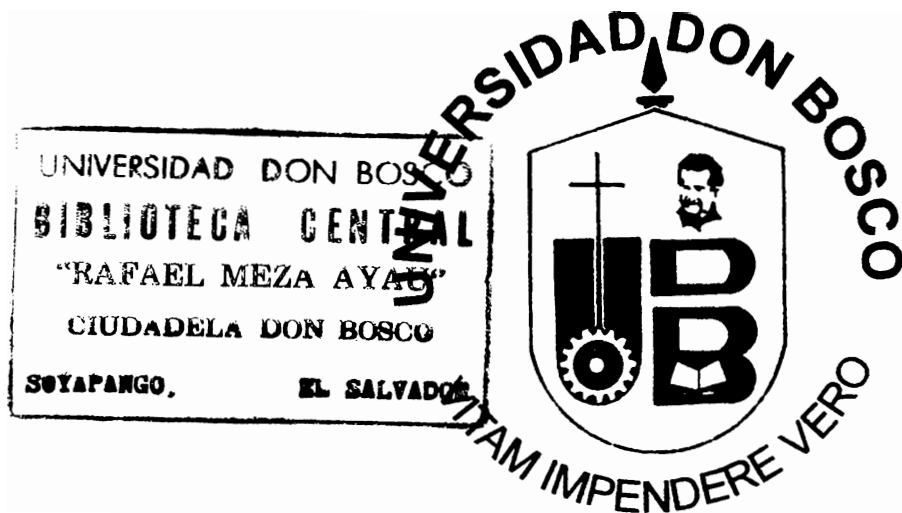


**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**



DISEÑO DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE SDH EN LA RED DE ACCESO

TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRONICA

PRESENTADO POR:

GRISELDA NOHEMY ZETINO CHICAS

SOYAPANGO, MAYO DE 1995

U N I V E R S I D A D D O N B O S C O

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

PRESIDENTE : Pbro. SALVADOR CAFARELLI, sdb

RECTOR : ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET

SECRETARIO GENERAL : Pbro. Y LIC. PIERRE MUYSHONDT, sdb

FACULTAD DE INGENIERIA

DECANO : ING. JOSE MIGUEL HERNANDEZ


SECRETARIO : ING. JOSE ROBERTO GUZMAN

U N I V E R S I D A D D O N B O S C O
FACULTAD DE INGENIERIA

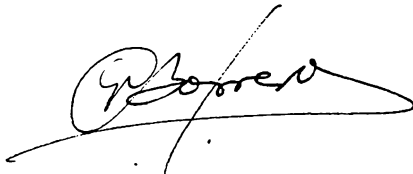
TRABAJO DE GRADUACION

DISEÑO DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE SDH EN LA RED DE ACCESO

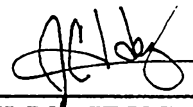
COMITE EVALUADOR



ING. JOSE MAURICIO JUAREZ



ING. GUILLERMO RIGOBERTO BARRERA



ING. JULIO CESAR HERNANDEZ

SOYAPANGO, MAYO DE 1995

DEDICATORIA :

Dedico éste trabajo a Dios, familiares, amigos, y espero haber contribuído de algún modo con la Universidad Don Bosco y con el país.

AGRADECIMIENTOS :

Doy Gracias :

A Dios y a la Sma. Virgen María por haberme permitido finalizar una de mis metas.

A mis padres, por su oración, sacrificios y toda la ayuda que de ellos recibo.

A mis hermanos por el ejemplo que me han dado.

A todas las personas que de una u otra forma han colaborado para la realización de este proyecto.

Agradezco toda la ayuda brindada por el comité evaluador, especialmente al Ing. Juárez por la paciencia, tiempo y conocimientos proporcionados.

y agradezco el apoyo que he recibido de todos mis buenos amigos.

Griselda.

INDICE

DE PAGINA

INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	4
CAPITULO II JERARQUIA DIGITAL PLESIOCRONA	
2.1 INTRODUCCION	10
2.2 MULTIPLEXACION PLESIOCRONA	12
2.2.1 MULTIPLEXADO TDM	13
2.2.2 CASOS QUE SE PRESENTAN EN LA MULTIPLEXACION	15
2.2.3 DEFINICION DE SEÑALES PLESIOCRONAS	17
2.2.4 CONSECUENCIAS DE LAS DIFERENCIAS DE FRECUENCIA Y FASE EN LA MULTIPLEXACION	18
2.2.5 ECUACION DE LAS VARIACIONES DE FRECUENCIAS DE LAS SEÑALES MULTIPLEX	21
2.3 ESTRUCTURA GENERAL DE LA TRAMA	22
2.4 COMPARACION DE SISTEMAS JERARQUICOS DE VELOCIDAD	24
2.5 CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES PLESIOCRONAS	26
CAPITULO III JERARQUIA DIGITAL SINCRONA	
3.1 INTRODUCCION	27
3.2 NIVELES DE VELOCIDADES SDH	28
3.3 ESTRUCTURA DE TRAMA Y MULTIPLEXADO SDH	29
3.3.1 DEFINICION DE ELEMENTOS DE MULTIPLEXADO SDH	32
3.3.2 TRAMA STM 1	37
3.3.3 TRAMA STM N	39
3.3.4 TECNICA DE MULTIPLEXADO MODULAR	41
3.4 ENCABEZADOS (OVERHEADS)	44
3.4.1 SOH	44
3.4.2 DESCRIPCION DE LOS BYTES SOH	46
3.4.3 POH (VC 3 Y VC 4)	49
3.4.4 DESCRIPCION DE BYTES POH (VC 3 Y VC 4)	52
3.4.5 POH (VC 1 Y VC 2)	55
3.4.6 DESCRIPCION DE BYTES POH V5	56

3.5	PUNTEROS	57
3.5.1	TIPOS DE PUNTEROS	58
3.5.2	RELLENO DE PUNTEROS	67
3.6	ENTRAMADO (MAPPING) DE SEÑALES PLESIOCRONAS	69
3.6.1	ENTRAMADO DE SEÑALES DE 2 MBPS EN C-12	69
3.6.2	MODO FLOTANTE Y MODO BLOQUEO	70
3.7	SUPERVISION DE ERRORES DE BITS	73
7.3.1	CODIGO BIP N	74
3.8	CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES SDH	76

CAPITULO IV
COMPARACION ENTRE PDH Y SDH

4.1	VENTAJAS Y DESVENTAJAS SDH	77
4.2	LIMITACIONES PDH	79
4.3	DIFERENCIAS ENTRE PDH Y SDH	80

CAPITULO V
ELEMENTOS RELACIONADOS CON SDH

5.1	FUNCION GENERAL DEL SCRAMBLER	81
5.1.1	APLICACIONES EN EL STM N	82
5.2	ELEMENTOS DE REDES SDH	83
5.3	TOPOLOGIAS DE REDES SDH	88
5.3.1	VENTAJAS DE LAS REDES SDH	92
5.4	ANILLOS AUTOCORREGIBLES SDH	92
5.5	FIBRA OPTICA Y SU USO EN REDES TELEFONICAS	105
5.5.1	PARAMETROS DE LOS CONDUCTORES DE FIBRA OPTICA	110
5.5.2	COMPONENTES RECEPTORES Y TRANSMISORES	113
5.5.3	CARACTERISTICAS DE LA FIBRA OPTICA	113
5.7	RED DE GESTION DE TELECOMUNICACIONES TMN	115

CAPITULO VI
PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE
EN LA RED DE ACCESO

6.1	INTRODUCCION	116
6.2	PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO	118
6.3	PROCESO PARA LA SELECCION DE LOS ABONADOS	118

6.3.1	OBJETIVOS DE LA ENCUESTA	119
6.3.2	DISEÑO DE LA ENCUESTA	120
6.3.3	ABONADOS ENCUESTADOS	120
6.3.4	RESULTADO DE LAS ENCUESTAS	121
6.3.5	CONCLUSIONES DE LA ENCUESTA	125
6.3.6	CONSIDERACIONES EN LA SELECCION DE LOS ABONADOS QUE FORMARAN PARTE DEL DISEÑO A ELABORAR	126
6.3.7	ABONADOS SELECCIONADOS EN EL DISEÑO	126
6.3.8	SELECCION DE LA CENTRAL DE CONMUTACION	130
6.4	DISTRIBUCION TOPOGRAFICA	130
6.5	TECNICA A UTILIZAR	130
6.6	TOPOLOGIA Y TRAYECTORIA DE LA RED	131
6.7	CARACTERISTICAS DE LA CENTRAL	134
6.8	INTERFAZ DE NODO DE RED	135
6.9	MEDIO FISICO DE ENLACE A UTILIZAR	136
6.10	INTERFAZ OPTICO PARA EQUIPOS RELACIONADOS CON SDH	138
6.11	APLICACIONES DE LOS MULTIPLEXORES DE INSERCIÓN Y EXTRACCIÓN	144
6.12	CONSIDERACIONES GANERALES SOBRE LA RED DE ANILLO	146
6.13	FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA RED	147
6.14	DISEÑO DEL CIRCUITO DE PROTECCION PARA LA RED DE ANILLO	148

CAPITULO VII EVALUACION DEL PROYECTO

7.1	INTRODUCCION	150
7.2	EVALUACION TECNICA	151
7.2.1	TIEMPO DE EJECUCION	152
7.2.2	VENTAJAS PARA LA EMPRESA OPERANTE COMO PARA EL USUARIO	155
7.3	EVALUACION ECONOMICA	161
7.4	DISEÑO BASADO EN LA RED DE COBRE	164
7.4.1	CONDICIONES DEL MODELO	167
7.5	ANALISIS DE COSTOS Y COMPARACION DE MODELOS PRESENTADOS	168
7.5.1	CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS DE RED	170
	CONCLUSIONES	171
	GLOSARIO	173
	ACRONIMOS	178
	REFERENCIAS SEGUN RECOMENDACIONES DEL CCITT	180
	BIBLIOGRAFIA	182
	ANEXOS A, B, C	183

INTRODUCCION

En El Salvador, el servicio de telecomunicaciones proporcionado a los abonados es a nivel de telefonía básica, actualmente este servicio resulta insuficiente para aquellos grandes usuarios (Empresas, industrias, comercios etc) que simultaneamente requieren servicios de voz y datos a la vez de seguridad, ya que esto implica el uso de mayor ancho de banda.

Este trabajo de graduación propone a través de un diseño la técnica SDH ó JDS (Jerarquía Digital Sincrona), y la estructura de los anillos autocorregibles aplicadas a la red de acceso, como alternativa para beneficiar a grandes usuarios con un servicio digital, altamente flexible, seguro, con mayor capacidad, velocidad y rentabilidad.

El desarrollo de este proyecto se ha dividido en tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

1a. PARTE

La constituye los antecedentes y los capítulos del I al V, en los cuales se describen temas como PDH, SDH, elementos de redes SDH, fibra óptica, anillos de protección etc.

El objetivo de ésta es proporcionar a los lectores la base teórica necesaria sobre la técnica SDH, la cual le permita argumentar sobre el diseño.

El tema de la técnica PDH, ha sido presentado con el único fin de dejar clara la diferencia entre PDH y SDH.

2a. PARTE

La comprende el capítulo VI, el cual contiene todas las consideraciones sobre el diseño.

La finalidad de esta etapa es presentar en base a encuestas las condiciones y necesidades de algunos grandes abonados localizados en la zona metropolitana, seleccionar los abonados que formarán parte del diseño y determinar las características del diseño de acuerdo a las necesidades y ubicación de los abonados escogidos como modelo.

3a. PARTE

El capítulo VII conforma la tercera parte de este trabajo, en la cual se ha desarrollado un estudio técnico-económico del diseño elaborado con tecnología SDH y estructura de anillo y a modo de comparación se presenta un pequeño estudio de un modelo de red de cobre.

El propósito de esta etapa es determinar que es factible la realización de proyectos de este tipo en el país.

Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas y otros contenidos como lo son : Glosarios, acrónimos, referencias sobre las Recomendaciones del CCITT citadas en este trabajo, referencias bibliográficas y anexos.

OBJETIVO GENERAL

El proyecto de graduación lleva el fin de mostrar el proceso a seguir en la elaboración del diseño de un Anillo Autocorregible SDH en la Red de Acceso, el cual deberá contribuir a mejorar el servicio de telecomunicaciones para grandes usuarios.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1- Presentar nuevas alternativas que contribuyan al desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones en El Salvador, ya que estas son de gran importancia para el desarrollo económico del país.
- 2- Presentar una alternativa con la cual grandes usuarios como Empresas, Industrias, Comercios u otros , se puedan beneficiar a través de una red digital con servicios de voz y datos, mayor capacidad, velocidad, flexibilidad y seguridad.
- 3- Proporcionar los fundamentos teóricos relacionados con la técnica SDH.
- 4- Evaluar las ventajas técnicas y económicas que presenta la aplicación de la técnica SDH y de los anillos autocorregibles en la red de acceso.
- 5- Evaluar la factibilidad de implementar diseños de esta índole, aprovechando la infraestructura existente.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

En El Salvador la Administración Nacional de Telecomunicaciones (ANTEL), es la responsable de explotar el servicio telefónico que se brinda a la población del país.

La red que se tiene en El Salvador cuenta con una estructura basada en tres grandes áreas que son:

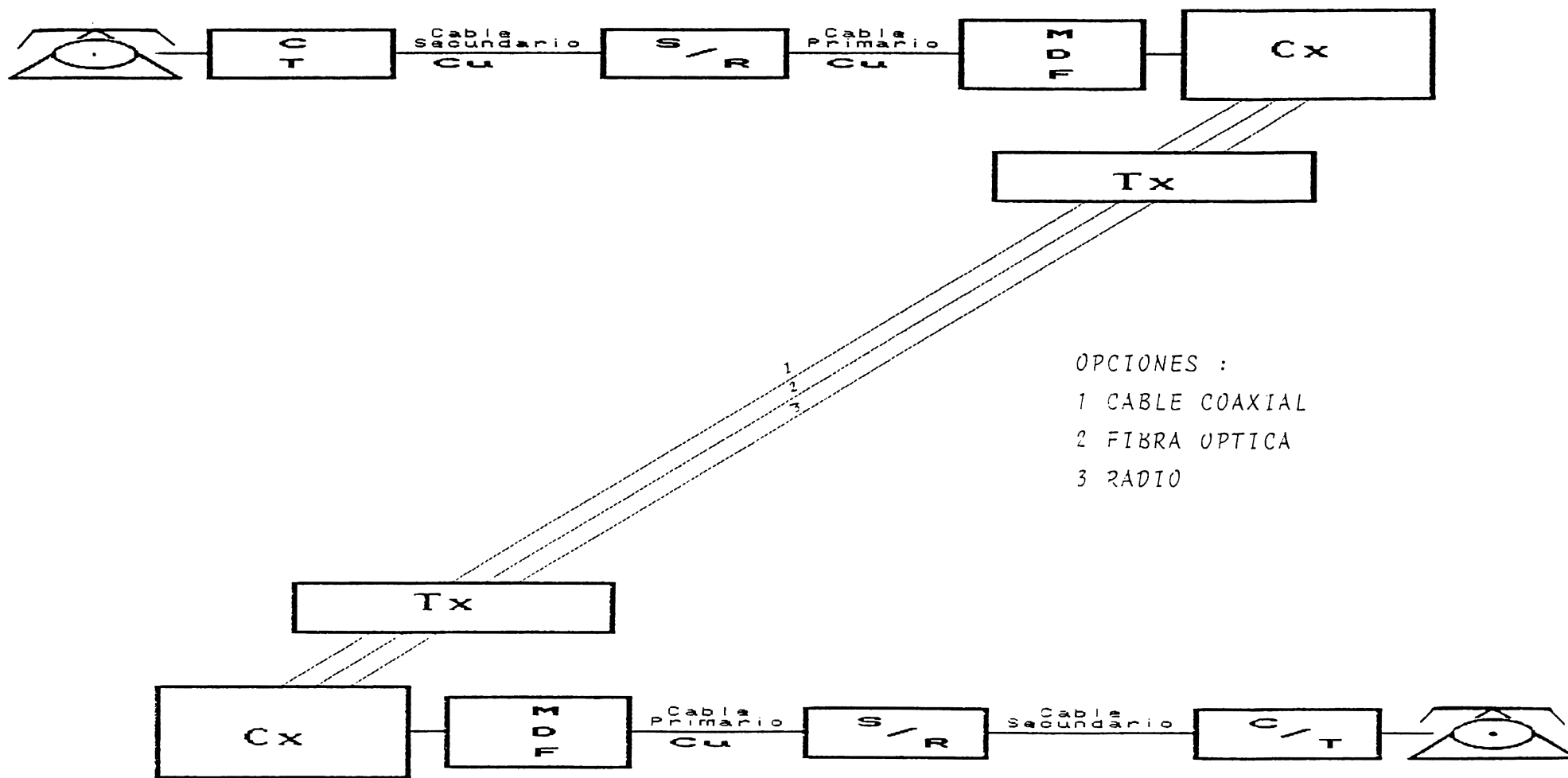
- a) Area de Transmisión
- b) Area de Conmutación
- c) Area de Planta Externa

Estas tres áreas se representan con la figura unifilar 1.1.

El Area de Transmisión esta constituida por equipos analógicos y digitales con tecnología PDH, según norma Europea, los cuales sirven para interconectar los nodos de conmutación ya sea que estén ubicados en una misma ciudad ó de forma distante.

Los medios de transmisión utilizados para interconectar dos centrales de conmutación pueden ser : radio, cable coaxial, fibra óptica etc.

En el Area de Conmutación, los equipos de conmutación se encargan de conectar los abonados, de una misma central ó de dos centrales diferentes ubicadas en un mismo país ó diferentes países; se cuenta con conmutadores analógicos y una variedad de conmutadores



CX : CENTRAL DE CONMUTACION

S/R : SUBREPARTIDORES o ARMARIOS

Tx : EQUIPOS DE TRANSMISION; EQUIPO TERMINAL Y MUX 2, 34, o 140 MBPS

CU : CABLE DE COBRE

MDF : DISTRIBUIDOR PRINCIPAL

C/T : CAJAS TERMINALES

FIGURA 1.1 : CONFIGURACION UNIFILAR DE UNA RED TELEFONICA

digitales (electrónicos) donde la parte del abonado todavía es analógica, limitante que conlleva a proporcionar únicamente niveles de telefonía básica tanto a pequeños como a grandes usuarios.

El Area de Planta Externa en conjunto con el Area de Conmutación están más relacionadas con la parte de abonados.

Planta Externa son los medios físicos que conectan la central con los abonados que le corresponden.

La estructura ó topología de red con que actualmente están servidos los casi doscientos mil abonados del país es de tipo estrella.

Esta tesis hará énfasis en las condiciones de la Red de Planta externa ó también llamada Red de Acceso ya que el diseño a elaborar se aplicará a dicha área.

El medio físico que se utiliza para conectar un abonado con un conmutador telefónico, es a través de cables de cobre multipar, donde los pares de hilos de cobre salen desde el conmutador y llegan por medio de una planta externa flexible hasta la casa u oficina de un abonado. Esta red se representa en la figura 1.2.

Las líneas de Planta Externa se inician en el Distribuidor Principal. Los cables comprendidos entre los Subrepartidores ó Armarios (S/R) y el Distribuidor Principal (MDF) conforman **LA RED PRIMARIA** la cual va subterránea a través de canalizaciones.

El diámetro de cable utilizado es de 0.04 mm, la estructura del cable puede ser en grupos ó capas, el tipo de aislante Polietile-

no ó papel, el tipo de relleno de jalea ó vacío, las capacidades de la Red Primaria es de 100 a 1800 pares.

LA RED SECUNDARIA puede ir subterránea ó aérea y comprende el tramo entre el Subrepartidor (S/R) y las Cajas Terminales (CT). Las Cajas Terminales pueden tener capacidad para 10 ó 20 pares de líneas las cuales se distribuyen a los respectivos abonados. Por aspectos técnicos la ocupación de las cajas terminales es del 70% del total de líneas.

El diámetro del cable es de 0.04mm y las capacidades de pares de Cobre que presenta esta red son : 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, 200 pares.

LA LINEA DE ABONADO requiere cables Neoprene (un par de hilos) con diámetros de 1.25 mm

Por medio de los ANEXOS A y B, se ejemplifica un modelo de Planta Externa que se tiene en el país.

Algunas de las condiciones que presentan los abonados actualmente son:

* Servicio de Telefonía Básica :

El servicio proporcionado a pequeños y grandes usuarios son niveles de telefonía básica.

Para poder transmitir señales digitales de datos, los abonados hacen uso de equipos denominados " MODEMS " y de cables dedicados que unen directamente a dos usuarios.

* Limitado número de líneas :

Como ya se dijo, un teléfono implica un par de hilos de Cobre, muchos teléfonos implicarán entonces un considerable número de pares de Cobre.

Las redes de planta externa se diseñan con una cantidad estimada de líneas, la creciente demanda de los servicios telefónicos, reduce la disponibilidad de estos para aquellas entidades que requieren muchas de estas líneas en sus oficinas.

Sin embargo algunos usuarios han encontrado en los Sistemas de Portadora (1+1 ó 1+8) y en el uso de Centralitas PABX que reducen la cantidad de pares de Cobre para servir a una cantidad mayor de teléfonos, facilidades para compensar de algún modo los servicios requeridos.

* Posibilidad de fallos

Entre los problemas más comunes que afecta a los usuarios son:

- * Diafonía
- * Interrupciones
- * Ruido
- * Interferencias
- * Problemas con los equipos

Las posibilidades de fallos en la red de acceso pueden derivarse por las siguientes causas:

- a) Bajo aislamiento (se produce por la humedad)
- b) Que uno ó ambos pares de hilos estén rotos
- c) Que uno ó ambos pares de hilos estén unidos a tierra
- c) Que los pares de hilos estén unidos (Corto Circuito)

En general se producen fallos por cortaduras en cualquiera de los

tramos de la red, por humedad, descargas eléctricas etc.

Con el servicio de cable de cobre en telefonía se tiene la precaución de no instalarlo a la par del tendido eléctrico ya que se generan tensiones en las líneas de telecomunicación que pueden llegar a dañar las personas, los equipos ó interferir en la transmisión de las llamadas ó datos.

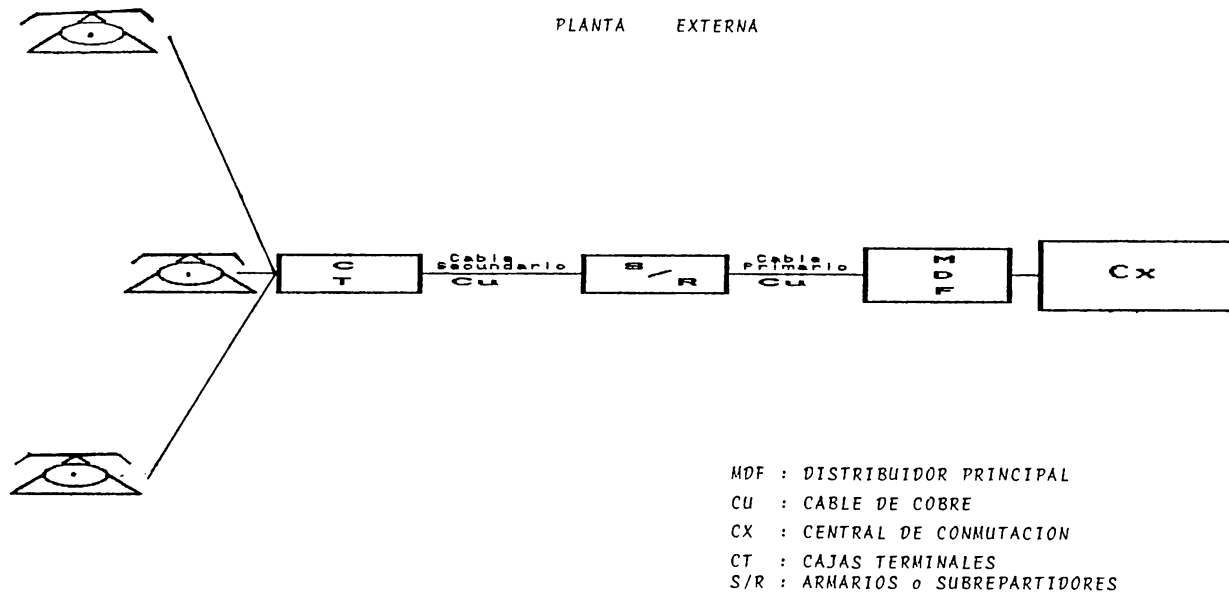


FIGURA 1.2 : DIAGRAMA EN BLOQUE DE RED DE ACCESO

CAPITULO II

JERARQUIA DIGITAL PLESIOCRONA

2.1 INTRODUCCION

Los artículos que se presentan en este capítulo, son una base teórica sobre La Jerarquía Digital Plesiócrona (JDS ó PDH), la cual es aplicada en los sistemas de transmisión, se espera que estos conceptos sirvan como referencia para comparar la técnica PDH con la técnica SDH que se tratará en el capítulo III.

El concepto de Jerarquía digital plesiócrona proviene de los términos que define la recomendación G.701 del CCITT, presentados a continuación :

a) Jerarquía de los multiplex digital:

Gradación de los multiplex digital, según el orden de sus velocidades, de modo que el multiplex combine un número definido de señales digitales, cada una de ellas de velocidad digital especificada a su vez, esta última señal puede combinarse con otras señales digitales de igual velocidad en un multiplex de orden superior.

b) Plesiócrono:

Característica esencial de una escala de tiempo ó una señal en

virtud de la cual sus instantes significativos correspondientes, se presentan con la misma cadencia nominal, y cualquier variación de esta cadencia se mantiene dentro de límites específicos.

NOTA 1: Dos señales que tengan la misma velocidad digital nominal y que no provengan del mismo reloj ó relojes homócronos, será plesiócrona.

NOTA 2: No existen límites para la relación de fase entre los instantes significativos correspondientes.

En general se puede decir que los sistemas plesiócronos son aquellos en los cuales existen fluctuaciones de fase y frecuencia las cuales originan respectivamente jitter y deslizamientos de bits.

La estructura jerárquica de velocidades se obtiene a partir del proceso de multiplexado que se fundamenta en los sistemas de 2 MBit/s. La ventaja de obtener niveles superiores de velocidades de transmisión es que permite incrementar el número de canales de servicio. actualmente se distinguen los siguientes sistemas de velocidades:

- * La norma Norteamericana, que fue introducida en 1962 y se basa en 24 canales de voz.
- * La norma Japonesa, posee un sistema similar al Norteamericano donde la velocidad básica de línea es de 1.544 Mbit/s en base a 24 canales de voz.

* La norma Europea, se basa en 32 canales (30 canales de voz más un canal de sincronía y otro de señalización). Fue introducido en 1968.

Los artículos que se presentan en este capítulo, explican el proceso de multiplexación plesiócrona, haciendo énfasis en el sistema Europeo por su aplicación en los sistemas de transmisión de El Salvador.

2.2 MULTIPLEXADO PLESIOCRONO

La estructuración de los niveles jerárquicos de velocidades requiere del trabajo en conjunto de la técnica de modulación por impulsos codificados (PCM) y de multiplexación .

La fig 2.1 ilustra la estructura jerárquica vigente de los sistemas PDH ó JDP (Jerarquía Digital Plesiócrona), según la norma Europea.

Según ésta figura, se tienen a la entrada respectiva de cada sistema PCM, 30 canales telefónicos de señales analógicas los cuales son digitalizados mediante el proceso de modulación por pulsos codificados, resultando una señal digital de 2MBit/s.

Las señales de salida de los cuatro sistemas PCM-30, al multiplexarse forman un nivel de 8 MBit/s.

La técnica de multiplexado consiste básicamente en entrelazar en el tiempo señales digitales de distintas fuentes para formar una señal común con velocidad binaria consecuentemente mayor.

Los equipos multiplexores tienen:

- * Cuatro entradas/salidas para el nivel jerárquico subordinado (tributaries) y
- * Una entrada salida para el nivel jerárquico superior.

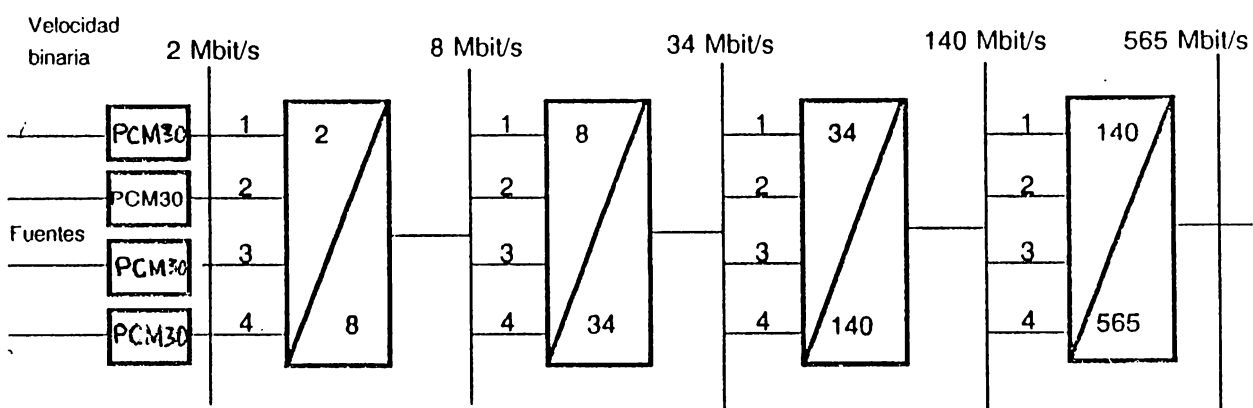


FIG 2.1: MULTIPLEXADO PLESIOCRONO (norma Europea)

2.2.1 TECNICA DE MULTIPLEXADO TDM

El multiplexaje digital requiere del multiplexado TDM, por el cual se asignan intervalos discretos en el tiempo a las señales telefónicas que se van agrupar.

Existen dos métodos para la obtención de una señal partiendo de varias señales parciales en el multiplexado TDM:

A) ENTRELAZADO DE PALABRAS

En este método se colocan en orden cronológico las palabras código de las señales parciales individuales, es decir,

combinaciones de bits con determinada coherencia entre sí. En la figura 2.2, a nivel de ejemplo se muestra la concatenación de la palabra código para dos señales parciales en una amplitud de palabra de cuatro bits.

Concatenación de la palabra código

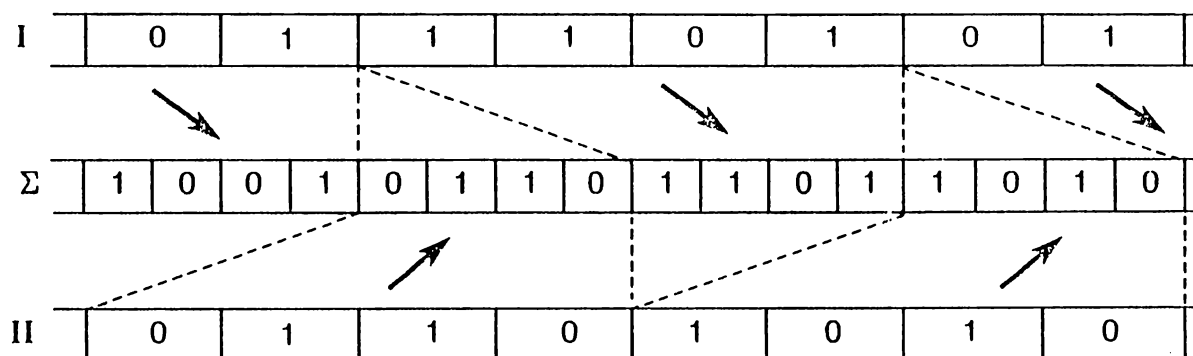


FIG 2.2 : CONCATENACION DE PALABRA CODIGO

b) ENTRELAZADO DE BITS

En este método se va transmitiendo un bits de cada señal parcial en secuencia cíclica; es decir, la señal parcial de una determinada entrada multiplex, aparece únicamente cada cuatro bits de la señal resultante. Se utiliza para todos aquellos sistemas por encima de la jerarquía de 2 MBits/s. En la fig 2.3 se muestra la concatenación de bits para dos señales parciales.

Concatenación de bits

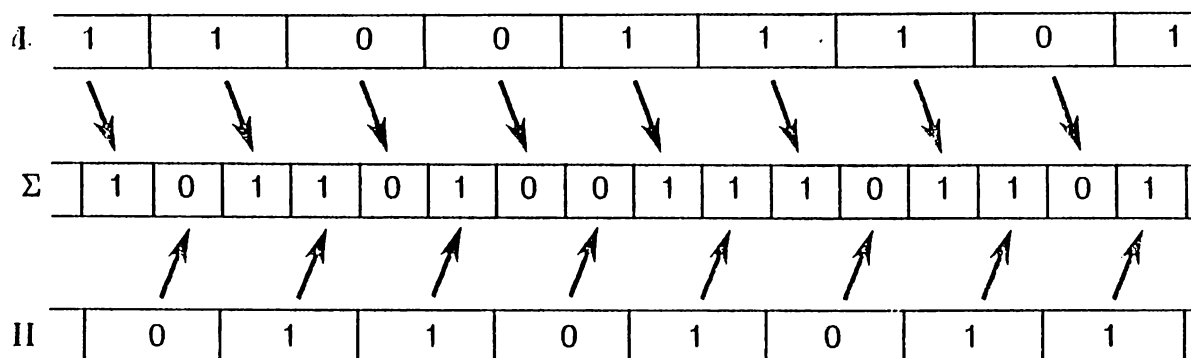


FIG 2.3 : CONCATENACION DE BITS

2.2.2 CASOS QUE SE PRESENTAN EN LA MULTIPLEXACION

En la formación multiplex pueden darse los siguientes casos:

A)

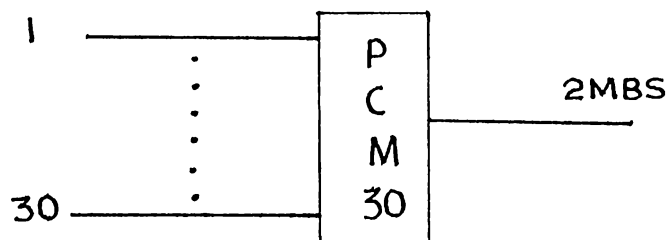
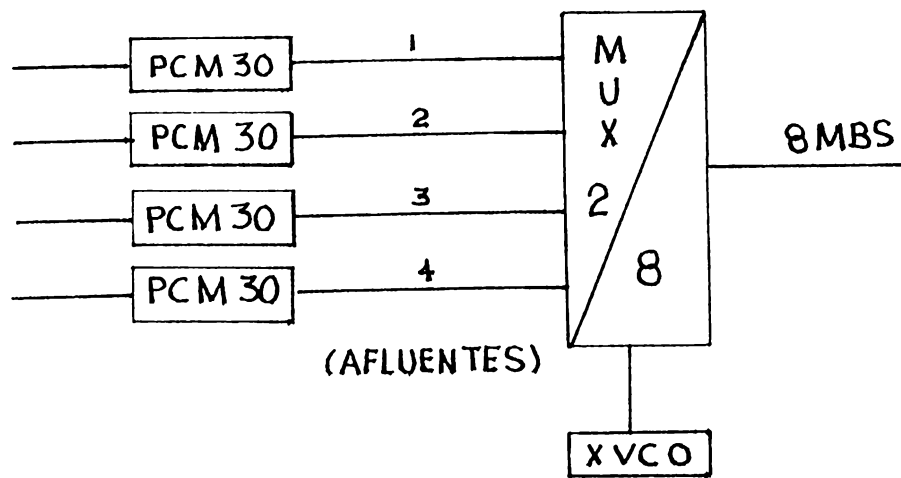


FIG 2.4: MULTIPLEXACION SINCRONA PCM-3

Las señales de origen están sincronizadas entre si, es decir, sus impulsos de reloj son exactamente iguales. Los sistemas PCM-30 presentan esta condición ya que los impulsos de reloj de la seña-

les individuales de 64 KBit y los impulsos de reloj de 2 MBit/s se derivan de una frecuencia central del sistema. El procedimiento de multiplexado para este caso consiste básicamente en la yuxtaposición de las palabras códigos de 8 bits.

B)



Si los impulsos de reloj proceden de fuentes diferentes, las señales originales no son sincronicas. Ejemplo de este caso se da cuando se multiplexan las señales de salida de sistemas PCM-30 cuyos impulsos de reloj se generan en forma autónoma en cada sistema. En esta situación se producen diferencias de frecuencias.

La fig 2.5 ilustra el proceso de multiplexar señales de 2 MBit/s a 8MBit/s. Las señales que se multiplexan provienen de relojes independientes lo que ocasiona variaciones de frecuencia en la señal resultante, la cual se dice que es casi sincronicas (Plesió-crona). Para una velocidad de 2048 MBit/s se tiene por ejemplo un

margen de tolerancia de $2048 \pm 5 \times 10^{-5}$ KBit/s.

De igual forma sucede en la conformación jerárquica de velocidades de la fig 2.1, donde se tienen 4 afluentes a la entrada de cada multiplexor, las cuales presentan igual frecuencia nominal pero con pequeñas variaciones regidas bajo ciertas tolerancias.

2.2.3 DEFINICION DE SEÑALES DE DATOS PLESIOCRONOS

Se supone una fuente de datos (S) que transmite una señal digital a una velocidad binaria F_s hacia un destino de datos (D). El destino de datos determina, con ayuda de una frecuencia de reloj generada internamente (F_r) si la señal entrante en el momento del impulso de reloj es cero ó uno.

Las dos señales de impulsos de reloj F_s y F_r se generan por lo tanto, en distintos lugares y, a pesar de tener la misma frecuencia nominal de régimen, tendrán siempre divergencias entre sí, dentro de ciertos límites.

Lo dicho hasta ahora se ilustra en la fig 2.6

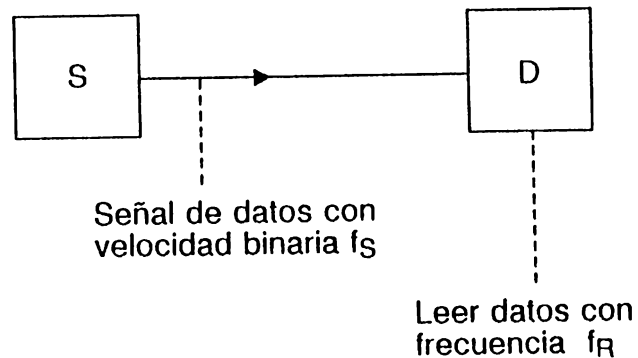


FIG 2.6: SEÑALES DE DATOS PLESIOCRONOS

DEFINICION

Las señales digitales son plesiócronas entre sí cuando sus frecuencias nominales son iguales, pero pueden tener divergencias entre sí dentro de cierta tolerancia

2.2.4 CONSECUENCIAS DE LAS DIFERENCIAS DE FRECUENCIAS Y FASE

Las divergencias que suceden entre las señales digitales debido a las variaciones respectivas de sus frecuencias nominales trae consigo posibles errores al momento de la multiplexación:

a) DOBLE PRESENTACION DE BITS

Se da cuando la frecuencia de consulta (f_R) es mayor que la velocidad binaria de transmisión f_s . La fig 2.7 presenta un ejemplo de este error.

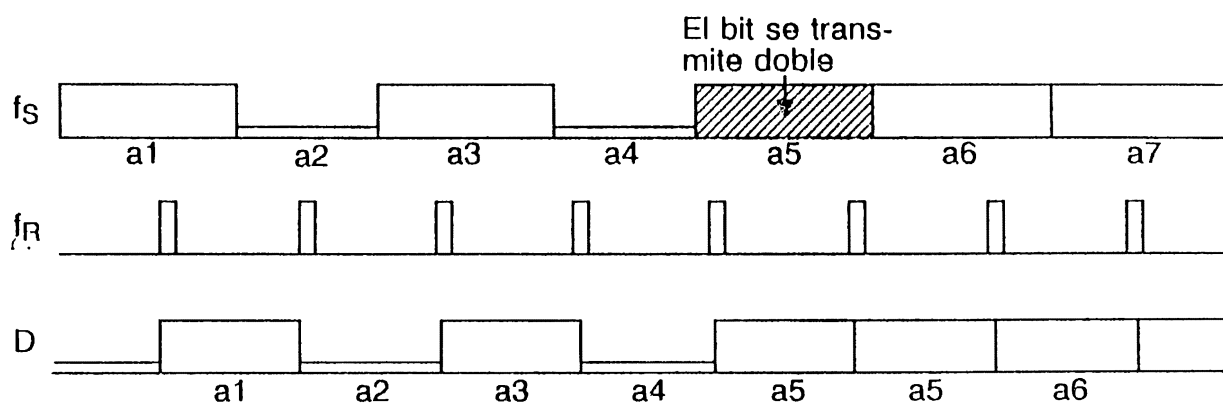


FIG 2.7 DOBLE PRESENTACION DE BITS

Dos momentos de consulta se presentan para un intervalo de bits de la señal de transmisión. El destino de datos (D) interpreta

este hecho como doble presentación de bits a5.

b) BITS DE TRANSMISION NO RECONOCIDO

En este caso la frecuencia de consulta f_R es menor que la velocidad binaria de transmisión f_s . Un ejemplo de esto se ilustra con la fig 2.8

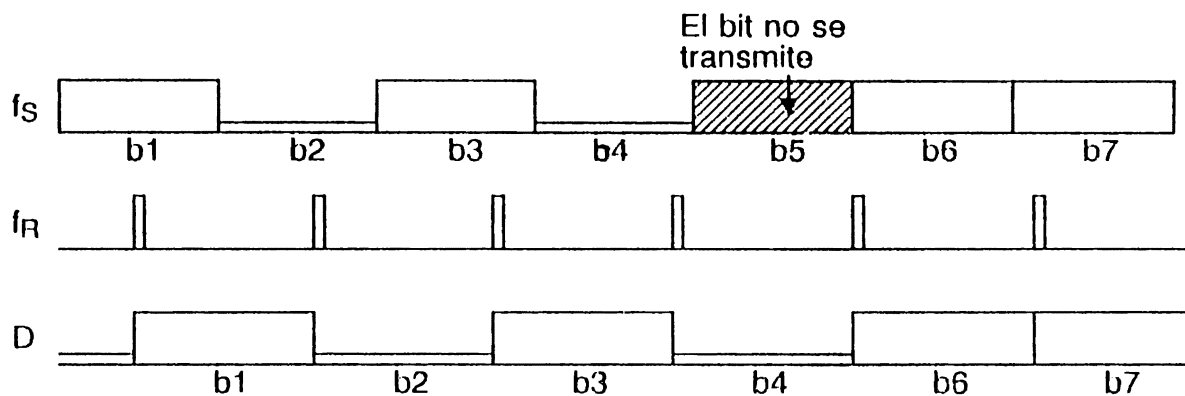


FIG 2.8: BITS DE TRANSMISION NO RECONOCIDO

Un bit de transmisión se presenta entre dos momentos de consulta. El bit b_5 no es reconocido en la fuente de datos.

Para corregir las variaciones de frecuencias que se producen con las señales plesiócronicas se requiere de un mecanismo de relleno conocido como justificación positiva.

La justificación positiva ó relleno positivo, es un procedimiento para la transmisión sin interferencias de una señal digital, es decir, con otra de velocidad binaria que no sea la suya original.

En la justificación positiva se pone a disposición de una señal de entrada un canal de transmisión cuya capacidad, condicionada por el sistema es mayor (alrededor del 0.2%) que la velocidad binaria nominal de la señal de entrada (La expresión Justificación Positiva se ha originado en analogía con el lenguaje usual de las imprentas , en las que para cuadrar un texto, y que tenga la misma longitud exacta de renglones, se insertan espacios intermedios.

c) JITTER DE DEMORA

Se denomina JITTER a las oscilaciones de los instantes significativos (flancos de la señal) de una señal digital alrededor del instante significativo ideal, la mayoría de las veces equidistantes; en un sentido estricto son fluctuaciones de fase, con frecuencias aproximadamente por encima de 0.01Hz. El jitter se origina principalmente por los efectos de tensiones perturbadoras, a justificaciones, a procesos de autooscilación en los sistemas de sincronización y a recuperación incompleta del reloj. Los multiplexores de señales digitales ocasionan además un jitter de demora en la señal saliente en el sistema tributario, que depende de la estructura de la trama de impulsos y del proceso de relleno (justificación).

2.2.5 ECUACION DE LAS VARIACIONES DE FRECUENCIAS DE LAS SEÑALES MULTIPLEX

La variación de frecuencias en las señales multiplex se identifica con la ecuación:

$$F = F_r \pm \Delta F$$

F_r : frecuencia nominal

El origen de esta ecuación se ilustra con la fig 2.9

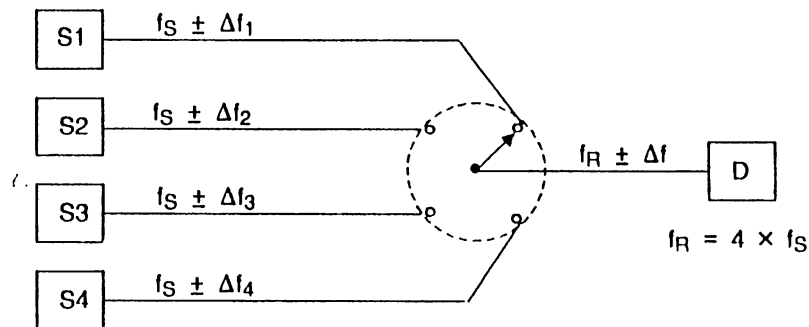


FIG 2.9: VARIACIONES DE FRECUENCIAS

El modelo presenta una manecilla giratoria que detecta las señales parciales (tributaries) con una frecuencia igual a cuatro veces la velocidad binaria nominal F_s ($F_r = 4 \times F_s$), es decir que cada señal parcial se explora nominalmente con F_s . Debido a que tanto a la totalidad de las fuentes de señales digitales (S1..S4) como también la frecuencia de exploración (F_r), son generadas por distintas fuentes de impulsos de reloj, se produce en cada una de las líneas de acceso un estado operativo plesiócrono.

2.3 ESTRUCTURA GENERAL DE LA TRAMA

Así como se transmite la señal de 2 Mbit/s del primer nivel jerárquico , también las señales de los niveles jerárquicos superiores se transmiten con una determinada estructura de trama. Esta trama comienza con una palabra de sincronización de longitud y contenido fijos y sirve para que el lado multiplexor del sistema asigne a los canales correspondientes la información útil subsecuente concatenada por bits.

Además las tramas de la jerarquías plesiócrona contiene una posición de bits por cada señal parcial que puede, opcionalmente, utilizarse para transmitir un bits útil ó bien dejarse sin utilizar. Esta posición se denomina bit de relleno. Utilizando ó no utilizando esta posición de bits puede variarse, dentro de ciertos límites, la velocidad binaria de transmisión de la señal parcial correspondiente.

Este procedimiento se denomina "relleno de impulsos positivos". Cuando no se utiliza la posición de bits de relleno se aumenta la proporción de bits de relleno (= reducción de la capacidad de transmisión); si se emplea la posición de bits de relleno se reduce la proporción de bits de relleno (= aumento de la capacidad de transmisión).

El lado de recepción de este tipo de señales requiere información sobre la manera en que ha sido empleada la posición de bit de relleno (como bit vacío ó como bits útil). A fin de garantizar esto, los bits de información de relleno van colocados - cronológicamente - antes que los bits de relleno.

El contenido de los bits de información de relleno indica como ha de interpretarse la siguiente posición de bits de relleno.

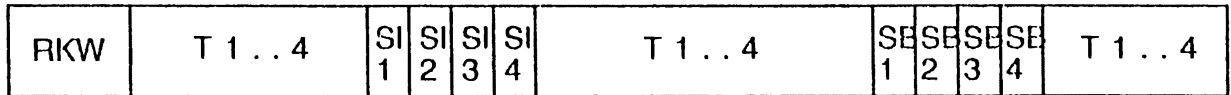


Fig. Estructura fundamental de la trama de una señal de datos plesiócrona

RKW	Palabra de alineación de la trama
SI1 . . 4	Posición de bit de información de relleno para los canales 1 al 4
SB1 . . 4	Posición de bit de relleno para los canales 1 al 4
T1 . . 4	Bits útiles para los canales 1 al 4; aquí se transmiten las señales parciales concatenadas bit por bit

FIG 2.10: ESTRUCTURA FUNDAMENTAL DE LA TRAMA DE UNA SEÑAL DE DATOS PLESIOCRONOS

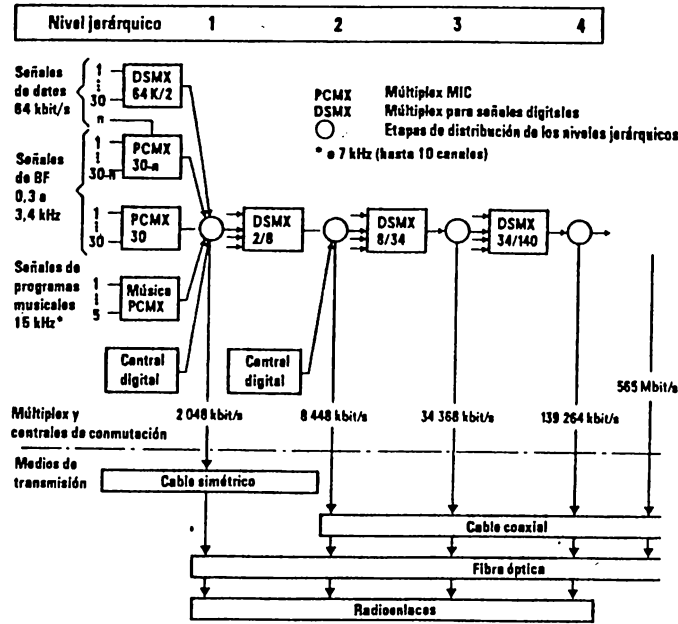
2.4 COMPARACION DE LOS SISTEMAS JERARQUICOS DE VELOCIDAD

Según la recomendación G.702 del CCITT se conocen los sistemas jerárquicos de velocidades plesiócronicos presentados en la tabla 2.1

<i>Tipo de sistema</i>	<i>Nivel</i>				
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Tipo norteamericano T/D	1	2	3	4	
Cantidad de canales de voz	24	96	672	4032	
Velocidad de bits en la línea (Mbps)	1.544	6.312	44.736	274.176	
Japonés					
Cantidad de canales de voz	24	96	480	1440.0	5760.0
Velocidad de bits en la línea (Mbps)	1.544	6.312	32.064	97.728	400.352
Europeo					
Cantidad de canales de voz	30	120	480	1920.0	7680.0
Velocidad de bits en la línea (Mbps)	2.048	8.448	34.368	139.264	560.0

TABLA 2.1 : CUADRO COMPARATIVO DE NIVELES JERARQUICOS DE VELOCIDADES PLESIOCRONAS

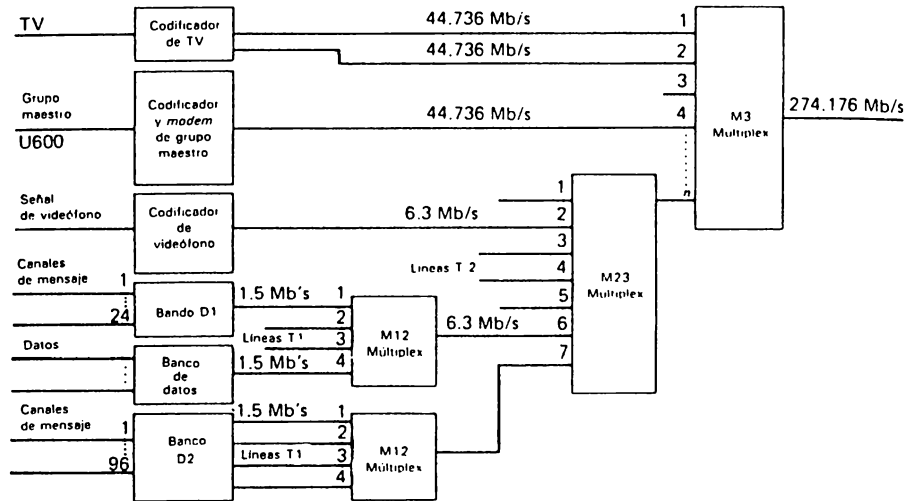
ESTRUCTURA JERARQUICA DE VELOCIDADES SEGUN NORMA EUROPEA



Estructura jerárquica y medios de transmisión de los sistemas de transmisión digitales desde 2 hasta 565 Mbit/s.

FIG 2.11: JERARQUIA EUROPEA

ESTRUCTURA JERARQUICA DE VELOCIDADES SEGUN NORMA AMERICANA



Jerarquía de MCP que se usa en Norteamérica.

FIG 2.12: JERARQUIA AMERICANA

2.5 CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES PLESIOCRONAS

- * Señales de tipo plesiócrono

- * Multiplexado con entrelazado de bits

- * Adaptación de reloj mediante relleno positivo

- * Cada etapa multiplex tiene una trama de transmisión propia.

- * La relación de fase entre la trama y la información útil no se conserva por lo que no es posible el acceso directo a los canales individuales concatenados en la señal multiplex. El acceso sólo es posible después del proceso de demultiplexado.

CAPITULO III

JERARQUIA DIGITAL SINCRONA

3.1 INTRODUCCION

La Jerarquía Digital Síncrona (JDS ó SDH) es una técnica que reúne diversidad de funciones por lo que muchos autores la definen según sus características, de este modo se dicen que son:

- * Interfases normalizados de alta capacidad
- * Una técnica flexible de multiplexación
- * Un medio de introducción de la gestión y automatización de las operaciones de la red etc.

De acuerdo con el CCITT G.708 la definición de SDH es la siguiente:

" El SDH es un conjunto jerárquico de estructuras de transporte digital, standarizado para transportar información útil adaptada convenientemente sobre las redes físicas de transmisión ".

Los orígenes de SDH se fundamentan en la red óptica síncrona (SONET) que fue impulsada en EE.UU. con el fin de proveer un interfaz basado en la norma Norteamericana y cuya velocidad básica es de 51.84 Mbits/s ".

Dada la incompatibilidad existente entre los sistemas EE.UU. y el Europeo, se desarrolló la idea de crear un standard mundial que

involucrará ambas jerarquías, así fue como en Febrero de 1988 se normalizaron los sistemas SDH en la conferencia del CCITT de Seúl (Korea), con una velocidad básica de 155.52 Mbit/s.

Los artículos que a continuación se presentan son la teoría básica sobre la técnica SDH la cual es importante conocer para los propósitos de este trabajo.

3.2 NIVELES DE VELOCIDADES SDH

De acuerdo con la recomendación G.707 del CCITT se tienen definidos los valores siguientes de velocidades síncronas :

NIVEL	VELOCIDAD ^N KBit/s
1	155.520
2	622.080
3	2488.320

TABLA 3.1: VELOCIDADES SINCRONAS

El primer nivel de la tabla 3.1 constituye la señal básica de SDH y es llamado MODULO DE TRASPORTE SINCRONO (STM-1= 155.52 Mbit/s). Los valores superiores de velocidades binarias en SDH son múltiplos enteros de la velocidad binaria del primer nivel, esto se logra multiplexando byte por byte varias señales STM-1. De aquí se tiene la siguiente relación:

$$\text{VELOCIDAD BINARIA MULTIPLEX} = N \times 155.52 \text{ Mbit/s} = \text{STM-N}$$

$$\text{Donde } N = 1, 4, 16$$

los sistemas permiten el transporte de señales digitales síncronas ó plesiócronas. La operación con señales plesiócronas es posible al adaptar el reloj mediante el proceso de relleno (positivo, cero, negativo) byte por byte.

velocidades inferiores a 155.52 Mbit/s pueden ser transmitidas concatenadas en la trama STM-1.

La multiplexación digital síncrona y SDH asociada ofrecen las ventajas de:

- a) Técnicas de multiplexación y demultiplexación simplificadas.
- b) Acceso directo a afluentes de menor velocidad sin necesidad de demultiplexación de la señal completa de alta velocidad.
- c) Capacidad mejoradas de operación, administración y mantenimiento (OAM).
- d) Fácil crecimiento hacia mayores velocidades binarias, acorde con la evolución de la tecnología de transmisión.

Haciendo un estudio sobre la estructura de la trama STM y la multiplexación SDH (Recomendación G.708 del CCITT) se podrá comprobar como los sistemas SDH cumplen con las ventajas antes mencionadas.

3.3 ESTRUCTURA DE TRAMA Y MULTIPLEXADO SDH

Existen dos estructuras importantes en la técnica SDH una de ellas es la trama STM-1 (Fig. 3.1) y la configuración de multiplexación (Fig. 3.2) que es usada cuando se tienen señales Síncronas ó Plesiócronas de los standard EE.UU. y Europeo menores que 155.52 Mbit/s.

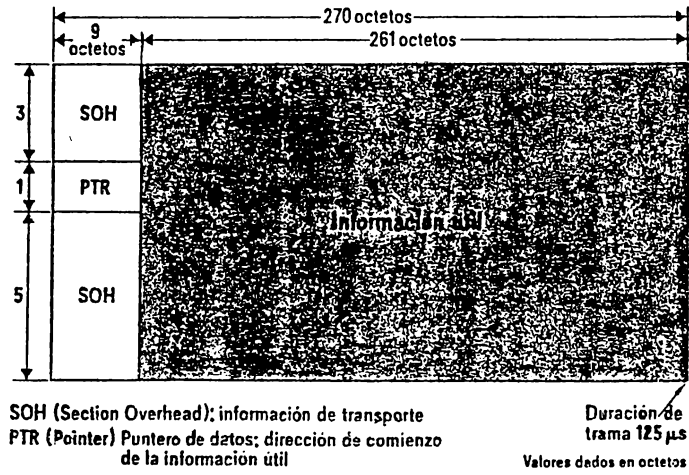


FIGURA 3.1: TRAMA STM-1

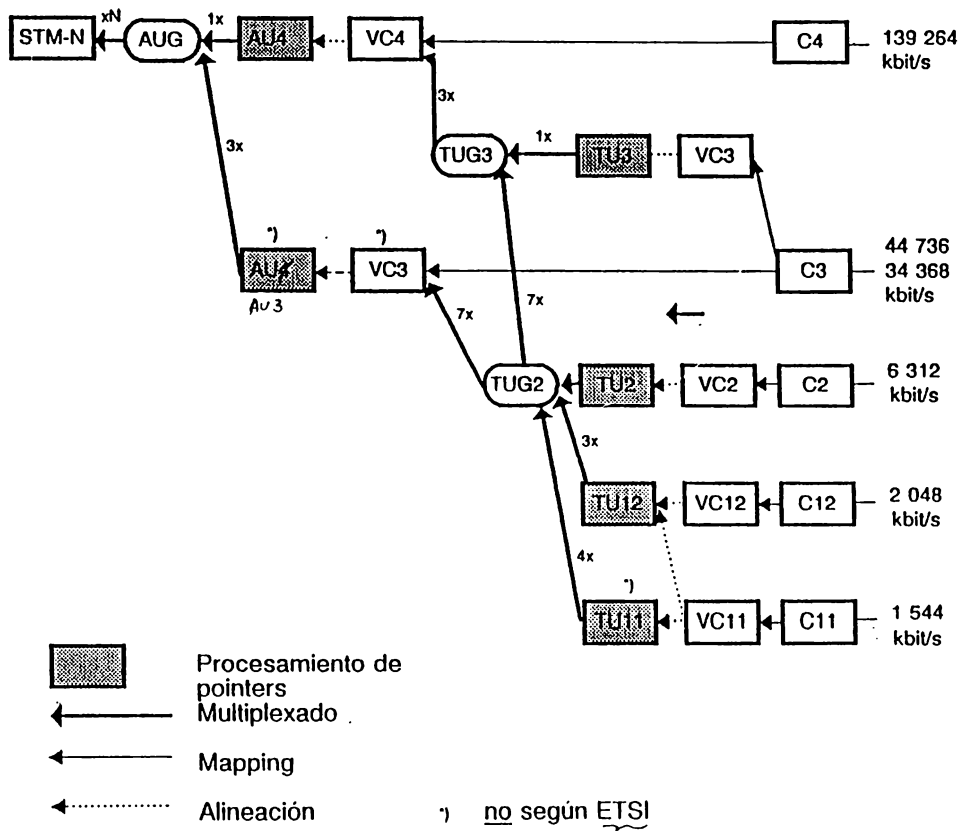


FIG 3.2: ESTRUCTURA DE MUTIPLEXADO SDH

La Estructura Jerárquica de Multiplexado representada en la figura 3.2 muestra las posibilidades de como pueden multiplexarse las velocidades de las Jerarquías Americana y Europea, para conformar el nivel STM-N

El detalle de los elementos de multiplexado SDH son presentados a continuación :

C	Contenedor (Container) Capacidad de transmisión sincronizada con la red
POH	Tara de trayecto, encabezado de ruta (Path Overhead) Información adicional para el transporte fiable del contenedor
C+POH= VC	CONTENEDOR VIRTUAL (Virtual Container) Canal de transmisión transparente
PTR	Punteros de datos (Pointer) Relación de fase entre la información útil y la trama jerárquicamente superior
VC+PTR = TU ó AU	
TU	Unidad Tributaria (Tributary Unit)
TUG	Unidad de grupos tributarios (n x TU)
AU	Unidad Administrativa (Administrative Unit en STM-1)
SOH	Sección de encabezado, tara de sección Section Overhead en el STM-1, información adicional (8 x 9 octetos) para la gestión de la red sincronizada
AU+SOH = STM-1	

- STM-1** **Modulo de Transporte Síncrono nivel 1**
 Synchronmous Transport module, Señal básica de la
 jerarquía digital síncrona = 155.52Mbit/s
- STM-N** **Modulo de Transporte Síncrono nivel N**
 Velocidad binaria de multiplexado $N \times 155.52$ Mbit/s
 ($N = \#$ entero)

3.3.1 DEFINICION DE LOS ELEMENTOS DE MULTIPLEXADO SDH

CONTENEDOR C

Segun la Recomendación G.708 del CCITT, se tiene la siguiente definición de Contenedor, C-n ($n = 1$ a 4) :

" Este elemento es una unidad definida de capacidad de carga útil dimensionada para transportar cualquiera de los niveles actualmente definidos en la Recomendación G.702 y que puede proporcionar también capacidad para el transporte de señales de banda ancha aún no definidas"

Es decir que en un contenedor se coloca toda información útil, ya sea plesiócrona ó síncrona, antes de ser transmitida en la trama STM 1. El tamaño de los contenedores se indica en bytes, los cuales son usados como capacidades de transmision cada 125us.

La tabla 3.2 muestra los valores de velocidades que actualmente contienen los diferentes contenedores:

CONTENEDOR	SEÑAL a TRANSMITIR (Kbit/s)
C-11	1 544
C-12	2 048
C-2	6 312
C-3	44 736 ó 34 368
C-4	139 264

TABLA 3.2 : TAMAÑO DE CONTENEDORES

Con procedimientos de relleno (positivo, negativo, cero) por bytes o bits se logra hacer síncronas las señales plesiocronas que se colocan en los contenedores.

El contenido de los contenedores puede ser el siguiente:

- a) **INFORMACION UTIL** (señales síncronas ó plesiocronas)

- b) **BYTES Y BITS DE RELLENO FIJO:** los cuales carecen de información. Los bytes tienen la función de adaptar aproximadamente la velocidad de la señal PDH con la del contenedor que generalmente es mayor. Una adaptación más precisa se logra por medio de los bits rellenables individualmente.

- c) **BITS RELLENABLES:** para la adaptación precisa del reloj, los cuales pueden usarse como bits de información útil ó bien, como de relleno.

d) **BITS DE CONTROL DE RELLENO:** Indica al receptor si el bits rellenable contiene información útil ó es netamente de relleno.

CONTENEDOR VIRTUAL VC

Cuando a un contenedor se le agrega la tara de trayecto ó POH se convierte en Contenedor Virtual.

El POH consiste en información adicional que sirve para el transporte confiable del contenedor desde el origen hasta el destino. Aunque el POH es colocado junto con el contenedor desde el principio de la ruta sólo se evalúa al final de esta, al descomponerse el contenedor. El POH contiene información para supervisión y mantenimiento de una ruta interconectada en la red. Un contenedor virtual puede (segun el tamaño) transmitirse directamente en la trama STM 1 ó bien, depositarse en un CV Mayor, el cual se transfiere directamente por STM 1.

Se han determinado dos tipos de contenedores virtuales:

- * **CONTENEDOR VIRTUAL DE ORDEN INFERIOR (LO VC) :** pueden ser transmitidos en contenedores más grandes, comprende los VC 11, VC12, VC2. EL VC 3 si se transmite por un VC 4, se considera en este caso.
- * **CONTENEDOR VIRTUAL DE ORDEN SUPERIOR (HO VC) :** Son aquellos que se transmiten directamente en la trama STM 1 como es el caso de VC 4 y VC 3 (cuando se transmite directamente).

UNIDAD TRIBUTARIA TU

Por Unidad Tributaria se entiende la parte del contenedor de orden superior (HO VC) dentro de la cual puede deslizarse el LO VC incorporado, más el puntero correspondiente (pointer TU).

Un contenedor virtual de orden superior tiene agregado un puntero TU que indica la relación de fase (entre contenedores), debida a los deslizamientos que se producen cuando un LO VC es depositado dentro del HO VC.

Se conocen las siguientes unidades TU: TU 11, TU 12, TU 2, TU 3.

UNIDAD DE GRUPOS TRIBUTARIOS TUG

Antes de ser depositadas en un contenedor de orden superior, las unidades TU se agrupan, es decir, se concatenan por bytes. A este grupo se le denomina TUG (Tributary Unit Group).

Se tienen definidos los siguientes TUG: TUG 2 y TUG 3

UNIDAD ADMINISTRATIVA

Se denomina Unidad Administrativa a la parte de la trama STM 1 dentro de la cual puede deslizarse el VC (VC-4 ó VC-3) junto con un bloque de puntero llamados pointer AU.

Los punteros AU (bloque PTR AU) incorporados en la trama STM 1 contiene la relación de fase entre la trama y el contenedor virtual respectivo.

Según las figuras 3.3 a/b, se tiene que en el cuarto renglón de la trama STM 1, están contenidos en los primeros 9 bytes, 3 punteros de 3 bytes cada uno.

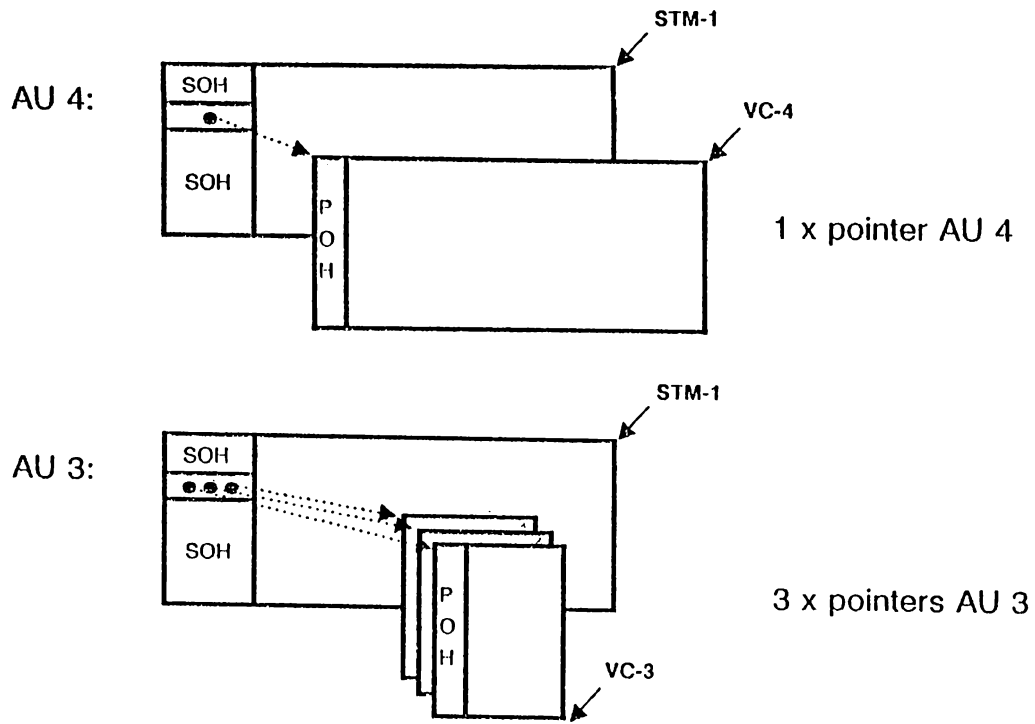


FIG 3.3: ESTRUCTURAS DE AU 4 (a) Y AU 3 (b)

Se hace una distinción entre las unidades AU 4 y AU 3.

En la trama STM 1 pueden transmitirse :

* 1x AU 4 ó bien

* 3x AU 3

La transmisión del VC 3 puede efectuarse DIRECTAMENTE por AU 3, en STM 1; e INDIRECTAMENTE , en una AU 4, para lo cual se depositan 3 VC 3 en un VC 4.

GRUPO DE UNIDADES ADMINISTRATIVAS AUG

Varias AU pueden agruparse, o sea mulltiplexarse por bytes para formar el llamado GRUPO AU (AUG). El El grupo AUG es una unidad con sincronía de trama que corresponde al STM 1 sin SOH. Al agregar el SOH STM 1 al AUG se obtiene un STM 1.

Un grupo AUG puede constar de 1x AU 4 ó de 3x AU 3.

3.3.2 TRAMA STM 1

El modulo STM 1 es la señal básica de la jerarquía digital síncrona con una velocidad de transmisión de 155.52 Mbit/s.

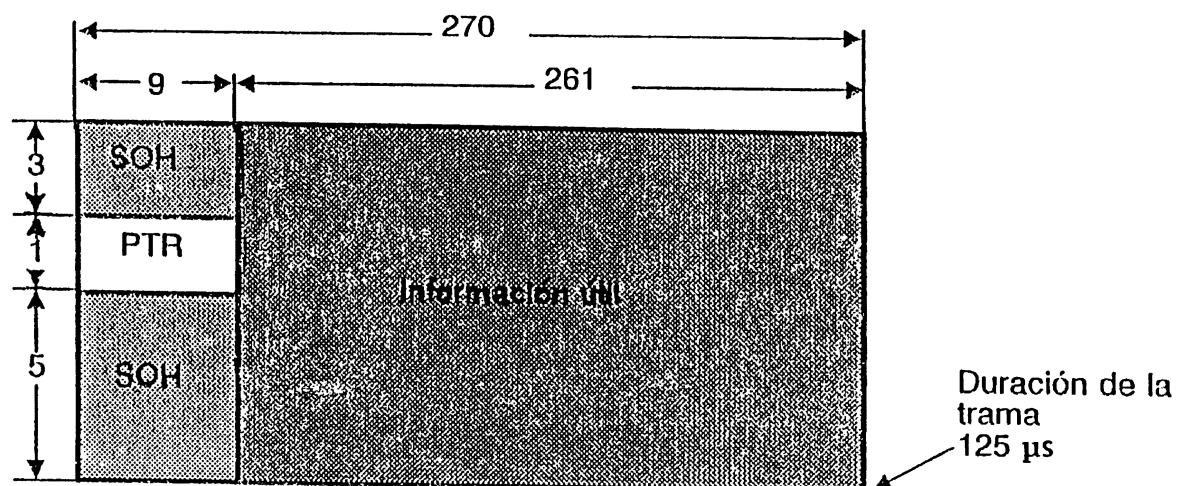
ESTRUCTURA DE LA TRAMA

La trama STM 1 se compone de 9 x 270 octetos (2430 bytes) (la Fig.3.4 ilustra el modelo bidimensional). La frecuencia de repetición de la trama es de 8000 Hz. La duración de ésta es de 125 us.

La trama STM 1 contiene 3 bloques:

- a) Bloque section-overhead (SOH)
- b) Bloque de señal útil (payload)
- c) Bloque de punteros (PTR)

Los bytes individuales de la trama STM se transmiten por filas y columnas, comenzando por la primera columna y fila. Con ello se transmiten alternadamente 9 bytes SOH (4a fila: 9 Bytes PTR), seguidos de 261 bytes de información útil.



SOH (Section Overhead): Información de transporte

PTR (Pointer): Dirección de comienzo de la información útil

FIG.3.4: TRAMA DE TRANSMISION SINCRONA STM

EL bloque SOH de 8x9 bytes contienen informaciones adicionales como alineación de trama, funciones de supervisión, administración y control. Estas garantizan una transmisión fiable de la información útil. La capacidad Overhead está dimensionada de tal forma que esta puede ser utilizada por una futura Red de Gestión de las Telecomunicaciones (Telecommunications Management Network: TMN) para funciones de observación y control de la red. se distingue entre el Regenerador SOH (RSOH) y el Multiplex SOH (MSOH).

En el bloque de señales útiles de 9x261 bytes se transmiten las señales útiles propiamente dichas (señales PDH de 2 a 140 Mbit/s). Estas se concatenan en el bloque payload STM 1.

Los Punteros (PTR) conservan la relación de fase fija entre la información útil y la Trama STM. Con los punteros se pueden localizar señales útiles en el bloque payload. Así evaluando el puntero (PTR), se puede tener acceso en todo momento a los canales útiles individuales sin necesidad de demultiplexar toda la señal STM 1.

En el bloque de PTR se han definido 3 PTR de 3 bytes cada uno. La frecuencia de repetición de trama STM es de 8000 Hz, un octeto (= 1 byte = 8 bits) corresponde a la capacidad de transmisión de 64 Kbit/s.

3.3.3 STM-N

Las señales multiplex SDH de mayor velocidad se obtienen multiplexando por Bytes varias señales STM 1. (Fig 3.5)

Concatenando por octetos N X STM 1 se obtiene STM N. La velocidad de la señal multiplex STM N es de exactamente :

$$N \times 155.52 \text{ MBit/s, } N = \text{número entero}$$

Actualmente se tienen previstas las etapas multiplex de :

$$\text{STM- 4} \qquad 4 \times 155.52 = 622.08 \text{ MBit/s}$$

$$\text{STM- 16} \qquad 16 \times 155.52 = 2.048 \text{ 32 Gbit/s}$$

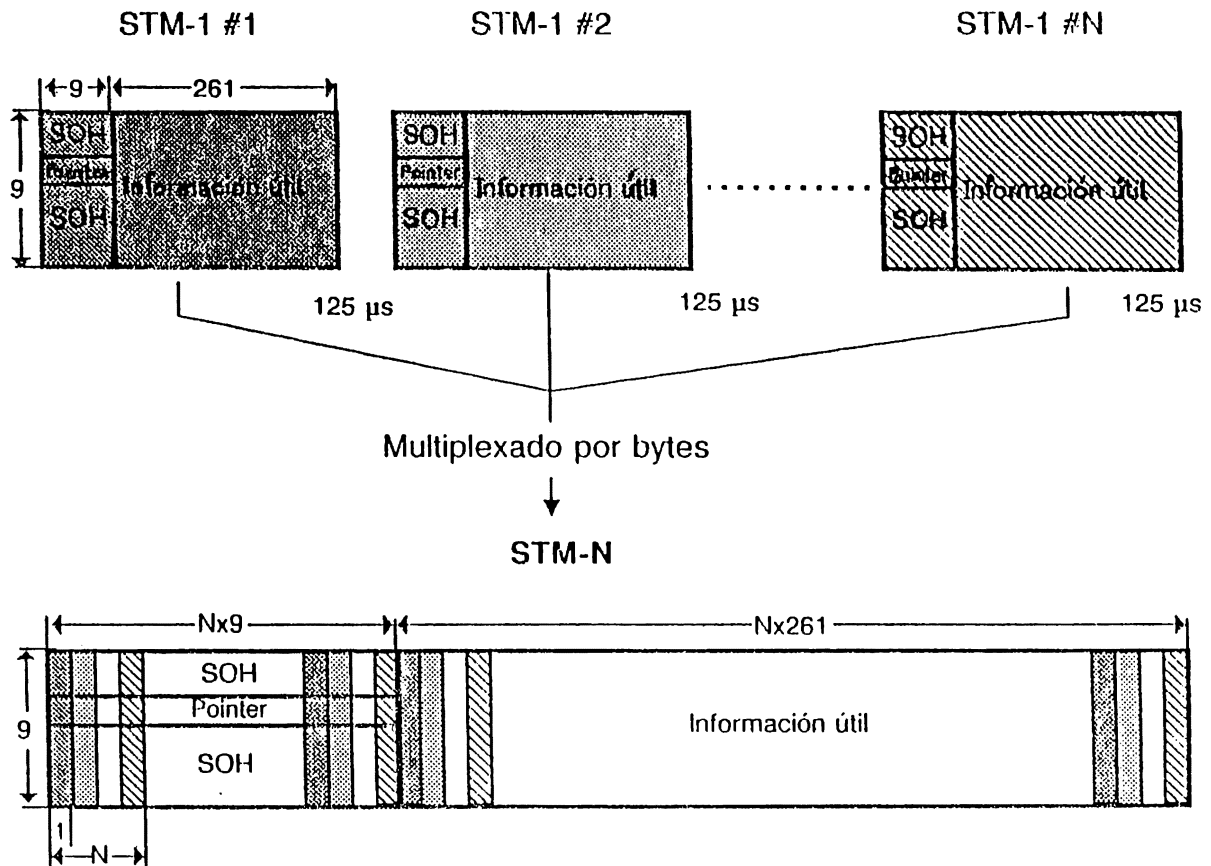


FIG 3.5: JERARQUIA SINCRONA, TRAMA DE TRANSMISION

ESTRUCTURA DE LA TRAMA

La estructura de la trama corresponde exactamente a la trama STM-1, Con la diferencia que esta vez se transmiten $N \times 9 \times 270$ bytes en la trama de 125 us de duración. Las señales básicas N se concatenan por bytes, por lo que nuevamente se obtienen los bloques de SOH, PTR e Información Util (ver Fig.3.5).

NORMA DE MULTIPLEXADO

En el procedimiento de multiplexado los bytes de señal útil de los bloques payload STM 1 individuales se multiplexan por bytes hacia STM N payload sin almacenamiento provisional. A este flujo de bytes se agregan selectivamente los bytes overhead STM 1, concatenados por bytes, de modo que se obtiene la estructura de trama STM N ilustrada en fig 3.6 Los bytes PTR (punteros) se agregan también concatenados por bytes en la posición correspondiente. En este multiplexado modifica en virtud de la diferencia de fase entre STM 1 y STM N, la ubicación de la señal útil individual en la trama STM N con respecto a la ubicación original en STM 1. Por esto, al efectuarse el multiplexado, cada valor de puntero individual debe adaptarse a esta diferencia de fases (Conversión de punteros).

3.3.4 TECNICA DE MULTIPLEXADO MODULAR

Pueden concatenarse $N \times STM 1$ para formar un $STM N$ ó bien $M \times STM N$ para formar un $STM M \times N$.

Para ello rige la siguiente regla general:

Si se combinan $M \times STM N$ señales para formar una señal múltiple $1 \times STM M \times N$, se concatenan respectivamente N bytes de las $STM N$ individuales.

Fig 3.6 a

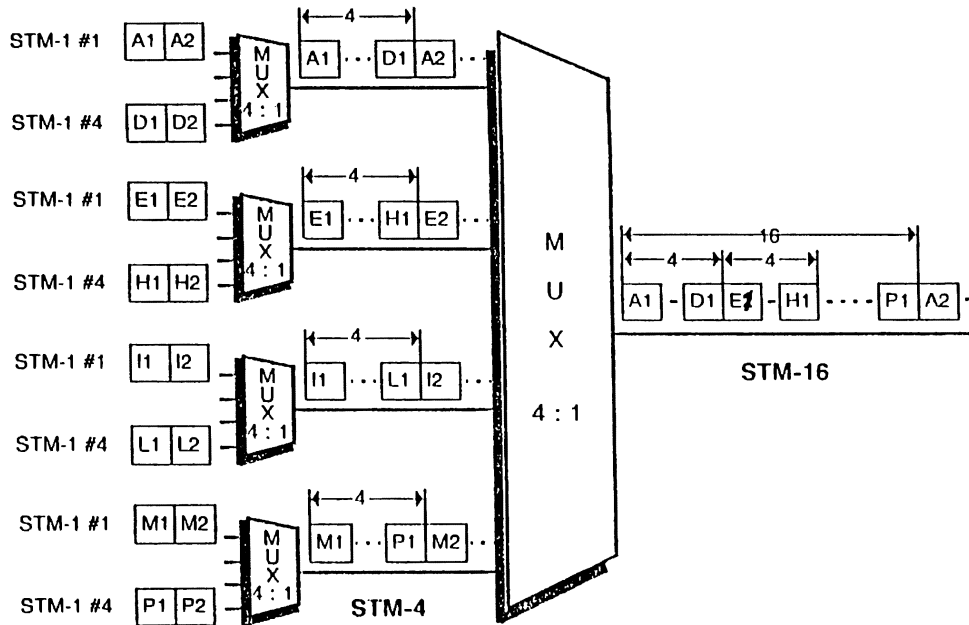


Fig 3.6 b

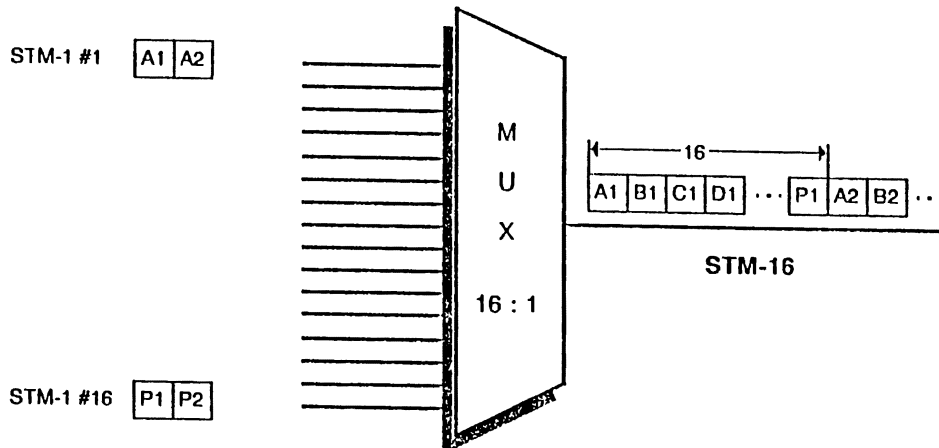


FIG 3.6 a/b : TECNICA DE MULTIPLEXADO

3.4 ENCABEZADOS (OVERHEAD)

FUNCIONES DE LOS OVERHEADS

Se tienen las siguientes funciones de los canales OVERHEADS:

- * Formación de la trama
- * Supervisión de estado
- * Supervisión de error
- * Delimitación de errores
- * Funciones de mantenimiento
- * Funciones de control

Las tramas STM 1 y STM N están estructuradas de manera que el overhead siempre se conserva como una unidad separada de la información útil. Esta disposición presenta la ventaja de que los bytes overhead pueden, en cualquier momento consultarse, modificarse y agregarse sin necesidad de fragmentar previamente la señal individual.

Se conocen dos tipos de overheads: Section-overhead SOH y path-overhead (POH).

3.4.1 SECTION OVERHEAD (SOH) (Encabezados de Sección)

Segun se muestra en la Fig.3.8 , el SOH se compone de 8 filas de 9 columnas cada uno. Los primeros 9 bytes de los renglones 1 a 3 contienen el RSOH (Regenerator Section Overhead) y los primeros 9

bytes de los renglones 5 a 9 el MSOH (Multiplex Section Overhead). La 4a fila esta ocupada con punteros AU y no forma parte de SOH.

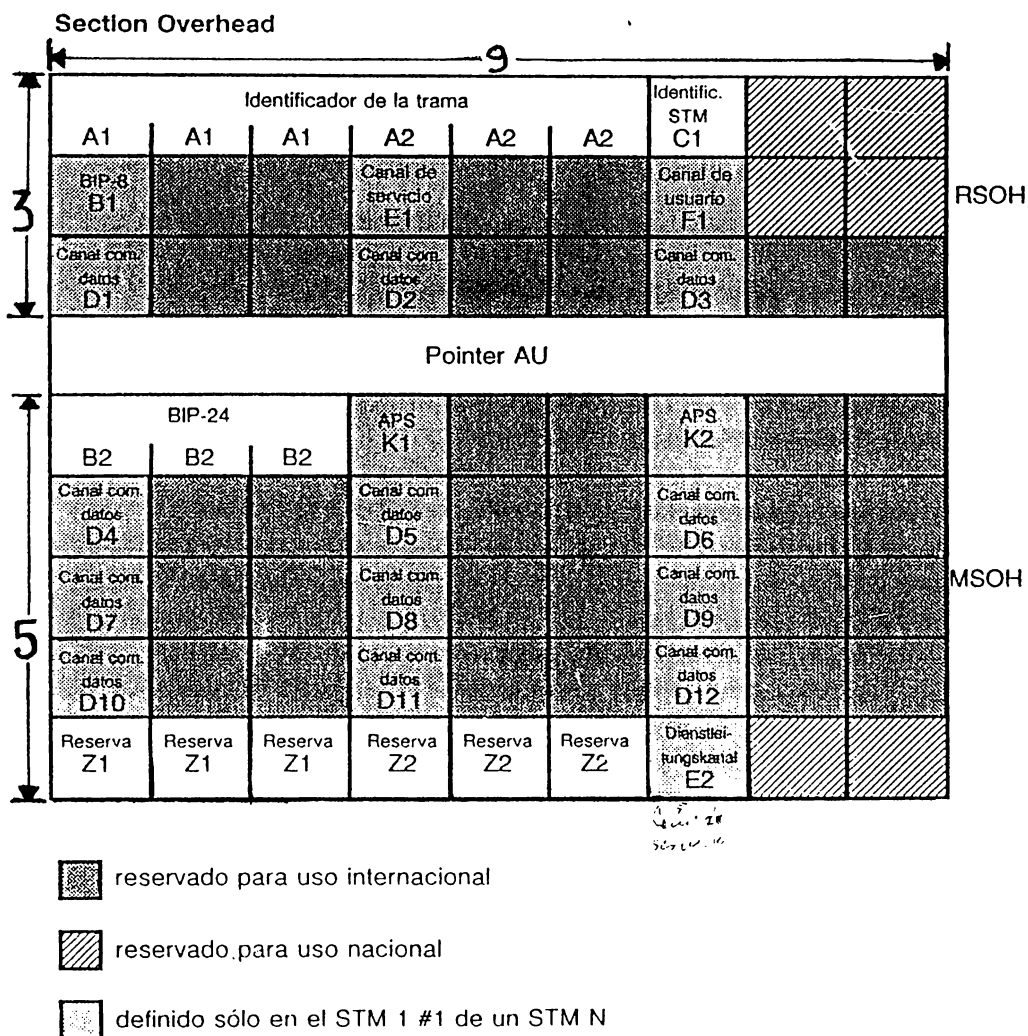


FIG.3.7: ESTRUCTURA DE SOH EN STM 1

Cuando se tienen señales multiplex STM N, el SOH se compone de las N columnas individuales SOH de STM 1, concatenadas por bytes.

* Canales de comunicación de datos: D1-D12

12 bytes (D1 -D12) del overhead están previstos para la transmisión y supervisión de datos de control y se conocen como canales de comunicación de datos, DCC (Data Communication Channels). SE distigue entre DCCR, concapacidad de transmisión de 192 Kbit/s (D1-D3) y los DCCM con 576 Kbit/s (D4-D12).

En la señal STM N los DCC sólo estan definidos respectivamente, en la primera STM 1 (STM 1 #1).

Dentro de una red SDH 1 ó varios elementos de la red (nudos de red) pueden estar dotados de un interfaz Q que sirve para establecer conexión con un sistema de gestión de orden superior (OS).

Tales elementos de red (Multiplexores ó Cross Connect) se conocen como Elementos Puertas de la Red (GNE).

La taréa del DCCR consiste en retransmitir las instrucciones de control del GNE hacia los regeneradores, o bien, los datos de supervisión recabados en los regeneradores hacia el GNE (Q-SST). Esto es posible debido a que cada regenerador tiene acceso al DCCR.

El DCCM establece el enlace de comunicación de datos entre el GNE y los multiplexores, los cuales tienen acceso al DCCM.

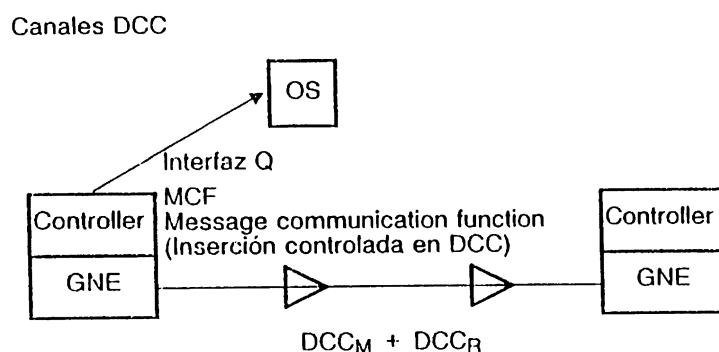


FIG.3.10: CANALES DCC

*** Identificador STM: C1**

A cada módulo STM 1 se asigna un código antes de multiplexarse para formar STM N. En el demultiplexado, el identificador sirve para detectar ó identificar del STM 1 individual en el STM N. Este identificador se transmite en el byte C1 del overhead de cada STM 1.

*** Servicio: E1, E2**

Estos 2 bytes están previstos como canales de servicios locales y pueden usarse como canales vocales ejemplo: Para transmitir conversaciones entre regeneradores (E1) ó entre nudos de red (E2). E1 y E2 sólo están definidos en STM 1 #1.

* Canal del usuario: F1

El byte F1 esta reservado para el operador de la red. El operador puede usar este byte para verificar ciertas funciones de la red. El byte F1 está definido en STM N únicamente en STM 1 #1.

* Bip 8 : B1 ¹

EL byte B1 sirve para supervisar errores de la señal STM N en trayectos de regenerador. En cada trama STM 1 está prwevisto en el RSOH un byte B1. En la transmisión de una señal STM N sólo se usa para supervisar errores de bits de STM N el byte B1 en la primera STM 1 (STM #1). La supervisión de errores se efectúa con un procedimiento de paridad llamado BIP (Bit interleaved parity).

Para la supervisión de línea STM N se emplea el procedimiento BIP-8 en toda la trama STM N pseudoaleatorizada. El resultado de 8 bits de longitud, (palabra código)se inserta luego en B1 de la siguiente trama .

B1 se evalúa y genera de nuevo en cada regenerador y multiplexor.

* Bip 24 : 3 x B2 ²

En cada STM 1, 3 bytes (3 x B2) estan previstos para la supervisión de fallas de trayecto múltiplex. Al transmitir una señal

¹ Ver artículo sobre BIP N

² Ver artículos sobre BIP N y SCRAMBLER

STM N, todos los bytes B2 están definidos ($N \times 3 \times B2$). Al aplicar el procedimiento BIP 24 se genera una palabra código de 24 bits de longitud (3 bytes), la cual se inserta en las posiciones del byte B2 de STM 1.

El BIP 24 en STM 1 se genera en toda la trama sin scrambling, salvo en los primeros tres renglones del SOH. El resultado de 3 bytes de longitud se inserta luego en la trama siguiente (sin scrambling), en las posiciones B2 (en MSOH). Los primeros 3 renglones del SOH (RSOH) no son afectados por B2, de manera que las modificaciones en el RSOH (el regenerador) no influyen en el resultado B2.

Si se multiplexa varias STM-1 para formar una STM-N, el procedimiento BIP 24, debe aplicarse a cada señal individual STM-1 antes del multiplexado, ó bien se genera un BIP $N \times 24$ en toda la STM-N (sin scrambling) (con excepción del RSOH), con lo cual se obtiene el mismo resultado.

*** CANALES APS : K1, K2**

Dos bytes están previstos para señalización de circuito de emergencia. APS = Automatic Protection Switching.

Las siguientes funciones han sido fijadas para K1 y K2 :

*** Con LA SEÑAL DE INDICACIÓN DE ALARMA AIS (Alarm Indication Signal), en el trayecto de línea básica los bytes 6,7 y 8 del byte K2 se fijan en " 1 " . Si después del descrambling de**

una STM-N estos bits se detectan como " 1 " , esto se interpreta como AIS.

* **FERF** (Far en Receive Failure = recibimiento de falla lejana).

Si el multiplexor STM-N, no recibe señal ó recibe AIS, envía en dirección contraria el código " 110 " en los bits 6, 7 y 8 de K2. Así se comunica al multiplexor de STM-N emisor, que se ha producido una falla. Si después del descrambling se detecta el código " 110 " en K2 en las posiciones 6, 7 y 8, significa que la estación colateral ha recibido AIS ó no ha recibido señal.

* **CONEXION AUTOMATICA DE LINEA DE EMERGENCIA 1 : n** (n= 1 a 14)

En esta variante de conexión de emergencia varios canales de operación comparten una línea. En caso de falla los multiplexores en ambos extremos de la línea deben conmutar selectivamente al canal de emergencia. La comunicación sobre la conmutación se realiza con los bytes K.

* **RESERVA : 3xZ1, 3xZ2**

6 Bytes en el SOH estan previstos para funciones futuras actualmente no definidas. En cada STM-1 de un STM-N estan reservados estos Bytes.

3.4.3 PATH OVERHEAD POH (VC-3 y VC-4) (Encabezado de Ruta)

El POH se agrega respectivamente al contenedor " C " . Los dos juntos constituyen el llamado " Contenedor Virtual " (VC), el

cual se transmite como unidad inalterada en la ruta de la red. El Encabezado de Ruta ó POH, contiene todas las informaciones necesarias para transportar el contenedor de manera fiable. Evaluando los datos POH se puede conocer el estado de toda la ruta.

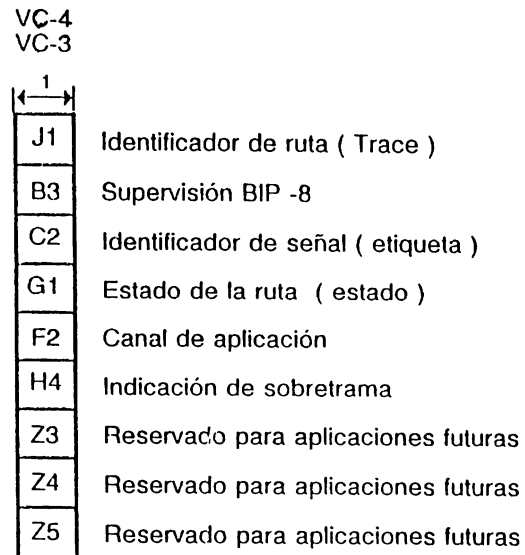


FIG. 3.10 : PATH OVERHEAD VC-3, VC-4

3.4.4 DESCRIPCION DE LOS BYTES POH (VC-3 / VC-4)

* SEGUIDOR DE RUTA J1 :

Este byte se usa para transmitir un identificador de ruta de 64 bytes de longitud, para lo cual en cada trama se transmite un byte en J1. Después de 64 tramas comienza de nuevo la transmisión del mensaje. Este indicador de ruta permite supervisar la interconexión respectiva de la ruta en cuestión. Esto es importante sobre todo en interconexiones de control tipo "Cross Connect". El byte J1 es el primer byte de VC-4 ó VC-3 y es direccionado por el puntero AU, ó bien por el puntero TU.

* BIP 8: B3 ³

Un byte ha sido previsto para la supervisión de errores de bits de la ruta VC. Se utiliza un código Bip 8 con paridad par. El Bip 8 se genera en todos los bits del Contenedor Virtual respectivo (antes del scrambling) y en B3 del Contenedor Virtual siguiente (antes del scrambling).

* IDENTIFICADOR PAYLOAD C2 :

El byte C2 indica el tipo y la composición de la señal de información útil VC-3 ó VC-4 de las 256 variantes posibles sólo se tienen dos valores definidos. Los 254 restantes quedan reservados para valores de Mappings futuros VC-3 / VC-4.

El valor 0 (C2 = 00000000) significa que la ruta VC-3 ó VC-4 no esta equipada y sirve para supresión de alarmas.

El valor 1 (C2 = 00000001) significa que la ruta VC-3 ó VC-4 esta equipada pero no hay información útil especificada.

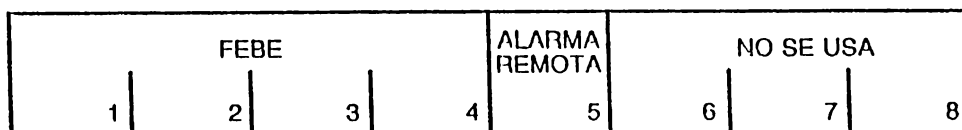
Todo valor recibido distinto de 0 después del descrambling significa siempre que la ruta VC-3 / VC-4 está equipada.

* ESTADO DE LA RUTA G1 :

Un byte (G1) sirve para confirmar el error desde el final hasta el comienzo de la ruta y se fija siempre en el POH de la dirección contraria. La figura 3.11 presenta el estado de la ruta (Byte G1) VC-3 / VC-4.

³ Ver artículos sobre Bip N y Scrambler

d) Estado de la ruta (path status): G1



FEBE = Confirmación de alarma (Far End Block Error)

Cant. errores	Cód. FEBE	Remote Alarm (ver D-bit PDH)	Alarma (AIS, KS, Trace mismatch)	1
0	0 0 0 0			
1	0 0 0 1			
2	0 0 1 0			
			
7	0 1 1 1			
8	1 0 0 0			
	1 0 0 1			
0	{			
	{			
	{ 1 1 1 1			

FIG 3.11 : ESTADO DE LA RUTA VC 3 VC 4 (G1)

El byte G1 esta estructurado de la manera siguiente :

- Los bits del 1 al 4 contienen la cantidad de bloques defectuosos detectados por el código Bip 8 (B3). Los valores de 0 a 8 son válidos, los otros 7 valores si se dieran se interpretarán como cero (no hay error).
- El bit 5 contiene una identificación de alarma. Esta indicación es devuelta en la dirección contraria cuando no se recibe una señal válida. En caso de alarma el bit 5 se fija en " 1 " , en caso contrario en " 0 ". Los casos específicos en los cuales se fija la alarma son : Recepción AIS, falta de señal ó rutas interconectadas erróneamente.

* CANAL DEL USUARIO F2 :

El byte F2 esta previsto para fines de comunicación del operador de la red.

* INDICACION DE LA TRAMA H4 :

En caso de que la información útil este distribuida entre varias tramas, es decir cuando se usa una sobretrama, el byte H4 sirve para indicar la trama (ejem. Al transmitir el contenedor de menor orden). H4 indica si hay una sobre trama y sirve para indicar las tramas parciales individuales.

* RESERVA Z3 - Z5 :

Están reservados 3 bytes para funciones futuras.

3.4.5 POH VC-1 y VC-2

En la transmisión de VC-1x (x = 1 ó 2) y VC-2 , el " Modo Flotante " se ha previsto como POH, un byte (V5) por cada 500 us. En el " Modo Bloqueado " no se define POH. ⁴

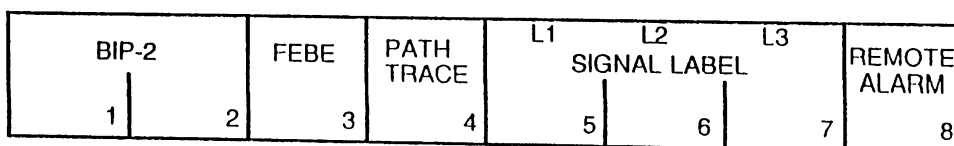
El byte V5 cumple las siguientes funciones :

- Supervisión de errores de bits
- Identificador de señal
- Indicación del estado de la ruta VC-1 ó VC-2

La figura 3.12 presenta los bits de V5.

⁴ Ver artículo sobre TU 12 Estructura Multiplex.

V5



- BIP-2 = Supervisión de errores de bits FEBE = Confirmación de error

Signal Label:	L1	L2	L3
No equipado	0	0	0
Equip.- no específico	0	0	1
Asíncrona., floating	0	1	0
Sincr. (bits), floating	0	1	1
Sincr. (bytes), floating	1	0	1
Equipada-no usada	1	0	1
	1	1	1
	1	1	1

FIG. 3.12 : POH DE VC-12 / VC-2

3.4.6 DESCRIPCION DEL BYTE POH V5

a) Bit 1 y bit 2, sirven para detectar errores de bits en la ruta VC-1 ó VC-2; se emplea un código Bip 2 de paridad par.

El BIP 2 se forma en todos los bits del VC respectivo. Forman parte de éste los Bytes POH (V5 y bits de relleno R), pero no los punteros TU 1 / TU 2 (excepto el byte puntero V3, tratándose de un relleno negativo).

b) El bit 3 es una indicación de error " FAR END BLOCK ERROR " (FEBE), la cual se devuelve hacia el comienzo de la ruta VC-1 / VC-2.

Cuando se han detectado uno ó varios errores mediante BIP 2 , este bit se coloca a " 1 " en el POH de la dirección contraria Si no se detecta falla alguna, el bit se fija en " 0 ".

- c) El bit 4 se usa como identificador de la ruta. (" trace ").
- d) Los bits 5, 6 y 7 contienen un identificador.
- e) Bit 8 : Identificador de alarma.

Este bit se coloca en " 1 " cuando se recibe AIS ó no se recibe señal alguna. Esta indicación de alarma se coloca en el POH de la dirección contraria y se envía de retorno hacia el comienzo de la ruta.

3.5 PUNTEROS (PTR)

EL puntero sirve para sincronizar la información útil y la trama de orden superior. La señal útil depositada en el contenedor virtual puede transmitirse desacoplada de la trama, en terminos de fase. La relación de fase entre la trama y el Contenedor Virtual se almacena en los bytes punteros (pointers). Los bytes punteros están incorporados en una posición fija dentro de la trama y contienen la dirección del primer byte del VC (1er. byte POH) en la trama.

La técnica de punteros permite incorporar en la trama de orden superior las señales útiles individuales almacenadas en el VC evitando las complicaciones y demoras que supone un almacenamiento transitorio. Las fluctuaciones de fase y de velocidades binarias que se producen pueden compensarse adaptando el valor del puntero , aplicando el procedimiento de relleno, positivo, cero, negativo.

A los Contenedores Virtuales de orden superior (VC HO), puede obtenerse acceso directamente, evaluando el puntero AU. para

obtener acceso a los Contenedores Virtuales de bajo orden (VC LO) es necesario evaluar un puntero adicional (Puntero TU) .
Con el puntero es posible " extraer é insertar " (Add and Dropp) canales útiles individuales de la señal total sin necesidad de demultiplexar toda la señal.

3.5.1 TIPOS DE PUNTEROS

Se distinguen tres tipos de punteros :

- a) Puntero AU
- b) puntero TU 3
- c) Puntero TU 1/ Tu 2

Tomando como referencia la recomendacion G.709 se definieron los siguientes conceptos:

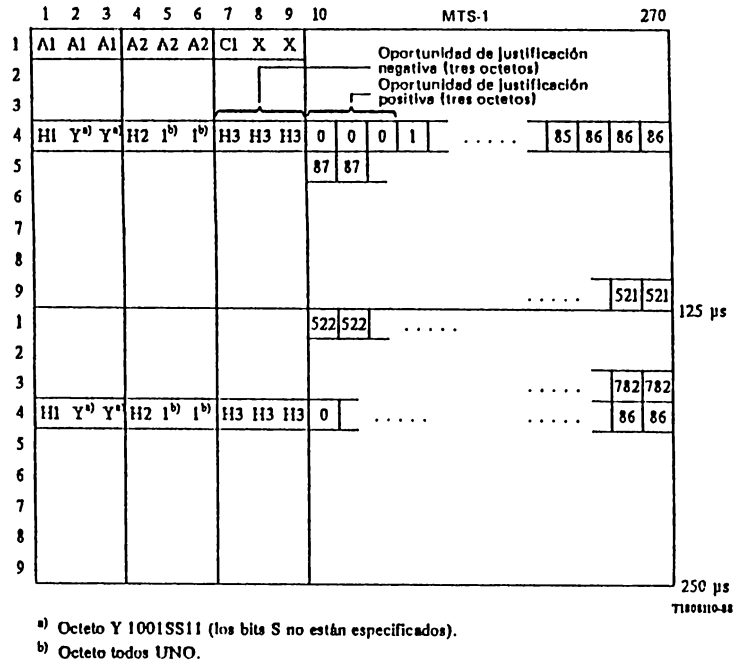
A) PUNTERO DE UNIDAD ADMINISTRATIVA (AU):

El puntero de UA proporciona un método que permite una alineación flexible y dinámica del VC en la trama de AU.

La alineación dinámica significa que el VC puede "FLOTAR" en la trama de UA. Así el puntero es capaz de absorber las diferencias no solamente de las fases de VC y SOH, sino también en las velocidades de trama.

UBICACION DEL PUNTERO DE AU

El puntero de AU 4 está contenido en los octetos H1, H2 y H3, como se muestra en la Fig 3.13.



a) Octeto Y 1001SS11 (los bits S no están especificados).
 b) Octeto todos UNO.

FIG 3.13: NUMERACION DE LA DIFERENCIA DE PUNTERO AU 4

Los 3 punteros individuales de AU 3 están contenidos en 3 octetos H1, H2 y H3 separados, como se muestra en la figura 3.14

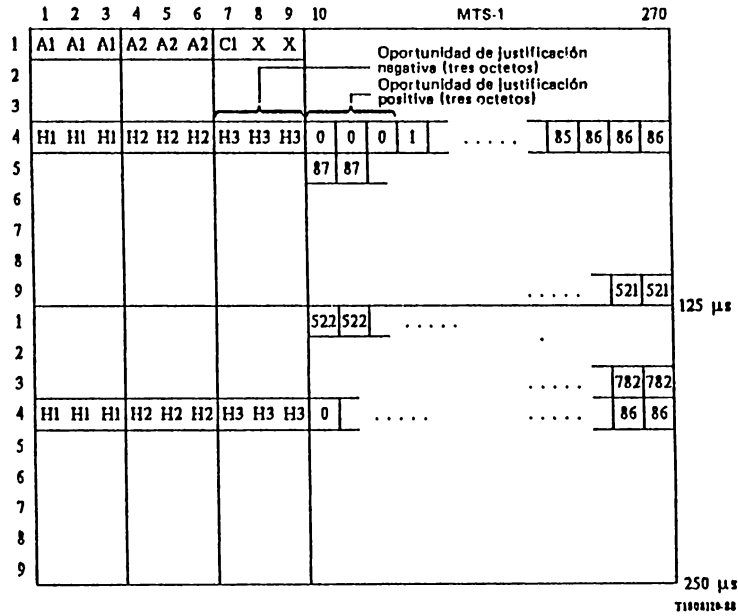


FIG 3.14: NUMERACION DE LA DIFERENCIA DE PUNTERO AU 3

En la figura 3.14, los octetos H se muestran en secuencia. EL primer conjunto de H1, H2 y H3 se refieren a la primera AU 3, el segundo conjunto a la segunda AU 3 y así sucesivamente. Para los AU 3 cada puntero funciona por separado.

VALOR DEL PUNTERO DE UNIDAD ADMINISTRATIVA

El puntero contenido en H1 y H2 designa la ubicación de los octetos donde comienza el VC.

Los dos octetos asignados a la función de puntero pueden considerarse como una palabra, (ver la fig 3.15). Los últimos diez bits (bit 7 a 16) de la palabra de puntero transportan el valor del puntero. Los dos bits "S" (bit 5 y 6) indican el tipo de unidad administrativa ó tributaria.

Tal como ilustra la fig 3.15, el valor del puntero de la UA 4 es un número binario, de la gama de 0 a 782, que indica la diferencia, incrementada en 3 bytes, entre el puntero y el primer octeto del VC.

En la fig 3.15 se indica además dos punteros válidos adicionales:

La indicación de concatenación (IC) y

La indicación de puntero nulo (IPN).

Segun lo muestra la figura 3.15, el valor del puntero de AU 3, es también un número binario de la gama de 0 a 782.

Como hay tres AU 3s en el AUG, cada AU 3 tiene asociado su propio octeto H1, H2 y H3.

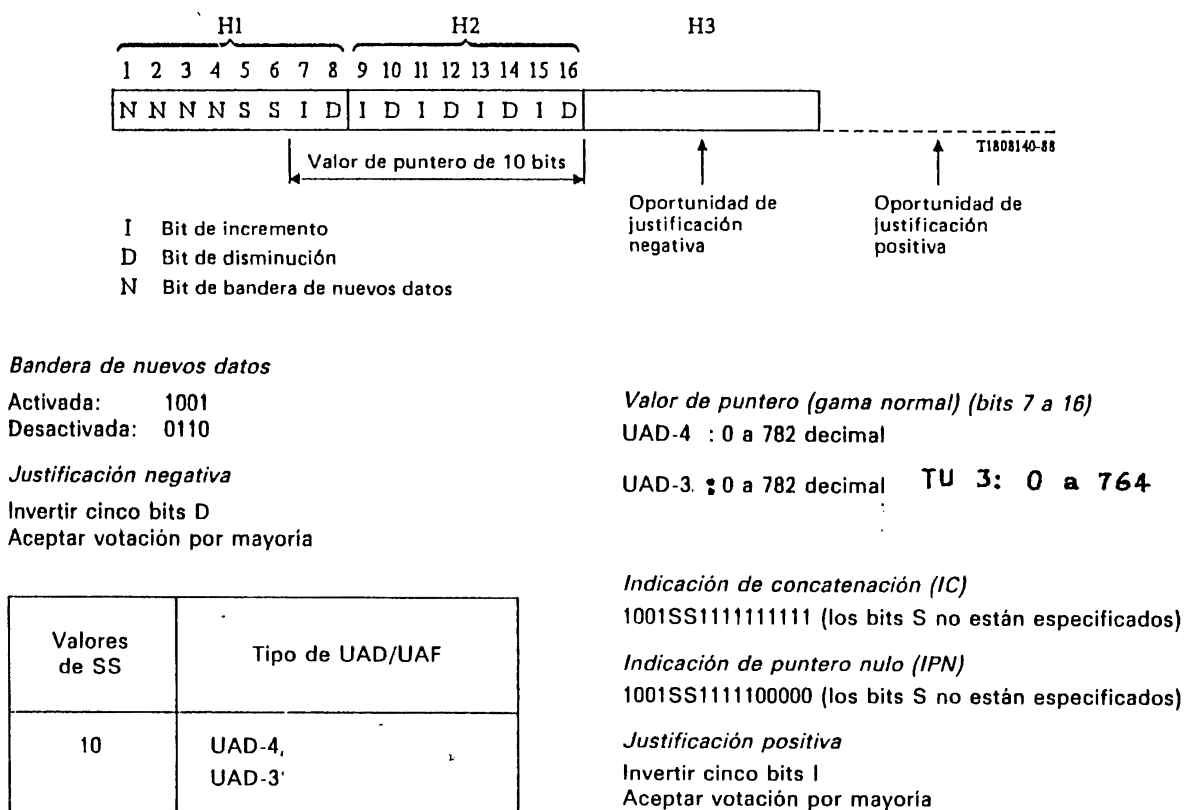


FIG 3.15: CODIFICACION DEL PUNTERO (H1, H2, H3) AU-n/TU-3

En todos los casos, los octetos del puntero AU-n no se cuentan en la diferencia . Por ejemplo:

En una UA 4, el valor de puntero de 0 indica que el VC comienza en la posición de octeto que sigue inmediatamente al último octeto H3, mientras que una diferencia de 87 indica que el VC comienza tres octetos después del octeto K2.

En resumen los punteros AU-N permiten la adaptación de fases y frecuencias del VC-N correspondiente a la trama AU-N. Esta es la adaptación de la información (VC) efectuada directamente al Section overhead (SOH).

B) PUNTERO DE UNIDAD TRIBUTARIA-3 (TU-3)

El puntero TU 3 proporciona un método que permite una alineación flexible y dinámica de VC 3 dentro de la trama TU 3, independiente del contenido actual de VC 3.

LOCALIDAD DEL PUNTERO TU 3

Tres punteros individuales TU 3 están contenidos en 3 octetos separados H1, H2 y H3, como lo muestra la fig 3.16

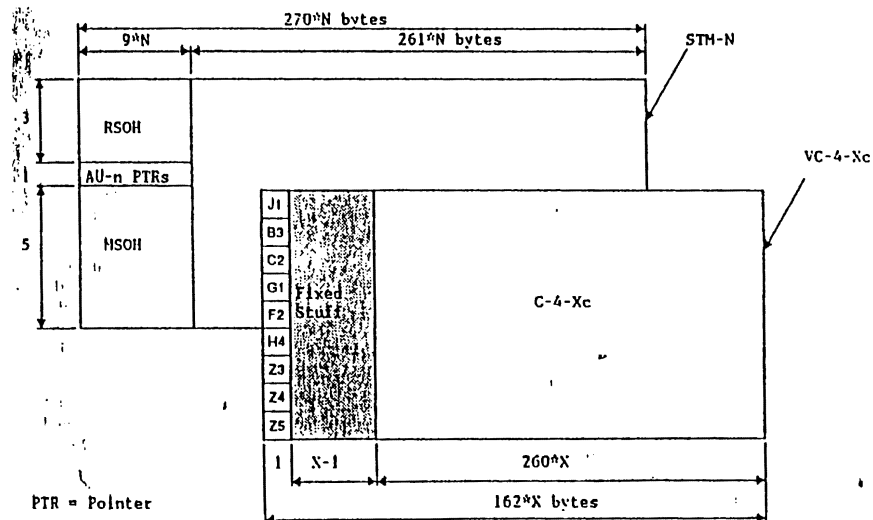


FIG 3.16 : ESTRUCTURA VC-4-Xc

Donde TUG-2s son multiplexadas dentro de un VC-4, La localidad del puntero TU-3 es puesta con indicación de puntero nulo (NPI).

VALOR DEL PUNTERO TU-3

El valor del puntero TU-3 contenido en H1 y H2 designa la locali-

dad del octeto donde comienza VC-3. Los dos octetos asignados a la función del puntero pueden considerarse como una palabra (ver fig 3.15).

El valor del puntero TU 3 es un número binario con un rango de 0 a 764, el cual indica la diferencia entre el puntero y el primer byte del VC-3. (ver fig 3.17)

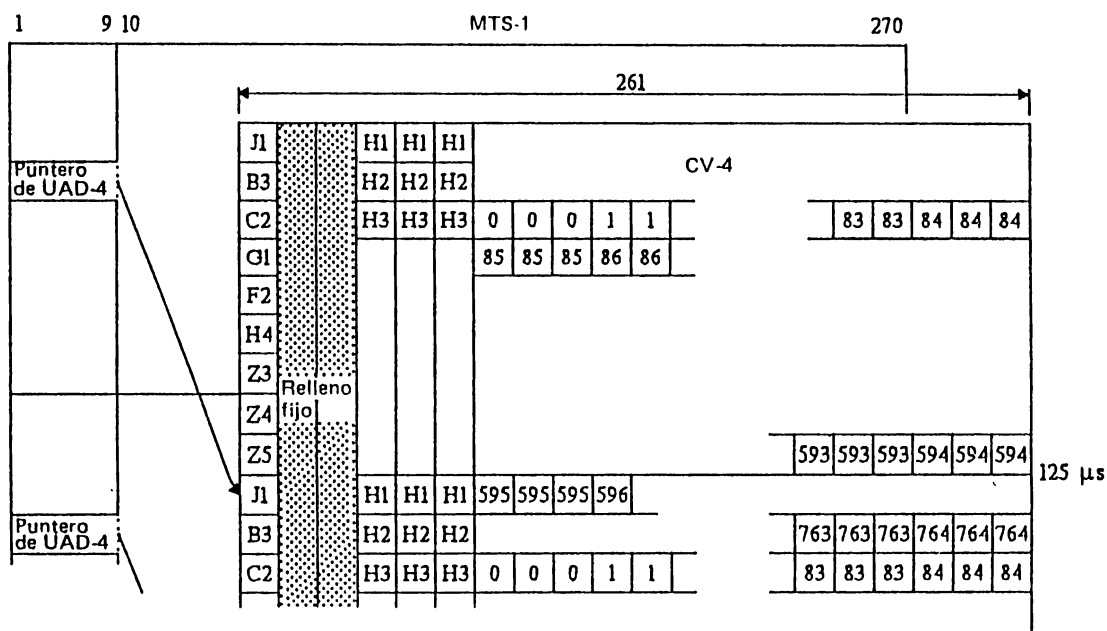


FIG 3.17: NUMERACION DE LA DIFERENCIA DE PUNTERO TU-3

En resumen los VC 3 pueden transmitirse indirectamente dentro de un contenedor VC 4 en la trama STM 1; en este caso los VC 3 se adaptan primero a la trama VC 4 mediante los punteros TU 3, y el contenedor VC 4 se adapta luego a la trama STM 1 por medio del puntero AU 4.

En el VC 4 pueden transmitirse 3x VC 3 mediante 3 punteros TU 3.

C) PUNTEROS TU 1/TU 2

El puntero TU 1 es únicamente usado con el entramado flotante.

Los modos flotante y bloqueado se explican en el capítulo 3.6

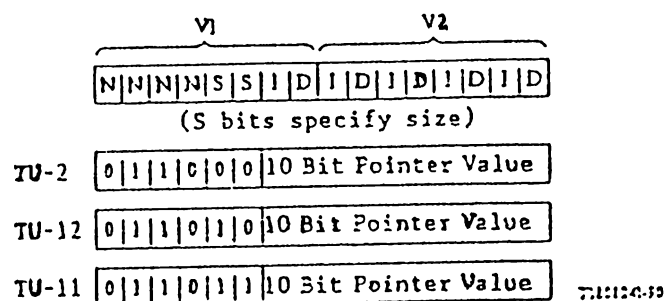
Los punteros TU 1 y TU 2 proveen un método que permite el alineamiento flexible y dinámico de VC 1/VC 2 dentro de las multitramas TU 1 y TU 2, independiente del contenido actual del VC 1/VC 2.

VALOR DEL PUNTERO TU 1/TU 2

La palabra del puntero TU se muestra con la fig 3.18

El valor del puntero (bit 7-16) es un número binario que indica la diferencia de V2 con respecto al primer octeto de VC 1/VC 2.

EL rango de la diferencia es distinta para cada uno de los tamaños de TU.



New Data Flag - Invert 4-N bits - Accept only exact match

Negative Justification: Positive Justification:

- Invert 5-D Bits - Invert 5-I Bits
- Accept majority vote - Accept majority vote

Pointer Value:

- Normal range
- TU-2 : 0 - 427 Decimal
- TU-12: 0 - 139 Decimal
- TU-11: 0 - 103 Decimal

Concatenation Indication:
 - 1001SS1111111111 (S bits are unspecified)

FIG 3.18: CODIFICACION DE LOS PUNTEROS TU 1/TU 2

BYTE INDICADOR DE MULTITRAMA TU 1/TU 2

El octeto indicador de multitrama (H4) se relaciona con el nivel más bajo de la estructura de multiplexación e indica una variedad de multitramas distintas que pueden utilizarse para ciertas cargas útiles. Específicamente proporciona :

- * Multitrama de 500 us (4 tramas) que identifica tramas que contienen punteros de TU 1/TU 2 en el modo TU 1/TU 2 flotante y posiciones de octeto reservadas en el modo TU 1 bloqueado.
- * Multitrama de 2 ms (16 tramas) para señalización fuera de intervalo de tiempo con sincronización de octeto para cargas útiles de 2048 KBit/s en el modo TU 1 bloqueado.
- * Multitrama de 3 ms (24 tramas) para señalización fuera del intervalo de tiempo con sincronización de octetos para cargas útiles de 1544 KBit/s en el modo TU 1 bloqueado.

El valor del byte H4, lee desde el VC 3/VC 4 POH, la identificación de la fase de la trama de carga útil próxima VC 3/ VC 4 según se muestra en la figura 3.19

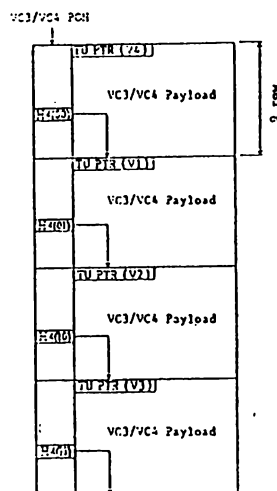


FIG 3.19: EJEMPLO DE INDICACION DE MULTITRAMA USANDO EL BYTE H4

El código del byte H4 se ilustra en la figura 3.20

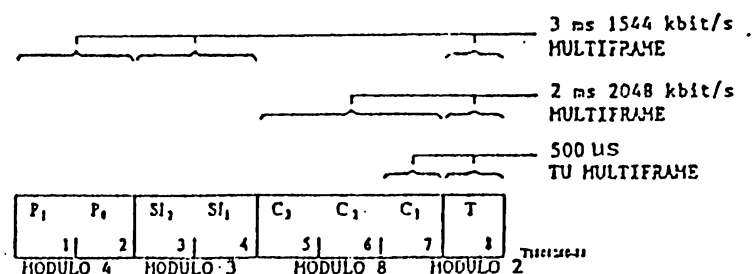


FIG 3.20: BYTE (H4) INDICADOR DE MULTITRAMA TU

A manera de resumen se tiene que los punteros TU 1x (TU 11 ó TU 12) permiten adaptar las fases y frecuencias de VC 1x y VC 2 a la trama de orden superior (VC 3 ó VC 4).

El VC 1x, ó bien el VC 2 se transmiten en una multitrama de 500 us, en la cual por cada trama parcial de 125 us, se transmite sólo un byte pointer TU 1 ó TU 2. Después de tres tramas de 125 us queda completada la transmisión de los 3 octetos punteros, en la cuarta trama se transmite un byte de puntero de reserva.

DEFINICIONES ESPECIFICAS DE LOS SIGUIENTES BYTES

N: BANDERA DE NUEVOS DATOS (NEW DATA FLAG)

Sirve para comunicar al destinatario que el valor del puntero ha sido modificado (no en caso de relleno)

El nuevo valor del puntero se acepta también cuando este ha sido detectado en tres tramas sucesivas.

I Ó D: INFORMACION DE RELLENO

En las tramas en que se efectúa el relleno, se invierten , consecuentemente, los bits 5I ó 5D.

El nuevo valor de puntero se transmite por lo menos en las tres tramas subsecuentes.

SS: BITS SS

Están previstos para indicar el contenido (AU 4, AU 3, TU 3). Actualmente no se diferencian.

3.5.2 RELLENO DE PUNTEROS

Al incorporar el contenedor virtual ya existente en una trama de orden superior, las diferencias de fases y velocidades pueden compensarse con un relleno positivo, cero , negativo por bytes. Esto resulta necesario cuando por ejemplo, en un nodo de la red se encuentran varias señales STM 1 que no son 100% síncronas a la red. Al multiplexar varias STM 1 en STM N se adaptan a la trama STM N, ejem., los VCs de orden superior contenidos en las STM 1.

RELLENO CERO:

Si ya existe sincronía entre el VC a incorporar y la trama de orden superior, no se requiere ningún relleno. La diferencias de fases entre la trama y el comienzo del VC almacenada en el valor del puntero queda inalterada. Se habla de relleno cero.

RELLENO POSITIVO

Si la velocidad del VC es demasiado baja con respecto a la capacidad de transmisión de la trama (o sea, la capacidad de transmisión es mayor que la efectivamente requerida) entonces, según las necesidades, a fin de adaptar las velocidades, en una posición de byte determinada se transmite un byte de relleno (sin información) en lugar del byte de información VC. Este es el llamado relleno positivo. El comienzo del VC (1er Byte del POH) se demora en un byte con respecto a la trama. La diferencias de fases entre la trama y el VC aumenta con ello en un byte y, consecuentemente debe incrementarse en un byte el valor del puntero.

RELLENO NEGATIVO:

Si la velocidad del VC es demasiado alta con respecto a la capacidad de transmisión de la trama (o sea, la capacidad de transmisión es suficiente) entonces, debe según las necesidades, ponerse a disposición una capacidad mayor. Esto se logra transmitiendo en el byte de acción de puntero un byte adicional de contenido del VC. Este es el llamado relleno negativo. Este relleno produce un adelanto temporal de byte en el inicio del VC dentro de la trama. el valor del puntero debe reducirse.

Las correcciones de punteros debe efectuarse, sin excepción, únicamente en cada cuatro tramas, es decir, entre dos modificaciones de punteros debe haber por lo menos 3 tramas consecutivas sin modificaciones de puntero.

3.6 ENTRAMADO (MAPPING) DE SEÑALES PLESIOCRONAS

Las señales plesiócronicas se adaptan a la velocidad binaria del contenedor mediante un relleno por bits ó bytes.

La velocidad binaria del contenedor siempre es mayor que la velocidad de la señal plesiócrona a transmitir. El contenedor puede considerarse como trama dentro de la cual se transmite la señal plesiócrona. Esta "trama" contiene, aparte de los bits de información útil propiamente dichos (I), también bits rellenables (S), bits de control de relleno (C), así como overheads-bits y bits de relleno fijos (Fixes stuffing).

La ubicación de estos bits dentro del contenedor está definida exactamente. Los bits de relleno fijo sirven para adaptar de forma aproximada el reloj de la señal plesiócrona al contenedor, y los bits rellenables sirven para la adaptación de precisión. Esta disposición fija de bits se conoce como "MAPPING".

3.6.1 ENTRAMADO DE SEÑALES DE 2 MBit/s EN C 12

Para transmitir la señal de 2 MBit/s se han previsto distintos procedimientos de "mapping", según se trate de una señal plesiócrona ó síncrona a la red.

Se han definido mappings asíncronos, síncronos por bits y síncronos por bytes.

Además el contenedor puede transmitirse en modo flotante ó modo bloqueado:

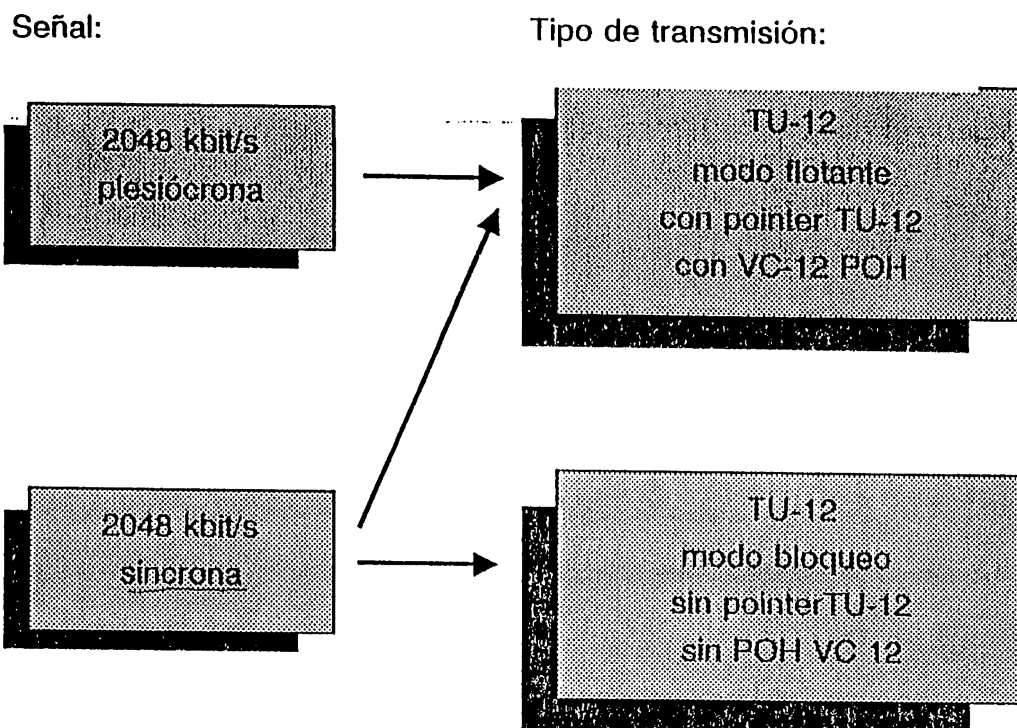


FIG 3.21: 2048 KBit/s EN TU 12; POSIBILIDADES DE TRANSMISION

3.6.2 TU 12 ESTRUCTURA MULTIPLEX: MODO FLOTANTE Y MODO BLOQUEADO

MODO FLOTANTE: POH de VC 12 puede deslizarse en la trama TU.

El puntero TU 12 contiene la dirección POH VC 12

Sobretrama TU de 500 us.

En el modo flotante el contenedor virtual (VC 12), flota dentro de la trama de 500 us. Por cada VC 12 se ha previsto un puntero para direccionar el VC en la trama. En el modo flotante pueden transmitirse señales de 2 Mbits/s tanto plesiocronas como sincronas. La adaptación de la señal de 2 Mbits/s a la velocidad del

VC queda determinado por su posición fija en la trama. Los bytes punteros no contienen direcciones válidas y se transmiten como "relleno fijo". Además, en el modo bloqueo no se definen POHs.

El byte V5 POH se sustituye por relleno fijo. La sobretrama de 500 us no se utiliza. El modo bloqueo ofrece la ventaja de que se prescinde de un nivel de puntero aunque, por otro lado, hay que admitir demoras de las señales para transmitir el VC en posición correcta dentro de la trama TU. El modo bloqueo está previsto para transmitir señales sincronas de 2Mbit/s.

La siguiente figura ilustra el entramado de 2 Mbit/s con sincronizado por bytes.

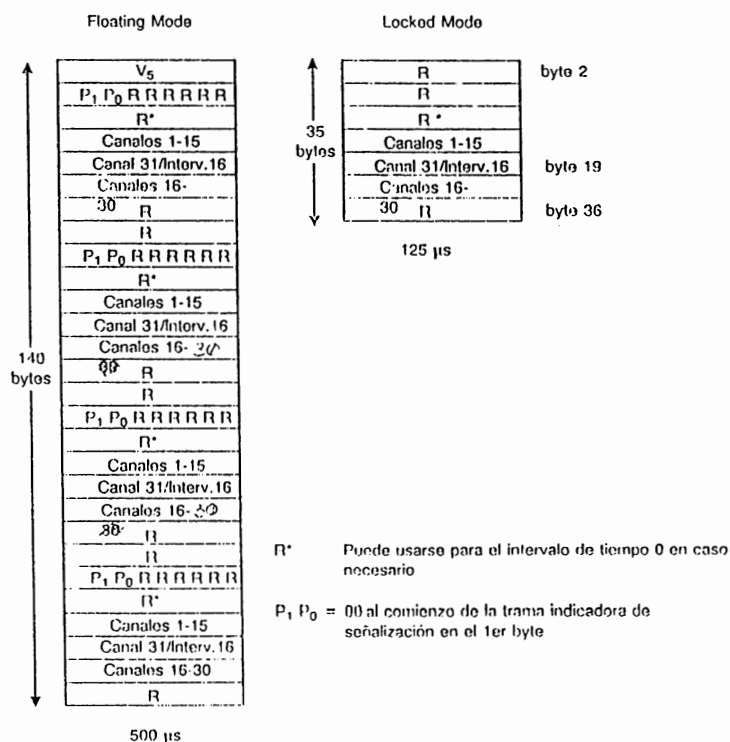


FIG 3.23: MAPPING CON SINCRONIZADO POR BYTES PARA LA SEÑAL DE 2048 MBS

En la transmisión de la señal de 2 Mbit/s con sincronizado por bytes el canal individual de 64 Kbit/s cabe exactamente en un byte de la trama STM 1. En consecuencia, al evaluar los niveles de punteros individuales puede obtenerse acceso directo a 64 Kbit/s, independientemente del modo utilizado. En el modo flotante hay que evaluar dos punteros (AU y PTR AU), mientras que en el modo bloqueado basta con evaluar el puntero AU para obtener acceso a los canales.

3.7 SUPERVISION DE ERRORES DE BITS

Para la supervisión y localización de errores de bits, se han previsto ciertos bytes en los overheads individuales. Estos bytes contienen informaciones que permiten conocer la proporción de errores de bits y, con ello, la calidad de los trayectos de transmisión en cuestión.

Principio de funcionamiento

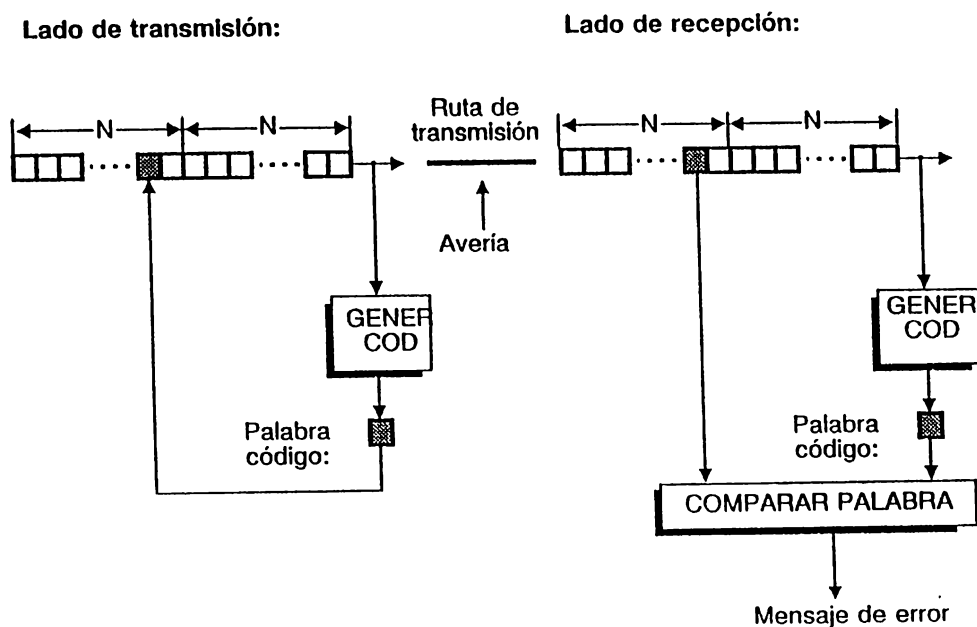


FIG 3.24 : SUPERVISION DE ERRORES DE BITS

En el lado de transmisión se forma una palabra código de N bits de longitud según una regla de código fija a lo largo de un caudal de bits de determinada longitud. Esta palabra código se transmite aparte de la información útil, en el overhead.

En el lado de recepción el flujo de bits se somete a la misma regla, y se forma, a su vez, otra palabra código que se compara con la palabra transmitida. Si las palabras código son distintas, se concluye que hay errores de bits en la transmisión. Al hacer esto no se detecta la cantidad exacta de errores de bits que se ha presentado. Sin embargo, una evaluación estadística de las palabras código defectuosas permite sacar conclusiones acerca de la proporción de errores de bits en la transmisión.

3.7.1 CODIGO BIP-N

En la Jerarquía Síncrona se ha previsto para la supervisión de errores de bits un código de paridad especial, el llamado código BIP-N.

BIP-N : Bit Interleaved Parity n

Paridad concateneada de bits n

BIP-N Regeneración de Código :

* Hay que imaginarse el flujo de bits de la unidad multiplex a verificar (P.ej. STM N, VC) como subdividido en secuencias de bits de longitud N.

La paridad se forma con cada primer bit de cada secuencia, complementándose éste al final de la unidad múltiplex a verificar, para formar la paridad par. El bit complementario correspon-

de al ler bit de la palabra código de longitud " N " . Complementar a " Paridad Par " significa que la cantidad de todos los "1" en el flujo de bits respectivo (incluyendo el bit de paridad en la palabra código) debe ser par.

Lo mismo ocurre con el 2do. bit de todas las secuencias, de manera que se forma el segundo bit de la palabra código, etc., hasta que se ha generado todos los bits " n ". La palabra código de longitud " N " se inserta luego en el overhead previsto y se transmite.

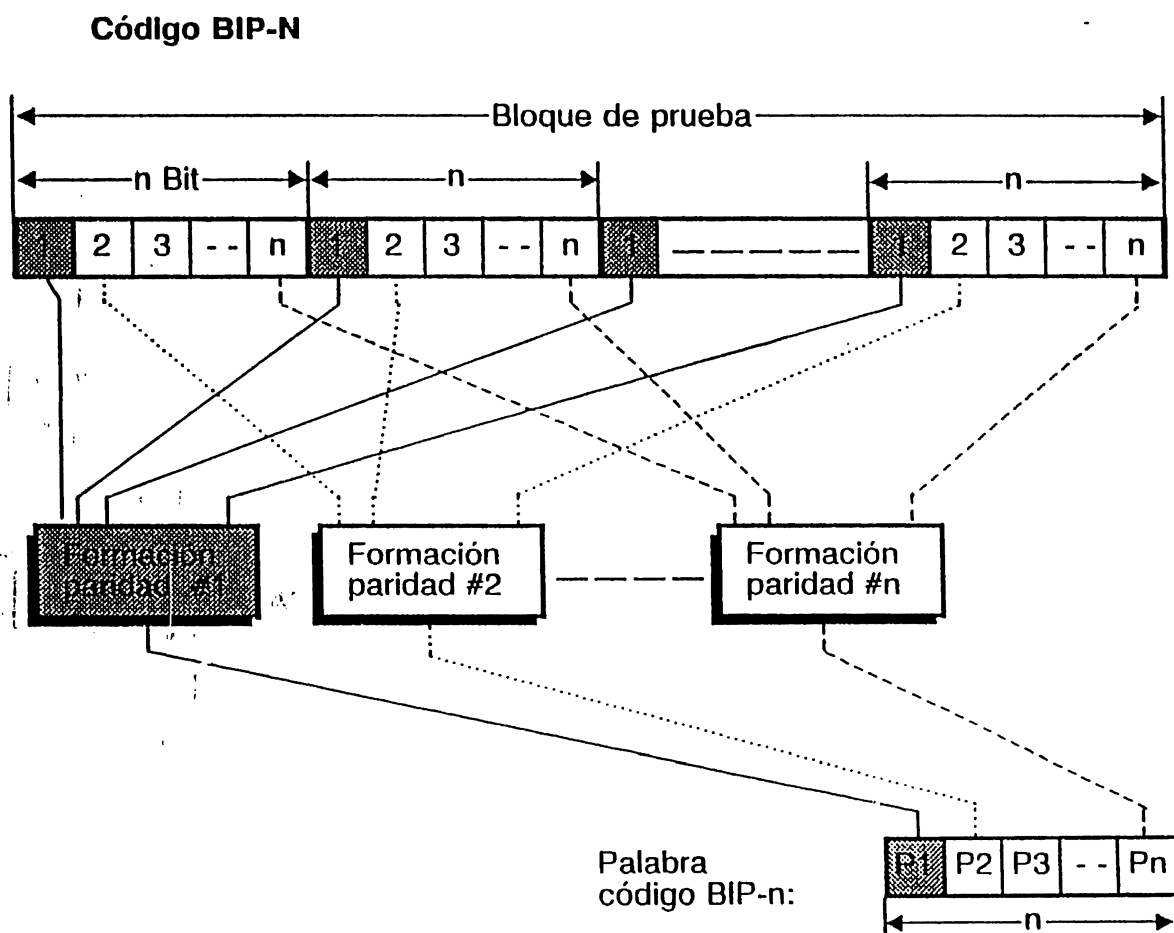


FIG 3.25 : BIT INTERLEAVED PARITY (BIP-N)

3.8 CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES (SDH)

- * Sincronizado de la red de transmisión.
- * Técnica de multiplexado con punteros.
- * Operación plesiócrona posible en casos necesarios. A tal efecto la adaptación del reloj se efectúa mediante relleno negativo, cero, positivo byte por byte.
- * Estructura modular: partiendo de la señal básica STM 1 se obtienen velocidades mayores multiplexando byte por byte varias señales STM 1. El multiplexado se efectúa de modo que la señal multiplex (STM N) tenga, en principio la misma estructura que STM 1. Las velocidades binarias de las señales multiplex son multiples enteros de la velocidad básica de 155.52 Mbit/s.
- * La relación de fases entre trama y carga útil real se conserva mediante los llamados punteros (señaladores de datos). Con ello después de evaluar un puntero es posible obtener acceso al "canal" respectivo de la señal multiplex SDH.

CAPITULO IV

COMPARACION ENTRE SDH Y PDH

Con la información contenida en los capítulos anteriores y la presentada a continuación, el lector podrá tener más claras las diferencias entre las tecnologías PDH y SDH.

4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SDH

VENTAJAS

- * Primera normalización internacional de velocidades por encima de 140 Mbit/s
- * El código para la transmisión de la señal óptica en la línea está normalizado. Gracias a esto los equipos de línea de distintos fabricantes son compatibles.
- * Estructura modular: Las velocidades binarias multiplex se obtienen como múltiplos enteros de la velocidad básica. La estructura de trama de las señales multiplex es idéntica a la de la señal básica, de modo que no tiene que definirse una nueva trama.
- * Es posible obtener acceso a canales individuales en la señal multiplex evaluando los llamados "PUNTEROS". Esto redundará en ventajas tanto en los sistemas llamados "cross connect", como en la técnica de ramificación (ADD/DROP MULTIPLEXER), ya que sólo deben demultiplexarse los canales que se necesiten.

- * Gran cantidad de canales overhead para supervisión, gestión y control de red. Esto es de gran importancia en la red de gestión de comunicaciones TMN (Telecommunication Management Network).
- * Es posible transmitir todas las señales de la jerarquía digital plesiócrona definidas en G.703 del CCITT. La menor velocidad binaria SDH prevista para la transmisión en la línea es de 155.52 Mbit/s (STM 1). Todas las velocidades por debajo de esta frecuencia se transmiten, concatenadas, en la trama STM 1.
- * Es posible convertir directamente la señal eléctrica en señal óptica, sin necesidad de codificaciones complicadas de la línea. Supervisión de errores de bits en diversos segmentos de la ruta de transmisión mediante procedimiento integrado de comparación de paridad. Con ello puede prescindirse de equipos terminales de línea en sentido convencional; éstos pueden combinarse ventajosamente con el multiplexor.
- * Red de distribución de banda ancha: es posible la transmisión de señales de banda ancha. Como medio de transporte, SDH está preparado para el modo de transferencia asíncrono en camino.
- * Reestructuración de la red más sencilla
- * Menor consumo y hardware más fiable
- * Menores costos de mantenimiento
- * Mayor eficiencia en la utilización de los enlaces de transmisión.
- * Capacidad aumentada de información adicional de sección (SOH) así como de la ruta (POH) para servicio y canales de datos.

DESVENTAJAS

- * Técnica compleja, sofisticada, puesto que debe conservarse la relación de fases entre señal útil y overhead
- * A causa del origen Norteamericano se conservan algunas deficiencias en la transmisión de señales de la jerarquía Europea ejem., solo pueden transmitirse 3 x 34 MBit/s en STM 1. pese a que, en términos de capacidad, podrían transmitirse señales de 4 x 34 MBit/s.
- * El relleno byte por byte produce Jitters propios mayores que el relleno por bits.
- * No hay una estructura multiplex uniforme para la transmisión de señales de las jerarquías EE.UU. y Europea; se admiten varias posibilidades de multiplexado que requieren, en parte, distintas realizaciones de hardware.
- * El reloj debe suministrarse desde el exterior.

4.2 LIMITACIONES DE PDH

- * Falta de flexibilidad
- * Falta de capacidad de control respecto a la calidad de funcionamiento
- * Imposibilidad de identificar canales individuales
- * No se adapta al crecimiento de demanda de servicios
- * Los cambios en la provisión de servicios son costosos en tiempo y dinero

4.3 DIFERENCIAS ENTRE PDH y SDH

PDH	SDH
Red plesiócrona (oscilador interno libre)	Red síncrona (el oscilador interno se sincroniza con el reloj de referencia)
Técnica multiplex asíncrona	Técnica multiplex síncrona
Para c/ etapa multiplex se define una trama de trans- misión propia	Una misma estructura de trama para todas las señales multi- plex
Multiplexado bit por bit	Multiplexado por byte
Adaptación de reloj mediante relleno positivo bit por bit	Adaptación de reloj mediante relleno positivo, cero, negativo por bytes
Acceso a los canales conca- tenados indiv. sólo después del demultiplexado	Acceso "FACIL" a los diversos canales individuales concate- nados con solo evaluar el puntero
Velocidad hasta 140 Mbit/s normalizada	Velocidad desde 155MBit/s normalizada

Los beneficios de la aplicación de la técnica SDH están tomando auge en muchos países, las grandes ventajas que ésta ofrece llegarán a sustituir en forma gradual el uso de la técnica PDH. Mientras tanto, dada la flexibilidad de SDH es posible utilizar ambas técnicas en la red de telecomunicaciones.

Sería provechoso que en el país se explotaran los beneficios que dicha técnica ofrece. Precisamente en este proyecto se evaluarán las ventajas y las condiciones requeridas para la introducción de (islas SDH) Redes de Anillos SDH en la red de acceso.

CAPITULO V

ELEMENTOS RELACIONADOS CON LA JERARQUIA DIGITAL SINCRONA (SDH)

5.1 FUNCION GENERAL DEL SCRAMBLER (ALEATORIZADOR)

El scrambler es un equipo en el lado de transmisión que se encarga de convertir una señal digital existente en otra señal con secuencia de bits pseudoaleatoria sin modificar con ello la velocidad binaria. En el lado de recepción el llamado "des scrambler" regenera la secuencia de bits original. En cuanto a su realización técnica el scrambler está formado por un registro deslizable cuya salida está entrelazada lógicamente con la entrada (ver fig 5.1)

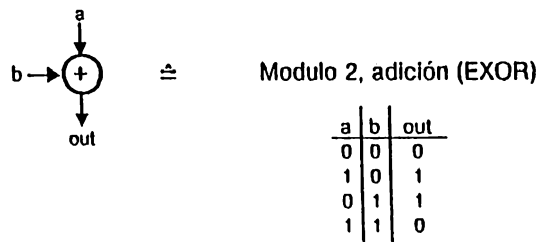
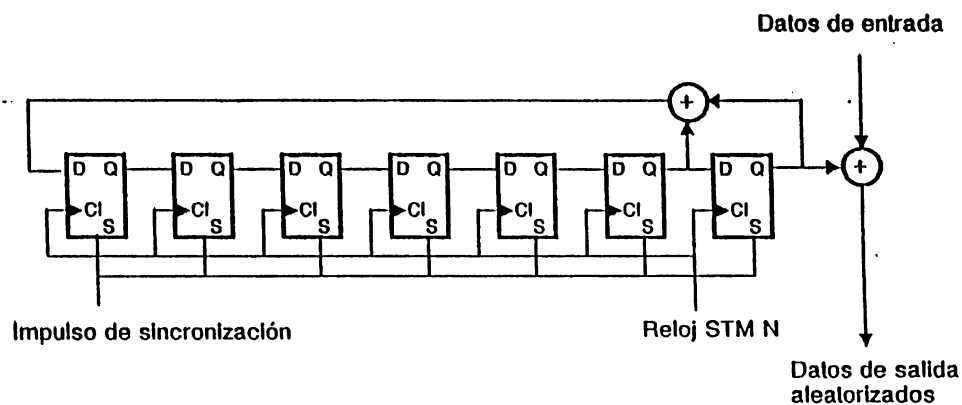


FIG 5.1.1: SCRAMBLER

5.1.1 APLICACION DEL SCRAMBLER EN EL STM N

La señal STM de la Jerarquía Síncrona a transmitir se pseudoaleatoriza sólo antes de ser convertida a señal óptica para fines de transmisión por fibra óptica. Consecuentemente una señal STM 1 ó STM N no se somete a la acción del scrambler si aún va a prepararse para formar una señal multiplex de nivel más alto. Solo la señal multiplex que se va a convertir en señal de transmisión óptica se somete a la acción del scrambler.

El procedimiento scrambler se aplica en todos los bytes de la trama STM 1 ó STM N respectiva, con excepción del primer renglón del section overhead SOH según lo muestra la figura 5.1.2

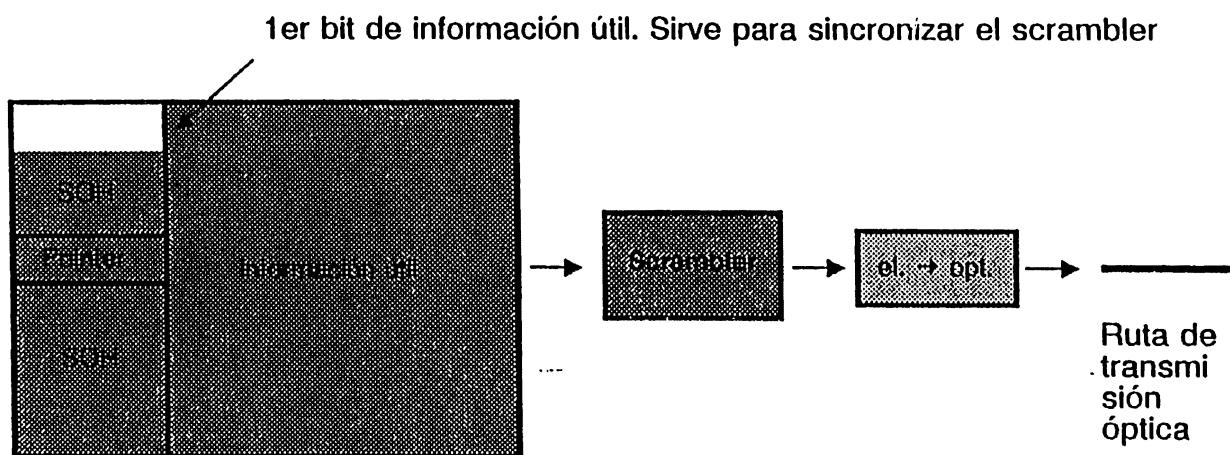


FIG 5.1.2: ALEATORIZACION STM N

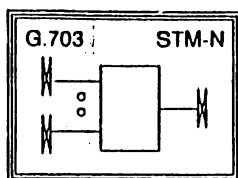
El primer renglón (N x 9 bytes) contiene, la palabra de identificación de la trama (RKW). Debido a que esta palabra de identi-

cación no esta pseudoaleatorizada es posible, en todo momento, sincronizarse con la misma sin que sea necesario desaleatorizarla en el descrambler.

5.2 ELEMENTOS DE REDES SDH

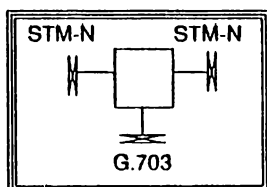
La configuración de una red SDH, consiste de elementos de red que realizan diversas funciones :

Terminal Multiplexor



Convierte a STM-1 adaptando cualquiera de los niveles de jerarquía definidos por la Recomendación G.703 del CCITT. Todos los niveles desde 2.....140 MBPS son incluidos en esta Recomendación.

Multiplexores add/dropp



Equipos con dos puertos STM-N, el Multiplexor de inserción y extracción (ADM), es capaz de intercambiar cualquier dato (por VC) de un puerto STM-N a otro.

Estos equipos permiten insertar ó extraer información sin bajar los niveles de velocidad.

El esquema genérico sobre los elementos básicos que conforman un Multiplexor ADD/DROPP (ADM) se presenta en la figura 5.2.1 :

* ALARMAS

* CIRCUITOS DE ORDENES

* GESTION

* SINCRONIZACION

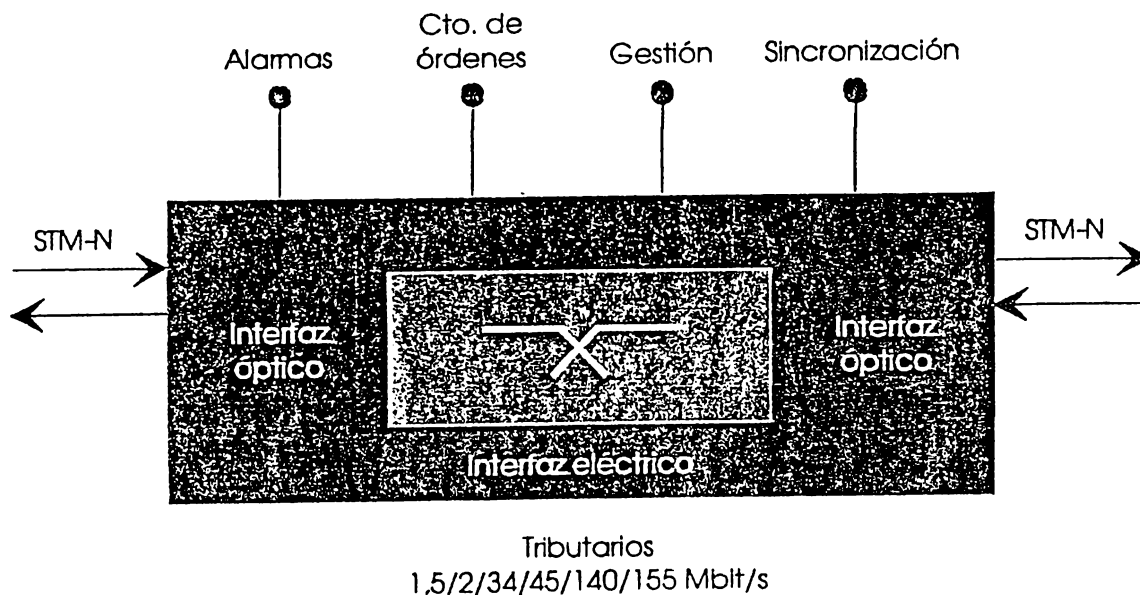


FIG 5.2.1 : ESQUEMA GENERICO ADM

Algunas de las funciones que realizan los ADM son :

- a) Multiplexación simplificada en niveles de transmisión de orden superior
- b) Acceso directo a niveles de velocidades inferiores
- c) Capacidad de transporte de señales Plesiócronicas

Un multiplexor ADD/DROPP (inserción/extracción) es un pequeño multiplexor Cross Connect (ver artículo siguiente) que contiene dos ó cuatro interfases integrados de línea de alta velocidad de bits, los cuales por razones económicas son optimizados para capacidades requeridas y aplicaciones específicas de la red.

En las tradicionales redes PDH ha sido necesario emplear todos los multiplexores de la jerarquía para agregar ó extraer un sólo

canal, nodos ADD/DROPP de este tipo requieren el uso de un gran número de cables y distribuidores mecánicos que incrementan considerablemente la cantidad de espacio requerido.

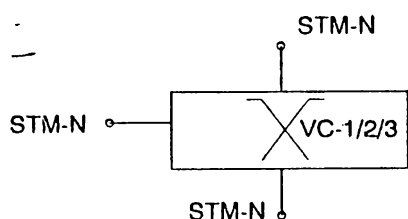
En el multiplexado síncrono SDH estas tareas se simplifican gracias a la acción del puntero con el cual se puede tener acceso directo a las señales individuales (ejem 2 MBS), sin tener que demultiplexar la señal de transporte.

Cross Connect

Equipos con al menos tres puertos

STM-N. Es capaz de intercambiar

(Cross Connect : CC) cualquier dato



de un puerto STM-N a otro.

Son equipos para la interconexión, armado y desarmado de tributarias, mediante comandos de un sistema operativo.

Los sistemas cross connect son básicamente cables distribuidores electrónicos capaces de interconectar interfases del mismo nivel de jerarquía vía una matriz de conmutación dejando inalterada la señal conmutada.

Estos sistemas ejecutan dos tareas en la red :

- 1) con la ayuda de un sistema manejador de la red ellos conmutan en orden la ruta de las señales a través de la red, para establecer conexiones las cuales pueden ser supervisadas punto a punto. Así de esta manera los sistemas facilitan una

rápido configuración de la red con un alto grado de flexibilidad, minimizando los costos administrativos, de control y supervisión de la red.

FIG. A

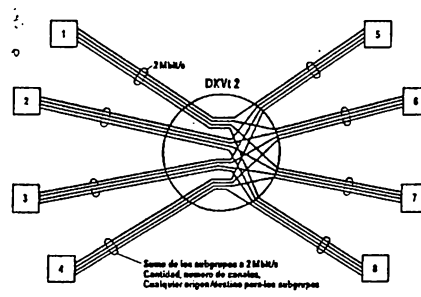


Fig. A. Distribución (puenteado) de subgrupos.

FIG. B

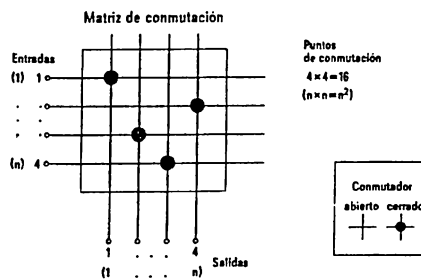


Fig. B. La matriz cuadrada como sistema de conmutación.

FIG 5.2.2: EJEMPLOS DE PUENTEADO DE SUBGRUPOS (a) Y MATRIZ DE CONMUTACION (b)

La matriz de conmutación cuadrada representa la posibilidad más sencilla de conmutar (puentear) cualquier flujo binario saliente en el lado tributario. La cantidad de los posibles puntos individuales de conmutación n necesarios, está definida por la cantidad n de entradas y salidas

- 2) Como resultado de la capacidad de flexibilidad de los cross connect, el sistema puede proveer protección al conmutar reestableciendo la conexión en caso de que falle una línea.

MULTIPLEXORES CROSS CONNECT (CCM):

Un sistema CCM es más que un cross connect puro por que también desempeña funciones de multiplexado. Al combinar una matriz de conmutación con una etapa multiplex, es posible implementar otras numerosas funciones haciendo mucho más eficientes las configuraciones de red.

Los Cross Connect realizan funciones de :

- a) Aprovisionamiento de circuitos
- b) Optimización de llenado de tramas (Grooming)
- c) Reagrupamiento y concentración de tramas (Hubbing)
- d) Puente entre redes plesiócronas y síncronas
- e) Reducción de cableado de central
- f) Fácil adaptación a crecimiento de redes, a nuevos requerimientos de usuarios y a nuevos servicios.

Características de los cross connect:

- a) Encaminan el tráfico dentro de la red, proporcionando con ello gran flexibilidad al diseño.
- b) Las conexiones se establecen mediante mandatos de control
- c) Cada entrada puede conectarse a cada salida libre en cualquier momento

5.3 TOPOLOGIAS DE REDES SDH

Las redes están compuestas de nodos de red los cuales ofrecen fácil acceso al usuario de esta y facilitan la conexión con otros nodos.

Las redes se caracterizan por la estructura de interconexión de los nodos, La Topología. Entre las configuraciones básicas que presentan las redes SDH se tienen :

PUNTO A PUNTO

La figura 5.3.1 es un ejemplo de conexión punto a punto en donde los nodos son ejemplos de Terminales Multiplexores. Varias tributarias a 2 MBPS son convertidas dentro de una trama STM-1 y transportadas al otro punto.

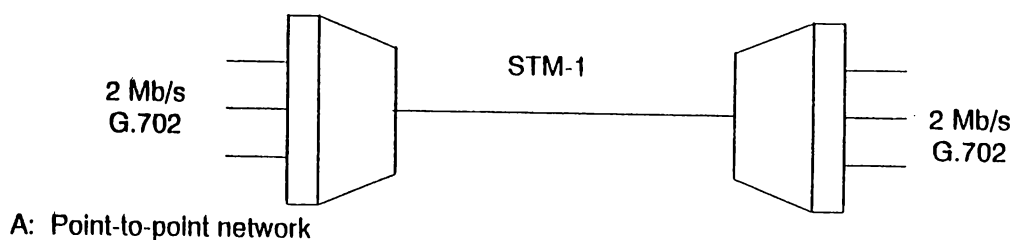


FIG 5.3.1 : RED PUNTO A PUNTO

CONFIGURACION DE BUS

Esta configuración es una ampliación de las redes punto a punto. La configuración se ilustra en la figura 5.3.2. En la estación intermedia los contenedores virtuales (las tributarias) pueden ser insertados ó extraídos.

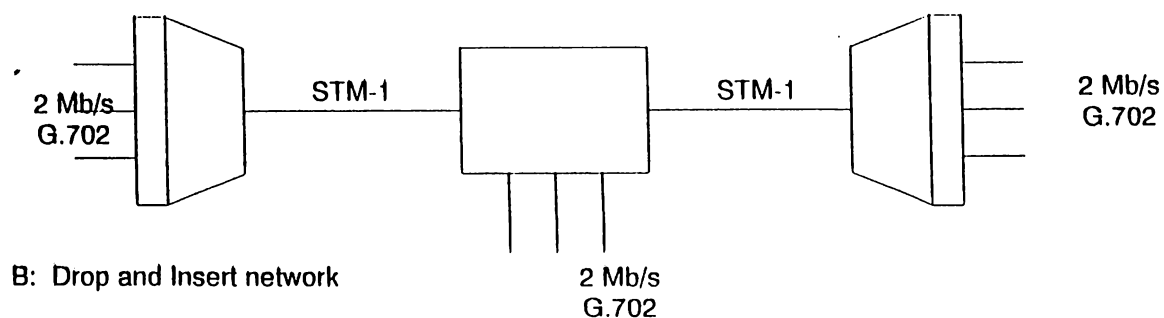


FIG 5.3.2 : CONFIGURACION DE BUS

Por ejemplo tributarias a 2 MBPS pueden ser insertadas dentro de un VC-12 en el Terminal Multiplexor y extraídas en el Multiplexor Add/Drop intermedio.

Las líneas de protección toman lugar si se duplican las fibras y los terminales de línea. En caso de una rotura de la fibra óptica, la otra línea la sustituye.

TOPOLOGIA DE ANILLO:

Las configuración mostrada en la figura 5.3.3 es una típica aplicación de SDH.

En la arquitectura de anillos, los ADM (Add/Drop multiplexer) son los elementos claves de la red de transmisión, por combinar funciones de multiplexado, distribución y unidad terminal de línea, además ofrecen ventajas económicas y rápida conmutación de protección.

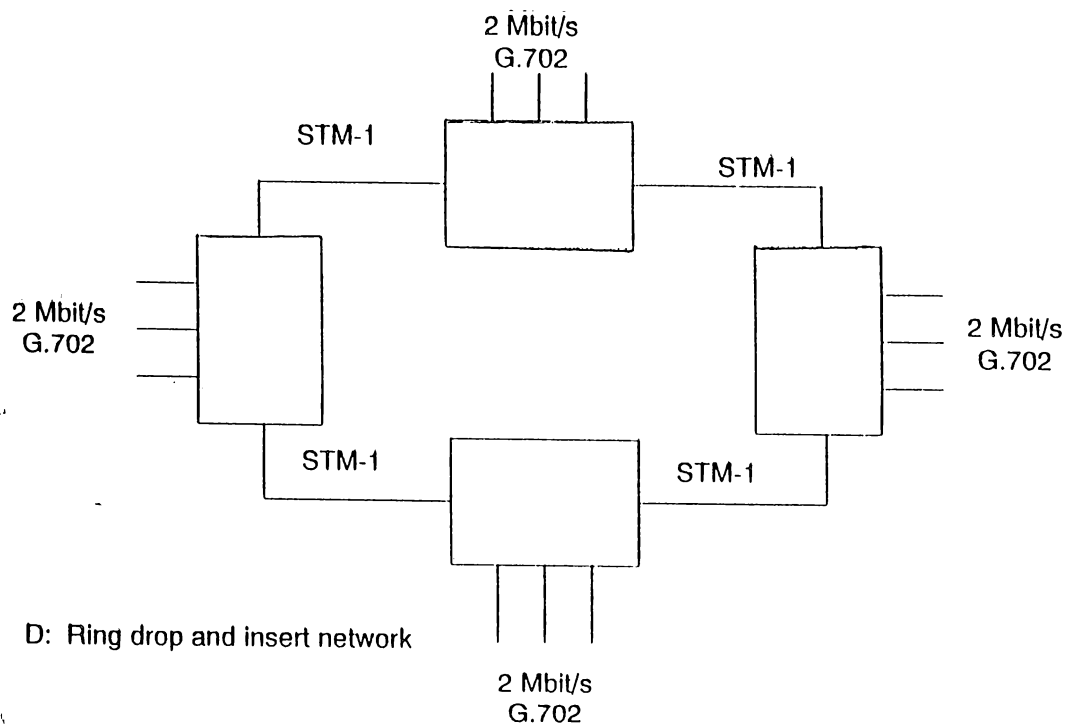


FIG 5.3.3 : RED DE ANILLO

Los anillos son particularmente interesantes, ya que representan la conectividad física más baja posible entre un conjunto de nodos, que además garantiza dos conexiones diferentes entre cualquier par de nodos.

En una configuración de anillo la flexibilidad de las redes SDH muestra una de las más atractivas características. Si una de las conexiones en la cadena es interrumpida, todos los nodos estarán aún interconectados. Esta característica se logra enrutando los contenedores virtuales por otra ruta del anillo.

Los anillos STM-1, principalmente pueden ser usados para implementar Redes de Area Local.

Se pueden tener Anillos Simples en donde el tráfico es dirigido en una sólo dirección y Anillos bidireccionales donde es posible el tráfico en ambas direcciones.

5.3.1 VENTAJAS DE LAS REDES SDH

- * Transporte de señales con mayor calidad.
- * Mayor cantidad de información en una sola fibra óptica.
- * Mayor control del tráfico en caso de fallas.
- * Capacidad para supervisar calidad de servicio a más detalle.
- * Control automatizado de la red para proporcionar servicios (Ancho de Banda) en demanda.
- * Diferenciación de servicios para los usuarios.
- * Beneficios económicos.

5.4 ANILLOS AUTOCORREGIBLES SDH

La interrupción de los servicios de telecomunicación por cualquier causa (roturas de cables, fallo de equipo), puede originar costosas pérdidas para el usuario de la red.

Mantener la disponibilidad del servicio, aún en condiciones de fallo es una ventaja con la que no cuentan actualmente los usuarios del país.

El SDH permite mecanismos automáticos de protección controlados por software, con los cuales se asegura la continuidad del servicio en caso de fallo. Los mecanismos de protección responden al fallo en un tiempo estimado de 50m segundos.

Un sistema auto-reconstruible es aquel en el que se suministran recursos redundantes que pueden sustituir a los recursos en fallo al detectarse este.

En la protección de redes SDH los recursos son entidades de transporte tales como conexiones, trayectos o secciones.

El término "protección" se utiliza normalmente cuando los recursos redundantes son fijos y están asignados previamente a una tarea específica de protección.

Las configuraciones de anillo SDH presentan una de las más atractivas características; si una de las conexiones en la red es interrumpida, todos los nodos estarán aun interconectados gracias a que es posible conmutar a una línea de protección por donde se enruta la información. La técnica SDH no requiere equipos adicionales para llevar a cabo este proceso, ya que la red misma administra la conmutación de protección, esta condición explica el termino "AUTOCORREGIBLE".

La figura 5.4.1 presenta un anillo unidireccional funcionando normalmente, con protección de línea 1+1, es decir una línea de trabajo y otra de protección la cual estará en reserva mientras no falle ningún trayecto de la red.

Las líneas de reserva están físicamente separadas de las líneas de trabajo. Cuando se detecta que la señal por una línea de trabajo ha desaparecido, el sistema conmuta inmediatamente a la línea de reserva en ambos extremos. Las consecuencias del fallo quedan así eliminadas, tal y como lo muestra la figura 5.4.2.

Las líneas de protección se convierten en líneas de trabajo mientras dure el fallo y funcionan en sentido contrario de las líneas de trabajo establecidas.

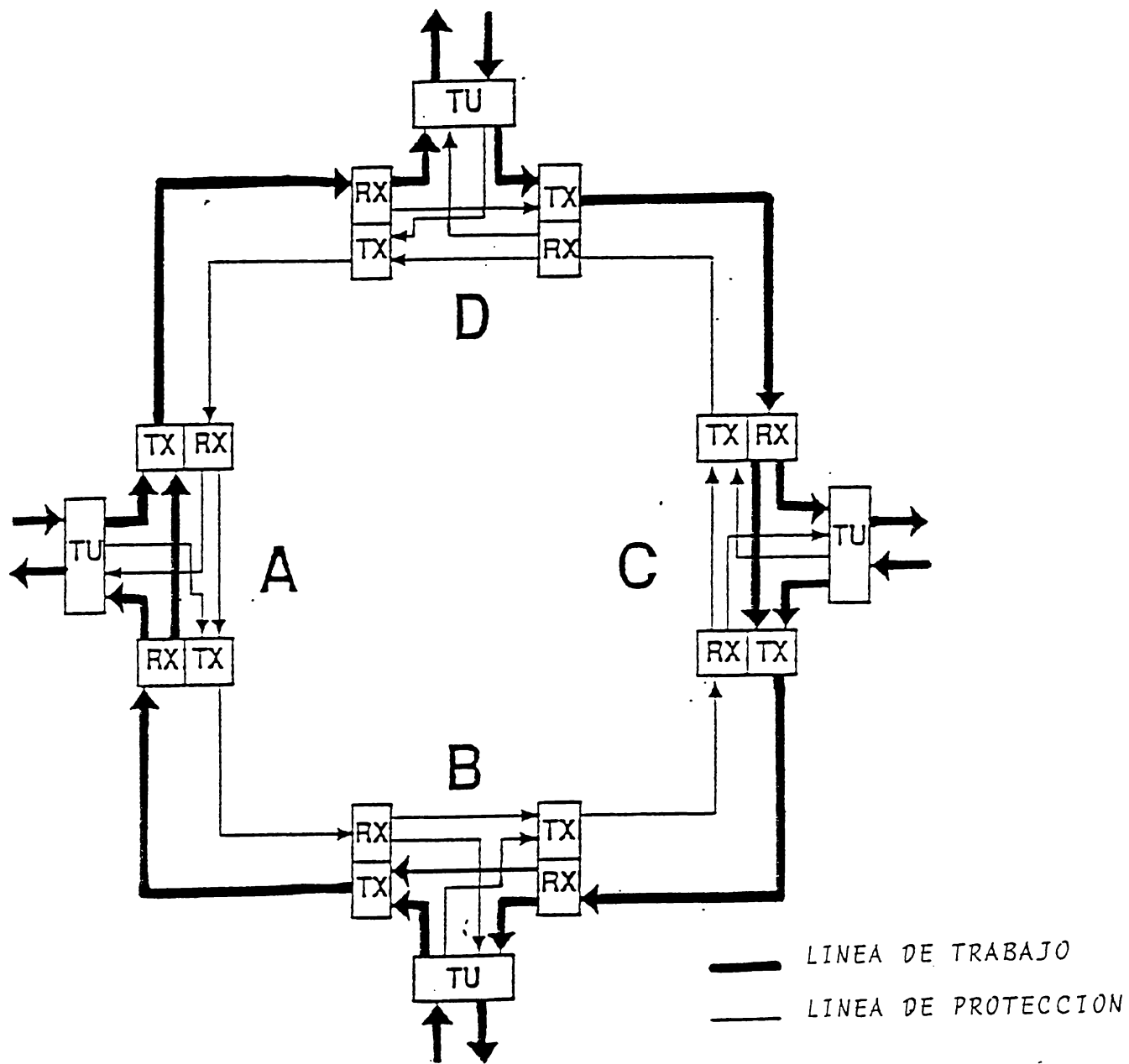


FIGURA 5.4.1: ANILLO DE PROTECCIÓN; OPERACIÓN NORMAL

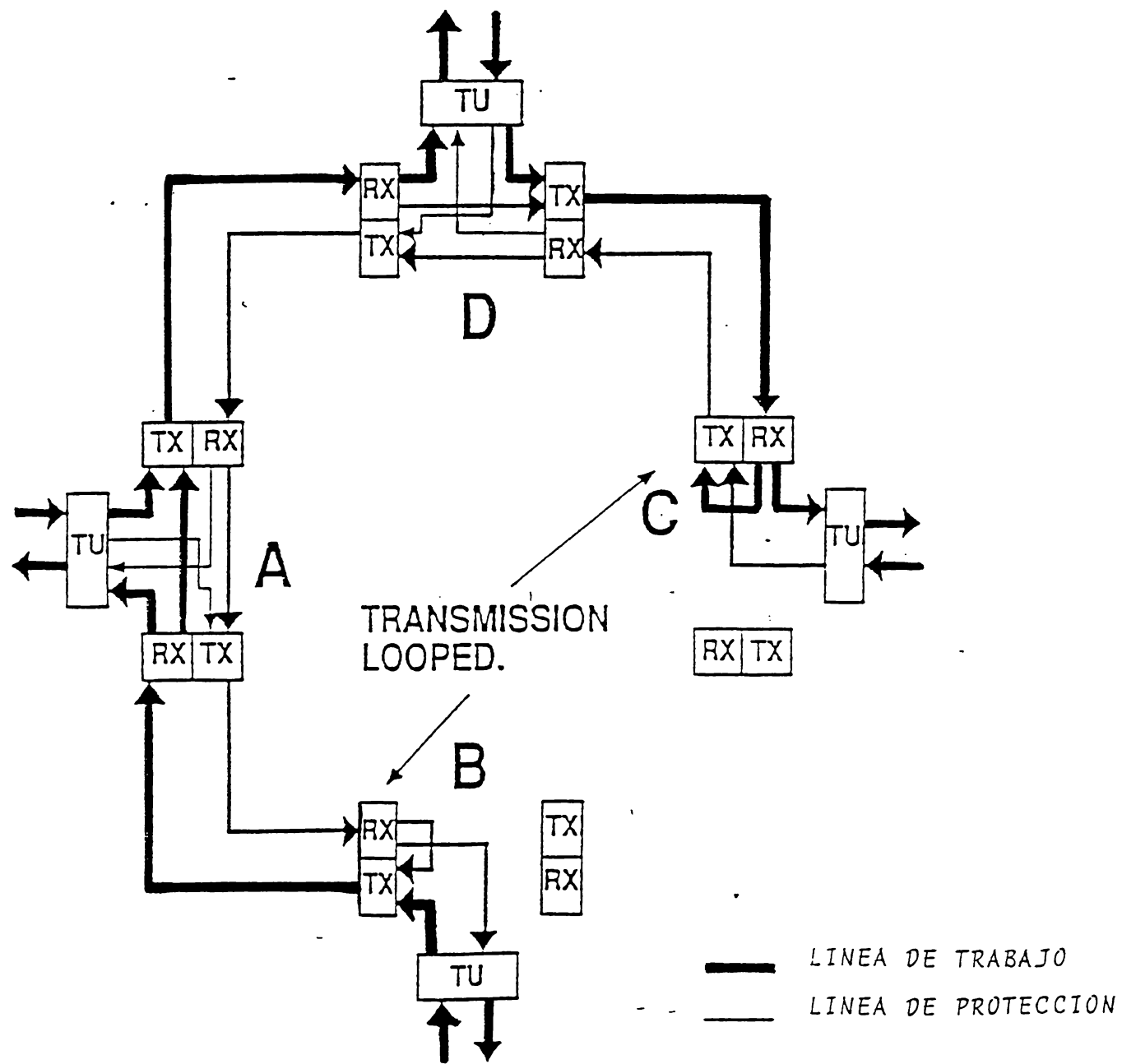


FIGURA 5.4.2 ANILLO DE PROTECCION, FALLO EN SECCION B-C

Las redes de anillo pueden ser del tipo unidireccional ó bidireccional (de 2 ó 4 fibras).

Los anillos unidireccionales pueden tener mecanismos de protección de sección ó de trayectos.

En los anillos unidireccionales, la protección de trayectos incluye el puenteado en el nodo en donde la conexión entra en el anillo, de forma que la señal se transmite simultáneamente en ambas direcciones por el anillo. La selección se hace en el nodo de salida por la mejor de las dos conexiones y se basa en el criterio normal de fallo de la conexión normal (AIS - Señal de Indicación de Alarma). Esta configuración es utilizada en la red de acceso.

La figura 5.4.4 muestra este modelo de anillo.

En los anillos unidireccionales con protección de sección, se forman conexiones bidireccionales de trabajo asignando los componentes de emisor y receptor a un par de conexiones unidireccionales en una fibra ascendente y descendente respectivamente, de forma que la información fluya desde ambos componentes en la misma dirección. Las conexiones de protección unidireccional están disponibles desde el anillo suministrado por las restantes fibras ascendentes y descendentes. El fallo da lugar a que la conexión unidireccional interrumpida se ponga en bucle en un anillo de protección lejos del fallo, como lo presenta la figura 5.4.5.

Este tipo de anillo tiene su aplicación en redes de Tránsito Regional y en la Red de Acceso.

Los anillos bidireccionales pueden ser de 2 ó 4 fibras y solo presentan protección de sección, su aplicación únicamente es para el área de Tránsito; ejemplos de estos anillos se tienen en las figuras 5.4.7 y 5.4.8.

Las figuras presentadas a continuación son ejemplos de anillos de protección, la tabla presentada al final contiene las características de los anillos de protección SDH.

Arquitectura de Anillos JDS

Realización Física de Anillos Unidireccionales

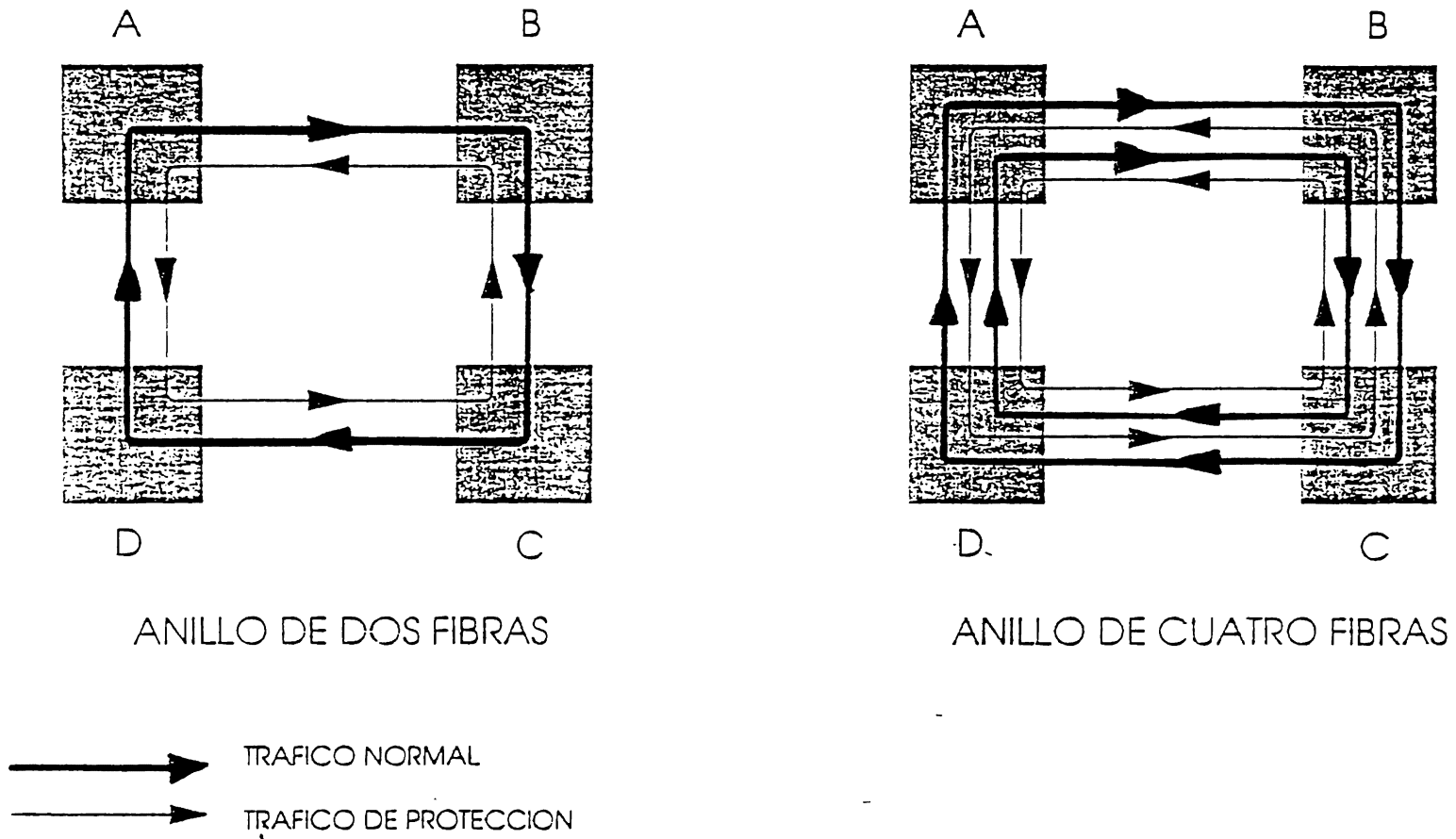


FIGURA 5.4.3

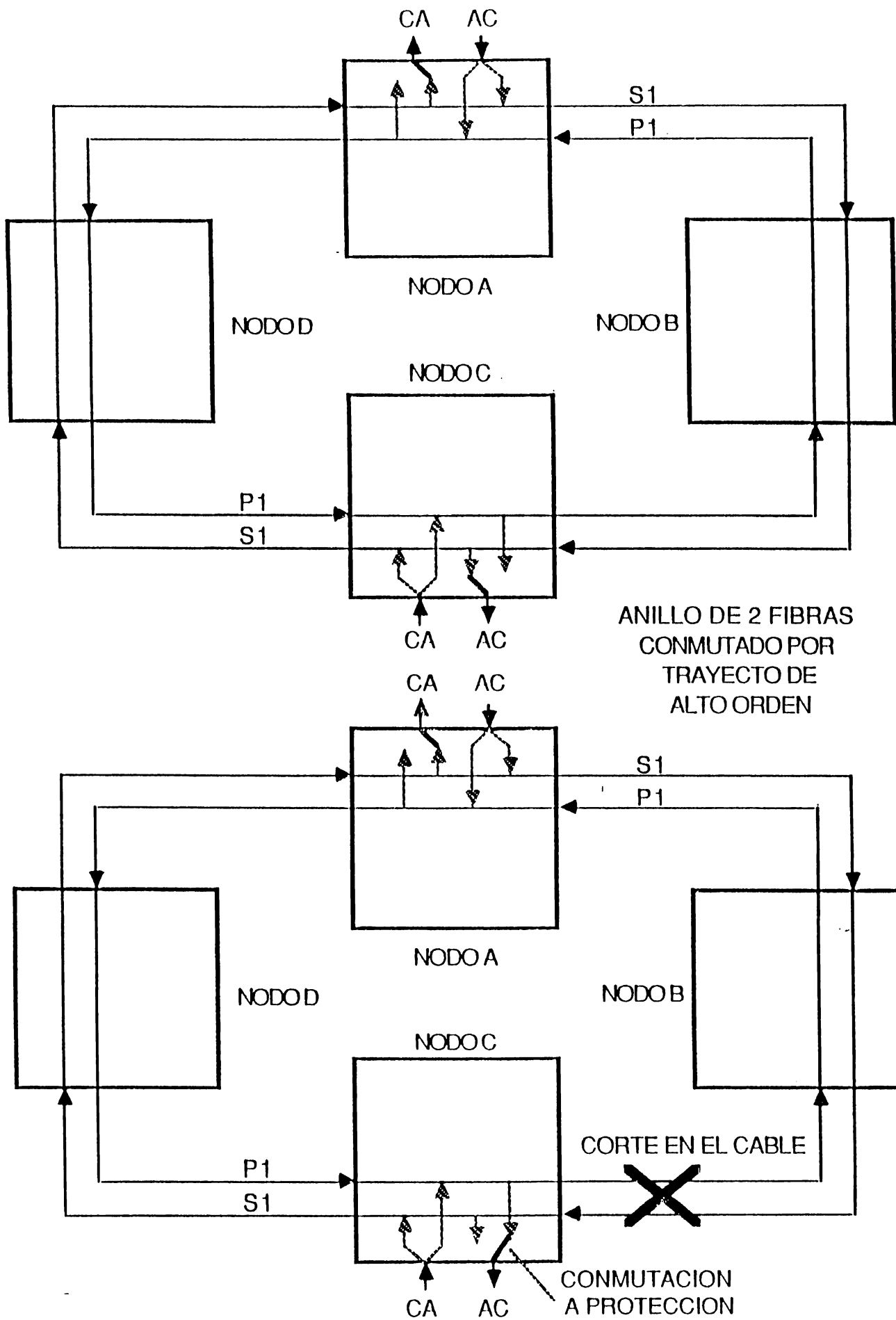


FIGURA 5.4.4

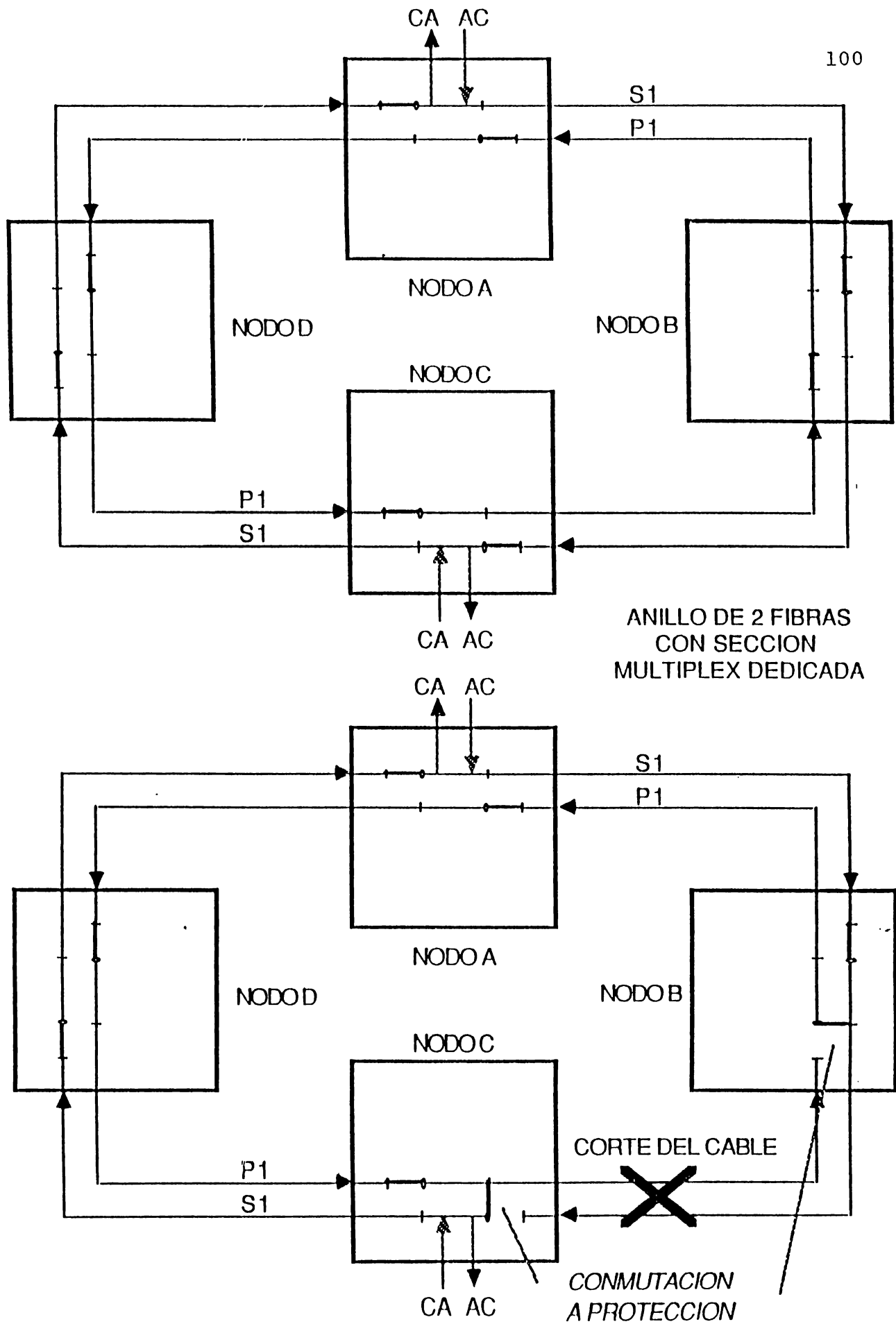


FIGURA 5.4.5

Arquitecturas de Anillos JDS Realización Física de Anillos Bidireccionales

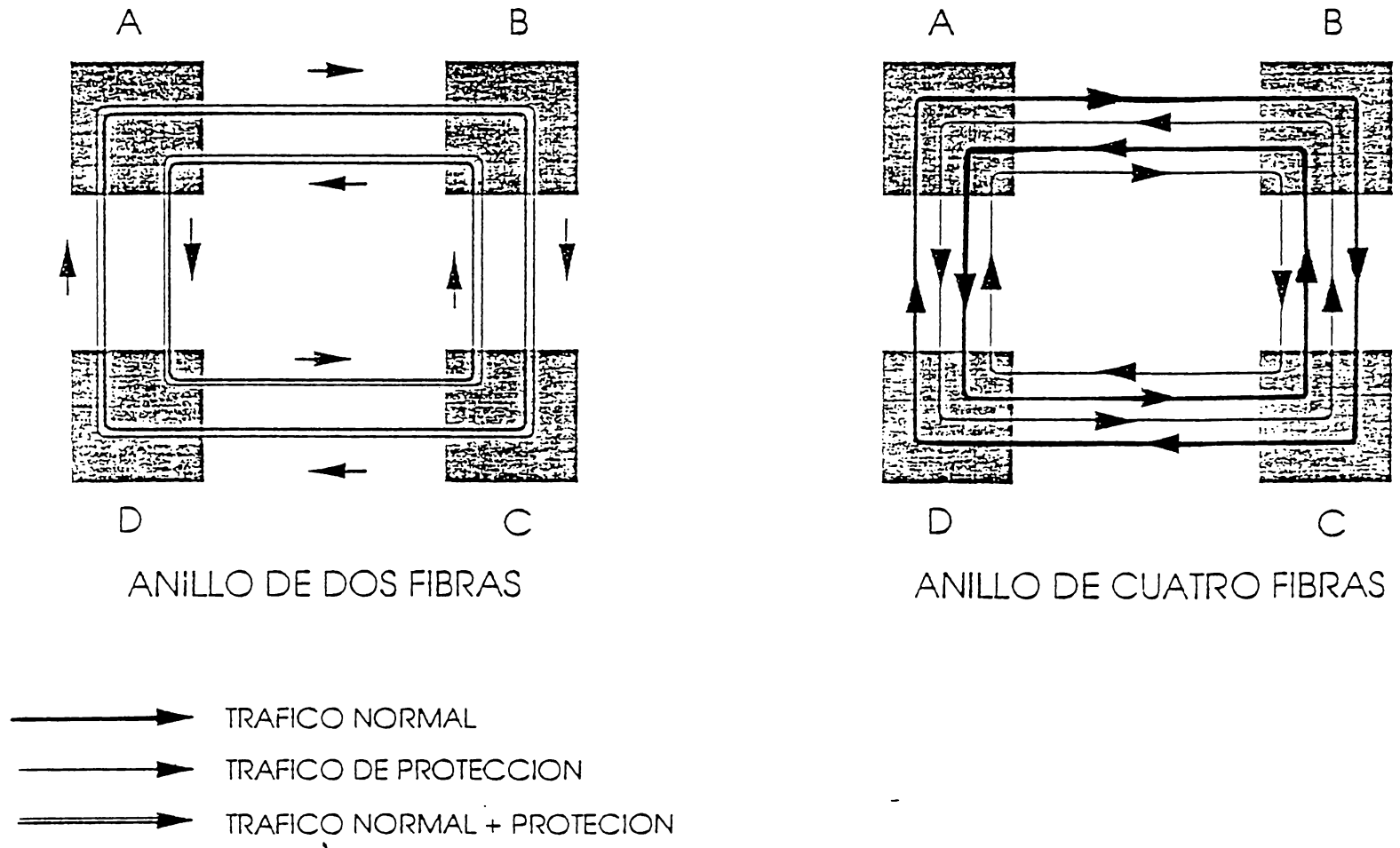


FIGURA 5.4.6

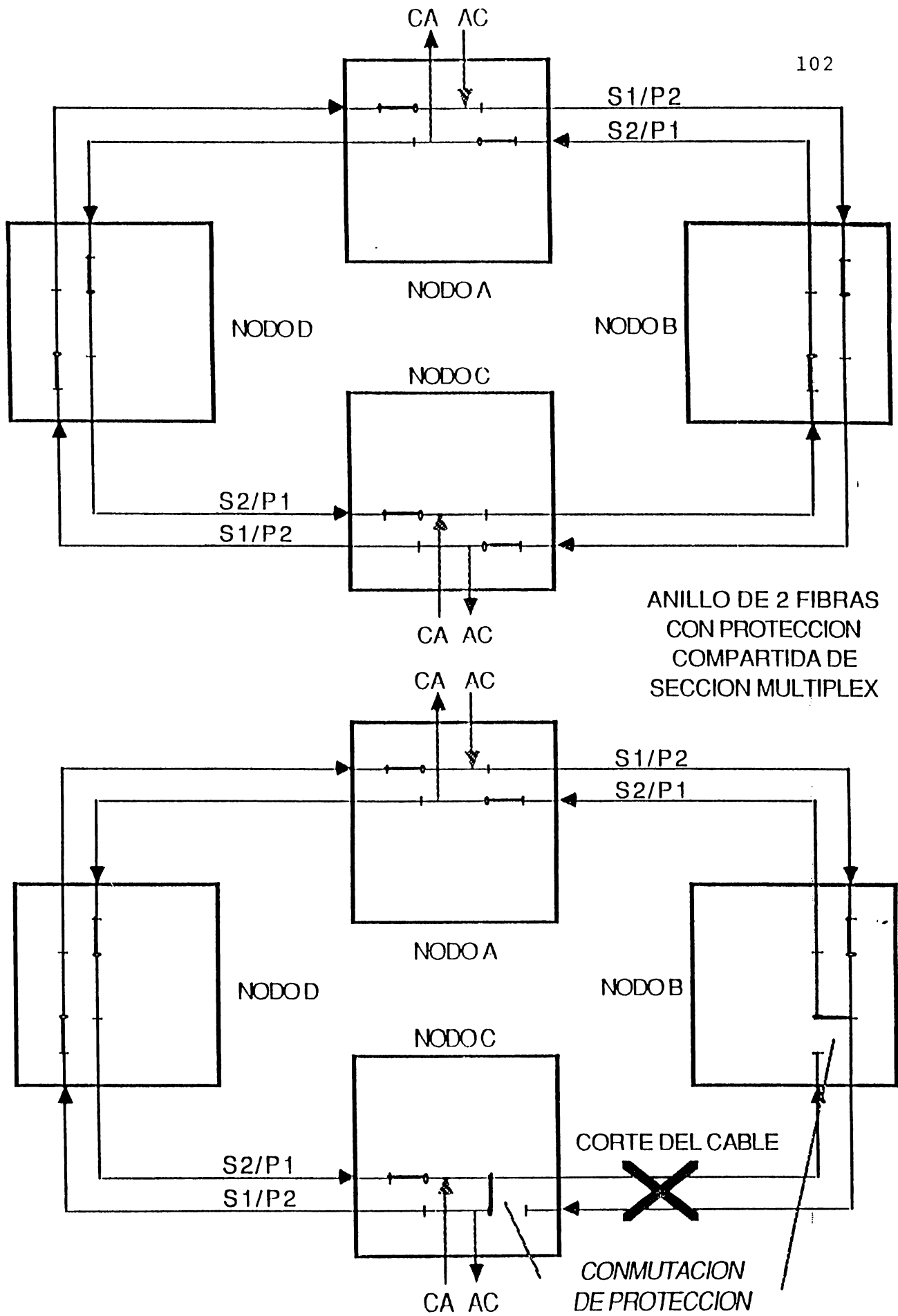


FIGURA 5.4.7

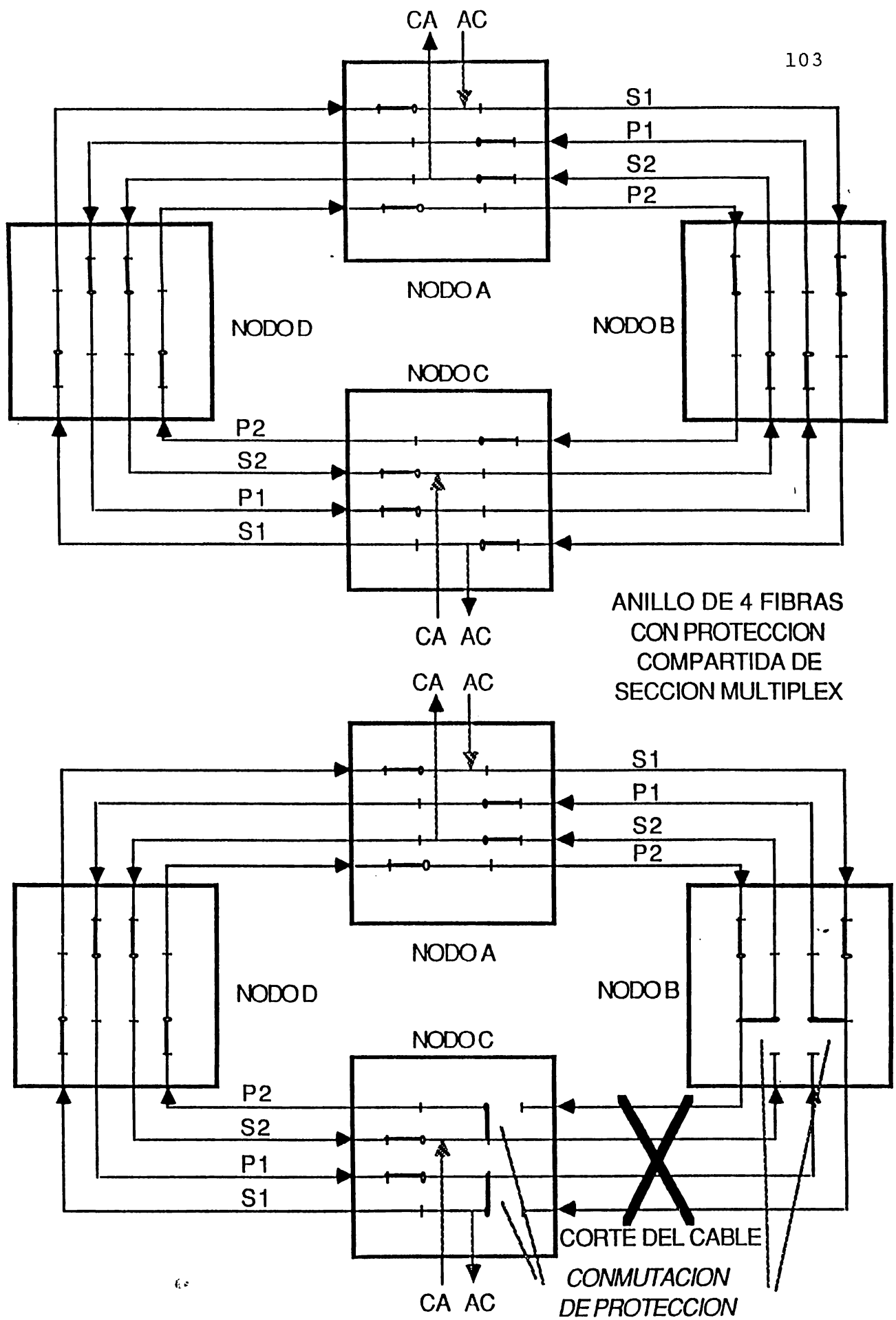


FIGURA 5.4.8

Resumen Comparativo de Diferentes Tipos de Anillo

Tipo de Anillo	2 Fibras Conmutado por Trayecto de Alto-Orden	2 Fibras Sección Múltiplex Dedicado	4 Fibras Sección Mux Protección Compartida	2 Fibras Sección Mux Protección Compartida
Flujo del Tráfico	Unidireccional	Unidireccional	Bidireccional	Bidireccional
Tipo de Protección	Dedicada	Compartida	Compartida	Compartida
Aplicaciones	Acceso	Transito regional y acceso	Area de transito	
Razón de Línea Optica de Alta Velocidad	STM-N	STM-N	STM-N	STM-N
Máxima Capacidad de Pares Afluentes Entrantes/Salientes	N x AU-4	N x AU-4	K x N x AU-4	K/2 x N x AU-4
Conmutación Después de Liberación de Falla	Revertible	Revertible	Revertible	Revertible
Servicio y Protección en Fibras Separadas?	Sí	Sí	Sí	No
Mecanismo de Auto-corrección Tiempo de conmutación	Alimentación Dual < 10-(500) msec	"Loopback" < 50 msec	"Loopback", Conmutacion de Línea < 50 msec	"Loopback"
Señalización Necesaria?	No	Sí	Sí	Sí

TABLA 5.4.1

5.5 FIBRA OPTICA Y SU USO EN REDES TELEFONICAS

El termino óptico es usado para referirse a las frecuencias que corresponden a las fracciones del Infrarrojo, Luz Visible y Ultravioleta en el espéctro electromagnético según se muestra en la figura 5.5.1

Las fibras ópticas consisten en un núcleo central, muy fino, de vidrio ó plastico, que tiene un alto indice de refracción. Este núcleo es rodeado por otro medio (llamado revestimiento) que tiene un indice un poco más bajo, que lo aísla del ambiente y finalmente el forro ó envoltura como lo muestra la figura 5.5.2

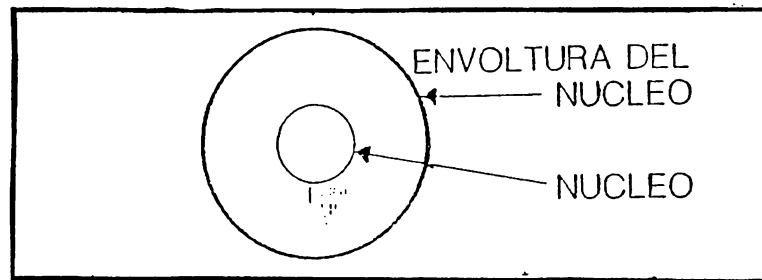
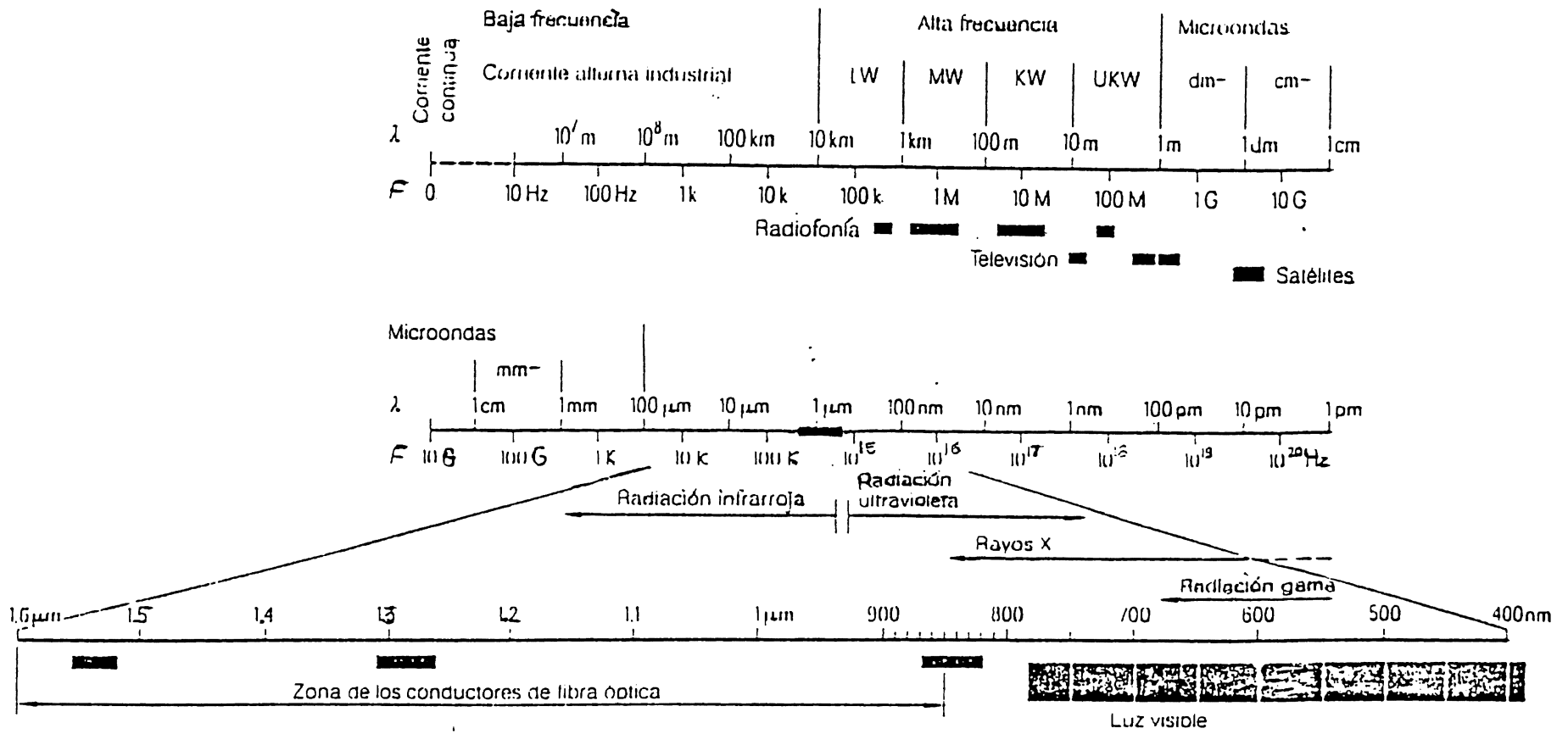


FIG 5.5.2

La energía luminosa se propaga por el interior de la fibra en rayos, haces, ó paquetes de características similares llamados modos. Una fibra determinada presenta un comportamiento específico respecto al conjunto de modos susceptibles de propagarse en su interior.

Al incrementarse el diámetro del núcleo de la fibra, mayor es la cantidad de modos en propagación por ella, si por el contrario la



Espectro electromagnético

FIGURA 5.5.1: ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

magnitud del núcleo es muy pequeña todos los rayos se concentran en un apretado haz que constituyen un único modo es decir que al reducir el diámetro de la fibra se hacen más próximos los índices de refracción del núcleo, la envoltura de la fibra y se acentúa el tipo monomodo con el cual se logran mayores alcances en el ancho de banda.

Los diferentes tipos de modos de propagación tienen las siguientes características generales:

INDICE DE REFRACCION ESCALONADO Y MODO DE PROPAGACION SIMPLE (O MONOMODO)

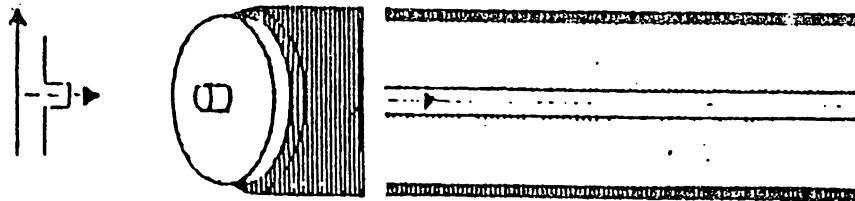


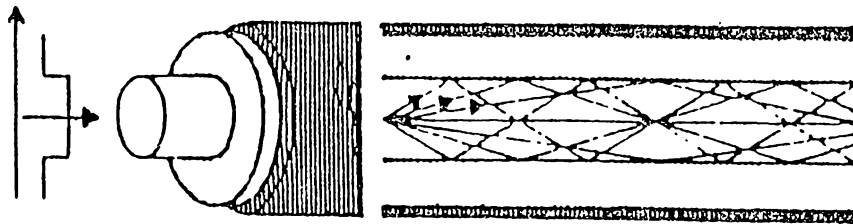
FIG. 5.5.3 : FIBRA MONOMODO ESCALONADA

Características:

- * La dispersión de la señal es mínima
- * Baja apertura numérica
- * es muy útil para líneas largas y anchos de banda de gran magnitud (500 Mhz o más)

Según la recomendación G. 652 del CCITT señala que la Fibra Monomodo puede ser utilizada en las regiones de longitud de onda de 1300 nm y de 1500nm para transmisiones analógicas ó digitales.

FIBRA OPTICA DE INDICE DE REFRACCION ESCALONADO Y MODO DE PROPAGACION MULTIPLE (MULTIMODO)

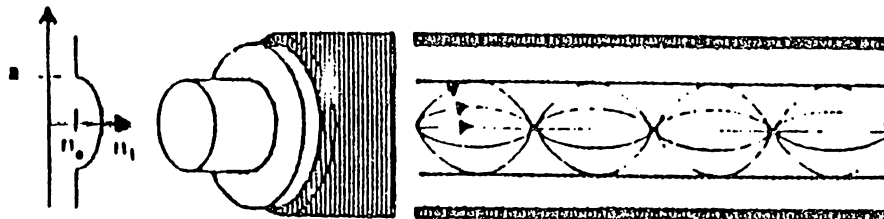


5.5.4 FIBRA MULTIMODO ESCALON

Características:

- * La apertura numérica es alta
- * la dispersión de la señal es alta
- * El ancho de banda es mínimo
- * Se puede usar en solamente en líneas cortas que requieren anchos de banda mínimos

FIBRA OPTICA DE INDICE DE REFRACCION GRADUADO Y MODO DE PROPAGACION MULTIPLE (MULTIMODO)



5.5.5 FIBRA MULTIMODO DE INDICE GRADUAL

Características:

- * Fácil acoplamiento con los emisores ó receptores de luz
- * Posee características de ancho de banda superiores y menos dispersión que las fibras de índice escalonada multimodo
- * No es aplicable para tramos de líneas muy largos ó anchos de banda extremadamente altos

De acuerdo con la recomendación G. 651 del CCITT " una Fibra Multimodo de Índice Gradual puede ser utilizada en la región de 850 nm ó en la región 1300 nm ó bien en ambas regiones de longitud de onda simultáneamente.

esta fibra puede utilizarse para transmisiones analógicas y digitales."

5.5.1 PARAMETROS DE LOS CONDUCTORES DE FIBRA OPTICA

A) DISPERSION

Principal causa de atenuación en un conductor de fibra óptica.

Originada por fluctuaciones microscópicas de la densidad del vidrio, que desvía de su dirección una parte de la luz conducida al punto que abandona el conductor de fibra óptica. La dispersión se incrementa hacia las longitudes de ondas cortas. Se pueden dar diferentes formas de dispersión como:

Dispersión modal, dispersión del material, dispersión de la guía onda, dispersión cromática y dispersión del perfil.

B) ATENUACION

Es la pérdida en la potencia de la señal cuando la luz viaja por la fibra, la cual es afectada principalmente por cuatro factores siguientes:

* Pérdidas por la radiación de la luz propagada

Estas vienen dadas por las imperfecciones microscópicas en la fibra, tal como residuos de agua en el vidrio y debido a las irregularidades de la estructura molecular del vidrio existe un límite bajo el cual no es posible reducir estas pérdidas.

* Pérdidas por absorción

La absorción se refiere a la conversión de la potencia en el rayo de luz a calor u otra forma de energía cuando atravieza un material. Esta propiedad es útil como en el caso de la envoltura de la fibra para cuidar que la luz no escape del cable, La curva

de absorción de la luz presenta reducciones para longitudes de 800nm, 1300nm y 1500nm.

* Pérdidas por conexiones

Este tipo de pérdidas son inevitables y representan una gran fuente de pérdidas para los sistemas ópticos, además de las conexiones por instalación, conexiones de reparación serán necesarias por roturas en las fibras. El efecto completo de la conexión no es obtenido hasta que las partes son alineadas correctamente.

* Pérdidas por curvatura

Al viajar la luz alrededor de la curva, en la parte exterior deberá viajar más rápido para mantener una fase constante a través de la onda. A medida que el radio de curvatura se decrecienta, puede llegar al punto donde parte de la onda viajará más rápido que la velocidad local de la luz. A ese punto, la luz se pierde de la guía de onda. Si se opera a 1300 y 1500 nm en fibras monomodo, la curvatura de fabricación no provoca aumentos apreciables en la atenuación.

Los valores de atenuación más bajos se encuentran en longitudes alrededor de 1300 a 1600nm, y por tanto son las más apropiadas para la transmisión óptica a través de grandes distancias (evitando las regiones cercanas a 1400nm donde se experimentan valores máximos de atenuación)

La figura 5.5.6 presenta los valores de atenuación para las

ventanas 1a, 2a y 3a .

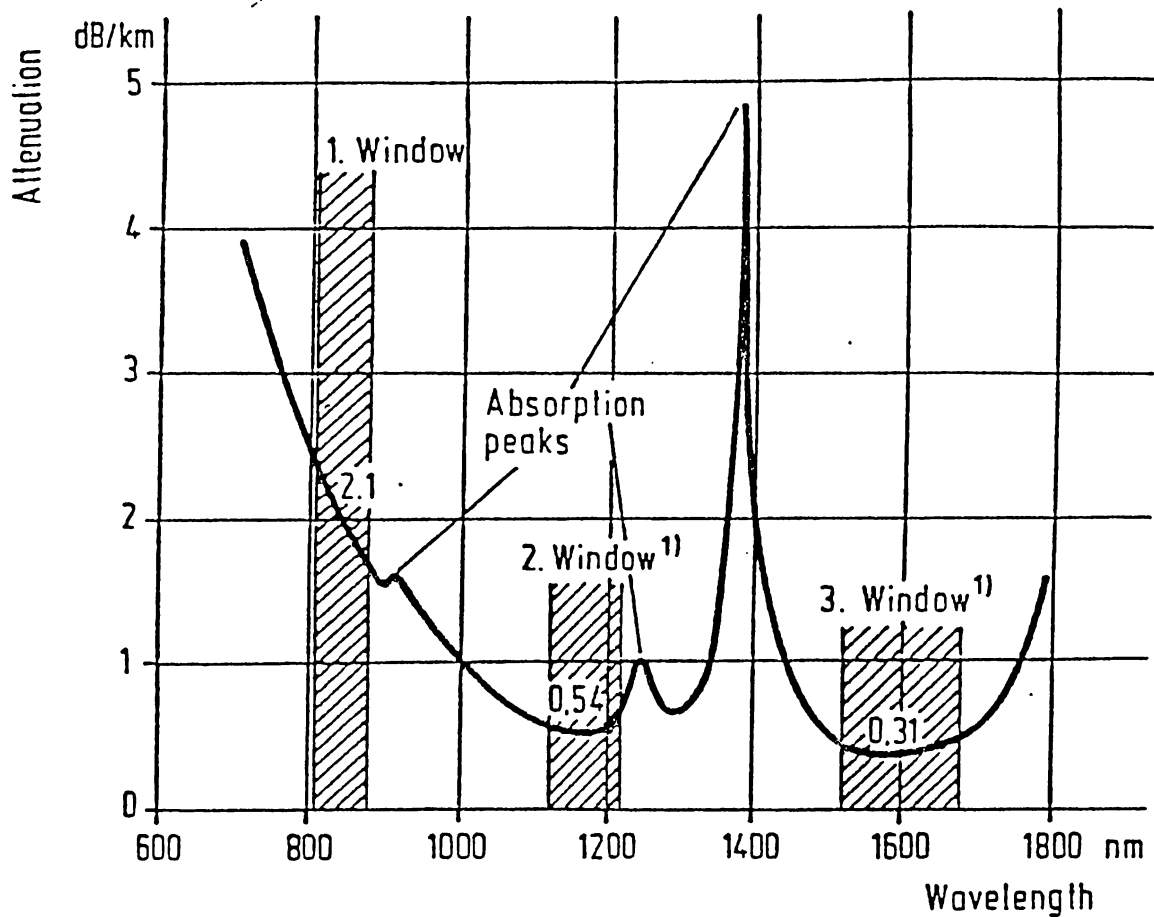


FIG 5.5.6 : VALORES DE ATENUACION

C) ANCHO DE BANDA

Desde el punto de vista de la frecuencia, los fenómenos de dispersión tienen influencia sobre la función de transferencia de la fibra óptica y por tanto sobre su anchura de banda . Puesto que el ancho de transmisión de una fibra óptica es aproximadamente inverso a su longitud , se indica frecuentemente como una característica de la calidad producto anchura de banda-alcance en GHz . Km

5.5.2 COMPONENTES RECEPTORES Y TRANSMISORES

Para la transmisión de señales ópticas por fibras ópticas se precisan como transductores optoelectrónicos componentes, receptores y transmisores cuyas características están definidas por las especificaciones del sistema, es decir ante todo por la longitud y la velocidad de transmisión.

Entre los elementos emisores se tienen los Diodos Emisores de Luz (LED) y Diodos LASER (Light Amplification by Estimulated Emission Radiation) los cuales proporcionan una elevada potencia de salida óptica, mejor enfoque de la luz emitida y alcanza mayores longitudes de transmisión.

Entre los elementos receptores se encuentran los Fotodiodos PIN y Fotodiodos de Avalancha.

5.5.3 CARACTERISTICAS DE LA FIBRA OPTICA

- * La fibra óptica no es afectada por interferencias eléctricas, ruidos, problemas energeticos, temperatura, radiación etc.
- * Se puede transmitir datos, voz y video.
- * El cable es altamente confiable se tiene muy poca pérdida de señal.
- * Físicamente la fibra es muy fina, liviana, durable y por lo tanto instalable en muy poco espacio
- * Costos competitivos
- * Requiere un mantenimiento sólo realizable por personal entrenado
- * Elevado ancho de banda lo que incrementa la capacidad de

transmisión

* Mayores distancias de transmisión sin repetidores.

En las telecomunicaciones por fibra óptica se utilizan las longitudes de onda del infrarrojo cercano ó sea 800 a 1600 nm, siendo los valores preferidos de 850, 1300 y 1550 nm (las denominadas ventanas). (Ver figura 5.5.6)

Los sistemas con fibra óptica ofrecen un amplio ancho de banda (con lo que aumenta el número de canales disponibles), libre de interferencias externas

La tabla comparativa 5.1 muestra las diferencias que se dan con la utilización de cables de Cobre y fibra óptica; en esta tabla se considera únicamente el concepto de longitud del tramo de repetición, magnitud altamente correlacionada con el costo del sistema.

Jerarquía MIC (PCM)		Sistemas convencionales		Sistemas de fibra óptica	
Velocidad (Mb/s)	Nº. de canales de voz	Tipo de cable	Sección de repetición (km)	Tipo de fibra	Sección de repetición (km)
2.048	30	Pares 04-0.6	1.	Índice en escalón	26
8.448	120	Pares 0.9 Coax. 0.65/2.8	3.6	Índice en escalón Índice gradual	15 20
34.368	480	Coax. 0.65/2.3	2	Índice gradual	14
139.264	1920	Coax. 1.2/2.44	2	Índice gradual	12
560	7680	Coax 1.2/2.44 Coax 2.6/9.5	2 1	Monomodo	8

TABLA 5.1 :COMPARACION DE SISTEMAS CONVENCIONALES Y DE FIBRA OPTICA

5.6 GESTION DE RED DE TELECOMUNICACIONES

El CCITT define, en su recomendación G.3010, el concepto de TMN (Telecommunications Management Network), como el de una red separada de la red de telecomunicaciones que se conecta con esta última en diferentes puntos para intercambiar información y para controlar las operaciones de la misma. Un TMN (ó Red de Gestión de Telecomunicaciones = RGT) soporta los requisitos de gestión necesarios para planificar, instalar, mantener, operar y administrar redes de servicio de telecomunicación.

La fig 5.6.1 muestra la arquitectura física simplificada de una RGT ó TMN genérica.

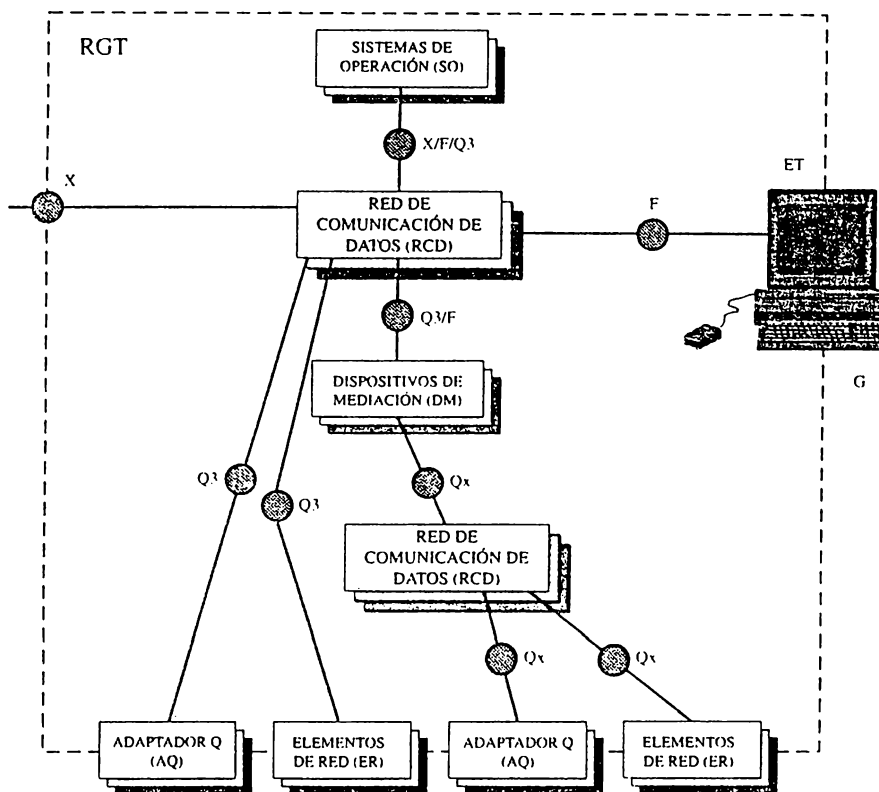


FIG 5.6.1: ESTRUCTURA RGT ó TMN

ACRONIMOS

AQ : ADAPTADOR DE INTERFAZ
DM : DISPOSITIVOS DE MEDIACION
ER : ELEMENTOS DE RED A GESTIONAR
ET : ESTACIONES DE TRABAJO
F : INTERFAZ
Q : INTERFAZ
RCD : RED DE COMUNICACIÓN DE DATOS
RGT : RED DE GESTION DE TELECOMUNICACIONES
SO : SISTEMA DE OPERACION

Según se observa en la figura, los Sistemas de Operación (SO), encargados de procesar la información de gestión y de realizar las funciones de gestión, se conectan con los Elementos de Red a Gestionar (ER) a través de un interfaz denominado Q3. Si el elemento de red (ER) no soporta dicha interfaz, es necesario emplear un adaptador de interfaz Q (AQ). La conexión de los elementos de red puede ser directa a través de la Red de Comunicaciones de Datos (RCD) ó se puede realizar a través de los Dispositivos de Mediación (DM), los cuales pueden adaptar, filtrar y/o condensar la información recibida de los elementos de red (ER) vía interfaz Qx.

La conexión entre TMN ó RGT se realiza a través de la interfaz X. Por último los usuarios de TMN acceden a la funcionalidad de ésta mediante las Estaciones de Trabajo (ET), las cuales se comunican con el resto de componentes de TMN a través de la interfaz F.

CAPITULO VI
DISEÑO DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE
SDH EN LA RED DE ACCESO

6.1 INTRODUCCION

El sistema con que cuenta la red de abonados en El Salvador es utilizado especialmente para comunicaciones telefónicas, las redes vigentes no reúnen condiciones ni fueron diseñadas para la transmisión de datos u otros servicios que hacen uso de señales digitales a altas velocidades, sin embargo son utilizadas para transmisiones de poco alcance y velocidades no mayores de 9600 bps.

Esta situación afecta a los abonados del país como empresas, industrias, instituciones bancarias, oficinas, comercios etc., que actualmente no sólo requieren más servicios de telefonía sino de otros como datos, correo electrónico, teleconferencias, video etc. estos servicios implican el uso de mayor ancho de banda y por consiguiente un medio más apropiado de transmisión.

Este proyecto plantea la aplicación de una estructura de anillo autocorregible con tecnología SDH en la red de acceso, como una alternativa que logre mejorar las condiciones y el servicio de grandes abonados, para este estudio se estima necesario contar con un modelo de diseño a través del cual se pueda evaluar los beneficios y la factibilidad técnico-económica que lleva consigo esta propuesta.

Este capítulo contiene el proceso y los parámetros que se han considerado necesarios para la elaboración del diseño.

Los fundamentos teóricos presentados en los capítulos anteriores servirán de soporte para el desarrollo de este capítulo, así mismo la elaboración del modelo de diseño estará basada en las Recomendaciones dadas por el CCITT, análisis de encuestas, información obtenida de visitas técnicas, planos de planta externa y canalizaciones de la zona que se tomará en estudio.

6.2 PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO

Se desea elaborar el diseño de una estructura de red que permita interconectar a 2 MBPS algunos de los grandes abonados de la zona Norponiente de la capital y proporcionar al mismo tiempo condiciones de seguridad y confiabilidad en el envío de información.

Se entiende por grandes abonados (ó usuarios), empresas, industrias, comercios etc., y todas aquellas entidades que presentan gran demanda de servicios de telecomunicaciones con ancho de banda mayor ó igual a 2 MBPS.

6.3 PROCESO PARA SELECCIONAR LOS ABONADOS DEL DISEÑO

En la selección de los abonados a utilizarse en el modelo de diseño fue necesario valerse de un mecanismo de encuestas a fin de evaluar las necesidades de los diferentes servicios de telecomunicaciones que requieren los abonados de un área específica.

6.3.1 OBJETIVOS DE LA ENCUESTA

OBJETIVOS GENERALES

Recopilar información de interés que pueda contribuir a la elaboración de un Diseño Prototipo de Red con el cual se logren mejorar y satisfacer en gran medida las necesidades de servicios de comunicaciones de los abonados determinando de esta forma las características propias del diseño.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Evaluar la demanda de servicios de telecomunicaciones (telefonía, datos, correo electrónico, servicios a 2MBS etc) que los grandes usuarios necesitan hoy en día.
- 2) determinar las dificultades y deficiencias que se tienen en la adquisición y mantenimiento del servicio actual de telecomunicaciones.
- 3) Escoger entre los encuestados los abonados que se utilizarán como base en el diseño tomando en cuenta criterios de demanda y ubicación.
- 4) Evaluar el interés y aceptación que puedan tener los encuestados con relación a la nueva estructura de red que se plantea con el diseño y las consecuentes ventajas que facilitará.

6.3.2 DISEÑO DE LA ENCUESTA

La encuesta fue diseñada de manera que con ella se lograra obtener información de interés para la elaboración del prototipo de red tales como: Ubicación, necesidades en telefonía, datos, tráfico de información entre sucursales u otros y que además cumpliera con los objetivos mencionados anteriormente.

Se consideró la posibilidad que la encuesta fuera contestada por el Ingeniero ó encargado de mantenimiento, el Propietario ó algún representante de este, lo que motivo a elaborar las preguntas en forma concreta y breve. Para recopilar la información requerida se elaboraron un total de 11 preguntas.

EL anexo C muestra el modelo de encuesta elaborado.

6.3.3 ABONADOS ENCUESTADOS

Dada la imposibilidad de cubrir todos los grandes abonados del área Metropolitana, por fines prácticos se decidió encuestar a un grupo representativo específicamente del área Norponiente de la capital y fue dirigida aquellas entidades que por la actividad económica a la que se dedican, los servicios de telecomunicaciones representan vital importancia para el desempeño de estas. Gracias a la colaboración de los siguientes usuarios se logró llevar a cabo la encuesta :

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| * ALMACENES CASA-CASTRO | * HOTEL SIESTA |
| * ALMACENES SIMAN | * HOTEL PRESIDENTE |
| * ALMACENES KISMET | * HOTEL RAMADA-INN |
| * BANCO CUSCATLAN | * HOTEL TERRAZA |
| * BANCO SALVADOREÑO | * INSTITUTO SALVADOREÑO DEL |
| * CITIBANK | SEGURO SOCIAL (ISSS) |
| * COMPAÑIA TECNICO INDUSTRIAL | * INSTITUTO SALVADOREÑO DE |
| * EDIFICIO DE LA CENTROAMERICANA | TURISMO (ISTU) |

* EDIFICIO SISA
 * GALERIAS ESCALON
 * HOTEL ALAMEDA
 * HOTEL EL SALVADOR
 * CONCULTURA

* TEXTILES SAN ANDRES
 (HILASAL)
 * TACA INTERNATIONAL AIRLINE
 * UNITED AIRLINE

Algunas de estas entidades fueron encuestadas para obtener datos y no con el fin de utilizarlas en el diseño.

6.3.4 RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

De un total de 22 abonados encuestados, el resultado obtenido es el siguiente:

PREGUNTA 1

¿ DISPONEN DE SERVICIO TELEFONICO ?

* Veintidós respuestas afirmativas

PREGUNTA 2

¿ CUANTAS LINEAS TELEFONICAS TIENEN DISPONIBLES ACTUALMEN ?

* La Tabla 6.1 resume el rango de valores obtenidos:

# de abonados	Cantidad de líneas actuales
	Las respuestas variaron desde
7	3 a 15 líneas
9	15 a 30 líneas
4	30 a 60 líneas
1	105 líneas
1	120 líneas

TABLA 6.1

PREGUNTA 3

¿ SATISFACEN LAS NECESIDADES DE COMUNICACION LAS LINEAS TELEFONICAS CON LAS CUALES CUENTA ACTUALMENTE ?

* Veintidós respuestas negativas

PREGUNTA 4

¿ CUANTAS LINEAS TELEFONICAS ADICIONALES CONSIDERA NECESARIAS PARA CUBRIR LAS NECESIDADES QUE DEMANDA SU EMPRESA ?

* El rango de valores dados se resume en la tabla 6.2

# de abonados	# de líneas adicionales requeridas
9	Las respuestas variaron desde 3 a 10 líneas
11	Las respuestas variaron desde 15 a 60 líneas
1	200 líneas
1	400 líneas

TABLA 6.2

PREGUNTA 5

¿ DE QUE OTROS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES HACE USO SU EMPRESA ?

* La mayoría de los encuestados tienen servicios de fax ó telex, datos y otros como redes dedicadas, teleconferencias, servicios de alarmas de seguridad, correo electrónico, radio, línea directa con EEUU y conexiones vía satélite.

PREGUNTA 6

¿ EN CASO DE NO CONTAR CON OTROS SERVICIOS CONSIDERA QUE EL CORREO ELECTRONICO, ENVIO DE DATOS, TELECONFERENCIA ETC. PUEDEN SER UTILIZADOS SIMULTANEAMENTE CON TELEFONIA EN SU ACTIVIDAD ECONOMICA ?

* Veintidós respuestas afirmativas y consideraron ventajoso contar con un sistema que ofreciera estas facilidades.

PREGUNTA 7

¿ QUE INCONVENIENTES Y/O LIMITANTES ENCUENTRA CON EL SERVICIO ACTUAL ?

* Con relación a esta pregunta se determinaron las siguientes respuestas:

- 1) Cantidad limitada de líneas asignadas, lo que dificulta la expansión de estas.
- 2) Problemas de saturación ó congestiónamiento de llamadas en horas normales y en horas pico.
- 3) Fallas en líneas telefónicas por:
 - Interrupciones
 - Ruido
 - Problemas con equipos
 - Diafonía (cruce de líneas)
- 4) El medio no permite transmisiones a velocidades de 2MBPS.
- 5) Servicio tardío para arreglar fallas.
- 6) Costos elevados para enlace de datos internacional.
- 7) No se tienen acceso a diversos servicios fuera de telefonía.
- 8) EL servicio al abonado no va acorde con las necesidades del cliente, facilidades y nuevos servicios que estos requieren.

PREGUNTA 8

¿ MANTIENE A DIARIO Y DE UNA MANERA CONSTANTE LLAMADAS TELEFONICAS Y ENVIO DE INFORMACION ?

* Veintidós respuestas afirmativas

PREGUNTA 9

¿ HA TENIDO PROBLEMAS PARA COMUNICARSE ?¿ CON QUE FRECUENCIA ?

* A esta pregunta se contesto que diariamente se tienen problemas de comunicación telefónica ó datos por algunas de las razones expuestas en el numeral 7.

PREGUNTA 10

¿ PODRIAMOS CONTAR CON EL NOMBRE DE ESTA EMPRESA PARA UTILIZARLO EN EL DISEÑO QUE COMPRENDE ESTE TRABAJO DE GRADUACION ?

19 respuestas afirmativas

3 respuestas denegadas

PREGUNTA 11

POR EL INTERES QUE PUEDA PRESENTAR PARA SU EMPRESA EL ENVIO DE INFORMACION A TRAVES DE UNA RED DIGITAL, SEGURA Y FLEXIBLE ¿ CON CUALES SUCURSALES O CLIENTES LE SERIA MAS CONVENIENTE ESTABLECER UN ENLACE DE COMUNICACION DE ESTE TIPO ?

Los encuestados manifestaron tener gran demanda de llamadas y envío de información local y especialmente internacional un ejemplo de la demanda local se presenta continuación:

* A los hoteles les convendría enlazarse con:

Turismo	Aerolíneas	Bancos
Concultura	Almacenes	

* A las instituciones bancarias con:

Sucursales	Banco Central de Reserva
Almacenes	Diversas empresas e industrias

6.3.5 CONCLUSIONES GENERALES DE LA ENCUESTA

A) INTERES POR PARTE DE GRANDES ABONADOS EN TECNOLOGIAS QUE MEJOREN LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACION

Las distintas actividades económicas en las cuales se desenvuelven muchas entidades se valen de los diversos servicios de telecomunicación para el desarrollo de estas. A través de las encuestas se deja entrever el interés que tienen estas entidades por tecnologías que mejoren y faciliten los servicios de telecomunicaciones que requieren.

B) EN EL SALVADOR EXISTE GRAN DEMANDA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES (DATOS, CORREOELECRONICO U OTROS)

Los grandes abonados (empresas comercios, industrias etc), demandan otros servicios a demás de telefonía, que les facilite el envío de información con usuarios locales y extranjeros en forma rápida y segura.

C) EL SERVICIO ACTUAL AL ABONADO PRESENTA CLARAS DEFICIENCIAS

Frecuentemente se tienen deficiencias en el servicio al abonado (como las expuestas en la pregunta # 7), por lo que conviene adecuar la red a las necesidades actuales específicamente en el área de conmutación y planta externa.

D) NECESIDAD DE SERVICIOS CON MAYOR ANCHO DE BANDA

Los valores de velocidad (9600 BPS) son insuficiente ante la necesidad de diversos servicios en el envío de información y otros como teleconferencias, video conferencias, correo electrónico etc requieren mayor ancho de banda con velocidades de 2MBS en adelante.

6.3.6 CONSIDERACIONES EN LA SELECCION DE LOS ABONADOS QUE FORMARAN PARTE DEL DISEÑO A ELABORAR

Los abonados que se elegirán como modelo para el diseño a elaborar se escogerán en base a:

- 1) Demanda
- 2) Ubicación

En cuanto a la demanda se evaluarán las necesidades de comunicación local, internacional .

La ubicación ha sido también un factor considerado, ya que para los propósitos de este trabajo no es necesario hacer un prototipo de gran extensión por lo que en la selección de los abonados se toma como referencia , la cercanía con alguna central de conmutación y la distancia entre uno y otro abonado.

6.3.7 ABONADOS SELECCIONADOS EN EL DISEÑO

La información referente a los parámetros de demanda y ubicación se obtuvo por medio de las encuestas, de donde se encontró conveniente enlazar a través de una red digital, segura y flexible a los siguientes abonados:

* EDIFICIO LA CENTROAMERICANA

La selección de este edificio se basa en la gran demanda de servicios en telefonía, datos y otros que presenta ya que en él se sitúan diversas oficinas que comprenden:

Aerolíneas, bolsa de valores, embajadas y la aseguradora misma.

En este edificio se encuestó a la aseguradora " La Centroamericana " y a United Airline.

* TACA INTERNATIONAL AIRLINE

Los datos recopilados en la encuesta fueron dados tomando en cuenta dos oficinas de TACA situadas en la zona de El Salvador del Mundo las cuales son Taca edificio Montecristo y Taca edificio Caribe.

* EDIFICIO SISA

Este edificio ubica diversas oficinas (bancos, embajadas, aerolíneas), por lo que la demanda en telefonía y datos es grande.

Las oficinas encuestadas de este edificio fueron :

CITIBANK y SISA.

* GALERIAS ESCALON

Este centro comercial ubicará más de cien oficinas, almacenes y otros, se tienen proyectados cerca de 500 líneas telefónicas para distribuir las entre los clientes.

Se encuestó a Galerías Escalón y Almacenes Siman.

LA TABLA 6.3 DETALLA INFORMACION DE INTERES PARA EL DISEÑO OBTENIDA DE LAS ENCUESTAS CONTESTADAS POR LOS USUARIOS SELECCIONADOS; AUNQUE SON CUATRO LOS ABONADOS ESCOGIDOS, ESTA TABLA TAMBIEN PRESENTA LOS DATOS DE ALGUNAS ENTIDADES QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DEL MISMO LOCAL, EL CUAL SERA TOMADO COMO UN SOLO NODO.

NOMBRE	UBICACION	LINEAS ACTUALES	LINEAS SOLICITADAS	SERVICIOS DE TELECOMUNICACION EN USO	OBSERVACIONES	PROYECCION
ASEGURADORA LA CENTROAMERICANA	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA	30	15	FAX Y DATOS	PROYECCIONES FUTURAS CON CORREO ELECTRONICO	2 X 2 MBPS
UNITED AIRLINES	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA	17	25	FAX, RADIO, DATOS, LINEA DEDICADA Y CONEXION VIA SATELITE CON EEUU	SATURACION DE LINEAS	2 X 2 MBPS
TACA INTERNATIONAL AIRLINES	EDIFICIO MONTECRISTO Y CARIBE	105	50	FAX, RADIO, LINEA DEDICADA (COBRE Y FO) CONEXION DIRECTA CON EEUU	PROMEDIO DE 12,000 LLAMADAS DIARIAS	6 X 2 MBPS
GALERIAS ESCALON	PASEO GENERAL ESCALON	20	400	FAX, DATOS Y RADIO		1 X 34 MBPS
ALMACENES SIMAN	GALERIAS ESCALON	53	10	FAX, RADIO, REDES DEDICADAS	FRECIENTES INTERRUPCIONES DE LINEAS DEDICADAS	3 X 2 MBPS
SISA	EDIFICIO SISA	28	16	FAX		2 X 2 MBPS
CITIBANK	EDIFICIO SISA	25	40	FAX, DATOS, CONEXION DIRECTA CON EEUU		3 X 2 MBPS

TABLA 6.3

EN ESTA TABLA SE RESUMEN EN UN SOLO NODO CADA UNA DE LAS ENTIDADES QUE ESTAN UBICADAS EN UN MISMO LOCAL, COMO LO ES EN EL EDIFICIO LA CENTROAMERICANA, GALERIAS ESCALON Y EDIFICIO SISA. LA CANTIDAD DE SEÑALES A 2 MBPS QUE SE TIENEN PROYECTADAS HAN SIDO CALCULADAS TOMANDO EN CUENTA LOS DATOS DE LA TABLA 6.3 Y HACIENDO UN ESTIMADO DE LAS NECESIDADES DEMANDADAS POR LAS OFICINAS QUE FORMAN PARTE DE CADA NODO.

NOMBRE	OFICINAS	PROYECCION
EDIFICIO LA CENTROAMERICANA	BOLSA DE VALORES (2) AEROLINEAS (2) EMBAJADAS (2) ASEGURADORA (1)	12 x 2 MBPS
TACA CARIBE	AEROLINEAS	8 x 2 MBPS
GALERIAS ESCALON	CENTROS COMERCIALES	16 x 2 MBPS
EDIFICIO SISA	ASEGURADORA (1) AGENCIA DE TURISMO (1) CITIBANK (1) AT&T (1) OTRAS OFICINAS (2)	8 x 2 MBPS
T O T A L		44 x 2 MBPS

TABLA 6.4

6.3.8 SELECCION DE LA CENTRAL DE CONMUTACION

Para seleccionar la central de conmutación que formará parte del enlace fueron consideradas las siguientes condiciones:

- 1- Central digital
- 2- Ubicación de la central más cercana a los abonados seleccionados para el diseño

De acuerdo con esto se eligió LA CENTRAL ROMA.

En el capítulo 6.7 se describe las características de la central de conmutación.

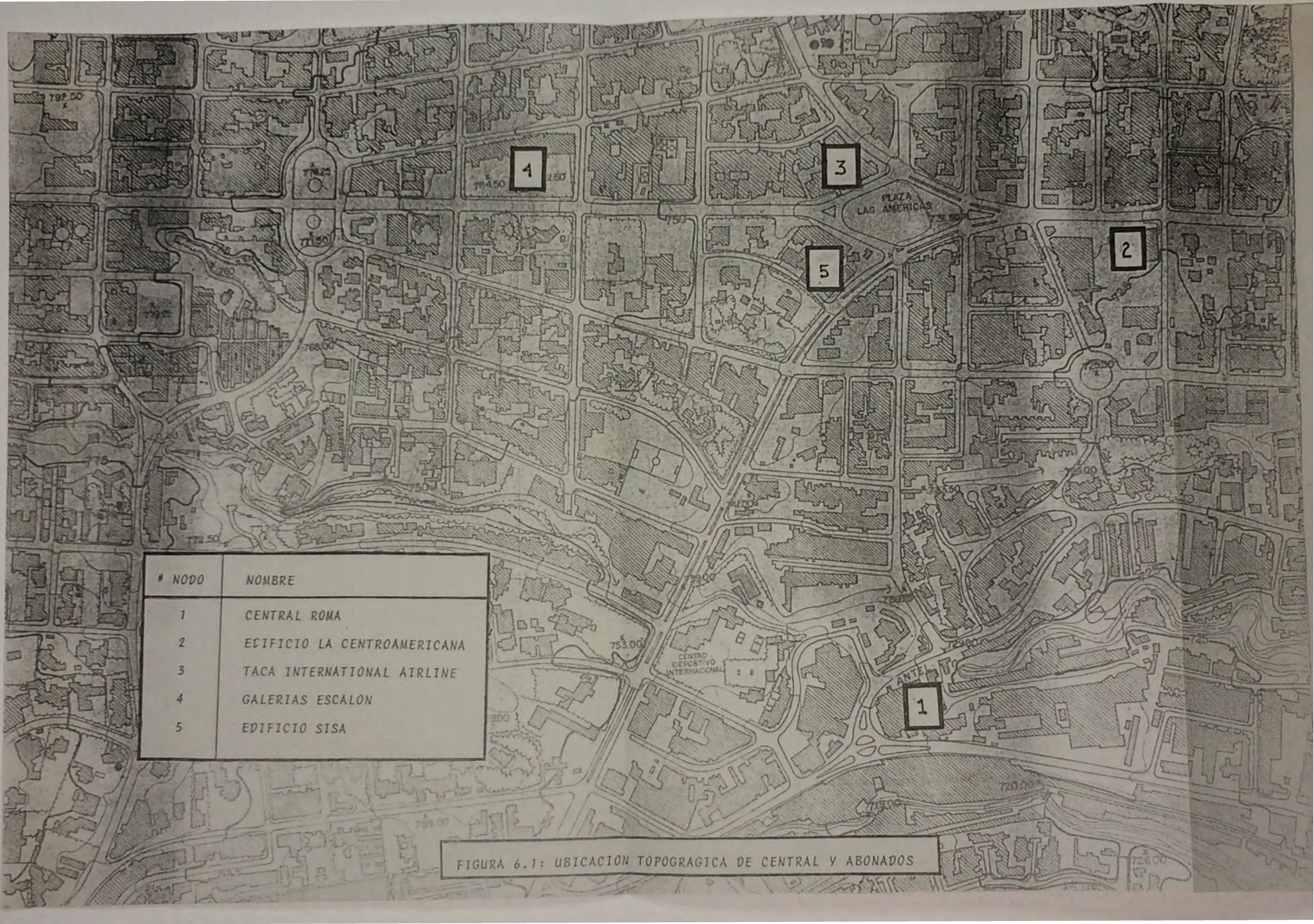
6.4 DISTRIBUCION TOPOGRAFICA

Una vez seleccionados los abonados y la central de conmutación, fueron ubicados en un mapa de la zona Norponiente del área Metropolitana, a fin de visualizar en forma amplia la trayectoria de la red a diseñar.

La figura 6.1 muestra al ubicación topográfica de la central y de los abonados seleccionados en el diseño.

6.5 TECNICA A UTILIZAR

Considerando que la técnica SDH hace uso de multiplexores de inserción y extracción los cuales facilitan la obtención de señales a 2 MBPS y ya que esta técnica tiene la ventaja de contar con un mayor control por software en cuanto al envío de información y fallas, se ha creído conveniente el uso de esta tecnología y de los Add/Drop Multiplexer (ADM) en los puntos de enlace (ó nodos) de abonados.



# NODO	NOMBRE
1	CENTRAL ROMA
2	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA
3	TACA INTERNATIONAL AIRLINE
4	GALERIAS ESCALON
5	EDIFICIO SISA

FIGURA 6.1: UBICACION TOPOGRAGICA DE CENTRAL Y ABONADOS

6.6 TOPOLOGIA Y TRAYECTORIA DE LA RED

La técnica SDH tiene gran aplicación en topología de anillo debido a que este tipo de estructura se presta a mecanismos de protección en la red, de tal forma que se tienen agrupados líneas de trabajo y líneas de protección los cuales son conmutados al ocurrir fallos en algunos de los trayectos. Esta condición caracteriza a las redes inteligentes, las cuales ante fallos buscan nuevas rutas para el envío de información .

En base a lo antes expuesto, y a que uno de los requisitos que debe llevar el diseño es seguridad en el envío de información, el tipo de topología de red a utilizar será de anillo. A este fin se analizaron los puntos de ubicación de los abonados y de la central trazando una trayectoria en anillo, tomando en cuenta las rutas más adecuadas y ya canalizadas.

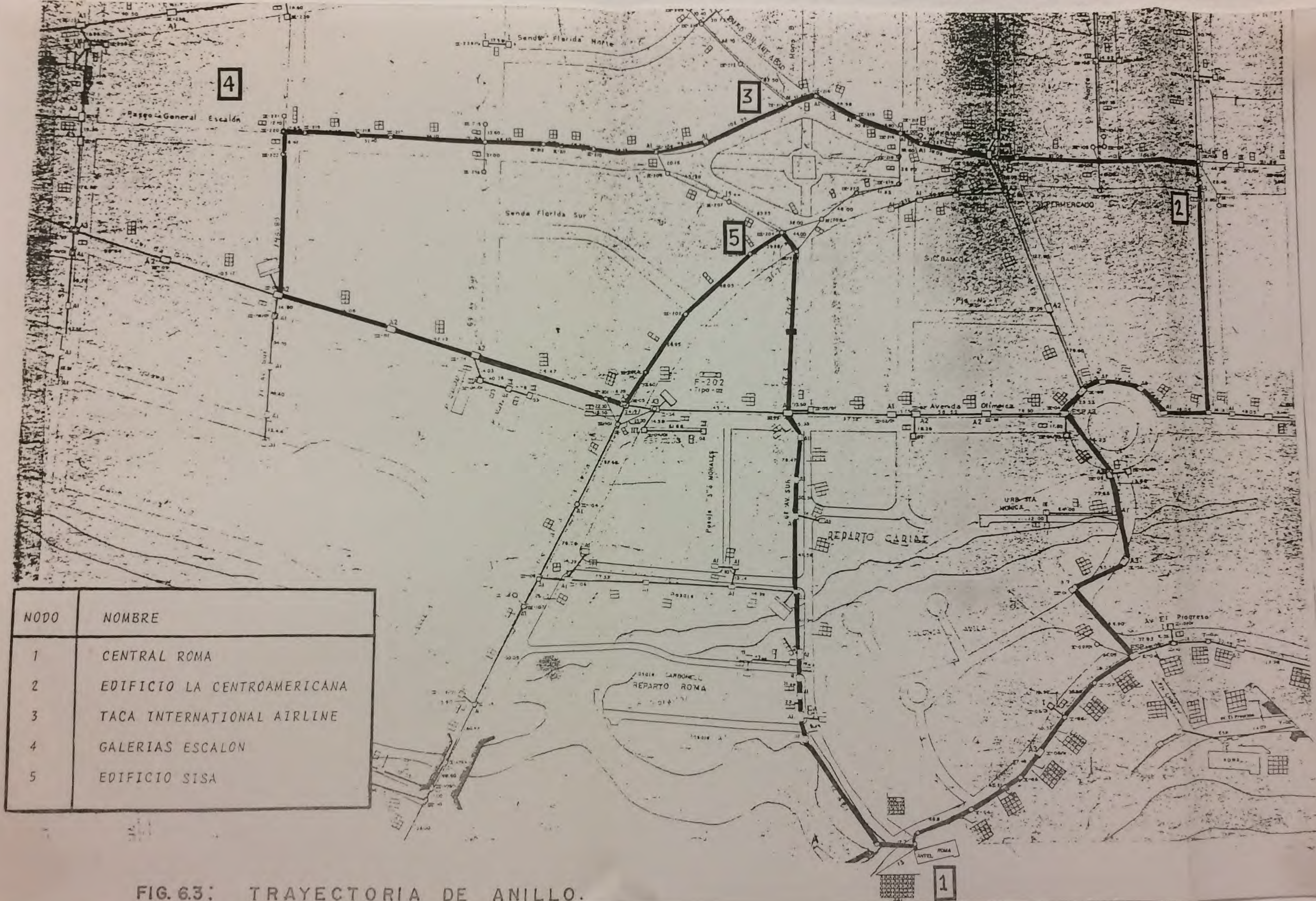
Se hizo uso de los planos de canalización de planta externa para definir los trayectos, la distancia entre tramo y tramo de abonados y la distancia total de la red anillo.

La figura 6.2 contiene las distancias, canalización y pozos que se encuentran en la zona de estudio.

La figura 6.3 detalla la trayectoria en anillo seleccionada.



FIG. 62 : PLANO DE CANALIZACION PLANTA EXTERNA



NODO	NOMBRE
1	CENTRAL ROMA
2	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA
3	TACA INTERNATIONAL AIRLINE
4	GALERIAS ESCALON
5	EDIFICIO SISA

FIG. 6.3: TRAYECTORIA DE ANILLO.

Con los datos que tiene el plano de canalización presentado en la figura 6.2, se logró determinar la distancia total del anillo.

Para ello fue necesario contabilizar los pozos localizados en el trayecto de anillo, sumar las distancias entre tramo y tramo de abonados, considerar la reserva en cada pozo y nodo de abonado, y la distancia comprendida entre el pozo y el punto donde estará colocado el equipo.

Cuando un tramo de cable se daña ó se corta, se recurre a la reserva contenida en los pozo sustituyendo fácil y rápidamente el cable dañado; esta reserva se coloca alrededor de las paredes del pozo por protección.

El número total de pozos es de 64, de estos se tomaron 54 con reservas de 2 metros y 10 con reservas de 5 metros.

$$54 \times 2\text{m} = 108 \text{ m}$$

$$10 \times 5\text{m} = 50 \text{ m}$$

En los nodos de abonado y en la central se consideraron las siguientes distancias entre el pozo y la ubicación del equipo:

$$4 \text{ nodos} \times (50 \times 2)\text{m} = 400\text{m}$$

$$(C. ROMA) \quad 1 \text{ nodo} \times (100 \times 2)\text{m} = 200\text{m}$$

La distancia entre tramo y tramo de abonados obtenida esta contenida en la tabla 6.5

#	TRAMO	DISTANCIA
1	C. ROMA - EDIFICIO LA CENTROAMERICANA	914.19 m
2	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA - TACA	441.95 m
3	TACA - GALERIAS ESCALON	484.77 m
4	GALERIAS ESCALON - EDIFICIO SISA	691.75 m
5	EDIFICIO SISA - CENTRAL ROMA	664.30 m
	TOTAL	3196.96 m

TABLA 6.5 : DISTANCIA ENTRE TRAMO DE ABONADOS

La distancia total del anillo viene dada por la sumatoria de :

- Distancia total de tramos de abonado :	3196.96 m	+
- Reserva en pozos :	108.00 m	+
- Pozos con mayor reserva :	50.00 m	+
- Distancia entre el pozo y la ubicación del equipo :	400.00 m	+
	200.00 m	=

*** TOTAL DEL TRAYECTO**

3954.96 m

La distancia determinada de todo el trayecto de anillo es de 3954.96 m ó aproximando se pueden considerar 4.0 Km.

6.7 CARACTERISTICAS DE LA CENTRAL

Las Centrales de Conmutación en el país, actualmente proporcionan niveles de voz comprendidos entre los rangos de frecuencia de 0.3 a 3.4 KHZ, en este proyecto se demanda de la central velocidades a 2 MBPS, es por esto que se recurre a la técnica de PCM - 30 para lograr la obtención de los afluentes de 2 MBPS requeridos. La cantidad de señales a 2 MBPS necesarias para cubrir la demanda total de los abonados según la tabla 6.4 es de 44; por lo tanto se utilizarán 44 equipos PCM-30 en la Central.

Centrales de conmutación que proporcionen directamente afluentes de 2 MBPS no requieren de la utilización de equipos PCM - 30.

A través de la central de conmutación los abonados de la red de anillo podrán establecer comunicación con el resto de la red Nacional e Internacional.

La capacidad máxima de afluentes a 2 MBPS que soporta la trama STM - 1 es de 63. De estos únicamente se estarán utilizando 44 los 19 restantes podrán mantenerse en reserva para ampliaciones futuras.

El usuario podrá hacer uso de los canales a 2 MBPS según sus necesidades (telefonía, fax, datos etc) y la central deberá reconocer cada uno de estos servicios.

6.8 INTERFAZ DE NODO DE RED

La técnica SDH tiene una velocidad básica de 155.52 MBPS que corresponde al STM -1. Para que la Red de Anillo trabaje a esta velocidad se requiere un interfaz que permita acoplar velocidades de 2 MBPS que entrega la Central de Conmutación con STM - 1, esto se logra a través del interfaz de nodo de red que se detalla en la recomendación G. 708 de CCITT, la cantidad máxima de señales a 2 MBPS requeridas para el multiplexado SDH es de 63, según la demanda obtenida en la tabla 6.4, la central deberá proporcionar 44 afluentes a 2 MBPS, los cuales serán entramados en un contenedor hasta llegar a conformar un STM 1 (proceso de multiplexado de señales a 2Mbps). Es decir que de los 63 canales a 2 MBPS, 19 podrán ser utilizados posteriormente para aumentar la capacidad de los nodos de abonados ó bien para incorporar en la red a un nuevo usuario. Esta facilidad es muy importante cuando se considera el crecimiento de servicios para los abonados.

Un multiplexor que realiza las funciones requeridas de interfaz entre afluentes a 2 MBPS y STM-1, se representa con el modelo IIIa (ver figura 6.4), el cual es muy utilizado en configuraciones de anillo.

La recomendación G.782 del CCITT presenta diversos modelos de multiplexores que pueden ser resumidos en la siguiente figura:

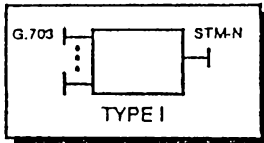
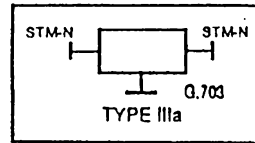
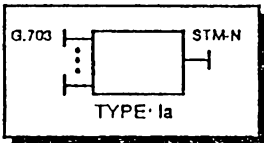
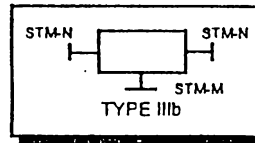
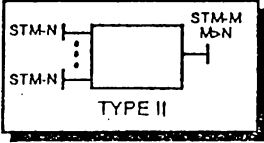
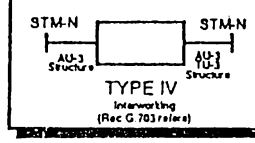
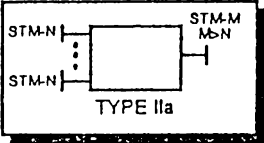
Type I	<ul style="list-style-type: none"> - Simple G.703 to STM-N MUX - Fixed tributary assignment in STM-N frame 		Type IIIa	<ul style="list-style-type: none"> - Able to access to constituent signal 	
Type Ia	<ul style="list-style-type: none"> - Flexible assignment of input to STM-N frame - VC-1/2 and/or VC-3/4 path connection function 		Type IIIb	<ul style="list-style-type: none"> - Demultiplexing STM-N signal to VC-1/2 	
Type II	<ul style="list-style-type: none"> - Combine a number of STM-N to STM-M - Fixed VC-3/4 assignment in STM-N frame 		Type IV	<ul style="list-style-type: none"> - AU-3 structure - AU-4/TU-3 structure translation 	
Type IIa	<ul style="list-style-type: none"> - Flexible assignment of VC-3/4 to STM-M frame - with VC-3/4 path connection 				

FIG. 6.4 : TIPOS DE MULTIPLEXORES

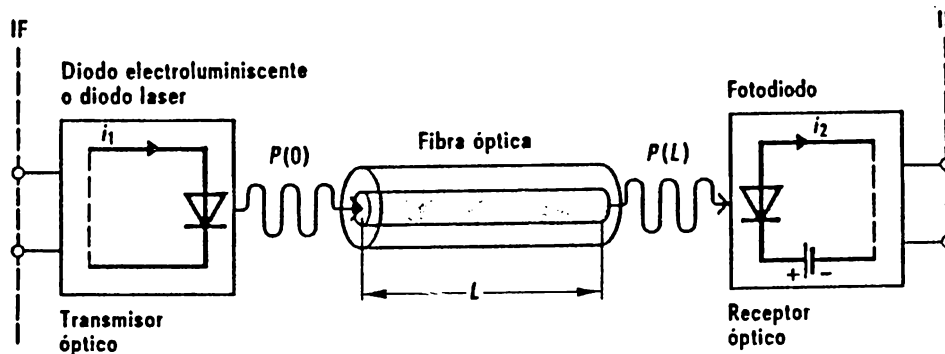
6.9 MEDIO FÍSICO DE ENLACE A UTILIZAR

El medio físico por el cual se transmiten señales desde voz, datos ó video juega un papel importante en el envío de información ya que de esto depende la calidad y confiabilidad de la señal que esta siendo transmitida .

La técnica SDH puede ser empleada con fibra óptica por lo que en el diseño prototipo se ha considerado trabajar con este medio físico el cual contribuye en la fidelidad de la transmisión y dada las cualidades de esta con relación al cable de cobre se pueden tener mayor capacidad, seguridad que la información no pueda ser intervenida ó presentar interferencias debidas a

descargas eléctricas u otros , menos fallas y mayores alcances de distancias sin regenerador utilizando un gran ancho de banda.

Los elementos que intervienen en la comunicación a través de un tramo de fibra óptica se representan con la figura 6.5 :



- L : Longitud de la ruta transmisión óptica
 i_1, i_2 : Corriente del Laser o del Fotodiodo
 $P(0), P(L)$: Potencia óptica de transmisión ó recepción
 IF : Interfaz electrico normalizado (CCITT)

FIG. 6.5 :ELEMENTOS DE LA TRANSMISION OPTICA

De acuerdo con esta figura se tienen a la entrada señales eléctricas (analógicas ó digitales) las cuales por medio de un transductor óptico (Diodo electroluminiscente o LASER) es convertida en una señal lumínica que viaja a través de la fibra y llega a un receptor óptico (Fotodiodo) el cual convierte la señal lumínica nuevamente en eléctrica.

Entre el emisor y el receptor puede acoplarse un regenerador en

el caso que la distancia lo amerite, para la red de anillo con la que se esta trabajando no hay necesidad de esto ya que los puntos entre nodo y nodo no exceden de 1 KMT y la distancia total de la red es de tan solo 4.0 KMT

Debido a que el tipo de fibra monomodo es mayormente utilizada y ya que es especialmente apropiada para transmisiones en banda ancha a lo largo de grandes distancias, en el enlace de la red de anillo se trabajará con este tipo de fibra, el uso de fibra monomodo en el prototipo se justifica en el capitulo 6.10.

Se ha considerado la utilización de un número de 4 pares de fibra óptica en subductos de 2 pulgadas que pueden ser introducidos dentro de ductos de 4 pulgadas.

6.10 INTERFAZ OPTICO PARA EQUIPOS RELACIONADOS CON SDH

La recomendación G. 957 del CCITT ⁵ lleva precisamente el titulo anterior y trata sobre la especificación de los parámetros para equipos y sistemas de soporte SDH definidos en G. 707, G. 708 y G. 709 y operando para fibras ópticas Monomodo utilizando las ventanas 2a (1310nm) y 3a (1550nm) conforme a las recomendaciones G. 652, G. 653 y G. 654.

Los propósitos de esta recomendación son proveer las especificaciones para el interfaz óptico de equipos SDH y sistemas de línea.

⁵ En el artículo " Referencias según Recomendaciones del CCITT " presentado al final del documento, se encuentra el nombre de todas las Recomendaciones mencionadas en este trabajo.

Según la recomendación G.957 de CCITT las especificaciones del transmisor y el receptor óptico en términos de longitud del vano, se definen para tres clases de aplicaciones:

- * INTRAOFICINA : Para unir diferentes equipos dentro de una misma oficina
- * CORTO ALCANCE : Para unir diferentes equipos en diferentes oficinas en la misma área
- * LARGO ALCANCE : Para unir equipos de dos oficinas remotas.

Al transmitir una señal STM-N en la ruta debe garantizarse que la señal contenga en el lado de recepción suficiente información para regenerar los impulsos del reloj. Esto significa que deben evitarse las secuencias de bits " 0 " y " 1 " largas durante la transmisión.

Tanto STM-1 como STM-N están previstos para la transmisión a través de fibras ópticas. Al transmitir la señal óptica basta con aleatorizar la señal eléctrica en el SCRAMBLER.

El código de línea óptica usado para todos los sistemas de interfases es la codificación binaria "revuelta" (scrambled) sin retorno a cero (NRZ).

La convención adoptada por los niveles ópticos lógicos es:

- * Emisión de luz para un nivel 1
- * No emisión para un nivel 0

La tabla 6.6 muestra la clasificación y código de los interfaces ópticos basados en su aplicación

Tabla - Resumen de los interfaces normalizados SDH

Aplicación		Intra Oficina	Entre Oficinas				
			Corto alcance		Largo alcance		
Long. de onda nominal		1310	1310	1550	1310	1550	
Tipo de fibra		Rec. G.652	Rec. G.652	Rec. G.652	Rec. G.652	Rec. G.652 Rec. G.654	Rec. G.653
Distancia (km)		<2	~15		~40	~60	
Nivel STM	STM-1	I-1	S-1.1	S-1.2	L-1.1	L-1.2	L-1.3
	STM-4	I-4	S-4.1	S-4.2	L-4.1	L-4.2	L-4.3
	STM-16	I-16	S-16.1	S-16.2	L-16.1	L-16.2	L-16.3

TABLA 6.6: CLASIFICACION DEL INTERFAZ OPTICO SEGUN LA APLICACION

El código de aplicación para la tabla anterior viene dado de la siguiente manera:

APLICACIÓN - STM Nivel - NUMERO SUFIJO

Con las siguientes designaciones:

I INTRAOFICINA

S CORTO ALCANCE

L LARGO ALCANCE

Y el número sufijo puede ser:

- ESPACIO ó 1 : indica longitudes de onda de 1310nm en fibra según G.652
- 2 : Para fibra según G.652 a 1550nm ó G.654
- 3 : Para fibra G.653 a 1550nm

Basados en esta recomendación y dada la distancia de 4.0 Kmt que tiene el modelo de red de anillo , se puede clasificar de acuerdo a su aplicación como de CORTO ALCANCE (S-1.1) por lo que puede utilizar fibra monomodo según recomendación G 652.

Ya que se ha definido el nivel de 155.52 MBPS como velocidad de trabajo de la red de anillo, en la tabla 6.7 se especifican los parámetros para el interfaz óptico STM 1 y la tabla 6.8 detalla el uso de estos parametros.

Los puntos S y R referidos en las tablas 6.7 y 6.8 se describen en la figura 6.6 la cual representa un sistema de interfaz de línea óptica en donde el punto S es una referencia al punto de la fibra óptica justo después del conector(Ctx) de transmisión óptica y el punto R es una referencia de la fibra óptica justo antes del conector (Crx) de recepción óptica.

TABLE G.957
Parameters specified for STM-1 optical interfaces

	Unit	Values									
Digital signal Nominal bit rate	kbit/s	STM-1 according to Recommendations G.707 and G.958 155 520									
Application code (Table 1/G.957)		I-1		S-1.1	S-1.2		L-1.1		L-1.2	L-1.3	
Operating wavelength range	nm	1260 ^a -1360		1261 ^a -1360	1430-1576	1430-1580	1280-1335		1480-1580	1534-1566/ 1508-1580	1480-1580
Transmitter at reference point S											
Source type		MLM	LED	MLM	MLM	SLM	MLM	SLM	SLM	MLM	SLM
Spectral characteristics											
- maximum RMS width (σ)	nm	40	80	7.7	2.5	-	4	-	-	4/2.5	-
- maximum -20 dB width	nm	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1
- minimum side mode suppression ratio	dB	-	-	-	-	30	-	30	30	-	30
Mean launched power											
9- maximum	dBm	-8		-8	-8		0		0		0
- minimum	dBm	-15		-15	-15		-5		-5		-5
Minimum extinction ratio	dB	8.2		8.2	8.2		10		10	10	
Optical path between S and R											
Attenuation range	dB	0-7		0-12	0-12		10-28		10-28	10-28	
Maximum dispersion	ps/nm	18	25	96	296	NA	185	NA	NA	135/296	NA
Minimum optical return loss of cable plant at S, including any connectors	dB	NA		NA	NA		NA		20	NA	
Maximum discrete reflectance between S and R	dB	NA		NA	NA		NA		-25	NA	
Receiver at reference point R											
Minimum sensitivity	dBm	-23		-28	-28		-34		-34	-34	
Minimum overload	dBm	-8		-8	-8		-10		-10	-10	
Maximum optical path penalty	dB	1		1	1		1		1	1	
Maximum reflectance of receiver, measured at R	dB	NA		NA	NA		NA		-25	NA	

^a Some administrations may require a limit of 1270 nm.

Parámetros del Transmisor

Parámetro	Existe para Controlar
Rango Operativo de Longitud de Onda	Atenuación, dispersión
Máximo ancho espectral RMS (MLM, LED)	Dispersión, ruido de partición modal
Máximo ancho a -20 dB (SLM)	Dispersión, ruido de partición modal, "chirp"
Mínima tasa de supresión lateral	Ruido de partición modal, "chirp"
Máxima potencia-media enviada	Seguridad, sobrecarga del receptor
Mínima potencia-media enviada	Potencia llegando al receptor
Mínima tasa de extinción	Cierre de ojo en el receptor

Parámetros de Trayecto Optico

Parámetro	Existe para Controlar
Rango de atenuación	Potencia llegando al receptor
Máxima dispersión	Cierre del ojo en el receptor
Mínima PRO (ORL) de la planta de cable en el punto S	Degradación del transmisor debida a ruido de intensidad relativa
Máxima reflectancia discreta entre los puntos S y R	Cierre del ojo en el receptor debido a reflexiones múltiples

Parámetros del Receptor

Parámetro	Existe para Controlar
Mínima sensibilidad	Operación correcta con señal de mínima potencia entregada en el punto R
Mínima sobrecarga	No quemar el receptor
Máxima penalización de trayecto óptico	Cierre de ojo debido a reflexiones y dispersión de peor de los casos
Máxima reflectancia del receptor en el punto R	Cierre de ojo debido a reflexiones múltiples

TABLA 6. 8

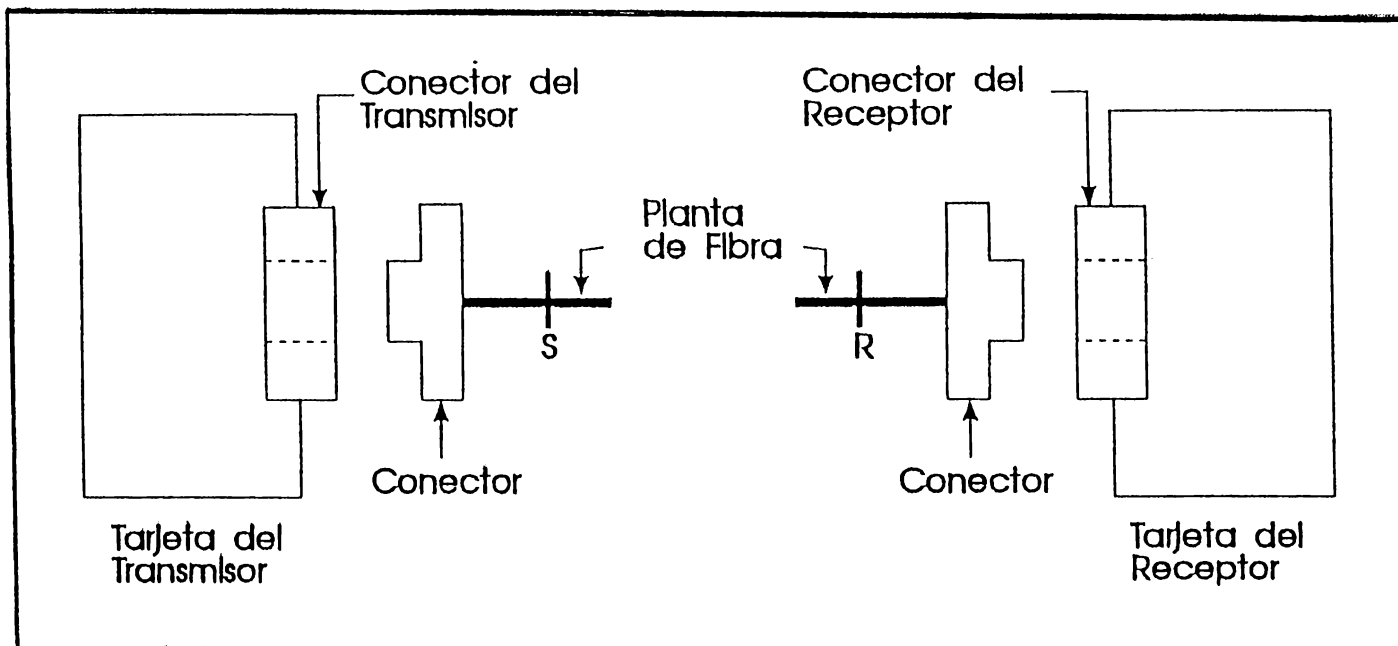


FIG. 6.6 : UBICACION DE LOS PUNTOS S Y R EN LA RUTA OPTICA

6.11 APLICACIONES DE LOS MULTIPLEXORES DE INSERCIÓN Y EXTRACCIÓN

Cada nodo de abonado estará formado por equipos multiplexores de inserción y extracción (ADM), los cuales deberán extraer ó insertar en forma bidireccional canales a 2 MBPS. El funcionamiento general de los ADM puede ser explicado a partir del siguiente diagrama:

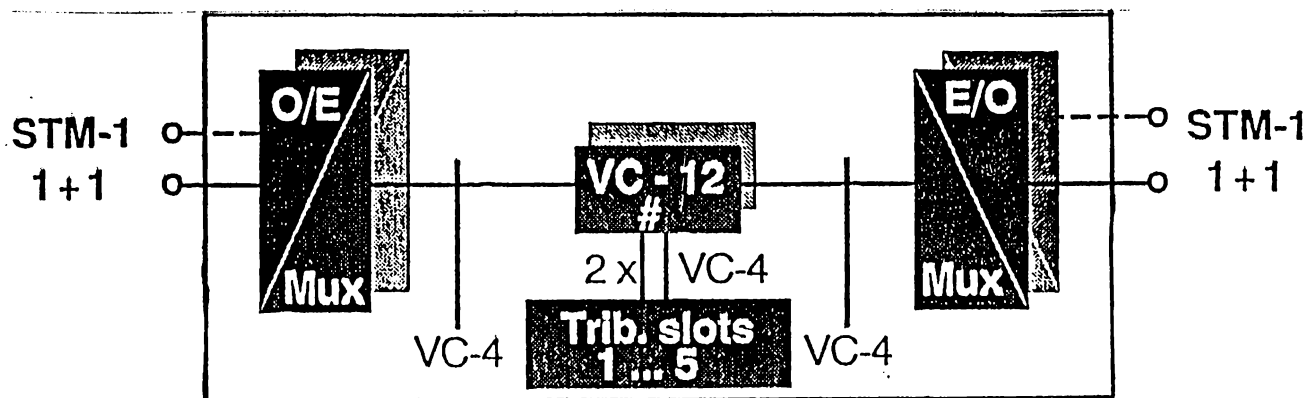


FIG 6.7 : MODELO DE ADM

Donde : O/E : Conversor óptico a eléctrico

 E/O : Conversor eléctrico a óptico

La figura muestra un modelo de multiplexor Add/Dropp con protección 1+1.

Para insertar ó extraer canales de datos, el multiplexor trabaja con señales eléctricas, por lo que el uso de interfases ópticos se vuelve necesario para la conversión de la señal transportada a través de fibra óptica en eléctrica y nuevamente en óptica para el caso de envío de información desde el nodo multiplexor hasta la central.

Cada ADM reconoce únicamente la información que le corresponde, esto es posible por la comprobación de trayectos que se lleva a cabo con el byte J1 del POH el cual es direccionado por el puntero AU. ó TU, de este modo el terminal receptor del trayecto puede verificar su conexión al transmisor deseado.

La técnica de punteros posibilita la localización directa de cada canal de datos en la trama STM-1 facilitando la inserción y extracción de la señal deseada.

Los bytes MSOH tienen entre otras funciones el control y monitoreo de fallas entre las diferentes secciones de multiplexores.

Los bytes POH realizan diversas funciones y contribuyen al monitoreo de fallas desde la transmisión de datos hasta la llegada a su destino.

Los modelos de multiplexores a utilizar en los nodos de abonados son del TIPO IIIa, mostrados en la figura 6.4

6.12 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA RED DE ANILLO

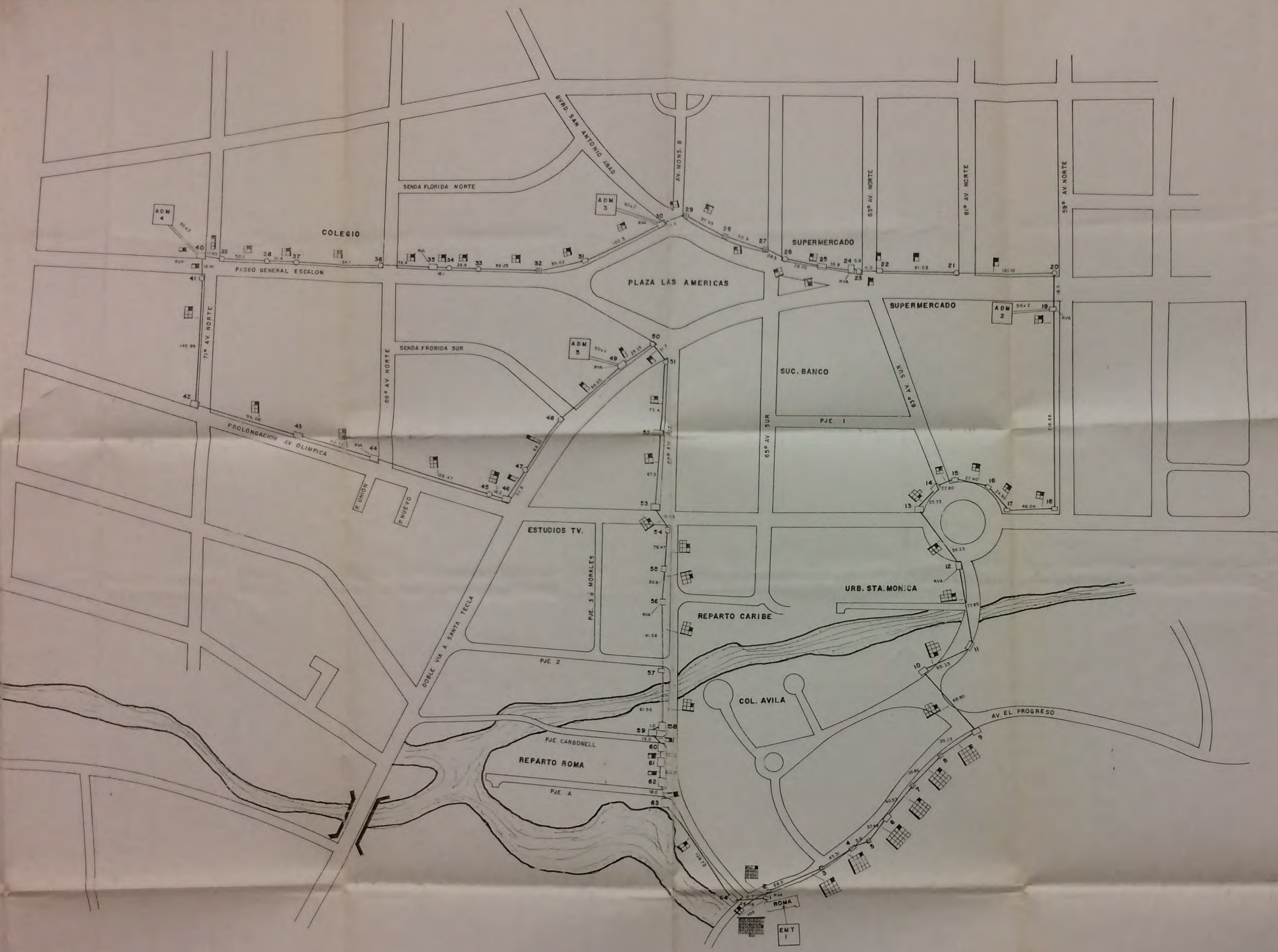
La capacidad máxima de la red de anillo viene dada por la cantidad máxima de señales a 2 MBPS que pueden ser transportadas por un STM 1 lo cual equivale a 63, según se observa en la tabla 6.8 de capacidades :

Designación	Nº de bytes	Capacidad de transporte	Nº de TU's multiplexado en VC-4 de STM-1
TU -11	27 = 9x3	1.728 Mbit/s	84
TU-12	36 = 9x4	2.304 Mbit/s	63
TU-2	108 = 9x12	6.912 Mbit/s	21
TU-3	774 = 9x86	49.54 Mbit/s	3

TABLA 6.8 : CAPACIDADES DEL VC-4

Aprovechando la estructura existente de canalización y siguiendo la ruta de anillo ya establecida (fig 6.3) se introducirán cuatro pares de fibra óptica de tipo monomodo y transmisor (LED ó LASER) en subductos de dos pulgadas para mayor protección, este subducto puede ser introducido en ductos mayores (4 pulgadas) que llevan cables de cobre.

Con dos pares de fibra transmitiendo en sentido unidireccional se establece toda la trayectoria del anillo, dos pares de fibra más son utilizados como líneas de protección las cuales transmiten en sentido contrario al de la ruta de trabajo; los pares restantes pueden ser utilizados para ampliaciones futuras.



CUADRO DE SIMBOLOS	
○	POZOS
□	VIAS VACIAS
▣	VIAS UTILIZADAS CON CABLES EXISTENTE
▤	NUEVA VIA A UTILIZAR CON F.O.
RVA	RESERVA MAYOR DE F.O. (5m/Paro)
ADM	Add/Drop MULTIPLEXER
EMT	EQUIPO MULTIPLEXOR TERMINAL A/D
I	CENTRAL ROMA
2	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA
3	TACA
4	GALERIAS ESCALON
5	EDIFICIO SISA

PROYECTO:	DISEÑO DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE SDH EN LA RED DE ACCESO	PLANO No.	1
UBICACION:	SAN SALVADOR	ESCALA:	1:2000
UNIVERSIDAD DON BOSCO		FECHA:	FEB/95
DISEÑO:	DR. MELBA ROMERO ZETIND CHICAS	REVISÓ:	ING. MAURICIO GONZALEZ

La figura 6.8 que se presenta en la siguiente página contiene el diseño elaborado en diagrama de bloques y los componentes del sistema.

(En esta figura se incluye la protección del anillo).

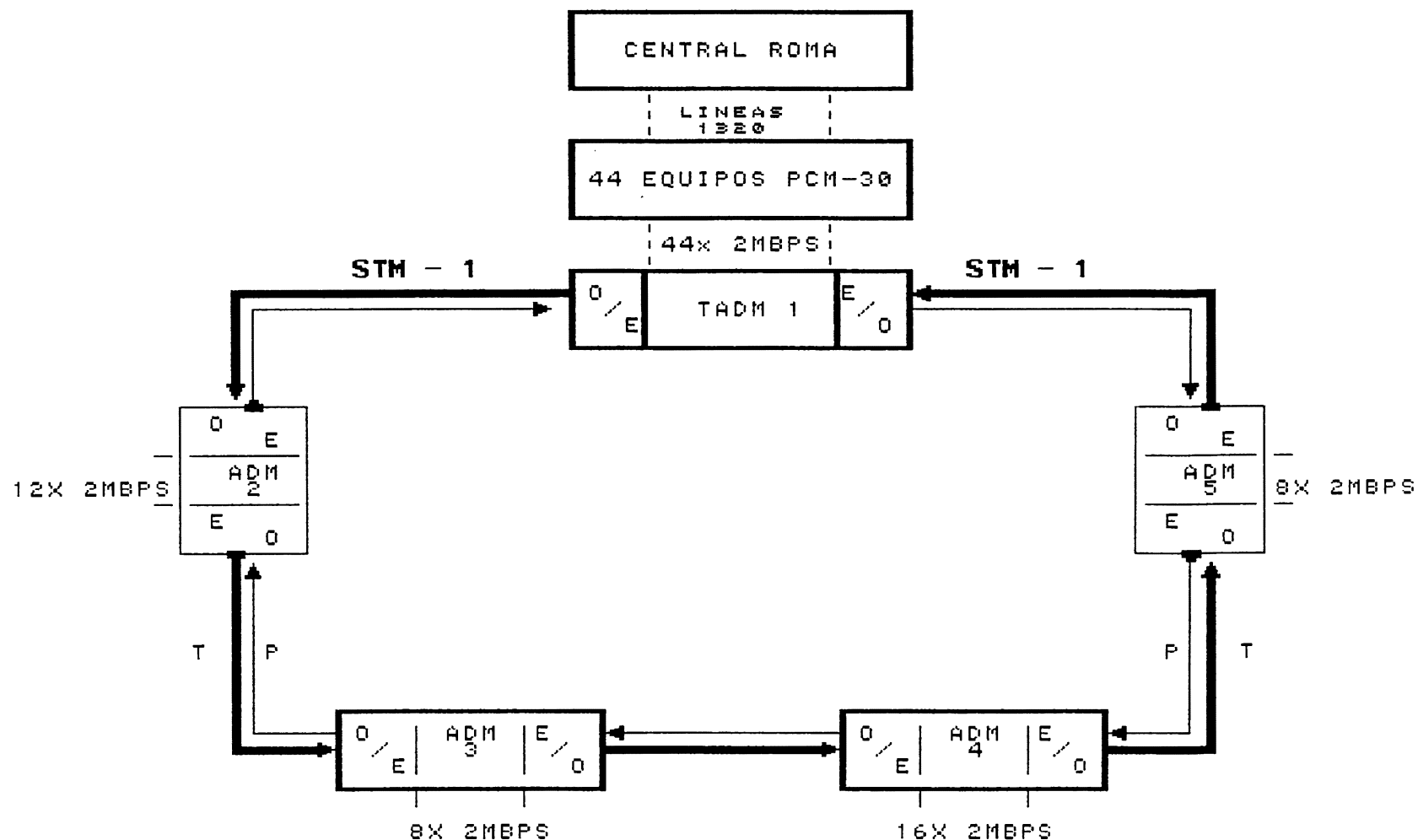
6.13 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA RED

Con relación a la figura en bloques 6.8 :

La central ROMA entrega 44 x 2 MBPS los cuales entran a los terminales del add/dropp multiplexer que se encarga de llevar esta velocidad hasta el nivel STM 1 que corresponde a 155.52 MBPS. Por medio del interfaz óptico de línea la señal eléctrica es convertida en óptica y dispuesta a atravesar por el par de cables de fibra óptica monomodo, al llegar esta señal a los puntos nodales conformados por los equipos ADM es previamente convertida a eléctrica para el proceso de extraer e insertar canales a 2 MBPS según lo que demande cada nodo; nuevamente la señal a transmitir se convierte en óptica.

A través del byte J1 cada nodo reconoce únicamente la información que le corresponde y tiene acceso a esta por medio de apuntadores.

Teóricamente ésta sería la descripción de la forma en que funciona la red de anillo con los respectivos elementos que la conforman. El sistema de protección y su funcionamiento se explica en el siguiente artículo.



- ADM : Add/Drop multiplexer o Multiplexor de insercion y extraccion
- TADM : Terminal Add/Drop Multiplexer ubicado en Central
- O/E o E/O : Convertidor optico /electrico o viceversa
- T : Linea de trabajo
- P : Linea de proteccion
- STM-1 : Modo de Transferencia Sincrono nivel 1 (155.52 MBPS)

FIG 6.8 : DIAGRAMA EN BLOQUE DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE SDH EN LA RED DE ACCESO

6.14 DISEÑO DEL CIRCUITO DE PROTECCION PARA LA RED DE ANILLO

Una de las condiciones que se desea incluir en este proyecto es la de contar con un sistema de red que incluya seguridad para la transmisión ininterrumpida de la información, a este fin se ha establecido una protección 1+1 en las líneas, esta consiste en un par de fibras adicionales colocadas en forma paralela a la ruta de trabajo, que se mantienen en reserva mientras se desarrolla el funcionamiento normal de la red.

Al ocurrir un fallo en alguno de los trayectos ó rutas del anillo, se conmuta a las líneas de protección (que transmiten en sentido opuesto a la ruta de trabajo) la cual asume al 100% toda la carga. Durante este proceso de conmutación, es muy probable una pequeña pérdida de la señal establecida pero no de la que esta en proceso.

Cuando sucede este tipo de fallos, los nodos de abonados situados entre el tramo dañado, identifican el fallo y enrutan la información por la línea de protección precedente.

Una vez corregido el fallo, el anillo nuevamente vuelve a su funcionamiento original.

La figura 6.8 es un ejemplo en bloques de la red funcionando normalmente

La figura 6.9 que se presenta a continuación muestra el funcionamiento de la red al producirse un fallo en una de las rutas ó trayecto del anillo

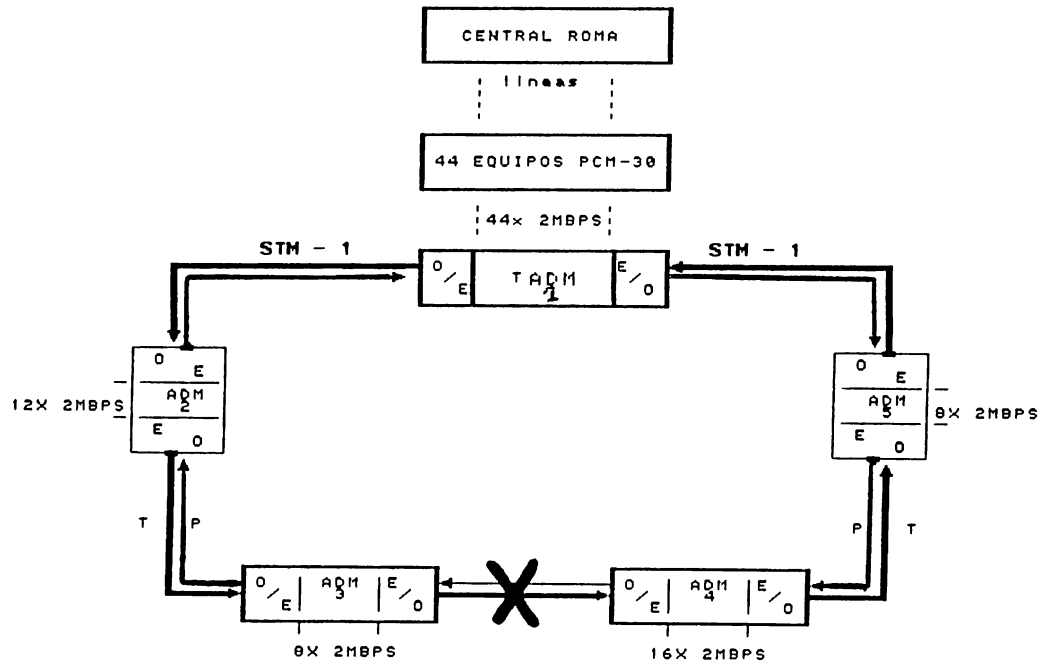


FIGURA 6.9 : ANILLO AUTOCORREGIBLE

Esta figura presenta una condición de falla en uno de los trayectos, como puede observarse, en este caso se conmuta inmediatamente a las líneas de protección quedando de este modo ininterrumpido el funcionamiento de la red. Con esto se asegura que los usuarios de la red no sean afectados por las consecuencias de fallos en alguno de los tramos del anillo.

El diseño elaborado se muestra en el siguiente plano :

CAPITULO VII

EVALUACION DEL PROYECTO

7.1 INTRODUCCION

La evaluación técnico - económica del diseño elaborado es de gran importancia para deducir si es factible ó no, llevar a la practica proyectos de esta índole los cuales deben ser soluciones que permitan disminuir costos de implementación y mantenimiento, proporcionar mejor servicio al usuario y mayores ingresos a la entidad operadora ó administración.

Los resultados del levantamiento de la demanda de las necesidades de servicios de telecomunicación presentada capítulo VI, indica la presencia de un gran mercado comprendido por empresas, industrias, comercios y otros en donde puede ser explotada la alternativa que plantea este trabajo.

Los capítulos siguientes contienen un análisis técnico-económico del diseño elaborado, y se espera que sirva como referencia para evaluar la trascendencia de la implementación de proyectos en la red de acceso utilizando la estructuras de anillos autocorregibles y la técnica SDH; también incluye un diseño de red elaborado con cable de cobre a fin de establecer una diferencia entre ambas tecnologías.

La evaluación técnica consistirá en analizar este proyecto tomando en cuenta la estructura existente, tiempo estimado de ejecución, posibilidades de expansión de los abonados,

posibilidad de estructurar nuevos anillos etc.

La evaluación económica comprenderá un estimado sobre la inversión del proyecto, ya que los costos de equipo, materiales y costos de implementación, que se investigaron, corresponden a valores aproximados de los precios del mercado.

Finalmente se presenta el diseño de red con cable de cobre, los costos, las condiciones de servicio para la demanda de los cuatro abonados tomados como modelos y la diferencia entre ambas redes.

7.2 EVALUACION TECNICA

Para el diseño mostrado en el plano 1, se presenta la lista de equipos y elementos que forman parte de este:

* EQUIPO TERMINAL UBICADO EN LA CENTRAL

- 1 ADD/DROP MULTIPLEXER (ADM) del tipo IIIa según la recomendación G.782 del CCITT, con capacidad de 63 afluentes a 2MBPS y equipado para 44 afluentes
- 44 Equipos PCM-30 ⁶

* EQUIPOS PARA NODOS DE ABONADOS

- 4 Add/Drop multiplexer del tipo IIIa según la recomendación G. 782 del CCITT , con facilidades para utilizar afluentes de 2 MBPS.
- 44 Equipos PCM-30 ⁷

⁶ Centrales de Conmutación que proporcionen directamente canales a 2 MBPS no requieren de estos equipos al lado de la Central.

⁷ El abonado puede hacer uso de PCM-30 para la obtención de canales a 64 KBPS. (En este estudio la adquisición de estos equipos queda a opción del usuario).

* ELEMENTOS PARA ENLAZAR LA RED DE ANILLO

- 4 Kmt de cable de fibra óptica con cuatro pares de fibra del tipo Monomodo y longitud de onda nominal de 1310 nm.
- Subductos de 2 pulgadas
- Mufas para empalmes
- Miceláneos

Se considera Telealimentación a través de pares simétricos en los cables de fibra óptica para alimentar los equipos en línea ubicados en los nodos de abonado.

Ya que se ha considerando la canalización existente para la ruta del anillo, no se toman en cuenta los costos y materiales necesarios de canalización.

La posibilidad de utilizar equipos regeneradores se deberá considerar en aquellos casos en donde las longitudes de los tramos del anillo sobrepasen los 25 KM.

7.2.1 TIEMPO DE EJECUCION

Se han definido actividades generales y tiempo estimado de 10 semanas, para la ejecución ó implementación del proyecto, sin embargo se ha incluido también el tiempo estimado para la fabricación y transporte de los equipos; todo esto se resume en el diagrama de tiempos y actividades de la figura 7.1 .

DIAGRAMA DE TIEMPOS Y ACTIVIDADES

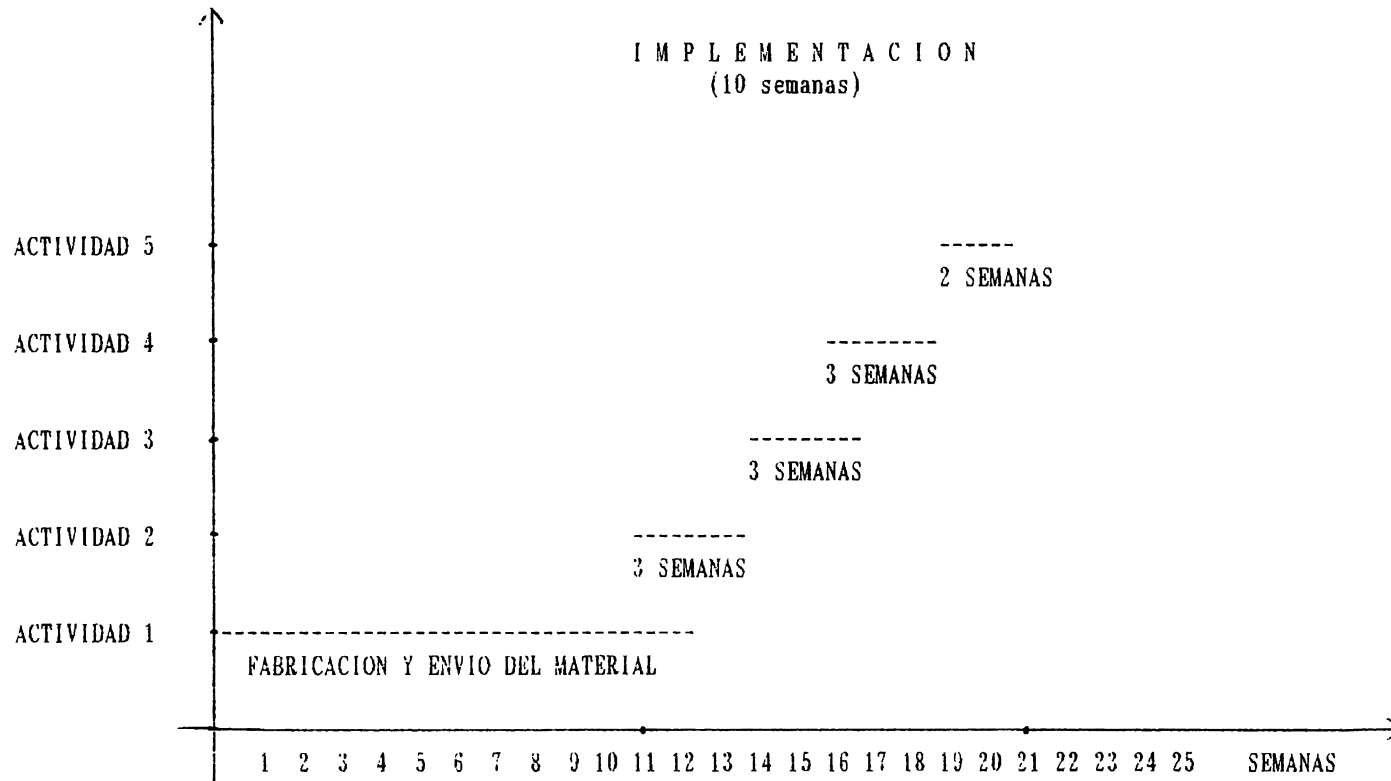


FIGURA 7.1

La descripción de cada actividad se presenta a continuación:

ACTIVIDAD 1 : TIEMPO DE FABRICACION Y ENVIO DEL MATERIAL

- * El tiempo estimado de preparación ó fabricación del equipo es de 8 semanas.
- * El tiempo que se estima para el transporte de los equipos y fibra óptica es de 4 semanas.

ACTIVIDAD 2 : INSTALACION DE RED

* Se refiere a los trabajos necesarios que deberán realizarse para la instalación del cable en la canalización, como por ejemplo :

a) Preparación

- Revisión y limpieza de ductos existentes
- Limpieza de pozos existentes
- Instalación de subductos y enguiado

b) Cableado

- Instalación de cable en pozo y ductos existentes
- Fijación de cable en pozos y la central

_ Empalmes.

ACTIVIDAD 3 : MONTAJE

Comprende la instalación del equipo a utilizar, ejemplo :

- Instalación de equipos PCM-30 y terminal multiplexor en Central Roma
- Instalación de equipos add/drop multiplexor en cada nodo de abonado.

ACTIVIDAD 4 : PRUEBAS

Se refiere a todas las pruebas que deberán hacerse desde la instalación hasta la puesta en operación de los equipos y fibra óptica y podría comprender:

- Medidas ópticas : Potencia de salida del transmisor, potencia mínima del receptor y otras pruebas como las que se presentan en la recomendación G. 652 para cables de tipo monomodo.
- Pruebas de error de bits
- Simulación de deslizamientos (slips) para probar los mecanismos de puntero.
- Chequeo de paridad en POH, operación del puntero, alarmas, comprobación de encabezados.
- Simulación de fallas u otras pruebas requeridas para la comprobación del buen funcionamiento de los equipos y red.

ACTIVIDAD 5 : PUESTA EN MARCHA

Se ha considerado un tiempo para solventar cualquier imprevisto y finalmente para la operación definitiva de todo el sistema.

7.2.2 VENTAJAS PARA LA EMPRESA OPERANTE COMO PARA EL USUARIO

Las posibilidades que permite este tipo de proyecto tanto para la empresa operante como para el usuario son:

PARA LA ENTIDAD OPERARIA

A) Optimización de los recursos existentes :

Esta técnica permite utilizar la infraestructura existente de canalización; así como también se están optimizando las centrales

de conmutación que actualmente funcionan en el país, las cuales la parte de abonado aún es analógica.

B) Facilidad de localización de fallos

Gracias al Software con que cuenta el sistema es posible la rápida localización de fallos y la continua supervisión del comportamiento de la red.

C) Operación continua :

La protección de la red de anillo permite que ésta conmute automáticamente a las líneas de reserva que paralelamente funcionan, el servicio no es interrumpido por fallo .

D) Rentabilidad de la red :

En el aprovechamiento de la infraestructura existente, la seguridad, la facilidad de nuevos servicios y en el monitoreo continuo radica la rentabilidad de la red, estas ventajas permiten reducir considerablemente los costos futuros de implementación y mantenimiento; la Administración se beneficia al proporcionar mayor cantidad de servicios por abonado con menos fallos e interrupciones, lo que redundará en mayor tráfico, mayor tiempo de servicio y mayores ingresos; la Administración se podría beneficiar también con tarifas diferenciadas por los servicios.

E) Tiempo de implementación :

Se puede brindar este servicio al abonado a corto plazo.

F) Calidad del servicio :

Los incisos anteriores indican un mejor servicio que estaría garantizando la empresa operante al usuario.

Además la utilización de fibra óptica permite una transmisión confiable (libre de interferencias) de la información.

G) Demanda existente :

Se cuenta con un amplio mercado para lograr desarrollar futuros proyectos de ésta índole.

H) Flexibilidad de la red :

Este tipo de red permite el crecimiento en los servicios de telecomunicaciones para los abonados brindando un servicio digital, con mayor capacidad y mayor velocidad.

PARA EL USUARIO

A) Posibilidad de adquirir diversidad de servicios de

telecomunicaciones incluyendo los de mayor ancho de banda :

El usuario tiene la facilidad de tener simultáneamente diversidad de servicios en telefonía y datos según sea requerido gracias al ancho de banda que se proporciona.

Los servicios de banda ancha son aquellos que precisan de una velocidad de transmisión digital igual ó mayor a 2 MBPS.

La cantidad de señales a 2 MBPS que se necesiten, podrán ser suministradas gracias a las facilidades que se tienen con los add/drop multiplexer, que se encargarán de extraer ó insertar

señales a 2 MBPS tantas veces sea requerido. Es decir que los ADM permiten proporcionar no sólo uno sino varios 2 MBPS para cada abonado.

Con velocidades a 2 MBPS el usuario puede disponer de 30 canales para ser utilizados como canales telefónicos, canales de datos a 64 KBPS o bien distribuirlos para telefonía y datos.

Servicios como el de Video-teleconferencia trabajan a velocidades de 1.5 MBPS, en estas circunstancias, el usuario dispone de los 2 MBPS para suministrar únicamente este servicio y a la vez puede ocupar otros canales a 2 MBPS para telefonía ó datos según lo demande.

Algunos ejemplos de servicios de telecomunicaciones que pueden ser utilizados simultáneamente son:

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| * Telefonía básica | * Facsímil (fax) |
| * Teleescritura | * Videolento |
| * Videotexto | * Teletexto |
| * Correo Electrónico | * Teleconferencia |
| * Telealarmas | * Telecontrol |
| | * Video Teleconferencias, etc. |

B) Seguridad en la Red

Gracias a la protección con que cuenta la Red de Anillo, al ocurrir un fallo en alguno de los tramos, los abonados de la red siempre tendrán disponible los servicios.

C) Posibilidad de crecimiento

Este tipo de proyectos permiten al usuario introducir rápidamente diversidad de servicios de telecomunicaciones.

La demanda de servicios en telecomunicaciones cada vez aumenta; y es sumamente ventajoso contar con un sistema que permita al usuario crecer, sin restricciones de velocidad y capacidad así como también, brindar la posibilidad a otros usuarios de incorporarse ya sea al anillo existente ó a nuevas configuraciones de anillo.

El problema de concentración de abonados también es solucionado, si se considera que ésta técnica presenta la gran ventaja de poder ubicar usuarios en tramos menores de 25 KM en la red de anillo, sin variar por esto, significativamente los costos.

En resumen el usuario se beneficiaría con una red sumamente flexible.

La figura 7.2 muestra algunas de las formas de como el usuario puede disponer de los canales a 2 MBPS:

ANILLO 1

Según este modelo, el canal de 2MBPS, por medio de un conmutador (ó equipos PCM-30) se distribuye en diferentes servicios de telefonía y datos a 64 KBPS, para el caso cada uno de estos servicios deberá ser identificado por la central independientemente.

ANILLO 2

En este ejemplo se tienen dos posibilidades, una de ellas es proporcionar un servicio a 2 MBPS como lo es el de Videoconferencia y la otra forma es llevar 2 MBPS hasta el terminal de una computadora la cual hará las veces de centralita y podrá conectar periféricos según la conveniencia.

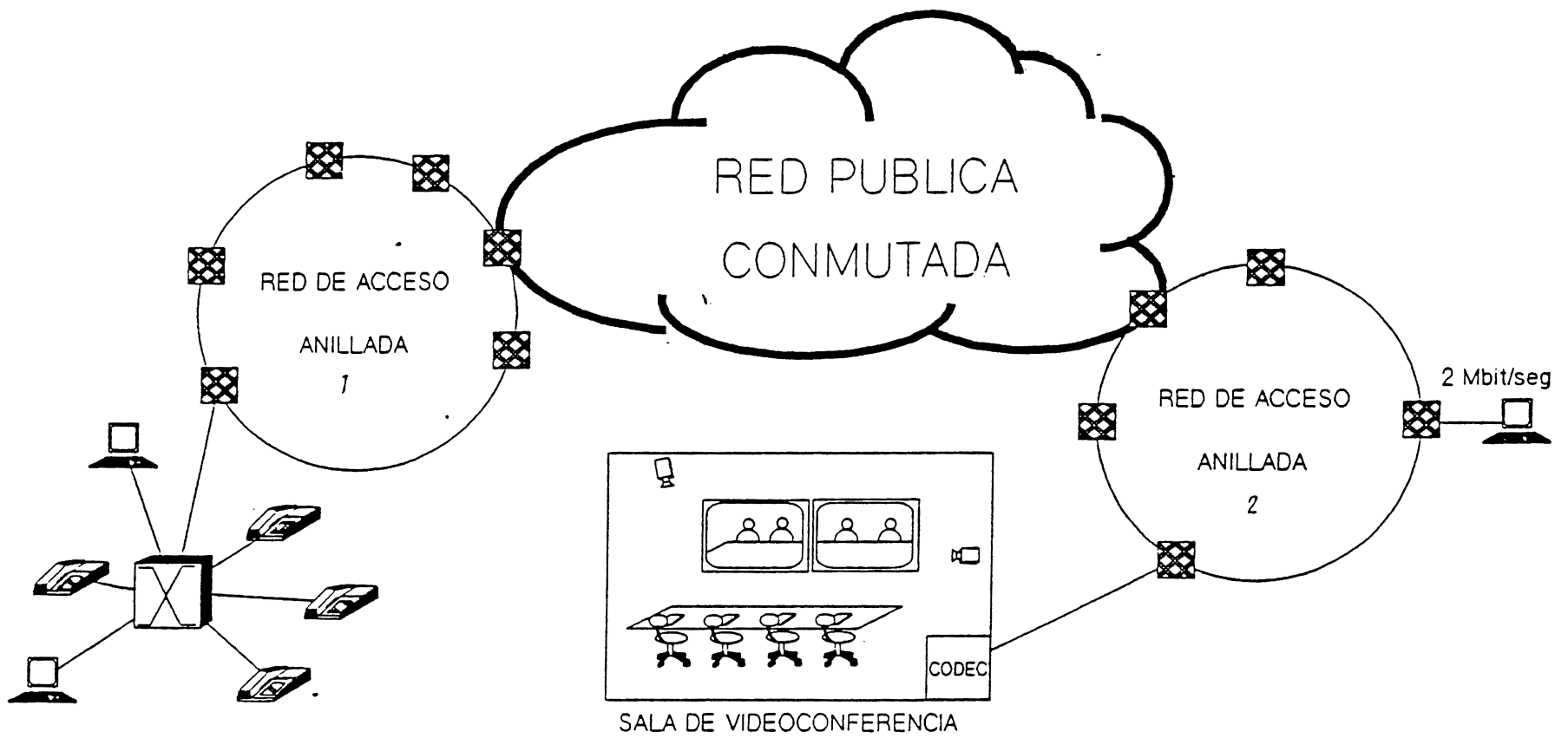
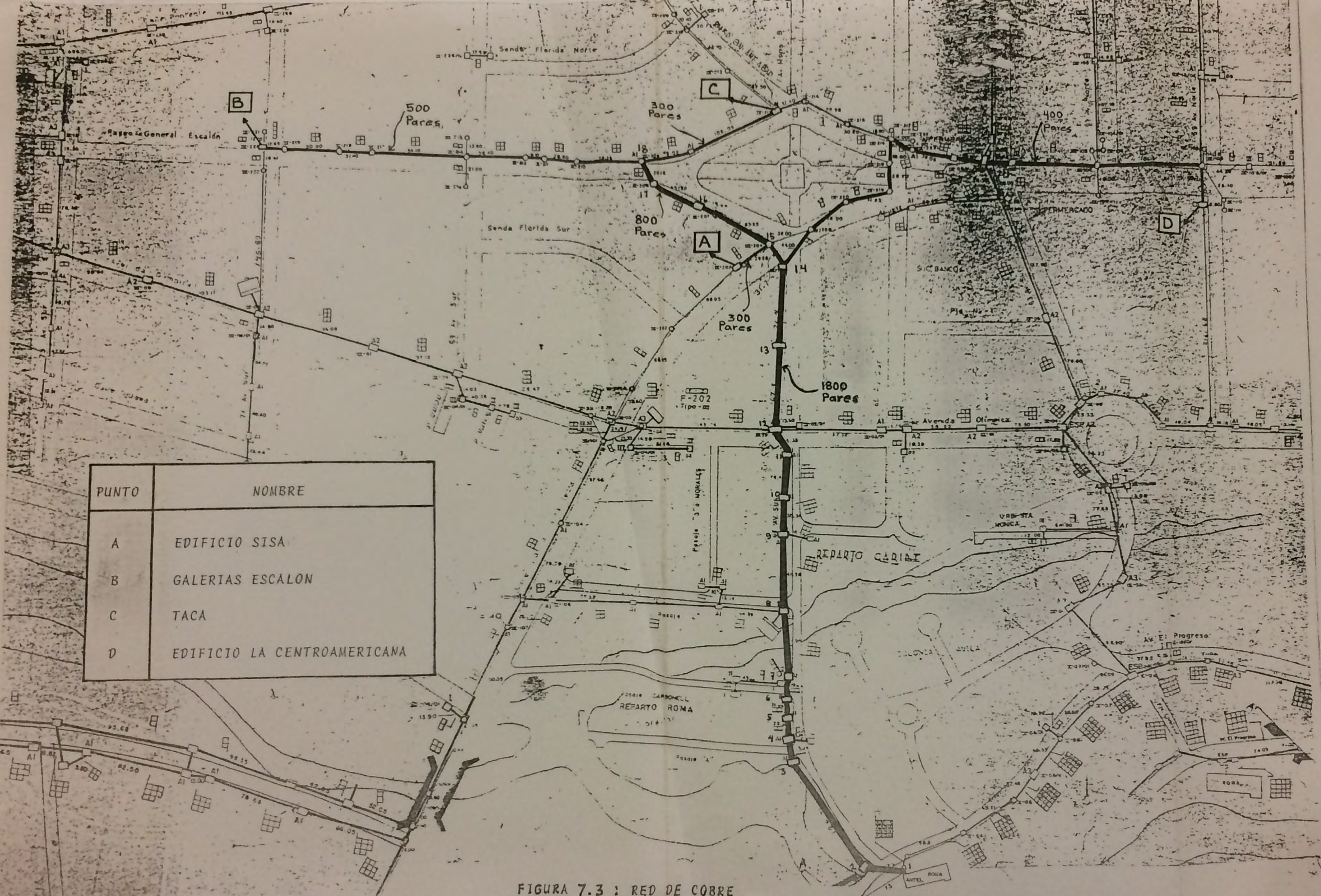


FIGURA 7.2 : POSIBILIDADES DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACION EN REDES DE ANILLO



PUNTO	NOMBRE
A	EDIFICIO SISA
B	GALERIAS ESCALON
C	TACA
D	EDIFICIO LA CENTROAMERICANA

FIGURA 7.3 : RED DE COBRE

7.3 EVALUACION ECONOMICA DEL ANILLO SDH

Para llevar a cabo el estudio económico del diseño presentado en el plano 1, fue necesario investigar los precios aproximados de los materiales, equipos y trabajos por instalación requeridos para la ejecución del proyecto.

Estos datos deben ser considerados como costos estimados que servirán para formar una idea de la inversión de este proyecto, y no como precios reales, por otra parte también debe tomarse en cuenta que a medida que nuevas tecnologías van cobrando vigor en el mercado los costos de los productos tienden a disminuir.

Los costos que no incluye este estudio económico y que en proyectos reales deben ser considerados son:

- Costos por entrenamiento al personal para el manejo de los equipos u otros.
- Costos de transporte
- Costos de IVA etc.

Los cuadros de costos A y B presentan respectivamente los costos de materiales, equipos y de trabajos a realizar para la red de anillo SDH autocorregible, los precios se presentan en base al Dólar, debido a que así vienen dados en el mercado.

COSTOS DE EQUIPOS Y MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS \$	COSTO TOTAL \$
CABLE DE 4 PARES DE FIBRA OPTICA TIPO MONOMODO	Mt	4000	5.00	20,000.00
ADD/DROP MULTIPLEXER	U	5	55,000.00	275,000.00
* CONVERTIDOR PCM-30 UBICADO EN CENTRAL	U	44	5,000.00	220,000.00
MUFAS PARA EMPALMES	U	5	850.00	4250.00
SUBDUCTOS DE 2 PULGADAS	MT	4000	1.00	4000.00
TERMINALES DE UNION	U	5	2000.00	10,000.00
T O T A L (A)				533,250.00
* EQUIPO PCM-30 PARA ABONADO	U	44	5000.00	220,000.00

CUADRO A

COSTOS DE TRABAJOS A REALIZAR

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS \$	COSTO TOTAL \$
PREPARACION E INSTALACION DE FIBRA OPTICA EN CANALIZACION EXISTENTE	Mt	4000	2.00	8,000.00
EMPALMES, INSTALACION DE MUFAS Y ACCESORIOS	U	5	150.00	750.00
INSTALACION DE EQUIPOS ADM	U	5	350.00	1,750.00
INSTALACION DE PCM-30	U	44	200.00	30,000.00
ASESORIA				10,000.00
IMPREVISTOS				10,000.00
TOTAL (B)				110,500.00

CUADRO B

7.4 DISEÑO BASADO EN LA RED DE COBRE

Para efectos de comparación se ha elaborado, un diseño con los abonados tomados como modelo, utilizando una red de cobre; nuevamente se tomo la figura 6.2 la cual presenta la canalización de la zona en estudio, basados en esta figura, se trazó el trayecto requerido para llegar a cada uno de los abonados, como lo muestra la figura 7.3.

La distancia de los tramos determinados ha sido la siguiente :

TRAMO	DISTANCIA (m)
* Con cable de 1800 pares (desde C. Roma hasta pozo # 14)	631.35
* Con cable de 300 pares (desde pozo # 14 hasta punto A)	162.95
* Con cable de 800 pares (desde pozo # 14 al pozo # 18)	287.90
* Con cable de 500 pares (desde pozo # 18 hasta el punto B)	463.70
* Con cable de 300 pares (desde pozo # 18 hasta punto C)	241.07
* Con 400 pares (desde pozo # 14 hasta punto D)	659.98

Estas distancias incluyen la reserva de 2 mt de cable en cada uno de los pozos, más la distancia que va del pozo hasta el punto donde será colocado el Subrepartidor de cada abonado.

La distancia total es de 2.446 Km, o aproximadamente de 2.5 Km.

Los cuadros C y D presentan los costos de este proyecto.

COSTOS DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS UNITARIOS \$	COSTO TOTAL \$
CABLE CON RELLENO DE JALBA Y CONDUCTOR DE 0.4 mm :				
TRAMO DE 1800 PARES	Ml	632	47.00	29704.00
TRAMO DE 300 PARES	Ml	163	9.00	1467.00
TRAMO DE 800 PARES	Ml	288	22.00	6336.00
TRAMO DE 500 PARES	Ml	464	16.00	7424.00
TRAMO DE 300 PARES	Ml	242	9.00	2178.00
TRAMO DE 400 PARES	Ml	660	15.00	9900.00
SUBREPARTIDORES	U	4	1332.00	5328.00
MUFA PARA POZOS DE REGISTRO, CONECTORES, CINTAS, AGENTE SECANTE ETC. :				
1500 - 1800 PARES	JGO	6	698.00	4188.00
500 - 800 PARES	JGO	3	565.00	1695.00
300 - 400 PARES	JGO	3	321.00	963.00
MATERIAL DE CANALIZACION :				
INCLUYE TUBOS DE PVC DE 4 PULGADAS/6M, SEPRADORES, PEGAMENTO, HILO NYLON, GUIA	TUBOS	167	38.00	6346.00
TOTAL (C)				75,529.00

CUADRO (C)

COSTOS DE TRABAJOS A REALIZAR

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$	PRECIO TOTAL \$
PREPARACION E INSTALACION DE RED	Mt	2500	6.00	15,000.00
INSTALACION DE ARMARIOS SUBREPARTIDORES	U	4	290.00	1160.00
EMPALME E INSTALACION DE MUFA:				
DE 1800 PARES	U	6	1000.00	6000.00
DE 300 - 800 PARES	U	6	570.00	3420.00
CANALIZACION DE 4 VIAS	Mt	1000	25.00	25,000.00
IMPREVISTOS				5500.00
TOTAL (D)				56,080.00

CUADRO (D)

7.4.1 CONDICIONES DEL MODELO

LIMITANTES :

Está red ofrece niveles de telefonía y requiere de otros equipos para transmitir datos como son los ya conocidos MODEMS.

La red presenta un número máximo de 1800 líneas, lo que restringe la posibilidad de incrementar en un futuro los servicios al usuario

SEGURIDAD :

La red presenta todos los trayectos críticos ya que cualquier ruptura en algunos de estos puede ocasionar la interrupción parcial ó completa del servicio para uno, dos ó todos los abonados enlazados.

CALIDAD DEL SERVICIO :

Existe la posibilidad de que se presenten problemas de diafonía ó fallas por aislamiento etc., las cuales pueden producir interferencias en la comunicación en curso. (Como se citó en la pag. 8)

COSTOS :

La inversión por costos de implementación ha resultado relativamente barata; sin embargo, se debe tomar en cuenta que inicialmente todas las líneas están siendo utilizados para servicios de telefonía básica, si se requiere servicios de datos, los costos se incrementan por la utilización de MODEMS. Por otra parte se corre el riesgo de roturas en trayectos lo cual elevaría los costos considerablemente.

El abonado también resulta afectado ya que requiere de invertir en equipos que le faciliten la transmisión de datos.

7.5 ANALISIS DE COSTOS Y COMPARACION DE MODELOS PRESENTADOS

Para el modelo de red de anillo SDH, se tienen los siguientes montos obtenidos de los cuadros A y B

COSTO A : Materiales y Equipos	=	\$	533,250.00
COSTO B : Trabajos a realizar	=	\$	110,500.00
<hr/>			
TOTAL COSTOS DE A + B	=	\$	643,750.00

Para el modelo de red de cobre que proporciona niveles de voz se tienen los siguientes costos obtenidos de los cuadros C y D :

COSTOS C : Materiales	=	\$	75,529.00
COSTOS D : Trabajos a realizar	=	\$	56,080.00
<hr/>			
TOTAL COSTOS DE C + D	=	\$	131,609.00

Basado en la información obtenida de las encuestas, se ha considerado para ésta red de cobre, que un 40% de la demanda total (1320 líneas) es para datos, por lo que se han incluido los costos de equipos MODEMS los cuales oscilan alrededor de los \$1500.00 :

528 líneas x \$ 1500	=	\$	792,000.00
Más el total de C + D	=	\$	131,609.00
<hr/>			
MONTO TOTAL		\$	923,609.00

Los resultados presentan que la Red Tradicional de Cobre para brindar servicios de voz y datos (sólo el 40% según éste ejemplo) requiere mayor inversión que la Red de Anillo SDH, siendo la diferencia de costos entre ambas redes de \$ 279,859.

Aproximando \$ 280,000.00

La rentabilidad de la Red de Anillo SDH se evalúa con la relación

COSTOS vrs CALIDAD DE SERVICIO

La inversión de ésta red es menor que la implementación de la tradicional red de cobre (tomando en cuenta los costos de equipos MODEMS). Además la Red de Anillo SDH se hace aún más rentable si se consideran las múltiples ventajas que ofrece, como lo es de llegar al usuario con un servicio digital, flexible, seguro, a velocidad y capacidad mayor, y que va a favorecer con la reducción de costos por mantenimiento. También la Administración se beneficiará incrementando sus ingresos al no presentar problemas por fallas e interrupciones lo que asegura un mayor tráfico y tiempo de servicio continuo; así mismo tiene la opción de disponer de tarifas diferenciadas por estos servicios.

De este modo la red proporciona un excelente servicio a bajo costo.

Se ha preparado un cuadro comparativo entre los dos modelos de red, es decir entre la red tradicional de cobre y la nueva red SDH en estudio. Estos datos se tienen en el Cuadro Comparativo E presentado a continuación.

CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS DE RED

DESCRIPCION	RED ACTUAL	RED DE ANILLO SDH
SERVICIO	ANALOGICO	DIGITAL
VELOCIDAD	0.3 a 3.4 KHZ	155.52 MBPS
CAPACIDAD	UN CANAL POR PAR DE COBRE	1890 CANALES POR PAR DE FIBRAS
SEGURIDAD	MINIMA	PROTECCION DE ANILLO
TIPO DE CABLE	COBRE	FIBRA OPTICA
MANTENIMIENTO Y CONTROL	EXPORADICO (solo en caso de fallas)	MONITOREO CONTINUO
EN CASO DE FALLOS	SERVICIO INTERRUMPIDO	SERVICIO ININTERRUMPIDO
CALIDAD DE TRANSMISION	SUSCEPTIBLE A INTERFERENCIAS	ALTA, LIBRE DE INTERFERENCIAS
TIEMPO DE IMPLEMENTACION	CORTO	CORTO PLAZO
ALCANCES (DISTANCIAS)	CORTAS	LARGAS
RENTABILIDAD	POCO RENTABLE	MAYOR
CAPACIDAD DE CRECIMIENTO	NINGUNO	HASTA 16XSTM-1 (veloc. 2.5 GBPS) es decir 16X63X30/par de fibras
OTROS	REQUIERE DE EQUIPO ADICIONAL PARA TRANSMITIR DATOS	SE PUEDEN PROPORCIONAR AFLUENTES A 2 MBPS SEGUN LAS NECESIDADES DEL USUARIO

CONCLUSIONES

De todo el trabajo realizado con este proyecto se ha llegado a las siguientes conclusiones :

1) Técnicamente es posible la realización de este proyecto ya que se puede aprovechar la infraestructura existente para llegar al abonado con una red digital, altamente flexible, basada en software para la operación y monitoreo de la red y enlazada a través de fibra óptica.

2) Desde el punto de vista económico, este modelo es rentable si se considera que :

Se ofrece un excelente servicio a bajo costo de implementación.

Se están optimizando los recursos existentes.

Los costos de mantenimiento por fallos en la red son mínimos gracias al monitoreo continuo que se tiene de ésta y al tipo de medio de transmisión utilizado para enlazar la red.

El abonado tiene mayor capacidad de servicios.

La estructura de anillo autocorregible garantiza el servicio ininterrumpible de los servicios ofertados aumentando así los ingresos para la Administración.

Se tiene la opción de establecer tarifas diferenciadas por los servicios.

3) De lo anterior se resume que la tecnología SDH y la estructura de anillos autocorregibles aplicadas a la red de acceso, son una alternativa factible, para satisfacer las actuales y nuevas demandas de servicios de telecomunicaciones en velocidad, capacidad y seguridad que requieran los grandes abonados del país.



CP-112

C	501/900
P	V:05 H:08
II	V:06 H:01-03
777.80	

CP-III

C	901/1400
P	V:06
II	H:04-08
654.95	

CP-101

C	901/1800
P	V:04 H:02-08
10	V:05 H:01-02

CP-110

C	1401/1800
P	V:07
II	H:01-04
554.50	

CP-103

C	401/700
P	V:03
10	H:05-07
631.50	

CP-104

C	01/400
---	--------

10	11	12	20	21	
50	22	30	31	40	41
51					

51	50
30	
31	
41	40

51	50
30	
31	
41	40

11	12
----	----

20	21
11	
10	
22	

20	21
11	
10	
22	

20	21
11	
22	

22	20
----	----

21
20
22

12	20	21
	11	
	10	
	22	

20

46.0

CENTRAL CAMPESTRE

ANEXO A

RED PRIMARIA

CP-102

CP-102

CP-103

CP-104

CP-112

CP-III

CP-101

CP-110

CP-110

CALLE PTE.

CALLE LA CEIBA

PASADAJE FRANCISCO CAMPOS

PASADAJE N°1

PJE. SAN MIGUEL

1ª CALLE PONIENTE

3ª CALLE PONIENTE

1ª CALLE PONIENTE

89 AVE. NORTE

87 AVE. NORTE

85 AVE. NORTE

PASEO GENERAL ESCALON

C.P. II/400"

C.P. II/400"

C.P. 12/1800"

C.P. II/1800 (-100)"

C.P. II/1800" (-100)"

C.R. 12/1800"

C.P. II/400"

C.P. 21/1800"

C.P. 20/1800"

C.P. 10/800" (-100)"

C.P. 22/1800"

C.P. 21/1800"

C.P. 20/1800"

C.P. 22/1800"

C.P. 101/DIR. 900"

C.R. 10/900" (-100)"

C.R. 10/300"

C.P. 20/300"

C.P. 10/200"

29.97

80.0

42.7

15.2

29.0

10

20

65.1

129.8

23.0

32.0

73.8

49.7

64.3

99.7

34.5

115.5

93.85

100.0

15.5

29.0

24.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

48.9

2.74

80.0

83.0

80.0

49.7

15.0

93.85

100.0

15.5

29.0

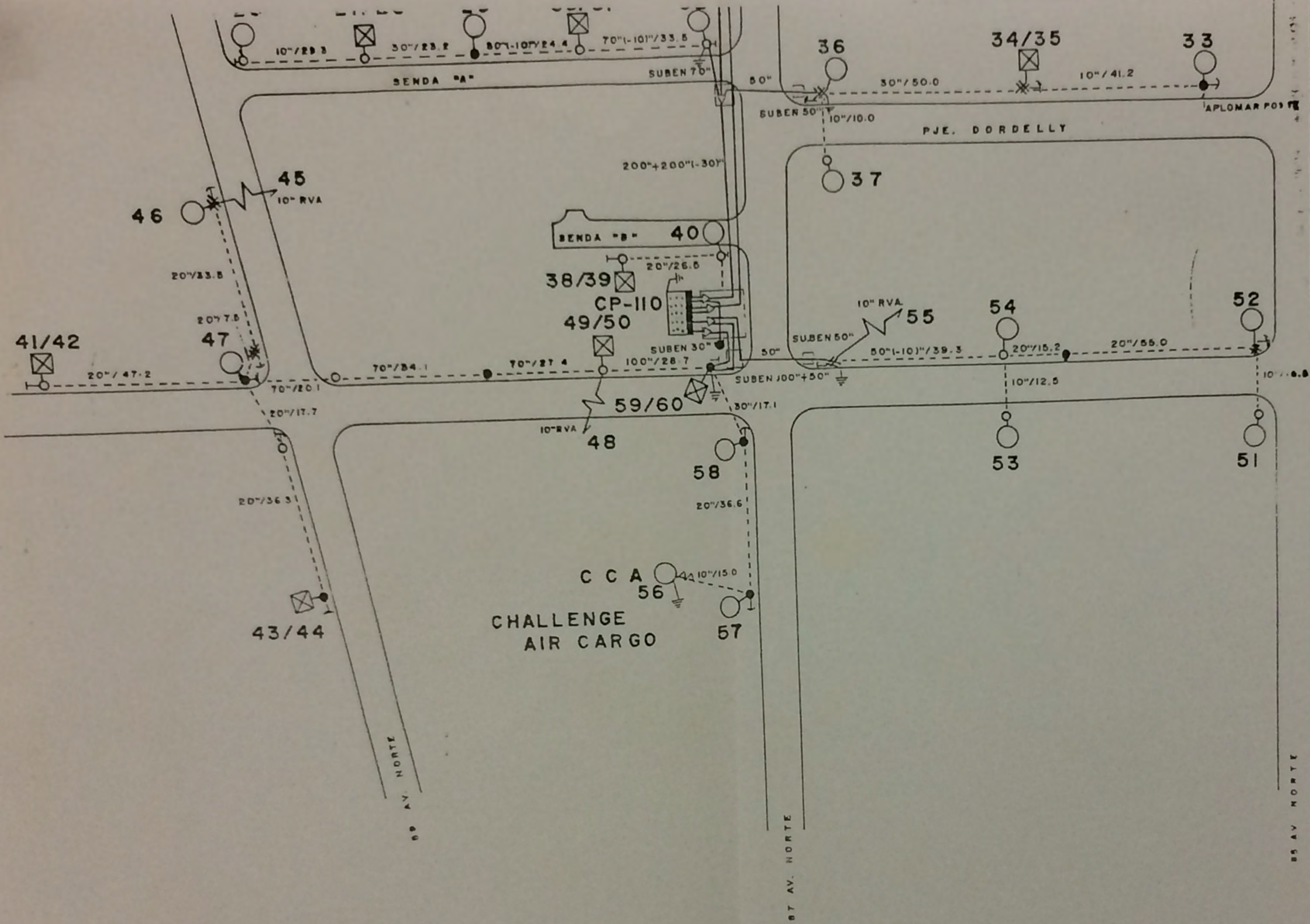
48.9

2.74

80.0

83.0

80.0



RED SECUNDARIA esc. 1:1000

ANEXO B

1-37

4) En el país se tiene un considerable número de abonados, industriales, comerciales, empresariales y otros que demandan servicios de telecomunicaciones con mayor ancho de banda, los cuales pueden ser beneficiados con esta alternativa, siendo un gran potencial para el desarrollo de futuros proyectos.

5) Tomando en cuenta que :

- * El diseño de Red de Anillo SDH presentado, considera cuatro usuarios que demandan un total de 1320 (44 x 30) canales destinados a voz ó datos a 64 KBPS. La puesta en operación del sistema implica para la Administración mayor cantidad de servicios para los abonados y por lo tanto mayores ingresos.
- * La protección de anillo y el monitoreo continuo de la Red garantiza una operación ininterrumpida de los servicios, lo que también se traduce en más ingresos para la Administración.
- * Si se analiza otra facilidad que presenta la técnica SDH y la estructura de anillos como lo es la ventaja de poder ubicar usuarios en tramos menores de 25 Km, sin incurrir por esto en variaciones de costos significativas.

Se llega a la conclusión de que la técnica SDH y la estructura de anillos autocorregibles es la mejor opción.

GLOSARIO

ANCHO DE BANDA

Medida de capacidad de transmisión de una línea, usualmente expresada en ciclos por segundos (HERTZ).

ALEATORIZADOR (SCRAMBLER)

Dispositivo que convierte una señal digital pseudoaleatoria que tiene el mismo significado y la misma velocidad digital.

ALINEACION DE TRAMA

Estado en el cual la trama en del equipo receptor está sincronizada con la trama de la señal recibida.

BANDA ANCHA

Servicio de las compañías de teléfono para transmitir datos a velocidades considerablemente más rápidas que aquellas del nivel de voz (Superiores a los 2 MBPS).

CENTRAL TELEFONICA

Conjunto formado por el conmutador y otros dispositivos auxiliares que permiten manejar y encaminar el tráfico telefónico.

CODIGO DE LINEA

Código elegido de modo que convenga a las características de un canal y que define la equivalencia entre un conjunto de dígitos presentados para su transmisión y la correspondiente secuencia de elementos de señal transmitidos por ese canal.

CONCATENACION

Combinación de la capacidad de múltiples contenedores virtuales dentro de un solo contenedor manteniendo la secuencia de bits íntegra en este contenedor

CCITT

El CCITT (Consultative Commitee on International Telegraph and telephone) es uno de los dos comités técnicos que trabajan con el desarrollo de estándares en cuestiones técnicas, dentro del ITU (International Telecommunication Union). El otro es el CCIR (Consultative Commitee on International Radio). El CCITT fue establecido para estudiar aspectos técnicos operativos y tarifarios relativos a la telegrafía y telefonía, y para emitir " recomendaciones " sobre los mismos. Las actividades técnicas se

desarrollaban, hasta el año 1981, entre 18 grupos de estudio, conformados por expertos de las Administraciones que son miembros del ITU, y por agencias privadas reconocidas por esas administraciones. El SG VII (Study Group) es responsable por emisiones correspondientes a redes públicas de datos. El trabajo del CCITT es conducido por períodos de estudio de 4 años y es concluido en asambleas generales en donde se ratifican las recomendaciones.

DESALEATORIZADOR

Dispositivo que realiza la operación complementaria de la del aleatorizador.

DIAFONIA

Se refiere al acoplamiento no deseable entre trayectorias de señal.

FIBRA OPTICA

Filamentos de vidrios u otros materiales transparentes de diámetro muy pequeño, a través de los cuales se puede transmitir a largas distancias un haz de luz, mediante reflexiones internas múltiples.

INTERFAZ

Frontera común entre dos sistemas asociados.

JUSTIFICACION (RELLENO)

Operación que consiste en modificar de forma controlada la velocidad digital de una señal digital, de modo que se adapte a una velocidad digital distinta de la suya propia, usualmente sin pérdida de información.

JUSTIFICACION NEGATIVA

Método de justificación en el cual los intervalos de tiempo de dígito utilizados para transportar una señal digital tiene una velocidad digital que es siempre inferior a la de la señal original.

JUSTIFICACION POSITIVA

Método de justificación según el cual los intervalos de tiempo de dígito utilizados para transportar una señal digital tiene una velocidad digital que es siempre más alta que la de la señal original.

JITTER

Es el desplazamiento de pulsos individuales en una señal digital de su correcta posición en el tiempo.

LINEA DE TRABAJO

La línea ó unidad de trabajo es la entidad que esta cargando con el servicio dentro de la operación normal.

LINEA DE PROTECCION

La línea ó unidad de protección es la entidad que no carga con el servicio en operación normal (standby).

MULTIPLEXOR DIGITAL

Equipo que combina mediante multiplexado por división en el tiempo dos ó mas señales digitales afluentes para formar una señal digital compuesta única.

MULTIPLEXACION

Técnica mediante la cual un medio se divide en diversas secciones a fin de propagar a través de cada una de ellas diferentes canales de información

MULTITRAMA

Conjunto cíclico de tramas consecutivas en el cual se puede identificar la posición relativa de cada una de ellas.

MODULACION POR IMPULSO CODIFICADO (MIC ó PCM)

Proceso en el cual se muestrea una señal, y la amplitud de cada muestra se cuantifica independientemente de otras muestras y se convierte por codificación en una señal digital.

NODO

Punto de una red en el cual se deriva, envía ó recibe información

OCTETO

Grupo de ocho dígitos binarios, ó de ocho elementos de señal que representan dígitos binarios, manejados como una entidad.

POH

Encabezado de ruta. Capacidad agregada a un contenedor virtual para proveer características de monitoreo y para propósitos de mantenimiento e indicación de alarmas.

PUNTERO

Un Indicador cuyo valor define la relación de fase entre la información útil y la trama jerárquicamente superior.

PLESIOCRONO

Característica esencial de una escala de tiempo ó una señal en virtud de la cual sus instantes significativos correspondientes se presentan con la misma cadencia nominal, y cualquier variación de esta cadencia se mantiene dentro de límites especificados.

RED DE ABONADO

Conjunto de líneas físicas mediante las cuales se conectan los aparatos telefónicos de los abonados a su respectiva central

REGENERACION

Proceso que consiste en recibir una señal digital y reconstruirla de manera que las amplitudes, formas de onda y temporizaciones de sus elementos de señal estén comprendidos dentro de límites establecidos.

SINCRONO

Característica esencial de una escala de tiempo o de una señal en virtud de la cual sus instantes significativos correspondientes se presentan exactamente con la misma cadencia media.

SOH

Encabezado de sección. Capacidad agregada a una unidad administrativa para formar un nivel STM - 1. permite funciones de mantenimiento y operación.

STANDBY

Modo de operación de una entidad física que indica que la entidad no esta proporcionando servicio, se mantiene en reserva y requiere de la activación de un conmutador para cambiar esta designación.

TELECOMUNICACION

Toda transmisión y/o emisión y recepción de señales que representen signos, escrituras, imágenes y sonidos ó información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

TDM (Time Division Multiplex)

Es una forma de obtener varios canales en un enlace simple, dividiendo el tiempo de uso de dicha vía en varios períodos de tiempo y signando cada uno de los canales de acuerdo con un criterio pre-establecido. En la recepción cada canal es reensamblado en forma separada.

ACRONIMOS

ADM	:	ADD/DROP Multiplexer Multiplexor de inserción y extracción
AUG	:	Administrative Unit Group Grupo de Unidad Administrativa
AU-PTR	:	Administrative Unit Pointer Puntero de Unidad Administrativa
BER	:	Bit Error Rate Velocidad de Error de Bit
BIP	:	Bit Interleaved parity Entrelazado Par de Bit
C	:	Contenedor
CC	:	Cross-Connect
CCITT	:	Comité Consultativo Internacional Telegráfico y Telefónico
FEBE	:	Far End Block Error
FERF	:	Far End Receive Failure Recibimiento de falla lejana
FO	:	Fibra Optica
PCM	:	Pulse Code Modulation Modulación por Pulso Codificado
PDH	:	Plesiochronous Digital Hierarchie Jerarquía Digital Plesiócrona
POH	:	Path Overhead Encabezado de Ruta
PTR	:	Pointer Puntero
SDH	:	Synchronous Digital Hierarchie Jerarquía Digital Síncrona
SOH	:	Section Overhead Encabezado de Sección
SONET	:	Synchronous Optical Network

Red Optica Síncrona

STM	:	Synchronous Transfer Mode Modo de Transferencia Síncrono
TDM	:	Time Division Multiplex Multiplexacion por División de Tiempo
TMN	:	Telecommunication Management Network Gestion de Red de Telecomunicaciones
TU	:	Tributary Unit Unidad Tributaria
TUG	:	Tributary Unit Group Unidad Tributaria de Grupo
TU-PTR	:	Tributary Unit Pointer Puntero de Unidad Tributaria
UIT	:	Unión Internacional de Telecomunicaciones
VC	:	Virtual Container Contenedor Virtual

REFERENCIAS SEGUN RECOMENDACIONES DEL CCITT

UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)

COMITE CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRAFICO Y TELEFONICO (CCITT)

IX ASAMBLEA PLENARIA

MELBOURNE, 14-25 DE Noviembre de 1988

* Libro Azul

Tomo III - Fascículo III.3

MEDIOS DE TRANSMISION CARACTERISTICAS

(Recomendaciones G. 601 a G. 654)

Recomendación G. 651 :

CARACTERISTICAS DE UN CABLE DE FIBRA OPTICA MULTIMODO DE INDICE GRADUAL 50/125 um

Recomendación G. 652 :

CARACTERISTICAS DE UN CABLE DE FIBRA OPTICA MONOMODO

Recomendación G. 653 :

CARACTERISTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA MONOMODO CON DISPERSION DESPLAZADA

Recomendación G. 654 :

CARACTERISTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA MONOMODO CON PERDIDA MINIMIZADA A UNA LONGITUD DE ONDA DE 1550 nm

RECOMMENDATIONS OF THE G. 700 SERIES SUBMITTED FOR APPROVAL AT THE Xth PLENARY ASSEMBLY
STUDY GROUP XVIII
PERIOD 1989-1992
GENEVA

* BLUE BOOK

GENERAL ASPECTS OF DIGITAL TRANSMISSION SYSTEMS; TERMINAL EQUIPMENTS

Recomendación G. 702 :

VELOCIDADES BINARIAS DE LA JERARQUIA DIGITAL

Recommendation G. 703 (revised) :

PHISICAL/ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF HIERARCHICAL DIGITAL INTERFACES

Recommendation G. 707 (revised) :
SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY BIT RATES

Recommendation G. 708 (revised) :
NETWORK NODE INTERFACE FOR THE SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY

Recommendation G. 709 (revised) :
SYNCHRONOUS MULTIPLEXING STRUCTURE

Recommendation G. 781 (revised) :
STRUCTURE OF RECOMMENDATION ON EQUIPMENT FOR THE SYNCHRONOUS
DIGITAL HIERARCHY

Recommendation G. 782 (revised) :
TYPES AND GENERAL CHARACTERISTICS OF SYNCHRONOUS DIGITAL
HIERARCHY (SDH) EQUIPMENT

* NAME BOOK : DIGITAL NETWORK, DIGITAL SECTIONS AND DIGITAL LINE
SYSTEMS
G. 900 SERIES

Recommendation G. 957 (revised) :
OPTICAL INTERFACES FOR EQUIPMENTS AND SYSTEMS RELATING TO THE
SYNCHRONOUS DIGITAL HIERARCHY

Recommendation G. 958 :
DIGITAL LINE SYSTEMS BASED ON THE SYNCHRONOUS DIGITAL
HIERARCHY FOR USE ON OPTICAL FIBRE CABLE

BIBLIGRAFIA

- 1- BEDMAR Izquierdo Juan : Telecomunicación a través de Fibras Ópticas. Madrid 1986
- 2- Comunicaciones Eléctricas : SDH/SONET y Comunicaciones de Empresa. ALCATEL 4to Trimestre de 1993.
- 3- Diseño de sistema de transmisión de datos independiente de la red de ANTEL, art. sobre Fibra óptica; FLORES Jaime y RODRIGUEZ María Elisabeth : Universidad Don Bosco. 1991
- 4- ERICSSON REVIEW. Número 2, Volumen 67, 1990. Formación de Transmisión, SDH Principios Básicos. SIEMENS AG 1993.
- 5- GONZALEZ Sainz Nestor : Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos. Edit. McGraw Hill, Colombia 1987.
- 6- GUNTHER Mahlke y GOSSING Peter : Conductores de Fibras Ópticas. SIEMENS AG, Berlín y Munich y Marcombo S.A., Barcelona 1987.
- 7- MORILLO A. y PINTA J. : Valoración Económica de la Introducción de fibra óptica pasiva en el bucle de abonado. Comunicaciones de Telefonía I + D. Madrid, Enero 1990. pag. 1
- 8- SDH Introduction. NEC Corporation.
- 9- SDH Introduction Course, student guide. Version 01 AT&T.
- 10- Seminario SDH. ALCATEL, Octubre 1993.
- 11- Soluciones de Transmisión, AT&T Bell Laboratories
- 12- Telecomunicación Digital, parte I Información Básica. SIEMENS AG, Berlín y Munich y Marcombo S.A., Barcelona 1988.
- 13- Telecomunicación Digital, Parte II Tecnología Crossconnect y Multiplexado. SIEMENS AG, Berlín y Munich y Marcombo S.A., Barcelona 1990.
- 14- Telecomunicación Digital, Parte III Equipo de Línea para Sistemas de Transmisión por Fibras Ópticas. SIEMENS AG, Berlín y Munich y Marcombo S.A., Barcelona 1988.

A N E X O C

OBJETIVOS DE LA ENCUESTA:

La presente encuesta tiene por finalidad cuantificar la demanda de servicios de telecomunicaciones (telefonía, datos, correo electrónico etc.) que la industria, empresa y comercio requieren; Por otra parte se pretende evaluar las posibles dificultades ó inconvenientes que tienen los usuarios para la adquisición y mantenimiento de estos servicios.

El resultado de esta encuesta será de gran utilidad para el desarrollo del trabajo de graduación que lleva por nombre:

" DISEÑO DE UN ANILLO AUTOCORREGIBLE SDH EN LA RED DE ACCESO "

Este proyecto se propone como una alternativa para hacer más eficiente el servicio que requieren usuarios industriales, empresarios, comerciantes ya que presenta ventajas de seguridad en el envío de información, mayor número de líneas para ser usadas en telefonía ó datos etc. A este fin se hará uso de la tecnología Digital Síncrona (SDH) y fibra óptica en la red de acceso.

De antemano queremos darle las gracias por su colaboración a la presente.

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA

ENCUESTA

NOMBRE: _____

EMPRESA: _____

ACTIVIDAD ECONOMICA: _____

UBICACION: _____

SUCURSALES: _____

1- ¿ DISPONE DE SERVICIO TELEFONICO ? SI NO

2- ¿ CUANTAS LINEAS TELEFONICAS TIENE A SU DISPOSICION
ACTUALMENTE ?

3- ¿ SATISFACEN LAS NECESIDADES DE COMUNICACION LAS LINEAS
TELEFONICAS CON LAS CUALES CUENTA ACTUALMENTE ?

4- ¿ CUANTAS LINEAS TELEFONICAS ADICIONALES CONSIDERA NECESARIAS PARA CUBRIR LAS NECESIDADES QUE DEMANDA SU EMPRESA ?

5- ¿ DE QUE OTROS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES HACE USO SU EMPRESA ?

6- ¿ EN CASO DE NO CONTAR CON OTROS SERVICIOS CONSIDERA QUE EL CORREO ELECTRONICO, ENVIO DE DATOS, TELECONFERENCIAS ETC. PUEDEN SER UTILIZADOS SIMULTANEAMENTE CON TELEFONIA EN SU ACTIVIDAD ECONOMICA ?

7- ¿ QUE INCOVENIENTES Y/O LIMITANTES ENCUENTRA CON EL SERVICIO ACTUAL ?

8- ¿ MANTIENE A DIARIO Y DE UNA MANERA CONSTANTE LLAMADAS TELEFONICAS Y ENVIO DE INFORMACION ?

9- ¿ HA TENIDO PROBLEMAS PARA COMUNICARSE ? ¿ CON QUE FRECUENCIA ?

10- ¿ PODRIAMOS CONTAR CON EL NOMBRE DE ESTA EMPRESA PARA UTILIZARLO EN EL DISEÑO QUE COMPRENDE ESTE TRABAJO DE GRADUACION ?

11- POR EL INTERÉS QUE PUEDA PRESENTAR PARA SU EMPRESA EL ENVIO DE INFORMACION A TRAVES DE UNA RED DIGITAL, SEGURA Y FLEXIBLE ¿ CON CUALES SUCURSALES O CLIENTES LE SERIA MAS CONVENIENTE ESTABLECER UN ENLACE DE COMUNICACION DE ESTE TIPO ?
