

10
2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

"CENTRAL TELEFONICA AXE"

(ENLACE ENTRE CENTRAL TELEFONICA VENTA DE CARPIO Y VILLA DE LAS
FLORES CON EL TERMINAL OPTICO FD-4250.)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A:

MARCO ANTONIO BARRIGA SANCHEZ

ASESOR: ING. JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

268144

1998



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ATN. Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Centrales Telefonicas AXF. (Enlace entre Central Telefonica Venta de
Carpio y Villa de las Flores con el Terminal Optico FR4250.)

que presenta el pasante: Marco Antonio Barriga Sanchez.

con número de cuenta: 9057184-P para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 05 de Octubre de 1998

PRESIDENTE

Ing. José Juan Contreras Espinosa

VOCAL

Ing. Casildo Podríguez Arciniega

SECRETARIO

Ing. Juan González Vega

PRIMER SUPLENTE

Ing. José Luis Parbosa Pacheco

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Vicente Magaña González

A MIS PADRES : ANTONIO BARRIGA GUTIERREZ Y MARIA ELENA SANCHEZ DE B. Por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, por su amor que me sacó adelante y por su ejemplo digno a seguir. Gracias por haberme dado la más grande de las herencias.

A MIS HERMANOS : HILDA MIRIAM, JESUS DAVID, MARTHA ELENA Y HECTOR ALFONSO. Como un tributo a los momentos difíciles y felices que hemos vivido, y que sin embargo nos han unido más.

A ADORACION SANCHEZ : Por que me ha enseñado que aún en la adversidad hay que aferrarse a la vida.

A JOSE DELFINO SANCHEZ SANCHEZ : Que siempre ha sido el hermano mayor que nunca tuve y en mi infancia fue mi modelo a seguir.

A MARTIN AQUINO BARRIGA : Por que su amistad me la ha brindado sin condiciones.

INDICE.

	PAG.
- INTRODUCCION.	4
- ANTECEDENTES.	6
- CAPITULO 1 : "CENTRALES TELEFONICAS AXE."	
1.1) Central Telefónica (Definición).	26
1.2) Características del Sistema AXE.	29
1.3) Descripción de los Sistemas APT y APZ.	30
1.4) Descripción de los Subsistemas de APT.	31
1.5) Descripción de los Subsistemas de APZ.	36
1.6) Descripción del Sistema IOG 11.	38
1.7) Descripción de los Subsistemas de IOG 11.	40
- CAPITULO 2 : "MEDIOS DE TRANSMISION."	
2.1) Introducción.	42
2.2) Fibra Optica Monomodo de Dispersión Normal.	44
- CAPITULO 3 : "EQUIPOS PCM."	
3.1) Introducción.	47
3.2) Modulación por Pulsos Codificados.	47
3.3) Estructura de una Trama PCM.	57
3.4) Códigos de Línea (AMI, HDB-3, CMI.).	63
- CAPITULO 4 : "EQUIPOS PDH."	
4.1) Introducción.	72
4.2) Jerarquías de Multiplexión.	74
4.3) Multiplexores de Alto Orden.	78
4.4) Estructura de las Tramas PDH de 4to. Orden.	87
- CAPITULO 5 : "TERMINAL OPTICO."	
5.1) Enlace por Fibra Optica.	90
5.2) Configuración de un Terminal Optico.	92
5.3) Diagrama a Bloques.	101
5.4) Funcionamiento Eléctrico / Optico.	103
5.5) Redundancia M + N.	107
5.6) Condiciones Eléctrico / Opticas.	108
5.7) Emisores / Receptores Opticos.	110
- CAPITULO 6 : "TERMINAL OPTICO FD-4250 NEC CORP."	
6.1) Introducción.	122
6.2) Función.	122

6.3) Descripción Física.	123
6.4) Sistema Protegido 1 + 1.	127
6.5) Conversión de la Señal Principal.	130
6.6) Canal de Datos de Servicio.	131
6.7) Monitoreo en la Línea (ON LINE) y Control.	133
6.8) Apagado Automático del Diodo Láser (LDSO).	142
6.9) Bucle de Señal (LOOPBACK).	143
6.10) Distribución de Alimentación.	144
6.11) Generación de Alarmas.	145

- CAPITULO 7 : "ENLACE ENTRE CENTRALES (SEÑALIZACION)".

7.1) Introducción.	147
7.2) Conceptos Telefónicos y Funciones de la Señalización.	150
7.3) Señalización de Abonado.	155
7.3.1) Señales Numéricas.	155
7.3.2) Señales Acústicas y de Repique.	160
7.3.3) Mensajes Grabados.	162
7.4) Señalización de Línea.	162
7.4.1) Señales de Línea de Abonado.	162
7.4.2) Señales de Línea entre Centrales.	164
a) Descripción Funcional de las Señales hacia Adelante.	167
b) Descripción Funcional de las Señales hacia Atrás.	168
c) Señales de Línea de C.D. (Dos hilos).	170
d) Señales de Operadora.	171
e) Señales entre Centrales.	172
7.5) Señalización de Registro.	173
7.5.1) Señalización R2 Modificado (MFC).	173
a) Composición de Señales de Registro.	173
b) Uso de los significados de las señales MFC.	176
c) Cambios de Significado.	187
d) Condiciones para el Envío de las Señales Impulsadas de Multifrecuencia.	188
e) Recomendaciones Generales de Explotación Futura del Sistema de Señales de Multifrecuencia MFC.	190
f) Señales Numéricas para Operadoras.	191
7.6) Enlace entre Centrales (ejemplo).	192

- APENDICE (ABREVIACIONES).

- BIBLIOGRAFIA.

196
203

INTRODUCCION.

En la transmisión de informaciones por cable o por vía radio, los equipos de telecomunicaciones tienen la misión de emplear la capacidad de transmisión de los medios predeterminados de la mejor forma posible, como por ejemplo, para enviar por ellos el mayor número de canales o de conversaciones telefónicas.

Por ello, primeramente se desarrollaron procedimientos para la transmisión de canales multiplexados en frecuencia, y por otro lado desde los comienzos de la transmisión fueron empleados procedimientos para la transmisión en múltiplex temporal o multiplexación en tiempo.

Pero, precisamente desde que se dispuso de circuitos integrados digitales suficientemente confiables y económicamente fáciles de adquirir en lo que respecta al precio, es cuando se pudo implantar también éste tipo de transmisión en forma rentable. Esto dio lugar a que la transmisión por multiplexado temporal y, en especial la modulación por pulsos codificados (PCM) funcionen principalmente con tecnología de circuitos integrados digitales. Debido a que la transmisión de información se da en forma digital se le ha denominado "TECNICA DE TRANSMISION DIGITAL".

A partir de 1962 se introdujo en los Estados Unidos y, posteriormente también Japón, un sistema básico de PCM de 24 canales, mientras que, a partir de 1968, Europa se puso de acuerdo en un sistema PCM para 30 canales que es el sistema que actualmente se utiliza en México.

La forma más usada para la transmisión digital es la técnica de Modulación por Pulsos

Codificados (PCM), que en su forma más simple permite agrupar 30 canales telefónicos de voz en un sólo tren de pulsos digital con una velocidad de transmisión de 2048 Kbits/s, lo que se conoce como PCM de primer orden.

Este tren de pulsos digital de información puede transmitirse por cable multipar (un par de cable de cobre por sistema) , por cable coaxial o fibra óptica, en la actualidad se utiliza el par de cable multipar en las redes troncales urbanas para transmitir sistemas PCM, pero está siendo reemplazado rápidamente por la fibra óptica.

También éstas señales pueden formar parte como fuente para Multiplexores digitales de niveles jerárquicos inmediatos que conforman los sistemas de multiplexación digital de alto orden.

De hecho, sobre los sistemas PCM de primer orden se estructura la jerarquía de niveles de alto orden y éstos a su vez se pueden transmitir por cable coaxial, fibra óptica y radio enlaces.

Debido al desarrollo del LASER semiconductor y de la fibra óptica, así como de la tecnología digital avanzada, se abrió el paso a una revolución en las transmisiones: las señales eléctricas podían ser convertidas en señales ópticas y conducirse, a través de fibras del espesor de un cabello fabricadas en vidrio, a lo largo de grandes distancias, con lo que se irrumpía en una nueva era de las telecomunicaciones.

Las Centrales Telefónicas Venta de Carpio y Villa de las Flores son del tipo AXE de ERICSON, que se describirá posteriormente junto con sus medios de transmisión, recibiendo, procesando y emitiendo información y viceversa; a través, del terminal óptico FD-4250 de NEC CORPORATION.

Este tipo de centrales utiliza Fibra Optica Monomodo de Dispersión Normal, su terminal óptico.

está basado en un diodo láser, los códigos de línea que utiliza son: AMI, HDB-3 y CMI; la estructura de las tramas PDH son de 4to orden y están regidas por el estándar de Multiplexión Europeo.

ANTECEDENTES.

EL LASER.

Un LASER es una fuente de radiación en la parte visible, infrarroja o ultravioleta del espectro electromagnético y su nombre es una abreviatura formada con las siglas de: "LIGHT AMPLIFICATION BY STIMULATED EMISSION OF RADIATION". Para entenderse mejor lo que quiere decir lo traducimos como: "AMPLIFICACION DE LA LUZ POR MEDIO DE LA EMISION ESTIMULADA DE RADIACION".

Albert Einstein en 1917 propuso que las partículas de luz con energía a una frecuencia específica podrían estimular otros electrones del átomo para emitir energía radiante, como luz a la misma frecuencia; esto es, el funcionamiento del LASER.

C.H. Townes y A.L. Shawlow propusieron en 1958 que los principios en que se basa la amplificación de microondas por emisión estimulada, que produce el MASER, podrían aplicarse a la amplificación de luz y no fue sino hasta dos años más tarde en 1960 que, T.H. Maiman desarrolló el primer LASER operante, el cual estaba formado por una barra de rubí con extremos reflejantes y rodeada por una lámpara helicoidal de destellos. Un tiempo después se desarrolló el sistema basado en el gas helio-neón (He-Ne); y pronto se encontró que muchas otras sustancias podían funcionar como medios activos para la emisión LASER.

El nombre formal para la física del LASER es el de Electrónica Cuántica. El término está relacionado con dos instituciones del campo del LASER una de ellas es la Bienial Conferencia

Internacional de Electrónica Cuántica (tradicionalmente de investigación orientada al LASER y la mayor institución de la reunión en el campo del mismo); y la otra es la revista de LASER publicada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos llamada IEEE de Electrónica Cuántica.

Mucha de la terminología de la Física del LASER viene de la espectroscopia y de la física de los átomos y moléculas. Uno de los conceptos más importantes es el de nivel de energía que es un estado cuántico de un átomo o de una molécula. La energía de un nivel particular de energía es medida con respecto al nivel básico o estado de energía más bajo posible al cual le es asignado arbitrariamente el valor de cero energía. El corrimiento de una especie (átomo o molécula) de un nivel de energía a otro es llamado transición. Un corrimiento a un nivel de energía más alto es una excitación hacia un estado excitado y necesita la absorción de una cantidad de energía entre los dos niveles de energía. Una caída desde un nivel de energía más alto a un nivel de energía más bajo es llamado un decaimiento o desexcitación y es acompañado por la liberación de la energía de transición.

Una especie a menudo absorbe o libera energía en forma de fotones (cuantos de radiación electromagnética). En el mundo del LASER, la palabra luz es usada genéricamente para la radiación electromagnética en todas las partes del infrarrojo y del ultravioleta del espectro, de la misma manera que para la luz visible. La luz misma tiene una naturaleza dual, como partícula (fotón) y como onda. La naturaleza de la luz puede ser medida entre otras formas: como longitud de onda de una onda de luz, como la frecuencia de oscilación de una onda o como la energía de un fotón. La longitud de onda es medida en unidades de metro, micrómetros (μm), nanómetros (nm) o en la no exactamente legítima unidad métrica del Angstrom ($\text{A} = 0.1\text{nm}$). La frecuencia y la energía son medidas actualmente equivalentes, de acuerdo a la relación de equivalencia de Planck: $E = h \nu$; donde "E" es la energía, "h" es la constante de Planck y " ν " es la frecuencia. La energía es típicamente medida en electronvolts (eV), que es la energía necesaria

para mover un electrón a través de un potencial de un volt. La frecuencia es medida en hertz (Hz) que es el número de oscilaciones de una onda por segundo. Los espectroscopios, particularmente los utilizados para trabajar en el infrarrojo, algunas veces usan la unidad peculiar de centímetros inversos (cm^{-1}), la cual es el recíproco de la unidad de onda en centímetros, aunque las unidades están basadas en la longitud de onda son proporcionales a la frecuencia o a la energía del fotón.

Hay tres tipos básicos de niveles de energía encontrados en la física del LASER: Nivel electrónico, vibracional y rotacional. Además en una especie son independientes por que pueden cambiar simultáneamente en una transición.

La excitación es el proceso de llevar un átomo o molécula desde un nivel de energía más bajo a uno más alto y es un requisito para la acción LASER. La transferencia de energía en el medio LASER puede ocurrir mediante varios mecanismos, por ejemplo:

- 1) Absorción de fotones.
- 2) Colisiones entre electrones (o algunas veces entre iones) y especies en el medio activo.
- 3) Colisiones entre átomos y moléculas en el medio activo.
- 4) Recombinación de los portadores actuales en un semiconductor.
- 5) Reacciones químicas produciendo especies excitadas.
- 6) Aceleración de electrones.

La emisión de un fotón puede ser estimulada o espontánea. La emisión espontánea ocurre sin interrupciones o intervención externa, cuando una especie cae a un nivel de energía más bajo después de un tiempo (un decaimiento natural, análogamente a la vida media de los isótopos radiactivos) y, es una fracción de segundo. La emisión estimulada tiene un par de propiedades especiales, se tiene la misma longitud de onda que la del fotón original, y éste está en fase con la luz original. La emisión estimulada genera la luz que vemos desde el sol, las estrellas, los focos de

luz y llamas entre otros; por lo tanto, la emisión estimulada produce la luz LASER.

Para que la emisión estimulada ocurra, una inversión de la población será necesaria. La población del nivel superior de una transición tendría que ser más alta que la del nivel inferior. Entonces un fotón de la transición de energía, tendría una mayor probabilidad de estimular emisión desde el estado excitado que a ser absorbido por el estado más bajo. El resultado es una ganancia en el LASER o una amplificación, un aumento neto de fotones con la transición de energía correspondiente a la diferencia entre la emisión estimulada y la absorción en esa longitud de onda. La ganancia es medida como porcentaje del aumento por paso a través del medio LASER, o por centímetro de la distancia a través del medio LASER. Algunas veces la ganancia es medida en función del número de agregados generados por cada centímetro del medio LASER, por ejemplo 4 cm^{-1} , lo que significa cuatro centímetros y no los centímetros inversos del espectroscopio, además de que implica que la potencia de entrada es multiplicada por un factor de 5, por lo que, concluimos que la ganancia del LASER es proporcional a la diferencia entre el cambio de emisión estimulada y el cambio de absorción.

La amplificación de la emisión estimulada de la emisión ocurre en la naturaleza, aunque el fenómeno no fue descubierto sino hasta después de la invención del LASER. Uno de los ejemplos más interesantes es el que ocurre en los niveles superiores de la atmósfera de Marte (Mumma et al. 1981). La radiación solar produce una inversión de la población en el dióxido de carbono presente en las tenues capas superiores de la atmósfera del planeta. La ganancia es baja por que la presión del gas también es baja, pero los volúmenes involucrados son tan grandes que para la escala humana resulta abrumador por que la potencia emitida, en los $10.4 \text{ } (\mu\text{m})$ de la transición del LASER de CO_2 , es alta. Sin embargo, la energía almacenada en esas moléculas de CO_2 es extraída ineficientemente, y la emisión LASER es disipada aleatoriamente en el espacio. Como resultado la intensidad que alcanza es tan baja que la existencia de la emisión LASER fue

descubierta usando instrumentos espectroscopios sofisticados.

Un LASER normal de CO₂ opera en algunas presiones más altas y usa un volumen más pequeño de gas, pero sus ventajas prácticas reales están en que extrae energía más eficientemente y la concentran en un estrecho haz. Esto es dado por colocación de un par de espejos en los dos extremos del tubo cilíndrico. La emisión estimulada ocurre en el eje, entre los dos espejos, está es reflejada hacia adelante y hacia atrás a través del tubo, estimulando la emisión una y otra vez desde las moléculas de CO₂. La emisión estimulada en otras direcciones es pérdida fuera del medio LASER. El resultado es que la emisión estimulada es concentrada en un haz oscilando hacia adelante y hacia atrás entre los espejos.

Desde el punto de vista electrónico, los espejos proveen realimentación positiva. Un LASER con un par de espejos totalmente reflejantes, probablemente cualquier sistema de realimentación positiva, en teoría se amplificaría al infinito, pero en la práctica las pérdidas en la cavidad limitan la realimentación positiva y el grado de amplificación. En los LASER prácticos por uno (o a veces ambos) de los espejos se deja escapar parte de la luz de la cavidad LASER, por cualquiera de sus flancos, a través de un hoyo o de una sección parcialmente transparente. La luz que escapa de la cavidad LASER forma el haz de LASER.

Existen dos tipos de resonadores: el estable y el inestable; el resonador estable concentra la luz a lo largo del eje del LASER, extrayendo energía eficientemente desde esa región, pero no desde las regiones externas alejadas del eje. El haz que produce tiene un pico intenso en el centro y una caída cuando se incrementa la distancia al eje.

El resonador inestable tiende a esparcir la luz en el interior de la cavidad LASER en un volumen mayor. En la mayoría de los casos, el haz de salida tiene un perfil anular, con un pico de intensidad

en anillo alrededor del eje, pero nulo en el eje. Este diseño concentra la energía LASER del mayor volumen en la cavidad LASER.

Los resonadores LASER tienen dos distintos tipos de modos: transversal y longitudinal. El modo transversal se manifiesta en el perfil de la sección transversal del haz de LASER, esto es, en su patrón de intensidad. El modo longitudinal corresponde a las diferentes resonancias a lo largo de la longitud de la cavidad del LASER, las cuales ocurren dentro del ancho de banda de ganancia del LASER. Un sólo modo transversal del LASER que oscila en un sólo modo longitudinal de LASER oscila solamente a una única frecuencia; una oscilación en dos modos longitudinales, está oscilando en dos simultáneas longitudes de onda (pero separadas, muy próximas una de la otra). Con excepción de algunas aplicaciones requeridas en espectroscopia y comunicaciones, controlando los modos longitudinales, tal que, el hecho de que la oscilación sea a una frecuencia única, sea menos importante que el controlador, el modo transversal es el que refleja la calidad del haz.

Los modos transversales son clasificados de acuerdo al número de nulos que aparecen cruzando la sección transversal en dos direcciones. El orden más bajo o fundamental modo, en donde la intensidad de los picos en el centro, es conocida como TEM 00. Un modo con sólo nulos a lo largo de un eje y ninguno nulo en la dirección perpendicular es TEM 01 o TEM 10, dependiendo de la orientación. Para la mayoría de las aplicaciones, el modo TEM 00 es considerado el más conveniente, pero haces multimodos pueden a menudo dar más potencia en un haz de calidad pobre, y así son aceptados para algunos casos.

Para la mayoría de las aplicaciones LASER, las propiedades geométricas del diámetro del haz y divergencia haz son más importantes que la estructura del modo. Para un haz gaussiano, el diámetro del haz es generalmente medido en los puntos donde la intensidad cae al apagarse al

$1/e^2$ de la intensidad pico. La cavidad óptica determina el diámetro del haz, el cuál es medido a la salida del espejo.

La divergencia del haz también depende de la óptica de la cavidad: mide el ángulo en el cual el haz extiende afuera después de que lo hacia a la izquierda del LASER. Con la excepción de LASER de diodo semiconductor, éste es invariablemente menor que 10 miliradianes (mrad), y para muchos tipos éste es del orden de 1 (mrad). El límite bajo de la divergencia del haz es puesto por el límite de la difracción, el cual dice que el punto angular más pequeño puede ser producido, es proporcional a la longitud de onda " λ " y dividida por la apertura de la salida "D". Entonces tenemos que:

$$\text{DIVERGENCIA} = 1.2 \lambda / D$$

La coherencia es un ordenamiento de ondas de luz que les permite transportar grandes cantidades de información. La coherencia produce también un efecto llamado de moteado, el cual toma su nombre de su apariencia. El moteado parecería ruido pero, no es realmente ruido; es información que no deseamos en el microscopio medio no homogéneo del papel en el cual no estamos interesados.

La potencia de los LASER de onda comerciales va desde por debajo de los miliwatts a las decenas de los kilowatts, con potencias promedio comparables con las disponibles en los LASER pulsantes. El rango de las potencias disponibles en cualquier tipo es mucho más limitado debido a las diferencias de la física interna. Los LASER de semiconductor de un sólo elemento están limitados a una potencia promedio o continua bien por debajo de 1 watt debido a los problemas de disipación de calor y a los riesgos del LASER, no obstante el LASER de alta potencia ha sido obtenido a través de arreglos de muchos elementos de semiconductores.

Los LASER pueden operar continuamente por muchos años o generar pulsos ultracortos laseando (lasing), solamente en cuestión de femtosegundos ($1 \text{ fs} = 1 \times 10^{-15} \text{ s}$). Las diferencias reflejan ambos el diseño del LASER y las físicas internas. Los usuarios deben recordar que la escala de tiempo de la física atómica es muy diferente a la del ser humano, siendo medida en nanosegundos o microsegundos en vez de los minutos y segundos.

En el mundo del LASER, cualquier cosa operando durante un segundo o más es llamada onda continua. La mayoría de los LASER de onda continua comerciales pueden emitir durante mucho tiempo, algunas veces durante muchos años. Pero cualquier cosa para la perspectiva humana, desde el punto de vista de la física es legítimo considerar a la emisión LASER que sea durante un segundo una onda continua.

Muchos tipos de LASER pueden operar solamente en modo pulsante, por muchas razones. En muchos LASER de estado sólido, el problema clave es la disipación de calor.

LA FIBRA OPTICA.

La fibra óptica es actualmente el medio de transmisión más utilizado en los enlaces de redes, su aplicación va desde los enlaces de alta velocidad en la red de larga distancia hasta enlaces a baja velocidad en las redes de acceso pasando por los enlaces en la red local, de una central telefónica, por dar un ejemplo.

La fibra óptica es un filamento de vidrio o de plástico, por el cual viaja un rayo de luz, y éste rayo de luz es el que contiene la información a transmitir. El siguiente diagrama muestra a la fibra óptica como medio de transmisión: (figura 1).

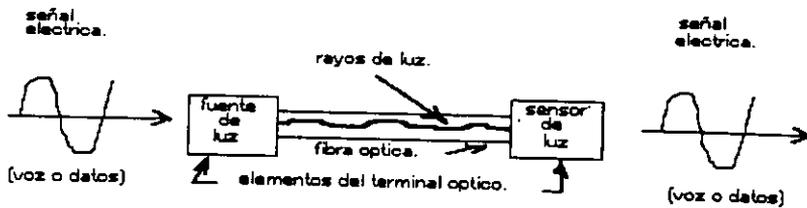


Fig 1 TRANSMISION POR FIBRA OPTICA.

Las ventajas que se tienen al utilizar la fibra óptica como medio de transmisión son:

- a) No existe la diafonía.
- b) No puede ser interferida.
- c) Tiene un ancho de banda amplio.
- d) Totalmente dieléctrica.
- e) Capacidad de múltiplex amplio.
- f) Tamaño pequeño, poco peso, soporta grandes tensiones y tiene mucha flexibilidad.
- g) Inmune a la corrosión.

Las desventajas de la fibra óptica como medio de transmisión son:

- a) Puede resultar más caro si sus ventajas no son correctamente valuadas.
- b) Las pérdidas de acoplamiento y su dificultad en aplicaciones de campo por el pequeño tamaño de las fibras ópticas.
- c) Algunas fuentes luminosas tienen una vida muy limitada, por ejemplo el láser.

La fibra óptica es un medio de transmisión de información analógica o digital, en el cual sus principios básicos de funcionamiento se justifican de forma clara, aunque poco rigurosa aplicándole las leyes de la óptica geométrica. Si se requiere entender rigurosamente el mecanismo de propagación en el interior de la fibra, hay que recurrir a la resolución de las ecuaciones del campo electromagnético, es decir, las ecuaciones de Maxwell.

La fibra óptica está compuesta básicamente de un núcleo y un revestimiento. El núcleo está compuesto por una región cilíndrica que puede ser de vidrio o de plástico, por la cual se efectúa la propagación de la luz. El revestimiento es la zona externa y coaxial con el núcleo. Es totalmente necesaria para que se produzca el mecanismo de propagación y, además es de plástico. En cualquiera de las partes anteriores se deberá cumplir con la diferencia de los índices de refracción (ver figura 2):

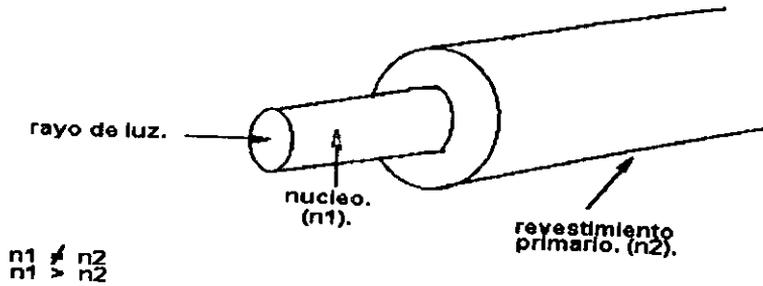


Fig 2 CARACTERISTICAS E INDICES DE REFRACCION DE LA FIBRA OPTICA.

La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra óptica depende de tres características fundamentales:

- a) Del diseño geométrico de la fibra.
- b) De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración (Diseño Optico).
- c) De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esa anchura, menor será la capacidad de transmisión de información de esa fibra.

Las ondas electromagnéticas (por ejemplo rayos de luz) viajan e el vacío a la velocidad de la luz "C", en el aire es casi la misma velocidad, pero en otros medios, tales ondas viajan a menor velocidad (V_m), para conocer la diferencia de éstas velocidades se introduce el índice de refracción como el cociente: C / V_m , donde "C" = 0.3 m/ns.

El índice de refracción (n), es siempre un número son unidades y mayor que uno ($n > 1$). Cada material tiene un valor específico del índice de refracción, leves variantes en la composición, como

impurezas, afectan el valor del índice de refracción, alterándose también las propiedades ópticas del material. En las fibras ópticas ocurre esto: las diferencias entre núcleo y revestimiento están en la segunda y tercera cifra decimal del índice de refracción.

Cuando un rayo de luz choca contra una superficie puede ocurrir una reflexión, una refracción o ambos fenómenos. Esto es debido también, a los cambios del índice de refracción. En el caso de reflexión se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) Superficie altamente pulida o reflejante.
- b) Angulo de incidencia adecuado.

En la siguiente figura mostramos la reflexión a la entrada de la fibra óptica, donde θ_i (ángulo de incidencia) es igual a θ_r (ángulo de reflexión). (ver figura 3).

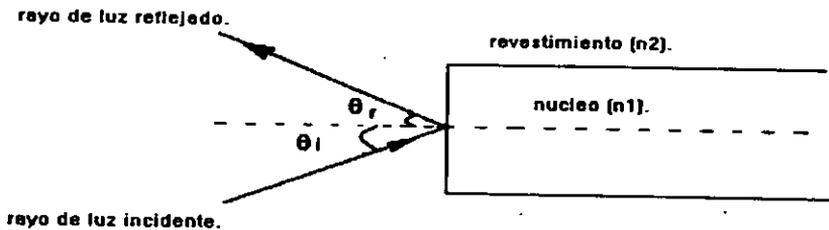


Fig 3) REFLEXION A LA ENTRADA DE LA FIBRA OPTICA.

Como se podrá observar éste fenómeno causa que la mayor cantidad de luz sea lanzada fuera del núcleo de la fibra óptica, el cual no es el objetivo. Los ángulos que forman el rayo incidente y el reflejado con la normal a la superficie de separación de los dos medios, son iguales

La Refracción es el fenómeno más importante desde el punto de vista de entrada de luz al núcleo de la fibra óptica. En la figura podemos observar que la refracción ayudará a introducir la mayor cantidad de luz al núcleo de la fibra, lográndose esto con ángulos pequeños de los rayos que llegan al núcleo, con respecto al eje ficticio de la fibra. (ver figura 4).

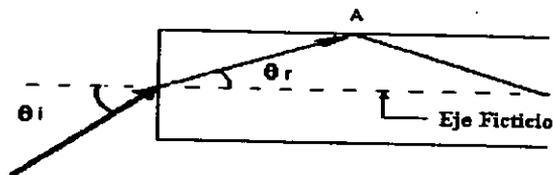


Fig 4) REFRACCION EN LA FIBRA OPTICA.

¿Por que ángulos pequeños?, fundamentalmente es para cumplir con el aspecto geométrico de la luz (rayos de luz), la ley de Snell (que veremos mas adelante) y la condición de reflexión total en la frontera núcleo del revestimiento (punto A).

LEY DE SNELL: La ley de Snell es una relación trigonométrica que nos permite evaluar el ángulo de entrada adecuado, en función de los índices de refracción (n_1 y n_2) para lograr la reflexión y la refracción total interna del rayo de luz. Por otra parte si existe un ángulo grande de incidencia, tendremos un rebote total del rayo de luz conocido como reflejancia (R), dado éste por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{(n_2 - n_1)^2}{(n_1 + n_2)^2}$$

Existe una condición práctica a considerar, " R " deberá ser menor o igual al 4% del 100% del rayo de luz de entrada. (ver figura 5).

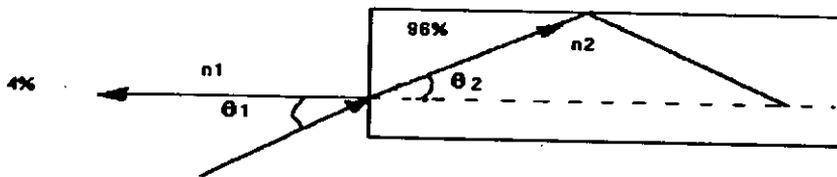


Fig 5) LEY DE SNELL.

A continuación mostramos la ley de Snell:

$n_1 \text{ sen } \theta = n_2 \text{ sen } \theta$, por lo tanto:

n_1, n_2 : son los índices de refracción del aire y núcleo de la fibra, respectivamente.

θ_1, θ_2 : son los ángulos de entrada y refracción del rayo, respectivamente.

sen : función trigonométrica tomada con respecto al eje ficticio de la fibra óptica.

El fenómeno de reflexión total se repite si el índice de refracción en todo el núcleo de la fibra es el mismo. De este modo el rayo llegará al final de la fibra óptica con el mismo ángulo con que incidió en ella. (ver figura 6).

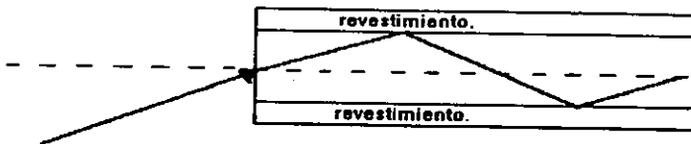


fig 6) FENOMENO DE REFLEXION TOTAL.

Los parámetros característicos de las fibras ópticas son los siguientes:

- Parámetros Estáticos (Son constantes a lo largo de la fibra óptica dentro de las

tolerancias propias de fabricación, y se refieren a las características ópticas y geométricas de las mismas):

i) Ópticos:

- Apertura numérica.
- Perfil del índice de refracción.

ii) Geométricos:

- Diámetro del núcleo.
- Diámetro
- Excentricidad.
- No circularidad del núcleo.
- No circularidad del revestimiento.

b) Parámetros Dinámicos (Son características de la fibra óptica que afectan la progresión de la señal a lo largo de la misma.):

i) Atenuación:

- Intrínseca a la fibra.
- Por causas extrínsecas.

ii) Dispersión Temporal:

- Dispersión modal.
- Dispersión del material.
- Dispersión por efecto guiasondas.

La apertura numérica se considera como un cono de aceptación adecuada a los rayos de luz que llegan al núcleo de la fibra óptica, determinante de la cantidad de la luz que puede aceptar una fibra y, en consecuencia, de la energía que puede transportar. A continuación mostramos éste cono de aceptación de luz y la forma matemática de encontrarla. (ver figura 7).

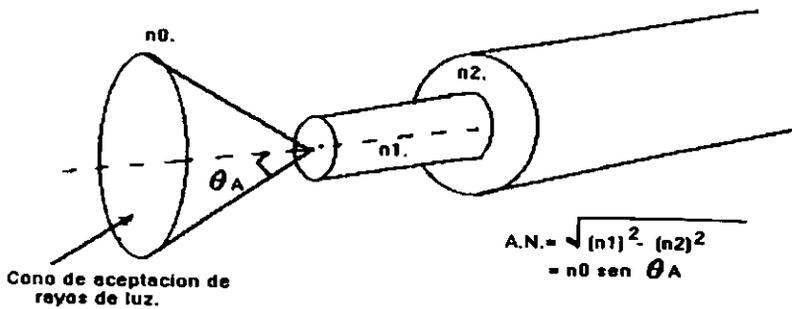


Fig 7) APERTURA NUMERICA DE LA FIBRA OPTICA.

El Perfil del índice de refracción, define la ley de variación del mismo en sentido radial y siendo la velocidad de la luz en cada punto función de dicho índice, dará lugar a diferentes velocidades en diferentes puntos.

Los parámetros geométricos son en función de la tecnología usada en la fabricación de las fibras y las tolerancias correspondientes serán una consecuencia de las mismas.

La Atenuación se define como la pérdida en el interior de una fibra y es la relación entre las potencias luminosas a la salida y a la entrada, expresada en decibelios y calculada para determinada longitud de onda λ .

Literalmente el decibel significa la décima parte de un bel. Su definición es:

$$dB = 10 \log (P1 / P2).$$

El coeficiente de atenuación $\alpha (\lambda)$ se define como la atenuación por unidad de longitud, generalmente el Km., a esa longitud de onda:

$$\alpha (\lambda) = (1 / L) 10 \log (P1 / P2). \quad \text{dB / Km.}$$

Visualizamos con ejemplos y diagramas los tres casos de manifiesto del dB. (ver figura 8).

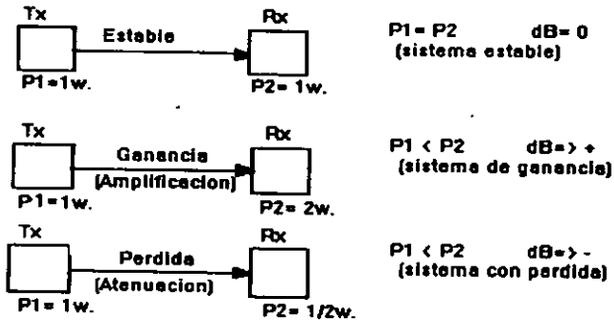


fig 8) LOS TRES CASOS DE MANIFIESTO DEL dB.

Los tipos de fibra óptica en función de su perfil y cantidad de rayos lumínicos (modos) de su núcleo, se muestra en la siguiente figura: (ver figura 9).

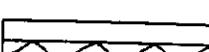
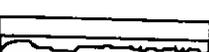
Sección Transversal Índice escalonado.	Perfil del Índice.	Trazectoria del haz.	Pulso de Entrada.	Pulso de Salida.	Aplicación. Distancia Corra. C.D. < 5 Km.
Índice Gradual.					Distancia Medie. M.D. 5 - 15 Km.
Monomodo Dispersion Normal.					Larga Distancia. L.D. < 70 Km.
Monomodo Dispersion Corrida.					Larga Distancia. L.D. < 120 Km.

Fig 9) TIPOS DE FIBRA OPTICA.

CAPITULO 1.

CENTRALES AXE.

1.1) CENTRAL TELEFONICA:

Al conjunto de dispositivos que se encargan de realizar las operaciones de conmutación entre las líneas correspondientes a los clientes (abonados o suscriptores) del servicio telefónico se le conoce como CENTRAL TELEFONICA. De manera general a continuación se presenta el diagrama de bloques de una central telefónica típica. (ver figura 1).

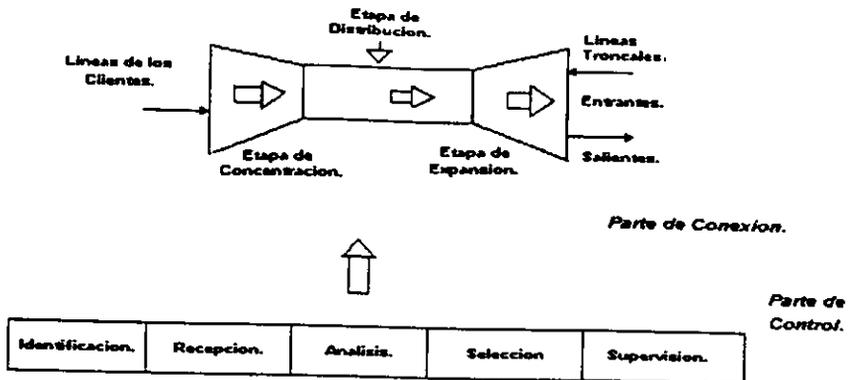


Fig 1) DIAGRAMA A BLOQUES DE UNA CENTRAL TELEFONICA.

A continuación se describen de manera general las funciones de cada uno de los bloques que conforman la central.

ETAPA DE CONCENTRACION: De la figura anterior se puede observar que ésta etapa es la encargada de conectar las líneas de abonado al equipo de conmutación reduciendo el número de vías de conexión, con el objeto de proporcionar el servicio de la cantidad de equipo necesaria para prestar el servicio. Las funciones principales de ésta etapa son:

- a) Conectar las líneas de abonado a la central.
- b) Proporcionar los tonos y señales hacia las líneas de abonado.
- c) Cooperar con la etapa de control en el establecimiento de las llamadas.
- d) Proporcionar la etapa de control de la información necesaria para las labores de Operación y Mantenimiento.
- e) Realizar la conversión A / D y D / A de la señal de voz (en las centrales digitales).

ETAPA DE DISTRIBUCION: Esta etapa permite la interconexión de la etapa de concentración y la etapa de expansión. El número de vías de conexión en ésta etapa permanece constante . Dentro de sus funciones podemos identificar las siguientes:

- a) Establecer conexiones entre concentración y expansión.
- b) Cooperar con la etapa de control en el establecimiento de las llamadas.
- c) Proporcionar la etapa de control de la información necesaria para las labores de Operación y Mantenimiento.

ETAPA DE EXPANSION: La misión principal de la etapa de expansión es realizar la conexión de la central telefónica con otras centrales, aumentando para dicho propósito el número de vías de conexión. Dentro de sus funciones están:

- a) Manejar la señalización necesaria.
- b) Acoplar los parámetros eléctricos de la señal a las condiciones de la línea.
- c) Cooperar con la etapa de control en el establecimiento de las llamadas.
- d) Proporcionar la etapa de control de la información necesaria para las labores de Operación y Mantenimiento

PARTE DE CONTROL: En la parte de control se efectúan las funciones relevantes en la operación y el mantenimiento de la central en su conjunto. A grandes rasgos las funciones que realiza la parte de control son:

a) Identificación: Aunque de manera general las funciones de identificación se realizan dentro de la etapa de concentración, el almacenamiento de la identidad del abonado es un dato que se utiliza por la parte de control en el encaminamiento de las llamadas.

c) Recepción: Al igual que la función anterior en donde la mayoría de las operaciones se

realizan a través de la etapa de concentración, el almacenamiento de los datos relevantes lo llevan a cabo la parte de control.

c) Análisis: Las funciones de análisis se refieren al tratamiento o dicho en otras palabras a la serie de acciones (ruta o rutas a utilizar, traficación, terminación anticipada de la llamada, etc.) a tomar después de recibir la información de las funciones anteriores.

d) Selección: La función de selección consiste en marcar de ocupado la serie de órganos a utilizar por la llamada, evitando así que estos pueden ser ocupados por llamadas posteriores.

e) Supervisión: La función de supervisión se refiere al monitoreo de cada una de las etapas requeridas para la correcta operación de éstas en el establecimiento de las llamadas y las acciones de mantenimiento que en su momento cada de una de estas requiera. Otra fase de la función de supervisión es la del establecimiento de una interfaz hacia el operador (comunicación Hombre-Maquina en Centrales Digitales) para realizar labores de operación, mantenimiento y la extracción de datos de facturación o estadísticas del sistema.

1.2) CARACTERISTICAS DEL SISTEMA AXE.

El sistema AXE, es un sistema de conmutación telefónica que emplea el control mediante programa almacenado (SPC). El sistema está diseñado para su utilización como central local, tándem, de tránsito y combinada. Para llevar a efecto una central local, se puede utilizar la conmutación distribuida, mediante unidades de abonados remotas (concentradores). El sistema está constituido en su totalidad por grupos de tarjeta de circuito impreso. El magazine constituye la unidad básica del sistema para el manejo de hardware; todas las conexiones con otros magazines y con MDF (Distribuidor Principal), se realizan mediante cables enchufables. Los magazines tienen diversos tamaños y se colocan en un bastidor (dentro de una repisa).

El sistema AXE está constituido por dos partes principales: equipo de conmutación para la conexión de llamadas telefónicas y, procesadores centrales para controlar el equipo de conmutación. A cada una de estas dos partes el proveedor le ha asignado un código de tres letras. A la parte de conmutación se le llama APT y a la de control APZ.

El sistema de control es un sistema de procesamiento de datos con dos niveles de procesamiento y, tiene una lógica parcialmente distribuida. Existe un nivel central de procesamiento, constituido por un máximo de ocho procesadores centrales duplicados que colaboran con un sistema para la comunicación entre procesadores. En el otro nivel, hay varios procesadores pequeños, llamados procesadores regionales, que están duplicados (APT). Todos los pares de procesadores centrales trabajan en modo síncrono paralelo, en cambio los procesadores regionales trabajan de acuerdo con el método de distribución de carga (carga compartida).

1.3) DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS APT Y APZ.

A continuación se presenta un diagrama a bloques que presenta de manera más precisa los elementos APT, APZ, incluyendo el sistema IOG - 11. (ver figura 3).

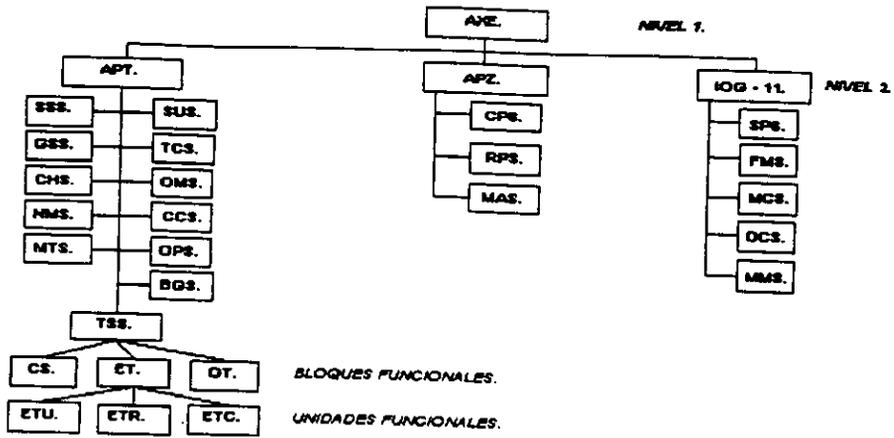


Fig 2) DIAGRAMA A BLOQUES DE LOS ELEMENTOS DE LOS ELEMENTOS DE APT, APZ e IOG-11.

1.4) DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS DE APT.

En el siguiente diagrama a bloques vemos la clasificación de los Subsistemas APT. (ver figura 3).

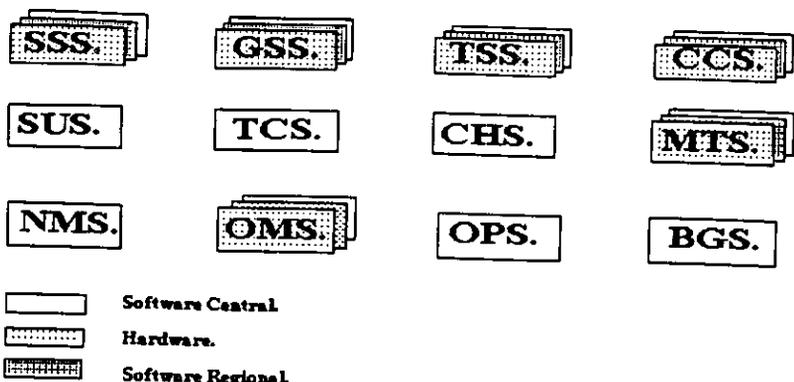


Fig 3) SUBSISTEMA DE APT.

SSS: Subsistema de Conmutación de Abonado (Subscriber Switching Subsystem). Está constituido tanto por Hardware como por Software. Su labor consiste en la supervisión del estado de líneas de abonado que están conectados, el establecimiento y la desconexión de la red del abonado y el envío y recepción de señales hacia y desde los abonados.

GSS: Subsistema de Selector de Grupo (Group Switching Subsystem). Es un selector de tiempo espacio tiempo (TST). Está constituido tanto de Hardware como de Software. Está bajo el control de TCS y su labor consiste en el establecimiento de una trayectoria que pase a través de la red de selectores de grupo que queda entre los dispositivos de SSS y TSS.

TSS: Subsistema de Señalización y Troncal (Trunk and Signalling Subsystem). Está constituido tanto de Hardware como por Software. Su labor consiste en la supervisión del estado de las líneas troncales que se dirigen a otras centrales, así como el envío y recepción de señales hacia y desde otras centrales.

TCS: Subsistema de Control de Tráfico (Traffic Control Subsystem). Está diseñado únicamente con Software. Su labor consiste en el control y supervisión del establecimiento y desconexión de las trayectorias de habla. TCS almacena y analiza los dígitos que se reciben provenientes de SSS y TSS; y en base a la información relacionada con las categorías de abonado, las rutas, las clases de tarifa, etc., decide como ha de manejarse la llamada.

OMS: Subsistema de Operación y Mantenimiento (Operation and Maintenance Subsystem). Está constituido fundamentalmente por software. Su labor consiste en supervisar la operación de APT y adoptar las medidas pertinentes cuando se presenta una falla. Entre otras responsabilidades de OMS está la recolección de estadísticas de tráfico.

MTS: Subsistema de Telefonía Móvil. Este Subsistema tiene por objeto:

- a) Establecer la conexión hacia / desde un abonado móvil.
- b) Acceso a un abonado móvil con el mismo número, independientemente de su posición geográfica.
- c) Usar las facilidades de un abonado normal.

Una central AXE que tenga el Subsistema MTS se denomina MSC (Mobile Service Switching Center), que significa Centro de Conmutación de Servicio Móvil. Generalmente un MSC es una instalación separada, pero también puede formar parte de una central de tránsito, dependiendo de

los requerimientos del cliente en cuestión.

Un MSC cuenta con varias estaciones base BS (Base Station), cada BS sirve a un área definida. El tamaño de las áreas depende principalmente de dos factores: las condiciones geográficas y la frecuencia empleada. El área cubierta por todas las estaciones base de éste MSC se denomina Area de Servicio. Al equipo de un abonado móvil se le denomina abonado móvil MS (Mobile Station).

CCS: Subsistema de Señalización por Canal Común. (Common Chanel Signalling Subsystem). La Señalización por Canal Común es un método de señalización usado entre los sistemas de telecomunicación controlados por computadora. En esencia, consiste en un canal de datos único que transporta, por medio de mensajes etiquetados, la información de señalización relacionada con todos los circuitos entre los dos sistemas de telefonía.

El enlace de datos transporta toda la información necesaria para el establecimiento de las llamadas entre las dos centrales. Esta información consistirá de señales tales como de forma, numero B, categoría del abonado A, pulsos de tasación, señal de desconexión, por ejemplo. Los dos procesadores se comunican directamente de manera eficaz entre sí por medio de enlaces de datos. (ver figura 4).

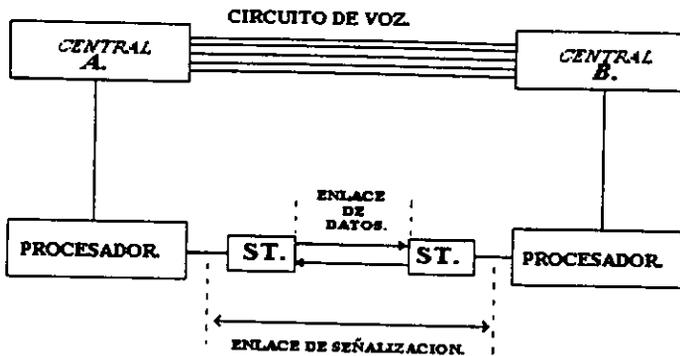


Fig 4) ENLACE DE DATOS.

CHS: Subsistema de Tasación (Charging Subsystem). Está constituido exclusivamente por software. Su misión es la tasación de las llamadas (tasación es el registro que se lleva a cabo del grado de uso que del servicio telefónico hacen los clientes, en un periodo de tiempo específico.). Cuando se utiliza la tasación por impulsos, CHS envía los impulsos de tasación (tomando como base la tarifa estipulada para cada llamada) vía TCS, ya sea hasta la conexión del abonado, a la línea troncal en cuestión o a un medidor interno de llamadas. Cuando se emplea el servicio "Toll Ticketing", CHS reúne toda la información de cobro correspondiente a cada llamada y la registra; por ejemplo, en una cinta magnética.

SUS: Subsistema de Servicios al Abonado (Subscriber Services Subsystem). Contiene las funciones correspondientes a los servicios de abonado y está constituido únicamente por software

central.

NMS: Subsistema de Administración de Red (Network Management Subsystem). NMS está implementado únicamente en software, contiene funciones para la supervisión del flujo del tráfico, a través de la central y, para la introducción de cambios temporales en ese flujo.

BGS: Subsistema de Grupo de Negocios (Busines Group Subsystem). Este Subsistema consta de un grupo de abonados, todos compartiendo la misma central directamente o vía un paso de abonado remoto. Está constituido de Software Central y utiliza el Hardware del paso de abonado (SSS). Este grupo de abonados utiliza la red de TELMEX como red virtual en sus enlaces.

OPS: Subsistema de Operadora (Operator Subsystem). OPS está implementado únicamente en Software. OPS maneja la conexión y desconexión de operadoras, coopera con OTS (Operador Terminal System), Sistema Terminal de Operadora, que incluya las posiciones de operadora.

1.5) DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS DE APZ.

CPS: Subsistema del Procesador Central. Está constituido tanto de hardware como de software. Desempeña las funciones más complejas, tales como la administración de trabajo, manejo de almacenes, carga y cambios de programas. La parte central de software de APT se almacena y ejecuta en CPS. CPS está constituido por un máximo de 8 procesadores duplicados, ambos lados de cada par de procesadores operan sincrónicamente.

MAS: Subsistema de Mantenimiento. Consta de software y su labor consiste en supervisar el correcto funcionamiento de APZ, así como de la ejecución de las tareas pertinentes cuando se

produce una falla.

RPS: Subsistema de Procesadores Regionales. Consta tanto de hardware como de software. El hardware es el equipo físico de los procesadores regionales, mientras que el software consiste en programas administrativos localizados en los procesadores regionales, éste Subsistema se encarga de las funciones sencillas y rutinarias.

La estructura del APZ se muestra en el siguiente diagrama a bloques: (ver figura 5).

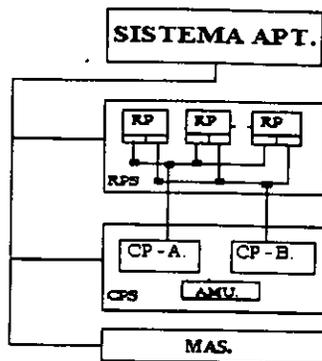


fig 5) ESTRUCTURA DE APT.

Las principales características del Procesador Central (CP) son las siguientes:

- a) **Hardware Duplicado:** Para minimizar los efectos de fallas en hardware, se usan dos procesadores idénticos, cada uno con su propio almacén. Los dos procesadores son llamados lado A (CP - A) y lado B (CP - B).

b) Operación en Paralelo: Ambos lados ejecutan los mismos programas instrucción por instrucción. Como los dos lados son comparados continuamente, las fallas en hardware se detectan inmediatamente.

Uno de los lados (normalmente el CP - A) es Ejecutivo, y los procesadores regionales siempre reciben las ordenes de este lado. No habrá reducción en la capacidad de procesamiento si uno de los lados deja de funcionar. Después de que un lado ha sido detenido y reparado, debe regresar a operación en paralelo con el lado sin falta. Para permitir esto, son transferidos datos desde el lado ejecutivo hacia el lado reparado. Este proceso es llamado ACTUALIZACION.

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

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

1.6) DESCRIPCION DEL SISTEMA IOG 11.

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

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

Existen dos tipos de transporte de datos desde y hacia el sistema AXE, el transporte de archivo y el transporte alfanumérico. El transporte alfanumérico es usado para la comunicación Hombre - Maquina, tales como comando e impresos. El transporte de archivo es usado para el almacenamiento externo y manejo de grandes cantidades de datos, por ejemplo almacenamiento de tasación y datos de recarga.

Los dispositivos para datos alfanuméricos son TW's (Type Writer) unidades de desplegado, impresoras y computadoras personales. En el sistema AXE todos éstos dispositivos son llamados terminales alfanuméricas (AT).

Los dispositivos para datos de archivos son cintas magnéticas (MT), discos duros (HD) y discos flexibles (FD).

Para el transporte remoto de datos, se usan enlaces de datos. Los enlaces de datos pueden llevar datos alfanuméricos desde una terminal remota o datos de archivos a un centro de administración.

La estructura del sistema IOG 11 se muestra en el siguiente diagrama a bloques: (ver figura 6).

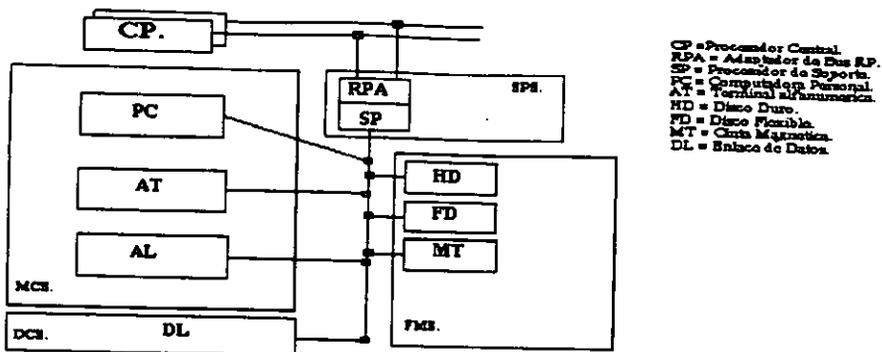


Fig 6) ESTRUCTURA DE IOG-11.

1.7) DESCRIPCION DE LOS SUBSISTEMAS DE IOG 11.

SPS: Subsistema de Procesador de Soporte. El Subsistema consiste de:

- Uno o más procesadores APN 167 con un sistema operativo.
- Una trayectoria de comunicación entre el Procesador de Soporte y el Procesador Central, incluyendo el adaptador de bus RP (RPA).
- Supervisión del grupo de Procesadores de Soporte.

MCS: Subsistema de Comunicación Hombre - Máquina. El Subsistema de comunicación Hombre - Máquina provee la interface Hombre - Máquina para las funciones de operación y mantenimiento en el sistema AXE. MCS maneja dos tipos de información:

- Información Alfanumérica.
- Alamas.

FMS: Subsistema de Administración de Archivos. El hardware controlado por éste Subsistema (FMS) consiste e dispositivos de archivo (disco duro, disco flexible y cinta magnética). FMS incluye además el software para el manejo de esos dispositivos junto con la información almacenada en esos medios. El software está localizado tanto en el procesador central como en el procesador de soporte.

DCS: Subsistema de Comunicación de Datos. El Subsistema de comunicación de datos maneja enlaces externos de comunicación de datos que transfieren varios datos desde y hacia la central. Los enlaces de datos son usados para varios propósitos tales como conectar el sistema a una terminal remota o a una computadora remota usada para el manejo de los datos de tasación o datos estadísticos.

CAPITULO 2.

MEDIOS DE TRANSMISION.

2.1) INTRODUCCION.

El concepto de telecomunicaciones etimológicamente significa "Comunicación a distancia", por comunicaciones entendemos como el intercambio de información entre una fuente y un receptor, éstos pueden ser, por ejemplo, la comunicación entre personas, comunicación entre máquinas o comunicación entre personas y máquinas. El modelo de telecomunicaciones consta de una fuente donde se genera la información, un medio de transmisión y un receptor que recibe e interpreta la información.

La comunicación puede ser unilateral como por ejemplo la radio difusión, o puede ser bilateral o sea en las dos direcciones. (ver figura 1).

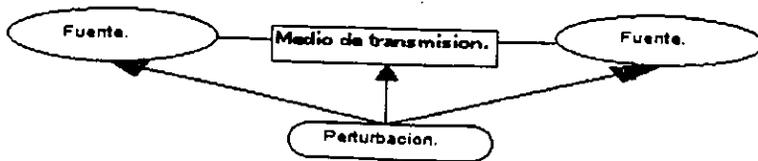


fig 1) COMUNICACION BILATERAL.

El proceso de envío de la información desde la fuente al receptor a través de la red (Medio de Transmisión) se denomina Transmisión.

La red está constituida por medios físicos o virtuales para las señales que provienen de la fuente proporcionándose la conectividad entre la fuente y el receptor.

Los medios de transmisión puede clasificarse de la siguiente manera:

a) Según su naturaleza física:

i) Medios materiales:

- Sólidos (cables).
- Líquidos (agua).
- Gaseosos (atmósfera).

ii) Medios no materiales:

- Vacío.

b) Si son creación o no del hombre:

i) Naturales:

- Atmósfera (vacío).
- Agua (mares, ríos, lagos).
- Tierra.

ii) Artificiales:

- Cables.
- Guías de onda.
- Fibras Ópticas.

En el proceso de la transmisión se deteriora la señal ya sea por fenómenos internos al sistema o por fenómenos externos. Se denomina genéricamente perturbación a ésta degradación, en modelos se ha representado como un elemento independiente no deseado en el sistema.

El efecto de perturbación se traduce en una degradación de calidad de la información obtenida en la recepción manifestado como ruido o errores en la información. Uno de los grandes objetivos del diseño de un sistema es conseguir la transferencia de la información con una degradación que no rebase cierto valor o lo que es lo mismo una calidad determinada.

2.2) FIBRA OPTICA MONOMODO DISPERSION NORMAL.

La fabricación de fibras ópticas de vidrio se realizan por dos tipos de procedimientos: el crisol y la preforma. El crisol se usa para aplicaciones de corto alcance y/o bajo flujo de información

(enlaces entre ordenadores, aplicaciones de circuito cerrado, medicina, industria aeronáutica o del automóvil, etc.). El PERFORMA es aplicado en el campo de las telecomunicaciones para enlaces urbanos o submarinos a 34 Mb/s (480 canales), 140 Mb/s (920 canales) o capacidades superiores de información, así como para aplicaciones en área local, para materializar bucles de banda ancha hasta el abonado.

La fabricación de fibras por la técnica de preforma, que es la más utilizada, comprende dos etapas:

- a) La fabricación por preforma, propiamente dicha.
- b) El estiramiento de la preforma, de la que se obtiene la fibra.

Exteriormente las performas tienen el aspecto de un cilindro macizo de vidrio de 1 a 2 metros de largo y 10 a 20 mm de diámetro.

Sus características macroscópicas son equivalentes a las de las fibras ópticas que de ellas se obtienen por estiramiento, por ejemplo, una preforma de 1 metro de largo y 20 mm de diámetro produce unos 20 Km. de fibra.

Las diferencias tecnológicas radican básicamente en la fabricación de las performas. La fase de estiramiento puede ser similar con performas fabricadas por métodos diferentes.

Las técnicas de fabricación más usadas para fabricar performas de vidrio para fibras de alta calidad, son las que describiremos brevemente a continuación:

- a) VAD (Vapour - phase Axial deposition): Desarrollado en Japón por la NTT. Es el método más utilizado en Japón para la fabricación de performas. La principal diferencia con otros métodos es que el crecimiento de la preforma se realiza en la forma axial.

b) OVD (Outside Vapour Deposition): Desarrollado por Cming Glass Works (USA). En producción normal las performas típicas proporcionan unos 10 - 13 Km. de fibra, con velocidades medias de crecimiento de 0.7 a 1.3 g/min.

c) MCVD (Modified Chemical Vapour Deposition): Este método fue divulgado en 1974 y desde entonces ha venido a ser el más usado en todo el mundo. Fue desarrollado por los laboratorios Bell. Se pueden fabricar fibras Monomodo y multimodo, optimizadas con una o dos ventanas.

d) PCVD (Plasma Chemical Vapour Deposition): Desarrollado y producido por Philips. Se alcanzaron crecimientos de hasta 1.3 g/min y performas equivalentes a 16 Km. de fibra.

A continuación mencionaremos las características de la fibra óptica Monomodo de dispersión normal, ya que es la que nos interesa por ser la utilizada en el enlace de las centrales venta de carpío y villa de las flores (centrales tipo AXE de TELMEX.):

- i) Atenuación : < 0.40 dB/Km. a una longitud de onda de 1300 - 1310 nm.
- ii) Longitud de Onda de Corte de la Fibra : $1190 \text{ nm} < \lambda_c < 1330 \text{ nm}$.
- iii) Diámetro del Modo de Dispersión : $9.3 + 0.5 \mu\text{m}$ a una longitud de onda de 1300 nm.
- iv) Longitud de Onda de Dispersión Cero : $1301.5 \text{ nm} < \lambda_0 < 1321.5 \text{ nm}$.
- v) Diámetro del núcleo ("core diameter") : $8.3 \mu\text{m}$.
- vi) Diámetro del revestimiento ("cladding") : $125.0 + 2.0 \mu\text{m}$.
- vii) No circularidad del Revestimiento : $< 2 \%$.
- viii) Diámetro de Protección Primaria ("coating") : $250 (\pm) 15 \mu\text{m}$.
- ix) Concentricidad de la Protección Primaria : > 0.70 .
- x) Índice de Refracción de Grupo Efectivo (Neff) : 1.470 a una long. de onda de 1300 nm.

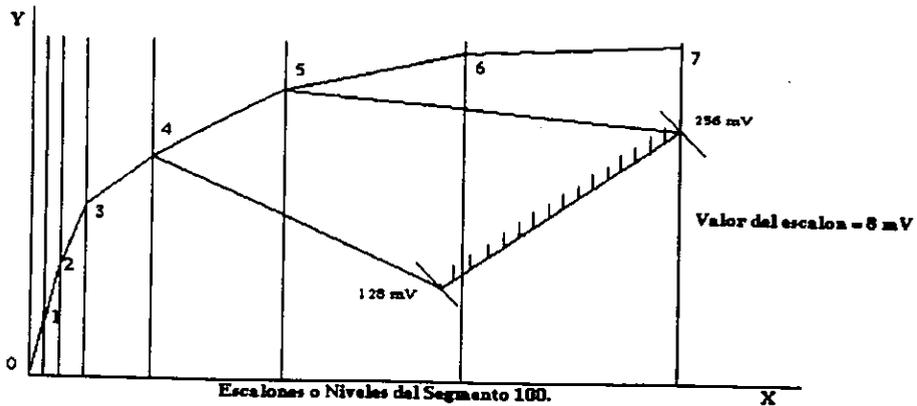


Fig 5) MODIFICACION DE UNA MUESTRA PAM,

Tenemos que la diferencia es de $256 - 128 = 128 \text{ mV}$.

Los escalones ó niveles en este segmento valen 8 mV , por tanto, $128 \text{ mV} / 8 \text{ mV} = 16$, lo que nos indica que quedamos en el escalón 16, pero recordemos que se empieza a contar desde 000, por lo que tenemos que transformar 15 a binario y tenemos:

(15) dec. ----- (1111) bin.

y el código de la muestra será:

PAM = + 256 mV = 1 1 0 0 1 1 1. 1.

FORMULA: Lo que hicimos anteriormente lo podemos sistematizar en el siguiente algoritmo ó fórmula para obtener los últimos cuatro dígitos binarios (bits del 5 al 8):

$B_{5-8} = (\text{ENT} ((\text{ABS}(M) - \text{ABS}(Ia)) / E) - 1) \text{ bin.}$

en donde:

M : Es la muestra PAM a codificar.

la : Es el límite del rango anterior.

E : Es el tamaño del escalón.

bin : Significa que es el resultado de lo que esta dentro del paréntesis, hay que transformarlo al código binario.

ENT () : Significa aproximar al siguiente entero.

ABS () : Significa obtener el valor absoluto, es decir, si es negativo dejarlo como positivo.

3.3) ESTRUCTURA DE UNA TRAMA PCM.

Un sistema de PCM acomoda las señales de sus canales y agrega palabras de sincronía y alarmas, obedeciendo el orden de una estructura, de acuerdo con la norma americana ó la norma europea, que es la que aplicaremos.

Una TRAMA de PCM es el conjunto de pulsos, conjunto de bits ó dígitos binarios que se originan tras de un ciclo completo de muestreo y codificación de los N canales telefónicos.

Anteriormente se hablo de TDM (multiplexacion por división en el tiempo) y que PCM queda dentro de esta clasificación. Por esto, nuestra referencia es el tiempo, así tenemos que, una trama se divide en espacios ó intervalos de tiempo, cada uno de los cuales lleva algún tipo de información; por esto, es necesario sincronizar los órganos de transmisión con los órganos de

recepción. Por ésta razón, se transmiten los bits de alineamiento, los cuales son reconocidos por los circuitos de recepción, para mantener sin alteraciones las relaciones de fase entre el transmisor y el receptor (alineamiento de trama).

Tanto los bits de señalización como los bits de alineamiento, pueden ocupar posiciones diferentes en la trama, de acuerdo con la trama que se utilice.

La norma Americana se basa en la multiplexación de 24 canales telefónicos muestreados a la frecuencia de 8 KHz. Cada muestra se codifica con 7 bits, y un octavo bit que es de señalización, por lo que se tienen un total de 8 bits.

El alineamiento de trama se efectúa añadiendo un bit al final de los intervalos de tiempo correspondientes a los 24 canales. La totalidad de la trama esta formada por 1, 544, 000 bits por segundo ó 1.544 Mbits / seg., según resulta del siguiente cálculo:

$$8 \times 10(3) \text{ Hz} \times (8 \text{ bits} \times 24 \text{ canales}) + 1 \text{ bit de alineamiento} = 1.544 \text{ Mbit / s.}$$

Esto corresponde a la velocidad de transmisión = 1.544 Mbit / s.

La norma Europea está basada en la multiplexación de 30 canales más dos canales de servicio. Cada muestra se codifica con ocho bits (de acuerdo a lo explicado durante la codificación).

La frecuencia de muestreo es de 8 KHz, por lo tanto, el periodo de cada trama es de:

$$T = 1 / (8000\text{Hz}) = 125 \text{ microsegundos.}$$

Puesto que cada trama se divide en 32 intervalos de tiempo, la duración de cada intervalo será de:

$$T = 125 \mu \text{ seg.} / 32 = 3.9 \mu \text{ seg.}$$

Cada intervalo de tiempo se compone de 8 bits:

$$T = 3.9 \mu \text{ seg.} / 8 = 0.4881 \mu \text{ seg.}$$

es la duración de un bit.

La velocidad de transmisión es:

$$8 \text{ KHz} \times 32 \text{ intervalos de tiempo} \times 8 \text{ bits} = 2048 \text{ Kbits / s.}$$

También podemos obtener el mismo resultado del intervalo del periodo de un bit:

$$\text{velocidad de transmisión} = 1 / (0.4881 \text{ microseg}) = 2048 \text{ Kbit / s.}$$

Una multitrama es el conjunto de 16 tramas, numeradas de la 0 a la 15, y es el ciclo completo en donde se inserta toda la información de alarmas, señalización, voz y palabras de alineamiento de trama y multitrama. (ver figura 6).

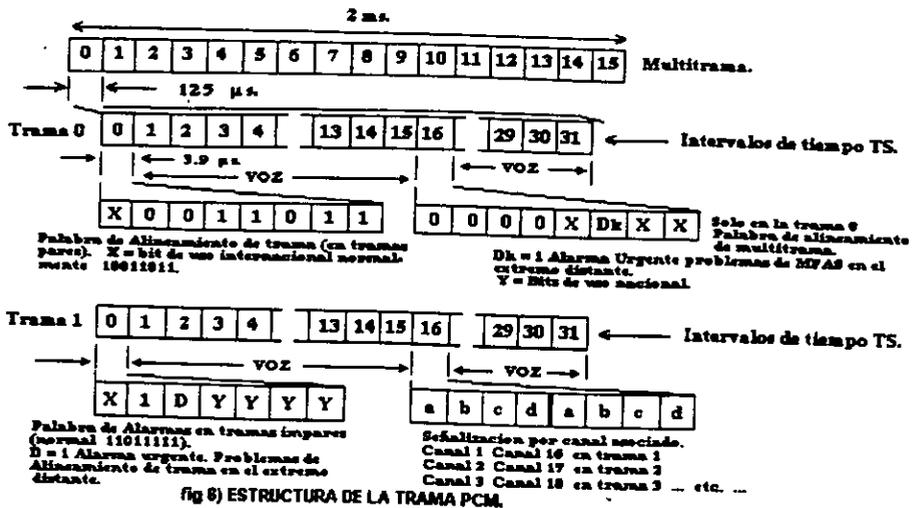


fig 6) ESTRUCTURA DE LA TRAMA PCM.

Observando la figura anterior, tenemos una multitrama con sus 16 tramas (0 - 15).

Después tenemos una ampliación de la trama cero con sus 32 intervalos de tiempo (0 - 31).

En al siguiente figura se observa en forma detallada, la estructura completa de una multitrama: (ver figura 7).

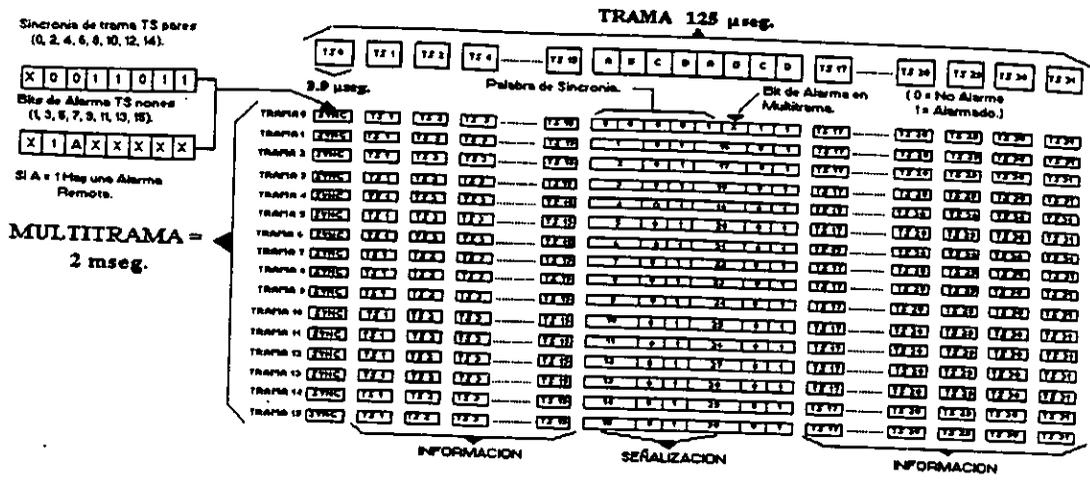


Fig 7) ESTRUCTURA DE LA MULTIFRAMA PCM.

La Palabra de Alineamiento de Tramas, también conocido como alineamiento de trama. Deberá transmitirse: X 0 0 1 1 0 1 1

en todas las tramas pares. La X puede ser 0 ó 1 y lo que normalmente usamos es:

1 0 0 1 1 0 1 1, sin que se afecte el sistema, puesto que el primer bit solo es una indicación convencional para cruce de frontera.

La Palabra de Sincronía de Multiframe, también conocida como alineamiento de multiframe. Deberá transmitirse: 0 0 0 0 1 B X 1

donde:

Los 0000 es la palabra de sincronía de multiframe

Si B = 0, el sistema es normal.

Si B = 1, hay una falla remota de multiframe.

El Bit X = otro uso (depende del fabricante).

Esta palabra se transmite en el intervalo de tiempo de la trama 16 de la trama 0.

En resumen, tenemos para la norma Americana:

- a) Se multiplexan 24 canales.
- b) Cada muestra se codifica con 7 bits y el octavo bit es de señalización.
- c) Se conforma de 24 times slot de 8 bits mas un bit de alineamiento.
- d) Se inserta un bit de alineamiento al final de cada trama.
- e) Velocidad de transmisión = 1.544 Mb / s

$$8 \times 10^3 \text{ Hz} \times (8 \text{ bits} \times 24 \text{ canales}) + 1 \text{ bit de alineamiento} = 1.544 \text{ Mb / s}$$

Y para la norma Europea tenemos lo siguiente:

- a) Se multiplexan 30 canales
- b) Cada muestra se codifica con 8 bits, la señalización se transmite en el intervalo de tiempo 16 de cada trama.
- c) Se conforma de 32 times slot de 8 bits.
- d) Se utiliza el TS 0 de las tramas impares para alineamiento y el TS 0 de las tramas impares para alarmas. Se utiliza el TS 16 de las tramas 0 para sincronía de multitrama y el TS 16 de las tramas 1 - 15 para señalización de los canales 1 - 30.
- e) Velocidad de transmisión de 2.048 Mb / s.

$$8 \times 10^3 \text{ Hz} \times (8 \text{ bits} \times 32 \text{ intervalos de tiempo}) = 2.048 \text{ Mbit / s}$$

3.4) CODIGOS DE LINEA.

En los temas anteriores se vio como se forma una señal PCM, considerándose al último como un tren de pulsos (bit en unos y ceros). Ahora ése tren tiene que ser transmitido. Dependiendo del tipo de transmisión adoptado (cable, radio, enlace, etc.), podrían aparecer dificultades al emplear una señal constituida de esa forma, por lo que, es necesario darle un tratamiento para que, manteniendo inalteradas las informaciones contenidas en ella (la señal), se adapte al medio de transmisión.

Los requisitos más importantes para la transmisión digital son:

a) Que no haya tensión ó corriente continua y que las componentes de baja frecuencia sean lo mejor posibles, para que puedan intercalarse transformadores en la vía de transmisión de la señal.

b) Que haya la posibilidad de transmitir secuencias de bit discretas (por ejemplo, incluso secuencias prolongadas de ceros), es decir, que exista lo que se llama independencia de la secuencia de bits ó transparencia de bits.

Un Código es un conjunto de símbolos, cada uno de los cuales, tiene un significado asociado y, con dichos símbolos combinados se pueden lograr conformar significados más complejos. Hay una gran cantidad de códigos que sirven para dar un mejor tratamiento y seguridad a la información.

CODIGO NRZ (No retorno a cero): Unipolar 100%. Este es el código en el que el periodo de cada bit es el 100%, es decir, el ciclo de trabajo de cada bit es el 100%. Este código se usa internamente en los equipos y, sus desventajas para ser usado en la transmisión, en especial por cable, son debido a que:

a) La componente continua de corriente no permite enviar por línea la telealimentación de los

regeneradores.

b) No es posible que la señal de componente continua pase a través de los regeneradores de línea.

En la práctica, el reloj se extrae de las transiciones de la señal recibida para sincronizar un circuito tanque ó similar (de cada regenerador y del múltiplex de recepción). Usando un NRZ, podría existir una pérdida de sincronía al presentarse largas cadenas de ceros.

CODIGO RZ (Retorno a cero): En éste código la señal es similar al NRZ, pero el ciclo de trabajo de cada bit se reduce al 50%. Se usa en el interior de los mismos equipos puesto que aún tiene las mismas desventajas que el anterior para la transmisión.

CODIGO ADI: Este código significa Inversión de Dígitos Alternados por sus siglas en ingles. Este código sigue un patrón conocido como PINININI, lo cuál significa que el primer bit de cada palabra PCM (grupo de 8 bits) lo tomamos y le respetamos su polaridad, al siguiente bit hay que cambiarle su estado (Inversión), al siguiente bit dejarlo normal, al siguiente bit hacerle una inversión y así alternativamente. Le sirve al equipo para evitar largas cadenas de unos y ceros y lo utilizan internamente algunas tarjetas de PCM, como las del ByB, por ejemplo.

CODIGO AMI (Alternative Mark Inversión): Bipolar al 50%. Alternativo a tres niveles. Inversión de marcas alteradas. Este código consiste en que una vez aplicado el RZ, se alterará la polaridad de los unos, de esta forma, no existirá componente de corriente continua. Se considera ya un código de línea, aunque con algunas deficiencias, ya que no elimina la posibilidad de que una cadena larga de ceros haga imposible la extracción de la frecuencia de reloj.

CODIGO HDB-3 (High Density Binary - binario de alta densidad - Máximo tres ceros

consecutivos): Bipolar al 50%. Alternativo a tres niveles. Es un código de línea. Mantiene nula la componente de corriente continua. Tiene todas las ventajas de AMI, pero además, puede extraer el reloj aún en presencia de largas cadenas de ceros.

A continuación se presentan las reglas que componen éste código:

a) Mientras no aparezcan más de tres ceros en forma consecutiva en la señal binaria, el código HDB-3 es idéntico al AMI.

b) Cuando aparezcan más de tres ceros consecutivos se hace una sustitución: Se hacen grupos de cuatro bits. Hay dos formas distintas de hacer la sustitución, una es insertando el patrón 0001 y otro es insertando el patrón 1001.

- Si la polaridad del último uno transmitido tiene la misma polaridad que la última violación insertada, el patrón a insertar es 1001. Convencionalmente, al uno de la primera posición lo llamaremos "violación".

- Si la polaridad del último uno transmitido es diferente a la polaridad de la última violación insertada, se insertara el patrón 0001. Sólo al inicio, la polaridad de la violación deberá ser igual al último uno recibido y si no hubo se hace una suposición.

c) Si después de que se agregaron la marca y la violación no hubo rompimiento de alternancia, es decir, quedaron tres unos consecutivos, se hará una inversión del tren posterior de la señal hasta encontrar otra nueva condición.

CODIGO CMI: La finalidad del código interfaz es la de asegurar que la información de temporización se transfiera de un sistema a otro por medio de una señal de datos. Esto significa que el código interfaz debe tener una alta concentración de transiciones de niveles lógicos. Debido a la naturaleza capacitativa del cableado interfaz y de los amplificadores de control automático de ganancia en las entradas interfaz, el código también debe ser equilibrado, es decir, debe tener como promedio igual número de impulsos en cada uno de los niveles utilizados, a fin de que una

carga de uno u otro de los niveles no se acumule en el componente capacitativo.

El código interfaz (por ejemplo, el interfaz entre un multiplexor y un sistema de línea recomendado por el CCITT para el interfaz de 140 Mbit/s) se denomina inversión de marcas codificadas (CMI).

El CMI es un código de dos niveles sin retorno a cero.

Un 0 binario se codifica de forma tal que ambos niveles de amplitud (\pm) se obtengan consecutivamente, cada uno durante medio intervalo de tiempo de unidad ($T/2$).

Un 1 binario se codifica en uno de los niveles de amplitud (\pm) se obtenga consecutivamente, cada uno durante medio intervalo de tiempo completo (T) alterándose el signo de los niveles.

En el sistema de línea óptica, sólo se utiliza CMI en los interfaces, más allá del cuál el código se convierte en binario y luego en código de línea.

CODIGO 5B / 6B: El código 5B / 6B es un código redundante que permite obtener:

- Un número de transiciones en la señal que permite una recuperación fácil del ritmo.
- Una verificación de los errores en recepción sin interrumpir la comunicación.
- Un espectro estrecho de banda de base, caracterizado por una eliminación del componente continuo y una reducción de la potencia en baja frecuencia.

La codificación hace corresponder a todo número binario de 5 bits sucesivos del tren binario incidente, un número de 6 bits según la ley de codificación adoptada.

$2^6 = 64$ números binarios de 5 bits. Entonces, la ley de codificación va a permitir la supresión

del componente continuo del espectro del código y limitar en él, los componentes de bajas frecuencias.

Esto nos lleva a reducir las variaciones de la suma numérica.

Si consideramos que a cada bitio 1 se da un peso +1 y a cada bitio 0 se da un peso -1, se obtiene:

C = 1	Número	SN = +6
C = 6	Números	SN = +4
C = 15	Números	SN = +2
C = 20	Números	SN = 0
C = 15	Números	SN = -2
C = 6	Números	SN = -4
C = 1	Número	SN = -6

SN = Suma Numérica.

Se consideran dos alfabetos:

- Alfabeto 1: SN > 0
- Alfabeto 2: SN < 0

Cada alfabeto contiene 42 números 6B, se puede entonces suprimir 10 para codificar 32 números 5B. Para limitar la secuencia de la suma numérica, suprimimos los números con la SN más grande:

+6, +4, -4, -6.

Se suprimen así, 7 por alfabeto. Los únicos números autorizados son entonces de suma +2, 0, -2.

Nos queda para suprimir tres de entre los números +2, 0 para el alfabeto 1 y 3, y de suma -2 y 0 para el alfabeto 2.

Después de la deducción sobre los diagramas de los estados, como el estado final $\sum SN = +2$ no puede deducirse de los estados $\sum SN = 0$ y $\sum SN = -2$, volvemos sólo a los dos estados $\sum SN = 0$ y $\sum SN = -2$.

La limitación de la excursión máxima de la suma numérica corriente impone la elección de los siguientes 18 números prohibidos:

111111	SN = 6	000000	SN = - 6
111110	SN = 4	000001	SN = - 4
111101	SN = 4	000010	SN = - 4
111011	SN = 4	000100	SN = - 4
110111	SN = 4	001000	SN = - 4
101111	SN = 4	010000	SN = - 4
111100	SN = 2	000011	SN = - 2
001111	SN = 2	110000	SN = - 2

El alfabeto 1 contiene 13 números SN = + 2 y 19 números SN = 0.

El alfabeto 2 contiene 13 números SN = - 2 y 19 números SN = 0.

111000 está inscrito en el alfabeto 1 y 000111 está inscrito en el alfabeto 2.

Tabla de 20 números prohibidos:

- Alfabeto 1:	12 números	SN = + 2
	20 números	SN = 0
- Alfabeto 2:	12 números	SN = - 2
	20 números	SN = 0

Los números 111000 y 000111 están inscritos en cada alfabeto.

Elección de la tabla de codificación: Esta se elige de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Calidad del enlace (tasa de errores).
- Los tiempos de sincronización.
- Los efectos.

La calidad del enlace se efectúa:

- Con medida de la tasa de error.
- Con secuencia de los números prohibidos.
- Con recuento de los desbordamientos de los SN.

A la recepción antes de la transcodificación es necesario volver a encontrar el número de sincronización. Una pérdida de sincronización está ligada con:

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Los desbordamientos de la SN.
- Los números prohibidos.

Los espectros son de dos tipos:

- El espectro de potencia continua.
- El espectro de raya.

Elección de una tabla de transcodificación y de criterio de sincronización: Dos razones principales nos llevan a elegir una tabla con 18 números prohibidos.

- a) La calidad del enlace (recuentos de los números prohibidos).
- b) El espectro de una tabla con 18 números prohibidos tienen un componente espectral con baja frecuencia mínima. El recuento de nesincronización prosigue con el recuento de los números prohibidos.

6B	5B	6B	5B
000000	00010	100000	00110
000001	00011	100001	00111
000010	10111	100010	11100
000011	10011	100011	10111
000100	00000	100100	00100
000101	00001	100101	00101
000110	10101	100110	10100
000111	01101	100111	10101
001000	01010	101000	01110
001001	01011	101001	01111

001010	11111	101010	11110
001011	11001	101011	11111
001100	01000	101100	01100
001101	01001	101101	01101
001111	11001	101111	11101
010000	10010	110000	10110
010001	00010	110001	00110
010010	10011	110010	10010
010011	00011	110011	00111
010100	10000	110100	10110
010101	00000	110101	00100
010110	10001	110110	10000
010111	00001	110111	00101
011000	11010	111000	00010
011001	10010	111001	01110
011010	11011	111010	11010
011011	01011	111011	01111
011100	11000	111100	11100
011101	01000	111101	01100
011110	10011	111110	11000
011111	01001	111111	01101

CAPITULO 3.

EQUIPOS PCM.

3.1) INTRODUCCION.

PCM significa modulación por pulsos codificados por sus siglas en inglés. Se basa en el muestreo, la cuantificación y la codificación. La modulación por pulsos codificados PCM, es un método de conversión de la información de forma analógica a forma digital y viceversa, multiplexando varias señales de canal telefónico (hasta 32 intervalos de tiempo) en tiempo compartido (TDM) a través de tres etapas principales que son: muestreo, cuantificación y codificación, además de una etapa de filtrado para limitar a las señales, a que estén dentro del ancho de banda del canal telefónico (300 Hz a 3400 Hz).

Inicialmente los sistemas PCM tenían su aplicación en el transporte de información en enlaces (troncales) entre centrales analógicas hasta de 30 troncales multiplexadas y transportadas por un par de hilos de cobre.

3.2) MODULACION POR PULSOS CODIFICADOS (PCM).

Modular una señal es modificar alguna(s) de sus características de esa señal, llamada portadora de acuerdo con las características de la señal moduladora ó señal de información, con el objeto de

que transporte la información contenida en la señal moduladora. (ver figura 1).

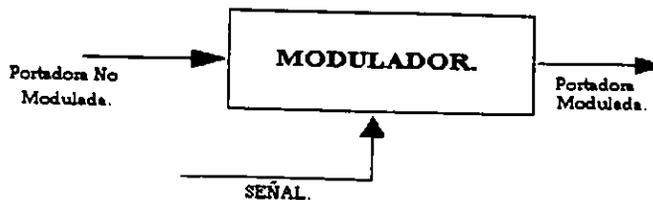


fig 1) MODULACION.

Multiplexar ó multicanalizar señales es un procedimiento en el que se hace posible el integrar éstas señales y transmitirías como una sola señal. Existen dos grandes grupos ó métodos de multiplexacion que son: FDM y TDM.

FDM: Es la multiplexacion por división en frecuencia. Consiste en multicanalizar varios canales asignándoles una frecuencia diferente a cada canal.

TDM: Es la multicanalización por división en el tiempo. Consiste en asignar una ranura ó intervalo de tiempo distinto a cada canal. Dentro de este tipo de multiplexacion tenemos a la técnica conocida como PCM. (ver figura 2).



fig 2) MULTICANALIZACION POR DIVISION EN EL TIEMPO (TDM).

En el esquema anterior, se multicanalizan los canales C1, C2, ... , Cn., compartiendo distintos intervalos de tiempo. Como se observa, debe de existir una coordinación ó sincronización entre los conmutadores SW1 y SW2 para que en un tiempo "t" ambos conmutadores estén en la posición C1 y así, exista coincidencia ó sincronización en ambos extremos para cada intervalo de tiempo.

La modulación por pulsos codificados ó PCM, es un método de conversión de la información de forma analógica a forma digital y viceversa, multiplexando varias señales de canal telefónico en tiempo compartido (TDM) a través de cuatro etapas principales, que son: filtrado, muestreo, cuantificación y codificación. (ver figura 3).

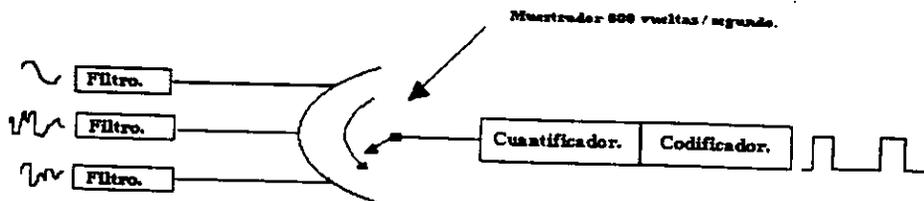


fig 3) MODULACION POR PULSOS CODIFICADOS (PCM).

Vale la pena aclarar que, al hablar de señales de canal telefónico es necesario filtrar previamente éstas señales, para que queden dentro del ancho de banda estándar de un canal telefónico, que es de 300 a 3400 Hz..

Esto se puede ver en el diagrama anterior. Inicialmente se pasa por la etapa de filtraje, en donde la señal queda dentro del ancho de banda del canal telefónico, después pasa por las tres etapas básicas para digitalizar una señal y que son muestreo, cuantificación y muestreo:

ETAPA DE MUESTREO: Es el proceso en el cuál se obtienen pulsos periódicos cuyas amplitudes son las muestras de una onda continua. El periodo ó intervalo de repetición de dichos pulsos está regido por el teorema de Nyquist.

Este teorema establece que para poder recuperar una señal de una de sus muestras, la frecuencia de muestreo debe ser al menos del doble de la frecuencia de la señal de origen.

TEOREMA DE NYQUIST: "Una señal continua que no tenga señales mayores a W Hz, está completamente determinada por muestras de la señal tomadas a intervalos de $1 / (2W)$ segundos. Este mismo teorema, pero expresado en términos de frecuencias, establece que la frecuencia de muestreo (f_s) debe ser mayor ó igual al doble de la frecuencia máxima de la señal muestreada (B)."
 $f_s = 2B$.

VELOCIDAD DE MUESTREO: Como ya se menciona, el ancho de banda de un canal telefónico es de 300 a 3400 Hz, sin embargo, es recomendable un margen y considerar un ancho de banda B de 4000 Hz, así, aplicando la formula anterior tenemos:

$$f_s = 2 (4000) = 8000 \text{ Hz.}$$

y por consiguiente cada muestra tendrá una duración de:

$$T = 1 / (8000) = 125 \text{ microsegundos.}$$

Una vez muestreada se obtiene la señal se obtiene una señal PAM. En los intervalos de tiempo en donde no existe una señal se insertaran los pulsos PAM, producto de una señal muestreada. Para esto, los muestreadores, tanto del transmisor como del receptor deben estar sincronizados.

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

NIVELES DE CUANTIFICACION: El número de niveles de cuantificación M está estrechamente

relacionado con el número de bits "n" que son necesarios para codificar una señal. En nuestro caso, se usan 8 bits para codificar cada muestra. La relación es la siguiente:

$$M = 2^{\text{exponente "n"}} \quad (\text{niveles})$$

en nuestro caso:

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

Sin embargo, no es recomendable que todos esos niveles de voltaje ó escalones tengan el mismo tamaño. Imaginemos cuando hubiera una muestra PAM muy pequeña, al compararse con un escalón ó nivel demasiado grande, se tendría que aproximar a cero ó a un valor muy distinto al valor original de su amplitud.

RUIDO DE CUANTIFICACION: Al producirse el proceso de aproximaciones anterior, da lugar a una cierta alteración de la información representada por la diferencia existente entre la amplitud de la muestra y la amplitud del nivel de decisión que se le asigna. A este fenómeno se le llama ruido ó distorsión de cuantificación.

Este ruido no es lineal, sino que es mayor para las amplitudes pequeñas de las muestras y despreciable para las amplitudes mayores. Para compensar esto, se aplica una cuantificación no lineal, lo que significa que a las amplitudes pequeñas se les compara con niveles pequeños ya que las muestras grandes se les compara con niveles ó escalones grandes.

LEY DE COMPANSION: Compansión es la contracción de compresión y expansión. En forma práctica, esto se hace aplicando la compresión de la señal en la transmisión y la expansión en la

recepción, aplicando las leyes de la Compansión. Existen dos principales leyes:

- a) La ley μ .
- b) La ley A.

Nosotros usaremos la ley A ó la ley de 13 segmentos. En la siguiente figura, se observa ésta ley. Se divide en trece segmentos. En la mitad inferior caen las muestras con polaridad negativa y en la mitad superior, caen las muestras con polaridad positiva. Cada segmento contiene 16 niveles, excepto el nivel 7 que tiene 64 niveles (realmente son cuatro niveles en uno). Sumando todos los niveles obtenemos 256 niveles de cuantificación, que son empleados por la ley A. (ver figura 4).

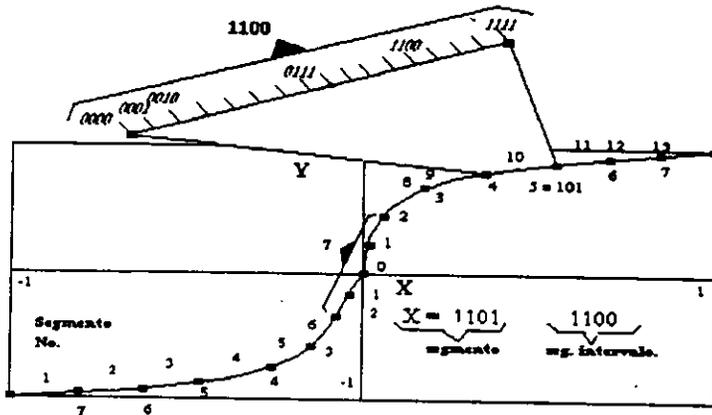


Fig 4) LA LEY A.

CODIFICACION: En nuestro caso, codificar es el asignar un código binario (en palabras de 8 bits), a cada una de las muestras PAM cuantizadas, dependiendo de a cuál de los 256 niveles se halla aproximado la muestra.

Veamos el siguiente ejemplo marcado en la figura anterior. Sea Y una muestra con el siguiente código de ocho dígitos binarios (o bits).

B = 1 1 0 1 1 1 0 0 .

El primer bit identifica la polaridad de la muestra:

1 si es una muestra positiva.

0 si es una muestra negativa.

Los siguientes tres bits nos indican el segmento ó subsegmento a que pertenece la muestra. Aquí sería el subsegmento cinco (101).

Por último, los siguientes cuatro dígitos nos indican el nivel relativo en que quedó la muestra, es decir, en cuál de los 16 niveles quedó la muestra.

Para el ejemplo, B = 1 1 0 1 1 1 0 0 , nos indica que la muestra tiene polaridad positiva por que su primer dígito es 1, que pertenece al segmento 5 y que esta en el nivel 13 (1100) de ese segmento.

La siguiente tabla relaciona el segmento, rango de nivel y el tamaño del escalón. (ver tabla 1).

	SEGMENTO	±± RANGO DEL NIVEL HASTA (mV).	TAMAÑO DEL ESCALON.
Subsegmento 7	000	16	1
Subsegmento 7	001	32	1
	010	64	2
	011	128	4
	100	256	8
	101	512	16
	110	1024	32
	111	2048	64

TABLA 1.

Sea el valor máximo de las muestras PAM (+/-) 2048 mV para entrar al codificador. La tabla anterior nos indica el segmento ó subsegmento y la amplitud de sus escalones.

EJEMPLO: Supongamos que queremos modificar una muestra PAM cuyo valor es de + 256 mV. Solución.

Como es positiva el primer dígito será uno. Observando en la tabla anterior vemos que cae en el segmento 100.

Al estar al comienzo del segmento 100 estamos en el límite anterior $li = 128$. ¿Cuántos escalones de $E = 8$ mV tengo que subir para llegar al nivel de mi muestra $M = 256$ mV? (ver figura 5).

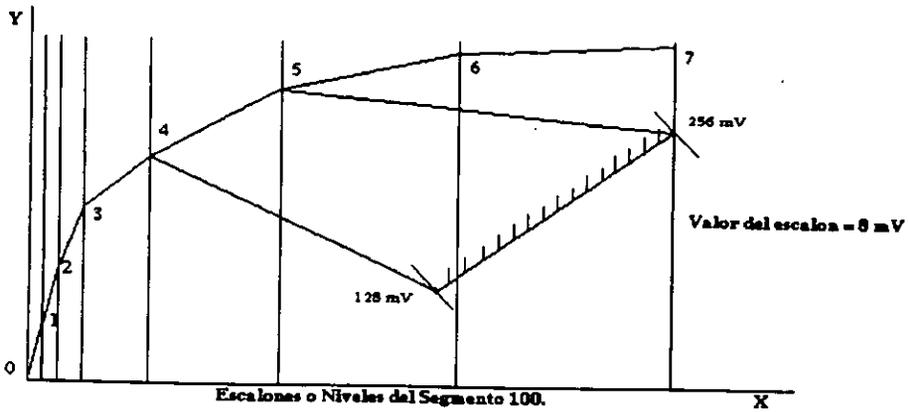


Fig 5) MODIFICACION DE UNA MUESTRA PAM,

Tenemos que la diferencia es de $256 - 128 = 128 \text{ mV}$.

Los escalones ó niveles en este segmento valen 8 mV , por tanto, $128 \text{ mV} / 8 \text{ mV} = 16$, lo que nos indica que quedamos en el escalón 16, pero recordemos que se empieza a contar desde 000, por lo que tenemos que transformar 15 a binario y tenemos:

(15) dec. ----- (1111) bin.

y el código de la muestra será:

PAM = + 256 mV = 1 1 0 0 1 1 1. 1.

FORMULA: Lo que hicimos anteriormente lo podemos sistematizar en el siguiente algoritmo ó fórmula para obtener los últimos cuatro dígitos binarios (bits del 5 al 8):

$$B_{5-8} = (\text{ENT} ((\text{ABS}(M) - \text{ABS}(I_a)) / E) - 1) \text{ bin.}$$

en donde:

M : Es la muestra PAM a codificar.

la : Es el límite del rango anterior.

E : Es el tamaño del escalón.

bin : Significa que es el resultado de lo que esta dentro del paréntesis, hay que transformarlo al código binario.

ENT () : Significa aproximar al siguiente entero.

ABS () : Significa obtener el valor absoluto, es decir, si es negativo dejarlo como positivo.

3.3) ESTRUCTURA DE UNA TRAMA PCM.

Un sistema de PCM acomoda las señales de sus canales y agrega palabras de sincronía y alarmas, obedeciendo el orden de una estructura, de acuerdo con la norma americana ó la norma europea, que es la que aplicaremos.

Una TRAMA de PCM es el conjunto de pulsos, conjunto de bits ó dígitos binarios que se originan tras de un ciclo completo de muestreo y codificación de los N canales telefónicos.

Anteriormente se hablo de TDM (multiplexacion por división en el tiempo) y que PCM queda dentro de esta clasificación. Por esto, nuestra referencia es el tiempo, así tenemos que, una trama se divide en espacios ó intervalos de tiempo, cada uno de los cuales lleva algún tipo de información; por esto, es necesario sincronizar los órganos de transmisión con los órganos de

recepción. Por ésta razón, se transmiten los bits de alineamiento, los cuales son reconocidos por los circuitos de recepción, para mantener sin alteraciones las relaciones de fase entre el transmisor y el receptor (alineamiento de trama).

Tanto los bits de señalización como los bits de alineamiento, pueden ocupar posiciones diferentes en la trama, de acuerdo con la trama que se utilice.

La norma Americana se basa en la multiplexación de 24 canales telefónicos muestreados a la frecuencia de 8 KHz. Cada muestra se codifica con 7 bits, y un octavo bit que es de señalización, por lo que se tienen un total de 8 bits.

El alineamiento de trama se efectúa añadiendo un bit al final de los intervalos de tiempo correspondientes a los 24 canales. La totalidad de la trama esta formada por 1, 544, 000 bits por segundo ó 1.544 Mbits / seg., según resulta del siguiente cálculo:

$$8 \times 10(3) \text{ Hz} \times (8 \text{ bits} \times 24 \text{ canales}) + 1 \text{ bit de alineamiento} = 1.544 \text{ Mbit / s.}$$

Esto corresponde a la velocidad de transmisión = 1.544 Mbit / s.

La norma Europea está basada en la multiplexación de 30 canales más dos canales de servicio. Cada muestra se codifica con ocho bits (de acuerdo a lo explicado durante la codificación).

La frecuencia de muestreo es de 8 KHz, por lo tanto, el periodo de cada trama es de:

$$T = 1 / (8000\text{Hz}) = 125 \text{ microsegundos.}$$

Puesto que cada trama se divide en 32 intervalos de tiempo, la duración de cada intervalo será de:

$$T = 125 \mu \text{ seg.} / 32 = 3.9 \mu \text{ seg.}$$

Cada intervalo de tiempo se compone de 8 bits:

$$T = 3.9 \mu \text{ seg.} / 8 = 0.4881 \mu \text{ seg.}$$

es la duración de un bit.

La velocidad de transmisión es:

$$8 \text{ KHz} \times 32 \text{ intervalos de tiempo} \times 8 \text{ bits} = 2048 \text{ Kbits / s.}$$

También podemos obtener el mismo resultado del intervalo del periodo de un bit:

$$\text{velocidad de transmisión} = 1 / (0.4881 \text{ microseg}) = 2048 \text{ Kbit / s.}$$

Una multitrama es el conjunto de 16 tramas, numeradas de la 0 a la 15, y es el ciclo completo en donde se inserta toda la información de alarmas, señalización, voz y palabras de alineamiento de trama y multitrama. (ver figura 6).

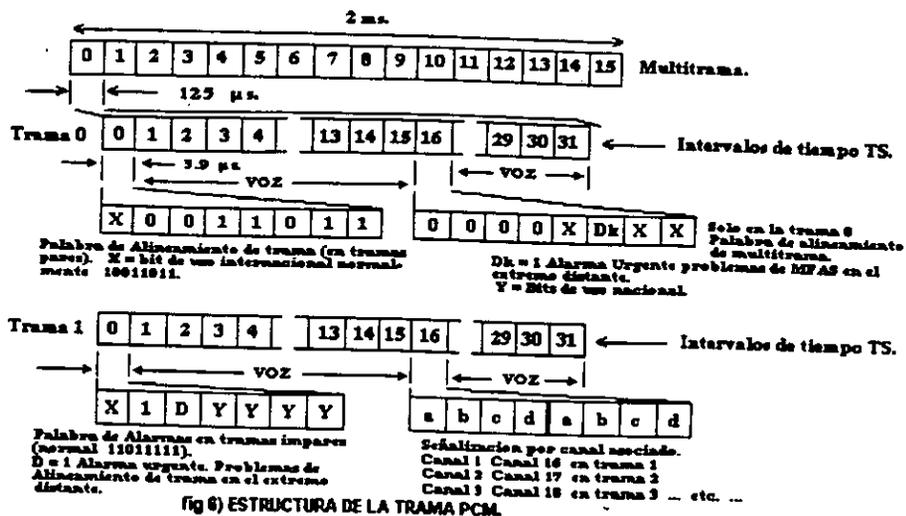


Fig 6) ESTRUCTURA DE LA TRAMA PCM.

Observando la figura anterior, tenemos una multitrama con sus 16 tramas (0 - 15).

Después tenemos una ampliación de la trama cero con sus 32 intervalos de tiempo (0 - 31).

En al siguiente figura se observa en forma detallada, la estructura completa de una multitrama:

(ver figura 7).

Sincronía de trama TS pares
(0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14).

X 0 0 1 1 0 1 1

Bits de Alarma TS nones
(1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15).

X 1 A X X X X X X

Si A = 1 hay una Alarma Remota.

MULTITRAMA = 2 mseg.

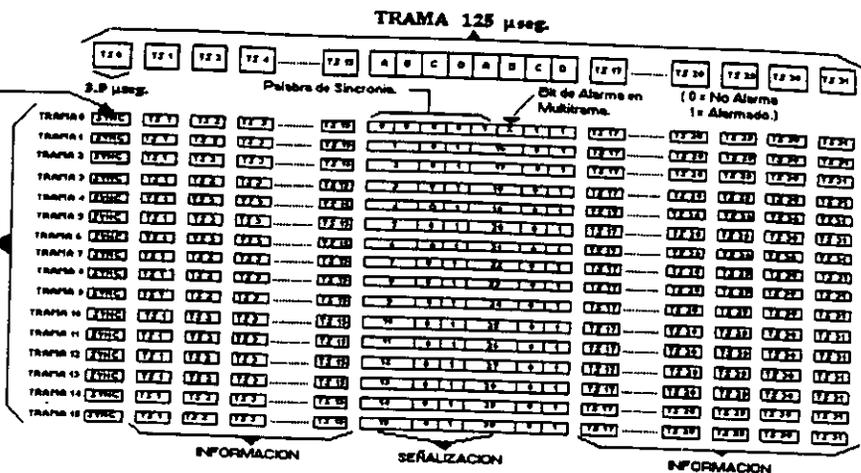


Fig 7) ESTRUCTURA DE LA MULTITRAMA PCM.

La Palabra de Alineamiento de Tramas, también conocido como alineamiento de trama. Deberá transmitirse: X 0 0 1 1 0 1 1

en todas las tramas pares. La X puede ser 0 ó 1 y lo que normalmente usamos es:

1 0 0 1 1 0 1 1, sin que se afecte el sistema, puesto que el primer bit solo es una indicación convencional para cruce de frontera.

La Palabra de Sincronía de Multitrama, también conocida como alineamiento de multitrama.

Deberá transmitirse: 0 0 0 0 1 B X 1

donde:

Los 0000 es la palabra de sincronía de multitrama

Si B = 0, el sistema es normal.

Si B = 1, hay una falla remota de multitrama.

El Bit X = otro uso (depende del fabricante).

Esta palabra se transmite en el intervalo de tiempo de la trama 16 de la trama 0.

En resumen, tenemos para la norma Americana:

- a) Se multiplexan 24 canales.
- b) Cada muestra se codifica con 7 bits y el octavo bit es de señalización.
- c) Se conforma de 24 veces slot de 8 bits mas un bit de alineamiento.
- d) Se inserta un bit de alineamiento al final de cada trama.
- e) Velocidad de transmisión = 1.544 Mb / s

$$8 \times 10^3 \text{ Hz} \times (8 \text{ bits} \times 24 \text{ canales}) + 1 \text{ bit de alineamiento} = 1.544 \text{ Mb / s}$$

Y para la norma Europea tenemos lo siguiente:

- a) Se multiplexan 30 canales
- b) Cada muestra se codifica con 8 bits, la señalización se transmite en el intervalo de tiempo 16 de cada trama.
- c) Se conforma de 32 veces slot de 8 bits.
- d) Se utiliza el TS 0 de las tramas impares para alineamiento y el TS 0 de las tramas impares para alarmas. Se utiliza el TS 16 de las tramas 0 para sincronía de multitrama y el TS 16 de las tramas 1 - 15 para señalización de los canales 1 - 30.
- e) Velocidad de transmisión de 2.048 Mb / s.

$$8 \times 10^3 \text{ Hz} \times (8 \text{ bits} \times 32 \text{ intervalos de tiempo}) = 2.048 \text{ Mbit / s}$$

3.4) CODIGOS DE LINEA.

En los temas anteriores se vio como se forma una señal PCM, considerándose al último como un tren de pulsos (bit en unos y ceros). Ahora ése tren tiene que ser transmitido. Dependiendo del tipo de transmisión adoptado (cable, radio, enlace, etc.), podrían aparecer dificultades al emplear una señal constituida de esa forma, por lo que, es necesario darle un tratamiento para que, manteniendo inalteradas las informaciones contenidas en ella (la señal), se adapte al medio de transmisión.

Los requisitos más importantes para la transmisión digital son:

- a) Que no haya tensión ó corriente continua y que las componentes de baja frecuencia sean lo mejor posibles, para que puedan intercalarse transformadores en la vía de transmisión de la señal.
- b) Que haya la posibilidad de transmitir secuencias de bit discretionales (por ejemplo, incluso secuencias prolongadas de ceros), es decir, que exista lo que se llama independencia de la secuencia de bits ó transparencia de bits.

Un Código es un conjunto de símbolos, cada uno de los cuales, tiene un significado asociado y, con dichos símbolos combinados se pueden lograr conformar significados más complejos. Hay una gran cantidad de códigos que sirven para dar un mejor tratamiento y seguridad a la información.

CODIGO NRZ (No retorno a cero): Unipolar 100%. Este es el código en el que el periodo de cada bit es el 100%, es decir, el ciclo de trabajo de cada bit es el 100%. Este código se usa internamente en los equipos y, sus desventajas para ser usado en la transmisión, en especial por cable, son debido a que:

- a) La componente continua de corriente no permite enviar por línea la telealimentación de los

regeneradores.

b) No es posible que la señal de componente continua pase a través de los regeneradores de línea.

En la práctica, el reloj se extrae de las transiciones de la señal recibida para sincronizar un circuito tanque ó similar (de cada regenerador y del múltiplex de recepción). Usando un NRZ, podría existir una pérdida de sincronía al presentarse largas cadenas de ceros.

CODIGO RZ (Retorno a cero): En éste código la señal es similar al NRZ, pero el ciclo de trabajo de cada bit se reduce al 50%. Se usa en el interior de los mismos equipos puesto que aún tiene las mismas desventajas que el anterior para la transmisión.

CODIGO ADI: Este código significa Inversión de Dígitos Alternados por sus siglas en ingles. Este código sigue un patrón conocido como PINININI, lo cuál significa que el primer bit de cada palabra PCM (grupo de 8 bits) lo tomamos y le respetamos su polaridad, al siguiente bit hay que cambiarle su estado (Inversión), al siguiente bit dejarlo normal, al siguiente bit hacerle una inversión y así alternativamente. Le sirve al equipo para evitar largas cadenas de unos y ceros y lo utilizan internamente algunas tarjetas de PCM, como las del ByB, por ejemplo.

CODIGO AMI (Alternative Mark Inversión): Bipolar al 50%. Alternativo a tres niveles. Inversión de marcas alteradas. Este código consiste en que una vez aplicado el RZ, se alternará la polaridad de los unos, de esta forma, no existirá componente de corriente continua. Se considera ya un código de línea, aunque con algunas deficiencias, ya que no elimina la posibilidad de que una cadena larga de ceros haga imposible la extracción de la frecuencia de reloj.

CODIGO HDB-3 (High Density Binary - binario de alta densidad - Máximo tres ceros

consecutivos): Bipolar al 50%. Alternativo a tres niveles. Es un código de línea. Mantiene nula la componente de corriente continua. Tiene todas las ventajas de AMI, pero además, puede extraer el reloj aún en presencia de largas cadenas de ceros.

A continuación se presentan las reglas que componen éste código:

a) Mientras no aparezcan más de tres ceros en forma consecutiva en la señal binaria, el código HDB-3 es idéntico al AMI.

b) Cuando aparezcan más de tres ceros consecutivos se hace una sustitución: Se hacen grupos de cuatro bits. Hay dos formas distintas de hacer la sustitución, una es insertando el patrón 0001 y otro es insertando el patrón 1001.

- Si la polaridad del último uno transmitido tiene la misma polaridad que la última violación insertada, el patrón a insertar es 1001. Convencionalmente, al uno de la primera posición lo llamaremos "violación".

- Si la polaridad del último uno transmitido es diferente a la polaridad de la última violación insertada, se insertara el patrón 0001. Sólo al inicio, la polaridad de la violación deberá ser igual al último uno recibido y si no hubo se hace una suposición.

c) Si después de que se agregaron la marca y la violación no hubo rompimiento de alternancia, es decir, quedaron tres unos consecutivos, se hará una inversión del tren posterior de la señal hasta encontrar otra nueva condición.

CODIGO CMI: La finalidad del código interfaz es la de asegurar que la información de temporización se transfiera de un sistema a otro por medio de una señal de datos. Esto significa que el código interfaz debe tener una alta concentración de transiciones de niveles lógicos. Debido a la naturaleza capacitativa del cableado interfaz y de los amplificadores de control automático de ganancia en las entradas interfaz, el código también debe ser equilibrado, es decir, debe tener como promedio igual número de impulsos en cada uno de los niveles utilizados, a fin de que una

carga de uno u otro de los niveles no se acumule en el componente capacitativo.

El código interfaz (por ejemplo, el interfaz entre un multiplexor y un sistema de línea recomendado por el CCITT para el interfaz de 140 Mbit/s) se denomina inversión de marcas codificadas (CMI).

El CMI es un código de dos niveles sin retorno a cero.

Un 0 binario se codifica de forma tal que ambos niveles de amplitud (\pm) se obtengan consecutivamente, cada uno durante medio intervalo de tiempo de unidad ($T/2$).

Un 1 binario se codifica en uno de los niveles de amplitud (\pm) se obtenga consecutivamente, cada uno durante medio intervalo de tiempo completo (T) alterándose el signo de los niveles.

En el sistema de línea óptica, sólo se utiliza CMI en los interfaces, más allá del cuál el código se convierte en binario y luego en código de línea.

CODIGO 5B / 6B: El código 5B / 6B es un código redundante que permite obtener:

- Un número de transiciones en la señal que permite una recuperación fácil del ritmo.
- Una verificación de los errores en recepción sin interrumpir la comunicación.
- Un espectro estrecho de banda de base, caracterizado por una eliminación del componente continuo y una reducción de la potencia en baja frecuencia.

La codificación hace corresponder a todo número binario de 5 bits sucesivos del tren binario incidente, un número de 6 bits según la ley de codificación adoptada.

$2(6) = 64$ números binarios de 5 bits. Entonces, la ley de codificación va a permitir la supresión

del componente continuo del espectro del código y limitar en él, los componentes de bajas frecuencias.

Esto nos lleva a reducir las variaciones de la suma numérica.

Si consideramos que a cada bitio 1 se da un peso +1 y a cada bitio 0 se da un peso -1, se obtiene:

C = 1	Número	SN = +6
C = 6	Números	SN = +4
C = 15	Números	SN = +2
C = 20	Números	SN = 0
C = 15	Números	SN = -2
C = 6	Números	SN = -4
C = 1	Número	SN = -6

SN = Suma Numérica.

Se consideran dos alfabetos:

- Alfabeto 1: SN > 0
- Alfabeto 2: SN < 0

Cada alfabeto contiene 42 números 6B, se puede entonces suprimir 10 para codificar 32 números 5B. Para limitar la secuencia de la suma numérica, suprimimos los números con la SN más grande:

+6, +4, -4, -6.

Se suprimen así, 7 por alfabeto. Los únicos números autorizados son entonces de suma +2, 0, -2.

Nos queda para suprimir tres de entre los números +2, 0 para el alfabeto 1 y 3, y de suma -2 y 0 para el alfabeto 2.

Después de la deducción sobre los diagramas de los estados, como el estado final $\sum SN = +2$ no puede deducirse de los estados $\sum SN = 0$ y $\sum SN = -2$, volvemos sólo a los dos estados $\sum SN = 0$ y $\sum SN = -2$.

La limitación de la excursión máxima de la suma numérica corriente impone la elección de los siguientes 18 números prohibidos:

111111	SN = 6	000000	SN = - 6
111110	SN = 4	000001	SN = - 4
111101	SN = 4	000010	SN = - 4
111011	SN = 4	000100	SN = - 4
110111	SN = 4	001000	SN = - 4
101111	SN = 4	010000	SN = - 4
111100	SN = 2	000011	SN = - 2
001111	SN = 2	110000	SN = - 2

El alfabeto 1 contiene 13 números SN = + 2 y 18 números SN = 0.

El alfabeto 2 contiene 13 números SN = - 2 y 19 números SN = 0.

111000 está inscrito en el alfabeto 1 y 000111 está inscrito en el alfabeto 2.

Tabla de 20 números prohibidos:

- Alfabeto 1: 12 números SN = + 2
 20 números SN = 0

- Alfabeto 2: 12 números SN = - 2
 20 números SN = 0

Los números 111000 y 000111 están inscritos en cada alfabeto.

Elección de la tabla de codificación: Esta se elige de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Calidad del enlace (tasa de errores).
- Los tiempos de sincronización.
- Los efectos.

La calidad del enlace se efectúa:

- Con medida de la tasa de error.
- Con secuencia de los números prohibidos.
- Con recuento de los desbordamientos de los SN.

A la recepción antes de la transcodificación es necesario volver a encontrar el número de sincronización. Una pérdida de sincronización está ligada con:

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Los desbordamientos de la SN.
- Los números prohibidos.

Los espectros son de dos tipos:

- El espectro de potencia continua.
- El espectro de raya.

Elección de una tabla de transcodificación y de criterio de sincronización: Dos razones principales nos llevan a elegir una tabla con 18 números prohibidos.

- La calidad del enlace (recuentos de los números prohibidos).
- El espectro de una tabla con 18 números prohibidos tienen un componente espectral con baja frecuencia mínima. El recuento de nesincronización prosigue con el recuento de los números prohibidos.

6B	5B	6B	5B
000000	00010	100000	00110
000001	00011	100001	00111
000010	10111	100010	11100
000011	10011	100011	10111
000100	00000	100100	00100
000101	00001	100101	00101
000110	10101	100110	10100
000111	01101	100111	10101
001000	01010	101000	01110
001001	01011	101001	01111

001010	11111	101010	11110
001011	11001	101011	11111
001100	01000	101100	01100
001101	01001	101101	01101
001111	11001	101111	11101
010000	10010	110000	10110
010001	00010	110001	00110
010010	10011	110010	10010
010011	00011	110011	00111
010100	10000	110100	10110
010101	00000	110101	00100
010110	10001	110110	10000
010111	00001	110111	00101
011000	11010	111000	00010
011001	10010	111001	01110
011010	11011	111010	11010
011011	01011	111011	01111
011100	11000	111100	11100
011101	01000	111101	01100
011110	10011	111110	11000
011111	01001	111111	01101

CAPITULO 4.

EQUIPOS PDH.

4.1) INTRODUCCION.

En la transmisión de informaciones, los equipos de telecomunicaciones tienen la misión de emplear la capacidad de transmisión de los medios predeterminados de la mejor forma posible, como por ejemplo, para enviar por ellos el mayor número de canales ó conversaciones telefónicas. Los sistemas PDH transportan en un barrido superior grupos de 4 tributarios ó sistemas de orden jerárquico inferior.

Los sistemas de jerarquía digital plesiócrona (PDH) de sus siglas en inglés, son equipos Multiplexores digitales que multiplexan señales ó barridos digitales del tipo plesiócrono de velocidad u orden jerárquico inferior en un tren de pulsos digitales de velocidad mayor u orden jerárquico superior.

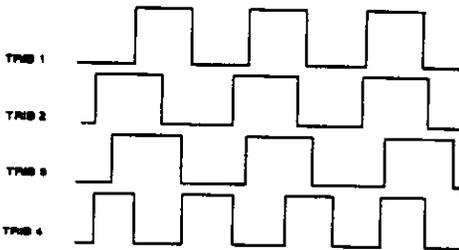
La señal que se obtiene de estos sistemas puede entrar a un medio de transmisión, la selección de éste depende de la velocidad transmitida y el equipo terminal de línea (terminal óptico ó radio digital) ó ser señales de entrada a otro tipo de sistemas.

En el procedimiento de Multiplexión hay que tener en cuenta que las velocidades binarias de los sistemas tributarios tienen un margen de tolerancia, por lo que, no son síncronas, esto es debido a que las señales pueden provenir de diferentes sistemas con diferentes fuentes de reloj, por lo que,

las señales tienen una velocidad nominal (\pm) un margen de tolerancia.

Para comprender mejor éste concepto haremos una analogía, suponiendo que las tributarias son camiones que van a entrar a un andén de carga para que su información sea transportada a un camión más grande. En un ambiente plesiócrono los camiones entrarían al andén de carga en un instante similar pero desfasados en unos instantes de tiempo pequeños. Por el contrario en un ambiente síncrono éstos llegarían al mismo tiempo al andén de carga. (ver figura 1).

Las señales plesiócronas tienen velocidad nominal similar, pero con tolerancia y fase diferente.



Las señales síncronas tienen velocidad igual y fase igual.

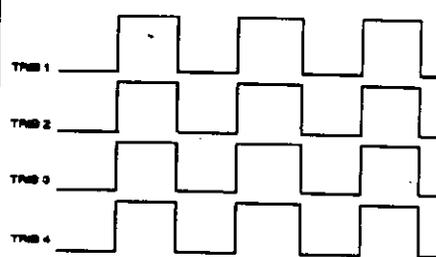


Fig 1) SEÑALES PLESIOCRONAS Y SINCRONAS.

La Multiplexión de las señales plesiócronas es más compleja que de las señales síncronas, por lo que, para la adaptación de éstas señales plesiócronas al reloj del sistema del equipo multiplexor se hace uso de un sistema de justificación.

Este proceso permite que las señales digitales tributarias entren con una razón de velocidad diferente, para que sean correctamente relacionadas a la razón del reloj del equipo múltiplex.

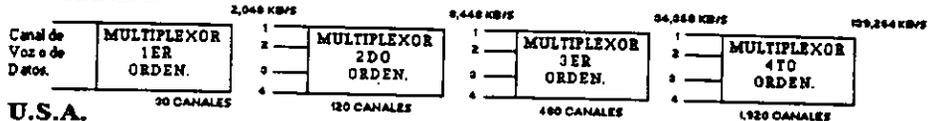
4.2) JERARQUIAS DE MULTIPLEXION.

Existen tres normas jerárquicas de Multiplexión que multiplexan señales digitales a partir de una señal digital de 64 Kbit/s. Estas están normadas por CCITT en base a la recomendación G.702, y son las siguientes:

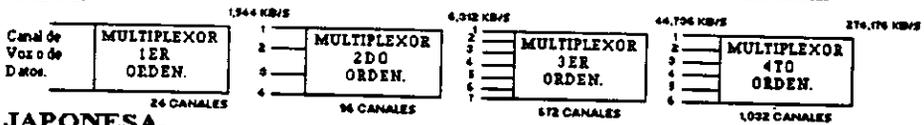
- NORMA AMERICANA.
- NORMA EUROPEA.
- NORMA JAPONESA.

En la siguiente figura se observa que los niveles jerárquicos entre estas normas varían en velocidad y en número de canales tributarios en cada nivel jerárquico. (ver figura 2)

EUROPEA.



U.S.A.



JAPONESA.

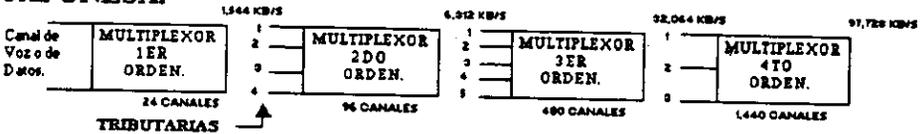


Fig 2) NORMAS JERARQUICAS DE MULTIPLEXION.

En México (TELMEX), los sistemas de Multiplexión digital PDH que se utilizan, se basan en el sistema Europeo, por lo que, nuestro estudio se centrará en ésta norma.

Descripción de la Norma Europea: Como ya se vio anteriormente, la forma más usada para transmisión digital es la técnica de modulación por pulsos codificados, que en su forma más simple permite agrupar 30 canales telefónicos de voz en un solo tren de pulsos digital con una velocidad de transmisión de 2048 Kbits/s, lo que se conoce como PCM primer orden.

De hecho sobre los sistemas PCM de primer orden, se estructura la multiplexación jerárquica PDH que puede ser transmitida por un cable coaxial, fibra óptica ó radio enlaces. (ver figura 3).

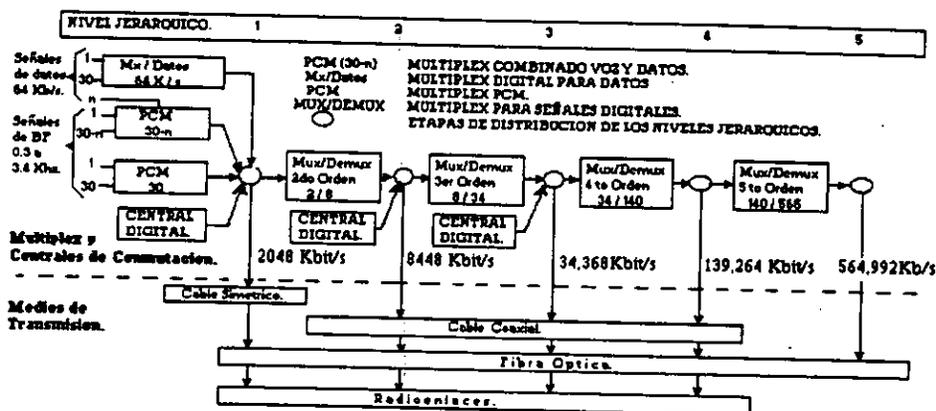


fig 3) DESCRIPCION DE LA NORMA EUROPEA.

En la figura anterior se observa el diagrama de jerarquización de primero a cuarto orden y los medios que se pueden utilizar para transmitir la información en cada uno de ellos.

Las señales de los equipos múltiplex PCM y de otras fuentes de señales digitales se multiplexan en barridos de velocidades binarias más elevadas de los niveles jerárquicos inmediatos, es decir, éstos equipos de multiplexado disponen ya de señales de entrada digitales, procedentes de los sistemas tributarios ó de sistemas jerárquicos inferiores. En la jerarquía de multiplexado norma europea, en cada nivel jerárquico se agrupan respectivamente 4 señales digitales de orden jerárquico inferior en un tren de pulsos de orden jerárquico superior, la Multiplexión se hace bit a bit como se describirá posteriormente. (ver figura 4).

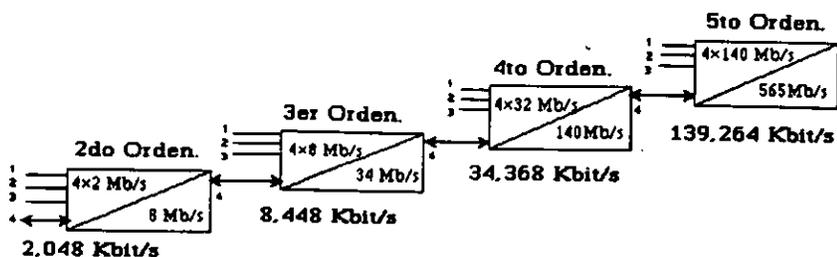


Fig 4) JERARQUIA DE MULTIPLEXADO NORMA EUROPEA.

4.3) MULTIPLEXORES DE ALTO ORDEN (PDH).

Los Multiplexores digitales como ya se vio en la sección anterior multiplexa 4 señales digitales (tributarias) de orden inferior en una señal digital de orden mayor. La multiplexacion se da por entrelazado cíclico de bits, en esta sección se analizará su funcionamiento siguiendo la trayectoria que sigue la señal y las etapas por las cuales pasa.

En la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques de l que contendría un multiplexor digital de alto orden. (ver figura 5).

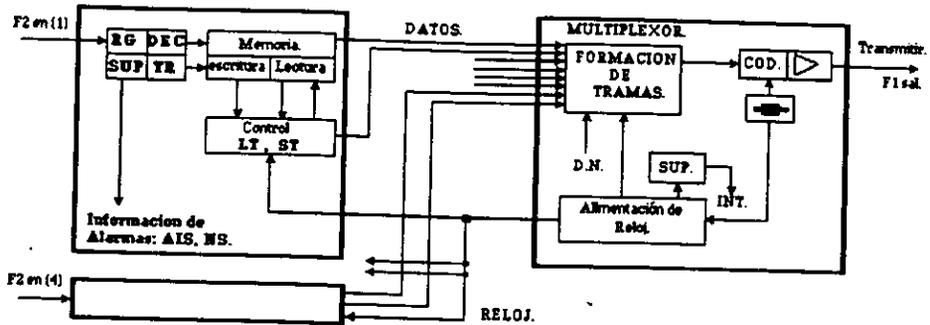


Fig 5) MULTIPLEXOR DIGITAL DE ALTO ORDEN.

Un equipo multiplexor en la dirección de transmisión se compone básicamente (de izquierda a derecha):

- Cuatro interfaces idénticas (F2 ent) con los bloques funcionales: regenerador, decodificador, supervisión, extracción del reloj, la memoria elástica y el circuito de control para la información de relleno.
- El multiplexor con los bloques funcionales: formación de las tramas, alimentación del reloj, codificador y amplificador de salida.

En la dirección opuesta, el receptor contiene:

- El demultiplexor con la interfase (F1 ent), la sincronización de tramas y la alimentación del

reloj.

- Cuatro interfaces idénticas (F2 sal) con los bloques funcionales: evaluación de relleno, memoria elástica (Buffer) con el oscilador controlado por tensión VCO e interfaz (F2 sal).

Para la estructura de la trama de multiplexado del nivel jerárquico inmediato superior se insertan en la unidad central de conexión "multiplexor" los bits para la palabra de alineación de trama, la palabra de alarma, la información de relleno y, dado el caso un bit de relleno. En el siguiente bloque se realiza el "multiplexado" siguiendo el principio de la conversión serie/paralelo y, finalmente, en la dirección de transmisión, se codifica la señal múltiplex en forma de flujo binario serie para la transmisión en línea y entonces se amplifica.

A partir de la alimentación central del reloj, se derivan todas las informaciones de reloj necesarias para la estructura de la trama en la dirección de emisión ó bien para su resolución de recepción.

En el sentido de recepción, en el multiplexor se separan unos de otros los datos plesiócronicos de las cuatro señales procedentes de la señal de nivel más alto multiplexada; ello tiene lugar en el bloque funcional "Sincronización de tramas" mediante:

- La búsqueda de comienzo de trama.
- La segregación de las cuatro señales parciales (Asignación de canales).

Con vistas a la disponibilidad de la ruta de transmisión así como de la calidad de transmisión de la misma, se somete a una rutina de supervisión a los datos de las vías de señales múltiplex tributarias (S1, ..., S4) tanto del lado emisor como del receptor, para lo cuál se consultan cíclicamente varios criterios de supervisión desde un microcontrolador. Este da la notificación de alarma urgente ó no urgente después de una evaluación de la causa controlada por programa,

además se comunica al equipo colateral la detección de una avería del equipo ó de una perturbación en la señal con el bit de alarma A (urgente). Conforme a la filosofía de conservación del CCITT, el múltiplex activa la señal de indicación de alarma AIS en caso de avería, por lo que todos los equipos demultiplexores siguientes reconocen ésta señal y por éste motivo no generan otras alarmas. Las interfaces de señales digitales tienen detectores para identificar señales entrantes AIS.

Las conexiones de las interfaces de las señales digitales se efectúan en ocasiones por el frente de las repisas, directamente en las tarjetas, ó en la parte trasera de la repisa, utilizando cable coaxial para la conexión, esto va a depender de los diferentes proveedores de equipo (fabricantes).

En la siguiente figura se muestra un diagrama a bloques en el que se observa a más detalle los bloques que configuran un múltiplex y su funcionamiento. (ver figura 6).

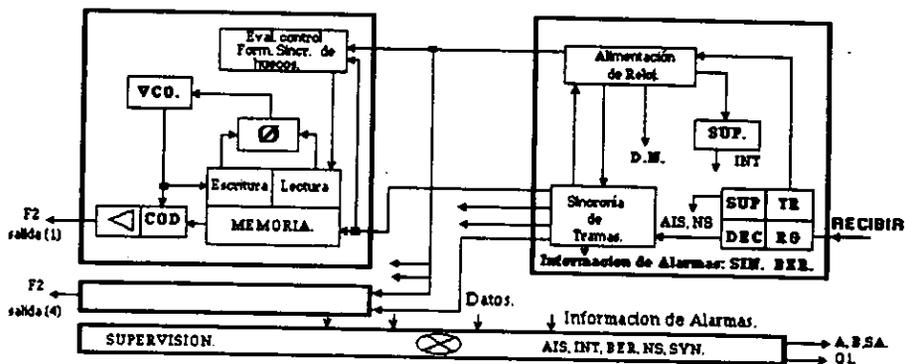


Fig 6) CONFIGURACION DE UN MULTIPLEX Y SU FUNCIONAMIENTO.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SECCION DE TRANSMISION.

Etapa de Entrada: El flujo de bits plesiócronicos codificados de los tributarios precedentes de un equipo PCM ó de otro multiplexor digital de jerarquía inferior entran al multiplexor por medio de un conector, situado algunas veces, en el frente de las unidades como es el caso del S - 7000 de Ericson ó por el panel posterior de las repisas como en el caso de Philips S / L, ó el Alcatel T- 9 cuya impedancia de entrada característica, según la recomendación G 703, CCITT es de 75 Ohm desbalanceadas. (ver figura 7).

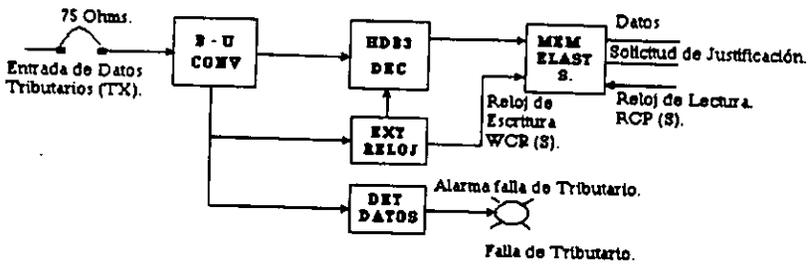


Fig 7) ETAPA DE ENTRADA.

Los trenes de pulsos de las señales de entrada son convertidos primeramente de forma bipolar a forma unipolar, son decodificados y convertidos al código NRZ para ser escritos y almacenados en las memorias elásticas (intermedias), de 8 bits, a una velocidad de escritura gobernado por los pulsos de reloj extraídos de la señal de entrada (reloj de escritura WCP (S)). La información almacenada es leída de la memoria a una velocidad de lectura RCP (S) que se genera en la unidad Multiplexora. "La frecuencia del reloj de lectura es más alta que la frecuencia del reloj de

escritura, por que la finalidad de facilitar la sincronización de los flujos entrantes es permitir la inserción de las señales de control adicionales que son:

- La palabra de sincronía de trama.
- Los bits de alarma A y bits para usos futuros H.
- Los bits de control de justificación C."

Debido a esto, la memoria tiende a vaciarse, por lo que, se genera una solicitud de justificación para insertar bits de justificación ó para insertar bits cuando no hay datos en la memoria.

En ésta etapa se genera la alarma falla de tributaria cuando no se recibe señal de entrada de datos hacia el equipo. Esta alarma se concentra en la unidad de supervisión y alarmas de equipo, además es mostrada al usuario en forma de led ó display dependiendo del fabricante.

Al mismo tiempo se inserta una señal de AIS (señal de puros unos) en los intervalos de tiempo correspondientes a esta tributaria.

Etapa Multiplexora: Las señales individuales de los tributarios son intercaladas y los impulsos de control insertados, por intercalación de bits conforme a la estructura de trama del nivel jerárquico multiplexado. (ver figura 8).

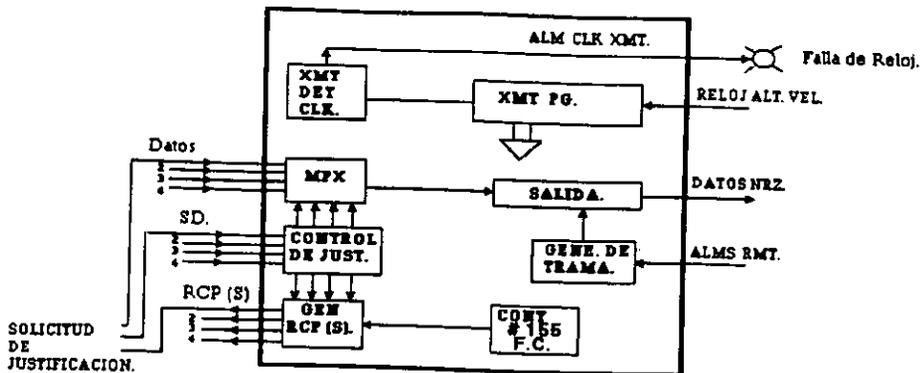


Fig 8) ETAPA MULTIPLEXORA.

En ésta etapa se tiene generador de reloj con opción para sincronizarse en forma externa, éste reloj controla las funciones del equipo.

Se inserta la palabra de sincronía de acuerdo al orden jerárquico del multiplexor, los bits de control de justificación y los bits de justificación.

Se entrega la señal a la etapa de salida con código NRZ.

En ésta etapa se genera la alarma de falla de reloj que es enviada a la sección de supervisión y alarmas del equipo.

Esta señal de indicación de alarma es mostrada en forma de leds ó display dependiendo del proveedor.

Etapa de Salida: La señal multiplexada se convierte de forma unipolar NRZ al código de línea de

transmisión dependiendo del orden jerárquico (HDB-3 para segundo y tercer orden, y CMI para cuarto orden). La señal codificada sale del multiplexor vía la interfaz digital por medio de cable coaxial a 75 Ohm. (ver figura 9).

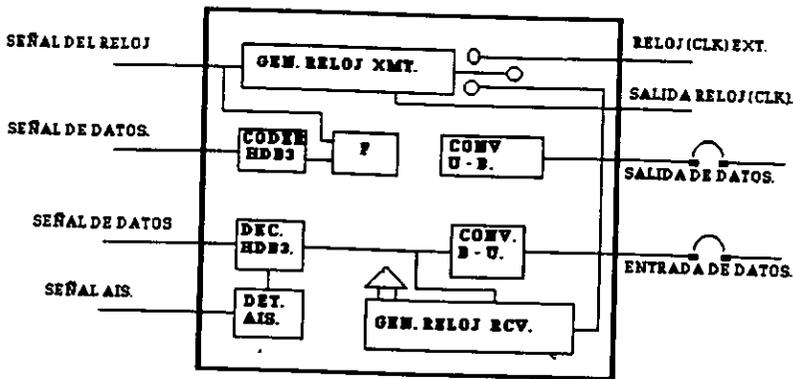


Fig 9) ETAPA DE SALIDA.

SECCION DE RECEPCION:

Etapa de Entrada: De la etapa común de interfase en el sentido de transmisión, se observa que el flujo de bits entrantes de la línea, se reciben a alta velocidad multiplexados, y en código HDB-3 bipolar (código utilizado hasta el múltiplex de 34 Mb/s y código CMI para el múltiplex de 140 Mb/s y 565 Mb/s) conforme a la norma G.703 del CCITT. Esta señal se convierte a forma unipolar, para después extraerle los pulsos de reloj. Se decodifica el código HDB-3 controlados por los pulsos de reloj extraídos y se pasa a la etapa de DEMULTIPLEXION.

Esta etapa cuenta con un detector de AIS que indica cuando se está recibiendo señal de

indicación de alarma y ésta se envía a la etapa de supervisión y alarmas del equipo y se indica en forma de leds ó en forma de display a través de una PC dependiendo del proveedor.

Etapa Multiplexora: En la etapa de Multiplexión el generador de reloj contenido, es sincronizado por los pulsos de reloj extraídos. La señal obtenida de la etapa de entrada comprende un flujo de alta velocidad multiplexado, éste flujo es demultiplexado en cuatro flujos de datos. (ver figura 10).

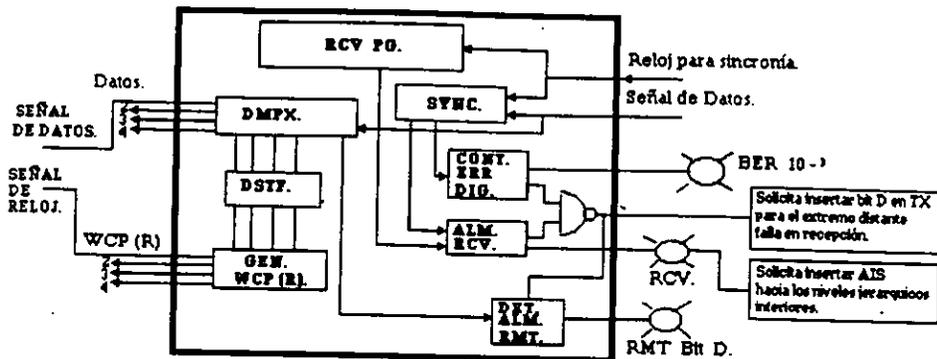


Fig 10) ETAPA DE ENTRADA.

En ésta etapa se generan las siguientes alarmas:

- BER: Razón de errores 10(-3) cuando se reciben muchos errores.
- RCV: Falla en recepción, cuando no se detecta señal de entrada ó no se detecta la señal de sincronía. En éste caso se inserta una AIS a los niveles jerárquicos inferiores. Una combinación de recepción de errores ó falla en la señal de entrada da origen a que se inserte el bit de indicación de alarmas en la trama de transmisión hacia el extremo remoto.
- RMT: Se da una indicación cuando se detecta el bit D en recepción que indica que en el

extremo remoto se tienen un problema en su recepción.

Se demultiplexan las señales, se extraen los bits de justificación y de control de justificación y, se genera el reloj para escritura de las memorias intermedias de la etapa de salida.

Etapa de Salida: Los flujos de datos demultiplexados, son escritos en memorias intermedias en las unidades ó etapas de canal, a una velocidad de escritura generada por el generador de impulsos de reloj y leídos nuevamente por los relojes derivados del VCO (Oscilador Controlado por Voltaje) gobernados por cada una de las señales individuales de tributarios. Este proceso elimina la perturbación (Jitter) causada por la eliminación de los impulsos de intervalo de tiempo ficticios "F", "C" y el intervalo de los bits de justificación.

Después de la codificación y conversión a forma bipolar, las cuatro salidas del multiplexor salen por los enlaces de salida de 75 Ohm. (ver figura 11).

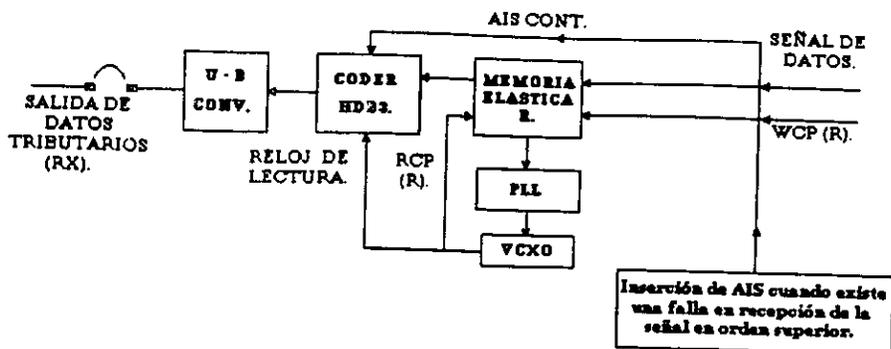


Fig 11) ETAPA DE SALIDA.

CLASIFICACION DE LAS ALARMAS.

Supervisión y Alarmas: Las rutinas de supervisión son capaces de detectar las averías de los equipos y las interferencias de la señal en los Multiplexores y demultiplexores. El panel de supervisión respectivo recibe las indicaciones correspondientes a través de un bus interno y enviara la alarma respectiva en caso de falla. El origen de éstas indicaciones para las 4 señales se encuentran, respectivamente:

- 1) A la entrada de la interfaz F2 (En el sentido de transmisión).
- 2) En los elementos centralizados del múltiplex.
- 3) En al entrada de la interfaz F1 (En el sentido de recepción).

A partir de ellas se pueden deducir informaciones en bloques cuyas codificaciones tienen los siguientes significados y a partir de ellas determinar el origen de las fallas:

- 1) El enlace no está disponible y el equipo estaría alarmando en el caso de:

- Exista una avería ó haya fallado la alimentación del reloj en la parte de emisión ó recepción.
 - No se detecta ninguna señal en el interface F1 o F2.
 - FALLE el sincronismo de fallas después de que el múltiplex haya recibido una palabra errónea de alineación de trama 4 veces consecutivas (SYN).
 - Se detecte una señal no permanente (AIS).
 - La razón de error binario de la señal digital sea $BER = 1 \times 10^{-3}$.
- 2) Disminución de la calidad de la señal en el enlace (área de múltiplex), en el caso de que:
- La razón de error binario sea $BER = 1 \times 10^{-6}$.
- 3) Información procedente del equipo distante, en el caso de que:
- Se reciba el bit de alarma remota en la palabra de alineamiento de trama con información de que el extremo remoto presente alguna avería de las del punto 1.

4.4) ESTRUCTURA DE LAS TRAMAS PDH (Cuarto Orden).

Estructura de Trama de Cuarto Orden: Los sistemas de 140 Mbit/s se norman por la recomendación G.751 del CCITT y diferencia de los sistemas de 8 Mbit/s y de los de 34 Mbit/s solamente en la longitud de la trama y el número de grupos.

Una trama consiste de 2928 bits y se divide en 6 grupos cada uno con 488 bit. La relación de justificación nominal es de 41.9%.

La estructura de la trama de Cuarto Orden (140 Mb/s) y el número de bit en la estructura se presentan a continuación:

Grupo 1 (Bits No. 1 al 488)

- Palabra de alineamiento de trama (111110100000): bit 1 al 12.

- Bit de indicación de alarma al extremo múltiplex distante: bit 13.
- Bit reservado para uso nacional: bit 14.
- Bits reservados para usos futuros: bit 15 y 16.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 17 al 488.

Grupo 2 (Bits No. 489 al 978)

- Bits de control de justificación C1: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 5 al 488.

Grupo 3 (Bits No. 977 al 1464)

- Bits de control de justificación C2: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 5 al 488.

Grupo 4 (Bits No. 1465 al 1952)

- Bits de control de justificación C3: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: 5 al 488.

Grupo 5 (Bits No. 1953 al 2440)

- Bits de control de justificación C4: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 5 al 488.

Grupo 6 (Bits No. 2441 al 2928)

- Bits de control de justificación: bit 1 al 4.
- Bits de justificación de las tributarias entrantes: bit 5 al 8.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 9 al 488.

- Bit de indicación de alarma al extremo múltiplex distante: bit 13.
- Bit reservado para uso nacional: bit 14.
- Bits reservados para usos futuros: bit 15 y 16.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 17 al 488.

Grupo 2 (Bits No. 489 al 976)

- Bits de control de justificación C1: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 5 al 488.

Grupo 3 (Bits No. 977 al 1464)

- Bits de control de justificación C2: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 5 al 488.

Grupo 4 (Bits No. 1465 al 1952)

- Bits de control de justificación C3: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: 5 al 488.

Grupo 5 (Bits No. 1953 al 2440)

- Bits de control de justificación C4: bit 1 al 4.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 5 al 488.

Grupo 6 (Bits No. 2441 al 2928)

- Bits de control de justificación: bit 1 al 4.
- Bits de justificación de las tributarias entrantes: bit 5 al 8.
- Bits de las tributarias entrantes: bit 9 al 488.

CAPITULO 5.

TERMINAL OPTICO. I

5.1) ENLACE POR FIBRA OPTICA.

Para transmitir por fibra óptica las señales de los Multiplexores PDH, los enlaces utilizan los terminales de línea que pueden ser terminales ópticos ó radio digitales. Nosotros nos ocuparemos únicamente de los terminales ópticos. Los emisores y receptores ópticos constituyen los equipos denominados terminales ópticos de línea que son los equipos que realizan la conversión de señal eléctrica a señal luminosa. En el sentido de transmisión convierten el tren de pulsos digitales en pulsos que modulan un diodo láser ó un fotodiodo cuya emisión de luz se transmite por una fibra óptica. En el sentido de recepción convierte las variaciones de luz recibidas en un tren de pulsos digitales.

La siguiente figura, muestra el diagrama a bloques básico de un sistema de transmisión con Fibra Optica. (ver figura 1).

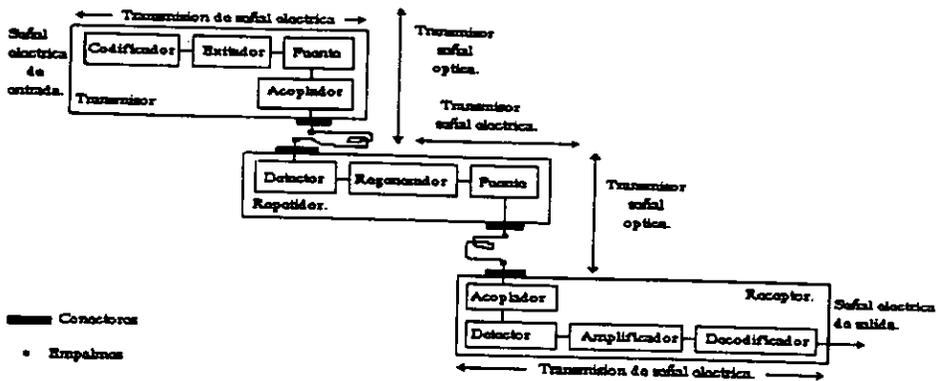


Fig 1) TRANSMISION CON FIBRA OPTICA.

- El elemento básico de un sistema de transmisión por fibra óptica es el equipo de línea con los equipos terminales de línea (OLTE) al comienzo y a final de la transmisión óptica y, en el caso de que distancias prolongadas lo hagan necesario, los regeneradores intermedios.
- La descripción de cada uno de los elementos que constituyen un sistema de transmisión con fibra óptica, son mencionados a continuación:
- Codificador:** En transmisión digital, detecta los datos de información, los regenera y ordena en el tiempo con símbolos apropiados para el circuito de la fuente.
- Excitador:** Modula la corriente que fluye a través de la fuente para producir la señal óptica deseada.
- Fuente:** Provee la onda portadora por medio de la conversión electro/óptica (E/O).
- Modulador:** Coloca la información sobre la portadora (si la fuente no puede ser modulada directamente por el circuito excitador).

- g) **Optica de Transmisión (Acoplador):** Acopla la luz modulada en el canal de información.
- h) **Canal de Información (Fibra Optica):** Es el medio que transmite la señal óptica del transmisor - receptor.
- i) **Repetidor:** Aumenta la amplitud y corrige la forma de la señal que se ha deformado durante la transmisión, sólo se usará en enlaces que rebasen los 70 Km.
- j) **Optica Receptora (Acoplador):** Acopla la luz del canal de información en el detector.
- k) **Detector:** Convierte la señal óptica en una señal eléctrica (convertor opto-electrico O/E).
- l) **Procesamiento de la señal:** Filtros, amplificadores, equalizadores, decodificadores, etc. que convierten la señal eléctrica del detector en una forma apropiada para su uso.

5.2) CONFIGURACION DE UN TERMINAL OPTICO.

Un sistema de transmisión por fibra óptica, se utiliza para comunicar una central A con una central B, con una velocidad de transmisión para un cuarto orden jerárquico de 140 Mb/s ó quinto orden 565 Mb/s, y actualmente tecnología SDH. En enlaces de abonado y en enlaces urbanos, el sistema

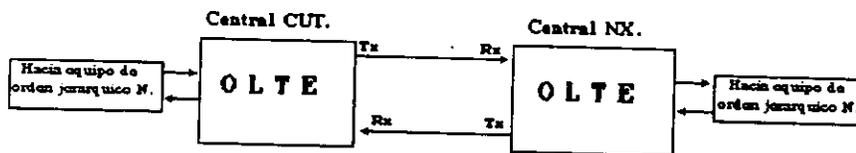


fig 2) CONFIGURACION DE UN TERMINAL OPTICO.

en su forma más simple se compone de dos terminales ópticas de línea (OLTE), localizados uno en cada central, enlazados por un par de fibras ópticas para transmisión y recepción respectivamente. Ejemplo: (ver figura 2).

Por el contrario en enlaces de ciudad a ciudad, se utilizan regeneradores ópticos intermedios para compensar ó amplificar, la atenuación que sufre la señal debido a la distancia, por ejemplo en un enlace de Monterrey a Hermosillo.

Configuración de un OLTE: Una terminal óptica de línea de 140 Mb/s, 565 Mb/s en términos generales se puede decir que se constituye de 5 partes principales que son:

- 1) Módulo Interfase y Transcodificador de Código: Amplifica la señal en amplitud y tiempo, y en algunos casos cambia el código CMI a otro código de mayor definición por ejemplo el código 5B/6B para transmitirse hacia la fibra óptica.
- 2) Transmisor Optico (XMT). (Convierte la señal eléctrica en señal óptica para transmitirse a la fibra óptica, su componente principal es un diodo electroluminiscente ó diodo láser). En emisores ópticos para una velocidad de 140 Mb/s y de más alta jerarquía se emplea el diodo láser por su rápida velocidad de conmutación.
- 3) Receptor Optico (RCV): Convierte la señal óptica procedente de la fibra a la señal eléctrica. Su componente principal es un fotodetector ó un fotodiodo.
- 4) Módulo de Alarmas: A éste módulo le llegan todas las informaciones de alarmas que indica que una falla en la transmisión ó en la calidad de transmisión, procesa éstas informaciones y los

presenta en forma de anuncios luminiscentes en una pantalla de una PC ó equipo de supervisión, ó por medio de bucles con cierre de contactos.

- 5) Fuentes de Alimentación (Convertidores). Estas unidades convierten la tensión de batería en tensiones que se utilizan para alimentar los distintos módulos ó tarjetas que componen un terminal óptico. (ver figura 3).

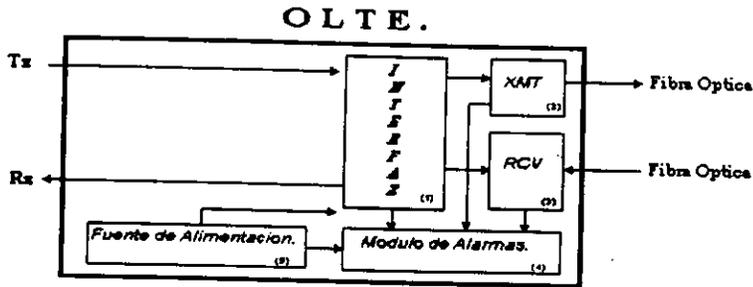


Fig 3) CONFIGURACION DE UN OLTE.

Nota: La cantidad de unidades ó tarjetas depende de la lógica que utiliza cada fabricante y funciones adicionales que ofrezcan sus equipos. Todos tienen la particularidad de que los componentes, para las diversas funciones en un equipo terminal de línea, se reúnen en placas

enchufables en módulos de circuitos impresos, almacenados en repisas. Varias de éstas repisas se alojan nuevamente en un bastidor.

DIODO LASER: Por principio el diodo láser es un diodo electroluminiscente como un elemento selectivo de la longitud de onda (en el caso más sencillo con un resonador denominado de Fabry - Perot), que se compone básicamente de dos espejos semitraslúcidos paralelos planos. Este resonador provoca que, ya con una intensidad total baja de la luz, la intensidad de la luz de longitud de la onda y fase equivalentes sea grande, por lo tanto, que se implante la emisión estimulada incluso con corrientes de inyección bajas. La amplificación de la luz mediante emisión estimulada (láser: Light Amplification by Stimulated Emission Radiation) da como resultado una elevada potencia de salida óptica y mejor enfoque de la luz emitida. Es decir, que con ellos se obtiene una potencia óptica acoplada en la fibra sensiblemente más elevada y, por lo tanto, que se pueden cubrir mayores atenuaciones en la fibra. Por otra parte, el espectro emitido (ver figura) es sensiblemente más estrecho en comparación con el LED, por lo que también es menor la dispersión cromática en la fibra. (ver figura 4).

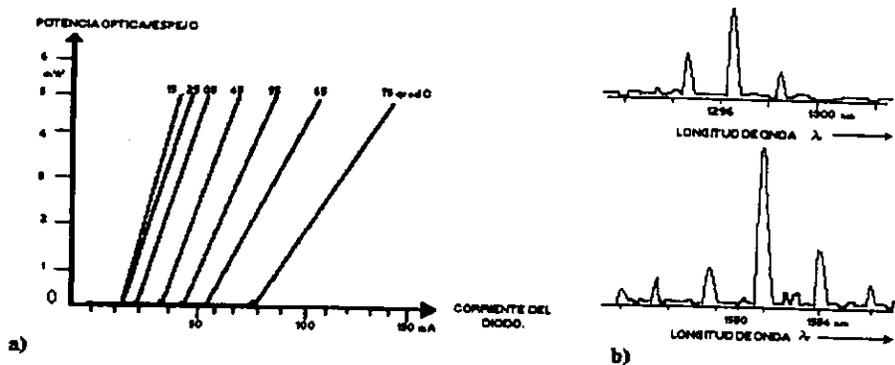


fig 4) CARACTERISTICAS DEL DIODO LASER.

En la figura anterior se reconoce la curva característica corriente-luz típica del diodo láser: por encima de la corriente llamada umbral la emisión luminosa se incrementa con gran pendiente: esto se hace ostensible en las propiedades de modulación de los diodos láser. Una subida rápida de corriente conduce después de un retardo hacia la emisión estimulada. Sin embargo, cuando el diodo láser trabaja con una corriente continua de polarización próxima al umbral, desaparece éste efecto de retardo; en éste caso, las frecuencias límite de modulación que es factible alcanzar se extiende hasta el margen de los Gigahertz.

Los parámetros y las características relevantes de los diodos láser (25 grados célsius) para la transmisión óptica de señales digitales, son las siguientes:

- a) Longitud de onda λ nm: 800 a 885 & 1300 a 1550.
- b) Anchura espectral $\Delta\lambda$ nm: 3 a 5 & 0.3 a 5
- c) Material semiconductor: Ga Al As / Ga As & Ga In As P / In P.

- d) Emisión: Coherente & Coherente.
- e) Tiempo de conmutación ns: < 1 & < 1 .
- f) Potencia óptica acoplable en una fibra óptica:
 - Fibra de índice gradual mW: 1 a 5 & 1 a 3.
 - Fibra Monomodo mW: --- & 0.5 a 1.5
- g) Longitud de transmisión Km.: 5 a 20 & hasta aprox. 70
- h) Velocidad de transmisión Mbit/s: < 565 & < 1200 .

Junto a todas sus ventajas, el diodo láser tiene también un comportamiento de funcionamiento crítico causado por el rendimiento diferencial elevado. Es ostensible que incluso reducidas oscilaciones de corriente, así como, de temperatura producen variaciones de potencia óptica, es decir, que una potencia de radiación constante se obtiene solamente con un cierto costo de regulación. Para tal fin, en un módulo láser (ver figura) se mide directamente a través de un diodo monitor una parte proporcional de la radiación emitida por el diodo láser, y por ello se envía como fotocorriente proporcional a un circuito externo de regulación. La temperatura del diodo láser se regula mediante la medida en el termistor, siendo ajustable dentro de límites ajustados ($\Delta T = 40$ K) independientemente de la temperatura ambiente y de la potencia de funcionamiento del láser, con una disposición activa de calor a través de un disipador Peltier. El circuito de regulación está conectado al módulo exteriormente. (ver figura 5).

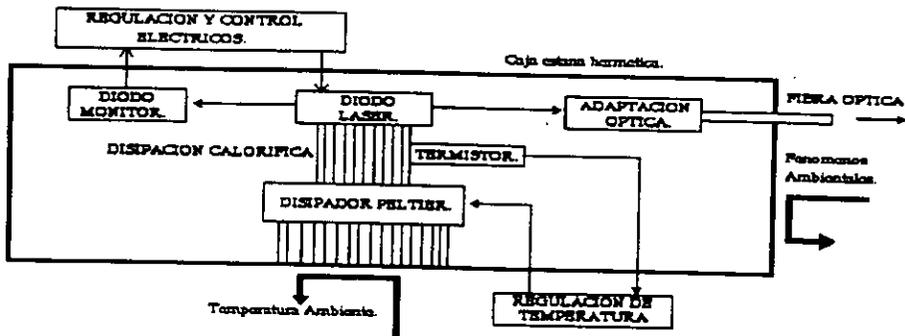


Fig 5) MODULO LASER.

Finalmente, la oscilación máxima permitida de la potencia de salida en la fibra no puede sobrepasar aproximadamente el 5% con una temperatura ambiente entre 0 y 60 °C. Esto significa también que el desajuste de la fibra transversal el eje óptico debe permanecer menor que 0.1 μm (un requisito indispensable para el rendimiento de acoplamiento máximo).

Para el funcionamiento del láser tiene gran importancia el cierre hermético de la estructura modular de los componentes necesarios de medida, regulación y adaptación (pureza máxima del espejo del láser y de la óptica de la fibra).

Diodos Receptores: Al final de un tramo de transmisión, los impulsos ópticos inciden sobre un fotodetector que los convierte en impulsos de corriente proporcionales a su potencia óptica. Conectado junto al fotodetector se encuentra un amplificador de bajo ruido, ya que la distancia que se puede cubrir por un sistema de transmisión por fibra óptica, es tanto mayor, cuanto menor sea la

potencia óptica que puede ser evaluada por el receptor. Un buen fotoreceptor tendrá que poder elaborar fotocorrientes generadas menores que $1 \mu\text{A}$.

En sistemas de transmisión por fibra óptica se emplean siempre como fotodetectores fotodiodos semiconductores (funcionando en sentido de corte). Según la aplicación se fabrican de silicio, germanio ó fosfuro-arseniuro-galio-indio (InGaAsP), sus dimensiones están adaptadas aproximadamente al diámetro de la fibra.

En la siguiente figura se han reunido los parámetros de los elementos receptores para dar una mejor vista de conjunto. Se diferencian por su fotosensibilidad, su margen de longitud de onda en funcionamiento con ello, finalmente, en la velocidad binaria de transmisión que favorecen.

Según ello se utilizan fotodiodos PIN y los denominados fotodiodos de avalancha (APD); en éstos últimos la fotocorriente se amplifica alrededor de diez hasta cien veces debido al efecto avalancha. En los nuevos APD de InGaAsP la ganancia de avalancha es sensiblemente de más bajo ruido que en los APD de germanio. Por lo tanto, se aplican preferentemente para elevadas velocidades binarias en el margen de longitudes de onda de 1300 a 1600 nm. (ver figura 6).

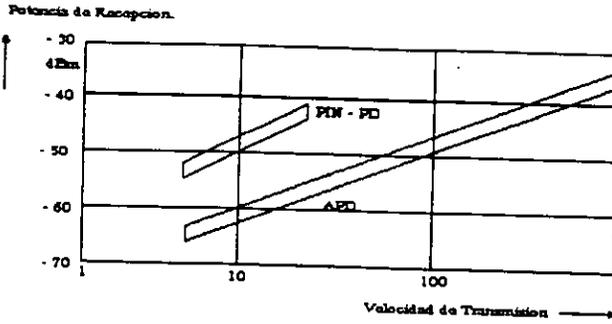


Fig 6) CARACTERISTICAS DEL FOTODIODO PIN y APD.

	LONGITUD DE ONDA (nm)	MATERIAL SEMICONDUCTOR	GANANCIA (X VECES)	SENSIBILIDAD ESPECTRAL
PIN - PD	400 A 1000	Si	NINGUNA	0.7 A 0.9
APD	400 A 1000	Si	10 A 100	0.7 A 0.9
PIN - PD		Ge	NINGUNA	0.7 A 0.9
APD		Ge		0.7 A 0.9
PIN - PD	900 A 1600	InGaAs / InP	NINGUNA	0.7 A 0.9
APD	900 A 1600	InGaAs / InP	10 A 50	0.7 A 0.9

TABLA 1. PARAMETROS DE LOS DIODOS RECEPTORES.

Conectores Ópticos: Los empalmes para el enlace de las fibras ópticas y los conectores de la entrada y salida del sistema, establecen el enlace continuo de la comunicación. Sus características son una mínima atenuación de paso, montaje sencillo, estructura estable, conexión repetible, así como protección de las superficies de la fibra óptica contra daño y suciedad.

Una partícula de polvo de 5 μm sobre el núcleo de una fibra óptica de aproximadamente 40 μm de diámetro, daría lugar a una atenuación de dispersión de aproximadamente 0.1 dB. Otras causas de las atenuaciones en los conectores y empalmes ópticos son:

- Diferentes características (perfil del índice de refracción, diámetro del núcleo y del revestimiento, apertura numérica) de las fibras ópticas a conectar.

- Fallos mecánicos del conector ó del empalme.

- Reflexión y dispersiones en los puntos de conexión.

En la práctica, éstas tres causas de atenuación se presentan simultáneamente, la atenuación total se calcula, por lo tanto, a partir de la suma de las atenuaciones individuales.

5.3) DIAGRAMA A BLOQUES.

Componentes del Sistema: Para familiarizarse con las funciones básicas del equipo terminal óptico de línea, en un sistema de transmisión, describiremos a continuación en forma de bloques como está constituido una de las posibles realizaciones de un terminal óptico. Cabe mencionar que dependiendo del tipo de equipo y fabricante, pueden variar, pero en forma general contienen los siguientes componentes (Equipo terminal de línea para un sistema de transmisión por fibra óptica de 140 Mbit/s): (ver figura 7).

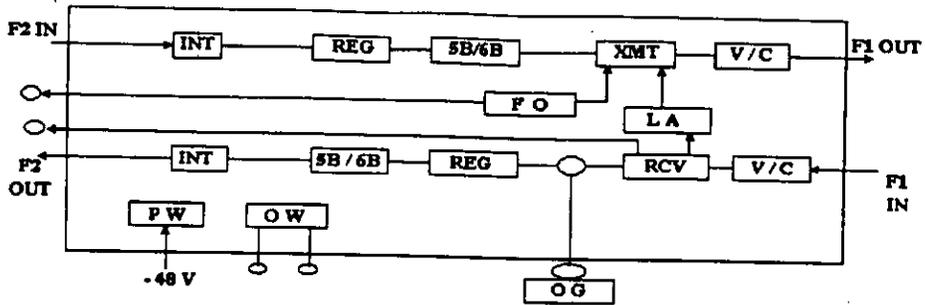


Fig 7) COMPONENTES DEL SISTEMA.

en donde: 5B/6B (Codificador / Decodificador).

INT (Módulo de Interfaz).

REG (Regenerador de Señal).

XMT (Transmisor Optico).

FO (Localización de Averías).

LA (Desconexión del Láser).

RCV (Receptor Optico).

V / C (Línea Artificial Optica).

PW (Fuente de Alimentación).

OW (Canal Auxiliar).

OG (Equipo Localizador de Datos).

5.4) FUNCIONAMIENTO ELECTRICO / OPTICO.

Sentido de Transmisión: En el sentido de transmisión la señal a transmitir atraviesa primeramente el módulo interfaz (INT) en el equipo terminal de línea y se convierte en una señal puramente binaria; a continuación la señal se restaura en amplitud y tiempo, para que con cualquier secuencia de 0 y 1 en la señal útil pueda extraerse la señal de reloj. Después de eso, en el decodificador de línea 5B/6B (en la mayoría de los terminales ópticos se utiliza éste código, pero puede usarse otro código modificado del CMI.), significa que se añade a cinco bits útiles un sexto bit según un alfabeto prefijado, originándose el código de línea 5B/6B. El significado de ello consiste en que la calidad de transmisión del sistema se puede supervisar durante el funcionamiento mediante la suma digital en curso, totalmente independiente de la señal útil. Pero esto, no se toma en consideración que aumenta la velocidad del reloj en la línea.

En caso de ausencia de la señal eléctrica a la entrada, una señal AIS es generada internamente en un oscilador a cristal, para que la señal principal sea reemplazada.

Un modulador en amplitud, modula la señal con código CMI que proviene del circuito auxiliar de canal (OW), (el canal auxiliar sirve para comunicarse con el otro extremo utilizando el mismo extremo).

En el transmisor óptico (XMT) se convierten las señales binarias eléctricas 5B/6B en señales ópticas y se emiten en forma rectangular NRZ a la salida denominada F1OUT al cable de fibra óptica.

El promedio de la potencia óptica de transmisión es mantenida constante por medio de un circuito de retroalimentación que monitorea a un diodo PIN (normalmente) en el interior del módulo láser. La temperatura del módulo láser se mantiene constante con el objetivo de mantener constante la corriente de polarización, y así, prevenir un envejecimiento prematuro del láser.

Además en la mayoría de los terminales ópticos en caso de una interrupción de la ruta de transmisión óptica, un equipo de seguridad que se activa automáticamente desconecta el láser y en muchos casos se atenúa la potencia en transmisión.

Sentido de Recepción: En la dirección de recepción se reconvierten las señales ópticas en señales eléctricas en el receptor óptico (RCV) y a continuación, se regeneran en el regenerador (REG) en lo que respecta a sus amplitudes y fases, siguen la decodificación de línea 5B/6B y en la interfaz INT tiene lugar la entrega de las señales transmitidas conforme a la interfaz para transmitirse por el coaxial de salida F2OUT.

Si se tiene pérdida de señal entrante F1IN ó una razón de errores de $BER > 10^{-3}$, la señal a la salida F2OUT es reemplazada por una señal AIS generada por un oscilador a cristal.

Después del regenerador, el canal auxiliar es extraído y la información enviada a la unidad OW.

Para el procesamiento de las señales digitales que se acaban de describir se utilizan circuitos integrados, especialmente desarrollados para ello, por ejemplo, en tecnología Gate Array. La elevada integración ahorra volumen y energía por una parte, por otra aumenta la confiabilidad de las funciones del sistema.

Los componentes para las diversas funciones en un equipo terminal de línea óptico se reúnen en placas enchufables en módulos de circuito impreso.

En sistemas de grandes distancias se utilizan regeneradores intermedios que regeneran la señal óptica, atenuada debido a la distancia. La señal óptica entrante debilitada es convertida en una señal eléctrica en el regenerador, a continuación se regenera y amplifica para luego, con una nueva conversión, enviarla nuevamente en forma óptica.

Supervisión y Localización de Averías: Los equipos mencionados para la transmisión digital por fibras ópticas tienen equipos de supervisión y alarmas propios del sistema en el marco de una filosofía de conservación del CCITT, que garantiza el buen funcionamiento durante las "24 horas del día". La calidad de transmisión y la disponibilidad de toda la ruta son trabajos decisivos para el personal de mantenimiento y finalmente para el explotador de la red.

De acuerdo con ello, en la red interurbana se complementan los equipos básicos del sistema de transmisión por fibra óptica (34, 140 y 565 Mbit/s) con funciones de un sistema integrado de supervisión en funcionamiento para monitorear el sistema en servicio (IN-SERVICE-MONITORING).

Para los equipos de transmisión por fibra óptica en la red de abonados y la red urbana (rutas de transmisión sin repetidores), las averías eventuales y los fallos dentro de un tramo de la ruta se detectan en los equipos terminales de línea y se señalizan con diodos electroluminiscentes en un módulo de supervisión.

Las alarmas correspondientes están conectadas, según sea necesario, como "urgentes" y "no urgentes" y se conducen a través de un panel de señalización de supervisión de una estación.

Adicionalmente se tienen salidas de alarmas separadas y que no se pueden desconectar para algunos criterios importantes. Además de la supervisión en funcionamiento son conocidos también los procedimientos clásicos de la localización por medio de bucles.

Medición: Dependiendo del equipo, las alarmas en muchas ocasiones se pueden jerarquizar según sea necesario como urgentes ó no urgentes. Se pueden indicar por diodos emisores de luz, displays ó si el equipo lo permite, por medio de una pantalla en un monitor de una PC.

Las principales causas ó fallas que provocan que se genere una alarma y que deben ser provocadas al recibir un equipo son:

- 1) Pérdida en señal óptica (alarma urgente).
- 2) Pérdida en señal eléctrica de 140 Mbit/s (alarma urgente).
- 3) Recepción de errores BER > 10⁻³ (alarma urgente).
- 4) Recepción de errores BER > 10^{-N} (alarma no urgente).
- 5) Degradación del láser (alarma no urgente).
- 6) Falla en convertidores (alarma no urgente).
- 7) Falla eléctrica en unidades (todas las unidades que conforman el terminal óptico) (alarma no urgente).

Al recibir un equipo se deben generar éstas fallas y comprobar que se generen las alarmas consecuentes, visualizándose éstas por medio de leds por ejemplo en el equipo Alcatel T9, ó por displays en el equipo Alcatel T8, ó en algunos equipos como en los emisores NEC, PHILIPS, SL, NORTHER TELECOM, se pueden visualizar éstas alarmas en una HAND HELD (Terminal de

supervisión manual), PCT (Terminal de Control) ó PC (computadora personal), en las cuales también se deben checar éstas alarmas.

5.5) REDUNDANCIA (M + N).

Línea de Protección: Debido a la importancia en el tráfico telefónico, se debe asegurar que los sistemas de transmisión por fibra óptica, estén en operación las 24 horas del día, 365 días al año y la calidad de transmisión sea la óptima, para esto se instalan líneas de protección a la par de las líneas de servicio.

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

La configuración de los enlaces se puede conformar de 1, 2, 3, ... , N líneas de servicio más una línea de protección.

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

2+1 (2 líneas de servicio + 1 línea de protección).

3+1 (3 líneas de servicio + 1 línea de protección).

etc...

La configuración N+1 depende de la capacidad del equipo de conmutación automática para soportar N líneas de servicio y conmutar en forma automática a la línea de protección en caso de que un sistema falle.

Ejemplo: se tiene un enlace de la central (Nx) a la central (CT) en configuración 3+1, por lo tanto, se tienen tres líneas de servicio y una de protección. (ver figura 8).

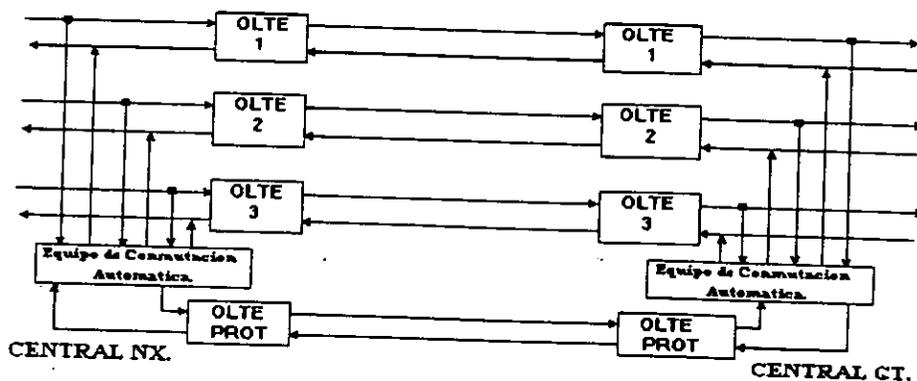


fig 8) CONFIGURACION N+1 (3+1).

5.6) CONDICIONES ELECTRICO/OPTICAS.

Requisitos de Alimentación: Para la alimentación de un equipo terminal óptico, es de gran importancia llevar a cabo cada uno de los puntos y consideraciones que se describen a continuación:

- 1) Se debe de solicitar el área de sistemas de alimentación, posiciones de alimentación de un distribuidor de fuerza para rematarlo en un BTL (bastidor lateral de tensiones) y a su vez que éste alimente a los bastidores que almacenan equipos de transmisión.

- 2) El cableado de alimentación debe de correr desde la sala de distribución de alimentación hasta las salas de LD, PCM, RDI, etc. por canales ó ductos dedicados especialmente para cables de alimentación.
- 3) Todos los equipos normalmente requieren tensiones de alimentación entre -30 y -70. En TELMEX se normalizó la alimentación aplicada a todos los equipos la cual es de: -48 Volts.
- 4) Se debe cuidar la carga consumida por los equipos para que al momento de asignar fusibles en la posición del distribuidor de alimentación, no esté cerca de su capacidad y provoque que el fusible llegue a abrirse.

Requisitos de Temperatura: Debido al funcionamiento eléctrico de los equipos y a su circuitería electrónica, los dispositivos tales como resistencias, capacitores, transistores y sobretudo los circuitos integrados desprenden energía en forma de calor, razón por la cuál, los equipos deben de contar con ciertas condiciones de temperatura para contrarrestar el efecto de calentamiento de los equipos.

Las salas con equipo terminal óptico, deben de estar suministradas con aire acondicionado, cuyas ventanas de suministro, si la sala lo permite, deben estar en la parte inferior del piso que debe estar conformado por un piso falso.

La temperatura ambiente para el buen funcionamiento de los equipos debe estar entre 15 y 20 grados centígrados.

Longitud del Medio de Transmisión Area Metropolitana: Debido a las cortas distancias dentro del área metropolitana, no se usan repetidores, éstas distancias son de 15 Km. máximo.

Unos ejemplos que se pueden mencionar de instalación de fibra óptica dentro del área metropolitana, son:

- Nextengo (NX) - San Juan (CT) 15 Km. aproximadamente.
- Bosque de las tomas (BO) - Roma (RO) 12 Km. aproximadamente.
- Sotelo (SO) - Naucalpan (NA) menos de 10 Km.

Larga Distancia: En cuestión a larga distancia, si es necesario usar repetidores bajo las siguientes consideraciones:

- Dispersión corrida a una velocidad de 140 Mb/s y longitud de 150 Km. se requiere de un repetidor.
- Dispersión corrida a una velocidad de 2.5 a 565 Gb/s y longitud de 70 Km. se requiere de un repetidor.
- Sin dispersión corrida disminuye un 20% proporcional para cada caso.

5.7) EMISORES / RECEPTORES OPTICOS.

La ejecución técnica de sistemas de transmisión ópticos dependen en gran parte del tipo de señales a transmitir (por ejemplo señales digitalizadas de voz, de audio ó de imagen ó señales analógicas multiplexadas en FDM de voz de video. De acuerdo a éstos se dimensiona la actividad de los emisores ópticos (modulación directa de la intensidad ó premodulación de una subportadora eléctrica).

Según las funciones a cumplir se distinguen sistemas para la red de abonados, para tramos cortos y para el tráfico de larga distancia con muchos amplificadores intermedios. Equipos terminales de línea son los órganos de unión entre los equipos múltiplex ó demás fuentes y receptores de señales y el cable de fibra óptica. Las señales recibidas son amplificadas ó

regeneradas del lado receptor de los equipos terminales de línea y en los amplificadores intermedios.

La separación entre los amplificadores intermedios ó regeneradores (sección regeneradora) dependen de las propiedades de la fibra óptica (atenuación, dispersión), de los transductores optoelectrónicos (longitud de onda, potencia de emisión, ancho de banda espectral, sensibilidad de receptor) y de tipo de señales a transmitir (ancho de banda, tasa de bits).

Los sistemas de transmisión requieren equipos para la supervisión y localización de fallas. Para sistemas con amplificadores intermedios se desarrollaron soluciones para su incorporación y alimentación. En todos los sistemas, pero ante todo en el tráfico de comunicaciones de larga distancia, la confiabilidad y la disponibilidad merecen especial atención durante la concepción de los equipos como en la selección y carga de los componentes.

Para la transmisión de señales eléctricas a través de fibra óptica se emplean sistemas transmisores ópticos, cuyos componentes más importantes son el transductor electroóptico como emisor lumínico al comienzo del tramo, el tramo óptico propiamente dicho y el transductor optoelectrónico como receptor lumínico al término del tramo. (ver figura 9a).

Las señales eléctricas en los bornes del transductor electroóptico al comienzo del tramo son convertidas en señales lumínicas y la luz es acoplada en las fibras; al final del tramo las señales lumínicas son reconvertidas nuevamente en señales eléctricas en el transductor optoelectrónico y están disponibles en los bornes de salida.

Dado que el comienzo y el final del tramo consta en el caso más sencillo de dos bornes con señales eléctricas respectivamente, los sistemas de transmisión óptica pueden medirse y evaluarse

como los eléctricos convencionales. En definitiva, la transmisión óptica puede quedar relegada totalmente a segundo plano para el usuario y el servicio, ya que el tramo es evaluado solamente de acuerdo a parámetros eléctricos.

Capacidad transmisora y máximo alcance entre emisor y receptor (es decir, la sección regeneradora ó paso de regeneración) son por lo general los parámetros de sistema más importantes e interesantes. Si la distancia a salvar es mayor que la sección regeneradora máxima condicionada al sistema, se intercalarán amplificadores intermedios ó regeneradores. Acá, la señal óptica recibida es convertida en una eléctrica, amplificada ó regeneradora en ésta forma, y reconvertida nuevamente en una señal óptica. Como en los sistemas clásicos para conductores metálicos existen equipos terminales de línea al comienzo y al final del tramo; los equipos intercalados son los amplificadores en la transmisión de señales analógicas ó los regeneradores en la transmisión de señales digitales. (ver figura 9b)

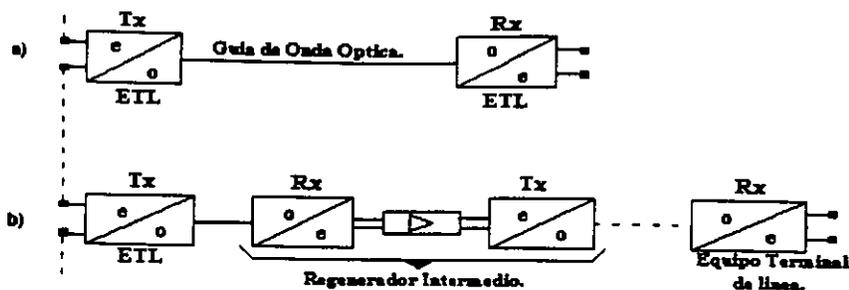


Fig 9) a) TRANSMISION DE SEÑALES ELECTRICAS.
b) REGENERADOR DE TRANSMISION DE SEÑALES DIGITALES.

Modulación de la Luz: Como ya se ha indicado, en la transmisión óptica se utiliza luz en el rango de longitud de onda alrededor de los 1000 nm; esto corresponde a una frecuencia de aproximadamente 300 THz.

El ancho de banda de transmisión de algunos centenares de megahertz en una fibra óptica de índice gradual y hasta 1 GHz y más, medido en la frecuencia portadora, esto es típicamente, servicio de banda angosta. Empero, el ancho de las ventanas transmisoras, en las cuales atenuación y ancho de banda de las fibras respectivas tienen valores convenientes, es superior a 100 nm, lo que corresponde a 30 THz.

Este gigantesco rango de frecuencias puede aprovecharse para la transmisión de varias ondas lumínicas. Si se emite luz desde diferentes fuentes y con longitudes de onda discrepantes una de otra, puede modularse cada rayo lumínico individualmente. En los acopladores ópticos puede

juntarse la luz de diferentes fuentes al comienzo del tramo, siendo separada nuevamente al final del tramo en desacopladores de rayos selectivos ópticos.

De ésta manera, la transmisión óptica brinda la posibilidad de aumentar eficientemente la capacidad de transmisión de una fibra.

Capacidad de Transmisión: Para la transmisión simultánea de varias señales eléctricas a través de un tramo de fibra óptica existen tres posibilidades fundamentalmente distintas. Tomando como ejemplo una transmisión de cuatro programas televisivos, esto se explicará seguidamente.

En el primer caso se dispone para cada programa de un sistema con una fibra óptica. Todos los sistemas se encuentran estructurados simílarmente; ésta disposición se denomina Múltiplex de fibras.

Si en la adquisición precedente se utilizan transductores eléctrico-ópticos con cuatro longitudes de onda diferentes y se caracteriza por su potencia lumínica emitida a través de acopladores selectivos ópticos, para la transmisión es suficiente sólo una fibra. Esta disposición se denomina Múltiplex (por división) de longitudes de onda.

En el tercer tipo de transmisión posible, las cuatro señales de entrada primero son unidades eléctricamente (o sea que se genera una señal múltiplex eléctrica) y con ello se activa al transductor electroóptico. Esta disposición se denomina múltiplex eléctrico. Estas tres disposiciones se ilustran en la siguiente figura: (ver figura 10).

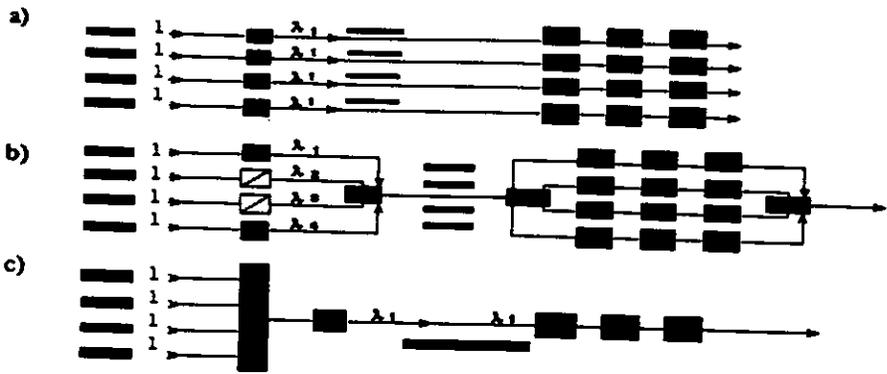


Fig 10) CAPACIDAD DE TRANSMISION.

Para completar la exposici3n, tambi3n se aplica para las diferentes aplicaciones la erogaci3n de equipos necesaria en un punto de recepci3n intermedio.

¿Que proceso se aplicar3 en la pr3ctica?, depende de muchos factores y finalmente de la rentabilidad. En la siguiente tabla se han resumido evaluaciones resumidas: (ver tabla 2)

	TIPOS DE MULTIPLEXACION		
	- DE FIBRA	- DE LONGITUD DE ONDA	- ELECTRICA
FIBRAS CANTIDAD ANCHO DE BANDA	ALTA PEQUEÑO	BAJA PEQUEÑO	BAJA GRANDE
TRANSDUCTORES CANTIDAD LONGITUD DE ONDA ANCHO DE BANDA	ALTA UNA PEQUEÑO	ALTA VARIAS PEQUEÑO	BAJA UNA GRANDE
EQUIPO ADICIONAL EN LOS EXTREMOS SOBRE EL TRAMO	NINGUNO NINGUNO	FILTRO OPTICO FILTRO OPTICO	MULTIPLEX ELECTRICO NINGUNO
AMPLIABLE / ETAPAS APROPIADO PARA VELL	NO NO	SI SI	NO SI

TABLA 2.

De acuerdo a lo expuesto parece conveniente en una primera etapa aprovechar, mediante Multiplexión eléctrica de las señales, totalmente ó en la medida en que aún lo permita la tecnología de los equipos de transmisión, el ancho de banda disponible para una longitud de onda lumínica. Alcanzando uno de los límites, puede continuar aumentándose la capacidad transmisora por fibra, mediante aplicación del múltiplex de longitudes de onda.

Un rol especial cumple la transmisión múltiplex de longitudes de onda para distancias cortas y sin amplificador intermedio, por ejemplo en la red de abonados. En lugar de prever una fibra propia para cada equipo de transmisión, las señales son transmitidas en una fibra solamente mediante la multiplexación bidireccional por longitud de onda. (ver figura 11).

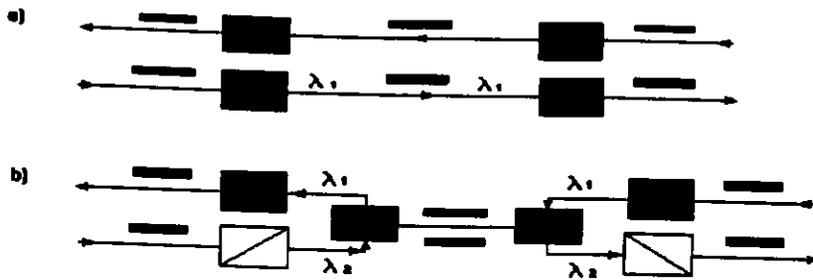


Fig 11) a) TRANSMISION MULTIPLEX PARA DISTANCIAS CORTAS.
b) MULTIPLEXACION BIDIRECCIONAL.

Características que deben de cumplir:

- 1) Operar en las longitudes de onda en que la fibra posee baja pérdida y poca dispersión.
- 2) Eficiencia alta en las dos en que los receptores operan óptimamente.
- 3) Potencia de salida preferentemente de más de 1 mwatt.
- 4) Operar en temperaturas de medio ambiente.
- 5) Deben poder ser moduladas a frecuencia hasta del orden de Gigahertz.
- 6) Tamaño y configuración compatibles con la fibra óptica.
- 7) Bajo costo.

Emisor Optico: El transmisor óptico consiste en una unidad cuyas entradas son la señal procedente del codificador NB/MB y la señal de reloj, y su salida son impulsos luminosos con remoto a cero (RZ). La señal luminosa se acopla a la fibra óptica mediante un conector óptico.

La fuente que genera los impulsos luminosos a partir de la señal eléctrica es un diodo semiconductor en el que la radiación luminosa está basada en la emisión de fotones debida a la

recombinación de pares electrón hueco provocada al circular una corriente por la unión p-n. Las fuentes fundamentales son el LED (Diodo de Efecto Luminiscente) y el LD (Diodo Láser).

Tanto para el LED como para el LD, los parámetros fundamentales son:

$\Delta \lambda$ (nm) = Anchura espectral óptica de emisión, medida entre los puntos al 50% de la intensidad pico máxima.

λ (nm) = Longitud de onda de emisión.

P(dBm) = Potencia media de la señal óptica inyectada en la fibra.

Ms (dB) = Margen de seguridad, para compensar las posibles degradaciones por cambios en la fuente óptica, ruido modal y degradaciones en los repetidores (errores de igualación, parpadeo de fase, etc...) ó en la fibra. Por conveniencia se asigna al emisor óptico.

Existen dos tipos básicos de LED: LED con emisión de superficie y LED con emisión en el borde (ELED). Los primeros emiten luz perpendicularmente al plano de la unión PN, a través de la superficie, por lo que gran parte de la radiación queda absorbida en el sustrato. Su emisión es lambertiana, de ángulo grande. En los ELED la luz se emite en el plano de la unión, con lo que la absorción es muy pequeña. Esta estructura permite un mejor rendimiento cuántico externo y un acoplamiento a las fibras de más eficaces y cómodo.

En la tabla siguiente se dan los parámetros típicos de los LED. (ver tabla 3).

DISPOSITIVO PARAMETROS	ELED		LED	
	650 nm	1300 nm	900 nm	1300 nm
λ (nm)	40	60	40	110
$\Delta \lambda$ (nm)				
P (dBm) PARA FIBRA OPTICA DE INDICE GRADUAL DE 50 / 125 μ m	- 5	- 6	- 15	- 18
FRECUENCIA MAXIMA DE MODULACION (MHz)	100	200	50 - 150	50 - 150
COMPOSICION	Ga Al As	In Ga As P	Ga As	In Ga As P

TABLA 3.

De tales características se deduce que la aplicación idónea del LED está en sistemas con:

- Fibras multimodos de apertura numérica alta.
- Baja velocidad de transmisión.
- Pequeña sección de regeneración.

Además de las características anteriormente expuestas, la gran fiabilidad, elevada vida media (superior de 10 (5) horas) y un precio aceptable, convierten al LED en la fuente óptica más conveniente para muchos sistemas por fibra óptica.

El láser semiconductor es un diodo electroluminiscente, constituido por la unión p-n con fuerte polarización directa, cuya estructura está especialmente diseñada para favorecer la emisión estimulada de fotones, se utilizan electrouniones para controlar la anchura de la región de recombinación.

Actualmente existe una gran variedad de láseres semiconductores para trabajar a longitudes de onda de 0.85 nm. La pérdida considerablemente más baja, así como la menor dispersión de las fibras de sílice a 1.3 y 1.55 nm han alentado el rápido desarrollo de láseres que operan a esas longitudes de onda.

La función del receptor óptico, consiste en convertir señales ópticas en el equipo terminal de línea ó en el repetidor. Para que sea máxima la pérdida tolerable en la fibra y, por consiguiente la distancia admisible entre el transmisor y el receptor, es preciso que éste sea de alto rendimiento, respuesta rápida y bajo nivel de ruido, a fin de lograr la relación señal a ruido ó la calidad del funcionamiento desde el punto de vista de tasa de error que se desea, con un mínimo de potencia óptica requerida.

Al final de un tramo de transmisión, los impulsos ópticos inciden sobre un fotodetector que los convierte en impulsos de corriente proporcionales a su potencia óptica. Conectado junto al fotodetector se encuentra un amplificador de bajo ruido, ya que la distancia que se puede cubrir con un sistema de transmisión de fibra óptica es tanto mayor cuanto menor sea la potencia óptica que puede ser evaluada por el receptor. Un buen fotoreceptor tendrá que poder elaborar fotocorrientes generadas menores que $1 \mu\text{A}$.

En sistemas de transmisión por fibra óptica se emplean siempre como fotodetectores, fotodiodos semiconductores (funcionamiento en sentido de corte).

El foto diodo más sencillo es un diodo de unión p-n y formado por un semiconductor cuyo intervalo entre las bandas de valencia y de conducción es inferior a la energía fotónica de la señal que de ha de detectarse.

Según la aplicación se fabrican de silicio, germanio ó fosfuro-arsenurio-galio-indio (InGaAsP), sus dimensiones están adaptadas aproximadamente al diámetro de la fibra.

CAPITULO 6.

TERMINAL OPTICO FD-4250

NEC. CORP.

6.1) INTRODUCCION.

En éste capítulo veremos las características físicas y funcionales, así como las aplicaciones del FD-4250 Terminal de Línea Optica de 140 M, denominado 140M OLT en la cubierta frontal del bastidor. El tipo de Terminal de Línea Optica que describiremos tiene el siguiente código, así como su voltaje de estación:

- Código NEC y Voltaje de la Estación:

i) E32-852-M5585-AA00 a - 48 / - 60 V CC.

6.2) FUNCION.

El FD-4250 Terminal de Línea Optica es utilizado por los sistemas de transmisión por fibra óptica de 140 M. El FD-4250 realiza la conversión de código entre las señales de código CMI de 139,264 Kbit/s y señales de código 5B/6B de 168,443 Kbit/s; además ejecuta los procesos de conversión eléctrico-óptico y óptico-eléctrico. El FD-4250 trabaja con longitudes de onda de 1,31 λm o 1.55 λm y cables de fibra óptica mono-modal (single mode).

NOTA: Por simplicidad, nos referiremos a 139,264 Kbit/s como 140M y a 168,443 Kbit/s como 168M, ya sea en las figuras como en los nombres de los equipos.

El FD-4250 puede alojar hasta dos sistemas terminales de línea óptica de 140M, los cuales pueden ser usados como dos sistemas independientes ó como un sistema protegido 1+1.

6.3) DESCRIPCION FISICA.

El FD-4250 es montado en un bastidor N6000 (Slim Rack), ocupando un nivel (el número del nivel es usado para identificar la posición del módulo en el bastidor. Cuando el módulo ocupa dos niveles, la posición es definida por el nivel superior ocupado. Este número de nivel, es utilizado por el acceso por el PCT y para la indicación de alarmas en el terminal de mantenimiento.), 447 milímetros de altura, en dicho bastidor. La figura 1 muestra la posición típica del FD-4250, así como la distribución de las unidades (Unidad, significa una ó más tarjetas de circuito impreso que constituyen un circuito funcional. Algunas veces una unidad podría ser un bloque del sistema.), dentro del módulo (Un módulo consiste en un panel de interconexión posterior, uno ó más porta-unidades, y algunas unidades. Es una unidad física que ejecuta una función independiente. Un módulo puede ocupar hasta tres niveles.). La tabla 1 representa la información de referencia de las unidades componentes. El FD-4250 puede contener hasta un máximo de 7 unidades, las cuales se interconectan mediante el panel posterior de interconexión. Las unidades que se montan en éste módulo son de 211.76 y 100 mm de altura.

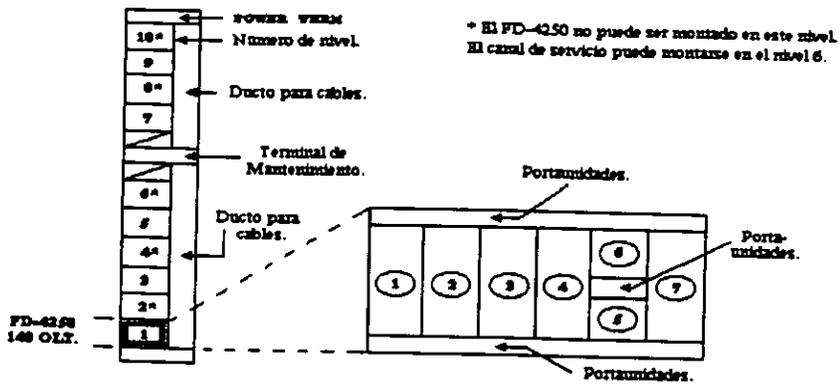


fig 1) DESCRIPCION FISICA.

Los cables de señal de la estación, son llevados a través del ducto lateral hasta las unidades ubicadas hacia el lado derecho del FD-4250 (i.e., Unidad de paso, Unidad Conmutador y de Paso). Sin embargo, los cables de fibra óptica, son conectados directamente al Convertidor Optico.

Posición	Nombre (Abreviación)	Número de unidad	Observaciones	Código NEC
① ②	Convertidor Optico de 140M ⁺ (140M OPT)	Y1389DC	1.31 μ m EM-MLM FP-DC-PBH LD (Potencia de salida = -0.3 dBm) Ge - ADP conector D4PC.	E32-852-Y1389-DC00
Y1389DC10		1.31 μ m EM-MLM FP-DC-PBH LD (Potencia de salida = -0.3 dBm) Ge - ADP conector FCPC.	E32-852-Y1389-DC10	
Y1389BC		1.31 μ m EM-MLM FP-DC-PBH LD (Potencia de salida = -14.5 dBm) Ge - ADP conector D4PC.	E32-852-Y1389-BC00	

Nota: EM-MLM Mono-Modal, Modo Multi-longitudinal.
 SM-SLM Mono-Modal, Modo Mono-longitudinal.
 FP-DC-PBH LD Diódo laser Fabry Perot de doble canal y heteroestructura planar incorporada.

TABLA 1.

Posición	Nombre (Abreviación)	Número de unidad	Observaciones	Código NEC
① ②	Convertidor Óptico de 140M* (140M OPT)	Y1389BC10	1.31 μ m EM-MLM FP-DC-PBH LD (Potencia de salida = -14.5 dBm) Qs - ADP conector FCPC.	E32-852-Y1389-BC10
		Y1389DB	1.31 μ m EM-MLM FP-DC-PBH LD (Potencia de salida = -0.3 dBm) InChAs - ADP conector D4PC.	E32-852-Y1389-DB00
		Y1389DB10	1.31 μ m EM-MLM FP-DC-PBH LD (Potencia de salida = -14.5 dBm) InChAs - ADP conector FCPC.	E32-852-Y1389-DB10

Nota: SM-MLM Mono-Modal, Modo Multi-longitudinal.
 SM-SLM Mono-Modal, Modo Mono-longitudinal.
 FP-DC-PBH LD Diode laser Fabry Perot de doble canal y heteroestructura planar incorporada.

TABLA 2.

Posición	Nombre (Abreviación)	Número de unidad	Observaciones	Código NEC
① ②	Convertidor Óptico de 140M* (140M OPT)	Y1389HE	1.55 μ m EM-SLM DFB-DC-PBH LD (Potencia de salida = -3.5 dBm) InChAs - ADP conector D4PC.	E32-852-Y1389-HE00
		Y1389HE10	1.55 μ m EM-SLM DFB-DC-PBH LD (Potencia de salida = -3.5 dBm) InChAs - ADP conector FCPC.	E32-852-Y1389-HE10
③	Interfaz de Supervisión* (SVI)	Y1390AA	- 48V con función LDBO	E32-080-Y1390-AA00
		Y1390AB	- 48V sin función LDBO	E32-080-Y1390-AB00

Nota: SM-SLM Mono-Modal, Modo Mono-longitudinal.
 FP-DC-PBH LD Diode laser Fabry Perot de doble canal y heteroestructura planar incorporada.
 * Utiliza MOS ICs.

TABLA 1.

Posición	Nombre (Abreviación)	Número de unidad	Observaciones	Código NEC
3	Interfaz de Supervisión* (SVI)	Y1390BA	- 24V con función LDEO	E32-080-Y1390-BA00
		Y1390BB	- 24V sin función LDEO	E32-080-Y1390-BB00
4	Interfaz de Datos de Servicio* (ID)	Y1391A	Interfaz 64 Mb/s x 4 CHs	E32-484-Y1391-0A00
5 . 6	Unidad de Alimentación* (POWER)	Y0017AA	- 48V CC	E32-014-Y0017-AA00
		Y0017BA	- 24V CC	E32-014-Y0017-BA00
7	Unidad de Paso (TROUGH)	Y1384AA	sin función de conmutación.	E32-157-Y1384-AA00
		Y1384AB	con función de conmutación - 48V CC	E32-157-Y1384-AB00
		Y1384BB	con función de conmutación - 24V CC	E32-157-Y1384-BB00

Nota: SM-SLM Mono-Modal, Modo Mono-longitudinal.
 FP-DC-PFH LD Diodo laser Fabry Perot de doble canal y heteroestructura planar incorporada.
 * Utiliza MOS ICs.

TABLA 4.

6.4) SISTEMA PROTEGIDO 1+1.

El FD-4250 es utilizado en los sistemas de transmisión por fibra óptica de 140M, suministrando dos sistemas terminales de línea óptica de 140M. Tres tipos de aplicaciones son posibles con el FD-4250: la primera consiste de un sistema independiente, la segunda de dos sistemas independientes, y la tercera de un sistema protegido 1+1.

Uno o dos sistemas independientes: En ésta aplicación el FD-4250, se emplea la unidad de paso ó el modo de paso de la unidad de conmutación y de paso, para configurar uno ó dos sistemas independientes utilizados para el tráfico independiente. Las figuras 2 y 3, muestran diagramas de bloque simplificado de uno ó dos sistemas independientes. (ver figura 2 y 3).

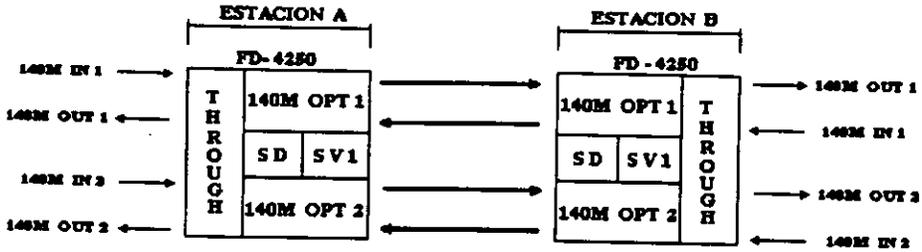


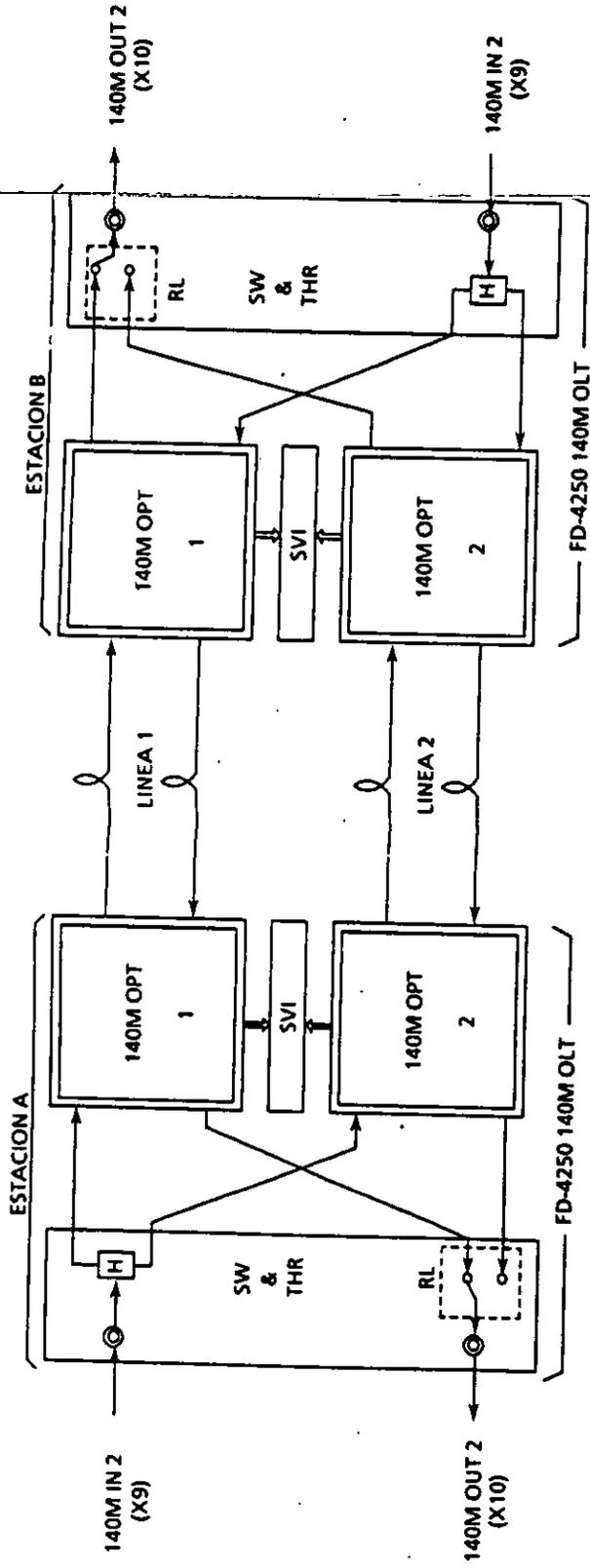
Fig 2 y 3) DOS SISTEMAS INDEPENDIENTES.

Sistema Protegido 1+1 (Opcional): Con el sistema protegido 1+1, el FD-4250 asegura una conmutación 1+1 de la línea de transmisión óptica de 140M. En ésta aplicación, la unidad de conmutación y paso es montada en el lugar de la unidad de paso. Ver la figura 4. La unidad de conmutación y paso contiene un transformador híbrido en su circuito de transmisión, y un relé en su circuito de recepción donde se realiza la conmutación de una vía. (ver figura 4).

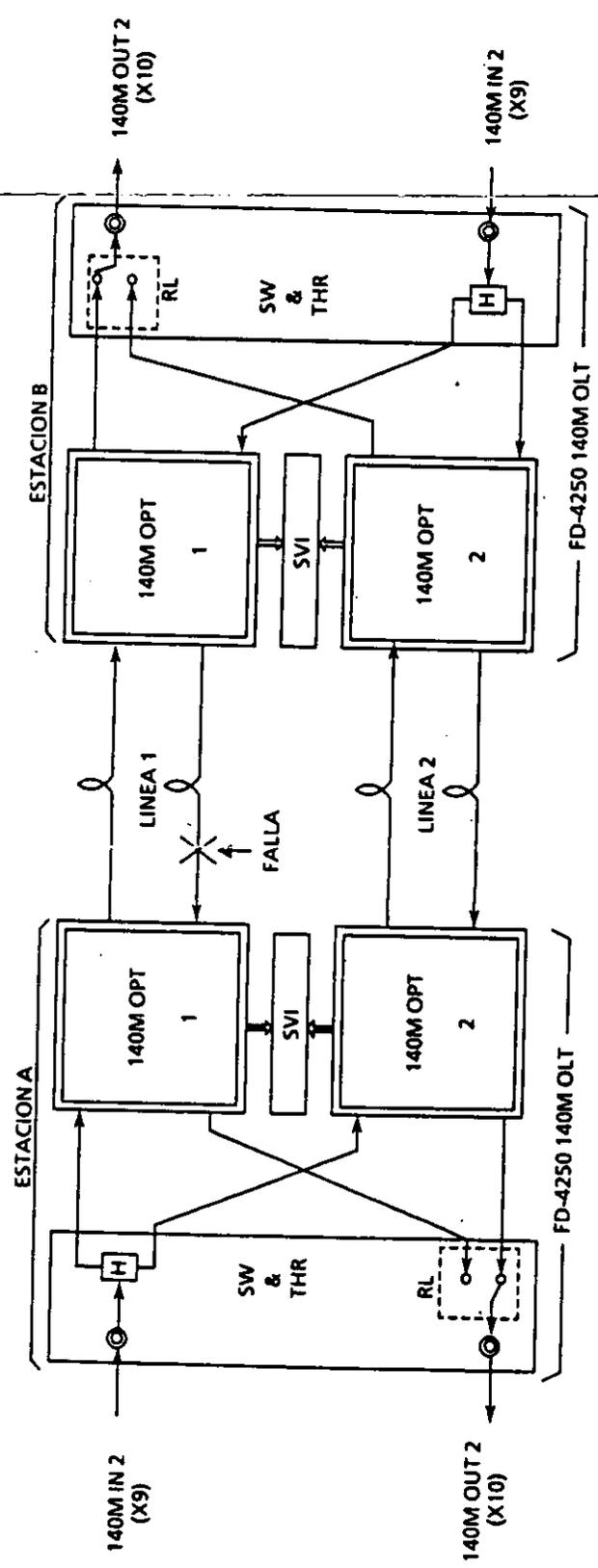
Se dispone de los siguientes cuatro modos de conmutación:

AUTO (Automático): Ejecuta la conmutación de línea automáticamente después de la detección de la señal de solicitud de conmutación (mayor ó menor), la cuál es emitida por el sistema 1 ó el sistema 2 a través de la interfaz de supervisión (SV).

(1) NORMAL



(2) CONMUTACION



140M OPT: Convertidor Optico 140M Transformado Híbrido

H:

RL: Circuito Relé

SVI: Interfaz de Supervisión

SW&THR: Unidad de Conmutación y Paso

EXTERNAL (Externo): La operación de conmutación en la estación local ó remota es controlada por el equipo de supervisión local (LCL-SV FD-0270) externo, a través de la interfaz de supervisión (SVI).

MANUAL (Manual): La operación de conmutación en la estación local ó remota es controlada manualmente desde el terminal portátil de control, a través de la interfaz de supervisión.

FORCED (Forzado): Operando los interruptores FORCED y FORCED SELECT de la unidad de conmutación y paso, se controla directamente el relé sin que intervenga la interfaz de supervisión.

La jerarquía de los modos indicados es el siguiente:

FORCED > MANUAL > EXTERNAL > AUTO.

Manual, External y Auto son controlados por medio de la interfaz de Supervisión.

El modo normal de conmutación es AUTO. Los otros modos podrán seleccionarse dependiendo del estado del sistema.

Asumiendo que el sistema 1 esté trabajando normalmente cuando ambos sistemas 1 y 2 están operando normalmente en el modo AUTO (ver figura 4), y se produce una falla en la línea del sistema 1 (estación B a estación A), la interfaz de supervisión de la estación A emite una señal de solicitud de conmutación, y el tráfico de la estación B a la estación A conmuta desde la línea del sistema 1 a la línea del sistema 2.

6.5) CONVERSION DE LA SEÑAL PRINCIPAL.

La figura 6 muestra el diagrama a bloques del FD-4250. El circuito de transmisión del Convertidor Óptico de 140M (140 OPT) convierte la señal CMI entrante en una señal unipolar. También aumenta la velocidad de bito a 168,443 Kbit/s utilizando la regla de conversión de código 5B/6B e insertando los bitos suplementarios, tales como, alineamiento de trama, datos de servicio remoto y datos de servicio. El circuito de recepción del convertidor óptico de 140M extrae los bitos suplementarios de la señal recibida para establecer el alineamiento de trama y decodificar los datos de servicio. También convierte la señal recibida en una señal CMI de 139,264 Kbit/s utilizando el código de conversión 5B/6B. (ver figura 5).

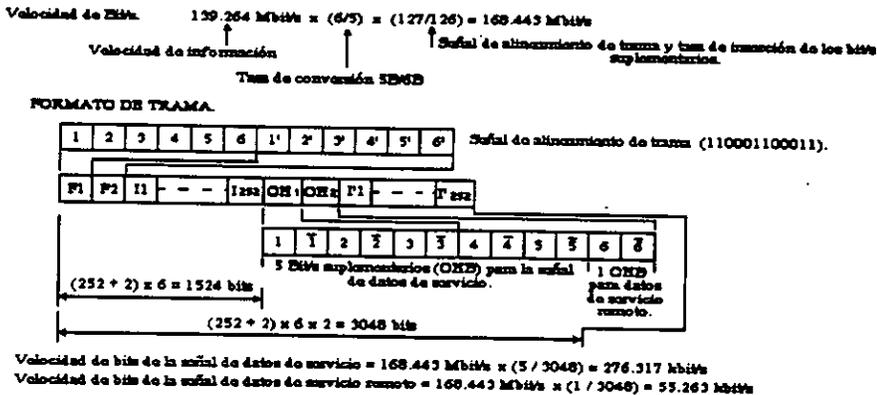
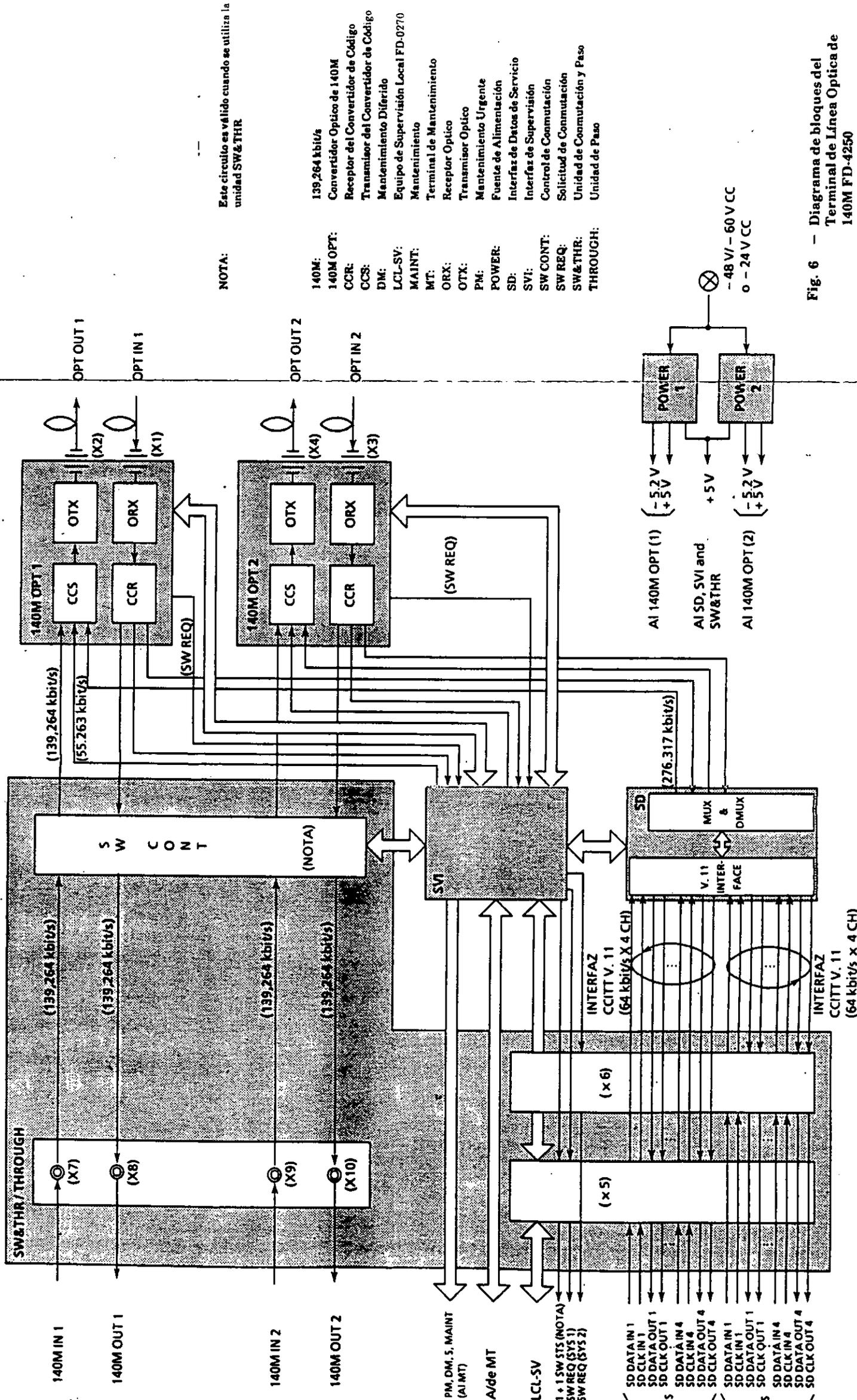


Fig 5) FORMATO DE TRAMA DE LA SEÑAL DE 168.443 Mbit/s.



NOTA: Este circuito es válido cuando se utiliza la unidad SW&THR

- 139.264 kbit/s
- 140M: Convertidor Óptico de 140M
- CCR: Receptor del Convertidor de Código
- CCS: Transmisor del Convertidor de Código
- DM: Mantenimiento Diferido
- LCL-SV: Equipo de Supervisión Local FD-0270
- MAINT: Mantenimiento
- MT: Terminal de Mantenimiento
- ORX: Receptor Óptico
- OTX: Transmisor Óptico
- PM: Mantenimiento Urgente
- POWER: Fuente de Alimentación
- SD: Interfaz de Datos de Servicio
- SVI: Interfaz de Supervisión
- SW CONT: Control de Conmutación
- SW REQ: Solitud de Conmutación y Paso
- SW&THR: Unidad de Conmutación y Paso
- THROUGH: Unidad de Paso

Fig. 6 - Diagrama de bloques del Terminal de Línea Óptica de 140M FD-4250

El transmisor óptico del 140 OPT recibe la señal digital de 168,443 Kbit/s y la convierte en una señal óptica de 168,443 Kbit/s. Un diodo láser es utilizado como fuente de luz. El FD-4250 utiliza cable de fibra óptica con una longitud de onda de transmisión de 1.31 μm ó 1.55 μm . El receptor óptico en el 140M OPT convierte la señal óptica en una señal eléctrica de 168,443 Kbit/s. En la figura 5, se muestra la estructura de trama de la señal de 168,443 Kbit/s. (ver figura 6).

6.6) CANAL DE DATOS DE SERVICIO.

El canal de datos de servicio se utiliza para la transmisión de datos de servicio, tales como, canal de servicio, señal de control de conmutación, señal de supervisión, y señales opcionales definidas por el cliente. Utilizando la interfaz de datos de servicio, el FD-4250 puede transmitir cuatro canales de datos/reloj a 64 Kbit/s. Las salidas de ésta unidad se transmiten utilizando los bits de datos de servicio en la señal principal de 168,443 Mbit/s. Los bits de datos de servicio forman una trama que tiene una velocidad de trama de 276,317 Kbit/s (ver figura 7).

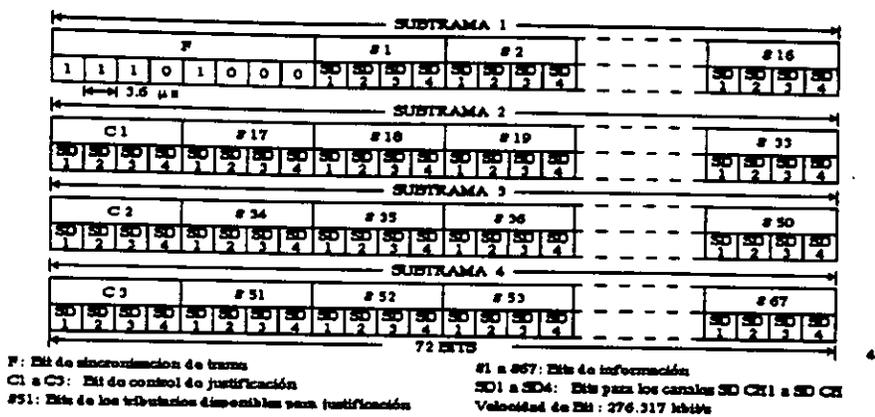
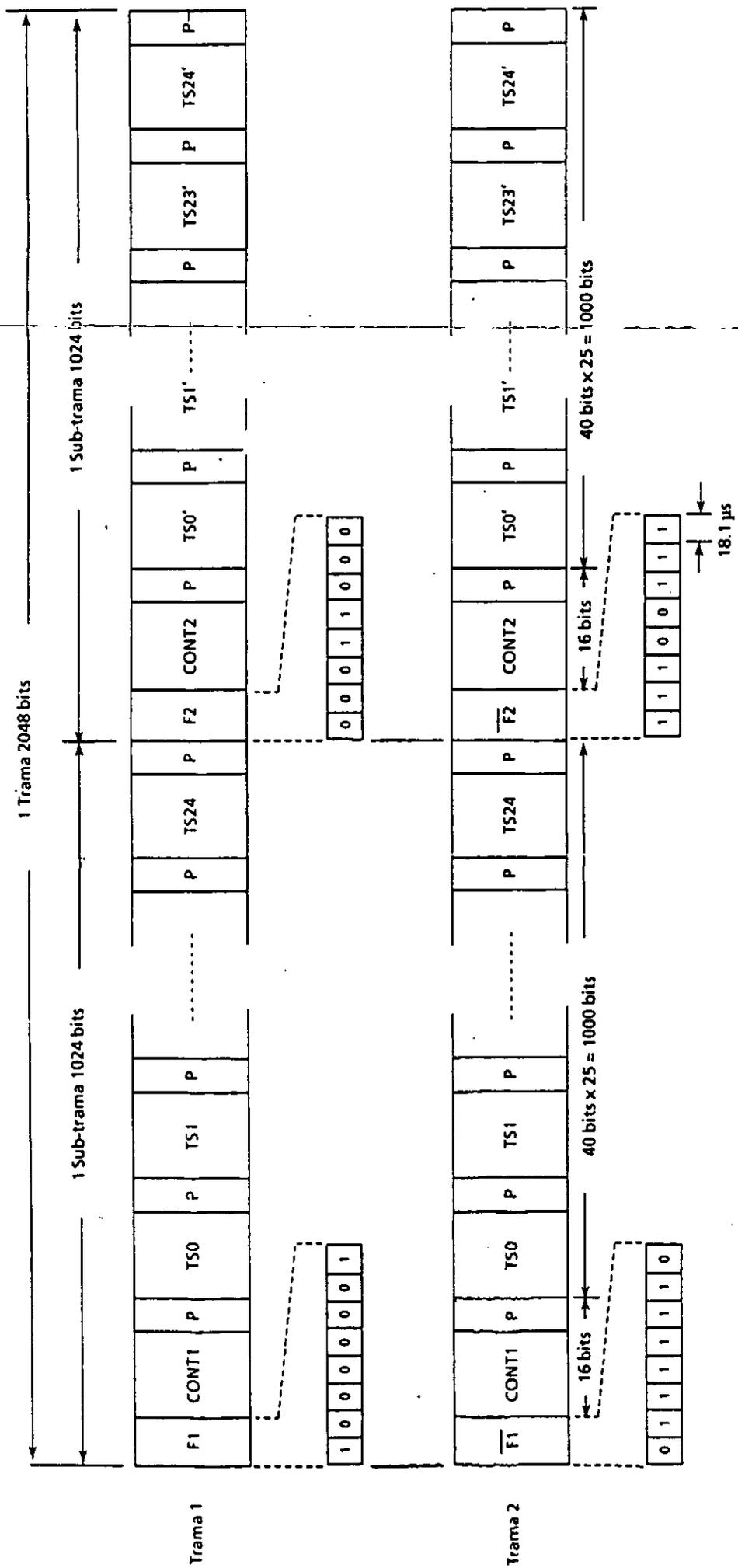


fig 7) CANAL DE DATOS DE SERVICIO.

Circuitos de Transmisión: En la interfaz CCITT Rec. V.11 de la interfaz de Datos de Servicio, se reciben los canales asíncronos de datos de servicio. Utilizando la intercalación de bits y la justificación positiva se multiplexan las cuatro señales de datos de una sola de 276,317 Kbit/s. Esta última señal se aplica al convertidor de código del Convertidor Optico de 140M y se inserta a la señal principal de 168,443 Kbit/s por medio de la intercalación de bits.

Circuito de Recepción: El dato de servicio de 276,317 Kbit/s se extrae de la señal principal en el receptor del convertidor de código del Convertidor Optico de 140M, se demultiplexa en cuatro datos/reloj separados de 64 Kbit/s y transmitidos a través de la interfaz CCITT Rec. V.11.



Velocidad de Bits:
 CONT1, CONT2:
 F1, F2, F1', F2':

55.263 kbit/s (ciclo 18.09 μs)
 Bits de control (detalles en Fig.9)
 Bits de alineamiento de trama
 Se repite en el orden de F1 → F2 → F1' → F2'
 Bit de paridad
 Intervalo de tiempo 0,0
 Utilizado para el monitoreo de datos en-línea del Terminal
 de Línea Óptica (detalles en Fig.10)

TS1 to TS23,
 TS1' to TS23':
 TS24, TS24':

Intervalo de tiempo de 1 a 23,
 Intervalo de tiempo de 1 a 23
 Utilizado para el monitoreo de datos
 en-línea de los Repetidores Ópticos
 (detalles en Fig.11)
 No se usa

Fig. 8 - Estructura de trama de los datos de servicio remoto (Resumen)

TS0 →

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CPU FAIL	0	0	0	LD BIAS	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	140M IN

TS0 →

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SD CLK 4	SD CLK 3	SD CLK 2	SD CLK 1	0	0

TS0' →

33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
0	LD BIAS CODE	Parity	BURST ERROR	SINGLE ERROR	0	BER MIN	BER MAJ	RCV CLK	MAIN DATA FA	OPT IN*					
	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0									

TS0' →

49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
LCL OSC	0	0	0	0	BER CODE	0	0	CODIGO DEL MONITOREO DE COMPORTAMIENTO DE ERROR	ESTADO DEL MONITOREO DE COMPORTAMIENTO DE ERROR						
					bit 2	bit 1	bit 0	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

TS0' →

65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
0	0	0	0	0	0	0	140M OUT	0	SD REMOVED	RSD FA	0	SD FA	0	0	Parity

Activo: 1
Normal: 0

* Este bit está activo cuando se utiliza la interfaz de Supervisión Y1390AB ó Y1390BB.

LD BIAS CODE: Código de la corriente de polarización del diodo laser
BER CODE: Código de la tasa de error de bits
LCL OSC FAIL: Falta del Oscilador Local

Fig. 10 - Estructura de trama de los datos de servicio remoto (Monitoreo en línea del Terminal de Línea Óptica)

TS1'

49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
REP ALM CODE			SEN CODE			OPT OUT		CLK PWR	0	LD RMS	0	0	0	0	SD REPRO-VED
bit 2	bit 1	bit 0	0	0	bit 2	bit 1	bit 0								

← Per tabla 9 → ← Per tabla 6 →

Nota 2

TS1'

65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
0	0	SD FA	SD CLK	0	0	LD MESET	RSD FA	LD RMS CODE			STA ALM		FLAG		
								bit 6	bit 5	bit 4	ALM 1	ALM 2	0	Parity	
								bit 3	bit 2	bit 1	bit 0	ALM 3	ALM 4	1	

← Per tabla 5 →

Nota 3

Activo: 1
 Inactivo: 0

NOTAS: 1.- Nombres de miembros del equipo de la dirección E-8 por medio de los datos de servicio remoto de E-8
 2.- Nombres de miembros del equipo de la dirección E-7 por medio de los datos de servicio remoto de E-7
 3.- Nombres de miembros del equipo de la dirección E-6 por medio de los datos de servicio remoto de E-6
 4.- El contenido de los datos cambia de acuerdo al bit de control (bit de configuración) de la frecuencia en la multiplex. Por ejemplo, si el bit subtransmisor es "1", se transmiten la siguiente información: LD RMS CODE (bit 3), (bit 2), (bit 1), (bit 0), STA ALM (ALM 3), (ALM 4) o (ALM 7), (ALM 8).

CODIGO			ESTADO Y COMANDOS DE CONTROL DE MODO
EST 2	EST 1	EST 0	
0	0	0	Comando del Modo Automático (AUTO)
0	0	1	Estado del Modo Automático (AUTO)
0	1	0	Estado del Modo Externo (EXTERNAL)
0	1	1	Estado del Modo Manual (MANUAL)
1	0	0	Sin Uso
1	0	1	Comando del Modo Manual (MANUAL)
1	1	0	Comando del Modo Externo (EXTERNAL)
1	1	1	Comando del Modo Forzado (FORCED)

TABLA 5.
 ESTRUCTURA DE TRAMA DE LOS DATOS DE SERVICIO REMOTO
 (MODE CONTROL COMMAND AND STATUS)

CODIGO			COMANDOS DE CONTROL DE CONMUTACION
EST 2	EST 1	EST 0	
0	0	0	Sin Uso
0	0	1	SYS 1 → SYS 2
0	1	0	Sin Uso
0	1	1	
1	0	0	SYS 2 → SYS 1
1	0	1	Sin Uso
1	1	0	
1	1	1	

TABLA 6.
ESTRUCTURA DE TRAMA DE LOS DATOS DE SERVICIO REMOTO
(SW CONTROL COMMAND)

CODIGO		ESTADO DEL CONMUTADOR
EST 1	EST 0	
0	0	SISTEMA INDEPENDIENTE
0	1	SISTEMA 1
1	0	SISTEMA 2
1	1	ALARMA DE CONMUTACION
		SISTEMA PROTEGIDO 1 + 1

TABLA 7.
ESTRUCTURA DE TRAMA DE LOS DATOS DE SERVICIO REMOTO
(SW STATUS)

CODIGO						CORRIENTE (mA)	INDICACION DEL PCT (mA)
ENT 5	ENT 4	ENT 3	ENT 2	ENT 1	ENT 0		
0	0	0	0	0	0	$0 \leq LD < 1$	0
0	0	0	0	0	1	$1 \leq LD < 3$	2
0	0	0	0	1	0	$3 \leq LD < 5$	4
0	0	0	0	1	1	$5 \leq LD < 7$	6
0	0	0	1	0	0	$7 \leq LD < 9$	8
0	0	0	1	0	1	$9 \leq LD < 11$	10
0	0	0	1	1	0	$11 \leq LD < 13$	12
0	0	0	1	1	1	$13 \leq LD < 15$	14
1	1	1	1	0	1	$121 \leq LD < 123$	122
1	1	1	1	1	0	$123 \leq LD < 125$	124
1	1	1	1	1	1	$125 \leq LD < 127$	126

TABLA 8.

CODIGO			TASA DE ERROR DE BITS
ENT 2	ENT 1	ENT 0	
0	0	0	10^{-3}
0	0	1	10^{-4}
0	1	0	10^{-3}
0	1	1	10^{-4}
1	0	0	10^{-7}
1	0	1	10^{-4}
1	1	0	10^{-3}
1	1	1	$< 10^{-3}$

TABLA 9.
ESTRUCTURA DE TRAMA DE LOS DATOS DE SERVICIO REMOTO (BER CODE).

CODIGO			NOMBRE DE LA ALARMA
BIT 2	BIT 1	BIT 0	
0	0	0	NO ALARM (Ausencia de alarmas)
0	0	1	SEVERE ERROR (Error Simple)
0	1	0	NOT USED (Sin Uso)
0	1	1	ERR MIN (Error Menor)
1	0	0	ERR MAJ (Error Mayor)
1	0	1	MAIN DATA FA (Alineamiento de Trama de la señal principal)
1	1	0	NOT USED (Sin Uso)
1	1	1	OPT IN (Falha Óptica de Entrada)

TABLA 12.
ESTRUCTURA DE TRAMA DE LOS DATOS DE SERVICIO REMOTO
(REP ALM CODE)

Los ítems de monitoreo son enlistados a continuación:

a) Monitoreo de las alarmas en los Terminales de Línea Óptica local y remoto:

- Pérdida de la señal de entrada de 139.264 Mbit/s.
- Falta del 140M OPT (falta el reloj de transmisión) (OTL local solamente).
- Falta del 140M OPT (pérdida de la salida óptica) (OTL local solamente).
- Excesiva corriente de polarización del diodo láser.
- Falta del 140M OPT (pérdida de salida del oscilador local).
- Pérdida de la señal de salida de 139.254 Mbit/s.
- Falta del 140M OPT (falta del reloj de recepción).
- Pérdida de la señal óptica de entrada (solamente para el OTL local cuando se utiliza Y1390AA/BA SVI).
- Pérdida de alineamiento de trama en la señal principal.
- Excesiva tasa de error de bits - mayor.
- Excesiva tasa de error de bits - menor.

- Error por interferencia.
- Error simple.
- Pérdida del reloj de entrada en los canales de datos de servicio 1, 2, 3, o 4.
- Pérdida del alineamiento de trama en los datos de servicio.
- Pérdida del alineamiento de trama en los datos de servicio remoto.
- Falla de la fuente de alimentación (solamente para el OTL local).
- Falla del CPU de la interfaz de supervisión.
- Extracción del convertidor óptico 140M (solamente para el OTL local).
- Error de entrada del OPT1 y OPT2 (solamente para el OTL local).
- Extracción de la interfaz de datos de servicio.
- Error de entrada del OPT 1/2 y SVI (solamente para el OTL local).
- Extracción de la fuente de alimentación (solamente para el OTL local).

b) Monitoreo de alarmas en el Repetidor Optico (estación E):

- Recepción de AIS desde el repetidor óptico.
- Falla de la señal de salida óptica del Repetidor Optico de 140M (E-W).
- Falla de oscilador local (E-W) (cuando se utiliza la interfaz de Supervisión sin la función LDSO).
- Excesiva corriente de polarización del diodo láser.
- Pérdida del reloj de entrada en los canales de datos de servicio 1, 2, 3 o 4.
- Pérdida de la señal óptica de entrada (cuando se utiliza la interfaz de supervisión con la función LDSO, solamente para W-E).
- Pérdida del alineamiento de trama en la señal principal.
- Excesiva tasa de error de bits - mayor.
- Excesiva tasa de error de bits - menor.
- Error simple.

- Pérdida del alineamiento de trama en los datos de servicio.
- Pérdida del alineamiento de trama en los datos de servicio remoto (E-W o W-E).
- Falla del CPU.
- Extracción del repetidor óptico 140M (E-W) (cuando se utiliza la interfaz de supervisión sin la función LDSO).
- Extracción de la interfaz de supervisión.
- Extracción de la interfaz de datos de servicio.
 - Alarmas de estación de 1 a 8.
 -

c) Monitoreo de las alarmas del conmutador (cuando se utiliza SW & THR en el modo de conmutación):

- Falla del control de conmutación.
- Falla el medio de comunicación del control de conmutación entre las estaciones local y remota.
- Solicitud de conmutación mayor generada por ambos sistemas.

d) Monitoreo de la corriente de polarización del diodo láser.

e) Monitoreo de la tasa de error de bito.

f) Monitoreo del porcentaje de segundos errados, minutos degradados o segundos severamente errados.

g) Monitoreo del estado de conmutación (cuando se utiliza SW & THR en el modo de conmutación).

h) Monitoreo del modo de conmutación (cuando se utiliza SW & THR en el modo de conmutación).

i) Monitoreo de la función de desconexión del diodo láser (cuando se utiliza la interfaz de supervisión).

j) Monitoreo del estado del bucle.

- Bucle local.

- Bucle remoto.

ITEMES DE CONTROL:

a) Establecer un bucle local.

b) Establecer un bucle remoto.

c) Reiniciar la alarma de error simple, la cuál detecta el error de cada bitio.

d) Reiniciar la alarma de error por interferencia, la cuál detecta continuos errores por doce alarmas.

e) Reiniciar el tiempo antes de empezar una medición del porcentaje de segundos errados, minutos degradados ó segundos severamente errados.

f) Desactivación del diodo láser (cuando se utiliza la interfaz de supervisión).

g) Inhibir la desconexión automática del diodo láser (cuando se utiliza la interfaz de supervisión).

h) Cambiar el modo de conmutación (cuando se utiliza SW & THR en el modo de conmutación).

i) Conmutación de las líneas entrantes y salientes entre el sistema 1 y el sistema 2 (cuando se utiliza SW & THR en el modo de conmutación).

LADO DE TRANSMISION: Las alarmas generadoras en el terminal de línea óptica y la información de los comandos provenientes del terminal portátil de control (PCT) ó del equipo de Supervisión remoto, son intercalados en el tren de datos de servicio remoto de 55.263 Kbit/s por la interfaz de supervisión. Este dato es insertado en la señal principal de 168,443 Kbit/s como bits de cabecera del convertidor óptico de 140M.

LADO DE RECEPCION: Los datos de servicio remoto recibidos son demultiplexados en el convertidor óptico de 140M y enviados a la interfaz de supervisión. El controlador y procesador de alarmas de la interfaz de supervisión, decodifica y procesa los datos para ser mostrados en la pantalla del terminal portátil de control ó en el equipo supervisor remoto.

6.8) APAGADO AUTOMATICO DEL DIODO LASER (LDSO).

La función que se describe a continuación es efectiva solamente cuando se utiliza la interfaz de supervisión Y1390AA ó Y1390BA. Cuando el cable de fibra óptica se desconecta del equipo ó se interrumpe, el Terminal de Línea Optica FD-4250 automáticamente se apaga el diodo láser para prevenir cualquier daño en los ojos.

Ver la figura 12. Si se detecta la pérdida de la señal óptica de recepción, el Terminal de Línea Optica apaga el diodo láser de la dirección opuesta. Esto origina que el siguiente Repetidor Optico del enlace, detecte la pérdida de la señal óptica de recepción y también apague el diodo láser de la dirección opuesta. De ésta manera, se apaga el haz de luz en el punto de desconexión. El diodo láser se encenderá nuevamente cuando se ejecuta la operación LDSO-R a través del terminal portátil de control. La función de apagado automático del diodo láser puede ser inhibida por medio de la operación de inicialización a través del Terminal Portátil de Control.

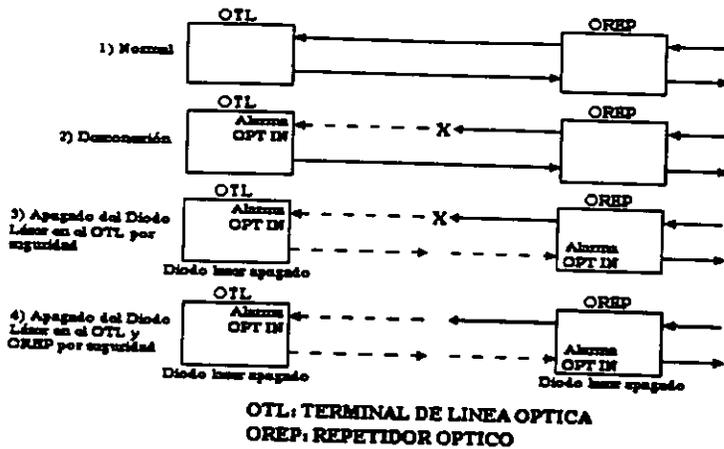


fig 12) APAGADO AUTOMATICO DEL DIODO LASER.

6.9) BUCLE DE SEÑAL (LOOPBACK).

Bucle Local: Vea la figura 13. Cuando se activa el comando de bucle local desde el Terminal Portátil de Control ó desde el Equipo de Supervisión Local (LCL-SV) FD-0270, la interfaz de supervisión detecta ésta señal y el bucle local queda activado. En el terminal de línea óptica FD-4250, la señal de transmisión es enviada de regreso desde el convertidor paralelo/serie al convertidor serie/paralelo en el convertidor óptico de 140M. La lámpara MAINT se enciende en ambos terminales de línea FD-4250 local y remoto. Y se envía la señal de indicación de alarma (AIS) desde los cuatro canales de datos de servicio del terminal de línea óptica FD-4250. Cuando el terminal de línea óptico FD-4250 recibe la señal de estado de bucle a través de los datos de servicio remoto, éste envía AIS a la salida de los cuatro canales de datos de servicio.

Bucle de Remoto: Cuando el comando de bucle remoto desde el terminal portátil de control ó el equipo de supervisión remoto es detectado en el terminal de línea óptica FD-4250 remoto, se

activa el bucle remoto. En el terminal de línea óptica FD-4250 remoto, la señal recibida es enviada de vuelta desde el convertidor paralelo/serie al convertidor serie/paralelo en el convertidor óptico de 140M, la lámpara MAINT enciende en ambos terminales de línea óptica FD-4250, y se envía AIS a los equipos de la estación remota desde el terminal de línea óptica FD-4250.

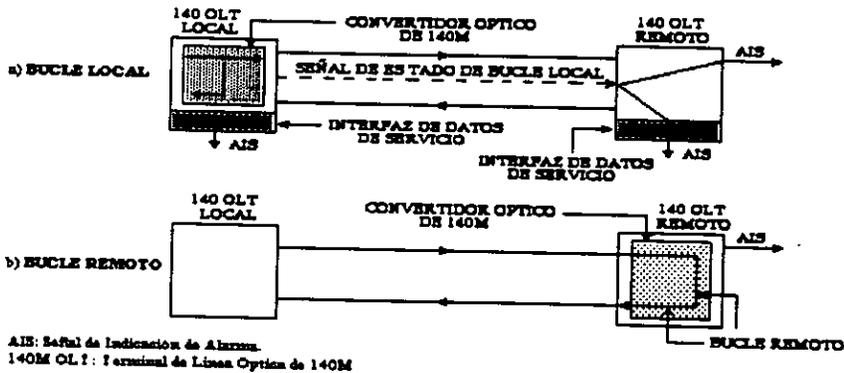


Fig 13) DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE BUCLE.

6.10) DISTRIBUCION DE ALIMENTACION.

En la figura 14 se muestra el diagrama de bloques de la distribución de alimentación. Un voltaje de - 48 V / - 60 V CC ó - 24 V CC es aplicado a los terminales ubicados en la parte superior del bastidor, donde es enviado al terminal de mantenimiento para luego ser distribuido a cada nivel a través de los respectivos cables planos. Cada fuente de alimentación alimenta al convertidor de CC/CC a través del interruptor y fusible. EL convertidor de CC/CC convierte el voltaje de la estación en dos tensiones estabilizadas, + 5 V CC y - 5.2 V CC. Tal como se muestra en la figura

14. éstos voltajes se distribuyen a cada una de las unidades. Fuente de alimentación 1 entrega + 5 V CC y - 5.2 V CC al convertidor óptico 1, y la fuente de alimentación 2 lo entrega al convertidor óptico 2 de 140M.

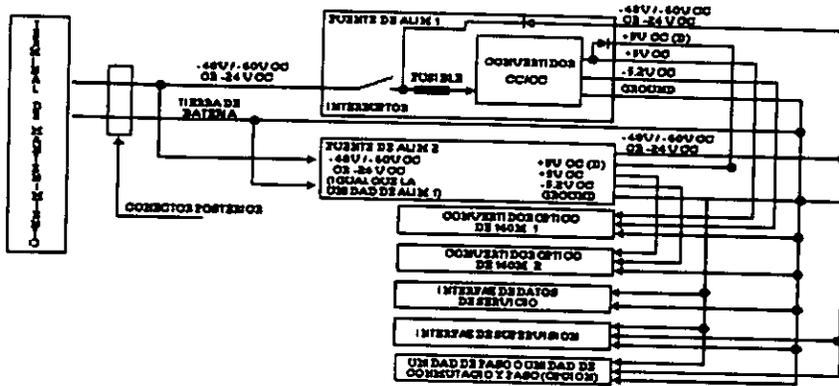


Fig 14) DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION.

6.11) GENERACION DE ALARMAS.

El circuito de alarma de la interfaz de supervisión monitorea la operación del FD-4250 para ayudar al personal de mantenimiento en la pronta localización de fallas. La figura 15 muestra el diagrama de bloques del circuito de alarmas. La interfaz de supervisión colecta la información de alarmas y los estados de dos terminales de línea óptica de 140M FD-4250 a través del ómnibus serie. La interfaz de supervisión procesa las alarmas generadas en el Terminal de línea óptica y activa las respectivas alarmas de estación y los LED indicadores. La interfaz de supervisión también monitorea los datos de servicio remoto y los estados del terminal de línea óptica remoto y repetidores ópticos.

Las alarmas son enviadas a la interfaz de supervisión a través del ómnibus serie. Los datos son leídos con la señal LOAD enviada desde la interfaz de supervisión. A la unidad se le designa con la señal R STROBE, y ésta envía los datos a la interfaz de supervisión a través de la señal R CLK. Las alarmas pueden ser monitoreadas desde el terminal portátil de control, el cuál es conectado al terminal de mantenimiento. La asignación de los bits del ómnibus serie son mostrados en la figura 16.

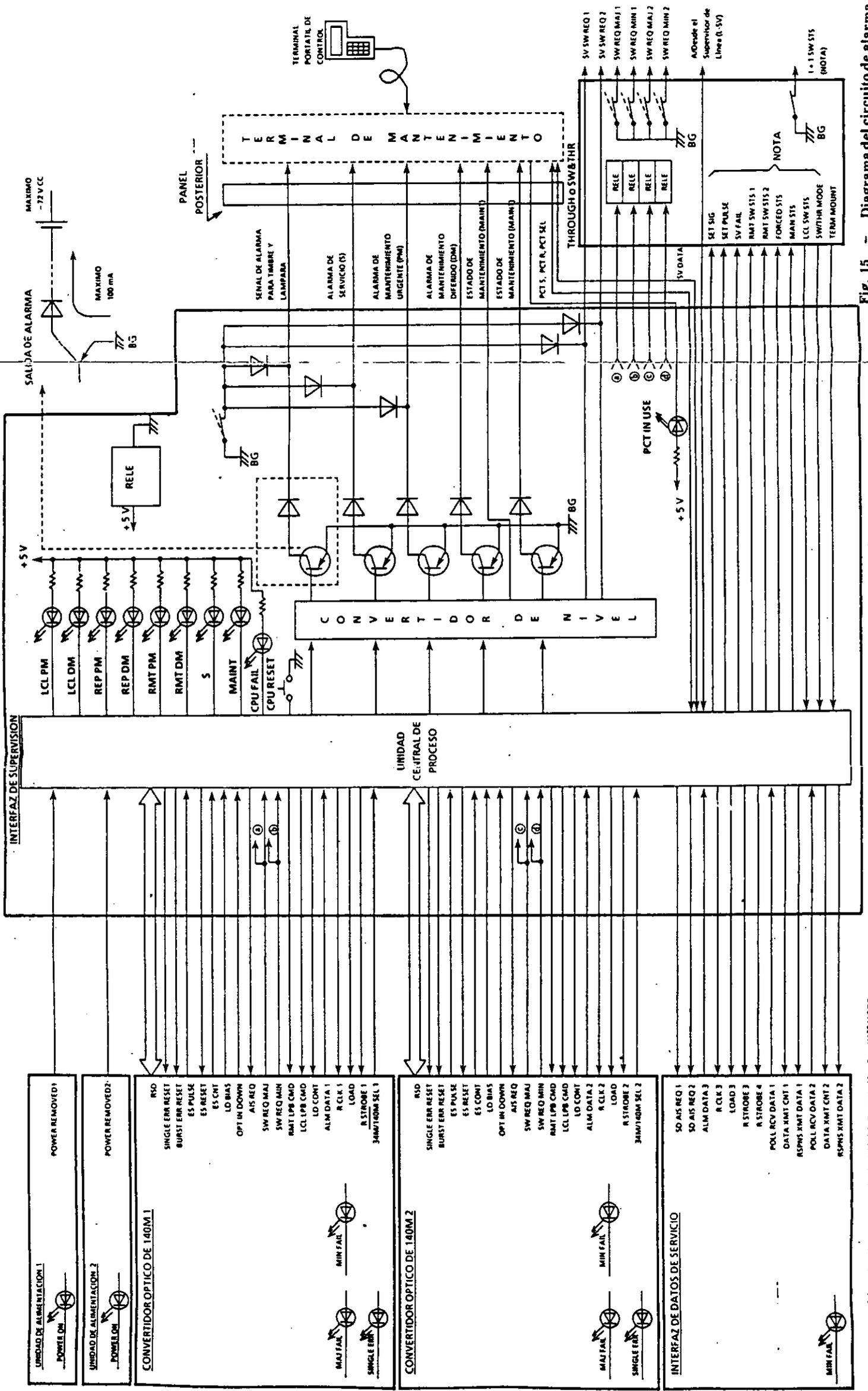


Fig. 15 - Diagrama del circuito de alarma

NOTA: Estas señales están activas cuando se utiliza la Unidad de Comunicación y Paso Y1384A888.

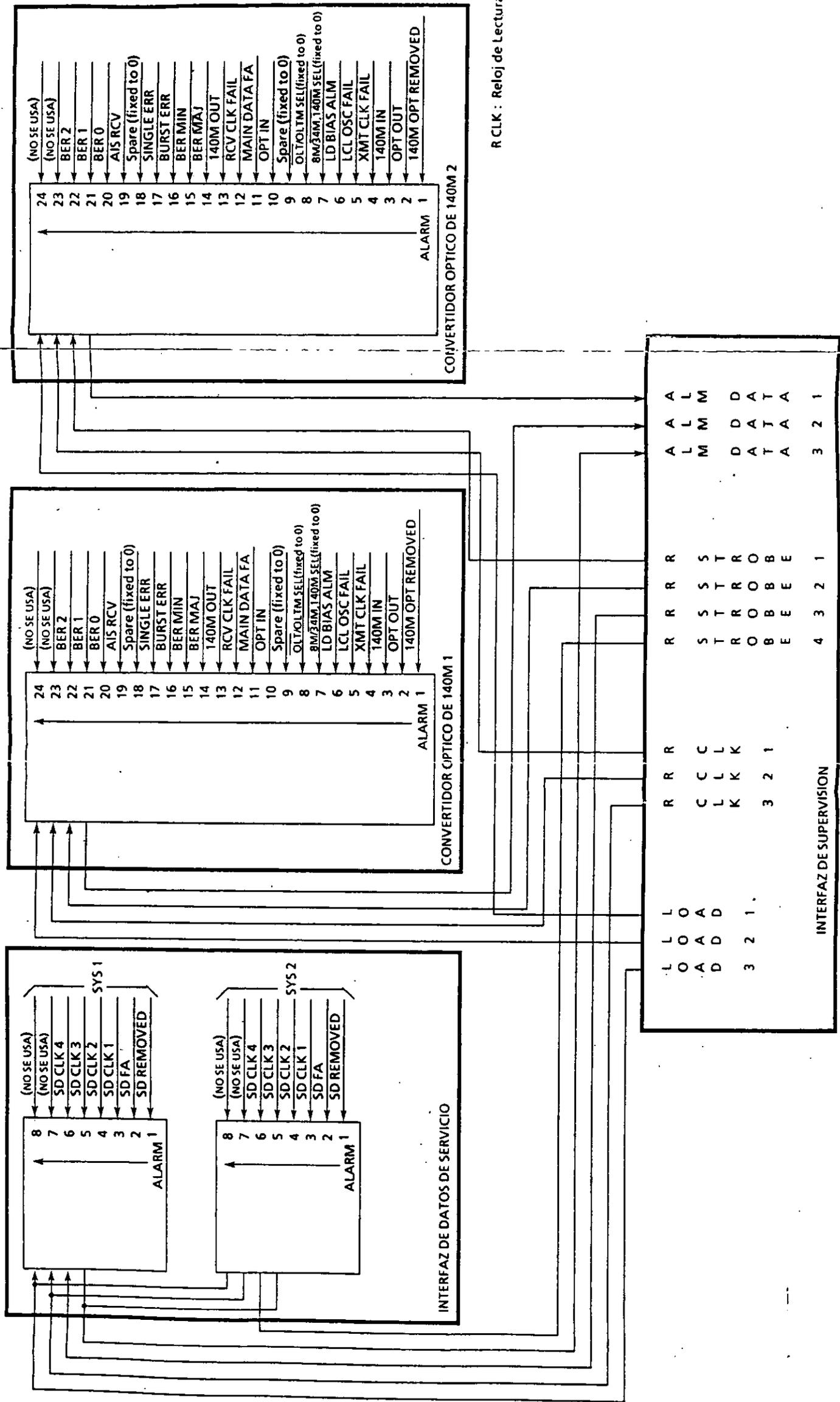


Fig. 16 - Asignación de los bits del omnibus serie

CAPITULO 7.

"ENLACE ENTRE CENTRALES".

7.1) INTRODUCCION.

Así como es imprescindible la función del sistema nervioso en la compleja estructura de un ser humano, de igual manera lo es, la función del sistema de señalización en la compleja estructura de un Sistema Telefónico.

La señalización en cualquier sistema podemos definirla como la transferencia dirigida y ordenada de información entre las partes funcionalmente dinámicas de dicho sistema:

En el caso particular de un Sistema Telefónico, las funciones de señalización básicamente son: Establecer, Supervisar y Administrar Comunicaciones Telefónicas.

La creciente expansión de las telecomunicaciones y la evolución constante de la tecnología en el campo telefónico hacen obligada una planeación que se ajuste óptimamente a las características y necesidades del sistema, dentro de un horizonte predeterminado, por lo que, es de radical

importancia, conocer el estado del sistema respecto a los caracteres fundamentales que tengan implicación en el manejo de información.

De manera tal que, sea posible conjugar las necesidades características de la red telefónica y la evolución tecnológica, para dictaminar de una manera óptima la estructura que satisfaga equilibradamente tanto las necesidades del usuario, como de la administración telefónica.

Estos factores básicamente son: Conmutación, Enrutamientos, Numeración, Transmisión, Facturación y Señalización.

En los últimos años, el avance en el campo de las telecomunicaciones ha sido extraordinario, primero el telégrafo y el teléfono, y después la radio y la televisión y ahora las comunicaciones espaciales.

Organismos Internacionales que han regido las comunicaciones ó mejor dicho las telecomunicaciones, son las siguientes:

- U.I.T (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Fue creada el 17 de mayo de 1865 en París. Diferentes países participaron en ésta unión internacional.

- Pero, en la Asamblea de 1925 en París, se decidió la creación de dos comités consultivos, uno para la telefonía (Comité Consultivo Internacional de Comunicaciones Telefónicas a Grandes Distancias) (C.C.I.F.), y otro semejante para telegrafía (C.C.I.T.). Esto se debió al gran crecimiento en complejidad de los servicios telefónicos y telegráficos internacionales.

- Pero, debido a la similitud de muchos problemas técnicos entre los dos comités, en 1947 se propuso la unión de éstos dos comités. Y no fue, sino hasta 1956, cuando se aceptó la proposición, convirtiéndose en el Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (C.C.I.T.T.).

Por largo tiempo, la telefonía y la telegrafía se habían desarrollado separadamente, teniendo sus propios métodos, pero usando técnicas similares y a menudo iguales.

A mediados de este siglo, se emplearon en muchas ocasiones los mismos canales de transmisión, cables aéreos, cables subterráneos, cables submarinos y circuitos de radio. Un ejemplo de esto, fue el primer cable telefónico transatlántico con repetidores sumergidos en 1956 uniendo Escocia (en Europa) y Newfoundlanda (en América). Este enlace fue un cable coaxial con 36 circuitos telefónicos que pueden ser usados, ya sea parcialmente ó totalmente para la transmisión telegráfica de hasta 864 circuitos telegráficos.

En la primera Asamblea del C.C.I.T.T. en diciembre de 1956, el C.C.I.T. pasó sus asuntos pendientes al C.C.I.T.T. entre los que se pueden mencionar:

- 1) Continuación del estudio de distorsión telegráfica.
- 2) Estandarización del equipo telegráfico de frecuencia vocal.
- 3) Estandarización del equipo para grabación directa de telegrafía de facsímil.
- 4) Estandarización de redes de telex para conmutación completamente automática.
- 5) Plan de numeración.
- 6) Revisión de las regulaciones telegráficas.
- 7) Establecimiento de un nuevo alfabeto telegráfico.

Por su parte, el C.C.I.F. pasó a la C.C.I.T.T. 109 asuntos, entre los que destacan:

- 1) Estudio de las características de los circuitos internacionales telefónicos.
- 2) Límites permisibles de ruido de alto nivel de corta duración.
- 3) Extensión de recomendaciones para transmisión de señales de T.V.
- 4) Procedimiento de tarificación en servicios telefónicos internacionales automáticos.
- 5) Preparación de definiciones a vocabulario de telecomunicaciones.

7.2) FUNCIONES DE LA SEÑALIZACION Y CONCEPTOS TELEFONICOS.

Existen tres tipos de Funciones, las cuales definiremos a continuación:

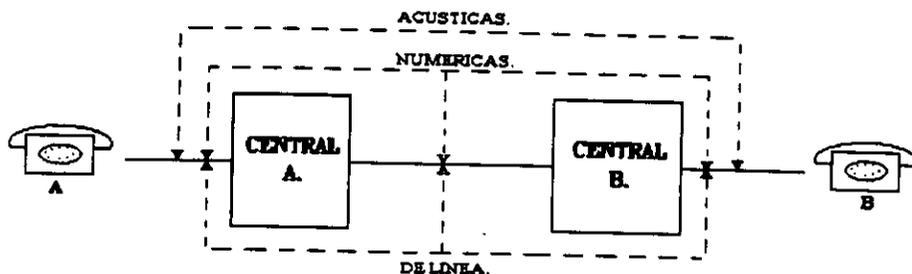
- Supervisión: Esta se encarga de la detección de las condiciones y/o cambios de estado de las facilidades del sistema de señalización (por ejemplo: línea de abonado, registros, circuitos, etc.).
- Selección: Esta se encarga de la identificación y localización de las facilidades del sistema de señalización, mediante el manejo de su dirección numérica en los equipos de conmutación. (por ejemplo: Línea de abonado, registros, circuito, etc.).
- Operación: Esta se encarga de la utilización eficiente de las facilidades del sistema de señalización para llevar a cabo funciones de mantenimiento, control, facturación, y en general información sobre el establecimiento ó no de las llamadas.

Tipos de señales: En el proceso para establecer una comunicación, en la comunicación por sí misma y en la terminación de ella, intervienen varios tipos de señales en ambas direcciones.

La ejecución de las funciones anteriores se realiza mediante el empleo de tres tipos de señales, dependiendo de las características de la información que se requiere transmitir. Estas son:

- Señales Acústicas.
- Señales Numéricas.
- Señales de Línea.

(ver figura).



Señales Acústicas: Es la información que permite al abonado detectar las condiciones y/o cambios de estado de la red telefónica.

Señales Numéricas: Es la información que permite al abonado y a los equipos, efectuar la identificación y localización de las facilidades de la red telefónica.

Señales de Línea: Es la información que permite al abonado y a los equipos, ocupar, supervisar y liberar las facilidades de la red telefónica.

El Tráfico Automático es originado por abonados que marcan directamente desde sus aparatos, el número del abonado al cuál desean llamar.

El Tráfico Semiautomático es originado por abonados que solicitan una conferencia por operadora.

El Tráfico Automático Asistido por Operadora es originado por abonados que marcan directamente desde sus aparatos, el número del abonado al cuál deseen llamar, pudiendo ser auxiliados por una operadora.

La Tasación es el registro de datos básicos para efectuar el cómputo de la llamada.

El Punto de Tasación es el lugar dentro de la cadena de conmutación donde se capturan los datos para efectuar la tasación.

La Categoría es la clasificación del abonado de origen que permite darle un tratamiento adecuado a la llamada.

La Central "C" (OTC) es la posición de operadora remota con repetidores.

El Caso de Tráfico es la secuencia de señales que permiten a los equipos de conmutación enrutar el tráfico para conseguir el establecimiento de conferencias telefónicas de acuerdo a una programación preestablecida.

Requerimientos del Sistema de Señalización:

La extensión y estructura de la red de TELMEX, influyen en el número y longitud de los enlaces. A su vez, esto repercute en las exigencias planteadas al sistema de señalización en cuanto al alcance y a la cantidad de señales.

Por otro lado, se procura hallar soluciones técnicamente homogéneas, no obstante, en caso necesario es posible operar distintos enlaces con sistemas de señalización diferentes según convenga.

Para caracterizar un sistema de señalización, debemos considerar:

- Aplicación: Urbana, Interurbana, Internacional.
- Tipos de Señales: Acústicas, Numéricas y de Línea.
- Principio de Señalización: Secuencia obligada, Bloque.
- Transferencia de Señales: Extremo-extremo, Sección-sección.
- Trayectoria de Señalización: Trayectoria de voz, Canal común.
- Banda de Frecuencias: Dentro de banda, Fuera de banda.
- Cantidad de Frecuencias: Una Frecuencia, Dos Frecuencias ó Multifrecuencia.
- Clase de Corriente: Alterna ó Continua.
- Duración de las Señales: Impulsadas, Permanentes ó Indicativas de Estado.
- Nivel de las Señales: Bajo nivel ó Alto nivel.

El sistema de señalización debe satisfacer los requerimientos de seguridad de servicio, velocidad de señalización y rentabilidad.

NIVELES DE SEÑALIZACION.

Desde el punto de vista de Señalización, la red de TELMEX está estructurada en los siguientes niveles: (ver figura 2).

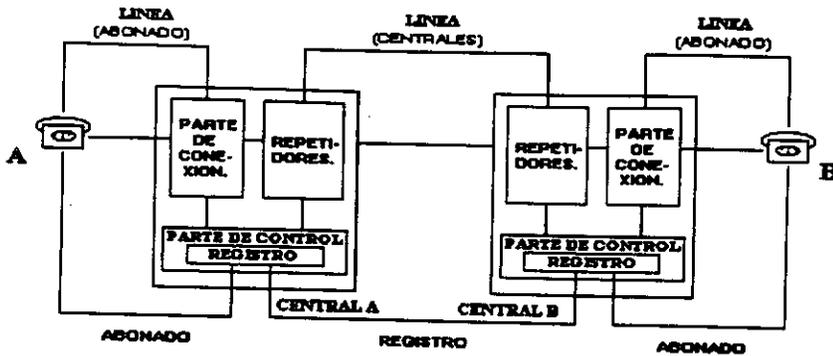


Fig 2) NIVELES DE SEÑALIZACION.

a) Nivel de Abonado: Define las señales de abonado que permiten el intercambio de información entre abonado y central. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas y acústicas entre el abonado y la parte de control de la central.

Las señales numéricas se transmiten desde el aparato telefónico hacia la central, mediante la acción conocida como marcar, pudiendo ser a base de pulsos ó por medio de frecuencias vocales.

Las señales acústicas se transmiten desde la central hacia el aparato telefónico, por medio de tonos ó mensajes grabados para informarle que:

- La central está lista para recibir el número del abonado B.
- El abonado B está libre, ocupado, suspendido ó cambio de número.
- El abonado B es llamado.
- El equipo no puede atender la llamada.

- El número llamado es inexistente.

b) Nivel de Línea: Define las señales de línea que permiten la ocupación, supervisión y liberación de la red telefónica. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo línea, entre el abonado y la parte de conexión de la central, así como entre centrales a través de sus repetidores.

Las señales de línea son en base a señales de corriente continua ó frecuencia vocal y son interpretadas en base a su duración, dirección, sucesión y estado eléctrico.

c) Nivel de Registro: Define las señales de registro que permiten el intercambio de información de origen y destino entre centrales. Su realización se efectúa mediante el uso de señales tipo numéricas entre los registros ubicados en la parte de control de las centrales.

7.3) SEÑALIZACIÓN DE ABONADO.

7.3.1) SEÑALES NUMERICAS: La operación de marcar en los aparatos telefónicos se puede llevar a cabo a través de los siguientes medios:

- Disco Dactilar.
- Teclado de Impulsos.
- Teclado de Frecuencias.

Impulsión Decádica: La marcación hecha por los aparatos de disco dactilar ó de teclado de impulsos se le conoce como "Impulsión Decádica".

Los impulsos emitidos deberán tener las siguientes características:

- Por cada dígito marcado se reproducirá una cantidad de impulsos equivalentes. A cada grupo de impulsos se le conoce como "Tren de impulsos".

- La Pausa Interdigital es el intervalo de tiempo entre cada tren de impulsos y deberá tener una duración mínima de 300 milisegundos, para que el elemento receptor de la central pueda diferenciar entre dos trenes.

- Velocidad y relación abre-cierre de los impulsos emitidos por el aparato telefónico. (ver figura).

- Velocidad y relación abre-cierre de los impulsos recibidos en la central. La siguiente tabla nos muestra los valores mínimos y máximos de los impulsos que deberán ser reconocidos por la central. Estos valores difieren del punto anterior, ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas del aparato telefónico y de la línea de abonado. (ver tabla 1)

PARAMETRO		VALOR	TOLERANCIA
- Velocidad de Emisión	$1 / (T_a + T_c)$	10 IPS	± 1 IPS
- Relación Abre / Cierre	$T_c / (T_a + T_c)$	33 %	± 3 %
- Tiempo de Abre	T_a	67 ms	± 3 %
- Tiempo de Cierre	T_c	33 ms	± 3 %
- Pulso Interdigital	T_p	300 ms MIN.	—

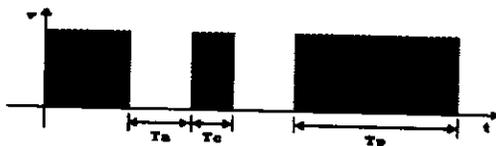
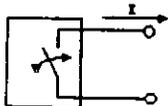


TABLA 1. CARACTERISTICAS DE LA IMPULSION DECADICA.

Para valores intermedios de velocidad, los límites de la relación abre-cierre serán proporcionales a ésta.

La marcación no debe fallar para las condiciones normales de operación, las cuales son:

- La línea de abonado tiene una alimentación de $48V \pm 10\%$ a través de 2×400 Ohm.
- La resistencia de la línea de abonado, incluyendo el aparato telefónico debe ser menor a 1800 Ohm.
- La impedancia de fuga entre ambos hilos de la línea de abonado ó entre cualquiera de ellos y tierra, debe ser mayor a 20 KOhms.

La marcación hecha por los aparatos de teclado de frecuencias, se le conoce como "DTMF" (Doble Tono de Multifrecuencia), en la cuál la información numérica está compuesta por la emisión simultánea de dos frecuencias dentro de la banda de voz. Las dos frecuencias que componen un dígito se toman de dos grupos de cuatro frecuencias cada uno, y que se excluyen mutuamente.

- Grupo de Frecuencias Inferiores: 697, 770, 852 y 941 Hz.
- Grupo de Frecuencias Superiores: 1209, 1336, 1477 y 1633 Hz.
- La asignación de éstas frecuencias permite 16 combinaciones distribuidas como se muestra en la siguiente figura: (ver tabla 2).

PARAMETRO		VALOR	
		MINIMO	MAXIMO
- Velocidad de Recepcion	$1 / (T_a + T_o)$	7 IPS	16 IPS
- Relación Abre / Cierre	$T_o / (T_a + T_o)$	20 % a 7 IPS 26 % a 16 IPS	60 % a 7 IPS 50 % a 16 IPS
- Puma Interdigital	T_y	300 msag MIN.	—

TABLA 2. CONDICIONES NORMALES DE OPERACION.

Los dígitos A, B, C y D se tienen actualmente como reserva.

Las frecuencias emitidas por el aparato telefónico deberán tener las siguientes características:

- La desviación entre cada frecuencia emitida, con la frecuencia nominal debe ser menor al 1.8 %.
- Los productos de distorsión (resultantes de una intermodulación ó de armónicas) deben estar a un nivel cuando menos 20 db abajo de las frecuencias fundamentales.

c) El nivel de transmisión de cada frecuencia deberá ajustarse a las condiciones establecidas en el plan de transmisión para las líneas de abonado. De acuerdo a esto, la siguiente tabla muestra los niveles de transmisión propuestos para el grupo de frecuencias inferiores y para el grupo de frecuencias superiores.

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA.
Nivel de Transmisión (Grupo Inferior)	- 8 db	± 2 db
Nivel de Transmisión (Grupo Superior)	- 8 db	± 2 db
Diferencia de Niveles	2 db	± 1 db
Nivel de grupo superior > Nivel de grupo Inf.		

d) La duración de la emisión de las dos frecuencias que componen un dígito y de la pausa interdígital, deberá ser:

PARAMETRO	VALOR
- Dígito (Td).	> 40 mseg.
- Pausa Interdígital (Tp).	> = 40 mseg.

Las frecuencias recibidas por la central, deberán tener los valores de duración y de nivel de transmisión que se muestran en la siguiente tabla. Estos valores difieren del punto anterior, ya que se ven afectados por las condiciones eléctricas y mecánicas de la línea de abonado.

PARAMETRO	VALOR
- Diferencias de niveles entre las dos frecuencias que forman un dígito.	6 dB máx.
- Dígito Td.	
a) Reconocimiento.	> 40 mseg.
b) Puede ó no ser reconocido.	20 < = T < = 40 mseg.

c) Rechazo. < 20 mseg.

- Pausa Interdigital Tp.

a) Reconocimiento. > 40 mseg.

b) Puede o no ser reconocida. $20 \leq T \leq 40$ mseg.

c) Rechazo. < 20 mseg.

7.3.2) SEÑALES ACUSTICAS Y DE REPIQUE.

- Las señales acústicas permiten a la central informar al abonado, de los distintos estados ó solicitudes del sistema para que proceda a efectuar las acciones pertinentes. En éstas señales se tienen los siguientes tipos:

- Tonos.
- Repique (Corriente de llamada).
- Mensajes Grabados.

TONOS: Estas señales se envían al abonado una vez que éste ha levantado su microtelefono. Las señales consideradas son:

- * Invitación a marcar: La central está en condiciones de recibir señales numéricas.
- * Llamada: La conexión se ha establecido hacia el abonado B y está siendo llamado.
- * Ocupado: El abonado B esta ocupado.
- * Congestión: Los circuitos ó equipos de conmutación necesarios para establecer la conexión se encuentran temporalmente indisponibles.
- * Intervención: La conversación está siendo intervenida por una operadora.
- * Llamada de espera: Otro abonado desea comunicarse con el abonado en cuestión.
- * Información especial: Tono previo a un mensaje grabado.

El tono emitido deberá tener las siguientes características:

- Frecuencias .- F1= 425 Hz con ± 25 Hz de Tolerancia.

F2 = 950 Hz con ± 50 Hz de Tolerancia.

F3 = 1400 Hz con ± 50 Hz de Tolerancia.

F4 = 1800 Hz con ± 50 Hz de Tolerancia.

- Nivel de Transmisión .- Tono Continuo = - 10 dB con ± 1 dB de tolerancia.

La denominación de las diversas señales, sus cadencias y asignación de frecuencias son las siguientes:

Denominación.	Ciclo ó Periodo.
Invitación a marcar.	Continuo.
Llamada.	5 seg.
Ocupado.	0.5 seg.
Congestión.	0.5 seg.
Intervención.	1.01 seg.
Llamada en espera.	11 seg.
Información especial.	2.05 seg.

REPIQUE (Corriente de Llamada) : Esta señal se utiliza para informar al abonado llamado (B) que tiene una llamada entrante.

La señal emitida deberá tener las siguientes características:

Parámetro.	Valor.	Tolerancia.
- Frecuencia	25 Hz.	± 5 Hz.
- Voltaje	90 Vrms	± 5 %
- Cadencia (Ciclo)	5 seg.	

7.3.3) MENSAJES GRABADOS.

Estos mensajes se envían al abonado para informarle en forma explícita los distintos estados del sistema ó solicitudes de acción del abonado. Se definen dos tipos de mensajes:

- Mensajes de Servicio: Se proporcionan con cargo al abonado.
- Mensajes Informativos: Se proporcionan sin cargo al abonado.

Ambos tipos de mensajes deberán tener las siguientes características:

PARAMETRO	VALOR	TOLERANCIA.
- Duración.	12 seg. máx.	---
- Emisión.	una sóla vez.	---
- Nivel de Emisión.	- 10 dB	± 1 dB

La emisión de los mensajes estará condicionada a las posibilidades técnicoadministrativas de la empresa.

7.4) SEÑALIZACION DE LINEA.

Señales de línea: Las señales de línea se intercambian tanto entre un abonado y su central, como entre centrales, por lo que se tienen dos señales de línea:

- Señales de línea de abonado.
- Señales de línea entre centrales.

7.4.1) SEÑALES DE LINEA DE ABONADO:

- Línea de abonado libre: Teléfono colgado que presenta un circuito abierto a corriente continua con una diferencia de potencial de 24 a 48 V, según la central a la cuál está conectado el abonado.

- Toma: Se envía cuando el abonado A descuelga su teléfono para iniciar el proceso de una llamada. Teléfono descolgado que presenta un circuito cerrado a corriente continua, cuya resistencia depende del tipo de aparato:

- Aparato con disco dactilar: 250 Ohm Máx.
- Aparato con teclado de frecuencia 370 Ohm Máx.

La resistencia total del bucle (incluyendo el aparato telefónico) vista por la central, debe tener un máximo de 1800 Ohm.

- Desconexión: Se envía cuando el abonado A cuelga su teléfono, ya sea para concluir el proceso de una llamada ó de una conversación, pasando así, al estado de línea de abonado libre.

- Contestación: Se envía cuando el abonado B descuelga su teléfono, ya sea para contestar una llamada entrante, pasando así al estado de conversación. Teléfono descolgado que presenta un circuito cerrado a corriente continua, cuyas características eléctricas son iguales a la señal de toma.

- Reposición: Se envía cuando el abonado B cuelga su teléfono para concluir una conversación, pasando así al estado de línea de abonado libre.

- Recontestación : Se envía cuando el abonado B descuelga su teléfono después de haber enviado una reposición, pasando nuevamente al estado de conversación. Teléfono cuyas características eléctricas son iguales a las de la señal de contestación.

- Interrupción Calibrada: Señal que envía el abonado mediante la pulsación del botón R, cuando éste se encuentra en estado de conversación y desea retenerlo para poder utilizar las facilidades del sistema (Por ejemplo: Llamada de espera, de consulta, etc.).

7.4.2) SEÑALES DE LINEA ENTRE CENTRALES:

- Las señales de línea utilizadas en la red de TELMEX permiten ocupar, supervisar y liberar los enlaces entre centrales. Se clasifican en dos grupos en función de su dirección, los cuales son:

* Señales hacia adelante: Se emiten por el lado saliente de la central hacia el lado entrante de la central siguiente, con la cuál está interconectada.

* Señales hacia atrás: Se emiten desde el lado entrante de la central hacia el lado saliente de la central precedente con la cuál está interconectada.

Su aplicación se realiza tanto en el servicio automático como en el servicio semiautomático mediante el método de dirección por sección.

Las características eléctricas de éstas señales están en función de si el enlace es a dos ó a cuatro hilos. (ver figura 3).

FRECUENCIA (HERTZ)	F5 1209	F6 1336	F7 1477	F8 1633
F1 697	1	2	3	A
F2 770	4	5	6	B
F3 852	7	8	9	C
F4 941	*	0	#	D

fig 3) DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS "DTMF".

** El enlace a dos hilos se conoce también como enlace en bucle y es utilizado para alcances cortos de señalización, cuya ejecución se efectúa mediante señales de orientación directa (C.D). Este enlace está constituido por un par físico que enlaza el lado saliente con el lado entrante de las centrales correspondientes. (ver figura 4).

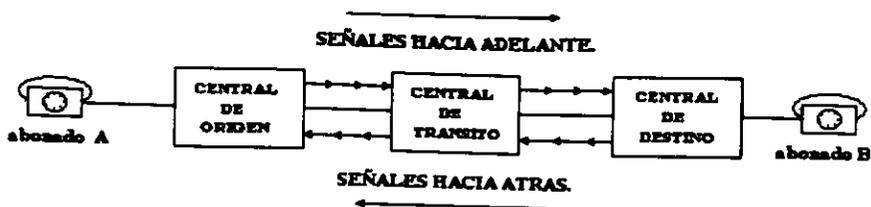


Fig 4) ENLACE ENTRE HILOS.

Sus características principales son:

- Comparado con otros medios, el alcance de señalización es menor, debido a la resistencia total R de la línea de transmisión.
- No existen problemas de desbalance en la línea, debido al bucle formado.
- Difícilmente afectado por interferencias externas cuando el acoplamiento de impedancias es correcto.

** El enlace a cuatro hilos es utilizado cuando es necesario proporcionar un mayor alcance de señalización, cuya ejecución se efectúa mediante señales de frecuencia dentro de banda. Este enlace está constituido por un sistema de transmisión, tal como radio enlaces ó cable especial. (ver figura 5).

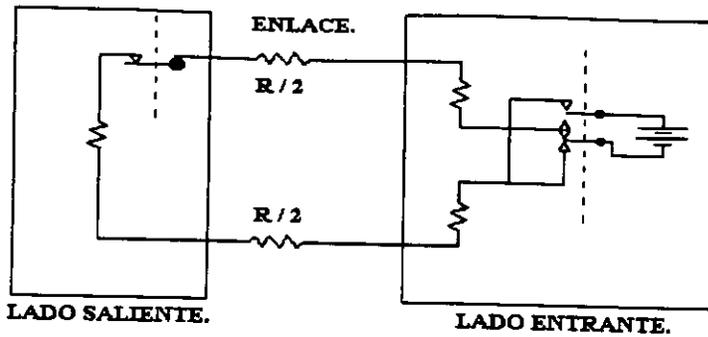


Fig 6) ENLACE A DOS HILOS.

Los hilos E y M para señalización son la interfaz de señalización entre el equipo de conmutación, a través del lado saliente (ó entrante), y el equipo de señalización en el sistema de transmisión.

a) DESCRIPCION FUNCIONAL DE LAS SEÑALES HACIA ADELANTE:

- Señal Toma (Ocupación): Se envía para iniciar el proceso de señalización entre centrales. La emisión de ésta señal arranca la supervisión de tiempo del proceso de selección e inicia la operación en el lado entrante.

- Señal Desconexión (Conclusión A): Se envía para ordenar la liberación de la conexión al lado entrante cuando, por ejemplo, el abonado A cuelga ó cuando existe una falla en el proceso de señalización. Una vez reconocida por el lado entrante, éste evitará cualquier emisión de señal hacia atrás y únicamente permitirá la emisión de la señal de desbloqueo hasta que se garantice la liberación de dicho lado entrante. La emisión de la señal de desconexión arranca la supervisión de

tiempo del proceso de desconexión y da la orden de terminación al tasador correspondiente al abonado A. Esta señal puede ser enviada y reconocida en cualquier momento.

- Señal Ofrecimiento (*): Se envía cuando una operadora desea intervenir al abonado B, el cuál se encuentra en condiciones de abonado B ocupado. La operadora acciona su llave.

- Señal Cancelación de oferta (*): Se envía cuando una operadora termina parcial ó totalmente la intervención. La operadora restablece su llave. EL lado entrante de la central de destino, presenta condiciones de abonado B supervisado por operadora (El abonado B no podrá ser accesado por otra operadora ni iniciar una nueva llamada).

- Señal Rellamada (Llamada y arranque) (*): Se envía cuando una operadora llama al abonado B que ha colgado y que fue intervenido previamente. La operadora acciona y restablece su llave.

(*) Señales de operadora para tráfico semiautomático.

b) DESCRIPCION FUNCIONAL DE LAS SEÑALES HACIA ATRAS:

- Señal de Contestación: Se envía para indicar que el abonado B contesto. La emisión de ésta señal anula la supervisión de tiempo de proceso de llamada (T s 2) y da la orden de arranque al tasador correspondiente al abonado A.

- Señal de Reposición: Se envía para indicar que el abonado B colgó antes que el abonado A. La emisión de ésta señal arranca la supervisión de tiempo del proceso de Recontestación (T s 3), el cuál permite una posible Recontestación por parte del abonado B.

- Señal de Bloqueo: Se envía para indicar que no se puede utilizar el entace por causa de falla, congestión ó mantenimiento.

- Señal de Desconexión Forzada (Liberación Forzada): Se envía para indicar que no se cuenta con información numérica completa (el lado entrante no recibe los dígitos dentro del tiempo de supervisión de registro) ó cuando se determine que existe una falla durante el proceso interno del lado entrante. Como reconocimiento a ésta señal el lado saliente debe enviar la señal de "desconexión".

- Señal de Desbloqueo (Supervisión): Se envía como reconocimiento a la señal de "desconexión" y para indicar que la conexión se ha liberado en el lado entrante. Debe enviarse únicamente cuando se ha recibido la señal "desconexión" precedida de la señal de "toma". La emisión de ésta señal anula la supervisión de tiempo del proceso de desconexión (T s 4), si en el lado saliente no se recibe la señal de "desbloqueo" después del tiempo de supervisión, el lado saliente se desbloquea y genera un ciclo de señales de "toma" y "desconexión" que se repite hasta que se recibe la señal de "desbloqueo".

- Señal de Recontestación: Se envía para indicar que el abonado B contestó después de haber enviado una señal de reposición. Esta señal debe poder enviarse cuantas veces ocurra y en cada ocasión anulará la supervisión de tiempo del proceso de Recontestación (T s 3).

- Señal de Liberación de Abonado Ocupado (Falsa contestación): Se envía a la operadora en el momento en que cuelga el abonado B, el cuál se encuentra en condiciones de abonado B supervisado por operadora.

- Señal de Invitación a Marcar: Se envía como reconocimiento a la señal de "toma" y para indicar que el lado entrante está listo para recibir señales numéricas.

- Señal de Tasación: Se envía durante el estado de conversación para hacer avanzar el tasador del abonado A, con un período de acuerdo a la tarifa correspondiente.

c) SEÑALES DE LINEA DE CD (dos hilos):

- Las señales de línea de CD se utilizan entre centrales enlazadas por medio de par físico. El significado de éstas señales y sus características eléctricas dependen de su dirección, de tal forma que, las señales hacia adelante poseen como características eléctricas cambios de resistencia; y a su vez, las señales hacia atrás tienen inversiones de polaridad.

- En ambas direcciones se pueden enviar señales impulsadas. Las señales emitidas deberán tener los siguientes estados: (ver tabla 3).

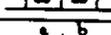
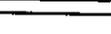
DIRECCION	ESTADO	SIMBOLO
- Señales hacia adelante	Alta Resistencia Baja Resistencia Bucle Abierto	A  B  B A 
- Señales hacia atrás	Hilos; a = "-" b = "+" Hilos; a = "+" b = "-" Hilos; a = abierto b = "+" Hilos; a = "+" b = abierto Hilos; a = abierto b = "-" Hilos; a = abierto b = abierto	P1  P2  P3  P4  P5  P6 

TABLA 3.

d) SEÑALES DE OPERADORA:

- Las señales de operadora son: Ofrecimiento, Cancelación y Rellamada. La operadora debe recibir indicación audible y/o visual que indique el estado del abonado B (libre u ocupado). La operadora debe recibir indicación visual que indique el cambio de estado del abonado B (contestación, reposición ó liberación de abonado ocupado).

- En el caso de la señal de Rellamada, cuando la operadora acciona la llave, se envía una primera señal (bucle abierto tol-to2), la cuál es interpretada en la central de destino como una orden para aplicar corriente de llamada en forma continua al abonado B. Cuando la operadora restablece la llave, se envía una segunda señal (bucle abierto tol-to2), la cuál es interpretada ahora como una orden para aplicar corriente de llamada intermitente automática con cadencia de 1+4 seg. El intervalo entre la emisión de la primera y la segunda señal, debe ser mayor a 240 milisegundos.

- Si el abonado se llega a liberar durante el periodo de oferta, la emisión de la señal "liberación de abonado ocupado" se demorará hasta que se reciba la señal de "cancelación".

e) ENLACE ENTRE CENTRALES:

- Considerando lo establecido en el plan de conmutación y en el plan de transmisión, los enlaces por medio de par físico se presentan en la red urbana de acuerdo a: (ver tabla 5).

LADO ENTRANTE LADO SALIENTE	OTU	TANDEM	CALD
OTU	A	A	A
TANDEM	A	A	-
CALD	A, S	-	-

A = Tráfico Automático

S = Tráfico Semiautomático

TABLA 4

7.5) SEÑALIZACION DE REGISTRO.

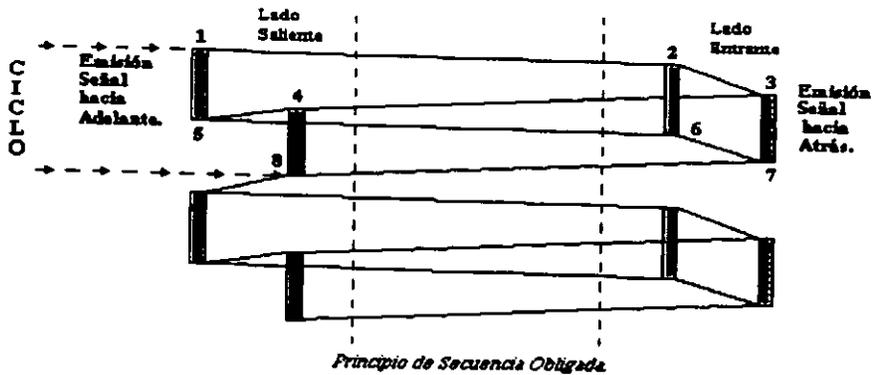
7.5.1) SEÑALIZACION R2 MODIFICADO (MFC).

a) COMPOSICION DE LAS SEÑALES DE REGISTRO: Las señales de registro se denominan también señales de Multifrecuencia (MFC). Las señales de registro se intercambian entre el emisor de código del lado saliente y el receptor de código del lado entrante, en base a un código formado por la combinación de dos frecuencias entre seis, el cuál se efectúa bajo el principio de Extremo-extremo y/ó Sección-sección con secuencia obligada.

- Extremo-extremo: El lado saliente envía al lado entrante de la central de tráfico, únicamente la información necesaria para iniciar el enrutamiento; la parte de control de la central de tránsito es liberada una vez que se ha establecido el enlace, por lo que no existe regeneración de señales. Este principio permite reducir el tiempo de ocupación de la parte de control de la central de tránsito.

- Sección-sección: El lado saliente envía al lado entrante inmediato, toda la información de registro relativa a la conexión y/ó tasación de la llamada.

- Secuencia Obligada: El lado saliente tiene que recibir la señal de acuse de recibo de la señal que está enviando, para poder emitir la siguiente señal. La siguiente figura muestra el desarrollo y la secuencia de un ciclo de secuencia obligada. (ver figura 6).



(fig 6) COMPOSICION DE SEÑALES DE REGISTRO.

- 1.- El emisor de código inicia la emisión de una señal MFC continua hacia adelante.
- 2.- El receptor de código reconoce ambas frecuencias de la señal MFC hacia adelante.
- 3.- El receptor de código inicia la emisión de una señal MFC continua hacia atrás.
- 4.- El emisor de código reconoce ambas frecuencias de la señal MFC hacia atrás, la cuál actúa como acuse de registro.
- 5.- El emisor de código interrumpe la emisión de la señal MFC hacia adelante.
- 6.- El receptor de código reconoce que se ha interrumpido la señal MFC hacia adelante.
- 7.- El receptor de código interrumpe la emisión de la señal MFC hacia atrás.
- 8.- El emisor de código reconoce que se ha interrumpido la señal MFC hacia atrás, quedando así listo para el inicio de otro ciclo.

El ciclo T de secuencia obligada deberá tener una duración de $200 < T < 300$ milisegundos; lo que permite una velocidad de señalización de 3 a 5 ciclos por segundo.

Códigos de Multifrecuencia MFC: El sistema permite obtener 15 señales hacia adelante y 15 señales hacia atrás, mediante la utilización de dos grupos de frecuencias entre seis. (ver tabla).

Señales de Avance: Es el código formado por el grupo de frecuencias de señales hacia adelante. El uso de las señales de avance en función de su significado primario, secundario ó terciario se muestra en la siguiente tabla. Cada significado puede tener 15 señales.

Señales de Mando: Es el código formado por el grupo de frecuencias de señales hacia atrás. El uso de las señales de mando en función de su significado primario, secundario ó terciario se muestra en la siguiente tabla. Cada significado puede tener 15 señales. Actualmente, dados los requerimientos de señalización de la red telefónica, únicamente se utilizan las primeras seis señales. (ver tabla 5).

SEÑALES ADELANTE	1380	1800	1620	1740	1860	1980
SEÑALES ATRAS	1140	1020	900	780	660	540
1	X	X				
2	X		X			
3		X	X			
4	X			X		
5		X		X		
6			X	X		
7	X			X		
8		X			X	
9			X		X	
10				X	X	
11	X					X
12		X				X
13			X			X
14				X		X
15					X	X

* FRECUENCIA EN HERTZ

TABLA 6.

En éste sistema es posible tener realización simultánea en ambas direcciones, gracias al empleo de los dos grupos distintos de frecuencias.

b) USO DE LOS SIGNIFICADOS DE LAS SEÑALES " MFC ":

Tanto las señales de avance como de mando tienen significados primarios, secundarios ó terciarios, donde cada uno puede tener las 15 señales que permite el código. La agrupación y la nomenclatura con la cuál se identifican éstos significados, se muestran de la siguiente manera:

SIGNIFICADO	SEÑAL AVANCE	SEÑAL MANDO
- Primario	I	A
- Secundario	II	B
- Terciario	III	C

Uso de las señales de Avance:

1) Información de Destino (Ab.B): Se utilizan para transmitir la información de destino necesaria para establecer la conexión. La señalización MFC debe comenzar siempre con una señal de avance de significado primario I.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Dígito 1	- Dígitos del número del abonado llamado, sé
2	A) Dígito 2	utilizan para y transmitir la información necesaria
3	A) Dígito 3	establecer la conexión. Cuando se envían como
4	A) Dígito 4	primer dígito, dichas señales representan el primer
5	A) Dígito 5	dígito del número local llamado.
6	A) Dígito 6	
7	A) Dígito 7	
8	A) Dígito 8	
9	A) Dígito 9	- Como los dígitos 1, ... , 8 ; excepto primer dígito.
	B) Acceso al sistema interurbano (ladas)	- Como primer dígito se utiliza para tener acceso al sistema interurbano, seguido de un dígito "T" (T= 1, ... , 0) el cual nos determina el tipo de tráfico y el punto de tasación.
	C) Indicación de tránsito.	- Como primer dígito después del punto de tasación nos da indicación de que el siguiente centro es tránsito. Como tercer dígito, precedido de un código "ST" nos indica en tráfico nacional el primer dígito de la clave Lada.
10	A) Dígito 0	- Como los dígitos 1, ..., 8 ; excepto primer dígito.
	B) Acceso al	- Como el primer dígito se utiliza para tener acceso al

	servicio especial.	servicio especial seguido por un dígito "x" (x= 1,...., 0) el cuál nos indica el tipo de servicio especial requerido.
11	A) Reserva	-
	* Acceso al servicio de operadora de intercepción.	- Cuando el abonado llamado tiene el servicio de abonado interceptado y el equipo requiere accesar el servicio de intercepción que se encuentra localizado La vía final.
12	A) Reserva.	
	* Indicación de tránsito.	- Después del punto de tasación para indicar que el siguiente centro es tránsito. Selección de circuitos sin posibilidad de oferta.
13	A) Reserva	-
	* Selección individual.	- Se usa para elegir un punto de conmutación específico(selección individual) y tener acceso al equipo de mantenimiento.
14	A) Reserva.	
15	A) Reserva.	

II.- Categoría de Origen: De acuerdo a los requerimientos técnico-administrativos, el grupo II se subdivide en dos subgrupos:

- a) Categoría de Tasación (II- 6).
- b) Categoría de Llamada (II- 3) (extradígito).

II- 6.- Categoría de Tasación: Se utiliza en llamadas interurbanas para informar al punto de tasación sobre el tipo de tasación que debe recibir el abonado que llama. Las señales de éste subgrupo se envían en respuesta a la señal A6 procedente del punto de tasación.

SEÑAL.	SIGNIFICADO.	UTILIZACION.
1	A) Reserva.	
2	A) Abonado Normal	- Abonado normal con acceso a todos los servicios, excepto los códigos 91+ABC+0x (x= 1, 2, 9) registrados por la operadora.
3	A) Alcancia	- Teléfono de alcancia con tráfico 02 y 09 por cobrar y ser enrutado a posiciones de operadora sin identificación.
4	A) Tiempo y Costo.	- Abonado que permanentemente ha solicitado dicho servicio. Tal señal indica que debe llamarse al analizador de tarifas en el punto de tasación correspondiente.
5	A) Reserva * Equipo ATME	- - Equipo ATME en la red urbana y debe ser enrutado sólo a otro equipo ATME; ésta categoría permite el uso de números de abonado normal o claves de servicio especiales para ATME.
6	A) Equipo de Mantenimiento	- Equipo de mantenimiento y en caso de que él abonado esté bloqueado u ocupado, retener los pasos de selección, dicha categoría debe indicar al equipo de tasación que dicha llamada es sin cargo.
7	A) Compartido 2	- Identificación del abonado No. 2 en línea compartida.

- 8 A) Compartido 3 - Identificación del abonado No. 3 en línea compartida.
- 9 A) Compartido 1 - Identificación del abonado No. 1 en línea compartida.
- 10 A) Reserva. -
- * Operadora sin - Posición de operadora sin posibilidad de ofrecimiento
 posibilidad de sí el abonado llamado se encuentra ocupado.
 ofrecimiento.
- 11- 15 A) Reserva.

II- 3.- Categoría de Llamada: Se utiliza en llamadas urbanas e interurbanas para informar a la central de destino o al punto de tasación sobre el tratamiento que debe recibir la llamada. Las señales de éste subgrupo se envían:

- Como respuesta a la señal A3 procedente de la central de destino.
- Como respuesta a la señal C3 procedente del punto de tasación.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION.
1	A) Operadora con posibilidad de ofrecimiento.	- Posición de operadora que tiene posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado (retención de los pasos de selección en la central local de destino).
2	A) Abonado Normal.	- Abonado normal sin posibilidad de ofrecimiento si el abonado llamado se encuentra ocupado y acceso a todos los servicios excepto los códigos 91+ABC+0x (x= 1, 2, 9) registrados para la categoría II - 1.
3	A) Reserva	

- 4 A) Reserva
- 5 A) Equipo ATME - Equipo ATME y debe ser enrutado sólo a otro equipo ATME; ésta categoría permite la utilización de números de abonado normal o claves de servicio especiales para ATME.
- 6 A) Equipo de Mantenimiento - Equipo de mantenimiento y en caso de que el abonado esté bloqueado u ocupado, retener los pasos de selección. Dicha categoría debe indicar al equipo de tasación que dicha llamada es sin cargo.
- 7 A) Reserva -
- 8 A) Reserva
- * Operadora de - Operadora que requiere acceder a un abonado que ha solicitado el servicio de abonado interceptado.
- 9 - 15 A) Reserva -

III.- Información de Origen: Se utilizan para transmitir la información de identidad del número del abonado que llama. Estas señales se envían en respuesta a la señal C1.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Dígito 1	- Dígitos del número del abonado que llama, la primer
2	A) Dígito 2	señal corresponde al primero, segundo o tercer dígito de
3	A) Dígito 3	acuerdo al formato de envío de dígitos. La primera y
4	A) Dígito 4	restantes señales de la identidad del abonado que llama
5	A) Dígito 5	se solicitará con la señal C - 1.

6	A) Dígito 6	
7	A) Dígito 7	
8	A) Dígito 8	
9	A) Dígito 9	
10	A) Dígito 0	
11	A) Reserva	-
12	A) Reserva	-
13	A) Reserva	-
14	A) Reserva	-
15	A) Fin de Numeración	- Indica que la identidad del número de abonado que llama ha sido enviada y que el resto de información que será enviada corresponden a la identidad del abonado llamado, lo que implica que el registro de salida debe prepararse a recibir señales del grupo "A".

Uso de las Señales de Mando.

A.- Petición de información de destino: Se utilizan para solicitar la información de destino necesaria para establecer la conexión y como señal de acuse de recibo de las señales de información de destino (I).

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Enviar señal del grupo " I " próximo dígito.	- Reconocimiento de cualquier señal del grupo " I " y solicitud del próximo dígito de la identidad del abonado llamado.
2	A) Enviar señal del grupo " I " primer	- Reconocimiento de cualquier señal del grupo " I " y solicitud del primer dígito transmitido de la identidad

- dígito. del abonado llamado.
- 3 A) Enviar señal del grupo II y cambio a recepción del grupo B.
- Reconocimiento de la recepción del último dígito del abonado llamado, solicitud de la categoría de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo B.
 - En ausencia de una señal de avance, la señal A-3 debe enviarse como un impulso de 160 ± 40 miliseg.
- 4 A) Congestión.
- Reconocimiento de cualquier señal del grupo " I " y para indicar:
 - * Congestión de pasos de selección.
 - * Congestión de circuitos.
 - * Desconexión por temporización.
 - * Detección de fallas.
 - En todos los casos salvo una excepción, la señal A-4 ocasiona:
 - * Una reelección si no hay éxito.
 - * Envío de una señal A-4.
 - * Envío del tono de ocupado, congestión o un mensaje grabado al abonado que llama si la condición de habla se ha establecido en la dirección de mando.
 - * Desconexión de la cadena de la cadena de circuitos hacia adelante y de todo el equipo que no sea necesario para las funciones descritas.
 - En ausencia de una señal de avance, la señal A-4 debe enviarse como un impulso de 160 ± 40 miliseg.
 - La exposición a que se hace referencia es cuando la

llamada ha sido originada por un equipo de mantenimiento (categoría A-6).

- 5 A) Reserva. -
- 6 A) Enviar señal del grupo II y cambio a recepción del grupo " C "
- Reconocimiento de cualquier señal del grupo " I ", solicitud de categoría de tasación de abonado que llama y, cambio para recepción de señales del grupo C.
- La señal A-6 se envía cuando se ha recibido:
- * I-9 como primera señal; A-6 es reconocimiento de la sexta señal recibida del grupo I.
- * I-0 como primera señal; A-6 es reconocimiento de la segunda señal recibida del grupo I (en el futuro será reconocimiento de la tercera señal).

B.- Estado de la línea: Se utilizan para indicar a la central de origen el estado de la línea del abonado llamado y también como señal de acuse de recibo de las señales de categoría de origen (II). Estas señales van siempre precedidas de la señal de mando A-3 o C-3.

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION
1	A) Abonado libre con tasación.	- Todo registro de salida que reciba la señal B-1 debe establecer condiciones de habla para que el abonado que llama pueda escuchar el tono de llamada y condiciones de tasación, si la categoría del abonado que llama es un cargo.
2	A) Abonado	- Todo registro de salida que reciba la señal B-2 ocasiona la liberación si la cadena de circuitos hacia

adelante y si la condición de habla se ha establecido,

envió el tono de ocupado al abonado que llama.

- Si la llamada fue originada por una operadora (categoría II-1) retener la conexión para que se pueda realizar el ofrecimiento.

- Si la llamada fue originada por un equipo de mantenimiento (categoría II-6) deben retenerse los pasos de selección.

3 A) Reserva

* Abonado

Interceptado

- Al recibir el punto de tasación esta señal, se debe hacer reelección y enrutar la llamada por vía final hacia el servicio de operadora de intercepcion, generando un nuevo ciclo de señales comenzando con I-11 como primera señal más los dígitos que soliciten los centros siguientes.

4 A) Bloqueo

- Todo registro de salida que reciba la señal B-4 ocasiona la liberación de la cadena de circuitos hacia adelante y el envío de tono de ocupado al abonado que llama.

- En general la señal B-4 se envía como reconocimiento del grupo II en los siguientes casos:

* Cuando la línea solicitada esta supervisada por operadora.

* Cuando el abonado llamado se encuentra en estado de bloqueo.

* Cuando el abonado llamado se encuentra en proceso

- * Cuando el abonado llamado se encuentra en proceso de marcación.
- 5 A) Abonado libre sin tasación. - Se usa para establecer llamadas sin tasación a ciertos números de servicio público.
- 6 A) Reserva -
- * Abonado libre y acceso al equipo automático de identificación de llamadas maliciosas. - Abonado que ha solicitado dicho servicio, tal señal indica que debe retenerse el enlace desde la central de origen o solicitar la información del abonado que llama, para lo cual ésta señal debe de ser interpretada en el origen en forma idéntica a la señal A-6.

C.- Petición de Información de Origen: Se utilizan para solicitar la información de identidad del número del abonado que llama y también como señal de acuse de recibo de las señales de información de origen (III).

SEÑAL	SIGNIFICADO	UTILIZACION.
1	A) Enviar señal del grupo III al próximo dígito.	<p>- Como primer señal se usa para el reconocimiento de cualquier señal del grupo II y solicitud del primero, segundo o tercer (según el formato de envío de dígitos) del abonado que llama.</p> <p>- Reconocimiento de cualquier señal del grupo III y solicitud del próximo dígito de la identidad del abonado que llama.</p> <p>- La recepción de la señal III-15 cambia el significado de la siguiente señal C-1 por el de:</p> <p>* Enviar dígito N+1, donde n es el último dígito</p>

reconocido por la señal A-6:

- | | | |
|---|---|--|
| 2 | A) Enviar señal del grupo I primer dígito y cambio a recepción del grupo A. | - Reconocimiento de cualquier señal del grupo III, solicitud del primer dígito transmitido de la identidad del abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A. |
| 3 | A) Enviar señal del grupo II y cambio a recepción del grupo B. | - Reconocimiento de cualquier señal del grupo III, solicitud de la categoría de llamada del abonado que llama y cambio para recepción de señales del grupo A. |
| 4 | A) Congestión | - Esta señal tiene el mismo significado que la señal A-4. |
| 5 | A) Enviar señal del grupo I al próximo dígito y cambio a recepción del grupo A. | - Reconocimiento de cualquier señal del grupo III, solicitud del próximo dígito de la identidad del abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A. |
| 6 | A) Enviar señal del grupo I mismo dígito y cambio a recepción del grupo A. | - Reconocimiento de cualquier señal del grupo III, solicitud del mismo dígito de la identidad del abonado llamado y cambio para recepción de señales del grupo A. |

c) CAMBIOS DE SIGNIFICADO:

El significado primario de una o más señales de avance o de mando puede cambiarse a significado secundario o terciario, mediante el uso de ciertas señales de acuerdo a:

* El significado primario de una señal de avance (I) puede cambiarse a secundario (II) por medio de la señal de mando A3 o A6.

* El significado primario de una señal de mando (A) puede cambiarse a secundario (B) por medio de la señal de mando A3 o a terciario (C) por medio de la señal de mando A6.

* El significado secundario de la señal de avance (II) ocasionado por A6, puede cambiarse a terciario (III) por medio de la señal de mando C1.

* El significado secundario de la señal de avance (II) puede cambiarse nuevamente a primario solo cuando el cambio original de significado primario a secundario se ha hecho por medio de la señal de mando A6.

* El significado terciario de la señal de avance (II) puede cambiar a significado primario por elección de la señal de mando C2, C5 o C6.

* Actualmente el cambio de significado terciario de la señal de avance (III) y de mando (C) a significado primario (I,A), se realiza por medio de la señal de avance III-15, que implica enviar el próximo dígito (n+1) del siguiente primario.

Secuencia de cambios de significados: La secuencia para cambios de significados, se muestra en forma de diagramas de transición de estados, de conformidad con el LED.

d) CONDICIONES PARA EL ENVIO DE SEÑALES IMPULSADAS DE MULTIFRECUENCIA.

En ciertos casos de trafico se requiere enviar una señal de mando sin haber recibido previamente una señal de avance, o sea, cuando existe una pausa en el intercambio de señales de Multifrecuencia, como es el caso cuando debe enviarse la señal de mando A3 después de que la señal A1 hizo acuse de recibo de la última señal de avance. En tales casos deben observarse las siguientes condiciones:

- Únicamente las señales de mando A3, A4 y C4 pueden ser enviadas como señales impulsadas.

- La duración de un impulso debe ser 160 ± 40 miliseg.

- El tiempo mínimo entre el fin de la última señal de mando en secuencia obligada y el comienzo de la transmisión de la señal impulsada debe ser 100 miliseg.
- El lado entrante que envía A3 como señal impulsada no debe reconocer una señal de avance durante 300 ± 100 miliseg. desde el comienzo de la transmisión de A3.
- El lado entrante que envía A4 o C4 como señales impulsadas no debe reconocer una señal de avance durante y después de dicha transmisión.
- El lado entrante no debe reconocer ninguna señal de avance durante 100 miliseg. como mínimo, después de haber finalizado el envío de una señal impulsada, sin importar la duración de esta última.

La siguiente figura muestra la distribución de estos tiempos. (ver figura 7)

SIGNIFICADO	SEÑAL AVANCE	USO
- PRIMARIO	I · 1 a I · 15	INFORMACION DE DESTINO (B).
- SECUNDARIO	II · 1 a II · 15	CATEGORIA DE ORIGEN (A).
- TERCARIO	III · 1 a III · 15	INFORMACION DE ORIGEN (A).

SIGNIFICADO	SEÑAL MANDO	USO
- PRIMARIO	A · 1 a A · 6	SOLICITUD DE INFORMACION DE DESTINO.
- SECUNDARIO	B · 1 a B · 6	ESTADO DE LINEA.
- TERCARIO	C · 1 a C · 6	SOLICITUD DE INFORMACION DE ORIGEN.

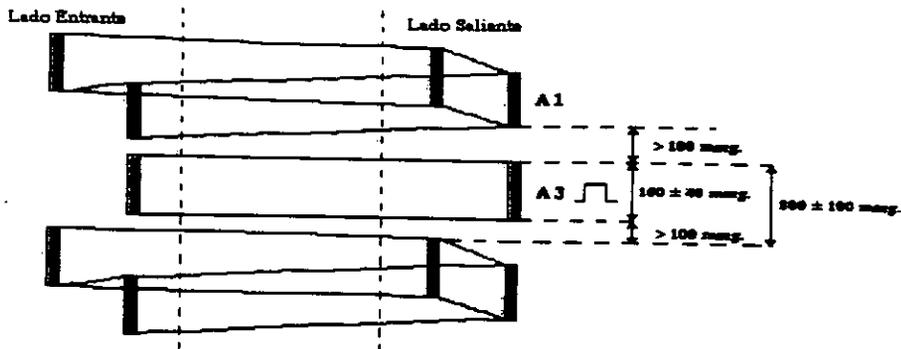


Fig 7) SEÑALES IMPULSADAS.

e) RECOMENDACIONES GENERALES DE EXPLOTACION FUTURA DEL SISTEMA DE SEÑALES DE MULTIFRECUENCIA " MFC ".

Las facilidades que deben tomarse en consideración en la programación de los equipos de conmutación con control por programa almacenado (CPA) se describen a continuación:

- La señal A6 debe poder enviarse a la central de origen en cualquier momento que se requiera en el proceso de señalización.
- La señal A3 debe poder enviarse como reconocimiento a cualquier señal del grupo I.
- En la introducción de las centrales CPA Digitales de a la red de TELMEX, en respuesta a la señal A3, deben enviarse las señales del grupo II que se especifican dependiendo del estado de evolución del sistema respecto a la señalización.
- El uso de las señales I-9 y I-12, como primer dígito depende del tipo de ruta que se toma, lo que debe quedar establecido en el momento de la introducción de las nuevas centrales del sistema.

La ruta tipo A implica lo siguiente:

- Envío de I-12 para indicar tránsito y que la llamada paso al punto de tasación.
- Envío de I-9 para indicar que la llamada no ha pasado el punto de tasación y pedir que se tase en el nivel superior correspondiente.

La ruta tipo B implica lo siguiente:

- Envío de I-9 para indicar todo tipo de tráfico automático.

f) SEÑALES NUMERICAS PARA OPERADORAS.

Generalidades: Las señales numéricas para operadoras conectadas a un CALD serán del tipo de pulsos de Multifrecuencia (MFP), en base a un código de dos frecuencias entre seis.

- En el caso de las mesas de operadora, el tiempo de envío de las señales esta en función directa del tiempo que permanezca presionada la tecla correspondiente.

- En el caso de equipos automáticos, el envío de las señales deberá de ser de acuerdo:

* Tiempo de envío 50 miliseg. \pm 10 %

* Intervalo entre señales 50 miliseg. \pm 10 %

Código de Multifrecuencia MFP: El código permite obtener 15 combinaciones distribuidas como se muestra en la siguiente tabla: (ver tabla 6)

SEÑAL	SIGNIFICADO	F1 1380 *	F2 1500 *	F3 1620 *	F4 1740 *	F5 1860 *	F6 1980 *
1	DIGITO 1	X	X				
2	DIGITO 2	X		X			
3	DIGITO 3		X	X			
4	DIGITO 4	X			X		
5	DIGITO 5		X		X		
6	DIGITO 6			X	X		
7	DIGITO 7	X					
8	DIGITO 8		X			X	
9	DIGITO 9			X		X	
10	DIGITO 0				X	X	
11	CODIGO 11	X					X
12	CODIGO 12		X				X
13	RESERVA			X			X
14	RESERVA				X		X
15	FIN DE NUMERACION					X	X

* FRECUENCIA EN KERTZ.

TABLA 6.

Características Técnicas Generales:

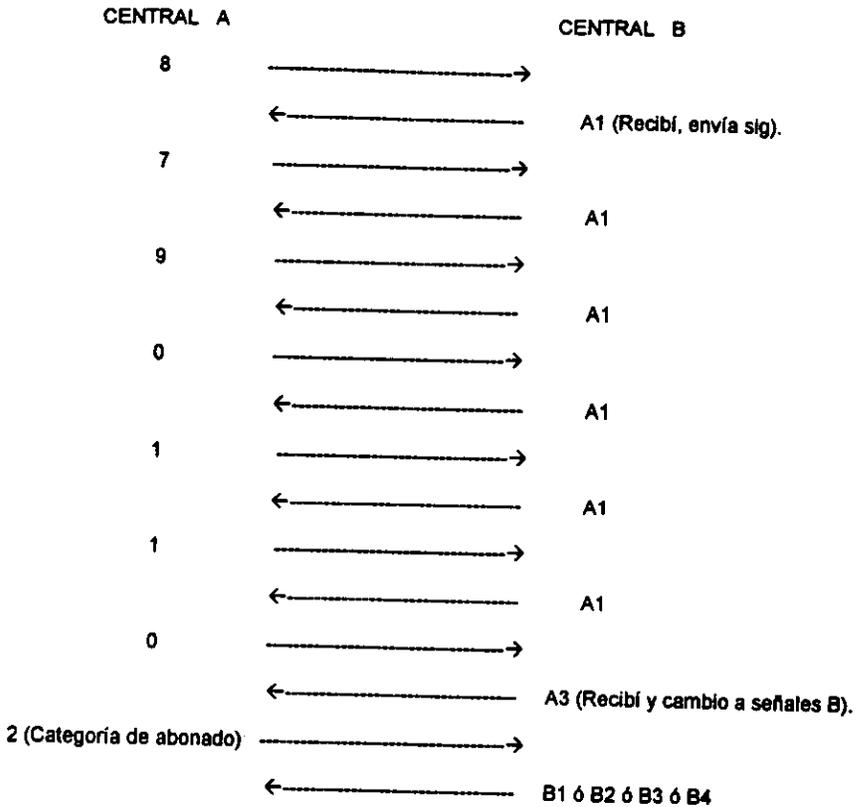
- La desviación entre cada frecuencia emitida respecto al valor nominal debe ser menor a ± 4 Hertz.
- El nivel de transmisión de cada frecuencia debe ser de $-8 \text{ dBm} \pm 1 \text{ dB}$ medido en el cordón.
- La diferencia de nivel entre las dos frecuencias emitidas debe ser menor a 1 dB.
- Los productos de distorsión armónica e intermodulación deben estar a un nivel cuando menos 37 dB abajo de las frecuencias fundamentales.

7.6) ENLACE ENTRE CENTRALES (EJEMPLO).

En el siguiente ejemplo se mostrará como es en realidad un enlace entre las centrales telefónicas Venta de Carpio y Villa de las Flores.

- 1) El Usuario A, que está en Venta de Carpio (con número telefónico 839-01-10) llama al usuario B, que está en Villa de las Flores (con número telefónico 879-01-10) y la Central Telefónica Venta de Carpio almacena la identificación de ambos usuarios.
- 2) Se usa un troncal del tipo BT2D3 que utiliza señalización por canal asociado "CAS" (Chanel Associated Signaling).
- 3) En un registro de la señal telefónica se almacenan los datos necesarios para manejar la señalización a través de dos dispositivos capaces de convertir señales analógicas a código multifrecuencial (MFC), estos dispositivos son:
 - a) CS (Code Send): Emisor de Código. Es el encargado de enviar y convertir las señales en forma multifrecuencial.
 - b) CR (Code Receiver): Receptor de Código. Es el encargado de recibir las señales en forma multifrecuencial y convertirlas para su almacenamiento y uso en los registros de la central telefónica.
- 4) Multiplexación de las Señales: La señal troncal BT2D3 entra a la trama de primer orden del tipo 30 + 2 (30 canales de voz, 1 canal de sincronía + 1 canal de señalización) saliendo en un tren de pulsos de 2,048 kBit/s (2M).
- 5) El tren de pulsos de 2 Mbit/s entra como tributaria a un multiplexor de alto orden cuyas salidas será de 140 Mbits/s (4to Orden).
- 6) La señal eléctrica de 140 Mbits/s entra al emisor óptico y es convertido a señal óptica a la misma velocidad.
- 7) La señal óptica es transportada por una fibra óptica hasta llegar a un terminal óptico (Receptor) de la Central Telefónica Villa de las Flores.
- 8) El Terminal Optico recibe la señal óptica y la convierte a señal eléctrica.
- 9) La señal eléctrica entra como tributaria de 140 Mbits/s a un Demultiplexor que entrega a la salida una señal de 2 Mbit/s.
- 10) La tributaria de 2 Mbits/s se conecta a un módulo de troncales BT2D3.

- 11) Por medio de los dispositivos CS y CR un registro de la central señaliza con su homólogo de la central distante y empieza la señalización de registro.



B1 (Libre), B2 (Ocupado), B3 (Bloqueo externo), B4 (Congestión → bloqueo interno a nivel multiplexión y en las terminales de unión JT).

- 12) Para nuestro ejemplo el usuario B está libre, por lo tanto, recibe la señal de estado B1.

- 13) Empieza la Desconexión del equipo común en ambas Centrales Telefónicas a saber: CR, CS y REG (Registro).
- 14) La Comunicación establecida queda de la siguiente manera:
- Circuito del Usuario A → Conexión hacia el PCM local → Interconexión de la Troncal BT2D3 en el multiplexor, selector de grupo y selector espaciotiempo → Multiplexor de alto Orden de la Central A → Terminal Optico Central A → Terminal Optico Central B → Multiplexor de Alto Orden de la central B → Interconexión con la Troncal BT2D3 en el multiplexor, selector de grupo y selector espaciotiempo → Conexión del PCM local → Circuito del Usuario B.

APENDICE (ABREVIACIONES).

- 140M = 139,284 Kbit/s.
- 168M = 168,443 Kbit/s.
- AC = Corriente Alterna.
- A/D = Analógico/Digital.
- ADRS DCDR = Decodificador de Dirección (Addres Decoder).
- AIS = Señal de Indicación de Alarma (Alarm Indication Signal).
- ALM = Alarma.
- APD = Foto-diodo de Avalancha(Avalanche Photodiode).
- AUTO = Automático.

- BER = Tasa de Error de Bits (Bit Error Ratio).
- BG = Battery Ground.
- BL = Señal de Alarma para Timbre y Lámpara (Bell and Lamp Alarm).
- BUFF =Memoria Temporal (Buffer).

- CCR = Convertidor de Código de Recepción (Code Converter Receive).
- CCS = Code Converter Send.
- CCITT = Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (International Telegraph and Telephone Consultative Comitee).

- CH = Canal (Chanel).

- CLK = Reloj (Clock).
- CLR = Borrar (Clear).
- CMI = Código CMI (Coded Mark Inversion).
- CMOS = Complementary Metal-Oxide Semiconductor.
- CONT = Bit de Control Control Bit).
- CONV = Convertidor (Converter).
- CPU = Unidad Central de Proceso (Central Processing Unit).

- D = Profundidad / Datos / Diodo (Depth, Data, Diode).
- DC = Corriente Directa ó Continua (Direct Current).
- DFB-DC-PBH LD = Diodo láser de heteroestructura embuda planar de doble canal y retroalimentación distribuida (Distributed Feedback Double Channel Planar Buried Heterostructure Laser Diode).
- D/I = Drop / Insertion.
- DIP = Paquete Doble en Línea (Dual In-Line Package).
- DIST = Distribuidor (Distributor).
- DM = Mantenimiento Diferido (Deferred Maintenance, Degraded Minutes).
- DMUX = Demultiplexor (Demultiplexer).
- DRV = Excitador ó Controlador (Driver).

- E = East.
- ECL = Lógica de Emisor Acoplado (Emitter-Coupled Logic).
- EEPROM = Memoria de Sólo Lectura Borrable Eléctricamente (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory).
- ERR = Error.

- ES = Segundos Errados (Errored Seconds).
 - ESD = Dispositivo Sensible a Electrostática (Electrostatic Sensitive Device).
 - EXT = Externo (External).
 - EXEC = Ejecución (Execute).
-
- F = Bit de Sincronización de Trama (Frame Alignment Bit).
 - FA = Sincronización de Trama (Frame Alignment).
 - FP-DC-PBH LD = Diodo Láser Fabry Perot de Heteroestructura Embuida Planar de Doble Canal (Fabry Perot Double Channel Planar Buried Heterostructure Laser Diodo).
-
- G = Potencial de Tierra (Ground).
 - Ge = Germanio (Germanium).
-
- H = Transformador Híbrido, Hora, Altura (Hybrid Transformer, Hour, Height).
-
- IC = Circuito Integrado (Integrated Circuit).
 - IN = Entrada (Input).
 - INFO = Información (Information).
 - InGaAs = Fosforo Arseniado de Indio y Galio (Indium Gallium Arsenide).
 - INIT = Inicial (Initial).
-
- L = Longitud (Length).
 - LCD = Pantalla de Cristal Líquido (Liquid Crystal Display).
 - LCL = Local (Local).
 - LCL-SV = Equipo de Supervisión Local (Local Supervisory Equipment).
 - LD = Reestablecimiento del Diodo Láser (Laser Diodo).

- LD BIAS = Corriente de Polarización del Diodo Láser (Laser Diode Bias Current).
- LD R = Laser Diode Reset.
- LDSO = Apagado Automático del Diodo Láser (Laser Diode Switch-Off).
- LDSO-R = Reestablecimiento del Apagado Automático del Diodo Láser (Laser Diode Switch-Off Reset).
- LED = Diodo Emisor de Luz (Light-Emission Diode).
- L-LPB = Bucle Local (Local Loopback).
- L-LPB STS = Estado de Bucle Local (Local Loopback Status).
- LPB = Bucle (Loopback).
- LSI = Circuito Integrado en Gran Escala (Large Scale Integration).
- L-SV = Equipo Supervisor de Línea (Line Supervisory Equipment).
- MAINT = Mantenimiento (Maintenance).
- MAINT TERM = Terminal de Mantenimiento (Maintenance Terminal).
- MAN = Manual.
- MIN = Menor (Minor).
- MLM = Modo Multilongitudinal (Multi Longitudinal Mode).
- MOS = Semiconductor de Oxido-metal (Metal-Oxide Semiconductor).
- MT = Terminal de Mantenimiento (Maintenance Terminal).
- MUX = Multiplexor (Multiplexer).
- NRM = Normal.
- NRZ = No Retorno a Cero (Non-Return-to-Zero).

- OHB = Bits Suplementarios (Overhead Bit).
 - OTL = Terminal de Línea Óptica (Optical Line Terminal).
 - OP AMP = Amplificador Óptico (Operational Amplifier).
 - OPT = Convertidor Óptico (Optical Converter).
 - OUT = Salida (Output).
 - OREP = Repetidor Óptico (Optical Repeater).
 - ORX = Receptor Óptico (Optical Receiver).
 - OSC = Oscilador.
 - OTX = Transmisor Óptico (Optical Transmitter).
-
- P = Bit de Paridad (Parity Bit).
 - PCT = Terminal de Control Portátil (Portable Control Terminal).
 - PIN = Fotodiodo PIN (Positive Intrinsic Negative).
 - PIO = Entrada / Salida Paralela (Parallel Input / Output).
 - PM = Mantenimiento Urgente (Prompt Maintenance).
 - PNP = Positivo Negativo Positivo.
 - POWER = Fuente de Alimentación (Power Supply).
 - P-ROM = Memoria Programable de sólo Lectura (Programmable Read-Only Memory).
 - PWR = Alimentación / Potencia (Power).
-
- R = Remote service data, Read, Receive.
 - RAM = Memoria de Acceso Aleatorio (Random-Access Memory).
 - RCV = Recepción (Receiver).
 - REP = Repetidor (Repeat).
 - RL = Relé / Circuito de Relé (Relay, Relay Circuit).
 - RLB = Bucle Remoto (Remote Loopback).

- R-LPB CMD = Comando de Bucle Remoto (Remote Loopback Remoto).
- R-LPB STS = Estado de Bucle Remoto (Remote Loopback Remoto).
- RMT = Remoto.
- ROM = Memoria de Sólo Lectura (Read-Only Memory).
- RSD = Datos de Servicios Remotos (Remote Service Data).
- RX = Recepción (Receiving Side).

- S = Alarma de Servicio, Bits de Datos de Servicio, Puente (Service Alarm, Strap, Send).
- SC = Switch Control.
- SC PATHS = Switching Control Path Alarm.
- SD = Interfaz de Datos de Servicio (Service Data Interface, Service Data).
- SD CH = Canal de Datos de Servicio (Service Data Channel).
- SEL = Selector.
- SES = Segundos Severamente Errados (Severely Errored Seconds).
- SG = Señal de Tierra (Signal Ground).
- SLM = Modo Unilongitudinal (Single Longitudinale Mode).
- SM = Mono-modal (Single Mode).
- SVI = Interfaz de Supervisión (Supervisory Interface).
- SW = Interruptor, Conmutador (Switch).
- SW CONT = Control de Conmutación (Switch Control).
- SW REQ = Solicitud de Conmutación (Switch Request).
- SW & THR = Conmutador y Unidad de Paso (Switcher and Through Unit).
- SYS = Sistema (System).

- TERM = Terminal (Terminal).
- THROUGH = Unidad de Paso (Trough Unit).

- TIM / C = Temporizador / Contador.
- TS = Intervalo de Tiempo (Time Slot).
- TX = Lado de Transmisión / Transmisión (Transmittig Side, Transmit).

- VCXO = Oscilador de Cristal Controlado por Voltaje (Voltage-Controlled Crystal Oscillator).

- W = Escritura, Oeste, Ancho (Write, West, Width).
- WDT = Temporizador de Vigilancia (Watch Dog Timer).

- XMT = Transmisión (Transmit).

BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFIA.

- LASER: Breve introducción y algunas demostraciones sencillas.

Ruiz Boulosa, Ricardo.

UNAM (México 1979).

- LASER ANALYTICAL SPECTROCHEMISTRY.

Letokhov, V. S.

Ed. by V. S. Letokhov (1988).

- TRANSMISSION OF INFORMATION IN THE OPTICAL WAVE BAND.

Kasovsky, L. G.

J. Wiley (New York 1978).

- FIBER OPTIC COMMUNICATIONS.

Green, Lynne D.

Boca Raton (Crc. 1993).

- OPTICAL ELECTRONICS.

Thyagarajan and Ajoy Ghatak.

CAMBRIDGE UNIVERSITY (Cambridge 1989).

- OPTICAL FIBER COMMUNICATIONS.

Keiser, Gerd.

MC GRAW HILL (1991).

- OPTICAL FIBER SYSTEMS.

Kao, Charles.

MC GRAW HILL (1982).

- OPTICAL FIBER.

Kao, Charles.

P. Perginus on behalf of the institution of electrical engineers (LONDON 1988).

- ELECTRONICA DIGITAL.

Wolf, Gerhard.

Marcombo (Barcelona 1977).

- ELECTRONICA DIGITAL BASICA.

Dempsey, John A.

Fondo Educativo Interamericano (1984).

- CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES Y COMPUTADORES.

Woolard, Barry G.

PARANINFO (Madrid 1985).