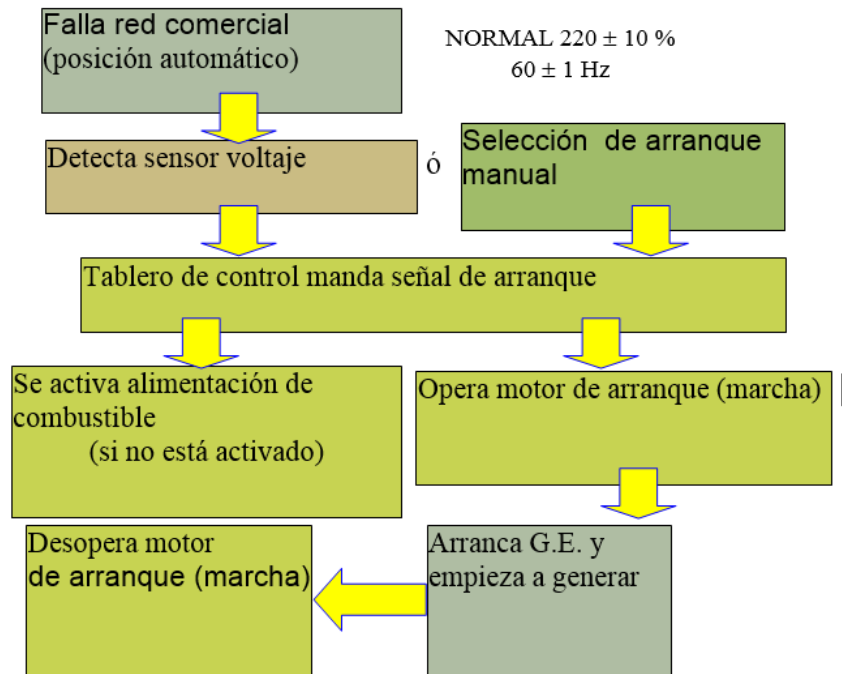


Figura 11 Función de Arranque del Grupo Electrónico mediante el Tablero de Control

## 2.4.2.6 Planta de Corriente Directa

### 2.4.2.6.1 Introducción

En las centrales telefónicas existe una gran cantidad de equipo que necesita ser alimentado con energía eléctrica de corriente directa, para lograr el suministro de energía se cuenta con equipos que proporcionan corriente directa C.D. Hacia la carga y son conocidos como plantas de fuerza de C.D.

### 2.4.2.6.2 Antecedentes

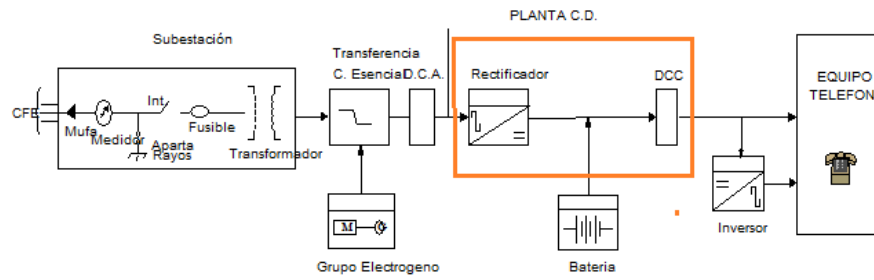
Una planta de fuerza de C.D. es un equipo electrónico que tienen como finalidad el convertir voltaje alterno C.A. en voltaje directo de 50 V C.D. y un máximo de corriente de 4000 A. en forma regulada, con un mínimo de rizo de voltaje y en forma continua sin importar las variaciones de la línea eléctrica o la ausencia de la misma.

Para lograr este objetivo la planta de fuerza consta de los siguientes circuitos electrónicos.

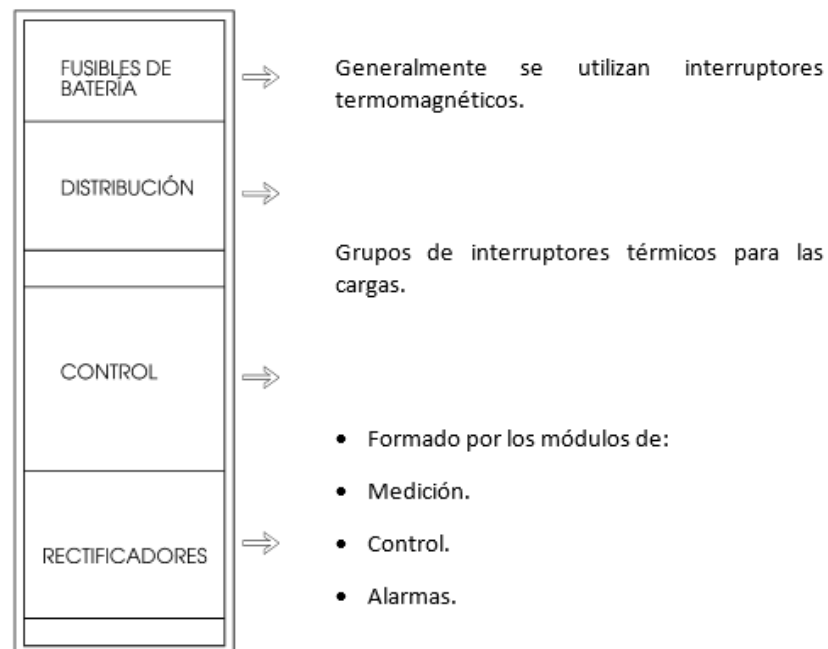
- Rectificadores
- Baterías
- Circuito de control y medidores



- Distribuidores de C.D.



**Figura 12 Ubicación de Planta de CD dentro de una Central Telefónica**





**Figura 13** Planta de CD



**Figura 14** Baterías de Respaldo en caso de falla de C.A.

## **2.4.2.7**      **Equipo de Conmutación Digital**

### **2.4.2.7.1**      **Tipos de señales**

#### **2.4.2.7.1.1**      **Fuentes de información**

La información que se entrega a un sistema de comunicación, proviene de diferentes fuentes y puede ser de diversos tipos por ejemplo: voz, datos, video. Para que esa información pueda ser transmitida se requiere de dispositivos que la conviertan en señales eléctricas.

El teléfono y la computadora, son dispositivos que convierten la información en señales eléctricas, estas señales pueden ser analógicas o digitales.

### **2.4.2.7.1.2 Señales analógicas**

Señales analógicas son las que varían de manera continua con respecto al tiempo, es decir pueden tomar un número infinito de valores, ejemplos típicos son las señales de voz, música y vídeo.

### **2.4.2.7.1.3 Señales digitales**

Señales digitales son las que toman valores discretos, la representación digital más usual es la binaria que solo toma dos valores.

### **2.4.2.7.1.4 Señal de audio**

Las señales de audio son señales producidas por fuentes de sonido y son percibidas por el oído humano. Estas señales tienen un ancho de banda de frecuencias de entre 20 Hz hasta 20,000 Hz.

### **2.4.2.7.1.5 Canal telefónico**

El teléfono es un dispositivo capaz de convertir la señal de voz en señal eléctrica y viceversa. Un canal telefónico incluye: audífono, micrófono y conductor, tiene un ancho de banda de 300 Hz hasta 3400 Hz (se considera como 4000 Hz).

### **2.4.2.7.1.6 Conversión de la señal de voz**

Las señales de voz manejadas por aparatos telefónicos de los clientes son del tipo analógico. Las redes telefónicas actuales transmiten casi en su totalidad señales digitales, por lo que es necesario someter las señales analógicas a un proceso de conversión analógico a digital y viceversa. Esta conversión se lleva a cabo mediante una técnica denominada PCM (modulación de pulsos codificados).

### **2.4.2.7.1.7 ¿Qué es modulación?**

Modular una señal es modificar alguna(s) de las características (amplitud, frecuencia, fase etc.) de una señal, en función del valor instantáneo de alguna característica de otra señal. La primera señal se denomina portadora y la segunda moduladora (o señal de información).

La modulación se hace con el objeto de transportar la información contenida en la señal moduladora.

#### **2.4.2.7.1.7.1 Modulación por Pulsos Codificados (PCM)**

La tendencia de los sistemas de telecomunicación ha sido poder transmitir cada vez más información por un solo medio. Esto implica tener varias fuentes de información, agruparla y transmitirla toda junta para después separarla y entregar cada información individual a su respectivo receptor.

Con el continuo incremento de la demanda por mejorar la calidad de transmisión y tener costos más bajos, aparecen en la década de 1960's los sistemas digitales, que para transmitir varios canales telefónicos por un mismo medio, los colocan en intervalos de tiempo diferentes, utilizando un método conocido como modulación de pulsos codificados ( PCM ).

Una de las principales ventajas de manejar señales eléctricas en forma digital es que se tiene una muy alta calidad en su transmisión. Esta es una razón por la que los sistemas empleados en telecomunicaciones estén utilizando técnicas digitales.

Algunos dispositivos como los micrófonos y los audífonos, funcionan con señales analógicas, por lo tanto es necesario que los equipos de telecomunicación a los que estos dispositivos están conectados, realicen conversión de las señales analógicas a digitales y viceversa para lograr un alto grado de calidad en la transmisión.

La modulación por pulsos codificados PCM, es una método de conversión de canales telefónicos analógicos a forma digital, mediante el cual se muestrea una señal analógica, cuantificándose la amplitud de cada muestra independientemente de otras muestras y convirtiéndola, por codificación, en una señal digital.

El proceso se realiza también de manera inversa mediante la decodificación y demodulación de las señales digitales.

#### **2.4.2.7.1.7.2 Etapas de la conversión analógica a digital**

La conversión de las señales analógicas a forma digital, se realiza según 3 etapas básicas:

- Muestreo
- Cuantificación
- Codificación

Conviene aclarar que cuando se trata de señales de un canal telefónico, es necesario filtrar previamente esas señales para permitir solamente el paso de las frecuencias comprendidas en un ancho de banda de 300 a 3400 Hz.

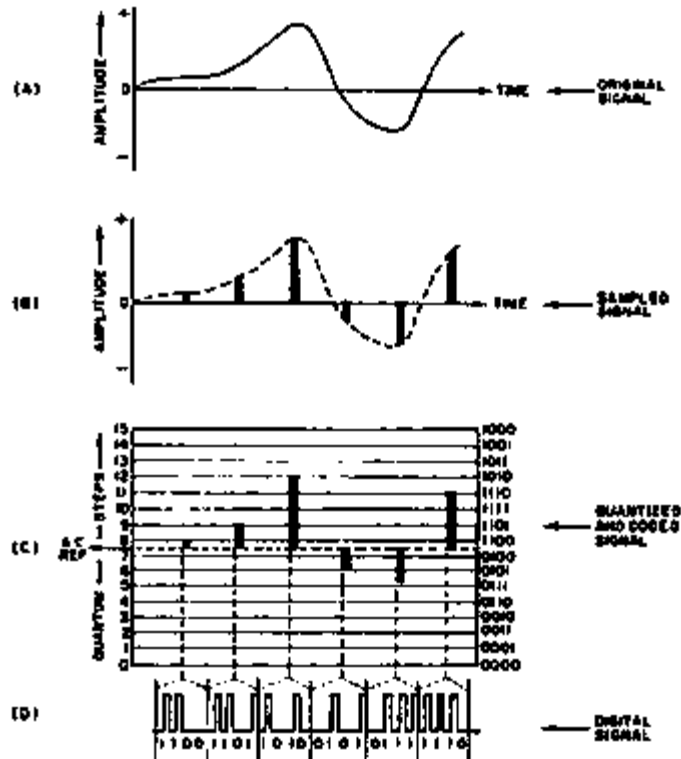


Figura 15 Etapas de la conversión digital a analógica  
Señal Original, (B) Muestreo, (C) Cuantificación, (D) Codificación

**Muestreo.** Consiste en convertir la señal analógica en señales PAM (Pulse amplitude modulation). Para esto se toma una muestra periódica de los valores de amplitud de la señal analógica.

El periodo o intervalo de muestreo está regido por el teorema de Nyquist, el cual establece que para realizar un muestreo y no perder características de la señal original, la frecuencia de muestreo ( $f_s$ ) debe de ser mayor o igual al doble del valor de la frecuencia máxima ( $f_{max}$ ) de la señal a muestrear.

Dado que el ancho de banda de un canal telefónico es de 300 a 3400 Hz, es recomendable tener un margen y considerar un ancho de banda aproximado de 4000 Hz, así, aplicando la fórmula anterior tenemos que la frecuencia de muestreo ( $f_s$ ) será:

- $f_s = 2 \times f_{m\acute{a}x} = 2 \times 4000 \text{ Hz} = 8000 \text{ Hz}$

Cuando el ancho de banda de un canal telefónico es expresado en forma digital, estaremos hablando de un canal básico, cuya velocidad de transmisión es de 64 Kbps, la cual resulta de multiplicar:

- $8 \text{ bits} \times 8000 \text{ Hz} = 64000 \frac{\text{bits}}{\text{Seg}} = 64 \text{ Kbps}$

Este es el valor de velocidad de transmisión mínima dentro de las tecnologías de multiplexión digital, por lo cual se le asigna el valor jerárquico de nivel 0.

**Cuantificación** La cuantificación es un proceso donde se aproximan los valores originales de las señales PAM a un número finito de niveles discretos de amplitud definida previamente.

**Niveles de cuantificación.** El número de niveles de cuantificación **M** está estrechamente relacionado con el número de bits **n** necesarios para codificar una señal. En nuestro caso, se usan 8 bits para codificar cada muestra. La relación es la siguiente:

- $M = 2^n$

Por lo tanto:

- $M = 2^8 = 256 \text{ niveles}$

Sin embargo, no es recomendable que todos esos niveles de voltaje o escalones tengan el mismo tamaño. Esto es debido a que las señales analógicas de voz están representadas principalmente por niveles bajos de voltaje y entonces, para la definición de los valores pequeños de las señales PAM, se requiere de mayor concentración de niveles de cuantificación que para los niveles altos.

**Estándar europeo** El estándar europeo se basa en la multiplexación de 30 canales telefónicos más dos canales para uso de la sincronización y señalización. La frecuencia de muestreo es de 8 KHz. Cada canal utiliza una palabra con formato de 8 bits.

El alineamiento de trama se logra transmitiendo la señal FAS en el intervalo de tiempo 0 de todas las tramas pares. La señal NFAS se transmite en los intervalos de tiempo 0 de las tramas nones. De esta manera una trama se compone de la siguiente cantidad de bits:

- $Trama = 8bits \times 32TS = 256bits$

La velocidad de transmisión es por consiguiente:

- $256bits \times 8KHz = 2048 Kbps$

Los enlaces que trabajan con esta velocidad se les denomina E1 y se utilizan principalmente en los países europeos y en otros países no precisamente europeos. Este estándar de trama es el que se emplea en la red de telecomunicaciones de Telmex.

Como dato adicional, se puede obtener que el tiempo empleado para transmitir un bit es:

- $\frac{1}{2048} = 0.4881 \mu\text{Seg}$

Se ha descrito como se forma una señal PCM de 2048 Kbps, que finalmente se puede considerar como un tren de pulsos con valores de 1 y 0.

Dependiendo del medio de transmisión adoptado (cable, radio enlace, fibra óptica, etc.), debe hacerse una adaptación a esa señal para tener un control efectivo en su transmisión.

**Codificación.** La codificación es asignar un código binario compuesto por 8 bits a cada una de las muestras PAM, dependiendo de la cual de los 256 niveles de cuantificación se halle más próxima dicha muestra.

Existen dos principales leyes normalizadas por la UIT-T según G.711: la ley m y la ley A. En Telmex se utiliza la ley A.

### Ley A

En la ley A, los 256 niveles de cuantificación, se asignan y codifican de acuerdo a lo siguiente:

Se consideran 128 valores positivos y 128 valores negativos para la amplitud de la señal PAM, en una escala no lineal que varía desde 0 hasta  $\pm 2048$  mV.

Los 128 valores de cada parte se ubican dentro de 13 segmentos de diferente tamaño. A cada segmento corresponden 16 niveles de cuantificación, excepto al segmento más cercano al valor 0 de amplitud (segmento 7), el cual consta de 64 niveles de cuantificación.

El formato de los 8 bits para codificar cada uno de los 256 niveles de cuantificación de la señal PAM es:

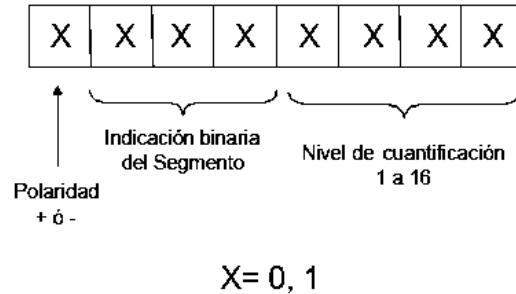


Figura 16 Cuantificación de la Señal PAM

El bit más significativo indica la polaridad de la señal PAM:

- 1 = positivo
- 0 = negativa

Por lo tanto las muestras PAM con amplitud positiva de voltaje, tendrán un valor binario comprendido entre 10000000 y 11111111. Las muestras PAM con amplitud negativa de voltaje tendrán un valor binario comprendido entre 00000000 y 01111111.

#### **La recuperación de las señales analógicas originales:**

La recuperación de las señales analógicas originales a partir de las señales digitales, se realiza según 2 etapas básicas:

- Decodificación
- Demodulación

El decodificador es el circuito utilizado para convertir datos digitales en un valor de voltaje correspondiente al valor binario representado.

El demodulador es el circuito que reconstruye la señal analógica de manera similar a como se tenía originalmente.

#### **2.4.2.8 Descripción General del Sistema de Conmutación AXE**



#### 2.4.2.8.1 ¿Qué es AXE?

El sistema AXE, es un sistema digital de conmutación telefónica que emplea el Control mediante Programa Almacenado SPC – Stored Program Control, lo que significa que programas almacenados en un procesador controlan la operación de la central.

El sistema AXE está constituido en su totalidad por grupos de tarjetas de circuito impreso. El magazine constituye la unidad básica del sistema para el manejo de hardware; todas las conexiones con otros magazines, se realizan mediante cables enchufables. Los magazines tienen diversos tamaños y se colocan en las repisas de bastidores.



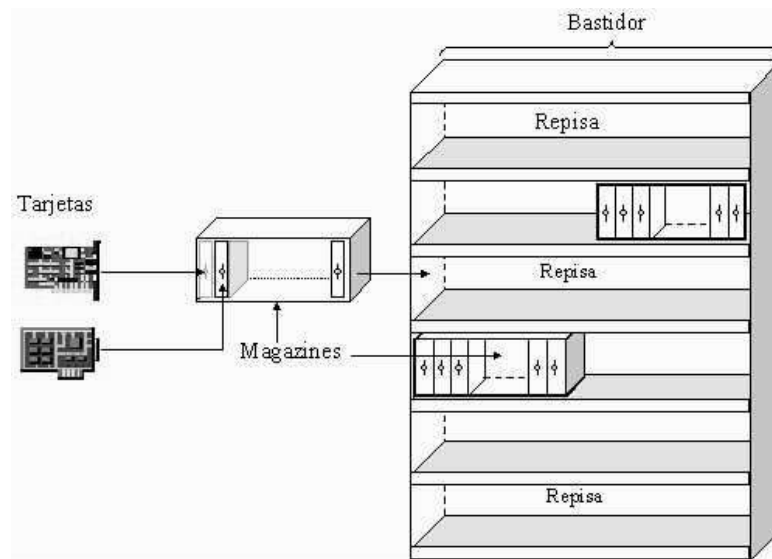
Figura 17 Bastidores de sala de equipo AXE



Figura 18 Magazín de una Central Digital telefónica AXE.

El sistema AXE está basado en una arquitectura de modularidad en la aplicación. Esto permite que el software existente se siga utilizando, mientras que al mismo tiempo permite una fácil portabilidad de la funcionalidad entre las diferentes líneas de productos del AXE.

El concepto modularidad en la aplicación es una forma de estructurar las aplicaciones de las telecomunicaciones dentro del AXE de manera que éstas puedan ser combinadas de una manera fácil y en una forma flexible dentro del mismo nodo.



**Figura 19 Estructura AXE**

#### **2.4.2.8.2 Uso del Sistema AXE**

El sistema AXE está diseñado para emplearse como Central Local, Tándem, Mixta y de Tránsito. AXE es capaz de manejar llamadas de líneas Analógicas (RTB = Red de Telefonía Básica o PSTN = Public Switched Telephone Network) y/o líneas Digitales (RDSI = Red Digital de Servicios Integrados ó ISDN = Integrated Services Digital Network).

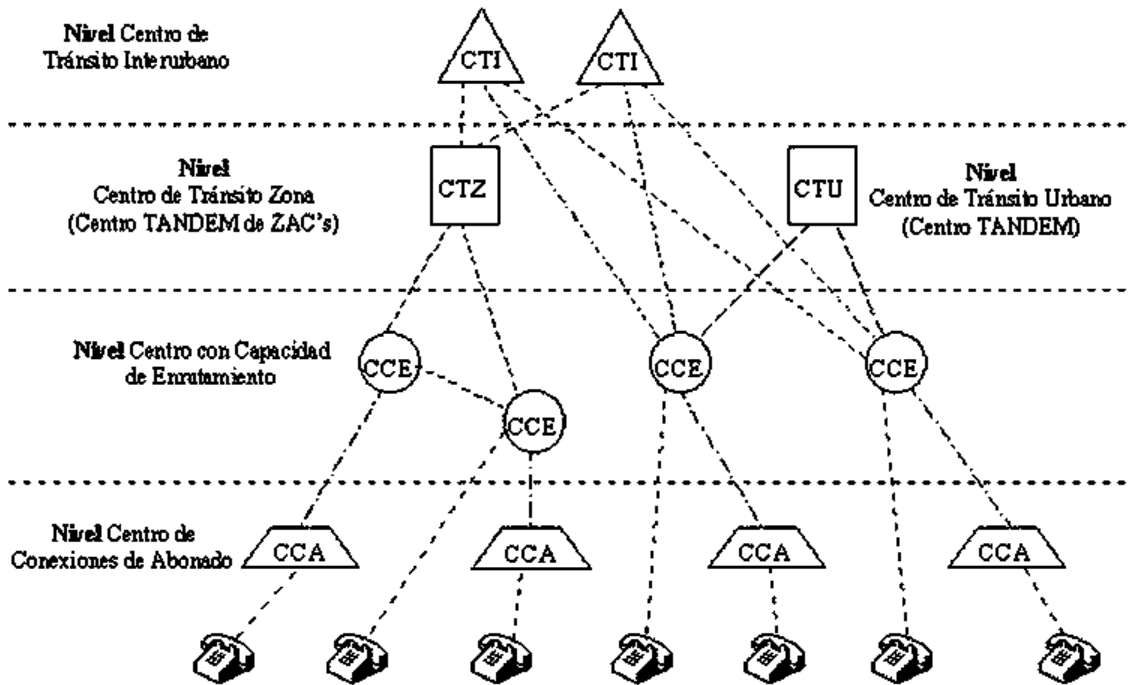


Figura 20 Estructura Jerárquica de la Red telefónica

El Sistema AXE soporta muchos estándares de señalización, lo cual le permite que pueda ser instalada en diversos mercados alrededor del mundo, mientras que su tamaño escalable le permite que se adecue a las necesidades individuales de cada nodo.

AXE ofrece servicios avanzados a los abonados, los cuales son una fuente generadora de ingresos, e incluye aplicaciones las cuales implementan los servicios de Comunicación en Negocios, de Red Inteligente y de Acceso a Internet. El sistema puede ser utilizado por operadores quienes están expandiendo la infraestructura de su red y por operadores establecidos quienes desean ofrecer servicios más avanzados.

#### 2.4.2.8.3 Sistemas de Aplicación

Las Empresas en Telecomunicación escogen los productos (Bloques Funcionales) que necesite y éstos constituyen un Sistema de Aplicación. El formar un sistema de aplicación significa escoger ciertos bloques que satisfagan los requerimientos de un cliente específico.

#### 2.4.2.8.4 Descripción General

Una central de telecomunicaciones AXE contiene los Sistemas: APT, APZ e IOG.

##### 2.4.2.8.4.1 El sistema de conmutación APT

Está formada por subsistemas que están implementados con hardware y software (SSS, GSS, TSS, CCS).

#### 2.4.2.8.4.2 El sistema de control de datos APZ

Se encarga de controlar el sistema de conmutación APT. APZ está formado por los subsistemas: RPS, CPS y MAS; con los cuales se logra un control total de los diferentes dispositivos que conforman una central AXE.

Una central AXE será administrada por el personal técnico de TELMEX a través del sistema IOG el cual está formado por los subsistemas: SPS, MCS, FMS y DCS.

El sistema APZ está formado por Procesadores Centrales (CP), Procesadores Regionales (RP) y por Software central y regional almacenado en el procesador correspondiente.

#### 2.4.2.8.4.3 Estructura del Sistema de Control

La estructura del sistema de control APZ en el sistema AXE se compone de los elementos que se muestra en el siguiente diagrama:

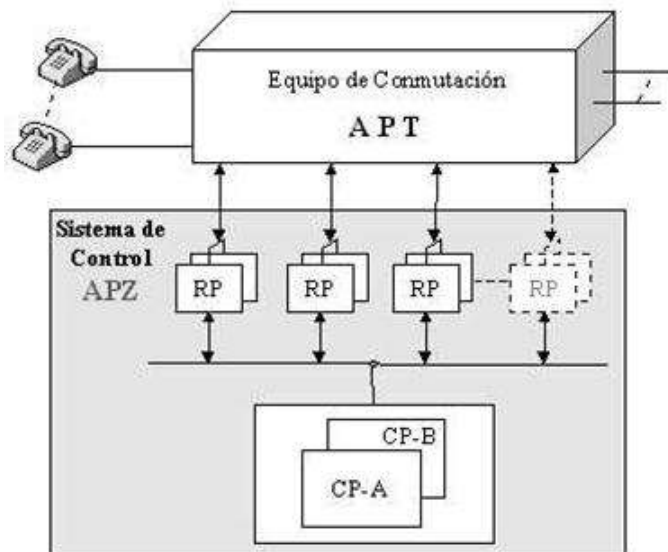


Figura 21 Estructura del sistema de control APZ

Los RP's ayudan al CP efectuando tareas rutinarias (simples pero frecuentes), reportándole los eventos importantes que ocurren en la central.

Un gran número de Procesadores Regionales (RP, Regional Processor), los cuales manejan las tareas simples y rutinarias como manejo de dispositivos de APT, como son: BT's, ASDH's, etc...

APT y APZ consisten de Hardware (tarjetas de circuito impreso, magazines, etc.) y también de software (programas), pero el software de APT se encuentran en la parte de control APZ, es decir, están almacenados tanto en los Procesadores Regionales como en el Procesador Central.

**CPS** Subsistema del Procesador Central (Central Processor Subsystem). Está constituido tanto de hardware como de software. Desempeña las funciones más complejas y efectúa todas las decisiones, tales como:

- Manejo de tráfico
- Administración de trabajo
- Manejo de almacenes
- Carga y cambios de programas.
- Almacena y ejecuta el software central de APT

CPS está constituido por un par de Procesadores Centrales, los cuales trabajan en modo Síncrono-Paralelo, es decir, el procesador central de APZ está duplicado y sus dos partes trabajan en forma síncrona. Los dos procesadores son llamados lado A (CP-A) y lado B (CP-B). Uno de los lados es Ejecutivo (normalmente el CP-A) y el otro Standby; y los procesadores regionales siempre obedecen las órdenes recibidas del lado Ejecutivo. Ambos lados ejecutan los mismos programas -instrucción por instrucción-.

Toda la comunicación hacia y desde el procesador central se realiza vía el RP bus (RPB). Varios tipos de "Procesadores Regionales" se pueden conectar al RPB.

#### **2.4.2.8.4.4 Detección de Fallas del CP**

Los dos lados son comparados continuamente, las fallas en hardware se detectan inmediatamente y se garantiza que las fallas en el hardware del procesador central no provoquen fallas en el software.

La comparación entre las dos partes del procesador constituye también una herramienta de diagnóstico muy eficaz cuando se localiza una subunidad de hardware defectuosa. Esta capacidad para separar el sistema sin afectar el funcionamiento de la central constituye también un valioso auxiliar cuando se llevan a cabo importantes aplicaciones o extensas modificaciones en el software.

Dado que una falla en el hardware afecta sólo a una de estas partes, la mutilación de los datos se produce únicamente en la parte afectada.

La parte no afectada reanuda automáticamente el manejo del tráfico utilizando los datos correctos. Este proceso es tan rápido que no es necesario que el software efectúe acciones correctivas, por lo que en la mayoría de los casos, este proceso de recuperación en el hardware no afecta en ninguna forma al funcionamiento de la central.

No habrá reducción en la capacidad de procesamiento si uno de los lados deja de funcionar.

#### **2.4.2.8.4.5 Actualización del CP**

Después de que un lado ha sido detenido y reparado, debe regresar a operación en paralelo con el lado sin falta. Para permitir esto, son transferidos datos desde el lado ejecutivo hacia el lado reparado. Este proceso es llamado ACTUALIZACION.

El propósito de la actualización es asegurarse que ambos lados contengan los mismos programas y datos.

Después de la actualización, el lado-A será Ejecutivo y el lado-B será Standby. Como ambos lados recibirán la misma información de los procesadores regionales, tendrán exactamente el mismo trabajo.

#### **2.4.2.8.4.6 (RPS) Subsistema de los Procesadores Regionales RPS (Regional Processor Subsystem)**

El subsistema de los Procesadores Regionales RPS (Regional Processor Subsystem) contiene los procesadores regionales que realizan las tareas repetitivas y rutinarias. Sus tareas principales son relevar al CP de estas demandas en tiempo real, así como, del manejo de protocolos de bajo nivel.

#### **2.4.2.8.4.7 Las funciones principales del Subsistema RPS**

- Explorar, probar y operar las unidades de hardware.
- Enviar y recibir señales hacia y desde los procesadores centrales.
- Carga y vaciado de unidades de software regional desde y hacia un dispositivo de salida.
- Cambios funcionales de unidades de software regional.

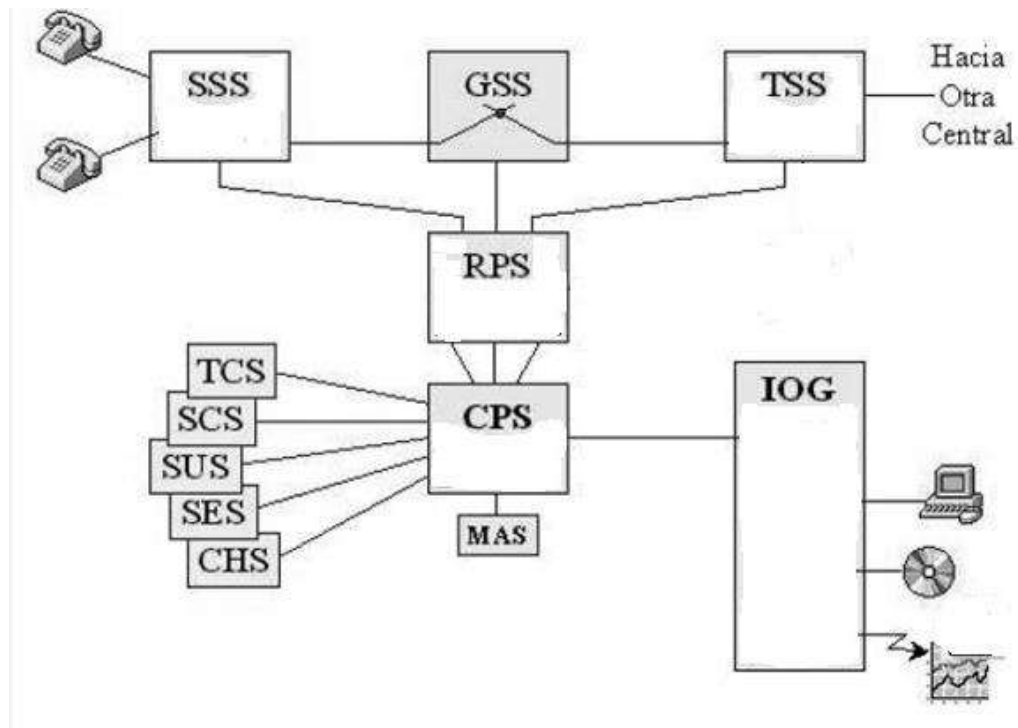


Figura 22 Diagrama a Bloques de Una Central Telefónica AXE

#### 2.4.2.8.4.8 (SSS) El Subsistema de paso de Abonado (Subscriber Switching Subsystem).

Su función consiste en la supervisión del estado de los diferentes tipos de accesos de las líneas de abonado analógicas que están conectados; Está implementando con hardware y software, Efectuar la conversión de habla Analógica a Digital y viceversa, además el establecimiento, envío/recepción de señales y desconexión de dichos accesos. Hacia y desde los abonados.

Por lo tanto, la línea de abonado analógica convertida a digital, tendrá una velocidad de transmisión de 64 Kbps y este es el resultado de multiplicar 8000 Hz por 8 bits.

Etapa	Descripción
<b>Filtrado</b>	Se dejan pasar únicamente las frecuencias que estén entre 300 Hz y 3400 Hz
<b>Muestreo</b>	Se toman muestras de las señales de habla con una frecuencia de 8 KHz, es decir, cada 125 $\mu$ s.
<b>Cuantificación</b>	Se compara la amplitud del pulso con los niveles preestablecidos en la gráfica de la Ley A y se le asigna un valor.
<b>Codificación</b>	Al valor dado por la Ley A se le asigna el código binario correspondiente

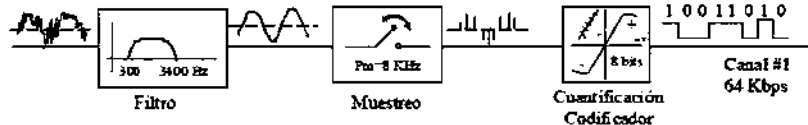


Figura 23 Digitalización de canal analógico

**2.4.2.8.4.9 (GSS) Subsistema de Selector de Grupo (Group Switching Subsystem).**

Su función es establecer los enlaces de los circuito de voz, entre líneas de abonado de la misma central y hacia y desde una troncal para su conexión a otra central

Conmutación Durante la fase del establecimiento de la llamada, se le asigna una trayectoria al abonado desde el paso de abonado hasta el Selector de Grupo. Esta función es la conmutación.

Cada abonado conectado al SSS-D tiene acceso permanente al canal de sus propios sistemas internos PCM del Paso de Abonado.

Las llamadas locales de un EMG se establecen en él mismo, es decir, no necesitan usar el Selector de Grupo. En el caso de paso de abonado remoto, si existieran fallas en los enlaces, el EMG toma la función autónoma, es decir, el tráfico local se establece en el mismo EMG. Durante la conversación, se hace una conexión entre los dos canales del abonado en el sistema PCM interno.

Para llamadas entrantes o salientes se hace una conexión entre un canal interno del abonado y un canal en una línea externa de PCM al Selector de Grupo.

**2.4.2.8.4.10 TSS - El Subsistema de Señalización y Troncal (Trunk and Signalling Subsystem)**

Maneja el tráfico entre centrales en la red. Incluye funciones para establecer y supervisar el estado de las troncales conectadas desde las líneas hacia otras centrales, emitiendo y recibiendo señales.

**2.4.2.8.4.11 MAS - (Subsistema de Mantenimiento).**



Consta de software y hardware y su labor consiste en supervisar el correcto funcionamiento de APZ, así como la ejecución de las tareas pertinentes cuando se produce una falla. Y para las estadísticas y mediciones de tráfico

#### **2.4.2.8.4.12 Subsistemas contenidos en el "APZ"**

**CHS -El Subsistema de Tasación** (CHS, Charging Subsystem) está implementado completamente en software. CHS realiza el análisis de tasación para las llamadas y envía la información de tasación relevante hacia IOG.

**SCS - Subsistema de Control de Abonado** (SCS, Subscriber Control Subsystem) contiene funciones para manejar el tráfico de llamadas PSTN e ISDN entre el acceso y las funciones de control de tráfico en TCS, así como también el manejo de la señalización del abonado y las solicitudes de facilidades relacionadas o no relacionadas a una llamada desde los abonados ISDN. SCS maneja también el tráfico autónomo en las etapas de abonado remotas para abonados PSTN. Soporta la interacción con PBX's y administra el manejo de los números de abonado en un acceso ISDN.

**SES o SPS- Subsistema de Provisión de Servicios** (SES, Service Provisioning Subsystem) implementa las funciones de red inteligente en AXE, consiste solo de software central.

**SUS - Subsistema de Servicios de Abonado** (SUS, Subscriber Services Subsystem) está implementado completamente en software y contiene las funciones para los servicios suplementarios de los abonados ISDN o RDSI Red digital de servicios integrados)

**TCS - Subsistema de Control de Tráfico** (TCS, Traffic Control Subsystem) está implementado completamente en software y coordina todas las actividades principales en las diferentes partes del sistema las cuales están involucradas en las fases de: establecimiento, supervisión y desconexión de una llamada.

**IOG** - (Grupo de Entrada/Salida) permite la comunicación hombre-máquina, es decir, permite la comunicación con el Sistema AXE

El sistema IOG-11 tiene por objeto, dotar al APZ de un sistema de archivos moderno, basado en memorias de disco, así como un sistema de comunicación de datos con terminales de una red de comunicación de datos de uso general.

Las funciones de E/S (Entrada/Salida) llevan datos desde y hacia el sistema AXE. Así, una de las tareas del grupo de E/S es la de actuar como una interface con el mundo externo del sistema AXE.

Otra tarea es la de almacenar información en los medios magnéticos; discos duros, discos flexibles y cinta magnética.

#### **2.4.2.8.4.13 Interpretación de Alarmas**

Descripción Todas las situaciones que se presentan dentro o fuera del sistema AXE, que ocasionan perturbaciones al tráfico o que requieren la intervención manual, generan una alarma.

El mecanismo de alarma en AXE registra todas las situaciones anormales y alerta al personal con indicaciones audibles y visuales.

Los impresos de los detalles de las alarmas los puede realizar espontáneamente el sistema o a petición del usuario.

#### **2.4.2.8.4.14 Sistema de Alarmas.**

El Sistema de alarmas está dividido en: Internas y Externas.

Ejemplos de alarmas internas:

- Fallas en el manejo del programa
- Falla de paridad en los almacenes (memorias)
- Fallas de hardware

Ejemplos de Alarmas externas:

- Alarmas de incendio
- Alarmas de puerta
- Alarmas de alimentación
- Ventiladores

#### **Tipos de Alarmas**

Hay dos tipos de Alarmas:

- " A " Alarmas Automáticas o de falla.
- " O " Alarmas de Observación.

#### **Categoría de Alarma**

A cada clase de alarma A1/A3 se le puede dar una categoría de alarma. La categoría de alarma especifica más detalladamente donde está el tipo de falla si está en: APZ, APT, POW o Externas.

## **CAPÍTULO 3 MI SEGUNDA ETAPA EN TELMEX COMO SUPERVISOR DE PLANTA EXTERNA.**

En 1994 fui Transferido al departamento de Planta Externa en Uruapan como supervisor.

### **3.1 PLANTA EXTERNA**

Es el Departamento que atiende toda la infraestructura exterior o medios enterrados, tendidos o dispuestos a la intemperie por medio de los cuáles una empresa de telecomunicaciones ofrece sus servicios y constituye un área de las telecomunicaciones que comprende el estudio, administración, gestión y control de todo el tendido de redes externas de cobre y fibra óptica comprendido entre la central telefónica y la caja terminal del cliente Incluyendo las extensiones interiores.

En este departamento de Planta Externa estuve a cargo del Control Administrativo y Técnico de la Zona de Uruapan, Michoacán.

### **3.2 CONTROL ADMINISTRATIVO**

#### **3.2.1 CONTROL DE DOCUMENTACIÓN**

Planos, Formatos de Salidas de materiales, Formatos de asignación de quejas, formato de Asignación de instalaciones de líneas nuevas (residenciales y Comerciales), Control de atención de daños a la red.

##### **3.2.1.1 Asignación de Quejas**

A cada técnico se le asignan una cantidad de quejas para ser atendidas en su turno de 8 horas, Después de atender cada queja reporta a un auxiliar y estas son probadas y validadas quien cierra el reporte de daño y llena formato para el envío de la estadística de productividad diaria a la Jefatura de Planta Externa.

##### **3.2.1.2 Asignación de Instalación de Nuevas Líneas (Altas nuevas)**

Se asignan instalaciones nuevas a cada técnico para realizar en su turno de trabajo. Se prueban y verifican cada instalación por un Auxiliar y se llena formato de reporte a la jefatura de Planta Externa para control de cantidad de Nuevas Líneas instaladas por día y para el pago de productividad.

### **3.2.1.3 Asignación de atención de daños a la red telefónica**

Dependiendo del daño o la afectación a la red telefónica se asignan cantidad de cuadrillas y se supervisa que cada reparación quede dentro de norma.

Supervisar Rutinas de mantenimiento a los teléfonos públicos: como es reparación y limpieza.

## **3.3 CONTROL TÉCNICO**

Supervisar físicamente los trabajos realizados por el personal técnico en la Planta Externa como son daños y vandalismo a Cables de Red Principal, Red Secundaria, fibra Óptica, Postes, e instalaciones en casa del cliente. Programar Mantenimiento Red de Cobre y Fibra Óptica.

Así como Supervisar que cuente con su Herramienta completa, Equipos de Protección y medición y materiales para realizar su trabajo.

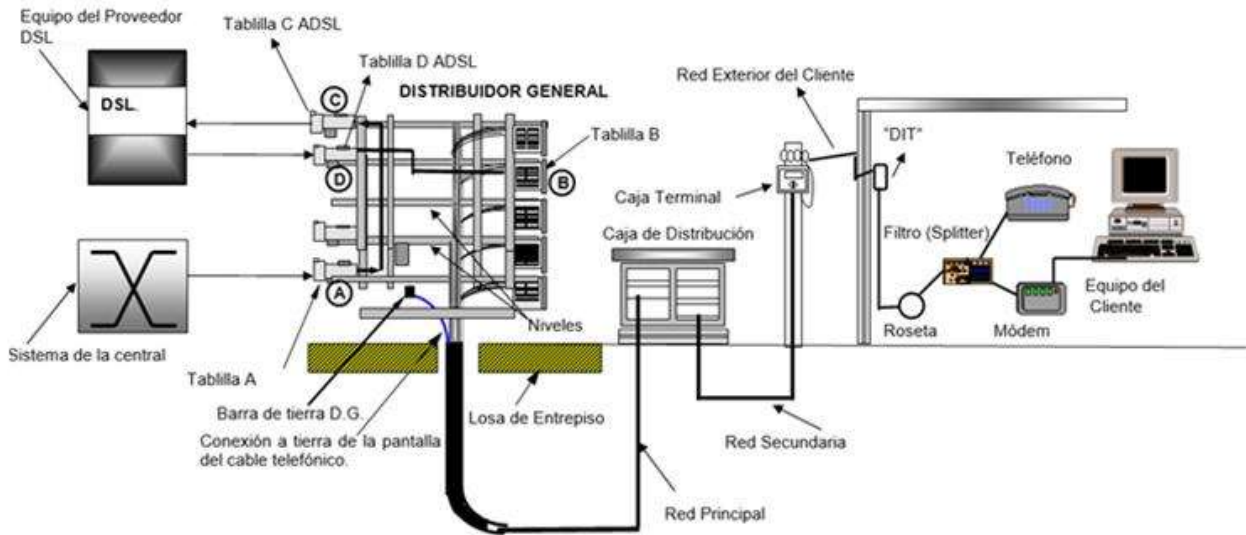
### **3.3.1 PLANTA EXTERNA EN TELMEX**

#### **3.3.1.1 Tramos de la Red de Telefonía**

Los hilos del cliente telefónico no se dirigen directamente desde el hogar hasta la central. Existen varios tramos de comunicaciones constituidos por hilos y cables (pares trenzados básicamente), a menudo agrupados, que se conectan de manera encadenada a distintos equipos.

En materia de telecomunicaciones, la Planta externa es el conjunto de medios que enlazan la central telefónica con los clientes.

Está constituida fundamentalmente por elementos asociados: cables, cajas de empalme, bobinas, tendidos, conductos y otra infraestructura adicional. Parte de esta infraestructura o red está compuesta por: postes, armarios, cámaras y canalizaciones subterráneas, equipos y productos que permiten conectar y enlazar la red hasta llegar al punto donde es necesario.



**Figura 24 Planta Externa en Telmex**

Los hilos del cliente telefónico no se dirigen directamente desde el hogar hasta la central. Existen varios tramos de comunicaciones constituidos por hilos y cables (pares trenzados básicamente), a menudo agrupados, que se conectan de manera encadenada a distintos equipos

En telefonía, la planta externa consta generalmente de los elementos siguientes:

### 3.3.1.2 Distribuidor General

El Distribuidor General es el nexo de unión entre planta interna y planta externa en la central telefónica.

El Distribuidor General se ubica en una sala localizada en el edificio de la central, por lo general en la primera planta. Sobre el DG se ubica la sala de equipos y debajo del mismo se encuentra el sótano de cables. El DG contiene en su interior uno o más bastidores ubicados longitudinalmente. En cada bastidor se encuentra un panel para hilos verticales y otro para hilos horizontales. Los hilos horizontales están identificados y conectados a equipos de la central. Los hilos verticales están asociados a pares de la "red principal" procedente de los abonados.

Cuando se va a efectuar una instalación se realiza un pase o interconexión física en una posición de las regletas. Se conecta un par vías de la red primaria (es decir verticales) y equipos de la central (horizontales).

Elementos básicos en el domicilio del cliente

### **3.3.1.3 Red Principal**

Es toda la red que sale de DG. Dependiendo del destino. La red principal está conformada por una serie de cables de gran denominación que salen de las centrales típicamente se utilizan cables de 1.200, 1.500, 1.800, y 2.400 pares telefónicos. Los cuales no necesariamente alimentan exclusivamente a una caja de distribución, sino que en virtud de su ruta, alimenta de red primaria a varios de ellos.

### **3.3.1.4 Caja de distribución o Distrito**

Uno o más pares de cobre trenzados que conectan la caja terminal con la Caja de distribución que contiene un repartidor interno.

La caja de distribución se conecta con el Distribuidor General de la central mediante uno o más cables de par trenzado de cobre o mediante fibra óptica.

Cables que se instalan entre el D G de la central y el distrito.

### **3.3.1.5 Red Secundaria**

Es toda la red que sale de la caja de distribución o distrito. Es la red mediante la cual se da alcance a un sector determinado. La red secundaria nace en el distrito y se identifica con letras y un número.

### **3.3.1.6 Caja terminal**

La conexión de la línea de acometida se realizará siempre en una caja terminal exterior o interior.

Las cajas terminales exteriores están situadas sobre fachadas o postes, poseen una capacidad de conexión de una o varias decenas de pares. En la caja terminal hay una numeración que indica información del grupo de central, los pares que se pueden conectar en dicho grupo y el número de caja. Existen en ocasiones cajas terminales interiores que se instalan dentro de los edificios con una capacidad de una o varias decenas de pares cada una.

### **3.3.1.7 Línea de Acometida**

Las líneas de acometida de los clientes son los cables que se instalan en el tramo de red comprendido entre las cajas terminales (generalmente en fachada) y el punto de terminación de red (PTR) situado en el interior del domicilio.

La instalación de las líneas de acometida está condicionada al lugar en que se vaya a instalar, a los materiales que se van a emplear y a las normas de instalación. Pueden ser instaladas en fachadas, en líneas de postes o en canalizaciones subterráneas.

Finalmente, se realiza una conexión de la línea de acometida con las cajas terminales de la compañía telefónica.

### **3.3.1.8 Punto de Terminación de red PTR o (DIT)**

El punto de terminación de red (DIT) Dispositivo de interconexión terminal. Es el punto de conexión entre las líneas de red telefónica y el punto de acceso del usuario. El (DIT) es el elemento físico que marca la frontera entre la línea de la compañía telefónica y la red interior del abonado (propiedad del cliente).

Estos puntos no forman parte de la planta externa, ya que están dentro del domicilio del cliente.

### **3.3.1.9 Red Interior del Cliente o Línea Interior**

La red interior del cliente es la parte de la línea de abonado que une el punto de terminación de red (PTR) con el conector del teléfono o roseta universal. Se trata de un par de hilos interiores constituidos por dos conductores de cobre dispuestos paralelamente con cubierta.



## **CAPÍTULO 4 MI TERCER ETAPA EN TELMEX COMO SUPERVISOR DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

### **4.1 SUPERVISOR DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CENTRALES TELEFÓNICAS O PLANTA INTERNA.**

En 1995 me llamaron a colaborar en el departamento de Centrales Mantenimiento aquí me fue asignado el puesto de Supervisor de Operación y Mantenimiento de la planta interna en la Zona de Uruapan, Michoacán.

Mi trabajo como Supervisor del Centro de Mantenimiento Uruapan fue estar a cargo de los aspectos administrativos de materiales y equipos así como del personal técnico a mi cargo.

En el aspecto técnico fue llevar un control de la operación y el mantenimiento de los equipos que componen la Red de Teléfonos de México que era de: 56 Centrales Telefónicas y 9 Repetidores de Microondas en los rubros de Conmutación, Transmisión, Fuerza y Clima. Así También como la Red de Acceso y la Telefonía Rural de toda la zona Uruapan.

El Centro de Mantenimiento se ubica en el edificio de la Central Telefónica principal de Uruapan, es donde se encuentra concentrado todo el personal técnico para la Gestión de alarmas y de la atención de la operación y el mantenimiento de las diferentes Centrales, Repetidores, Agencias Rurales y Cables de Fibra óptica.



**Figura 25 Sala de control de una Central telefónica tipo AXE**

Una de las actividades principales que desarrolla el ingeniero de mantenimiento y construcción es la sustitución ampliación y mantenimiento preventivo y correctivo a los Equipos de una central telefónica.

Para todos los equipos de telecomunicaciones de Telmex existe un departamento de supervisión que monitorea las 24 horas del día los 365 días del año y es el centro de gestión (CAR) Centro de Atención

a la Red en Querétaro por lo que al reportar alguna falla al Supervisor de Mantenimiento este debe coordinar los trabajos y asignar la tarea al personal técnico para ejecutar las reparaciones o rutinas de mantenimiento requeridas.

La supervisión y el mantenimiento de Centrales telefónicas conllevan una serie de programas y tareas diarias y rutinarias así como la atención del crecimiento de equipos y servicios para nuestros clientes como son instalación de líneas telefónicas residenciales, comerciales y líneas privadas en donde su mayoría incluyen el servicio de internet a velocidades contratadas por el cliente.

## **4.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Todos los comandos, impresos, rutinas y actividades de operación y mantenimiento, están descritas en el "Documento de Operación y Mantenimiento" que es parte de la Biblioteca de la central.

Son aquellas actividades de mantenimiento que se realizan con una periodicidad determinada y que pueden realizarse en las jornadas normales de trabajo (8 horas máximo).

### **4.2.1 SECUENCIA DE OPERACIÓN**

Todas las actividades de operación siguen la siguiente secuencia para su desarrollo:

**Tabla 1 Secuencia de Operación**

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
1.	Recibir una orden de trabajo
2.	Seguir la instrucción operacional
3.	Enviar los comandos de acuerdo a la instrucción operacional. Ayudarse con el documento "descripción de comandos"
4.	Realizar pruebas
5.	Realizar un reporte

### **4.2.2 MANTENIMIENTO**

Mantenimiento es un Conjunto de acciones o rutinas recurrentes de previsión y reparación necesarias para que el equipo telefónico continúe cumpliendo su cometido. Y es cualquier actividad como comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones necesarias para mantener una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones

En el equipo telefónico se encuentra en constantes variaciones a las que es muy sensible como son: sobre voltaje, Sobre corrientes, vibración, temperatura, humedad y polvo. Esto ocasiona daños que deterioran la vida útil del equipo en general.

Las actividades de mantenimiento son aquellas que realizamos en el sistema cuando éste está trabajando anormalmente. Las principales actividades de mantenimiento son:

- Manejo y reporte de fallas.
- Seguimiento de fallas.
- Reparación.
- Prueba.
- Inspección.

El mantenimiento de las centrales AXE está basado en supervisiones automáticas del manejo de tráfico normal, con continuas rutinas automáticas de estadísticas. El sistema checa que la calidad del servicio se mantenga dentro de los límites (previamente establecidos por la administración). La detección de fallas por el supervisor de funciones tiene un gran alcance para la localización y aislamiento automático de fallas. Las actividades de mantenimiento son realizadas desde dispositivos I/O.

### 4.2.2.1 Secuencia de Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento tienen la secuencia siguiente:

**Tabla 2 Secuencia de Mantenimiento**

<b>Paso</b>	<b>Acción</b>
1.	Recibir una orden de trabajo
2.	Seguir la instrucción operacional
3.	Enviar los comandos de acuerdo a la instrucción operacional. Ayudarse con el documento "descripción de comandos"
4.	Realizar pruebas
5.	Realizar un reporte

**Tenemos dos tipos de mantenimiento: Programado y No programado**

#### **4.2.2.2 Mantenimiento Programado:**

Es aquel que se realiza por programa y periodicidad de revisiones, por tiempo de funcionamiento.

Dentro del mantenimiento programado tenemos: Mantenimiento Preventivo, Predictivo y de oportunidad.

#### **4.2.2.3 Mantenimiento preventivo**

Es el programado y definido por su periodicidad destinada a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse una falla por deterioro. Este mantenimiento se realiza dentro de los horarios de trabajo del personal técnico considerando distribución de las cargas de trabajo.

#### **4.2.2.3 Mantenimiento predictivo**

Es el que se realiza antes de que se presenten las fallas en la red de telecomunicaciones determinando su evolución y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse por medio de equipos de medición o de forma visual

#### **4.2.2.4 Mantenimiento de oportunidad**

Es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

#### **4.2.2.5 Mantenimiento No programado o Correctivo**

Este se aplica cuando se tiene una falla en un equipo o elemento de red. Aquí se trabaja en la parte urgente del Proceso de la atención de alarmas, para ello es muy importante la logística de recursos humanos, materiales y equipos de medición.

#### **4.2.2.6 Mantenimiento por emergencia**

Se atiende de forma inmediata después de recibir el reporte de daño a la red coordinando su atención con el CAR (Centro de Atención a la Red) y es cuando tenemos afectación al servicio.

#### **4.2.2.7 Mantenimiento diferido por potencial**

Es cuando se produce afectación parcial del equipo de transmisión, conmutación o fuerza sin afectación del servicio a los clientes para posteriormente afrontar la reparación.

### 4.2.3 MEDIOS DE TRANSMISIÓN UTILIZADOS EN LA RED DE TELECOMUNICACIONES

Un sistema de telecomunicaciones está compuesto por tres elementos básicos que son:

- Transmisor
- Los medios de transmisión
- Receptor

Diversa información se puede transportar de un extremo a otro por estos elementos, que puede ser voz, datos o video.

#### 4.2.3.1 Cable de cobre y redes de cobre

Los pares de cobre constituyen la tecnología tradicional para la red de acceso, pues se ha venido utilizando prácticamente desde el inicio de la telefonía para proporcionar servicios básicos conmutados y no conmutados. La infraestructura con que Telmex cuenta a este respecto es muy amplia y con el desarrollo de nuevas tecnologías se han optimizado su uso haciendo más factible su aplicación para diferentes tipos de servicios, como por ejemplo los denominados enlaces a 64 Kbps (DS0).

En esta sección se describe el uso de pares de cobre para la transmisión analógica de voz y datos de baja velocidad y las diferentes unidades UTR que posibilitan esa transmisión haciendo uso de diferentes interfaces dependiendo de las aplicaciones del cliente

##### 4.2.3.1.1 Premisas de operación

Para que una línea telefónica funcione bien, se requiere que la red de cobre cumpla lo siguiente:

- El par de cobre debe estar OK en todas las pruebas eléctricas, incluyendo la prueba de continuidad de pantalla de tierra.
- La instalación exterior e interior debe cumplir con la normatividad vigente, estar en buenas condiciones y sin empalmes.

##### 4.2.3.1.2 Elementos que afectan al servicio

- Distancia (Líneas de cobre muy largas o con mucha atenuación)
- Ruido (inducciones electromagnéticas de cualquier tipo)
- Cables con VCA en contacto o muy cerca de la línea telefónica.
- Malas conexiones, falsos contactos, fusibles dañados.

#### **4.2.3.2 Cable de fibra óptica y redes de fibra óptica**

##### **4.2.3.2.1 Características generales**

La fibra óptica es un medio conductor de luz de muy baja atenuación, elaborado a base de vidrio en forma cilíndrica con diámetro microscópico.

La fibra de vidrio se utiliza para conducir señales de luz moduladas por la información a transmitirse.

##### **4.2.3.2.2 Características de construcción de la fibra**

La fibra óptica está compuesta por dos elementos:

- Núcleo: es un cuerpo cilíndrico de aproximadamente 8.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, por el cual son conducidos los rayos de luz.
- Revestimiento: es una capa que rodea al núcleo y sirve como reflector que atrapa los rayos de luz en el núcleo. Tiene un diámetro aproximado de 125  $\mu\text{m}$ .

Una característica en la construcción de la fibra es que los índices de refracción de estos dos elementos son diferentes, como se muestra en la siguiente figura.

##### **4.2.3.2.2.1 Ventajas de la fibra óptica**

Las siguientes son ventajas que presenta la fibra óptica que hace que su uso sea ventajoso respecto a otros medios de transmisión como el cable de cobre y el radio enlace:

- No existe la diafonía. En Telecomunicación, se dice que entre dos circuitos existe diafonía, denominada en inglés Crosstalk (XT), cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado.
- No puede ser interferida.
- Tiene un ancho de banda amplio.
- Totalmente dieléctrica.
- Capacidad de múltiplex amplio.
- Tamaño pequeño, poco peso, soporta grandes tensiones y tienen mucha flexibilidad.
- Inmune a la corrosión.

#### 4.2.3.2.2.2 Desventajas de la fibra óptica

No obstante a las características o ventajas anteriores, el uso de la fibra, también puede tener sus desventajas por las siguientes razones:

- Puede resultar más caro si su utilización no es correctamente evaluada.
- Las pérdidas de acoplamiento y su dificultad en aplicaciones de campo por el pequeño tamaño de las fibras ópticas.
- Algunas fuentes luminosas tienen una vida útil muy limitada, como por ejemplo el láser de 5 a 6 años

#### Modos de conducción

El haz que es conducido a través de una fibra óptica, pueda seguir una o varias trayectorias a lo largo de ella, dependiendo del material y diámetro del núcleo. De acuerdo a esto, las fibras se clasifican en:

- **Fibra Multimodo:** este tipo de fibras tiene un índice de refracción escalonado o gradual de manera que permiten múltiples trayectorias para el paso del rayo de luz a lo largo de la fibra, por lo que la dispersión y la atenuación tiene valores más altos que los de una fibra Monomodo. Se emplea para transmitir grandes anchos de banda pero es superada por la fibra Monomodo.
- **Fibra Monomodo:** en este tipo de fibra el diámetro del núcleo con un índice escalonado se ha reducido a tal grado que un solo modo (rayo axial) se puede transmitir. Tal fibra no presenta dispersión y se emplea para transmitir banda ancha a través de grandes distancias

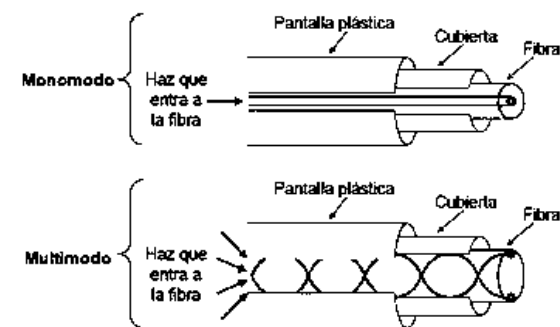


Figura. Las fuentes de luz difieren con relación al tipo de fibra óptica y emisor que se utilice.

Figura 26 Tipos de Cables ópticos

Debido al reducido tamaño del diámetro de las fibras y por ende a su fragilidad, este tipo de conductores se arma formando cables que proveen una envoltura protectora adherida sobre el revestimiento de la fibra para preservarla de la aparición de tensiones y deformaciones mecánicas, ya que éstas causan efectos de degradación, en la calidad de transmisión y en la vida esperada de la fibra óptica.

Las envolturas de los cables de fibra óptica están hechas de diferentes tipos de material plástico. Los cables se fabrican en diferentes tamaños, la capacidad de los utilizados en Telmex es de 6, 12, 18, 24, 36 y 72 fibras.

### Tipos de cables de fibra óptica

En la siguiente tabla se muestran las características que tienen los cables de fibra óptica usados en Telmex, que por su construcción se han clasificado en:

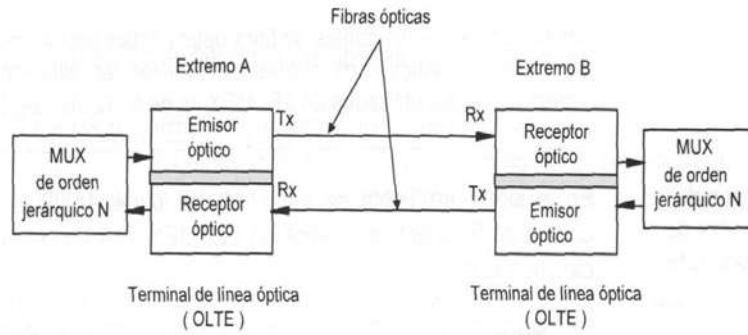
<b>Tipo</b>	<b>Uso</b>	<b>Dispersión</b>
TM-1	Subterráneo	NORMAL (SMF-28)
TM-3	Interior	NORMAL (SMF-28)
TM-4	Directamente enterrado	NORMAL (SMF-28)
TM-5	Aéreo	CORRIDA (DS)
TM-6	Aéreo	NORMAL (SMF-28)
TM-7	Subterráneo	CORRIDA (DS)
TM-8	Directamente enterrado	CORRIDA (DS)
TM-10	Interior	CORRIDA (DS)
TM-11	Subterráneo	DISPERSIÓN NO CERO (LS)
TM-12	Interior	DISPERSIÓN NO CERO (LS)
TM-13	Subterráneo	DISPERSIÓN NO CERO (LEAF)
TM-14	Interior	DISPERSIÓN NO CERO (LEAF)

Tabla 3 Cables de Fibra Aptica

### Sistema de transmisión

Un sistema de transmisión que utiliza fibra óptica, en su forma más simple se compone de dos terminales de línea óptica (OLTE), localizados uno en cada extremo del enlace. La comunicación entre las terminales se realiza mediante un par de fibras ópticas, una para transmisión y el otro para recepción.





**Figura 27 Sistema de transmisión por fibra óptica**

### Línea de protección

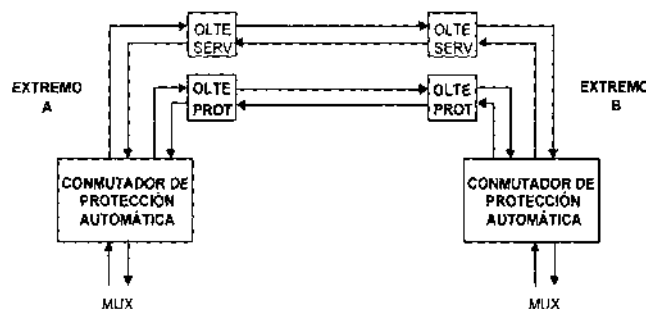
De vital importancia es el tráfico, en algunos casos se debe asegurar que los sistemas de transmisión por fibra óptica (de igual manera que los de radio), estén en operaciones 24 horas del día, los 365 días del año y la calidad de transmisión sea la óptima, para esto se instala líneas de protección a la par de líneas de servicio.

La finalidad de esto es que si se presenta una falla en la fibra o en el terminal óptico, el sistema conmute a un terminal óptico de protección y a un par de fibras de protección, sin que se interrumpa la transmisión de información de un extremo a otro.

La configuración de los enlaces de la red de acceso puede consistir de una línea de servicio más una línea de protección. A lo cual se le conoce como:

- 1 + 1 (1 línea de servicio + 1 línea de protección).

Para este caso, el sistema de transmisión por fibra óptica cuenta con un conmutador de protección automática que conmuta en forma automática a la línea de protección en caso de que la línea de servicio falle.



**Figura 28 Configuración 1 + 1**

### **Red óptica flexible**

La ROF, como se le conoce, es una red de conexión de clientes a la RTPC o a la RNSP que aprovechan los medios de transmisión ópticos para el enlace y da ventajas significativas para los servicios del cliente como son: seguridad, facilidad de implementación, flexibilidad, etc.

### **Arquitectura de la ROF**

La arquitectura de la ROF está fundamentada de los siguientes puntos:

- Deberá ser organizada, con puntos de flexibilidad, que le permitan la extensión de la infraestructura hacia edificios futuros. Además deben apoyarse en la implementación de puntos de flexibilidad, colocados lo más cercano posible a los edificios e instalaciones actuales y futuras.
- Deberá ofrecer un doble camino físico por diferentes rutas a los edificios u otras instalaciones la mayor parte del enlace con o hacia la central a la que pertenece (arquitectura de anillos). Esta arquitectura facilitará la respuesta a las demandas particulares de doble acometida y permitirá la optimización de la ocupación de canalizaciones existentes.

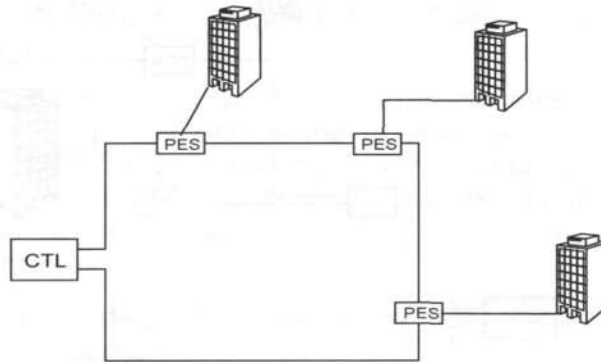
El área de acción de la ROF, deberá estar siempre comprendida dentro del área de acción de una sola central principal con sus correspondientes URL's respectivas.

### **Aplicaciones**

La ROF se utiliza en los siguientes casos:

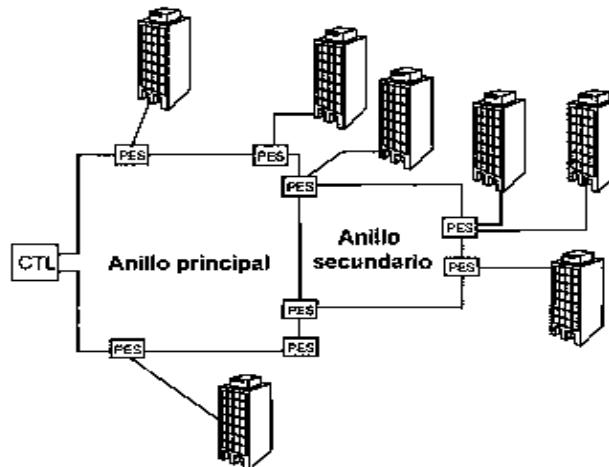
- Grandes usuarios de Telmex.
- Zonas que agrupan edificios corporativos.
- Cantidad de líneas telefónicas y privadas mayor o igual a 100 (líneas actuales más demanda declarada).
- Volumen de facturación importante en el rubro de telecomunicaciones, por año.
- Edificios nuevos mayores a iguales a  $3000 \text{ m}^2$  para servicio profesional

**Ejemplos**



**Figura 29 Red de un solo anillo**

2. Red con anillo principal y anillos secundarios: se utiliza en zonas mixtas con edificios dispersos, pequeñas concentraciones y crecimiento medio.



**Figura 30 Red con anillo principal y anillo secundario**

3. Red en anillo con un nivel de transporte: se utiliza en zonas con alta concentración de edificios y crecimiento fuerte.

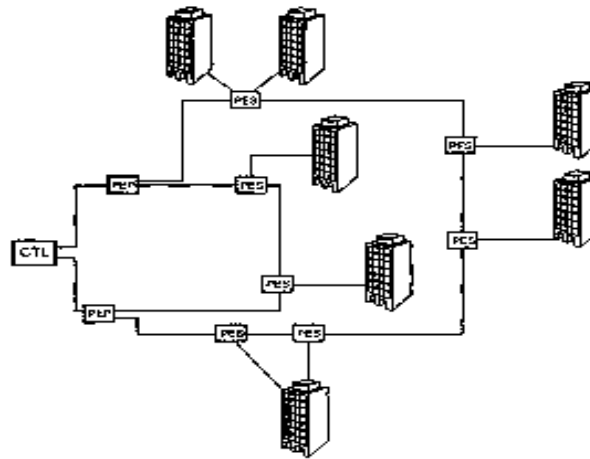


Figura 31 Red de anillo con nivel de transporte.

**PEP: punto de flexibilidad o punto de empalme principal.**

**PES: punto de dispersión o punto de empalme secundario.**

### Medición de la atenuación con OTDR

Cuando se utiliza un OTDR para medir la atenuación en fibras ópticas se recomienda medir las fibras ópticas del cable en ambos sentidos y la longitud de onda de operación de la fibra. Esto permite determinar la atenuación total o ubicar correctamente una ruptura de la fibra.

Todos los datos deben ser almacenados en el OTDR o respaldados en diskette, para comparar los datos con mediciones anteriores o con los datos de recepción del cable.

### Medición total del enlace con OTDR

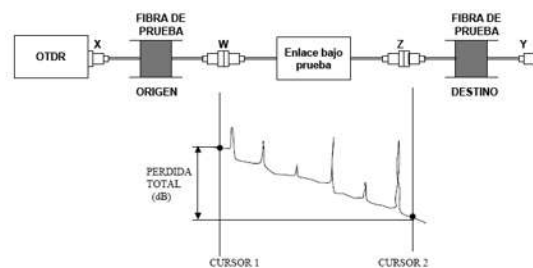


Figura 32 Medición total de un enlace de F.O.

### Medición de la potencia de referencia (PO)

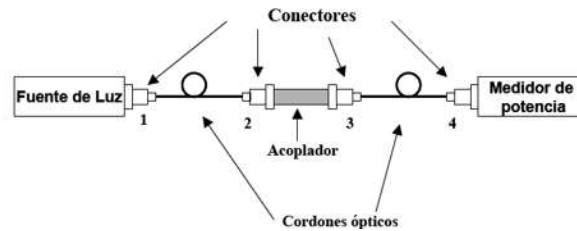


Figura 33 Medición de la potencia de referencias PO

### 4.2.3.3 Radio

#### 4.2.3.3.1 Definición

El radio digital es un sistema que emplea el espacio libre como medio de transmisión de la información. La información se multiplexa según la técnica TDM y se transmite mediante ondas electromagnéticas cuya frecuencias ocupan el espectro que va desde los 2 hasta los 40 GHz, estas frecuencias se designan para diferentes aplicaciones, a la telefonía le corresponden las comprendidas entre los 4 a los 15 GHz.

#### 4.2.3.3.2 Onda electromagnética

Es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio y sus aspectos teóricos están relacionados con la solución en forma de onda que admiten las ecuaciones de Maxwell.

#### 4.2.3.3.3 Uso de los radios digitales

En los criterios de ingeniería de Telmex, ya tiene tiempo que se han reducido significativamente las aplicaciones de los sistemas de microondas, esto debido a, que el radio al utilizar un medio de transmisión abierto es más susceptible a perturbaciones originadas en el trayecto de la señal. Por lo que la calidad exigida en la transmisión sólo puede lograrse con medios de transmisión sumamente seguros como lo es la fibra óptica.

Los radios digitales se seguirán utilizando para enlaces por una principal característica muy particular que casi lo hace único como opción, que es su instalación en zonas geográficas desfavorables de terreno.

#### 4.2.3.3.4 Características de los radios digitales

Algunas de sus características de los radios digitales son:

- El ruido de intermodulación no existe, pero hay un ruido intersimbólico como tal
- Su amplificador de salida es de estado sólido, que opera en una región lineal
- Permite el manejo de varios tipos de señales como el manejo simultaneo de señales de video, voz y datos.

### **4.2.3.3.5 Características de los radios digitales**

#### **4.2.3.3.5.1 Estructura del radio enlace**

Un radio enlace está compuesto básicamente de un equipo terminal para transmisión y recepción en un extremo del enlace y de un equipo terminal similar en el extremo distante.

Los equipos terminales en cada extremo del enlace se conectan a dispositivos denominados antenas, que radian las ondas electromagnéticas a través del espacio libre. La conexión entre los equipos terminales y las antenas se hace mediante cables coaxiales o conductores especiales denominados guía de onda

#### **4.2.3.3.5.2 Antenas**

Una antena es un dispositivo conductor metálico capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas, es decir, una interface entre la unidad terminal y el espacio libre (la antena, la energía de la unidad terminal a la atmósfera de la tierra).

#### **4.2.3.3.5.3 Tipos de antenas**

Dependiendo del modo de transmisión, las antenas tienen la siguiente clasificación:

- Omnidireccional. – Radia y recibe energía uniformemente de todas direcciones en el plano horizontal. Este tipo de antena se utiliza en las radio bases (en configuraciones punto – multipunto).
- Direccional. –Radia y recibe energía en una sola dirección. Este tipo de antena se utiliza para estaciones terminales (para configuraciones punto a punto). Algunas modalidades de antenas direccionales son las siguientes:

##### **4.2.3.3.5.3.1 Antena tipo Yagi**

Consta de un elemento activo (dipolo), un elemento reflector y uno o varios elementos directores. Su característica es la directividad en la dirección del arreglo del conjunto de los elementos. Se utiliza para radio enlaces de baja capacidad (RAM).

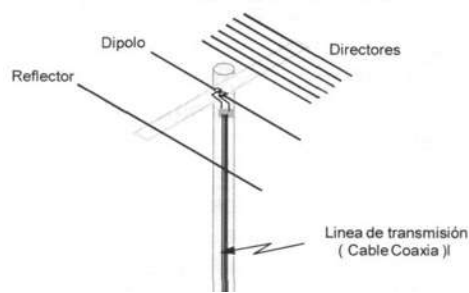


Figura 34 Antena tipo Yagi

#### 4.2.3.3.5.3.2 Antena tipo reflector parabólico

Es una antena direccional que se compone de un elemento radiador y un elemento reflector, el cual no necesariamente debe ser una superficie metálica sólida para reflejar o recibir eficazmente las señales, la superficie puede ser una malla y todavía reflejada o recibir energía como una superficie sólida, siempre que el ancho de las aberturas de la rejilla sea menor que 0.1 de longitud de onda.

Existe una variedad de reflectores utilizados en las radio enlaces, algunos ejemplos se muestran a continuación

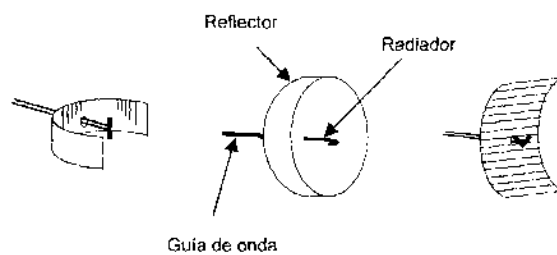


Figura 35 Reflectores parabólicos

#### 4.2.3.3.5.3.3 Línea de vista

La línea de vista es la trayectoria recta que recorren las ondas electromagnéticas en el espacio libre. La línea de vista es un factor muy importante a considerar en los radio enlaces pues debe de estar libre de obstáculos para asegurar una transmisión eficiente

#### 4.2.3.3.6 Aplicaciones en los radios digitales

Los radios digitales para la red de acceso, son usados para servicios con velocidades de 2 Mbps y también para enlaces a 64 Kbps.

Existen radios con capacidades de 1xE1, 2xE1 y 4xE1; también pueden emplearse, para conocer requieren varios enlaces E1, los radios de 8, 34 y 140 Mbps.

Los radios para servicios privados se emplean en enlaces punto a punto con línea de vista, pero algunos radios con enlaces punto a multipunto (radios de acceso múltiple) también pueden ser usados para enlaces privados.

La principal ventaja del uso de los radios digitales es su inmunidad al ruido. Por lo que su uso se enfoca para el respaldo de enlaces por fibra óptica.

#### **4.2.3.3.8 Radios mini link**

Telmex se dio a la necesidad de utilizar radios mini-Link en la red de acceso, para brindar servicios de Nx64 Kbps y Nx2 Mbps. Por lo que a continuación describiremos brevemente.

Mini link es el nombre de radio enlaces compactos digitales de baja capacidad que constituyen un medio de transmisión flexible para ampliaciones y configuraciones rápidas de la redes públicas y privadas. Se utilizan para transmisiones de voz, imágenes y textos de alta calidad en distancias cortas y medias (10 – 15 Km).

El proveedor LM Ericsson ha desarrollado una familia de este tipo de radio enlaces digitales, denominada MINI LINK, con versiones que trabajan en las bandas de frecuencia más usuales de 10, 13, 15 y 18 GHz.

El mini link 15 MK II, es la versión para 15 GHz.



**Figura 36 Mini Link**



**Radio Enlace terrestre**

Los equipos para radio enlace terrestre que se utilizan en la red de acceso de Telmex son de tecnología digital y es indispensable en su instalación considerar la línea de vista.

Los sistemas de radio se emplean para los servicios de LADA Enlaces digitales, de acuerdo a la siguiente tabla:

Capacidad del LADA Enlace	Banda de Radio frecuencia	Distancia máxima
64 y 128 Kbps	2.4 GHz	50 Km
Nx64 Kbps a 512 Kbps	5.7 GHz	50 Km
1 a 4 E1	5.7 GHz	50 Km
1 a 4 E1	15 y 23 GHz	5 a 10 Km

En la siguiente figura se muestra un diagrama de la configuración típica de un LADA Enlace con radio digital.

**Figura 37 Radio Enlace Terrestre**

#### 4.2.3.4 Tecnologías xDSL

XDSL Línea Digital al Suscriptor o DSL (Digital Subscriber Line) es una familia de tecnologías de transmisión de datos a alta velocidad por pares de cobre, que interconecta al usuario final con un nodo de red.

Son soluciones de último kilómetro cuya ventaja se encuentra en que utilizan líneas telefónicas comunes, y desplazan a la costosa fibra óptica en muchas aplicaciones que no requieren de velocidades muy altas.

Satisfacen la creciente demanda de velocidad por parte de los usuarios reduciendo los costos y tiempos de instalación.

Las tecnologías XDSL en general utilizan modulaciones muy complejas para optimizar el ancho de banda del par de cobre y transmitir velocidades de hasta 2 Mbps por cada par.

#### 4.2.3.5 Tecnología Ethernet

Ethernet es un protocolo de capa 2 del modelo OSI para interconectar redes LAN (Redes de área local).

Ethernet maneja una velocidad de transferencia de datos de 10 Mbps, aunque la especificación de 802.3 ya determina velocidades de 100 Mbps (Fast Ethernet), 1,000 Mbps (Gigabit Ethernet) así como 10,000 Mbps (10 Gigabit Ethernet).

Sección uno de IEEE 802.3

- Sección dos del estándar IEEE 802.3 incluye las cláusulas de la 21 a la 33 y trata del estándar Ethernet para comunicación a una velocidad de 100 Mbps (100Base-T) en redes LAN.
- Sección tres del estándar IEEE 802.3 incluye las cláusulas de la 34 a la 43 y trata del estándar Ethernet para comunicación a una velocidad de 1000 Mbps de banda base (1 Gbps) .
- Sección cuatro del estándar IEEE 802.3 incluye las cláusulas de la 44 a la 55 y trata del estándar Ethernet para comunicación a una velocidad de 10 Gbps de banda base.

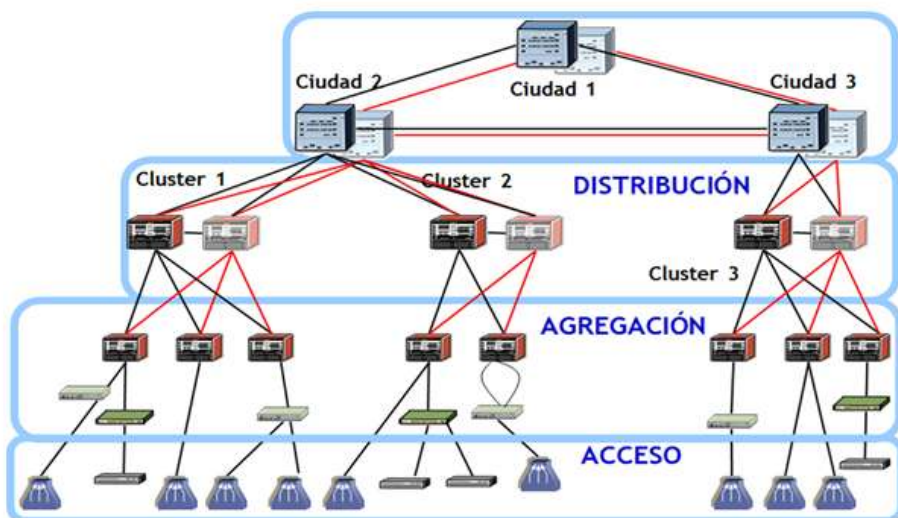


Figura 38 Topología de una Red de Carrier Ethernet

## Latencia

La Latencia está referida al retraso que existe entre el tiempo en que se reciben los paquetes del cliente en un extremo de la red y se entregan en el destino, por facilidad de medición la Latencia se puede obtener desde un punto de la red enviando un señal de prueba “ping” y midiendo el tiempo de ida y vuelta “Round Trip”.

Latencia = Tiempo de “Round Trip”

La Latencia con la que deberán cumplir los servicios Ethernet es < a 100 ms.

#### **4.2.3.6 Tecnología CDMA**

##### **Introducción sobre CDMA**

La multiplexación por división de código, Acceso Múltiple por División de Código o CDMA (del inglés Code Division Multiple Access) es un término genérico para varios métodos de multiplexación o control de acceso al medio basado en la tecnología de espectro expandido.

Habitualmente empleado en comunicaciones inalámbricas, por radiofrecuencia, aunque también puede usarse en sistemas de fibra óptica o de cable de cobre.

Uno de los problemas a resolver en comunicaciones de datos es cómo repartir entre varios usuarios el uso de un único canal de comunicación o medio de transmisión, para que puedan gestionarse varias comunicaciones al mismo tiempo. Sin un método de organización, aparecerían interferencias que podrían bien resultar molestas, o bien directamente impedir la comunicación. Este concepto se denomina multiplexado o control de acceso al medio, según el contexto.

Para resolverlo, CDMA emplea una tecnología de espectro expandido y un esquema especial de codificación, por el que a cada transmisor se le asigna un código único, escogido de forma que sea ortogonal respecto al del resto; el receptor capta las señales emitidas por todos los transmisores al mismo tiempo, pero gracias al esquema de codificación (que emplea códigos ortogonales entre sí) puede seleccionar la señal de interés si conoce el código empleado.

Otros esquemas de multiplexación emplean la división en frecuencia (FDMA), en tiempo (TDMA) o en el espacio (SDMA) para alcanzar el mismo objetivo: la separación de las distintas comunicaciones que se estén produciendo en cada momento, y evitar o suprimir las interferencias entre ellas. Los sistemas en uso real (como IS-95 o UMTS) suelen emplear varias de estas estrategias al mismo tiempo para asegurar una mejor comunicación.

##### **Ejemplo CDMA por medio de una analogía**

Una analogía posible para el problema del acceso múltiple sería una habitación (que representaría el canal) en la que varias personas desean hablar al mismo tiempo. Si varias personas hablan a la vez, se producirán interferencias y se hará difícil la comprensión. Para evitar o reducir el problema, podrían hablar por turnos (estrategia de división por tiempo), hablar unos en tonos más agudos y otros más graves de forma que sus voces se distinguieran (división por frecuencia), dirigir sus voces en distintas direcciones de la habitación (división espacial) o hablar en idiomas distintos (división por código, el objeto de este artículo): como en CDMA, sólo las personas que conocen el código (es decir, el "idioma") pueden entenderlo.

CDMA 450 MHz

Implicaciones

A continuación, explica en forma breve las implicaciones que son el trabajar con esta tecnología, indica ejemplos:

Implicaciones:

- Necesidad de cubrir amplias áreas geográficas con un esquema de costos realmente efectivo
- Eficiencia en costos
- Rápido despliegue de la red
- Cubrir sitios que usando una tecnología de cobre o satelital no representarían un amplio retorno de inversión (ROI).
- Sin subsidio de terminales.- Terminales de bajo costo
- Amplias economías de escala
- 1x EV-DO (medio-plazo): Internet de alta velocidad para proveer acceso a internet en escuelas

CDMA 450 representa la solución más eficiente y económica de incrementar la tele densidad en México y de superar la brecha digital.

#### **4.2.3.7 Proyecto FCST**

Regularmente el estado es el responsable de proveer los servicios de comunicación a toda la población, sobre todo a los que están más lejos de tener acceso a ella, es por ello que el gobierno mexicano junto con Telmex crearon y llevaron a cabo el proyecto: Fondo de Cobertura Social de Telecomunicaciones (FCST) que tiene como propósito el disminuir la brecha digital.

Los objetivos son muy claros para el sector de telecomunicaciones:

- Incrementar la cobertura, proveer servicios diversos, decremento de los precios actuales en tecnologías rurales y el incremento en la calidad de los servicios.
- Distintos servicios y sus requerimientos técnicos requieren de distintas tecnologías:

- Servicios fijos, satelitales, inalámbricos, etc.

FCST alcanzará cerca de 4,500 comunidades ayudando a una población mayor a 4.3 millones de habitantes.

El gobierno es quien lleva a cabo este proyecto junto con Telmex, sin embargo existen varios jugadores que comparten parte de esta ecuación:

- TELMEX ganó la licitación para ser quien lleve a cabo este proyecto

La mejor por excelencia para este proyecto es: CDMA

- Provee la mejor relación costo-beneficio en cuanto a cobertura
- Ahorro en costos → Cobertura para más número de comunidades y personas por Km<sup>2</sup>.

Como apoyo al crecimiento y modernización del Mercado Rural, se tiene un programa agresivo para beneficiar con servicio automático a localidades pertenecientes a este segmento de mercado.

#### **4.2.3.7.1 Eficiencia espectral**

La ventaja de utilizar los 450 Mhz es la gran propagación de la señal con la utilización de una sola estación base. Se calcula que sin ningún tipo de obstáculo una estación base CDMA2000 en los 450 Mhz podría cubrir hasta 80 Km<sup>2</sup>.

Además, esta solución es ideal en estas zonas rurales porque el espectro está libre, algo que no sucede en las grandes urbes donde esta algo descontrolado y en utilización por diferentes tipos de aparatos y servicios.

Entre los países interesados están Perú y Brasil, país que vería con buenos ojos la introducción de esta tecnología en zonas rurales para ofrecer servicio universal.

Infraestructura y terminales ya están disponibles porque han sido instaladas en Europa del Este y China principalmente, por lo que no es una solución ideada para México y en general para Latinoamérica, sino que se está importando una idea ya utilizada y probada en otros mercados no tan distintos al mencionado.

Lucent, proveedor de infraestructura CDMA y UMTS, asegura que se verán en la región instalaciones de CDMA2000 en esa banda ya que la propia empresa estaría en conversaciones para realizar dicha operación.



Figura 39 Equipos de transmisión y cliente en CDMA

#### 4.2.3.8 Servicios de Banda Ancha en Telmex

El inicio del Nuevo milenio es testigo de un mundo en telecomunicaciones que es muy diferente al del pasado apenas reciente. La alta explosión de las tecnologías inalámbricas y de banda ancha en los últimos años ha capturado la imaginación y motivación tecnológica alrededor del mundo; ahora la necesidad de movilidad y mayor velocidad en un entorno es de vital importancia.

Con el nuevo poder de la movilidad y la banda ancha, la industria de las telecomunicaciones puede crecer exponencialmente combinado con la creatividad e innovación de servicios.

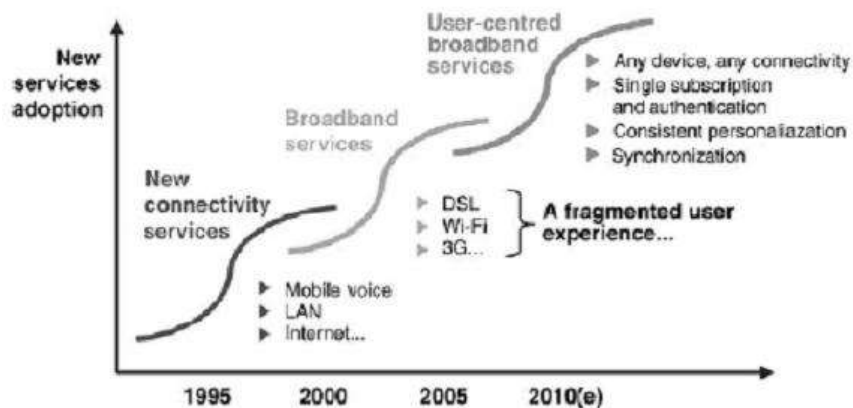


Figura 40 Adopción de Nuevos Servicios

Hay actualmente un fuerte consenso alrededor de la idea de que IP es la tecnología sobre la cual se establecen las bases de las redes de siguiente generación.

Aunque IP ya domina el mundo fijo, la industria está apuntando hacia un escenario en donde se tenga una red móvil completamente IP, la cual no solo confía en IP como su protocolo de

transferencia de información, sino que además explota el protocolo para desarrollar operaciones fundamentales tales como la movilidad, la calidad de servicio, la señalización y el control de medios entre otras funciones.

### **4.2.3.8.1 Tecnología WiMAX**

Aunque es evidente que en lo posterior se tendrá una gran heterogeneidad de redes con respecto a la aparte de acceso, todas ellas podrían tener como común denominador al protocolo IP.

Se puede adelantar que, la trayectoria de extremo a extremo atravesará antes que todo una red de acceso que podría ser de alta velocidad (DSL), un segmento Wireless LAN (802.11x), un segmento Wireless WAN (UMTS, WiMAX), o inclusive un segmento satelital.

Estos primeros segmentos seguramente serán soportados por una red dorsal basada en el protocolo IP, la cual al menos proporcionará conectividad IP así como una interfaz al backbone de Internet.

#### **4.2.3.8.1.1 Actualidad y futuro de WiMAX**

Actualmente, la tecnología inalámbrica de banda ancha está siendo vista por los organismos regulatorios, los operadores y los analistas de la industria como la tercera mejor opción, atrás del DSL y del cable, para soportar el acceso a Internet de alta velocidad.

Muchas entidades han coincidido en que WiMAX es la tecnología de banda ancha inalámbrica que llevará el liderato en el despliegue tecnológico por parte de los proveedores de servicio. En parte, esta inclinación es debida al gran soporte que están brindando algunos de los miembros del foro WiMAX (Intel, Fujitsu, Nortel, Cisco, Nokia, etc.).

También se coincide en el hecho de que la mercadotecnia asociada a WiMAX ha dejado un mensaje en exceso positivo con relación a todas las ventajas derivadas de la implantación de WiMAX en redes reales, así como su disponibilidad.

Por lo tanto, han aparecido en la escena opciones diferentes a WiMAX, unas propietarias, otras adelantándose a los estándares, pero todas teniendo como objetivo el soporte de servicios de banda ancha.

Se espera que sean cubiertas las siguientes funcionalidades básicas con los servicios y aplicaciones inalámbricos.

#### **4.2.3.8.1.2 Funciones técnicas**

Tecnológicamente es deseable evitar el uso de tecnologías propietarias, ya que esto impacta la interoperabilidad de plataformas, ocasionando gran complejidad en las actividades de soporte a la operación y la atención de fallas.

A continuación se muestran las funciones técnicas de WiMAX:

- Debe operar en ambientes de no línea de vista.
- Debe operar en modo de conmutación de paquetes y producir una baja latencia para soportar aplicaciones de tiempo real como VoIP.
- Debe poder adaptarse a los estándares IP usados en las arquitecturas existentes.
- Debe garantizar una alta seguridad de extremo a extremo.
- Debe ser altamente eficiente en términos de uso del espectro radioeléctrico.
- Debe operar en bandas disponibles para México (3.4-3.6 GHz principalmente. Las de uso libre podrían ser también utilizadas en otras administraciones de LA).

#### **4.2.3.8.1.3 Funciones económicas**

Económicamente, el uso de tecnologías propietarias es más alto que el de soluciones estandarizadas, debido al hecho de que estas últimas son fabricadas por cualquier fabricante que se apegue al estándar, derivando en lo que se conoce como economías de escala.

Debe ser una solución de bajo costo en comparación con el DSL, debe ser plug&play, que no necesite antena de exterior, debe soportar interfaces Ethernet y USB.

Comúnmente se ha utilizado tecnología inalámbrica para cubrir en el corto plazo las necesidades de áreas geográficas específicas (siempre en casos fijos), para que posteriormente la infraestructura de radio sea sustituida por cableado de cobre. Se esperaría ahora, desplegar infraestructura que permita movilidad regional, esperando que la plataforma inalámbrica soporte la misma cantidad y calidad de servicios que son transportados por la infraestructura DSL.

Como umbral mínimo, se espera que la infraestructura inalámbrica soporte las múltiples necesidades de servicios de voz y de datos (Internet). Es deseable el transporte de servicios de video.

#### **4.2.3.8.1.4 Funciones de movilidad**



Se plantea el hecho de hacer frente a los operadores móviles a través de una infraestructura que permita la movilidad regional y nacional del usuario.

Todos los nodos en la red deberán ser alcanzables por medio de una identificación única (dirección IP). Esto implica que en la evaluación de la solución se pruebe IPv6.

La solución deberá soportar MobileIP.

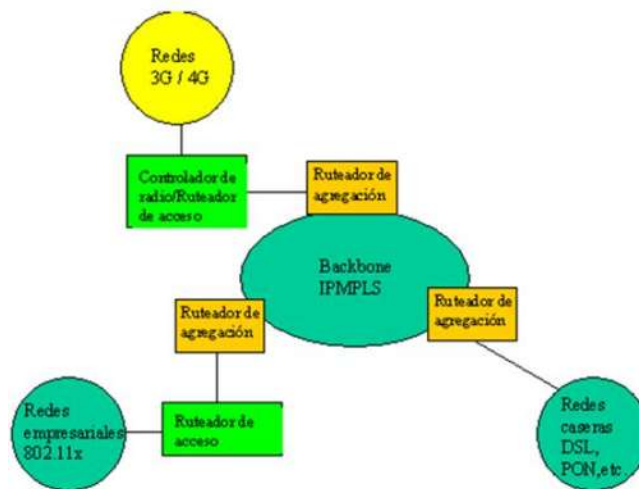
La solución deberá ser transparente a todas las aplicaciones IP.

La solución deberá operar usando los sistemas de enrutamiento y direccionamiento vigentes.

La solución deberá tener elementos de seguridad que permitan aislar completamente los esquemas de ataques conocidos.

La solución debe ser capaz de soportar funciones de roaming, de tal forma que un móvil que salga de su zona “home” podrá seguir manteniendo conectividad en otras zonas de cobertura.

Cualquier cambio o mejora a las funciones de movilidad deberá realizarse en los nodos de control de radio o en los ruteadores frontera, sin afectar así a los propios dispositivos móviles.



**Figura 41 Funciones de Movilidad**

A medida que se deja madurar a WiMAX, se dará el escenario en el que el CPE desaparezca para algunos clientes, por lo que la función receptora y de movilidad estará incluida en el mismo dispositivo de usuario (PC, Laptop, Teléfono celular o PDA), por lo que se podrá acceder a aplicaciones de banda ancha, teniendo cobertura tipo celular sin tener conflictos

con aspectos de radiofrecuencias, pudiendo soportar la movilidad y roaming a través de mecanismos de IP.

#### **4.2.3.8 Sistemas 3G**

En todo el mundo, los operadores móviles están actualizando sus redes a la tecnología 3G para entregar aplicaciones de banda ancha a sus suscriptores. Los operadores móviles que usan GSM (Global System For Mobile Communications) están desplegando tecnologías UMTS (Universal Mobile Telephone System) y HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) como parte de su evolución 3G. Los operadores tradicionales de CDMA están desplegando 1x EV-DO (1x Evolution Data Optimized) como su solución 3G para datos de banda ancha. En China y partes de Asia, varios operadores miran a TD-SCDMA (Time Division-Synchronous CDMA) como su solución 3G. Todas estas soluciones 3G proporcionan capacidades de rendimiento de procesamiento de datos en el orden de Kilobits por segundo a Megabits por segundo.

Brevemente un repaso a las capacidades de estas tecnologías antes de compararlas con WiMAX.

HSDPA proporciona una interfaz por aire solo descendente definido en el proyecto de tercera generación de la sociedad (3GPP) UMTS Release 5. HSDPA es capaz de proporcionar al usuario (rendimiento L2) de 14.4Mbps, usando un canal 5MHz. Realizar esta tasa de datos, sin embargo, requiere el uso de 15 códigos, que es poco probable que sean ejecutados en terminales móviles. Usando 5 y 10 códigos, HSDPA soporta datos de 3.6Mbps y de 7.2Mbps, respectivamente. Las típicas tasas de transmisión que los usuarios obtienen están en el rango de 250 Kbps a 750 Kbps.

Es de notar que HSDPA es solo descendente; por lo tanto hasta que el complemento uplink sea implementado, las tarifas de datos máximas realizables en uplink serán en menos de 384 Kbps, en la mayoría de los casos haciendo un promedio de 40 Kbps a 100 Kbps. La versión Uplink HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access), soporta tasas de datos máximas hasta de 5.8 Mbps y se estandariza como parte de la especificación 3GPP Release 6. HSDPA y HSUPA juntos se refieren como HSPA (High-Speed Packet Access).

1x EV-DO es un estándar de alta velocidad de datos definido como una evolución a los sistemas de segunda generación de IS-95 CDMA por la organización de estándares 3GPP2. El estándar soporta datos en downlink de 2.4 Mbps en un canal 1.25 MHz. Las tarifas de datos usuario-experimentadas típicas están en el orden de 100 Kbps a 300 Kbps. La revisión A de 1x EV-DO soporta hasta 3.1 Mbps a un usuario móvil; La revisión B soporta 4.9 Mbps. Estas versiones pueden también soportar velocidades de uplink hasta de 1.8 Mbps. La revisión B también tiene opciones para funcionar usando canales de mayor ancho de banda (hasta 20 MHz), ofreciendo potencialmente hasta 73 Mbps en downlink y hasta 27 Mbps en uplink.

Además de proporcionar servicios de datos de alta velocidad, los sistemas 3G siguen desarrollando funciones para soportar servicios multimedia. Por ejemplo, Rev. A de 1x EV-DO permite voz y Video teléfono sobre IP. Para hacer estos servicios posibles, 1x EV-DO Rev. A reduce la latencia en el aire a 30ms, introduciendo QoS, y rápido handoff intersectorial.

Los servicios multicast y broadcast también son soportados en 1x EV-DO. Similarmente los esfuerzos de desarrollo están en camino de soportar voz sobre IP, vídeo, y juegos en línea, tan bien como en servicios de multicast y de difusión sobre redes UMTS/HSPA.

Debe también ser observado que 3GPP está desarrollando la revisión principal a los estándares 3G. El objetivo de esta evolución de largo plazo (LTE-Long Term Evolution) es poder soportar índices de datos máximos de 100 Mbps en downlink y 50 Mbps en uplink. Para alcanzar estas altas tasas de datos y eficacia espectral, la interfaz aérea será basada probablemente en OFDM/OFDMA y MIMO (Entrada Múltiple de Salida Múltiple), con semejanza a WiMAX.

Similarmente, 3GPP2 también tiene planes a largo plazo para ofrecer tasas de datos más altas hacia la operación de alto ancho de banda. El objetivo es soportar de 70 Mbps a 200 Mbps en downlink y de 30 Mbps a 45 Mbps en uplink en la revisión C de EV-DO, usando hasta 20 MHz ancho de banda. Los sistemas de Rev. C de LTE y de EV-DO estarán disponibles hasta finales del 2010.

#### **4.2.3.9 Sistema Wi-Fi**

La diferencia fundamental entre WiMAX y Wi-Fi radica en que están diseñados para aplicaciones totalmente diferentes. El Wi-Fi es una tecnología de red local diseñada para agregar movilidad a redes LAN cableadas privadas. El WiMAX fue diseñado para entregar servicio de acceso de banda ancha (BWA) en Área Metropolitana. La idea detrás del BWA es de proveer servicios de acceso de Internet inalámbrico a localidades físicas para competir con los servicios de cable modem y xDSL. Entonces mientras el Wi-Fi soporta rangos de transmisión de hasta unos pocos cientos de metros, los sistemas WiMAX pueden soportar usuarios a rangos de hasta 48 kilómetros.

Además de la diferencia obvia en el rango de transmisión hay un número de mejoras en la tecnología de enlace de radio que distinguen al WiMAX del Wi-Fi. El estándar de LAN inalámbrica IEEE 802.11 describe interfaces de enlace de radio que operan en la banda de radio no licenciada de 2.4 GHz. Los estándares WiMAX incluyen un rango mucho mayor de implementaciones potenciales para satisfacer los requerimientos de carriers alrededor del mundo.

La versión original del estándar 802.16 emitida en Diciembre de 2001 está orientada a operar en la banda de frecuencias entre 10-66 GHz. Estos sistemas de alta frecuencia requieren línea

de vista (LOS) a la estación base (BS) lo cual incrementa el costo y los límites de las estaciones de clientes.

La versión del estándar 802.16 correspondiente a Enero del 2003 describe sistemas que operan en la banda de frecuencia que va de 2 GHz a 11 GHz. Esta banda de frecuencia inferior soporta enlaces sin línea de vista (NLOS), eliminando la necesidad de alinear la unidad

**Tabla 4 Valores típicos de Potencias**

Potencia (dBm)	Potencia (W)	Notas
80 dBm	100 kW	Potencia de transmisión típica de una estación de radio FM con un alcance de 50 kilómetros.
60 dBm	1 kW = 1000 W	Radiación típica de RF de un horno de microondas. Máxima potencia de salida de RF permitida sin autorización en emisoras de radio-aficionados.
50 dBm	100 W	Radiación térmica emitida por el cuerpo humano. Máxima potencia de salida de RF habitual en las emisoras de radio-aficionados.
40 dBm	10 W	Potencia de transmisión típica de un PLC.
36 dBm	4 W	Salida de potencia típica para una estación de banda ciudadana (27 MHz) en muchos países.
33 dBm	2 W	Máxima salida de potencia para un teléfono móvil UMTS/3G (teléfono de potencia clase 1). Máxima salida de potencia para un teléfono móvil GSM850/900.
30 dBm	1 W = 1000 mW	Fuga de RF típica de un horno de microondas. Máxima salida de potencia para un teléfono celular GSM1800/1900.
27 dBm	500 mW	Potencia típica de transmisión de un teléfono móvil. Máxima salida de potencia para un teléfono móvil UMTS/3G (teléfono de potencia clase 2).

## **CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES**

El deber del futuro profesionista antes de salir al campo profesional es aprovechar al máximo las enseñanzas recibidas a lo largo de su carrera lo que sumado con la práctica y nuevos conocimientos que se van adquiriendo día a día en el campo de la industria complementa la formación de la persona, cuyo cúmulo de conocimientos van a verse transformados en los diferentes satisfactores demandados por la sociedad, como es el caso del presente reporte donde se ha tratado de plasmar el cómo los conocimientos de un profesional del área de Telecomunicaciones se ven transformados en la preservación de los diferentes equipos necesarios para la realización de llamadas telefónicas o acceso a internet que finalmente se traduce en el confort que produce el tan solo tomar un teléfono y realizar una llamada que muchas veces es a miles de kilómetros.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 [www.telmex.com](http://www.telmex.com)
- 2 [www.fie.umich.mx](http://www.fie.umich.mx)