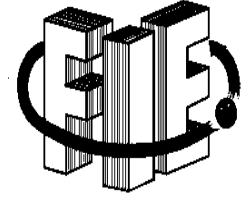




**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



---

## FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

REPORTE DE EXPERIENCIA LABORAL  
“REDES DE TRANSPORTE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO”  
QUE PRESENTA:

**ALEJANDRO LÓPEZ NÚÑEZ**

PARA OBTENER EL GRADO DE:  
INGENIERO ELECTRICISTA

ASESOR:  
INGENIERO ELECTRICISTA  
**IGNACIO FRANCO TORRES**

# AGRADECIMIENTOS

## **A Dios:**

Por permitirme disfrutar de la maravillosa experiencia de la vida con todo lo que ha tenido

## **A mis padres:**

Por inculcarme el valor del trabajo y el respeto para ser una persona de bien

## **A mi esposa:**

Pilar que me ha sostenido en los momentos que la fe me ha faltado

## **A mis hijos:**

Que han sido el aliento para aspirar a una mejor versión de mí y la razón para mantener la fortaleza más allá de todos mis miedos

## **A mis amigos del grupo de titulación:**

Por sus comentarios entusiastas impulsando a no perder el ánimo para cerrar este ciclo inconcluso además de la experiencia y capacidad invaluable en cada uno de ellos, mis respetos a todos y cada uno de ustedes y gracias por la invitación a unirme al grupo

# DEDICATORIA

Dedico el contenido de este trabajo y todo el esfuerzo que le he dedicado a prepararme a mis padres y de manera muy especial a mi hermana Marina de la cual he tenido siempre el apoyo y la confianza en todo lo que he emprendido por haber desempeñado más que como una hermana como una madre

Por haber asumido la responsabilidad y confiado en mí gracias Hermana que dios te bendiga siempre

# ÍNDICE

Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice.....	iv
Resumen.....	ix
Palabras Clave.....	ix
Abstract.....	x
Keywords.....	x
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tablas.....	xiii
Capítulo 1 Introducción.....	1
1.1 Cronología.....	1
Capítulo 2 Mantenimiento.....	4
2.1 Introducción.....	4
2.2 Objetivos del Mantenimiento.....	4
2.3 Mantenimiento para Usuario.....	4
2.4 Mantenimiento correctivo.....	4
2.4.1 Mantenimiento de campo (de arreglo).....	5
2.4.2 Mantenimiento de reparación definitiva).....	5
2.4.3 Conclusiones.....	5
2.4.4 Ventajas.....	5
2.4.5 Desventajas.....	6
2.5 Mantenimiento Preventivo.....	6
2.5.1 Características.....	6
2.5.2 Ventajas.....	6
2.5.3 Desventajas.....	7
Capítulo 3 Equipo de Fuerza Asociado a las Telecomunicaciones.....	8
3.1 Subestación Eléctrica.....	8
3.1.1 Definición.....	8
3.1.2 clasificaciones.....	8
3.1.3 Subestaciones transformadoras reductoras.....	10

3.1.4	Mantenimiento a subestaciones.....	10
3.2	Grupo electrógeno .....	11
3.2.1	definición .....	11
3.2.2	Filosofía de operación.....	12
3.2.3	Partes principales en un grupo electrógeno.....	13
3.3	Generadores trifásicos .....	15
3.3.1	Principios básicos de operación .....	15
3.3.2	Mantenimiento preventivo.....	17
3.3.3	Mantenimiento correctivo .....	17
3.4	Tablero de control.....	18
3.4.1	Funciones de operación .....	18
3.4.2	Funciones de protección.....	18
3.4.3	Tableros de control electromecánicos.....	19
3.4.4	Tableros de control electrónico.....	20
3.4.5	Tableros de control con microprocesador .....	20
3.4.6	Mantenimiento preventivo .....	22
3.5	Tableros de transferencia.....	22
3.6	Tablero de distribución de CA .....	24
3.7	Rectificador.....	25
3.8	Convertidor.....	26
3.9	Baterías.....	26
3.9.1	Las celdas primarias.....	26
3.9.2	Las celdas secundarias .....	26
3.9.3	Voltaje de flotación .....	27
3.9.4	Voltaje de igualación .....	27
3.9.5	Mantenimiento preventivo .....	27
3.9.6	Mantenimiento correctivo .....	28
3.10	Tableros de distribución de cd .....	29
3.10.1	Mantenimiento preventivo.....	30
3.10.2	Mantenimiento correctivo .....	30
3.11	Planta de fuerza .....	30
3.11.1	Descripción.....	30
3.12	Gabinete Lateral de Tensión.....	31

3.12.1	descripción.....	31
3.13	Inversores.....	33
3.13.1	Descripción.....	33
3.13.2	Mantenimiento preventivo.....	33
3.14	Sistemas de tierra.....	35
3.14.1	Introducción .....	35
3.14.2	Funciones.....	35
3.14.3	Elementos que la componen.....	35
3.15	Aire Acondicionado .....	42
3.15.1	Mantenimiento preventivo.....	42
3.15.2	Mantenimiento correctivo .....	43
Capítulo 4	Equipos de Telecomunicaciones Asociados a la Red de Transporte.....	44
4.1	Definición.....	44
4.2	Modelo de red .....	44
4.3	Ancho de banda.....	45
4.4	Conversión de la señal de voz analógica a digital .....	45
4.5	Filtrado .....	45
4.6	Muestreo .....	45
4.7	Cuantificador.....	46
4.8	Codificador.....	47
4.9	Multiplexor.....	47
4.10	Señales de Datos .....	48
4.10.1	Bit.....	48
4.10.2	Bit Rate.....	48
4.11	Calidad en transmisión de datos.....	49
4.11.1	Error de bit (bit error).....	49
4.11.2	Taza de errores de bit (Bit Error Rate).....	49
4.12	Multiplexación bit a bit .....	50
4.13	Tecnología SDH (jerarquía digital síncrona) .....	51
4.14	Redes de acceso .....	52
4.14.1	Servicios digitales dedicados.....	52
4.14.2	Servicios conmutados.....	52
Capitulo 5	Tecnologías Usados en Redes de Transporte.....	53

5.1	Red de transporte.....	53
5.2	Multiplexores .....	53
5.2.1	Multiplexores para agregar o desagregar (ADM).....	54
5.2.2	Aplicaciones.....	54
5.3	Multiplexación.....	55
5.3.1	Técnicas de Multiplexación .....	56
5.4	Mantenimiento Multiplex y ADM,S .....	57
5.4.1	Falla .....	57
5.4.2	Alarma.....	57
5.5	Señales de Mantenimiento .....	58
5.6	Anomalía.....	58
5.7	Defecto.....	59
5.8	Métodos Comunes para Localizar Fallas .....	59
5.9	Fibra Óptica .....	59
5.9.1	Que es la fibra óptica.....	59
5.9.2	Ventajas .....	59
5.9.3	Desventajas .....	60
5.9.4	Índice de Refracción ( $n$ ).....	60
5.9.5	Reflexión.....	60
5.9.6	Refracción.....	61
5.9.7	Técnicas de Medición en Cables de Fibra Óptica.....	61
5.10	Regeneradores.....	63
5.11	Los amplificadores ópticos.....	63
5.11.1	Las Ventajas De Estos Dispositivos Frente A Los Regeneradores:.....	63
5.11.2	Tipos de amplificadores.....	64
5.12	Radioenlaces de Microondas.....	64
5.12.1	El Modulador De Fi: .....	65
5.12.2	Banda Base .....	65
5.12.3	Aplicaciones .....	67
5.12.4	Actualidad.....	68
5.12.5	Conclusión .....	68
5.12.6	Operación y mantenimiento.....	68
	Capitulo 6 Conclusiones y Recomendaciones.....	70

6.1.- Conclusiones.....	70
6.2.- Recomendaciones.....	70
Bibliografía.....	71



# RESUMEN

Las telecomunicaciones se han convertido en un instrumento fundamental para el desarrollo de las empresas y las tecnologías de la información, la tecnología aplicada a estas ha evolucionado para satisfacer la creciente demanda de servicios de voz video datos y multimedia.

Ser parte de la operación y mantenimiento de equipos de telecomunicaciones implica una gran actitud de servicio debido a que es imprescindible mantener la comunicación las 24 horas del día y los 365 días del año, satisfaciendo las expectativas del cliente las cuales se resumen en accesibilidad y transparencia esta última implica libre de errores y con un ancho de banda de acuerdo a sus necesidades.

Además de los equipos directamente implicados en el servicio son necesarios equipos de fuerza y clima confiables capaces de proveer energía ininterrumpida tanto de CA como de CD por siempre los cuales se instalan, se operan y mantienen procurando que cumplan su función de la mejor manera posible, así como es importante mantener el sistema de tierras para protección de usuarios y equipos.

La red de transporte provee los medios para enlazar islas de acceso y establecer la comunicación independientemente del formato en el que vayan codificadas (SDH, ETHERNET, ATM, SONET ETC) y en las velocidades que el cliente lo requiera desde 2 MB hasta 40 GB

Aunque se usen en la actualidad sistemas de microondas predominantemente el medio de transmisión más común y capaz de proveer tanta información como se requiera es la fibra óptica

# PALABRAS CLAVE

Telecomunicaciones, equipos de fuerza y clima, red de transporte, red de acceso

# ABSTRACT

Telecommunications have become a key instrument for the development of business and information technology, the technology applied to these has evolved to meet the growing demand for video data and multimedia voice services.

Being part of the operation and maintenance of telecommunications equipment implies a great service attitude because it is essential to maintain communication 24 hours a day and 365 days a year, satisfying the client's expectations which are summarized in accessibility and transparency The latter implies error free and with a bandwidth according to their needs.

In addition to the equipment directly involved in the service, reliable power and climate equipment are needed capable of providing uninterrupted power for both AC and DC, which are installed, operated and maintained ensuring that they perform their function in the best possible way, As well as maintaining the earth system for the protection of users and equipment.

The transport network provides the means to link access islands and establish communication regardless of the format in which they are encoded (SDH, ETHERNET, ATM, SONET ETC) and at speeds that the client requires from 2 MB to 40 GB

Although currently used microwave systems predominantly the most common transmission medium and capable of providing as much information as required is the optical fiber

# KEYWORDS

Telecommunications, power and climate equipment, transport network, access network

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Subestación Compacta Interior 225 Kva.....	9
Figura 2.- Compacta Interior 500 Kva.....	9
Figura 3.- Tipo Poste 30 Kva.....	9
Figura 4.- De Pedestal 30 Kva.....	10
Figura 5.- Ge 50 KVA con Televent.....	11
Figura 6.- Ge 600 KVA con Intercambiador de Calor.....	11
Figura 7.- GE 150 KVA Radiador en Patin.....	12
Figura 8.- Generador Síncrono 4 Polos.....	16
Figura 9.- Regulador de Voltaje.....	17
Figura 10.- Conexión Regulador Generador.....	17
Figura 11.- Tablero de Control Electromecánico.....	20
Figura 12.- Tablero de Control Electrónico.....	20
Figura 13.- Tablero de Control con Microprocesador.....	21
Figura 14.- Tablero de Control con Microprocesador.....	21
Figura 15.- Transferencia de Contactores.....	23
Figura 16.- Transfer con Motor Universal.....	23
Figura 17.- Transfer de 2 Tiros y una sola Bobina.....	23
Figura 18.- Tableros de Distribución de Ca.....	24
Figura 19.- Tablero de Distribución de CA con Interlock.....	25
Figura 20.- Bastidor de Rectificadores 1800 Watts.....	25
Figura 21.- Baterías Húmedas 360 A-H.....	28
Figura 22.- Baterías Húmedas 1000 A-H.....	29
Figura 23.- Tablero de Distribución de CD.....	29
Figura 24.- Planta de CD Completa.....	31
Figura 25.- Modulo de Control.....	31
Figura 26.- Gabinete Lateral de Tensión.....	31
Figura 27.- Diagrama Unifilar GLT.....	32
Figura 28.- Inversores 10 KVA Configuración 1:1.....	33
Figura 29.- Interior de Inversor 10 KVA.....	33
Figura 30.- Diagrama Unifilar Inversores en Configuración 1:1.....	34
Figura 31.- Malla de Tierras de 12 Electrodo.....	36
Figura 32.- Barra de Tierras de Punto Principal.....	37
Figura 33.- Barra de Tierra de Piso.....	37
Figura 34.- Cable Vertical.....	38
Figura 35.- Sistema de Tierras en Edificio.....	39
Figura 36.- Barra de Ventana de Tierras.....	39
Figura 37.- Barra de Ventana de Tierras.....	40
Figura 38.- Sistema de Tierras Típico de RMO.....	41
Figura 39.- Arreglo 2X4 T.R. para RMO.....	42
Figura 40.- Climats de Precisión para central.....	42

Figura 41.- Diagrama Unifilar Típico CENTRAL TELECOMUNICACIONES .....	43
Figura 42.- Muestreo de una señal .....	46
Figura 43.- Señal muestreada cuantificada.....	46
Figura 44.- Cuantificación con Signo .....	47
Figura 45.- Trama codificada.....	47
Figura 46.- Graficad de Velocidades Pdh .....	50
Figura 47.- Multiplexación bit a bit .....	51
Figura 48.- Red de Acceso .....	52
Figura 49.- Multiplexor .....	54
Figura 50.- Multiplexores para agregar/desagregar .....	54
Figura 51.- Enlaces punto a punto.....	54
Figura 52.- Extracción/inserción tipo lineal .....	55
Figura 53.- Estructura de Anillo .....	55
Figura 54.- Multiplexación Por División De Frecuencia .....	56
Figura 55.- Multiplexación por División de Tiempo.....	56
Figura 56.- Multiplexación por División de Longitud de Onda.....	57
Figura 57.- Métodos Comunes para Localizar Fallas .....	59
Figura 58.- Refracción en Fibras opticas.....	60
Figura 59.- Eventos comunes en un enlace.....	62
Figura 60.- Amplificador Óptico .....	64
Figura 61.- Enlaces de Microondas .....	66
Figura 62.- TX/RX por Microondas .....	66

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Tableros De Transferencia.....	22
Tabla 2.- Sistemas de Tierra.....	35
Tabla 3.- Modelo De Red.....	44
Tabla 4.- Taza de Errores de Bit .....	49
Tabla 5.- Velocidades Pdh .....	50
Tabla 6.- Velocidades SDH .....	51
Tabla 7.- Severidad de las Alarmas .....	57
Tabla 8.- Categoría de Alarmas .....	58
Tabla 9.- Ventajas y Desventajas de las Microondas.....	67

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 CRONOLOGÍA

En 1982 me inscribí para cursar la carrera de ingeniería eléctrica, la razón fue que el día que fui a solicitar ficha para el examen no estaban dando en la escuela de ingeniería mecánica y no traía más dinero para quedarme otro día.

Aunque me atraía la carrera no fue la carrera con la que soñara algún día, lo que me induce a pensar que no siempre tiene uno todos los elementos como para tomar la mejor decisión. Para amar algo es necesario conocerlo, ahora sin temor a equivocarme puedo decir que no pude haber elegido otra carrera mejor puesto que ahora conozco una parte del inmenso campo de aplicaciones que esta carrera puede tener.

Mi primer experiencia laboral tuvo lugar con mi servicio social en la torre de telecomunicaciones de la SCT de Morelia que se ubicaba en Santa María de Guido, en la brigada de mantenimiento electromecánico de la red nacional de microondas, duro seis meses y estuvo limitada solo a las instalaciones en esa torre en la cual se recibía y transmitían señales de televisión, voz y datos.

Si bien la experiencia no pudo ser muy grande, porque la mayoría de las instalaciones que se le daba mantenimiento se encontraban fuera de Morelia y por políticas de la institución no había recursos ni infraestructura para poder participar más que en Morelia, fue mi primer contacto tanto con el mantenimiento como con las telecomunicaciones.

Egresado en 1987 mi primer empleo fue en la embotelladora Coca-Cola en la ciudad de Apatzingán en el departamento de mantenimiento eléctrico de toda la planta combinado con mantenimiento de equipo hidroneumático y neumático.

Los equipos involucrados en el mantenimiento eran los usados para la producción de refresco, así como los de limpieza de envases vacíos, los aires acondicionados del edificio, subestación eléctrica compacta de 675 kvas, 2 compresores de 25 hp, planta generadora de voltaje de emergencia de 150 kvas, caldera, motores eléctricos cuya capacidad variaba des de 1 hp hasta 25 hp, todo esto con sus correspondientes tableros de control y tableros de distribución de CA.

El horario normal de trabajo de Lunes a Viernes era de 19:00 horas a 02:00 horas del día siguiente donde lo prioritario era el mantenimiento correctivo de todo aquello que perteneciera a la línea de producción, llámese motores, tableros de control, compresores, los cuales habían recibido un tratamiento paliativo en forma provisional por personal de mantenimiento de línea o por el propio operario.

En la medida que el tiempo lo permitía se realizaba mantenimiento preventivo, reemplazando interruptores termo magnéticos, cambiando baleros en motores desmontados previamente y llenado papelería para enviar a reparación motores que requirieran re devanarse, sellando tableros de control ya que en la sección de lavado de botellas el ambiente era demasiado hostil por la presencia de una gran cantidad de solventes, vapor de agua, mezclado con el polvo presente en la instalación.

Se realizaban pruebas al menos una vez al mes a la planta de emergencia, cambiando el aceite y filtros al motor al cumplir las 200 horas de operación

Se cambiaban tuberías flexibles en motores y se reacomodaban cableados que por su exposición a la vibración pudieran ocasionar cortocircuitos, al menos una vez a la semana se realizaban pruebas de conexión a tierra en la lavadora de botellas con el afán de asegurar la integridad de los operarios, reapretando conexiones a tierra en al menos 8 puntos diferentes

Toda esta rutina de trabajo la realice hasta febrero de 1988 fecha en la cual aprendí a disminuir el pánico escénico al enfrentar problemas reales para resolverse en tiempo adecuado a las necesidades de la producción, época en la cual el conflicto entre lo poco que sabia y la inexperiencia fueron causa de mucho estrés y que fui resolviendo poco a poco logrando resultados cada vez mejores y en un tiempo menor y gastando menos y sobre todo aprendí que el equipo no atacaba y que el uso de los sentidos bastaba muchas veces para resolver problemas con tan solo un poco de conocimiento y sobre todo que el conocimiento adquirido era un conocimiento científico y que solo bastaba aplicarlo y confiar en los resultados, que la diferencia entre la teoría y la practica consistía en vencer mis propios paradigmas.

Descubrí la satisfacción que da restablecer la normalidad en la operación de un equipo y encontré un gusto en hacerlo y la inquietud por estudiar todas las variantes posibles que es imposible adquirir en las aulas.

A partir de febrero de 1988 ingreso a la empresa Teléfonos de México en el departamento de Sistemas de Alimentación de Energía.

El mantenimiento de equipo electromecánico continuo siendo la parte principal de mis actividades y los equipos a mantener en operación eran ahora equipos eléctricos asociados a las telecomunicaciones, subestaciones eléctricas, grupos electrógenos, baterías, rectificadores, motores de fila y flecha, convertidores, inversores, tele ventiladores, climas ,extractores de aire, compresores de guía de onda, gabinetes laterales de tensión, tableros de distribución de CA, tableros de distribución de CD, tableros de control de grupo electrógeno, sistemas de tierra, todo con el propósito de que la alimentación de energía a los equipos sea ininterrumpida y sin riesgo para ningún operario.

De 1988 a 1996 la materia de trabajo se aplicaba tanto en repetidores de microondas como a centrales telefónicas, de 1996 al 2000 se vio reducida para su aplicación solamente a repetidores de microondas y regeneradores de fibra óptica.

A partir del 2000 por una nueva reestructuración en la empresa fui integrado al departamento de larga distancia en el cual se agregaron labores de operación, mantenimiento en equipos de transmisión de larga distancia, para enlaces entre Apatzingán-Uruapan, Uruapan-Lázaro Cárdenas, Uruapan-Morelia, Uruapan-Zamora, Lázaro Cárdenas-Ixtapa y Lázaro Cárdenas-Manzanillo.

Esta nueva variante estuvo trajo consigo la oportunidad de aprender tecnologías de transmisión para operar y mantener equipo de LA RED DE TRANSPORTE EN TELMEX.



# CAPÍTULO 2 MANTENIMIENTO

## 2.1 INTRODUCCIÓN

El Mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.[1]

## 2.2 OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes mencionados.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o cortes en los equipos.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente costo por interrupción en el servicio que se proporcione.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión.

## 2.3 MANTENIMIENTO PARA USUARIO

En este tipo de mantenimiento[2] se responsabiliza del primer nivel de mantenimiento a los propios operarios de máquinas.

Es trabajo del departamento de mantenimiento delimitar hasta donde se debe formar y orientar al personal, para que las intervenciones efectuadas por ellos sean eficaces.

## 2.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es aquel [2] que se ocupa de la reparación una vez que se ha producido la falla y el paro súbito del equipo o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento podríamos contemplar dos tipos de enfoques

#### **2.4.1 MANTENIMIENTO DE CAMPO (DE ARREGLO)**

Este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provoco la falla.

#### **2.4.2 MANTENIMIENTO DE REPARACIÓN DEFINITIVA)**

Este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han producido la falla.

Suelen tener un almacén de recambio, sin control, de algunas cosas hay demasiado y de otras quizás de más influencia no hay piezas, por lo tanto es caro y con un alto riesgo de falla.

Mientras se prioriza la reparación sobre la gestión, no se puede prever, analizar, planificar, controlar, rebajar costos.

#### **2.4.3 CONCLUSIONES**

La principal función de una adecuada aplicación del mantenimiento consiste en rebajar el correctivo hasta el nivel óptimo de rentabilidad para la empresa.

El correctivo no se puede eliminar en su totalidad por lo tanto una gestión correcta extraerá conclusiones de cada parada e intentará realizar la reparación de manera definitiva ya sea en el mismo momento o programado un paro, para que esa falla no se repita.

Es importante tener en cuenta en el análisis de la política de mantenimiento a implementar, que en algunas máquinas o instalaciones el correctivo será el sistema más rentable.

#### **2.4.4 VENTAJAS**

- Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente, por lo tanto el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.
- Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económica.

#### **2.4.5 DESVENTAJAS**

- Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- Se suele producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, sensación de insatisfacción e impotencia, ya que este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

### **2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de rebajar el correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, si la segunda y tercera no se realizan, la tercera es inevitable.

#### **2.5.1 CARACTERÍSTICAS**

- Básicamente consiste en programar revisiones de los equipos, apoyándose en el conocimiento de la máquina en base a la experiencia, recomendaciones del fabricante y los históricos obtenidos de las mismas. Se confecciona un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizaran las acciones necesarias mediciones, cambian correas, desmontaje, limpieza, etc.

#### **2.5.2 VENTAJAS**

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de los equipos y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora de los continuos.
- Reducción del correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar la intervención al equipo mutuo acuerdo con el centro nacional de supervisión, generalmente en horarios de poco tráfico (durante la madrugada)

### **2.5.3 DESVENTAJAS**

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

# **CAPÍTULO 3 EQUIPO DE FUERZA ASOCIADO A LAS TELECOMUNICACIONES**

## **3.1 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**

### **3.1.1 DEFINICIÓN**

Las subestaciones eléctricas son las instalaciones encargadas de realizar transformaciones de la tensión, de la frecuencia, del número de fases o la conexión de dos o más circuitos.

### **3.1.2 CLASIFICACIONES**

#### **3.1.2.1 POR SU OPERACIÓN**

- De corriente alterna
- De corriente continua

#### **3.1.2.2 POR SU SERVICIO**

- Primarias:
- Elevadoras
- Receptoras reductoras
- De enlace o distribución de maniobra

#### **3.1.2.3 POR SU UBICACIÓN PUEDEN SER**

- Interiores
- Exteriores



**Figura 1.- Subestación Compacta Interior 225 Kva**



**Figura 2.- Compacta Interior 500 Kva**



**Figura 3.- Tipo Poste 30 Kva**



**Figura 4.- De Pedestal 30 Kva**

Para el caso que nos ocupa las subestaciones utilizadas en Telmex solo son reductoras del tipo poste o exterior para el caso de repetidores de microondas y compactas para el caso de centrales de conmutación.

### **3.1.3 SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS REDUCTORAS**

Son subestaciones con la función de reducir la tensión de alta o muy alta a tensión baja para su posterior distribución.

La tensión primaria de los transformadores suele estar entre 13.2 /7.6 KV. Mientras que la tensión secundaria de los transformadores podrá ser 220/127VCA para el caso de instalaciones tanto de repetidores como de centrales telefónicas.

### **3.1.4 MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES.**

#### **3.1.4.1 PREVENTIVO**

- Consiste en la inspección física de cableado que conecta el primario y secundario del transformador al menos cada tres meses.
- Verificar condiciones de aparta rayos y aisladores
- Limpieza de tablero de medición
- Limpieza de registros de acometida de baja tensión en caso de subestación tipo poste
- Medición de la resistencia a tierra del electrodo que aterriza a el gabinete del transformador cuidando que no exista diferencia de mediciones con el sistema de tierras del edificio
- Reapriete de conexiones en tablero de medición
- Verificar que el bote del transformador no tenga derrame de aceite dieléctrico.
- Medición de voltajes y corriente en interruptor principal. Cuidando que el voltaje se encuentre entre 200 VCA y 245 VCA

### 3.1.4.2 CORRECTIVO

- Reemplazar fusibles en caso de encontrar abierto cualquiera de ellos
- Reemplazar aparta rayos en caso de encontrar alguno dañado.
- Mover derivaciones en caso de que por largos periodos de tiempo el nivel de voltaje en el lado de baja se encuentre a un nivel por debajo de 200 VCA o por encima de los 245 volts, que es el umbral de voltajes que se le permite a la red de CFE para que tome la carga.

## 3.2 GRUPO ELECTRÓGENO

### 3.2.1 DEFINICIÓN



Figura 5.- Ge 50 KVA con Televent



Figura 6.- Ge 600 KVA con Intercambiador de Calor





**Figura 7.- GE 150 KVA Radiador en Patin**

Es un sistema que produce energía Eléctrica, convirtiendo la energía mecánica que se produce por un motor de combustión interna en energía Eléctrica de voltaje de CA para energizar las instalaciones de telecomunicaciones en caso de que falle el suministro por parte de CFE.

En este tipo de grupo electrógeno el radiador está separado del motor y es enfriado por un motor eléctrico con ventilador de ahí el nombre de TELEVENT

Este tipo de grupo electrógeno cuenta con un interruptor centrifugo que lo protege contra sobre aceleraciones por encima de los 1950 rpm

Cuenta con turbo compensador que aprovecha la emisión de los gases de escape para impulsar una turbina que ayuda en la admisión de aire

En este tipo el radiador se encuentra en la azotea del edificio y cuenta para su enfriamiento con una bomba de agua de 5 hp y un ventilador con un motor de 20 hp el cual tiene un arrancador a voltaje reducido con autotransformador.

El refrigerante del radiador toma la alta temperatura del refrigerante del motor y mantiene la operación de este entre 85 y 92°C

### **3.2.2 FILOSOFÍA DE OPERACIÓN**

En condiciones normales de voltaje de red el tablero de control mantendrá la carga conectada a esta.

En caso de falla de voltaje(por falla de fase, bajo/alto nivel de voltaje etc.) la carga se desconectara de la red de CFE e iniciara un proceso de arranque del motor, una vez arrancado el motor y ya con la presión, adecuada un juego de contactos que abren en el presostato provocarla desconexión del motor de arranque y al tener las revoluciones adecuadas y

presión normales así como un voltaje adecuado en el generador se iniciara el proceso de transferencia de carga con lo cual la carga quedara conectada a el generador.

Una vez que se normaliza el voltaje en la red de CFE el sensor de voltaje de red lo detectara y se iniciara el proceso en que al cabo de 3 minutos en que la red este presente sin faltas la carga se retransferirá a la red, y después de que se retransfiere la carga al transcurrir otros 5 minutos la maquina detendrá la operación.

Si durante la operación de la maquina ocurriera algún problema relacionado con:

- Baja presión de aceite (<24 lb/pul<sup>2</sup>)
- Alta temperatura de refrigerante (> 95° C)
- Voltaje anormal (falla, voltaje menor a 200 VCA, voltaje mayor a 245 VCA)
- Sobre corriente (según la capacidad del grupo electrógeno)
- Sobre velocidad (>1950 rpm)

Operaran las protecciones ajustadas como se indica y pararan al motor para que se le atienda la razón del problema.

Si existiera algún problema con el voltaje de arranque o con los elementos que componen el circuito de arranque y al cabo de 27 segundos no se arrancara la maquina también alarmara por largo tiempo de arranque y provocara el bloqueo en el tablero de control.

Una vez corregido el problema y para probar la operación es necesario presionar el botón para desbloquear el grupo electrógeno.

### **3.2.3 PARTES PRINCIPALES EN UN GRUPO ELECTRÓGENO**

#### **3.2.3.1 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

Convierte la Energía Química del combustible, en energía Mecánica. Para el nuestro caso los motores de grupos electrógenos estacionarios usan combustible diesel.

##### **3.2.3.1.1 MANTENIMIENTO A MOTOR**

##### **3.3.3.1.2 PREVENTIVO**

Cambiar aceite y filtros de aceite, combustible y de aire cada 175 horas de trabajo.

Mantener Limpio el motor con el nivel adecuado de aceite, según su bayoneta

Verificar condiciones físicas en mangueras de aceite corrigiendo posibles fugas

Verificar la presión de aceite que se encuentre entre las 60 y 70 lb/pul<sup>2</sup> según la marca del motor

Verificar el ajuste del sensor para bloqueo por presión de aceite; esto se logra conectando el presostato a través de un arreglo de mangueras en la cual se almacena la presión del motor y una vez que arranca se cierra una válvula que está en el extremo cercano al motor de manera que el presostato registrara la presión en la manguera solamente dicha presión se disminuye intencionadamente abriendo otra válvula provocando una pequeña fuga de aceite con la consecuencia de que la presión empieza reducir hasta llegar a 24 lb/pul<sup>2</sup> y al llegar a este nivel el presostato provocara que el motor se pare y se produzca una alarma de bloqueo por baja presión de aceite.

Verificar que el nivel del refrigerante sea el adecuado; además de verificar que contenga anticongelante en un 100%

Verificar las condiciones físicas y la tensión adecuada en las bandas

Verificar que exista un diferencial de temperaturas entre la manguera que entra al radiador y la manguera que sale de este en operación

Verificar que la temperatura no esté por encima de los 90° C al estar en operación que no haya fugas de anticongelante en sistema de enfriamiento

Verificar sentido de giro en motor de tele ventilador (viendo que se levanten las persianas de gravedad) así como la corriente en cada una de sus fases

Verificar la línea de alimentación de combustible corrigiendo fugas estando en operación

Verificar las rpm del motor observando que se mantengan siempre en 1800 rpm esto se reflejara en el frecuencímetro del tablero de control.

Purgar el sistema de combustible con el afán de eliminar el agua que se haya sedimentado en los tanques de diesel.

Verificar que la tubería de escape no registre fuga de gases al interior del edificio y que se encuentre perfectamente sujeta.

Reapretar conexiones al motor de arranque

Verificar condiciones de carga de batería de arranque, que el cargador provea un voltaje de igualación al momento de que el voltaje en la batería disminuya por debajo de los 13.0 VCD y que cambie al modo de flotación al llegar a los 14 volts, en el caso de 2 baterías de arranque en serie los voltajes serán de 26 volts de cd y 28 Volts de cd

Verificar alarma remota de cargador de baterías así como su aterrizaje, lámparas de señalización y su soporte

Limpiar charola de derrames.

### 3.2.3.1.3 CORRECTIVO

*Para el caso de sobrecalentamiento de motor* se pueden verificar lo siguiente

- Motor de tele ventilador,(arrancador, aspas de gravedad, sentido de giro)
- Fugas en sistema de enfriamiento, radiador, mangueras se corrigen
- Termostato pegado; se reemplaza
- Venas de radiador obstruida; se desmonta y se lleva a sondear
- **Para el caso de bloqueo por sobre velocidad** se checa ajuste en acelerador de bomba de inyección
- **Para el caso de emisión de humo negro en gases de escape y variaciones bruscas en la velocidad** se tendrá que llevar a un laboratorio diesel tanto bomba de inyección como inyectores además de realizar un purgado en sistema de combustible para eliminar toda presencia de agua u otras impurezas en el combustible.
- Si el motor manifiesta pérdida de potencia acompañada por presencia de humo azul esto implica daño al interior del motor, llámese bielas, anillos, pistones , etc. lo cual ameritara el desmontaje de este para su reparación en un taller adecuado
- Si el motor emite humo blanco a través de los gases de escape será signo de que hay agua en el sistema de combustión y ameritara también su reparación en taller
- .El purgado de combustible en caso de presencia de agua o aire en el sistema provocara que el motor no arranque o si lo hace manifestara variación en la aceleración que al final de cuentas provocara el bloqueo del motor por voltaje anormal, para corregir es necesario abrir los puntos de purgado en filtro de combustible y bomba de inyección una vez que no se detecte más presencia de aire en estos puntos a la hora de estar activando la bomba de cebado se procederá a intentar un arranque, si el problema persiste entonces se aflojara la conexión al inyector No 1 e intentar un arranque hasta que se elimine el aire en esta tubería de la misma forma en los inyectores restantes siguiendo el orden(2,3,4 etc.) generalmente al hacer esta maniobra se producirá el arranque del motor, más si por alguna razón no fuera así, como último recurso, se arrancara aplicando éter en forma de spray o frotar una estopa impregnada de gasolina en el filtro de aire al mismo tiempo que se intenta el arranque. Esto como último recurso ya que por lo general este método tiende a provocar sobre aceleración en el motor.

## 3.3 GENERADORES TRIFÁSICOS

### 3.3.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE OPERACIÓN

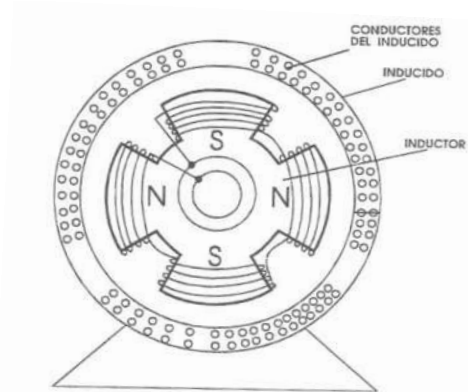
Cuando un conductor tiene un movimiento relativo atravesando las líneas de un campo magnético, se induce un voltaje en el conductor.

En el generador básico de corriente alterna la generación de un ciclo ocurre cuando el conductor es cortado por las líneas de campo magnético en las dos direcciones es decir, primero por las líneas en el polo norte y luego en el polo sur.

En el generador de la figura siguiente podemos observar los 3 grupos de bobinas en el estator, cada una corresponde a una fase, por ello se trata de un generador trifásico.

Es posible apreciar también que se trata de un generador de 4 polos por lo que en cada giro completo se generan 2 ciclos en cada una de las bobinas del inducido, también se puede ver en la figura que se tendrán 3 señales de corriente alterna desfasadas  $120^\circ$  esto por la disposición física del generador.

Si por cada giro se tienen 2 ciclos de corriente alterna y se requiere un generador que produzca 60 ciclos/segundo la velocidad deberá ser de 30 vueltas en un segundo para con esto tener una velocidad de  $\text{Velocidad} = 2 \text{ ciclos/giro} * 30 \text{ giros/segundo} = 60 \text{ ciclos/segundo}$ .



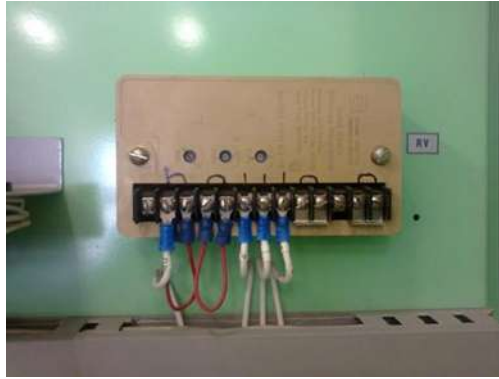
**Figura 8.- Generador Síncrono 4 Polos**

Todos los generadores usados en Telmex en sus plantas de emergencia fijas son síncronos, de 4 polos y por ende con una velocidad de operación de 1800 rpm

Para producir el flujo magnético en los polos del generador se cuenta con un embobinado que se alimenta con un voltaje de cd que variara según la demanda de la carga conectada al generador a este voltaje se le denomina voltaje de excitación. En la figura anterior se describe a un generador de los del tipo de inducido fijo, esto es debido a que es el campo magnético el que se mantiene girando mientras que los devanados inducidos(estator) se mantienen fijos.

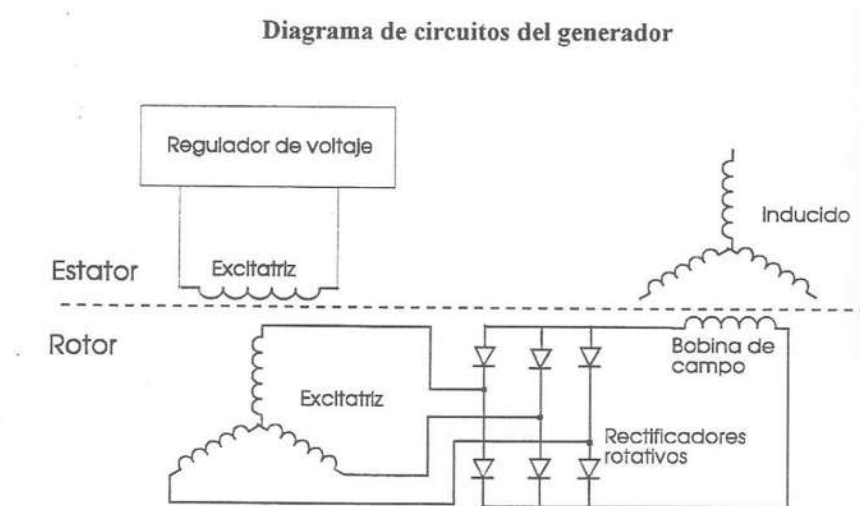
La siguiente figura ilustra en forma más completa todo el circuito del generador incluyendo el regulador de voltaje que provee de la corriente de excitación al campo magnético del generador

El regulador de voltaje se alimenta de 2 fases de la salida que además le sirven como puntos de monitoreo para censar el voltaje en la carga, de aquí se deduce que es indispensable que exista magnetismo remanente en el núcleo del rotor para iniciar el proceso de generación. Si por alguna razón este magnetismo residual se perdiera no se generaría voltaje en absoluto



**Figura 9.- Regulador de Voltaje**

Cuando esto ocurre es necesario alimentar ya sea con una batería de 9 volts con unos pulsos de corta duración para que este se restablezca



**Figura 10.- Conexión Regulador Generador**

### 3.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Limpieza
- Reapriete de conexiones
- Proteger los pasos de cables a través de láminas con mangueras que cubran todo posible filo de estas que pudiera marcar el cableado.
- Verificar su conexión precisa al sistema de tierras

### 3.3.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

- Reemplazo de rodamientos en caso de ruido y calentamiento anormal

- Reemplazo de diodos rectificadores de devanado de excitación en caso de daño

### **3.4 TABLERO DE CONTROL**

Todos los grupos electrógenos estacionarios en Telmex son de operación automática, para esto es necesario que cuenten con un tablero que controla el arranque y paro del motor además de supervisar su operación correcta, esta función la realiza el tablero de control

Las funciones básicas de un tablero de control de un grupo electrógeno se pueden clasificar en 4 diferentes

#### **3.4.1 FUNCIONES DE OPERACIÓN**

Son los que nos permiten modificar los modos y parámetros de operación de la planta a través de botones, selectores, interruptores, potenciómetros, por ejemplo los controles de arranque y paro del motor pueden realizarse en forma automática o manual eligiéndose mediante un selector o combinación de selector y botón según el tablero

#### **3.4.2 FUNCIONES DE PROTECCIÓN**

Los tableros de control cuentan con sistemas de protección para el grupo electrógeno en caso de falla, interrumpiendo su operación y evitando que vuelva a arrancar hasta ser desbloqueada.

##### **3.4.2.1 PROTECCIONES DEL MOTOR**

- alta temperatura del refrigerante
- baja presión de aceite
- falla de arranque
- sobre velocidad

##### **3.4.2.2 PROTECCIONES DEL GENERADOR**

- Falla de voltaje
- Sobre corriente.

Puede haber más protecciones dependiendo del tablero de control, sin embargo estas son las mínimas requeridas por las normas de TELMEX

##### **3.4.2.3 FUNCIONES DE MEDICIÓN**

Son las que utilizamos para observar los parámetros de salida o del estado de la planta en forma cuantitativa, algunos de los elementos de medición pueden formar parte de los elementos de protección y son efectuados por los siguientes instrumentos.

- Voltímetros
- Amperímetros
- Frecuencímetros
- Manómetros
- Termómetros
- Tacómetros
- Medidores de tiempo de operación
- Cuenta arranques
- Selectores para instrumentos de medición

#### **3.4.2.4 FUNCIONES DE INDICACIÓN**

Son efectuadas por leds o lámparas que nos permiten ver en forma cualitativa parámetros de operación normal, advertencia o alarma, estos sistemas no miden nada, son activados para informar de un estado de funcionamiento o la ocurrencia de una falla

Aunque los cambios en los sistemas de potencia han sido importantes la evolución tecnológica es más notoria en los sistemas de control, de tal manera que el cambio principal en los grupos electrógenos se ha percibido en los tableros de control los cuales pueden clasificarse en

#### **3.4.3 TABLEROS DE CONTROL ELECTROMECAÑICOS**

Sus elementos principales son relevadores instantáneos y de tiempo del tipo on delay y off delay

Este tipo de tablero se alimenta con 48 VCD y para cada proceso de control y protección cuenta con relevadores instantáneos y de tiempo así como contactores auxiliares la transferencia invariablemente se ejecuta con contactores





**Figura 11.- Tablero de Control Electromecánico**

#### **3.4.4 TABLEROS DE CONTROL ELECTRÓNICO**

Utilizan para sus funciones de control circuitos lógicos y detectores electrónicos las alarmas que se manifiestan en el propio control maestro de la figura siguiente se manifiestan además en el frente del tablero de control



**Figura 12.- Tablero de Control Electrónico**

Desde este control maestro se lleva a cabo protecciones, señalización, arranque y paro auxiliado por relevadores instantáneos y sensitivos de frecuencia y de voltaje se alimenta con 12 o 24 VCD con positivo a tierra o con negativo a tierra

No se realiza en el ningún ajuste todo es en función del diseño del circuito

#### **3.4.5 TABLEROS DE CONTROL CON MICROPROCESADOR**

Como su nombre lo indica utilizan microprocesador para sus funciones de control, toda la configuración se hace a través de los botones del frente del tablero además de que las luces indicadoras se encuentran también en el frente de este mismo.



**Figura 13.- Tablero de Control con Microprocesador**



**Figura 14.- Tablero de Control con Microprocesador**

Aun y cuando los tableros sean electrónicos o de microprocesador todos necesitan de relés auxiliares para cumplir sus funciones y en caso de daño es más fácil improvisar en el electromecánico.

### 3.4.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ajuste de los niveles de operación en sensores de voltaje de red y de emergencia que estén entre 200 Volts de VCA y 245 Volts de VCA

Verificar el ajuste del relé de protección por sobre corriente provocando que opere como protección al puentear sus contactos y que no rebase el 115% de la capacidad del generador.

Ajustar los tiempos en los relés que controlan la re transferencia (3-10 minutos), como el desfogue (3-5 minutos) en el motor (el **desfogue** es el tiempo en que el motor se queda operando sin carga antes de parar)

Verificar que se emita la alarma de diesel en servicio, falla de red, diesel bloqueada (en todas sus causas) en forma local y remota

Que los selectores de voltaje y corriente funcionen correctamente, así como el frecuencímetro

Que los contactores de red y/o de emergencia no zumben en exceso ni se calienten demasiado, reapretando la bobina del contacto limpiando las superficies móviles del núcleo, cambiando partes deformadas por calentamiento.

Que los conductores tanto de la red como del generador no muestren calentamiento y se encuentren debidamente etiquetados, mostrando la etiqueta tanto su origen como su destino de cada cable.

Mantener en absoluto estado de Limpieza todo el gabinete tanto en su exterior como en su interior

### 3.5 TABLEROS DE TRANSFERENCIA

Son aquellos que conectan la carga ya sea a la red de CFE o al grupo electrógeno para lo cual usan bien sea contactores, interruptores termo magnéticos o interruptores electromagnéticos generalmente forman parte del tablero de control de acuerdo a los dispositivos de conexión usados, se clasifican en 3 tipos siguiendo los criterios que se mencionan en la sig. Tabla

Tabla 1.- Tableros De Transferencia

Capacidad nominal en amperes por fase	Tipo de transferencia
30 a 70	Contactores magnéticos
110 a 1000	Interruptores termo magnéticos
1600 a4000	Interruptores electromagnéticos



**Figura 15.- Transferencia de Contactores**

Los contactores (figura superior) se operan a través de bobinas independientes con 120 VCA o 220 VCA

La transferencia de la figura inferior derecha cuenta con una sola bobina que mueve un mecanismo giratorio y que por cada operación conecta la carga bien sea hacia el generador o hacia la red de CFE



**Figura 16.- Transfer con Motor Universal**



**Figura 17.- Transfer de 2 Tiros y una sola Bobina**

La transferencia de la figura17 esta cuenta con motores universales que al operar cierran o abren ya sea el interruptor de red o el de emergencia

Para los casos en que el sitio a energizar no cuente con red de CFE se utilizan 2 grupos electrógenos interconectados de manera tal que cada uno de ellos represente el voltaje de red normal para el otro, es decir que cuando cualquiera de ellos se encuentre en operación el voltaje producido en su generador le indicara al otro la presencia de voltaje normal y este permanecerá en reposo hasta que fallara el voltaje en el grupo que está en operación. El periodo de operación continua es de una semana al término de cual se le programa cambio de aceite y filtro y se pone a trabajar al otro grupo electrógeno en la siguiente semana.

### 3.6 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CA

Gabinetes que Alojan los fusibles o interruptores electromagnéticos que reciben las 3 fases de la subestación y/o del tablero de control y transferencia del grupo electrógeno y que a su vez permiten la alimentación hacia la carga del voltaje de CA, son los puntos estratégicos en donde se puede balancear las cargas (distribuir la corriente por fase), además de ser un punto de supervisión de voltaje y corriente ya que algunos cuentan con volt metros y amperímetros que monitorean las cargas conectadas en cada tablero



Figura 18.- Tableros de Distribución de Ca

En la FIGURA 17 se aprecia un interlock mecánico entré los interruptores 24 y 25 el cual en condiciones normales tal como se aprecia mantiene abierto el interruptor 23 y cerrado el interruptor 24 el cual recibe las 3 fases del tablero de control por lo que la carga pasara por el

tablero de control antes de llegar a este punto, en condiciones de desperfecto en el tablero de control y que este requiriera su desenergización para su reparación además de mantener la instalación energizada se mueve hacia la derecha y con esto quedaría el interruptor 24 abierto y el 23 cerrado conectando la red directa a la carga



**Figura 19.- Tablero de Distribución de CA con Interlock**

### **3.7 RECTIFICADOR**

Dispositivo que convierte el voltaje de CA en un voltaje de CD apropiado para la operación de los equipos de telecomunicaciones.

Para nuestro caso el nivel de voltaje universal en los equipos es de 48 Vcd, la alimentación puede variar según el fabricante, la capacidad y el modelo de rectificador, puede ser de 127 VCA, 220VCAmonofásico, 220VCAtrifásico.

Alimenta como se dijo a todo tipo de cargas además de mantener cargadas las baterías.



**Figura 20.- Bastidor de Rectificadores 1800 Watts**

### 3.8 CONVERTIDOR

Dispositivos utilizados para mantener el nivel de voltaje de salida de una planta de cd.

Funcionaban restableciendo el nivel de voltaje para que siempre se mantuviera en 50 vcd, esto ocurría cuando fallaba el voltaje que alimentaba a los rectificadores y que las baterías asumían el suministro de voltaje hacia la carga restableciendo el nivel de voltaje en la misma medida que iba decreciendo en las baterías por la descarga que estas sufrían al paso del tiempo.

Una vez que se normalizaba el suministro en los rectificadores estos tendían a recargar las baterías, para lo cual en forma automática y prediseñada se aplicaba un voltaje de igualación durante un tiempo configurado previamente. Durante el tiempo en que este nivel de voltaje estaba presente cesaba la operación como un circuito de control de lazo cerrado de parte del convertidor y bajo estas circunstancias, para que ese nivel de voltaje no llegara en su totalidad a la carga el mismo convertidor abría un bypass que se controlaba desde el convertidor con lo que se forzaba la carga a circular a través de tres diodos conectados en serie. Con lo que se provocaba una caída de tensión de 2.1 volts de cd (0.7 v por diodo) por lo que el voltaje en la carga era  $V = V_{\text{igualacion}} - V_{\text{ccem}} = 53.6\text{vcd} - 2.1\text{VCD} = 51.5\text{ VCD}$

Este equipo se justificó su instalación y operación mientras la carga que se alimentara fue analógica y los niveles de voltaje fueron un parámetro a considerar, en la actualidad el 100% de los equipos instalados son digitales y tienen una tolerancia para umbrales de voltaje desde los 42 volts de cd hasta los 58 Volts de cd sin presentar problemas.

Actualmente no se utiliza, y ahora de manera uniforme se instalan los bancos de baterías con 24 celdas.

### 3.9 BATERÍAS

Dispositivo capaz de producir un voltaje a través de la conjunción de elementos químicos

Se clasifican en dos categorías:

#### 3.9.1 LAS CELDAS PRIMARIAS

Transforman la energía química en energía eléctrica, **de manera irreversible** (dentro de los límites de la práctica). Cuando se agota la cantidad inicial de reactivos presentes en la pila, la energía no puede ser fácilmente restaurada o devuelta a la celda electroquímica por medios eléctricos.

#### 3.9.2 LAS CELDAS SECUNDARIAS

Dispositivos capaces de **revertir sus reacciones químicas mediante el suministro de energía eléctrica a la celda**, hasta el restablecimiento de su composición original.

En relación a su composición química las baterías secundarias pueden ser:

- Plomo- acidas
- Níquel-cadmio
- Zinc-óxido de plata

Para el caso que nos ocupa en instalaciones de Telmex se utilizan baterías secundarias plomo acidas, llamadas también baterías húmedas usan plomo esponja altamente reactivo para el electrodo negativo, bióxido de plomo como material positivo activo y como electrolito, una solución de ácido sulfúrico con agua. Al descargar la celda, los materiales los materiales activos de ambos electrodos se convierten en sulfato de plomo. El electrolito de ácido sulfúrico también forma parte de esta reacción, produciendo agua. Al cargar tienen lugar las acciones inversas. Por lo que el estado de la batería se puede determinar midiendo el peso específico del electrolito el cual disminuye en la descarga y aumenta con la carga, las reacciones de carga y descarga son:



Al finalizar la carga ocurre también la electrolisis del agua, produciendo hidrogeno en el electrodo negativo y oxígeno en el electrodo positivo[3]

### 3.9.3 VOLTAJE DE FLOTACIÓN

Se aplica para mantener en su nivel de carga una batería, compensando las perdidas por resistencia interna. El voltaje de flotación por celda será de 2.15 Volts por celda

### 3.9.4 VOLTAJE DE IGUALACIÓN

Se aplica una vez que la batería ha sido sometida a una descarga para restablecer las condiciones iniciales. El voltaje de igualación por celda será de 2.33 Volts por celda

Se utilizan bancos de baterías de 24 celdas con un voltaje nominal de 2v por celda, se mantienen cargados para fines prácticos en flotación con 52 VCD y con 56 VCD en igualación, además el sistema de voltaje tiene el positivo a tierra debido a que por experiencia se ha demostrado que esto reduce la sulfatación en baterías de una manera considerable..

La descarga puede haber sido por alimentar una carga y/o por haber estado desconectada durante un tiempo considerable debido a su propia resistencia interna.

### 3.9.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Tomar lectura de voltajes por celda y por banco ( $V=2.15$  en flotación y  $v=2.33$  en igualación)

Tomar lecturas de densidades específicas ( $D=1210 \text{ mg/cm}^3 \pm 20$ ) en caso de que el banco se encuentre en flotación

Rellenar con agua destilada hasta marca superior de envase

Realizar Limpieza de vasos y terminales, en caso de que exista sulfatación, esto se hace con agua que contenga disuelto bicarbonato de sodio para reducir la acides presente en las superficies

Limpiair área por debajo del banco para evitar posibles derrames que puedan corroer el piso o el estante

Tocar con la palma de l mano cada uno de las celdas para detectar calentamientos anormales

Verificar que los estantes de baterías tengan una conexión firme al sistema de tierras

### **3.9.6 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.**

Aplicar carga de igualación manual por espacio de 14 horas como mínimo, en caso de que la densidad no esté pareja (que existan diferencias de hasta  $30 \text{ mg/cm}^3$ ) entre lecturas de densidad

Agregar agua destilada hasta el límite superior del vaso

Lavar todas las tapas de las celdas con agua jabonosa de manera que se destapen los orificios de respiración de estas

Reemplazar celdas que tengan cuarteaduras en el recipiente o cuya sedimentación pueda ser factor de riesgo para cortocircuito en la celda



**Figura 21.- Baterías Húmedas 360 A-H**



**Figura 22.- Baterías Húmedas 1000 A-H**

### **3.10 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE CD**

Dispositivos que conectan la salida de los rectificadores y a través de barras e interruptores termo magnéticos y/o fusibles, proveen el voltaje de 52.0 VCD a los equipos de telecomunicaciones que a su vez reciben de los rectificadores.

Dependiendo de su capacidad pueden estar en el mismo gabinete de los rectificadores o bien tener un gabinete aparte



**Figura 23.- Tablero de Distribución de CD**

### **3.10.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Limpieza de gabinete interior, exterior y de barras

Verificar que se produzcan las alarmas por interruptor abierto, alto/bajo voltaje en batería

Medición de voltajes a la entrada y a la salida de interruptores cargados verificando que la caída de voltaje no sea significativa

Reapriete de conexiones en interruptores

### **3.10.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Reemplazar interruptores dañados cuidando que la capacidad del nuevo sea la misma que el anterior

## **3.11 PLANTA DE FUERZA**

### **3.11.1 DESCRIPCIÓN**

Es uno o más gabinetes que agrupan en su interior, **rectificadores, tablero de distribución de CD** además de una **unidad de control central** que realiza los procesos de.

- Controlar la operación de los rectificadores en sus modos de flotación e igualación dependiendo de la demanda de corriente de la batería
- Emisión de alarmas locales y remotas por alto/bajo voltaje de baterías, fusible de distribución abierto, aplicación de voltaje de igualación, falla de uno o más rectificadores corte por alto voltaje de salida
- Configurar a la planta las baterías instaladas, capacidad y cantidad ajustes de alto/bajo voltaje de distribución
- Es posible acceder a través de una interfaz RS 232(DB9) a través de una pc con el software adecuado

En una sola instalación puede haber más de una planta de fuerza con el afán de proveer una alimentación **dual** a los equipos desde dos distintas plantas de fuerza, cuando esto no es posible se alimenta al mismo equipo de la misma planta de fuerza pero de **2 fusibles diferentes**.



Figura 24.- Planta de CD Completa



Figura 25.- Modulo de Control

## 3.12 GABINETE LATERAL DE TENSIÓN

### 3.12.1 DESCRIPCIÓN

Es un distribuidor de voltaje de cd de uso exclusivo en instalaciones de larga distancia que va ubicado en los extremos de las filas donde se instalan los equipos de transmisión y cuenta con 2 barras de distribución para el lado "a" y 2 barras de distribución para el lado "b" manera que facilite la alimentación dual o redundante de la que se habló anteriormente además de seguir un orden para los equipos instalados de un lado y otro de las fila



Figura 26.- Gabinete Lateral de Tensión

Cuenta con 30 interruptores para las diferentes cargas a conectársele, más 6 para su propio control.

- 10 de 6 Amperes
- 6 de 10 Amperes
- 8 de 16 Amperes
- 6 de 32 Amperes

Tiene la posibilidad de recibir hasta 32 alarmas de equipos que encuentren en esa fila por cada lado de la fila para que se anuncie en la parte posterior del gabinete, sean alarmas mayores o menores.

Tiene la posibilidad de anunciar alarmas remotas hasta la sala de control. Dichas alarmas se mantendrán presentes hasta que manualmente se repongan si es que el motivo de la alarma ha desaparecido[4]

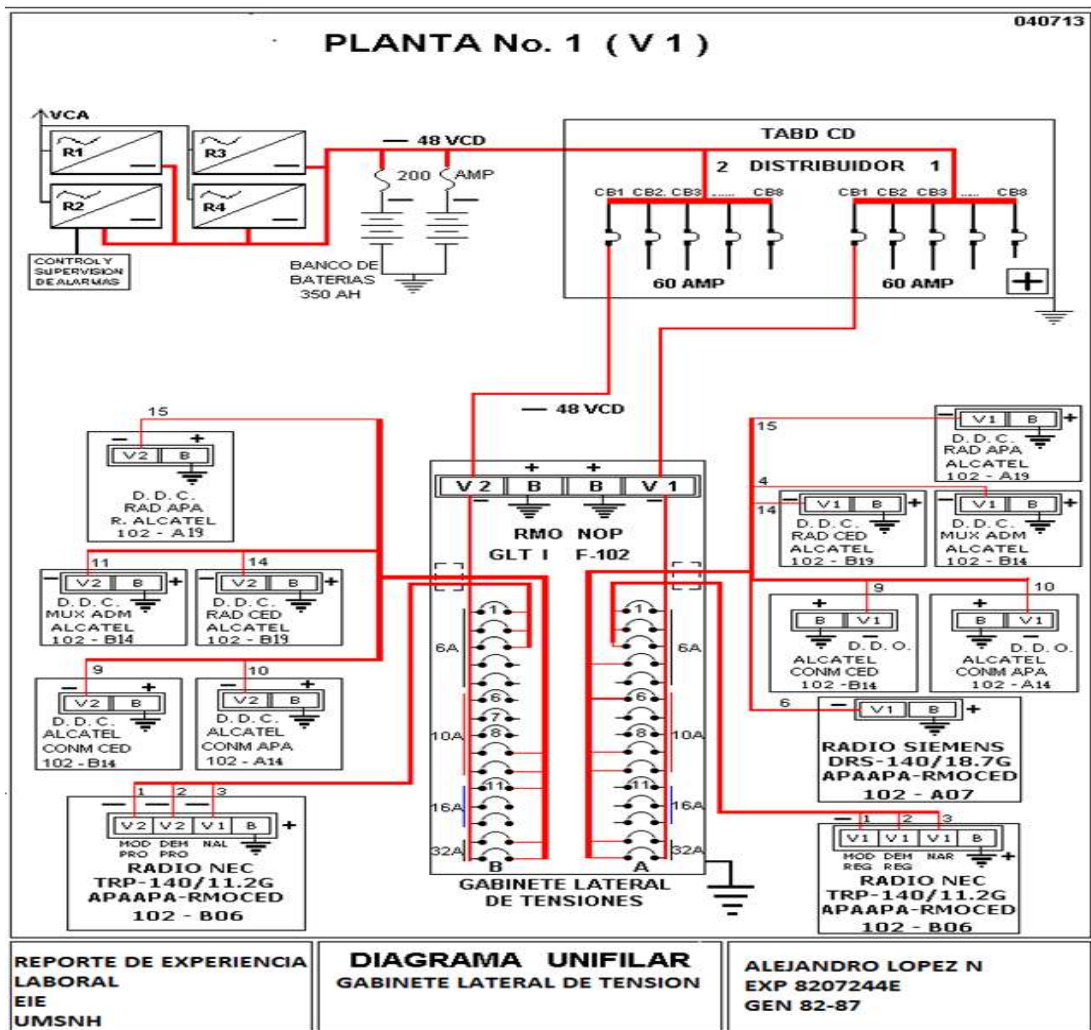


Figura 27.- Diagrama Unifilar GLT

## 3.13 INVERSORES

### 3.13.1 DESCRIPCIÓN

Como se vio el sistema necesita energía ininterrumpida de cd para la operación esta se logra con la operación en automático del grupo electrógeno el cual arrancara y generaría el voltaje de CA para que así suceda y en el lapso de que falla la red y el grupo electrógeno toma la carga las baterías proveerán el voltaje de cd necesario para esto.

De la misma forma que el voltaje de cd es ininterrumpido se hace indispensable para algunos equipos que el voltaje de CA sea ininterrumpido de igual manera

Los equipos capaces de proveer voltaje de ca ininterrumpido (Vca regulado) son los inversores a través de arreglos que contienen un inversor principal y un secundario y como respaldo de estos se tiene la red de CFE.

Los inversores se alimentan de los 48 volts que les proporciona la batería, este voltaje se somete a un oscilador que lo convierte en una onda cuadrada de 60 Hz esta onda cuadrada se aplica al primario de un transformador que eleva el voltaje a un nivel de 120 volts el cual tiene conectado un sistema de filtraje con capacitores e inductancias que más o menos le dan una forma senoidal a la forma de onda de salida del inversor.

Si se requiere alimentar cargas monofásicas a 220 VCA a la salida del inversor principal se tiene un transformador para elevar el voltaje hasta este nivel

Refiriéndonos a la figura el inversor principal se configura de manera que el principal siempre tenga la carga conectada y el inversor de reserva se encuentre en stand by dispuesto a tomar la carga en caso de que falle el principal, si se diera el caso de que ambos fallaran entonces la carga se conectara a el voltaje tomado de un tablero de distribución de CA. Los contactores usados para transferir la carga son del tipo de estado sólido por lo que la carga será transferida en cuestión de milisegundos en el caso de que se requiera[5]



Figura 28.- Inversores 10 KVA Configuración 1:1



Figura 29.- Interior de Inversor 10 KVA

### 3.13.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Visualizar que no existan condiciones de alarma (re transferencia de carga, alto, /bajo voltaje de salida, fusible fundido)

Ajusta los niveles de voltaje de salida

Limpieza de gabinete interior y exterior

Reapriete de conexiones en CD y en CA

Es primordial distinguir las tapas de los contactos que se usan para CA regulada de color naranja ya que la mayoría de los problemas se han tenido porque personal de aseo conecta pulidoras y/o equipo que demanda una gran cantidad de corriente y protegen la salida de voltaje del inversor por sobre corriente

### .12.3 Mantenimiento correctivo

Reemplazo de fusibles, tarjeta de control y oscilación, diodos y SCR's de potencia en caso de daño

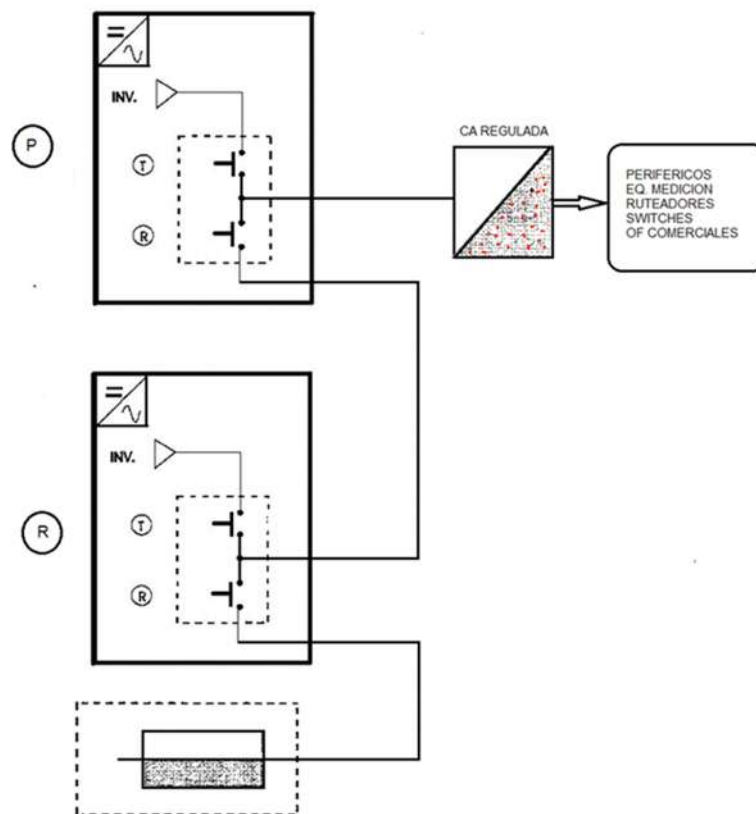


Figura 30.- Diagrama Unifilar Inversores en Configuración 1:1

El Diagrama de la fig. 30 muestra la interacción de todos los elementos mencionados anteriormente y su interconexión

## 3.14 SISTEMAS DE TIERRA

### 3.14.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad se ha determinado que la mayoría de los daños que sufren los equipos electrónicos son debido a la falta de implementación de un buen sistema de tierras por esta razón y para aumentar la seguridad en operarios de la planta telefónica es que se justifica la instalación y mantenimiento de un sistema de tierras confiable

### 3.14.2 FUNCIONES

Proteger la vida humana

Reducir al mínimo los daños al equipo y por consiguiente aumentar la confiabilidad la disponibilidad y la continuidad del servicio

Minimizar las inducciones electromagnéticas radiadas y conducidas

Aumentar la tolerancia a las descargas electrostáticas y a las interferencias causadas por descargas atmosféricas.

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

### 3.14.3 ELEMENTOS QUE LA COMPONEN

1. Sistema principal de electrodos de tierra
2. Barra de tierra de punto principal BTPP
3. Cable vertical CV
4. Barra de tierra de piso BTP

#### 3.14.3.1 SISTEMA PRINCIPAL DE ELECTRODOS DE TIERRA

Es el que establece el potencial de tierra el cual se asume de 0 volts, así mismo provee una ruta de baja impedancia a tierra a las corrientes de falla que pudieran originarse dentro de las instalaciones referidas al sistema.

Está construida siguiendo los siguientes criterios

Tabla 2.- Sistemas de Tierra

Elementos	central
Sistema perimetral	Cable de cobre desnudo continuo calibre 1/0 AWG
Cuadrícula de la malla	Conductores principales: paralelos separados no menos de 3m Conductores secundarios: perpendiculares a los secundarios



Elementos	central
	Separados no menos de 3m y no más de 6 m Unidos en los cruces y con el conductor perimetral con soldadura exotérmica
Electrodos de tierra	Varilla copperWeld Diámetro 1.6 cm Longitud de 1.5 m a 3m Instalación en las 4 esquinas del sistema perimetral con soldadura exotérmica
Instalación del sistema	Debe ser enterrado a una profundidad mínima de 60 cm con relación al piso
Resistencia	Máxima de 5 ohm
Conductores	Dos cables desnudos calibre 1/0.AWG conectados en 2 esquinas opuestas de la malla se introducen al edificio a través de tuberías conduit de PVC de 2.54 cm de diámetro y son conectados a la <b>BTTP</b>
Conexión entre varios sistemas	Cuando se utilicen múltiples sistemas con electrodos de tierra se deben de conectar sólidamente entre ellos con un calibre mínimo de 1/0 AWG

En la siguiente figura se ve la malla por los registros en el piso en arreglo de 3x4 electrodos



Figura 31.- Malla de Tierras de 12 Electrodos

### 3.14.3.2 BARRA DE TIERRA DE PUNTO PRINCIPAL

Esta barra tiene como función la de prolongar a todos los puntos necesarios de la central el potencial de 0 volts establecido por el sistema principal de electrodos de tierra.

Consiste en una barra de cobre de 0.64x10.26x50.8 cm, pre barrenada con 7 terminaciones para conectores de compresión doble ojillo que se instalara en la fosa de cables o en el piso más bajo del edificio, aislada de la pared 7.7 cm como mínimo



Figura 32.- Barra de Tierras de Punto Principal

### 3.14.3.3 BARRA DE TIERRA DE PISO

- Son las encargadas de establecer el potencial de tierra en cada uno de los pisos de la central
- Barra de cobre de 51.28x10.26x0.64 cm
- Pre barrenada con 8 perforaciones para conectores de compresión doble ojillo



Figura 33.- Barra de Tierra de Piso

#### 3.14.3.4 CABLE VERTICAL

Conductor de una sola pieza de calibre 750 MCM

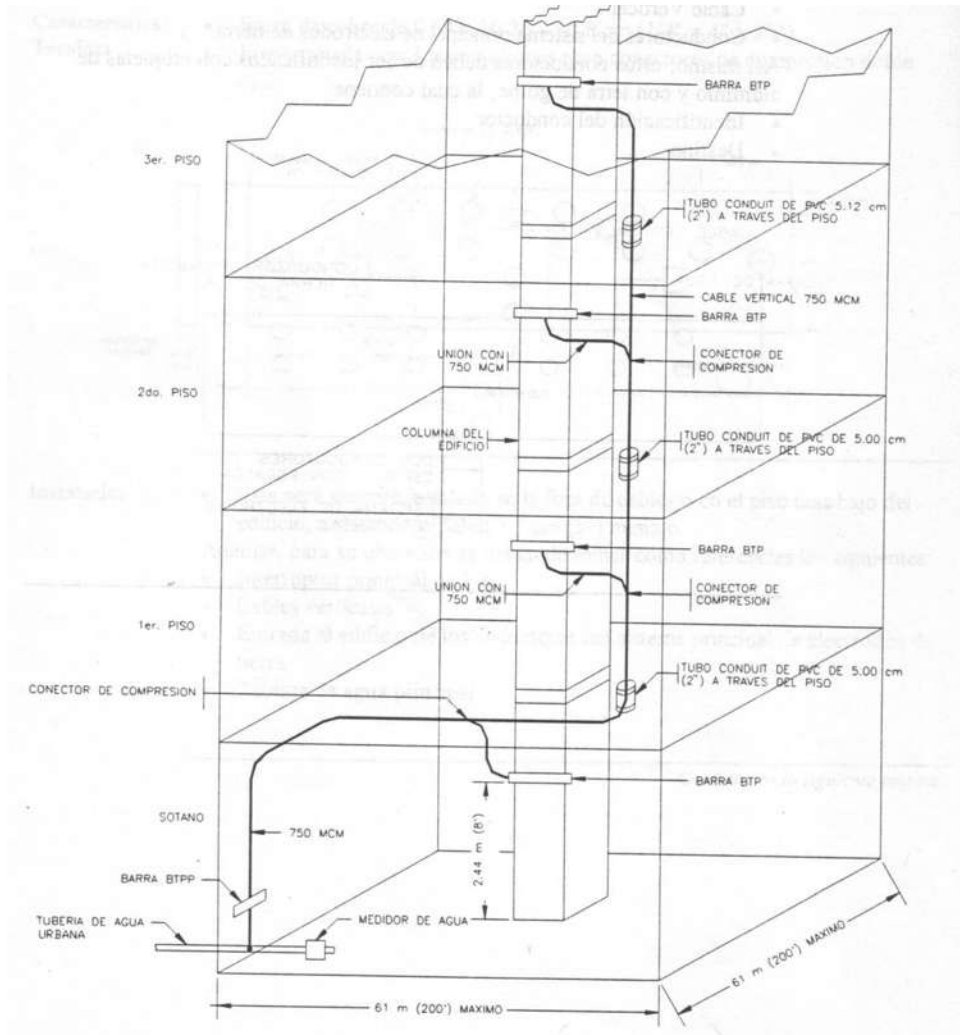
Se debe canalizar con tubería conduit de PVC de 5cm de diámetro con material retardador de flama



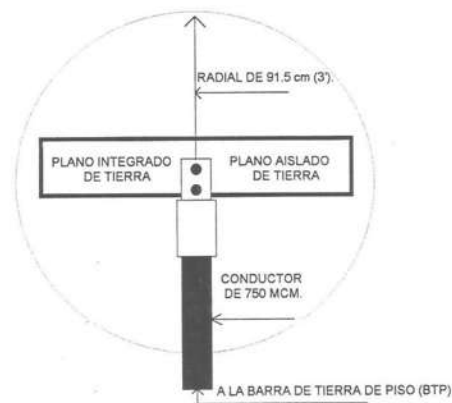
Figura 34.- Cable Vertical

#### 3.14.3.5 VENTANA DE TIERRA

Es una zona de transición o interface entre el plano aislado y el plano integrado, consiste de una esfera imaginaria de 91.5 cm de radio que se forma a partir del centro de la barra de ventana de tierra **BVT**. Se instala una por cada planta de fuerza que exista en el edificio y es el único punto de conexión que existe del positivo del sistema hacia el sistema de tierras



**Figura 35.- Sistema de Tierras en Edificio**



**Figura 36.- Barra de Ventana de Tierras**



**Figura 37.- Barra de Ventana de Tierras**

#### **3.14.3.6 PLANO INTEGRADO DE TIERRA**

Es toda aquella estructura metálica fijada al piso pared y techo sin aislamiento y que e intencionalmente tienen más de una conexión a tierra ej. Herrajes camas de cables, bastidores de equipo de radio y bastidor del distribuidor general

#### **3.14.3.7 PLANO AISLADO DE TIERRA**

Es toda aquella estructura metálica interconectada intencionalmente a tierra a través de una sola conexión este plano está aislado de cualquier punto de la estructura metálica y/o del concreto del edificio específicamente las centrales de conmutación Alcatel S-12 las cuales no tienen conexión eléctrica con pisos, paredes, techos, equipos de clima, alumbrado, contactos eléctricos, tuberías, herrajes y estructuras metálicas

#### **Trayectorias y formas de sujeción de cableado de tierra**

Durante la trayectoria de los cables se deben de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Los cables de tierra no deben de alojarse en ningún tipo de charola o canalizaciones metálicas

No deben atravesar paredes junto con otros cables

Deben estar visibles

Cuando atraviesen paredes y/o pisos se canalizara con tubería conduit PVC y sellarse con material retardador de flama

Las derivaciones se harán en dirección a la fuente de tierra (BTP, BTPP, VT, etc.)

El radio mínimo de curvatura será de 30.48 cm

### 3.14.3.8 SISTEMAS DE TIERRA EN REGENERADORES Y REPETIDORES DE MICROONDAS

En la figura siguiente se muestra como modelo para mostrar todas las posibles conexiones a tierra

No muestra el sistema de aterrizaje de la torre que incluye un electrodo por cada vértice de esta ni el cable que conecta al pararrayos de esta el cual se conectara a la barra de tierra de escotilla mostrado si la antena tiene una altura de 30 metros o menor en caso que la torre mida más de 30 metros la conexión se llevara a cabo con soldadura exotérmica a la estructura de la torre con cable calibre 1/0 AWG

La malla formada por los 4 electrodos de la torre se interconectara con la malla del edificio al menos en 2 puntos diferentes con cable cal 1/0 AWG desnudo[6]

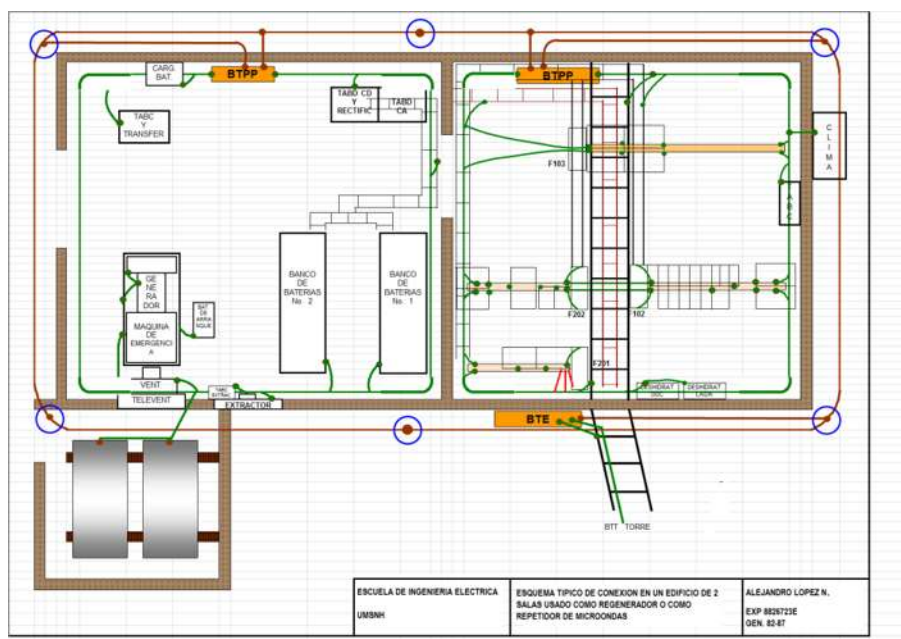


Figura 38.- Sistema de Tierras Típico de RMO

### 3.14.3.9 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Reapriete de conexiones
- Limpieza de barras
- Medición de tierras al menos 2 veces al año cuidando que estas sean en la época más seca y la época de mayor humedad en la tierra para llevar registro de las variantes en las mediciones en esas 2 temporadas

### 3.15 AIRE ACONDICIONADO

#### Concepto

Es el control simultáneo de todos o al menos de los 3 primeros factores que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmosfera dentro de una estructura determinada. Estos factores incluyen temperatura, humedad, polvo.

La refrigeración es la transferencia de calor de un lugar donde se desea a otro en donde no importe cederlo

En el caso de TELMEX todas las centrales telefónicas así como una enorme cantidad de edificios requieren equipos de aire acondicionado para brindar confort a los clientes y para mantener los equipos digitales de telecomunicaciones en condiciones óptimas de operación casi la mayoría de las instalaciones cuentan con 2 unidades de clima para garantizar una temperatura adecuada a los equipos y representa en la mayoría de las instalaciones el mayor factor de consumo de energía eléctrica

La temperatura en la que se debe mantener las salas varía desde 20°C hasta 24°C esto es el termostato que controla la entrada del compresor y su salida se ajusta en esas temperaturas

Si por alguna razón la temperatura se elevara por encima de los 27°C se emitirá una alarma tanto local como remota de alta temperatura en sala



Figura 39.- Arreglo 2X4 T.R. para RMO



Figura 40.- Climas de Precisión para central

#### 3.15.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Limpieza de serpentines con agua a alta presión (hidrolavadora)

Limpieza de contactos en contactor de compresor

Reapriete de conexiones

Ajuste de timer para que el compresor se energice después de 3 minutos después de energizar el clima

Verificar la conexión a tierra, que exista y que este firmemente conectada

Limpieza de filtros de aire

Medición de amperajes en compresor, motor de condensadora y motor de evaporador

Medición de presión de refrigerante tanto en alta como en baja presión

Comprobar ajustes de protección tanto de alta como de baja presión

### 3.15.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Remplazar ventiladores, compresor, motores relevadores etc. que puedan dañarse durante la operación

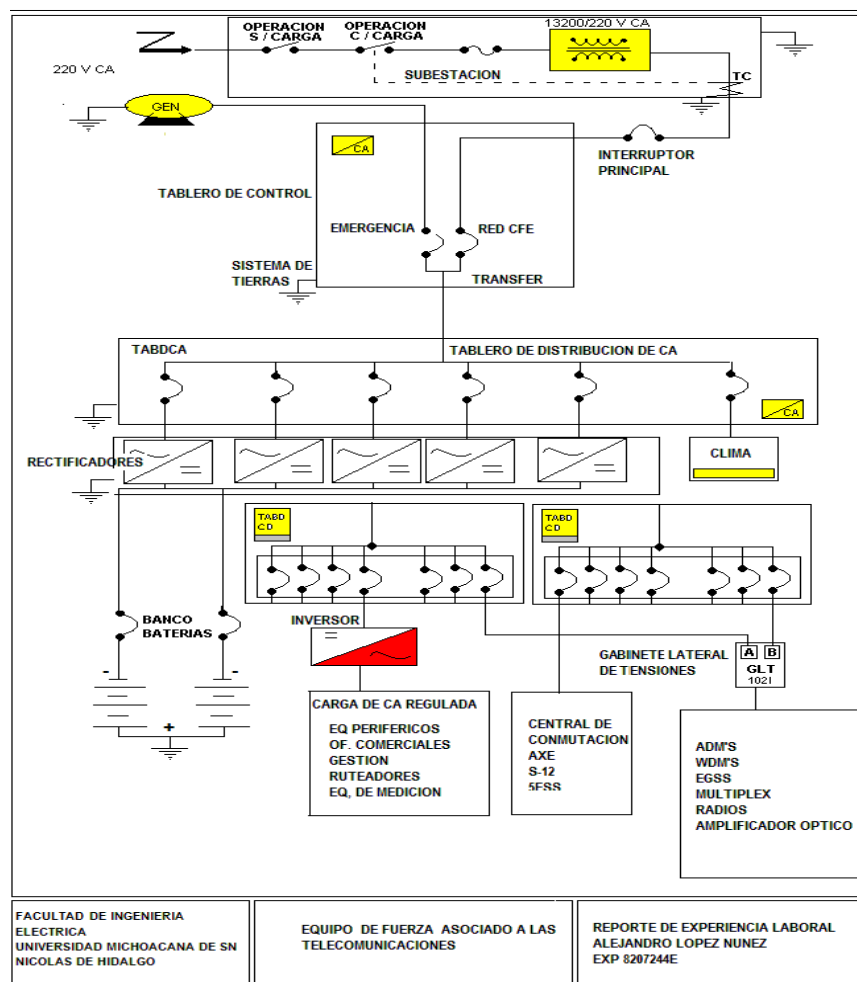


Figura 41.- Diagrama Unifilar Típico CENTRAL TELECOMUNICACIONES



# CAPÍTULO 4 EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES ASOCIADOS A LA RED DE TRANSPORTE

## 4.1 DEFINICIÓN

Telecomunicaciones es el término usado para referirse a la tecnología de comunicación a distancia. Es la tecnología de transporte que transfiere mensajes entre usuarios de información. Es la tecnología de acceso que conecta islas de usuarios con la red de transporte además de ser la tecnología inteligente que hace posible que la información creada por cualquiera pueda ser usada en donde sea sin retardo significativo.[7]

Consta de 3 elementos básicos

Transmisor

Medio de transmisión

Receptor

Sobre estos elementos, la información que puede ser voz, datos o video puede ser transportada de un lugar a otro a través de la red.

## 4.2 MODELO DE RED

Con el objeto de simplificar el análisis de una red de telecomunicaciones analizaremos el modelo de red de telecomunicaciones de TELMEX

Tabla 3.- Modelo De Red

<b>BLOQUE DE RED</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Equipos terminales de usuario	Equipo situado en instalaciones del cliente. A través de los cuales se utiliza algún servicio de la red (teléfono, fax, módems, ruteadores, PBX'S etc.)
Red de acceso	Estructura encargada de proveer conexión física entre la empresa operadora de telecomunicaciones y sus clientes, es la parte de la red de telecomunicaciones con la que el cliente tiene contacto directo. En la red de acceso se encuentran tecnologías tales como XDSL (líneas digitales de abonado), PDH(jerarquía digital plesiocrona), módems ópticos para accesos por fibra óptica, accesos por radios de microondas, nodos de red de conmutación de paquetes, redes celulares etc.

Red de conmutación	Es la encargada de establecer y conmutar circuitos físicos para poder transportar voz, o conmutar paquetes de datos. Los equipos en la red de conmutación de circuitos están basados en la técnica SCP tales como AXE, SISTEMA 12, 5ESS,
Red de transporte	Es la encargada de interconectar a los nodos de la red de conmutación y a los nodos de la red de acceso por medio de enlaces de alta calidad y gran capacidad, dentro de la red de transporte se encuentran tecnologías SDH(Jerarquía digital Síncrona),PDH(Jerarquía digital plesiocrona), WDM(Multiplexación por longitud de onda)
Red inteligente	Se encuentra asociada con la red de conmutación y es la encargada de proporcionar los servicios de 01-800 y 01-900 lo cual consigue por medio de enlaces que utilizan un sistema de señalización por canal común SS7

La parte de la red que nos ocupa es la RED DE TRANSPORTE, que son los medios a través de los cuales se establecen los enlaces para transportar voz video y datos y que es la parte en la que estoy involucrado en operación y mantenimiento.

### **4.3 ANCHO DE BANDA**

Es el rango de frecuencias eléctricas que un dispositivo puede manejar. Un canal telefónico maneja entre 300 y 3400 Hz (4000 Hz para fines prácticos). El teléfono es un dispositivo capaz de convertir una señal acústica en una señal eléctrica o señal analógica. Para facilitar el transporte de una señal analógica es necesario convertirla a digital.

### **4.4 CONVERSIÓN DE LA SEÑAL DE VOZ ANALÓGICA A DIGITAL**

Esta se realiza a través de la técnica de modulación de pulsos codificados (PCM). En la cual la señal analógica se modula a su forma digital.

Este proceso consta de 4 etapas, que son: filtrado muestreo cuantificación y codificación

### **4.5 FILTRADO**

En este paso se permite el paso de frecuencias en el rango de 300- 4000 Hz

### **4.6 MUESTREO**

Consiste en tomar muestras de la señal analógica. Para lo cual se aplica el teorema de Nyquist que establece que para realizar un muestreo y no perder las características de la señal, las

muestras tomadas deben ser al menos 2 veces la frecuencia filtrada por lo tanto la frecuencia de muestreo debe ser de 8khz

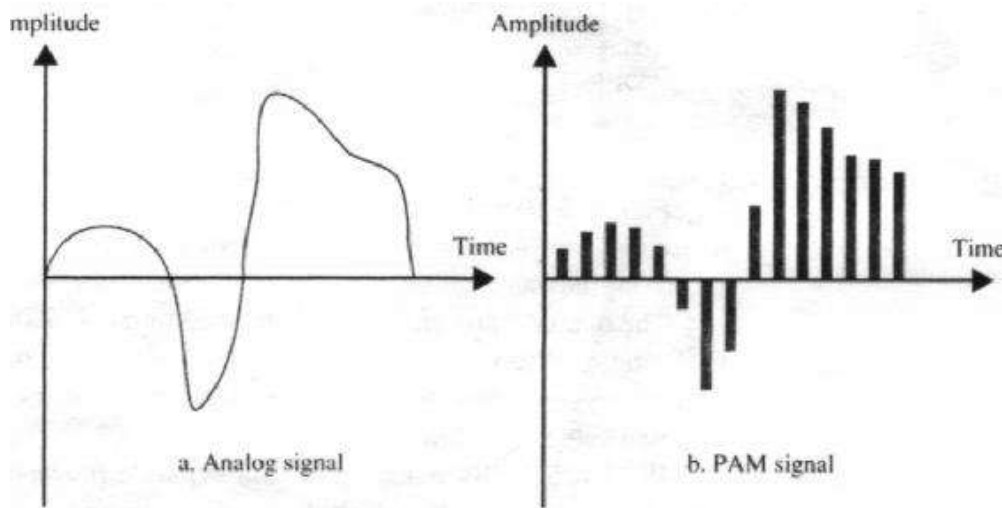


Figura 42.- Muestreo de una señal

#### 4.7 CUANTIFICADOR

Quantificar es medir el valor representativo en volts para cada una de la muestras, la cuantificación que se realiza no es lineal sino escalonada, se pueden tener hasta 256 posibles valores de cuantificación, que son las posibles combinaciones en binario de 8 bits

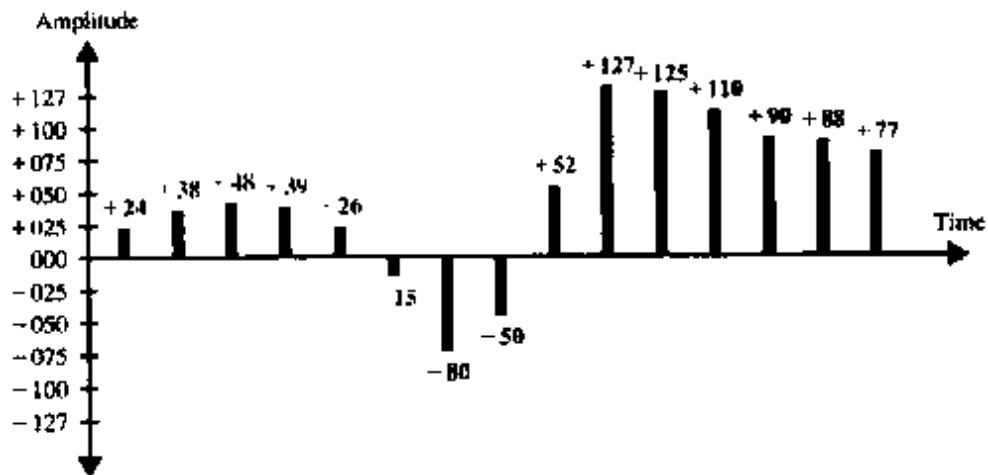


Figura 43.- Señal muestreada cuantificada

+024	00011000	-015	10001111	+125	01111101
+038	00100110	-080	11010000	+110	01101110
+048	00110000	-050	10110010	+090	01011010
+039	00100111	+052	00110110	+088	01011000
+026	00011010	+127	01111111	+077	01001101

Sign bit  
 + is 0 - is 1

Figura 44.- Cuantificación con Signo

## 4.8 CODIFICADOR

En este proceso las muestras analógicas de voltaje se convierten en un código de datos digitales en binario

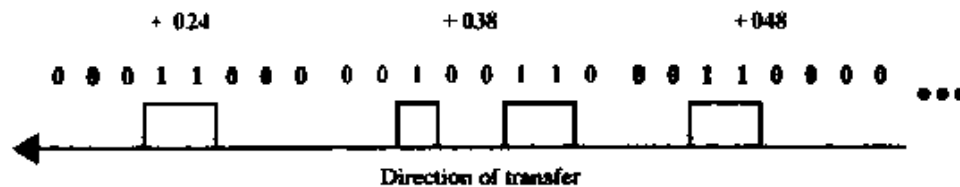


Figura 45.- Trama codificada

Resultado de la conversión nos resulta un canal digital de:

$$8\text{bits} \times 8000 \text{ Hz (1/seg)} = 64000 \text{ bits/seg} = 64 \text{ kb/s}$$

**64kb/s** es el valor jerárquico mínimo dentro de las tecnologías de multiplexación digital en TELMEX

## 4.9 MULTIPLEXOR

Multiplexor o multicanalizar. Es el procedimiento en el que se juntan y transmiten X cantidad de señales por un mismo medio de transmisión.

Multiplexor de primer orden

Agrupar 32 canales digitales, 30 para información (voz y datos) uno para sincronía (canal 0) y el otro para la señalización (canal 16). Al unir estos 32 canales son enviados en 125  $\mu\text{seg}$ .

Debido a que cada uno entra al multiplexor con una velocidad de 64 kb/s, a la salida se obtendrá:

$$64\text{kb/s} * 32 \text{ canales} = 2048 \text{ kb/s}$$

Comercialmente esta velocidad de transmisión se le conoce como **E1 (primer orden)**

A este multiplexado se le llama multiplexado por división de tiempos **TDM**

## **4.10 SEÑALES DE DATOS**

Los datos se almacenan en medios magnéticos o electrónicos conocidos como memoria. Estos datos son procesados por las computadoras y los convierten en información para toma de decisiones o para determinados cálculos. La transferencia de estos datos entre computadoras distantes se ha vuelto una necesidad constante.

Los datos pueden estar almacenados en archivos, estos archivos pueden contener textos, software, datos numéricos, etc.

Podemos definir a los datos como la unidad mínima de expresión o de información sin orden ni sentido y a la información como el conjunto de datos organizados que expresan una idea o un concepto. Un ejemplo sencillo de transferencia de datos entre computadoras son los textos tecleados desde una computadora y transferidos a otra con lo cual las personas se pueden comunicar a través de sus los teclados y monitores de sus respectivas computadoras. El teclado convierte los caracteres en un código ASCII y los transmite a otra computadora. La computadora recibe el código y lo convierte en un código de 8 segmentos y lo presenta en pantalla.

### **4.10.1 BIT**

Es la contracción de **BI**nary **digiT** es la unidad de datos(o de información) que una computadora puede procesar, representando ya sea alto o bajo, sí o no, 1 o 0 es la unidad básica de comunicaciones de datos.

La señal digital solo puede tomar 2 valores, si es lógica positiva 0=0 v, 1=5 v, si es lógica negativa 0=5 v, 1=0 v

### **4.10.2 BIT RATE**

Es el número de bits transmitidos en un segundo a través de un medio de transmisión. Para un E1 el bit rate será de 2048 kb/seg.

#### 4.11 CALIDAD EN TRANSMISIÓN DE DATOS.

La calidad de un enlace de datos está en función de recibir fielmente y en secuencia, los bits transmitidos, para que la información sea reproducida sin deformaciones en la forma y en el contenido y esto depende de que se tengan el mínimo de errores de bit recibidos respecto del total de número de bits transmitidos

##### 4.11.1 ERROR DE BIT (BIT ERROR)

El valor de un bit codificado puede cambiar debido a un problema de transmisión (ruido) y entonces ser incorrectamente interpretado por el receptor.

##### 4.11.2 TAZA DE ERRORES DE BIT (BIT ERROR RATE).

Es la relación de bits recibidos con errores comparados con el número total de los bits recibidos, usualmente expresado como un número a la potencia de 10. Ej.

Tabla 4.- Taza de Errores de Bit

$1 \times 10^{-3}$	Tendremos un bit erróneo por cada 1000 bits transmitidos	Corte (no aceptable)
$1 \times 10^{-4}$	Tendremos un bit erróneo por cada 10000 bits transmitidos	Servicio degradado
$1 \times 10^{-5}$	Tendremos un bit erróneo por cada 100 000 bits transmitidos	Servicio degradado
$1 \times 10^{-6}$	Tendremos un bit erróneo por cada 1000 000 bits transmitidos	Servicio degradado
$1 \times 10^{-7}$	Tendremos un bit erróneo por cada 10 000 000 bits transmitidos	Buen servicio
$1 \times 10^{-8}$	Tendremos un bit erróneo por cada 100 000 000 bits transmitidos	Buen servicio

En la transmisión de datos una tasa de errores alta en el medio de transmisión podría no tener muchos problemas con la transmisión final. El problema que se tendrá es que habrá muchas retransmisiones hasta que este correcta la transmisión

Estructura de la trama de 2mb/s en un sistema PCM

Por norma americana utiliza 24 canales

Por norma europea utiliza 32 canales

Nos referiremos específicamente al sistema PCM de 32 canales que es el que se utiliza en TELMEX

Jerarquía digital plesiocrona PDH estándar europeo

Velocidades nominales en los distintos órdenes jerárquicos y sus tolerancias en partes por millón

Tabla 5.- Velocidades Pdh

ORDEN	VEL. KB/S	+/- PPM
1	2 048	50
2	8 448	30
3	34 368	20
4	139 264	15
5	564 992	15

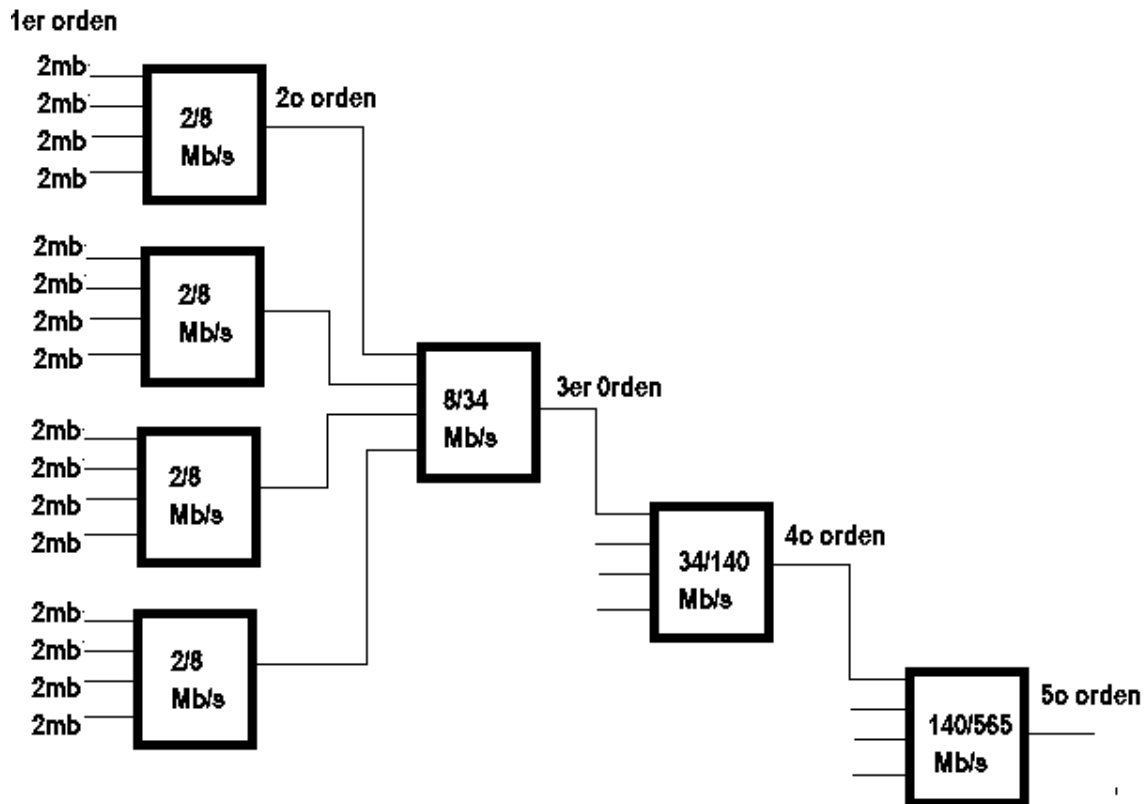


Figura 46.- Graficad de Velocidades Pdh

#### 4.12 MULTIPLEXACIÓN BIT A BIT

Los multiplexores PDH utilizan el método de multiplexación por entrelazado cíclico de bits. Como se describe a continuación

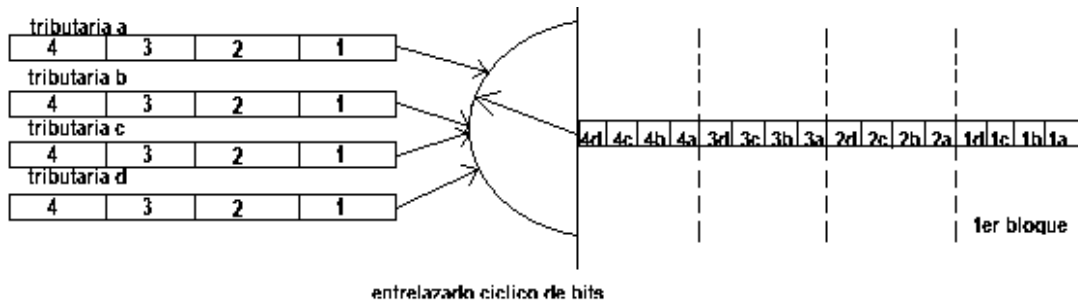


Figura 47.- Multiplexación bit a bit

De manera que para un segundo orden se formen matrices de bits de 4 subtramas que contienen cada uno 212 bits agrupados en 4 renglones de manera que se tengan en total 848 bits.

Para 3er orden se tendrán 384 bits por subtrama en 4 subtramas contendrán 1536 bits

Para 4º orden cada subtrama será de 488 bits por 6 subtramas tendremos un total de 2928 bits

Tanto en las tramas de 2º como 3er y 4º orden se incluyen bits de control, justificación y alarmas que se adicionan a la carga útil para agregar calidad a la transmisión

### 4.13 TECNOLOGÍA SDH (JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA)

LA demanda de Nuevos servicios los requerimientos de mayor calidad de las comunicaciones y el incremento de la transmisión de voz datos e imágenes nos lleva a tener nuevas demandas de sistemas de transmisión con mayores ventajas que satisfagan o que permitan implementar sistemas que cubran estas necesidades como respuesta a esto surge la jerarquía digital síncrona **SDH** que cuenta con las siguientes ventajas

Compatibilidad con PDH

Realiza una multiplexación más práctica

Con canales para la administración de la red (gestión local y remota)

Velocidades SDH

Tabla 6.- Velocidades SDH

NIVEL SDH	DESIGNACIÓN DE LA SEÑAL	VELOCIDAD Bits/seg
001	STM 1	155.520
004	STM 4	622.080
016	STM 16	2488.320
064	STM 64	9953.280



#### 4.14 REDES DE ACCESO

Es la parte de la red de telecomunicaciones con la que el cliente tiene contacto directo además de que esta parte contiene gran diversidad de equipos y soluciones tecnológicas posibles



Figura 48.- Red de Acceso

La finalidad es enlazar el cliente con el resto de la red de telecomunicaciones de una manera confiable para satisfacer sus necesidades de comunicación

Existen 2 tipos de servicios dentro de las telecomunicaciones los conmutados y los dedicados

##### 4.14.1 SERVICIOS DIGITALES DEDICADOS

Permiten las transmisiones a 56 Kbps o múltiplos, hasta 45 Mbps. Las líneas digitales dedicadas son frecuentemente usadas para transportar voz, datos y video, y permiten acondicionar líneas normales con equipos especiales para transportar altas velocidades. Generalmente contratados para establecer sistemas de comunicación entre empresas, no pasan a través de una central de conmutación

##### 4.14.2 SERVICIOS CONMUTADOS

Son aquellos usados para el servicio de telefonía básica que para interconectarse con otros servicios pasan a través de una central de conmutación, generalmente servicios de voz.

# CAPITULO 5 TECNOLOGÍAS USADOS EN REDES DE TRANSPORTE

## 5.1 RED DE TRANSPORTE.

Una vez concentrados todos los servicios de las redes de acceso dedicados y conmutados en la mayoría de los casos es necesario transportarlos a un lugar distante del lugar en que esa red de acceso se encuentra. Para eso se encuentra la Red de transporte.

Para agrupar los servicios se usan los siguientes elementos de la red

- Multiplexores (MUX)
- Multiplexores para agregar o desagregar (ADM)
- Regeneradores
- Multiplexores de longitud de onda (WDM)
- Multiplexores de longitud de onda de alta densidad (DWDM)[7]
- Enlaces por fibra óptica
- Amplificadores ópticos
- Radioenlaces

## 5.2 MULTIPLEXORES

Dependiendo de su capacidad (la mínima en las redes de transporte es de 1 STM 1) puede manejar puertos de:

- Baja velocidad 2Mb/s
- Alta velocidad 34, 45,140Mb/s, STM1 eléctrico, STM 1 óptico y STM 4 óptico, STM-16, STM-64, STM-256
- Puertos de datos: Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet
- Se usan en esta red solamente en configuraciones punto a punto
- Reciben las señales en los puertos de acceso e integran dichas señales a un sistema de línea jerárquicamente más alto
- El puerto de alta velocidad generalmente tiene protección en la circuitería de salida que se encuentra en espera para reemplazar al puerto en caso de falla
- Multiplexor terminal

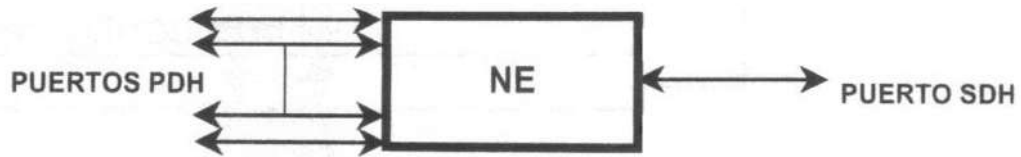


Figura 49.- Multiplexor

### 5.2.1 MULTIPLEXORES PARA AGREGAR O DESAGREGAR (ADM)

ADM por sus siglas en inglés **adddrop** multiplexor, Este elemento de red se puede programar para extraer o insertar señales de flujos de STM 1 a STM 4 parte del paso a través de la señal entre los lados de la línea definida A y B

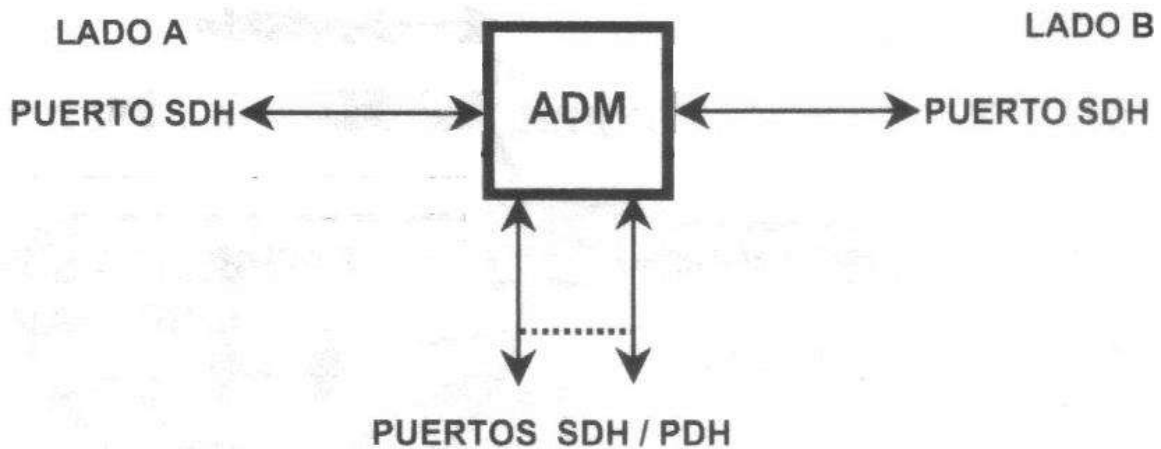


Figura 50.- Multiplexores para agregar/desagregar

### 5.2.2 APLICACIONES

#### 5.2.2.1 ENLACES PUNTO A PUNTO



Figura 51.- Enlaces punto a punto

#### 5.2.2.2 EXTRAER/INSERTAR DEL TIPO LINEAL

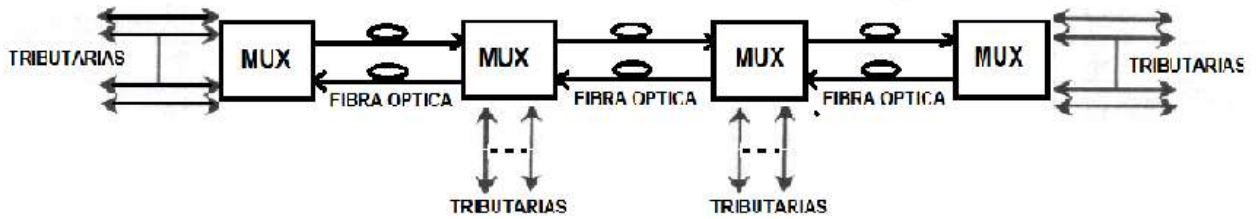


Figura 52.- Extracción/insertión tipo lineal

En este tipo de conexión lineal, los tributarios que conforman la señal principal pueden ser extraídos o insertados en las diversas estaciones que conforman la red

### ESTRUCTURA EN ANILLO

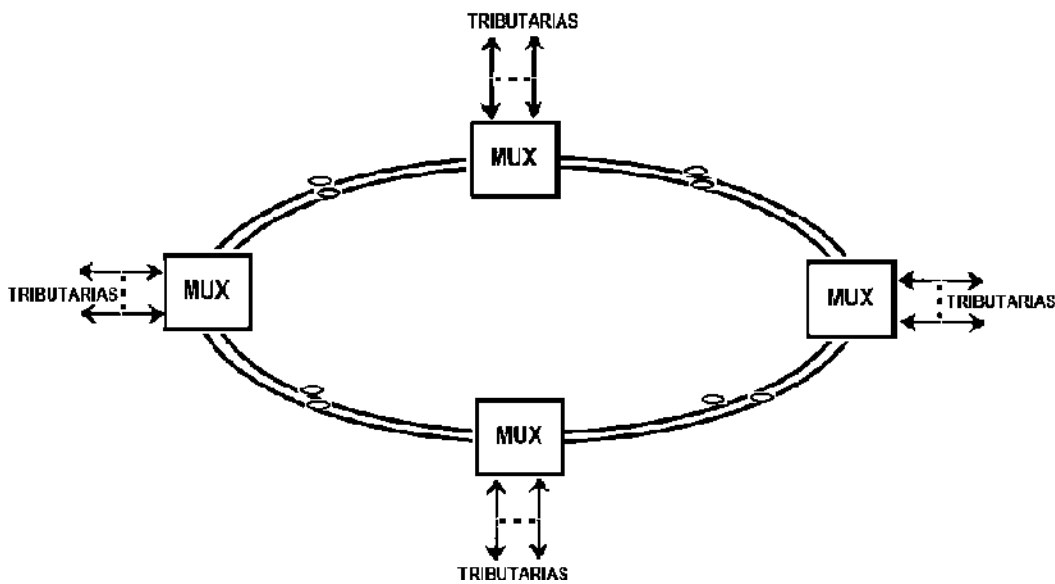


Figura 53.- Estructura de Anillo

La función de extraer/insertar del equipo le facilita el poder configurar el tipo de estructura en anillo. En este caso la configuración MS-SPRING le permite re direccionar el tráfico en caso de ruptura de la fibra o falla en alguno de los nodos que forman parte de la red

## 5.3 MULTIPLEXACIÓN

Es la técnica que permite transmitir simultáneamente varias comunicaciones por un único canal físico de comunicaciones

### 5.3.1 TÉCNICAS DE MULTIPLEXACIÓN

- FDM
- TDM
- WDM

#### 5.3.1.1 FDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA)

Consiste en dividir el ancho de banda de un canal de comunicaciones en subcanales de comunicación independientes entre sí. A cada subcanal se le asigna un intervalo de frecuencia diferente pero comprendida en el ancho de banda disponible en el canal

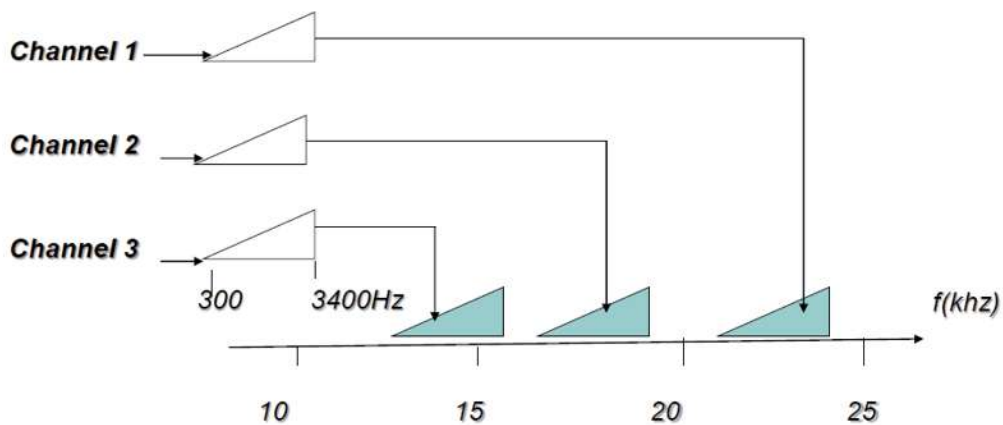


Figura 54.- Multiplexación Por División De Frecuencia

#### 5.3.1.2 TDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE TIEMPO)

En este caso se divide el ancho de banda de un canal en subcanales de comunicación independientes entre sí. A cada canal se le asigna UN INTERVALO DE TIEMPO diferente pero comprendido en el ancho de banda total disponible en el canal

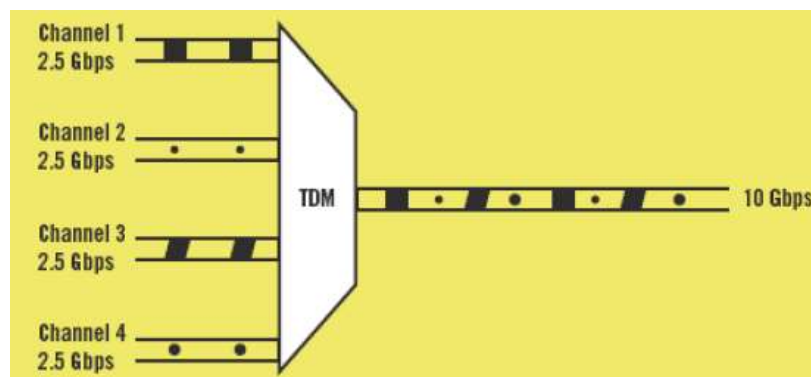


Figura 55.- Multiplexación por División de Tiempo

### 5.3.1.3 WDM (MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN DE LONGITUD DE ONDA)

Consiste en la transmisión de 2 o más flujos de información simultáneos sobre una misma fibra en el mismo sentido u opuesto utilizando distinta longitud de onda en cada caso la cual será contenida dentro de un ancho de banda definido

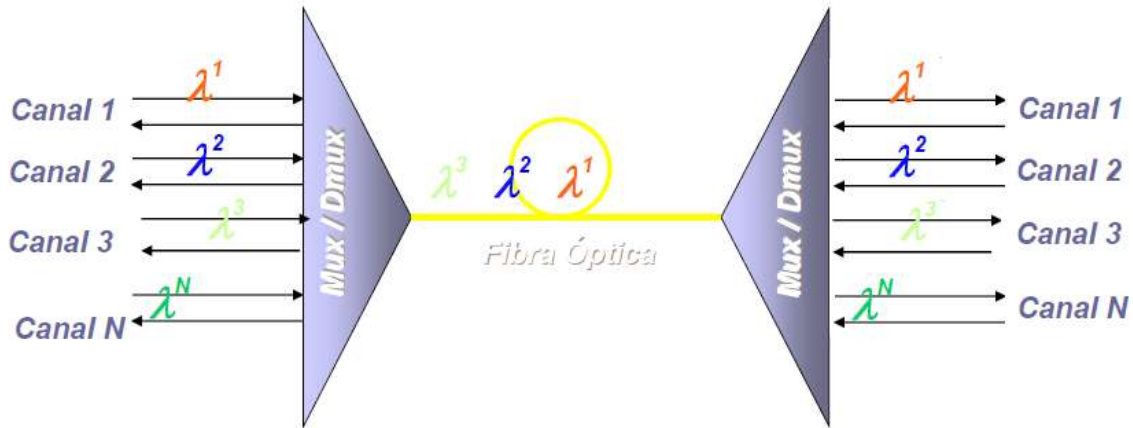


Figura 56.- Multiplexación por División de Longitud de Onda

## 5.4 MANTENIMIENTO MULTIPLEX Y ADM,S

### 5.4.1 FALLA

Es la no habilidad de una función a ejecutar una acción requerida, la cual ha persistido más allá de un máximo de tiempo permitido

### 5.4.2 ALARMA

Es la señal de mantenimiento usada en una red digital para alertar al equipo remoto de que una falla o defecto en el equipo ha sido detectada

#### 5.4.2.1 SEVERIDAD DE ALARMAS

Tabla 7.- Severidad de las Alarmas

SEVERIDAD	DEFINICIÓN
ALARMA CRITICA	Alarma que requiere atención inmediata, implica corte en el funcionamiento
ALARMA MAYOR	Se presenta previo a una falla inminente

<b>ALARMA MENOR</b>	Anuncia una incipiente falla
<b>ALARMA DE PRECAUCIÓN</b>	Alerta generalmente sobre problemas en otro nodo o que no implica un corte en el tráfico de ese nodo

#### 5.4.2.2 CATEGORÍA DE ALARMAS

Tabla 8.- Categoría de Alarmas

<b>CATEGORÍA</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
COMUNICACIÓN	Alarma relativa a la comunicación del elemento con los circuitos controladores de la repisa
PROCESAMIENTO	Alarma relacionada al procesamiento del software y anomalías relacionadas a este
EQUIPO	Alarma relacionada al equipo
SERVICIO	Alarma relacionada al estatus del servicio y a la calidad del servicio en la red
MEDIO AMBIENTE	Alarmas de los equipos que rodean al equipo (clima, rectificadores etc.)
SEGURIDAD	Alarma relacionada a la administración de la red desde la que se gestiona el equipo

### 5.5 SEÑALES DE MANTENIMIENTO

FDI (Indicación de defecto hacia adelante).-

Señal enviada al lado remoto como una indicación de que hay un defecto en el lado local que ha sido detectada usada en el dominio óptico

AIS (Indicación de señal de alarma).-

Significa lo mismo que el FDI solo que este se usa en el dominio digital

BDI (Indicación de defecto hacia atrás).-

Señal que es enviada por el lado remoto indicando que la señal que recibe tiene un defecto

PMI (Payload Missing indication).-

Es la señal cuyo propósito es suprimir las alarmas de pérdida de señal en el lado remoto debido a que hay un defecto por ausencia de carga útil

### 5.6 ANOMALÍA

Son las pequeñas discrepancias que pueden ser observadas entre las características actuales y las deseadas de un acontecimiento.

La ocurrencia de una sola anomalía no constituye una interrupción en la habilidad para ejecutar una acción requerida. Ejemplos (B1, B2, B3) BIP, REI

## 5.7 DEFECTO

Se presenta cuando la densidad de anomalías ha alcanzado un nivel donde la habilidad para ejecutar una acción requerida es interrumpida

Ejemplos: OOF, AIS, RDI, LOP, LOM, LOF

## 5.8 MÉTODOS COMUNES PARA LOCALIZAR FALLAS

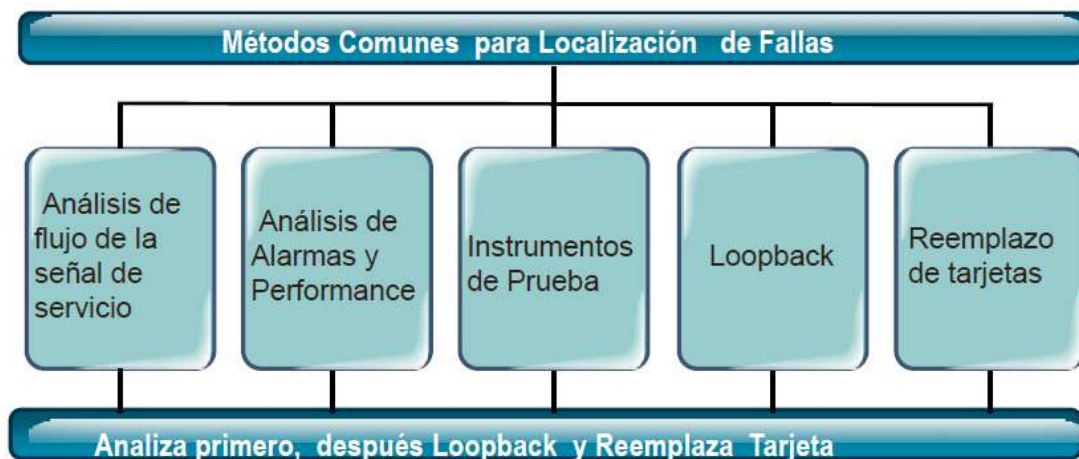


Figura 57.- Métodos Comunes para Localizar Fallas

## 5.9 FIBRA ÓPTICA

Antecedentes de transmisión de información por medio de luz

- 1888 Bell construye el fotófono que manejaba señales vocales a corta distancia por medio de luz
- 1958 aparición de el LASER (light amplification by stimulated radiation)
- 1975 primeros experimentos con fibra óptica en comunicaciones digitales
- 1980 se inician las aplicaciones en comunicaciones en forma oficial

### 5.9.1 QUE ES LA FIBRA ÓPTICA

Es un filamento de vidrio o plástico a través del cual viaja un rayo de luz

### 5.9.2 VENTAJAS



- No existe diafonía
- No puede ser interferido
- Ancho de banda amplio
- Totalmente dieléctrica
- Gran capacidad de multiplexaje
- Liviano ,soporta grandes tensiones y es flexible
- Inmune a la corrosión

### 5.9.3 DESVENTAJAS

- Costoso en sistemas de baja capacidad
- Perdidas por acoplamiento
- Periodo de vida útil relativamente corto en fuentes de luz

Capacidad de transmisión (factores de que depende)

- Diseño de la fibra
- Materiales empleados en su fabricación
- Fuente de luz utilizada

### 5.9.4 ÍNDICE DE REFRACCIÓN ( $n$ )

$$n = C/V_M$$

$C$  = velocidad de la luz

$V_M$  = velocidad de la luz en un medio dado

$n$  es adimensional y siempre  $> 1$

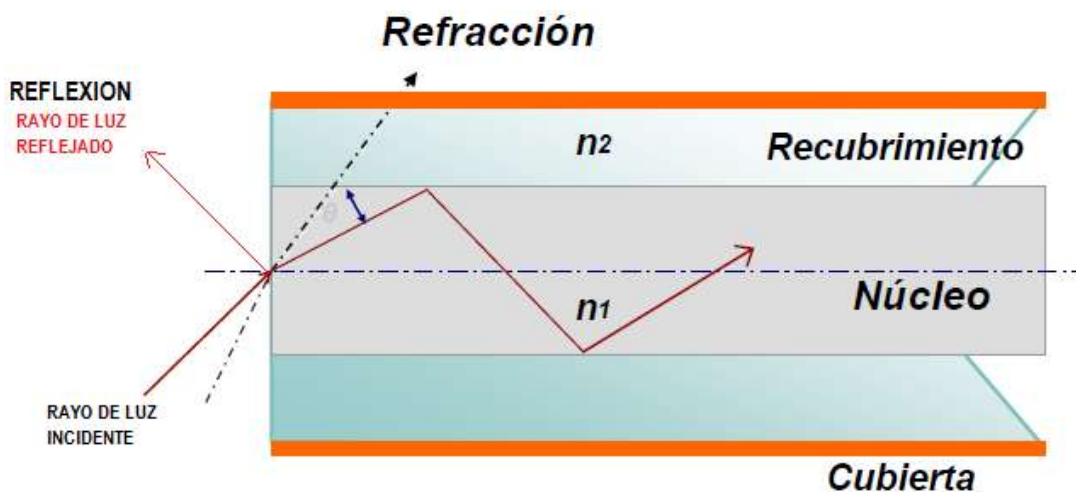


Figura 58.- Refracción en Fibras opticas

### 5.9.5 REFLEXIÓN

Fenómeno que causa que la luz que incide en un medio sea lanzada hacia afuera de este, para el caso de transmisión de una señal este efecto es indeseable al inicio del proceso es decir al inyectar la señal de luz en la fibra y ya en el interior es un efecto deseable para que la luz se refleje en las paredes del recubrimiento y viaje a través de la fibra hasta el otro extremo

### **5.9.6 REFRACCIÓN**

Fenómeno en el cual un rayo de luz que incide en un medio se introduce dentro de él, por lógica este efecto es deseable para lograr una transmisión a través de un medio óptico

Cuando un rayo de luz choca contra una superficie puede ocurrir ya bien sea una reflexión, una refracción o ambos fenómenos

Existe una condición práctica a considerar en la que la reflexión R deberá ser menor o igual al 4% del 100% del rayo de luz de entrada

### **5.9.7 TÉCNICAS DE MEDICIÓN EN CABLES DE FIBRA ÓPTICA**

#### **5.9.7.1 MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN DE FALLAS**

En el caso de que exista una ruptura total del cable de fibra óptica se manifestara en los equipos que tenga conectados en ambos extremos como perdida de señal en los agregados correspondientes.

Después de medir las potencias correspondientes de recepción se procederá a determinar la distancia en la que ocurrió la ruptura utilizando un OTDR midiendo las fibras libres teniendo un esquema de medición con referencias previamente establecidas en sitios conocidas de los que se conoce tanto el kilómetro óptico como el kilómetro carretero para dar más certeza al punto donde ocurrió la falla

#### **5.9.7.2 OPERACIÓN DEL OTDR (OPTICAL TIME DOMAIN REFLECTOMETER)**

El OTDR es un aparato de medición el cual puede considerarse como un radar óptico en una dimensión con el cual podemos medir:

- Longitud física de la fibra óptica
- Índice de refracción
- Agrietamientos
- Evaluación de empalmes y conectores
- Atenuación por unidad de longitud (db/km)

La función básica consiste en inyectar pulsos lumínicos de corta duración y alta intensidad a la fibra óptica a evaluar, una vez es introducido este viajara sufriendo constantes retro

dispersiones provocadas por las irregularidades, ondulaciones curvaturas empalmes agrietamientos etc. Todo lo anterior se reflejara en una pérdida de potencia lumínica del pulso causando que este se atenúe y a su vez envíe luz reflejada por cada una de las fallas. Al llegar al punto de ruptura dejara de percibir estas reflexiones y a partir de ahí empezara a calcular la distancia en que ocurrió el evento

- Los parámetros claves para configurar un OTDR son:
- Rango dinámico en db
- Longitud de onda de la fuente en  $\mu\text{m}$  o  $\eta\text{m}$
- Ancho de pulso en  $\eta\text{seg}$
- Cobertura en Km
- Resolución de lectura en cm

Durante la instalación el OTDR se usa para asegurar que los empalmes y conectores tengan bajas pérdidas, que no se produzcan pérdidas por doblar y estirar la fibra y ,finalmente que la pérdida total del enlace de punto a punto este dentro del límite de las especificaciones.

Para el mantenimiento el enlace puede ser revisado periódicamente con un OTDR para verificar que no haya ocurrido ninguna degradación

La siguiente figura muestra los eventos más comunes en un enlace

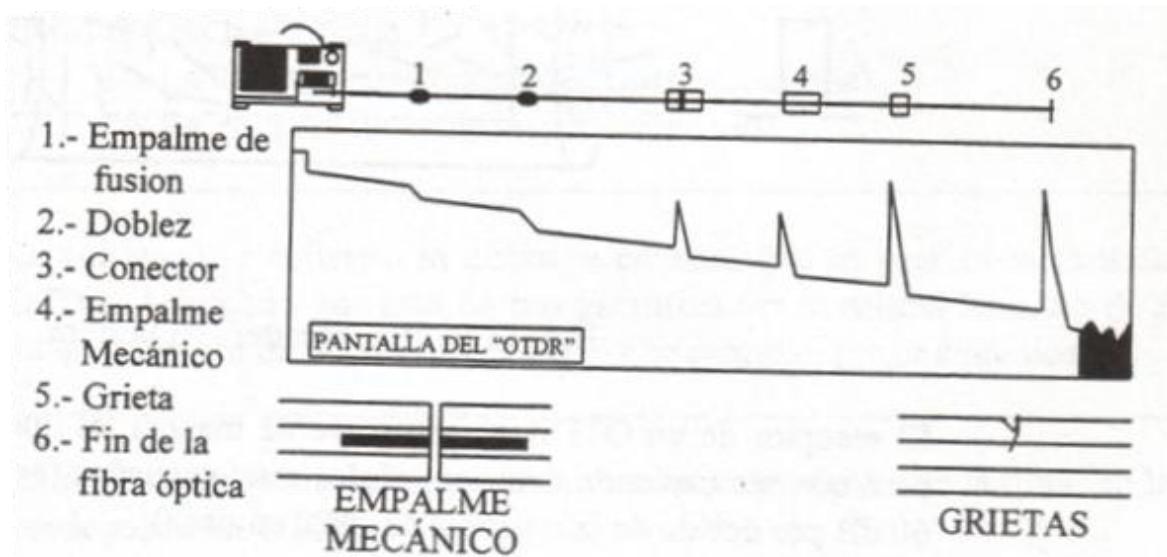


Figura 59.- Eventos comunes en un enlace

Los OTDR reciben y presentan no solo las señales producto de los eventos sino también las señales que son producto de la fibra misma esta señal proveniente de la fibra se le conoce como backscatter.

## **5.10 REGENERADORES**

Las señales ópticas sufren múltiples degradaciones en su trayecto de transmisión, causadas por fenómenos tales como la dispersión cromática, la dispersión modal de polarización (PMD), los efectos no lineales o el ruido. Estas degradaciones son más importantes conforme aumenta la longitud de fibra, la tasa de bit o el número de canales. Las redes ópticas de larga distancia requieren pues mecanismos de regeneración de las señales que restauren la calidad de las mismas y aseguren una transmisión fiable y libre de errores

La señal óptica entrante debilitada es convertida en una señal eléctrica en el regenerador a continuación se regenera y amplifica para luego con una conversión para enviarla nuevamente en forma óptica

Si los sistemas están separados por grandes distancias es necesario colocar Repetidores a intervalos regulares en el camino, en aquellos puntos en los que la atenuación de la fibra haya reducido el nivel de la señal a un valor cercano al mínimo nivel que pueda detectar el receptor (~80 Km)

Así un regenerador intermedio contiene 2 módulos regeneradores separados uno por cada sentido de transmisión

Cada módulo regenerador consta, fundamentalmente de un receptor óptico, el regenerador propiamente dicho y un transmisor óptico

Dado que se genera una señal nueva cualquier ruido o deformación de la señal de entrada se elimina.[8]

## **5.11 LOS AMPLIFICADORES ÓPTICOS**

Estos dispositivos generan una réplica de la señal de entrada pero con mayor nivel de potencia, operando completamente en el dominio óptico. Además pueden emplearse en otros procesos como la conmutación, la demultiplexación, o bien en la conversión de longitud de onda, aprovechando su comportamiento no lineal.

### **5.11.1 LAS VENTAJAS DE ESTOS DISPOSITIVOS FRENTE A LOS REGENERADORES:**

- Funcionamiento independiente del tipo de modulación de la señal.
- Tiene un amplio ancho de banda, por lo que amplifica varias longitudes de onda simultáneamente.
- Mayor simplicidad y por tanto menor probabilidad de fallos y menor costo que los regeneradores.

- Permiten emplear reflectómetros ópticos para el testeo y supervisión de las líneas de fibra óptica.
- Pueden ser integrados.

#### Desventajas

- Introducen un ruido adicional que es amplificado junto con la señal.
- Al no regenerar la señal se produce un efecto acumulativo de la dispersión.
- Su ancho de banda es finito por lo que limita el número de canales en los sistemas WDM.
- Su ganancia no es uniforme en todo el rango de amplificación, por lo que debe ser ecualizada.
- Solamente utilizables en longitudes por encima de los 80 km en donde no es posible instalar regeneradores (enlaces de fibra submarina)

### 5.11.2 TIPOS DE AMPLIFICADORES

Los dos principales tipos de amplificadores ópticos son: los SOAs, Semiconductor Óptica Amplifiers, y los DFAs, Doped-Fiber Amplifiers.

El fundamento de un amplificador óptico es el proceso de emisión estimulada al igual que en un láser. Su estructura es similar a la de un láser salvo que no posee una realimentación para evitar que el dispositivo oscile, de forma que puede elevar el nivel de potencia de la señal pero no generar una señal óptica coherente. En la siguiente figura se muestra un esquema del funcionamiento de un amplificador básico.

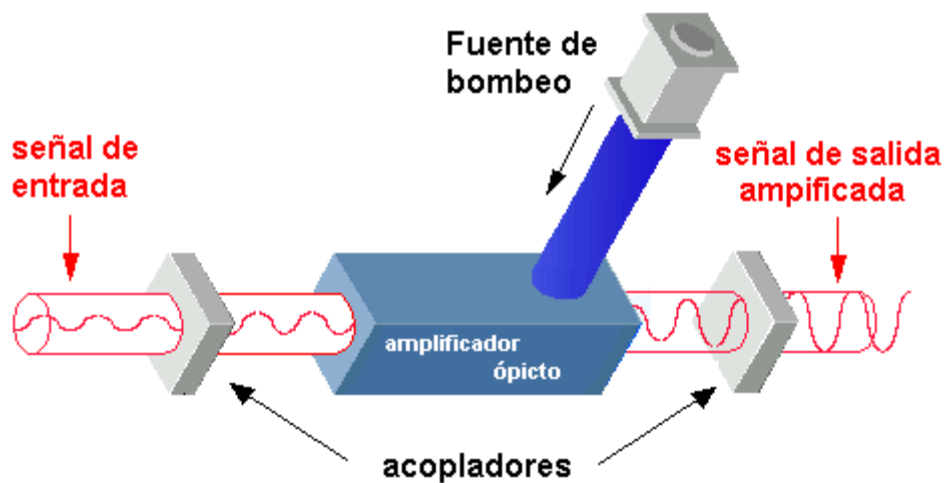


Figura 60.- Amplificador Óptico

## 5.12 RADIOENLACES DE MICROONDAS

La radiocomunicación por microondas se refiere a la transmisión de datos o voz a través de radiofrecuencias con longitudes de onda en la región de frecuencias de microondas.

Se describe como microondas a aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 500 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre de “microondas”.

El radio enlace, establece un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencia asignada para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal.

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía.

Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

Las unidades básicas que componen el radio son un transmisor, un receptor un demodulador y un modulador y una unidad de banda básica

La máxima velocidad que es posible transmitir hasta ahora es de un STM1 por canal en caso de SDH ,lo cual le da una limitante para aplicarlo en sistemas de alta capacidad en comparación con la fibra óptica, dicha señal pasa por una tarjeta de tributario en la que se extrae la carga útil e información sobre posibles alarmas a nivel de esta señal para pasar en seguida a modularse y llevarla hasta la frecuencia intermedia (70 000 Hz) entra a la unidad de transmisión en donde un oscilador le agrega la frecuencia de transmisión y la potencia a la que va ser emitida hacia lo otra dirección del enlace

En el sentido contrario estaremos recibiendo la señal enviada desde la otra estación la cual llegara al receptor a través de la antena, pasara por el receptor

### **5.12.1 EL MODULADOR DE FI:**

Convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada e FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-banda) convierte la FI a una frecuencia de portadora de RF apropiada. La fi más común en sistemas de telecomunicaciones es de 70 MHz

### **5.12.2 BANDA BASE**

Se refiere a la banda de frecuencias producida por un transductor, tal como un micrófono, un manipulador telegráfico u otro dispositivo generador de señales que no es necesario adaptarlo al medio por el que se va a transmitir.

Banda base es la señal de una sola transmisión en un canal, banda ancha significa que lleva más de una señal y cada una de ellas se transmite en diferentes canales, hasta su número

Para nuestro caso la banda base más común es de un STM-1(155,520 bits/seg)

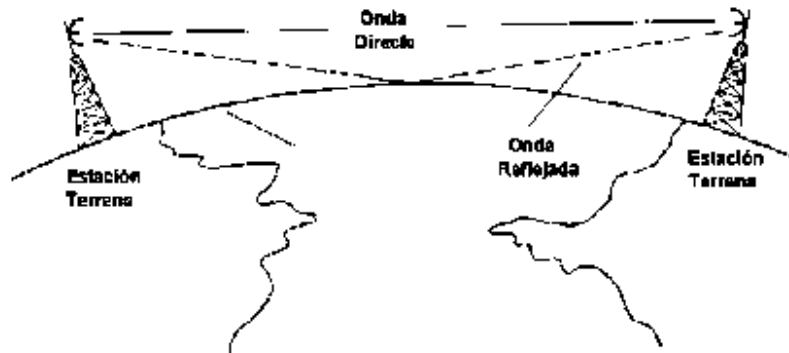


Figura 61.- Enlaces de Microondas

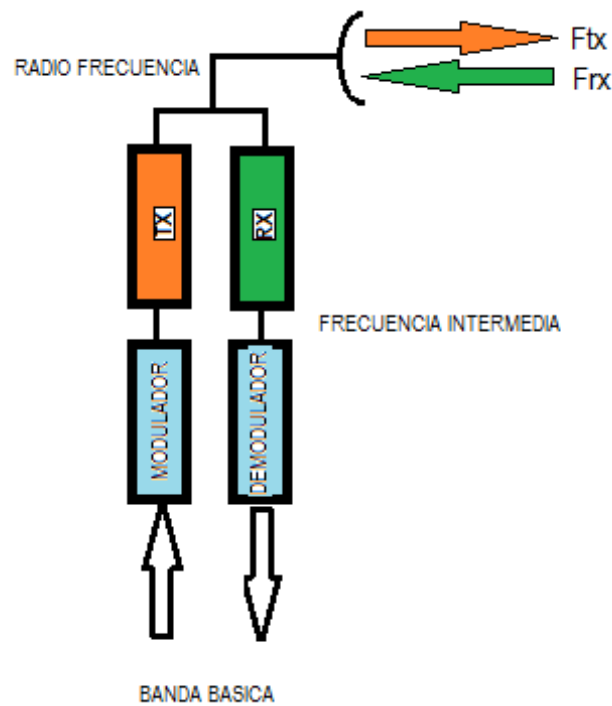


Figura 62.- TX/RX por Microondas

La señal de radio frecuencia de recepción como la de transmisión varia en los rangos de 500 MHz a 300 GHz

La utilidad del empleo de una frecuencia intermedia radica en el hecho de que todos los circuitos sintonizados existentes a partir de la etapa en que se efectúa la mezcla, trabajan a una frecuencia fija (la de la FI) y por tanto son más fáciles de ajustar. De este modo se mejora la selectividad y se facilita el diseño de las etapas amplificadoras. Si no se empleara la frecuencia intermedia, sería preciso diseñar circuitos sintonizadores que tuvieran al mismo tiempo una gran selectividad y un gran rango de selección de frecuencias de actuación, algo difícil y caro de conseguir.[9]

### 5.12.3 APLICACIONES

- Las telecomunicaciones de largas distancias
- Telefonía básica (canales telefónicos)
- Datos
- Canales de Televisión.
- Video.
- Telefonía celular (entre troncales).

Tabla 9.- Ventajas y Desventajas de las Microondas

Ventajas	Desventajas
Bajo costo	Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces
Instalación rápida y sencilla	
Conservación más económica y de actuación rápida	Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer
Supera irregularidades de terreno	
La regulación sólo debe aplicarse al equipo	Al ser ondas, las condiciones atmosféricas, así como los fenómenos físicos pueden ocasionar interferencias, por lo que se utilizan sistemas y equipo auxiliar
Capacidad de aumentar separación entre repetidores incrementando altura de torres	
Al aumentar la frecuencias de	
	Por su estructura serial si una terminal falla se cae la red, por lo que es necesario sistemas de supervisión y control



Ventajas	Desventajas
operación se incrementa su capacidad de transmisión	Las licencias de operación resultan un poco difíciles ya que las autoridades deben asegurarse que los enlaces no causen interferencia con los ya existentes
Las estaciones funcionan de manera no atendida	

#### 5.12.4 ACTUALIDAD

Por varias décadas las microondas formaron el corazón del sistema de transmisión telefónica de larga distancia. A pesar de las ventajas y beneficios que ofrecen los sistemas de enlaces por microondas, desde la introducción de la fibra óptica, los radioenlaces han sufrido un desplazamiento importante de aplicación.

#### 5.12.5 CONCLUSIÓN

Aunque las microondas son lógicamente superiores, ni las distancias, ni la capacidad del medio, ni la velocidad, la convierten en un sistema muy utilizado.

Su principal desventaja se debe a su naturaleza del medio que, debido a ser una onda electromagnética, se ve afectada por múltiples factores del medio que la rodea, requiriendo una serie de cálculos y prevenciones que un usuario se ve casi imposibilitado arreglar, por lo que necesita contratar el servicio forzosamente.

Pero a pesar de todo, las microondas terrestres siguen conformando un medio de comunicación muy efectivo para redes metropolitanas para interconectar, por ejemplo, bancos, mercados, tiendas departamentales y radio bases celulares.

#### 5.12.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La operación de un sistema de comunicación basado en radios de microondas con tecnología SDH se simplifica enormemente ya que en la actualidad el 100 % de estos equipos tienen la facilidad de gestionarse tanto de forma local como remota contando con un gestor que generalmente se encuentra en un centro de supervisión que provee la posibilidad de monitorear a cualquier equipo que se encuentre dentro de la red de alcance de este gestor para todo radio de la marca de ese fabricante además de contar con un software que permite ver las condiciones de estos equipos tanto de sistema al que pertenece y estación específica de ese sistema desde el cual se puede monitorear los siguientes parámetros entre otros;

- Niveles de recepción de campo
- Niveles de transmisión por cada canal
- Nivel de desviación de frecuencia

- Niveles de voltaje en cada uno de los convertidores de voltaje que alimentan todas y cada una de sus unidades
- Nivel de FI en moduladores y demoduladores
- Alarmas posibles en todas y cada una de las unidades así como la posibilidad de diagnosticar si el problema presente corresponde al interior o al exterior del radio
- Nivel de potencia óptica en tributarios, si así son equipados

#### **5.12.6.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Consiste en registrar niveles de operación (voltaje, TX, RX, FI) por todos y cada uno de los canales

- Verificar que no existan alarmas
- Limpieza del equipo
- Reapriete de conexiones
- Calentamiento en interruptores de alimentación
- Conexión al sistema de gestión
- Niveles de voltaje en todas y cada una de las unidades y en todos y cada uno de los convertidores, advirtiendo niveles riesgosos para la correcta operación del sistema por falla de alguna fuente.

# **CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **6.1.- CONCLUSIONES**

Gracias a la preparación que se me dio en la FIE me fue posible salir adelante de todos los problemas que se me presentaron en mi vida laboral y gracias a esta preparación tuve la oportunidad de ganar un lugar en la vida laboral y poder escalar diferentes puestos dentro de la empresa .

## **6.2.- RECOMENDACIONES**

Lo que respecta a mi experiencia se debe trabajar en el aspecto de unidad de apego, identidad, para poder ayudarnos en todo lo respecta a nuestra vida laboral y profesional y así mismo darle apoyo a cada egresado.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Molina, «-monografias.com,» [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>. [Último acceso: 20 julio 2015].
- [2] F. T, Titulacion, Morelia: UMSNH, 2015.
- [3] Seidman-Mahrous, Manual de calculos de ingenieria electrica, Mexico d.f.: Macgraw-Hill, 1985.
- [4] diseno curricular telmex/inttelmex, «telmex.com,» 2008. [En línea]. Available: [http://www.telmex.com/INTTELMEX/ sistemas de alimentacion de energia](http://www.telmex.com/INTTELMEX/sistemas%20de%20alimentacion%20de%20energia). [Último acceso: 14 agosto 2015].
- [5] Lorain products, «Manual de inversores 10 Kva,» de *manual*, Mexico, 2006.
- [6] Telmex, «Normas para aterrizaje en instalaciones telefonicas,» 1998. [En línea]. Available: [www.telmex.com/inttelmex/normas para aterrizaje en instalaciones telefonicas](http://www.telmex.com/inttelmex/normas%20para%20aterrizaje%20en%20instalaciones%20telefonicas). [Último acceso: 17 julio 2015].
- [7] B. A., Transmision datos y redes de comunicaciones, 3 ed., Madrid: Macgraw-Hill, 1996.
- [8] Telmex, «telmex.com,» julio 1997. [En línea]. Available: [http://www.telmex.com/inttelmex/transmision por fibra optica](http://www.telmex.com/inttelmex/transmision%20por%20fibra%20optica). [Último acceso: 5 agosto 2015].
- [9] «redtaurus.com,» [En línea]. Available: [http://www.redtaurus.com/clases/medios\\_transmision/04\\_radioenlaces\\_terrestres\\_microondas](http://www.redtaurus.com/clases/medios_transmision/04_radioenlaces_terrestres_microondas). [Último acceso: 17 junio 2015].
- [10] «scribd.com,» [En línea]. Available: <http://www.scribd.com/doc/51491047/CLASIFICACION-DE-SUBESTACIONES-ELECTRICAS#scribd>. [Último acceso: 22 julio 2015].
- [11] B. A, «Transmision de datos y redes de comunicacion,» [En línea].