

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**“DISEÑO DE LA RED SINCRONA DE VOZ Y
DATOS PARA LA CIUDAD DE SAN JOSE
COSTA RICA”**

Titulación por Examen Profesional

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ELECTRONICO

MIGUEL DANTE SEGAMI SALAZAR

PROMOCION 82 - I

LIMA - PERU - 1998

A mis padres y profesores.

**DISEÑO DE LA RED SÍNCRONA DE VOZ Y DATOS PARA
LA CIUDAD DE SAN JOSÉ COSTA RICA**

SUMARIO

El objetivo de este informe de ingeniería consiste en explicar como se diseñó, basados en los requerimientos del cliente (el Instituto Costarricense de Electricidad), la configuración de red, el tipo y la cantidad de equipos necesarios para la implementación de la Red Síncrona de Voz y Datos para la ciudad de San José. Y como consecuencia directa, el costo final del proyecto.

Para el logro de este objetivo, primero se define el modo de operación del equipo que va en relación directa a la configuración de la red, luego el plan de canalización, tipo de interfaces tributarias, interfaz óptica, tipo de protección, sincronización del sistema, y sistema de supervisión. Basados en toda esta información se determina la lista de equipos de manera de cumplir con todos los requerimientos de la red, tratando de optimizar al máximo el equipamiento para mantener los costos dentro del monto presupuestado. En este informe de ingeniería no se incluye lo concerniente a la planta externa, tendido de fibra óptica y equipos de suministro de energía por estar fuera del alcance del proyecto.

Finalmente, se presenta la lista de equipos con sus costos unitarios y totales. Consecuentemente, se obtiene el costo total del proyecto, el cual incluye los costos de transporte internacional y local, los costos de desaduanaje, el entrenamiento local, la instalación y puesta en servicio del sistema.

INDICE

| | Página |
|--|--------|
| PROLOGO | |
| CAPITULO I | |
| INTRODUCCION A LA JERARQUIA DIGITAL SINCRONA | |
| 1.1 Antecedentes | 3 |
| 1.2 Nuevos requerimientos de red | 5 |
| 1.3 Fundamento de las redes plesiócronas de alta capacidad | 6 |
| 1.4 Limitaciones de las redes de alta capacidad plesiócronas | 7 |
| 1.5 Ventajas de las redes síncronas | 8 |
| 1.6 Multiplexión síncrona directa | 9 |
| 1.7 Integración de la gestión y mantenimiento de red | 9 |
| 1.8 Infraestructura de red unificada | 11 |
| 1.9 Estructura básica de la señal SDH | 12 |
| 1.10 La trama de transporte síncrona | 13 |
| 1.11 Principios de la red SDH | 14 |
| 1.12 Estructura de la trama STM-1 | 16 |
| 1.13 Relación entre el encabezado de sección y el contenedor virtual | 17 |
| 1.14 Funciones del puntero | 18 |
| 1.15 Sincronización de trama | 19 |
| 1.16 Multiplexión síncrona por intercalado de octetos | 20 |
| 1.17 Estructura de la trama STM-4 | 21 |
| 1.18 Contenedor virtual 4 (VC-4) | 22 |
| 1.19 Unidades tributarias (TUs) | 23 |
| 1.20 Opciones de multiplexión de PDH a SDH | 26 |
| 1.21 Segmentos de la red SDH | 28 |
| 1.22 Encabezados de la señal SDH | 29 |

| | |
|--|-----|
| 1.23 Señales de mantenimiento en servicio | 32 |
| CAPITULO II | |
| DISEÑO DE LA RED | |
| 2.1 Ingeniería del sistema | 35 |
| A. Selección del modo de operación del equipo | 35 |
| B. Selección del número y tipo de interfaces de baja velocidad | 36 |
| C. Cálculo del enlace óptico | 54 |
| D. Sincronización del sistema | 63 |
| E. Plan de canalización | 66 |
| F. Gestión de red | 70 |
| CAPITULO III | |
| CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO | |
| 3.1 Características del SMS-600V | 73 |
| 3.2 Principales funciones | 75 |
| 3.3 Composición de los sub-bastidores | 78 |
| 3.4 Unidades | 82 |
| 3.5 Modos de operación de los equipos | 85 |
| 3.6 Configuraciones de montaje de unidades | 105 |
| 3.7 Montaje en el bastidor ETS | 108 |
| CAPITULO IV | |
| COSTOS | |
| CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES | |
| BIBLIOGRAFIA | |
| ANEXO A | |
| CONFIGURACIONES DE ANILLOS AUTORREGENERATIVOS | |
| ANEXO B | |
| SISTEMA DE GESTION INC-100 | |
| ANEXO C | |
| TOPOLOGIAS DE RED DISPONIBLES CON EL SMS-600 | |

PROLOGO

Dentro de las distintas especialidades que el ingeniero electrónico puede adoptar en estos días está el ingeniero de sistemas en telecomunicaciones. El ingeniero de sistemas en telecomunicaciones no es sino el nexo entre la fábrica y las oficinas comerciales o de ventas en una gran empresa que fabrica y vende equipos de telecomunicaciones. En la actualidad, dado la complejidad de las nuevas tecnologías en el área de las telecomunicaciones, el personal de ventas no puede prescindir del ingeniero de sistemas, más aún es muchas veces el ingeniero de sistemas quien más se relaciona con el cliente dada la necesidad de frecuentes reuniones técnicas, presentación de productos, explicación de funciones, etc.

La función primordial del ingeniero de sistemas en telecomunicaciones no es el diseño de equipos, sino conocer a profundidad al equipo, sus funciones, potencialidad, defectos, virtudes, unidades, consumo, costos y fundamentalmente sus aplicaciones, entre otras cosas. Es él quien aconseja, propone y convence al cliente en el uso de una determinada solución o equipo.

El campo que el ingeniero de sistemas en telecomunicaciones tiene que cubrir es bastante amplio, porque a diferencia de los ingenieros de diseño que tienen que conocer a fondo una determinada unidad o pieza del equipo, desconociendo muchas veces el resto del sistema, el ingeniero de sistemas tiene que tener un conocimiento amplio y bastante razonable de todos los elementos del sistema, de las condiciones del mercado, de los equipos de la competencia, las alternativas de solución a los problemas de instalación, costos de transporte, etc. etc.

Es dentro de este contexto en el cual se presenta este informe de ingeniería, que no pretende sino dar una muestra del trabajo del ingeniero de sistemas en telecomunicaciones.

Como ante todo es necesario el conocimiento técnico como punto de partida para cualquier trabajo de sistemas, he creído conveniente empezar con el capítulo I presentando una introducción a la jerarquía digital síncrona, conocida por sus siglas en inglés como SDH (Synchronous Digital Hierarchy) y dar una explicación de los principales conceptos y características de esta tecnología. Se explican conceptos nuevos como los contenedores virtuales, los punteros, la estructura de trama síncrona, los octetos de encabezado, entre otros.

El capítulo II explica los principales elementos que hay que tener en cuenta para la determinación de la lista de equipos, ésto que parecería bastante simple, es de suma importancia porque de cometer un error por descuido, desconocimiento de las funciones del equipo, o mal interpretación de los pedidos del cliente, causaría un error que posteriormente tendría que ser asumido por el fabricante sin costo alguno para el cliente.

A manera de explicar las características y virtudes del equipo ofertado en este proyecto, se incluye una descripción del equipo en el capítulo III. Se describen las principales configuraciones que puede adoptar el equipo, sus unidades, sus funciones, capacidad de interfaces y otras características resaltantes. Algo muy importante es poder entender las diferentes formas de operación del equipo y todas las configuraciones que se pueden lograr para así poder ofertar la toda la capacidad del equipo.

En el capítulo IV se presenta la lista de equipos para la implementación de la red descrita en el capítulo II, sus costos unitarios y la composición por cada estación. De este modo, se obtiene el costo total de los equipos del proyecto. Agréguese a esto, los costos de transporte, desaduanaje, instalación, puesta en servicio y el entrenamiento local.

Las conclusiones y observaciones no sólo se refieren a este proyecto sino a la tendencia del mercado y su potencialidad a futuro.

CAPITULO I INTRODUCCION A LA JERARQUIA DIGITAL SINCRONA

En este capítulo, se presentan los conceptos básicos de la jerarquía digital síncrona con la finalidad de ayudar al entendimiento de la forma de operación de los equipos síncronos y a la vez evidenciar todo lo nuevo que trae consigo esta nueva tecnología que aún hoy sigue en proceso de normalización por parte de los grupos de estudio de la ITU-T (International Telecommunications Union - Telecommunications).

1.1 Antecedentes

El desarrollo de los estándares de la jerarquía digital síncrona SDH (Synchronous Digital Hierarchy) ha sido uno de los acontecimientos más significativos en el ambiente de las telecomunicaciones en los últimos años, lo cual ha coincidido con un período de grandes cambios tanto entre las compañías operadoras como entre los fabricantes de equipos de comunicación, quienes se toman la libertad para innovar y experimentar con productos y servicios, dejando que el mercado sea el árbitro final sobre el éxito o el fracaso de sus iniciativas. Esta actitud es esencial para la salud y eficiencia del mercado.

El campo de las telecomunicaciones requiere, como ningún otro campo, de un alto nivel de interconexión y compatibilidad técnica para la implementación de redes confiables y eficientes. Esta realidad unida a la necesidad de crear redes que sean lo suficientemente flexibles para el transporte de las señales existentes así como de las nuevas señales (para la provisión de nuevos servicios), ha impulsado los esfuerzos de los organismos internacionales para buscar nuevas especificaciones y

recomendaciones que proporcionen un marco común para el desarrollo de los nuevos equipos de comunicación.

La jerarquía digital síncrona SDH es pues un estándar internacional para las redes de telecomunicaciones de alta velocidad síncronas.

En junio de 1986, el grupo de estudio XVIII de la CCITT (International Consultative Committee on Telephony & Telegraphy) inició los trabajos para la elaboración de los estándares internacionales que sentarían las bases de las redes digitales síncronas que como principales características tendrían el ser económicas y flexibles. Hoy en día, la CCITT es conocida como ITU (International Telecommunications Union).

Las primeras normas SDH se aprobaron en noviembre de 1988 y fueron publicadas en el Libro Azul de la CCITT en 1989:

- Recomendación G.707, define las velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona, entre ellas: STM-1 (155.52 Mbit/s), STM-4 (622.08 Mbit/s) y STM-16 (2488.32 Mbit/s), otros niveles están siendo considerados.
- Recomendación G.708, define las interfaces de los nodos de la red síncrona (Network Node Interface (NNI)).
- Recomendación G.709, define la estructura de multiplexión y la forma de incorporar (mapeo) las señales tributarias en la trama síncrona, operación que se realiza en los nodos de la red síncrona.

En la actualidad se cuenta con un conjunto de normas que definen a cabalidad tanto los elementos de la red como la red en su conjunto, entre las principales tenemos:

- Recomendación G.782, Tipos y características generales de los equipos de multiplexión SDH.
- Recomendación G.783, Características de los bloques funcionales de los equipos de multiplexión SDH.
- Recomendación G.784, Gestión de las redes síncronas.
- Recomendación G.956, Sistemas de línea basados en la jerarquía de 2 Mbit/s en cables de fibra óptica.

- Recomendación G.957, Interfaces ópticas para los equipos y sistemas SDH.
- Recomendación G.652, Características de los cables de fibra óptica de modo simple.
- Recomendación G.653, Características de los cables de fibra óptica de modo simple y dispersión desplazada.

Cabe indicar que los grupos de estudio continúan sus actividades en la elaboración de las normas y su constante perfeccionamiento.

1.2 Nuevos requerimientos de red

Las redes de alta capacidad plesiócronicas (PDH) fueron desarrolladas en un tiempo en que la transmisión punto a punto era el requisito predominante de las redes de transmisión. Para sostener este requisito, la pauta para acercarse al manejo y mantenimiento de la red fue el uso de las estructuras de distribución manual para acceder a las señales individuales. Este escenario ya no está vigente. Además, las redes PDH limitan severamente la capacidad de los operadores para responder a las demandas del cambiante mercado de las telecomunicaciones.

El principal requisito de las compañías que operan las redes actualmente es poder dar una respuesta rápida a la provisión de los nuevos circuitos y servicios del cliente. Eventualmente, la meta es proveer a los clientes un control en línea del ancho de banda de circuitos y servicios.

Para alcanzar estos requerimientos las compañías operadoras necesitan mejorar su habilidad para manejar el ancho de banda disponible en sus redes, y necesitan realizar esto en forma costo-efectiva. Consecuentemente, en la actualidad el requerimiento de red predominante son las redes de telecomunicaciones basadas en los sistemas más avanzados de gestión y mantenimiento mediante el empleo de sistemas computarizados.

1.3 Fundamento de las redes plesiócronicas de alta capacidad

Las redes de transmisión tradicionales de alta capacidad están basadas en una jerarquía de señales digitales multiplexadas. Las señales tributarias de menor rango, tal como la señal de 2,048 Mb/s, son multiplexadas en pasos asíncronos fijos hasta llegar al rango de las señales de alta velocidad para transmisión.

El acceso a las señales tributarias en forma individual para cada nivel de la jerarquía, tanto para el enrutamiento de las señales o para las pruebas, se consigue en puntos de interconexión ("crossconnection") en cada nivel de la estructura de multiplexión. Note, que por la naturaleza asíncrona de la multiplexión, para obtener acceso a cada señal tributaria de 2,048 Mb/s para el enrutamiento o prueba, es necesario que toda la señal de línea sea demultiplexada paso a paso hasta el nivel de 2,048 Mb/s.

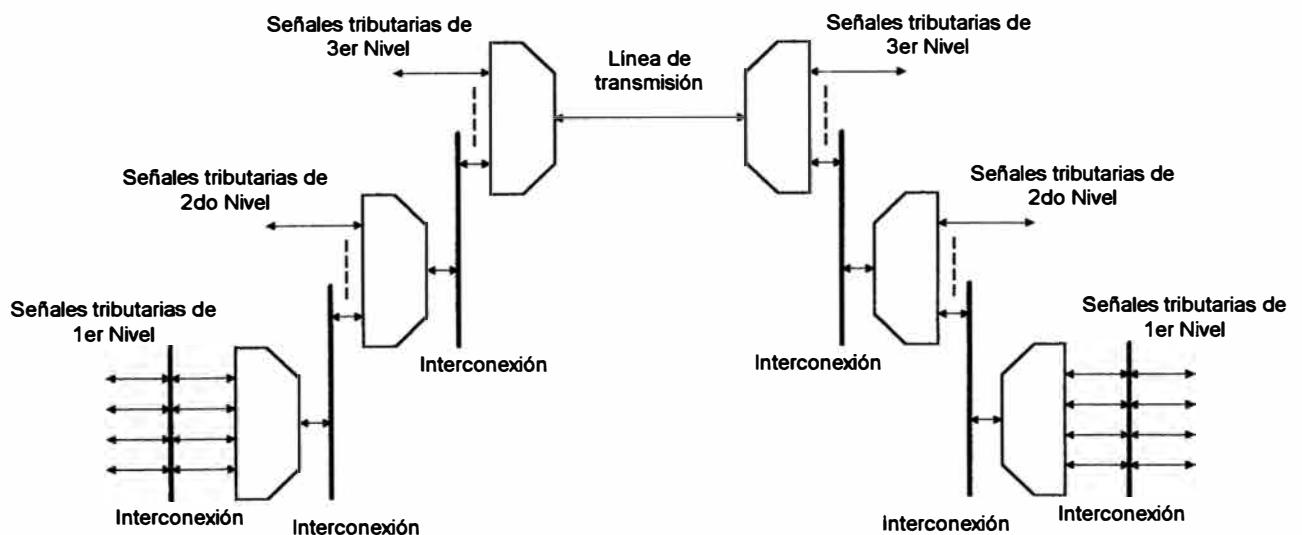


Fig. 1.1 Característica de las redes de alta capacidad plesiócronicas

En cada paso de multiplexión, la velocidad de bitios de las señales tributarias individuales está controlada en límites especificados y no está sincronizada con el equipo de multiplexión. Debido a que la velocidad de bitios está controlada dentro de límites especificados es que se le ha venido

a llamar a este tipo de multiplexión como “pleisiócrona”, que vendría a significar “casi síncrono”. Los tributarios se sincronizan individualmente al equipo en cada paso de multiplexión mediante el proceso denominado “positive bit stuffing justification” (justificación por agregado de bits).

1.4 Limitaciones de las redes de alta capacidad pleisiócronas

Inflexibilidad y alto costo para el enrutamiento de red: El patrón de medida para determinar la flexibilidad de la red de telecomunicaciones está determinado en términos de la accesibilidad a una señal tributaria individual, llevada por un sistema de línea en particular, de manera que pueda ser re-enrutada. Los sistemas de línea de alta capacidad PDH no poseen un alto grado de flexibilidad en este respecto ya que para acceder a una señal tributaria es necesario demultiplexar toda la señal de línea paso a paso hasta el nivel jerárquico deseado. Desde una perspectiva de costo, el poder acceder a la señal tributaria equivaldría aproximadamente al 50% del costo del equipo. La otra mitad aparece después del re-enrutamiento cuando se tiene que re-multiplexar la señal tributaria hasta la velocidad de línea para la transmisión. Esto hace que la tecnología de multiplexión pleisiócrona sea una solución costosa para las redes de telecomunicación.

Capacidad extremadamente limitada para la gestión y el mantenimiento de red: Originalmente, las prácticas de gestión de red y mantenimiento fueron concebidas en métodos de interconexión manuales y pruebas de mantenimiento fuera de servicio. No hubo pues necesidad de agregar capacidad extra a las estructuras de las señales multiplexadas para las funciones de gestión y mantenimiento de la red. Sin embargo, esta falta de capacidad las pone ahora en un estado de completa incapacidad para aceptar mejoras que podrían hacerse en las funciones de gestión y mantenimiento y adaptarlas a las necesidades de las redes del futuro.

Los sistemas de transporte de niveles altos de multiplexión son sistemas propietarios: Otra limitación de los sistemas de línea de alta capacidad PDH es que no hay un estándar común. Los fabricantes de equipos tienen sus propios diseños patentados. En un sistema punto a punto

por ejemplo, los equipos en ambos terminales tienen que ser comprados al mismo fabricante. No hay posibilidad de “conversación” entre equipos suministrados por diferentes fabricantes.

1.5 Ventajas de las redes síncronas

Es importante señalar las principales ventajas o beneficios que aportan las redes síncronas (SDH) a los sistemas de transmisión de alta velocidad.

Bajo costo versus rendimiento: Las normas SDH se basan en el principio de *multiplexión síncrona directa*, lo cual es la clave para lograr equipos que permitan incorporar una señal tributaria a señales de mayor jerarquía sin mediar etapas intermedias de multiplexión, lo cual redundaría en el ahorro económico y de equipos, característica que con las redes plesiócronas existentes no es posible.

Incorpora una gran capacidad de señal para el mantenimiento y gestión de redes avanzadas: Con la finalidad de contar con una poderosa capacidad de mantenimiento y gestión de red avanzadas, la trama de la señal SDH reserva suficiente capacidad de transporte para este propósito. Alrededor del 5 por ciento de la trama SDH se reserva para este fin.

Gran flexibilidad de transporte: Los equipos SDH están dotados de una gran flexibilidad para el manejo y transporte tanto de todas las señales tributarias existentes (2Mbit/s, 34Mbit/s, 140Mbit/s), así como de las nuevas señales que requieran ser transportadas como: Fibre Distributed Data Interface (FDDI) para redes locales de alta capacidad y mayor cobertura, Distributed Queue Dual Bus (DQDB) para redes de datos de área metropolitana; o el Modo de Transferencia Asíncrono (Asynchronous Transfer Mode (ATM)) escogido por ITU como el modo de transferencia de información para el ISDN de banda ancha (B-ISDN).

Esta característica permite instalar redes SDH sobre redes existentes e ir incorporando nuevas funciones a la red conforme sea necesario.

Permite una infraestructura de red unificada: Dada las características de los equipos SDH, estos pueden ser usados en cualquiera de los niveles

típicos en las redes de telecomunicaciones, es decir, redes locales de acceso, redes de interconexión urbana y redes troncales de alta capacidad.

Un mismo equipo será capaz de trabajar con diferentes tipos de interfaces ópticas e interfaces eléctricas, lo cual permitirá configurar el equipamiento (hardware) de acuerdo a las necesidades específicas de cualquier punto de la red.

1.6 Multiplexión síncrona directa

La multiplexión síncrona directa mantiene la accesibilidad a las señales tributarias individuales dentro de la estructura de la señal multiplexada. Gracias a la función de interconexión incorporada en el equipo, las señales tributarias individuales pueden ser re-enrutadas.

La base de la flexibilidad de una red se basa en la capacidad de integración tanto de la multiplexión síncrona como de la interconexión digital dentro de un mismo elemento de red. Un ahorro adicional de equipo se logra integrando también la interfaz de línea, lo cual facilitará la conexión de los equipos SDH.

Es aquí donde nace un nuevo tipo de elemento de red (Network Element (NE)) denominado el Multiplexor de Inserción/Extracción (Add-Drop Multiplexer (ADM)). Este nuevo tipo de elemento de red ha despertado un gran interés debido a la libertad que proporciona para el diseño de redes, en particular para la implementación de redes anillo que pueden ser empleadas a distintas capacidades de transmisión en las redes SDH poniendo a disposición de las compañías operadoras una gran capacidad de manejo del ancho de banda de la red.

1.7 Integración de la gestión y mantenimiento de red

La gran flexibilidad de red proporcionada por las redes SDH sólo puede ser manejada efectivamente con una igualmente flexible capacidad de gestión y mantenimiento de red.

El control basado en computadoras es esencial pero gran parte de las funciones de gestión y mantenimiento tienen que ser delegadas e

incorporadas dentro de los elementos de red individuales. Todo el conjunto se convierte en una red de gestión y mantenimiento integrada.

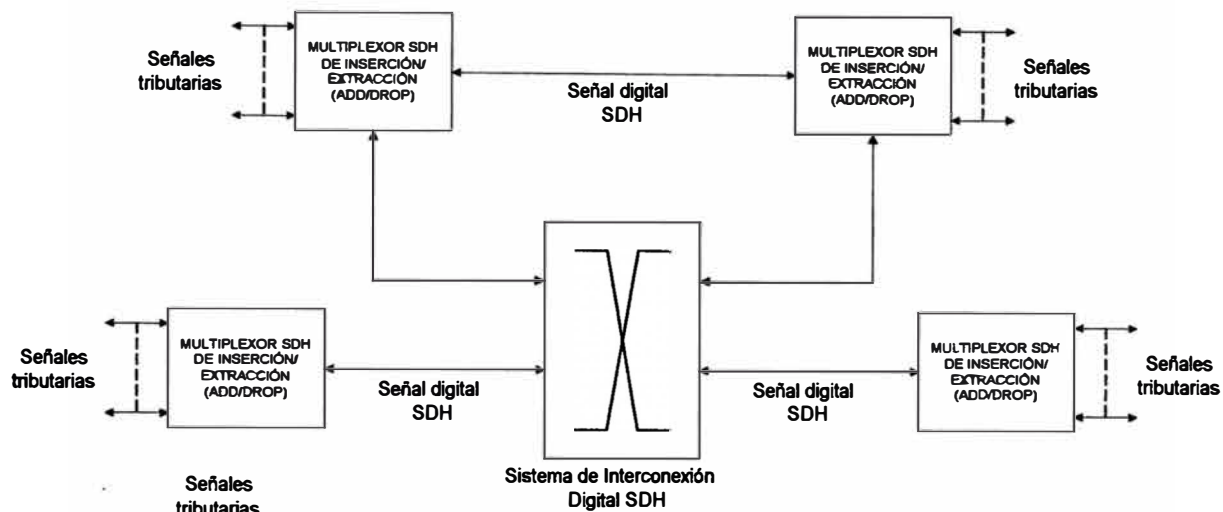


Fig. 1.2 Multiplexión síncrona directa

La estructura de la señal SDH tiene la capacidad para el transporte de las señales de gestión y mantenimiento así como de otras funciones, estas señales son conocidas como “encabezado embebido” (“Embedded Overhead”). Cuando se usan los canales del encabezado para las funciones de la red, se les denomina Canales de Control (“Embedded Control Channels”). Para la comunicación de datos entre los equipos SDH se emplean canales de comunicación especiales (Data Communication Channels (DCC)).

Entre las funciones que se incorporan en la señal SDH está la capacidad de monitorear la calidad de la señal de manera que los operadores de la red cuentan con una herramienta para asegurar la buena calidad de la señal en todo momento. Si por cualquier razón se empobrece la calidad de la señal SDH esta información se envía al centro de gestión de la red mediante los canales de control, si es necesario, se toman las acciones correctivas cuyos comandos se envían al elemento de red a través de los

canales de control para su ejecución. Por todo esto, se tiene que la gestión y mantenimiento en línea de la red SDH es una realidad.

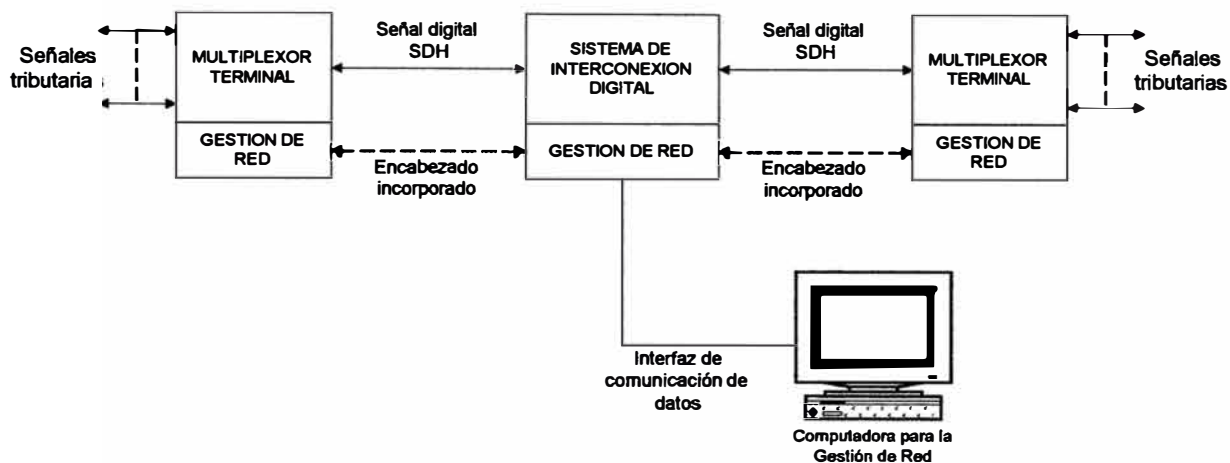


Fig. 1.3 Integración de gestión y mantenimiento de red

1.8 Infraestructura de red unificada

Los equipos SDH han sido dotados con todas las facilidades de flexibilidad y capacidad de transporte mencionadas, así como de un poderoso sistema de gestión y mantenimiento. Por esta razón, los equipos SDH pueden ser utilizados para proporcionar un manejo de señales simple, económico y flexible en todos los niveles tradicionales de red: redes de acceso, redes locales o urbanas y redes de larga distancia.

Como las recomendaciones SDH definen una interfaz de red estandarizada, conocida como Interfaz de Nodo de Red (Network Node Interfaz (NNI)) es de esperarse que los equipos de diferentes fabricantes puedan interconectarse directamente en el futuro cercano.

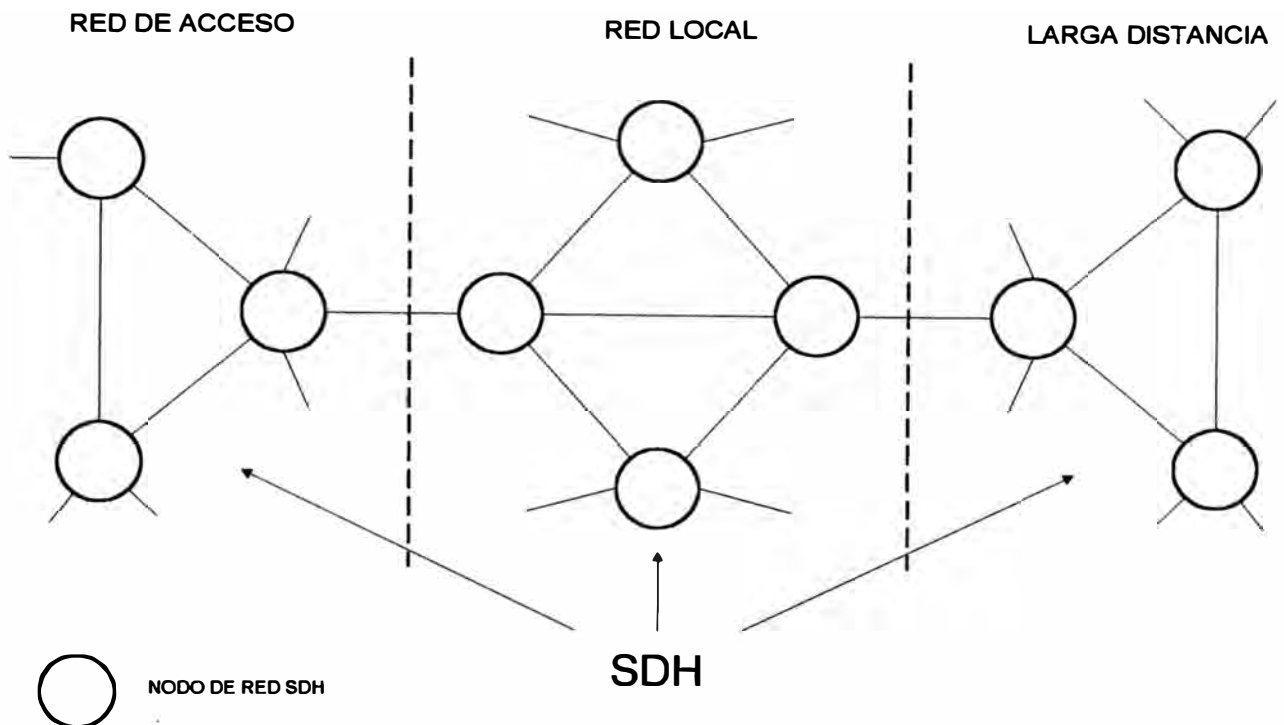


Fig. 1.4 Infraestructura de red común

1.9 Estructura básica de la señal SDH

La señal síncrona SDH se compone de un conjunto de octetos o bytes que se organizan en una estructura de trama. Dentro de la trama se conserva la identidad de cada byte con respecto a un byte marcador de inicio de trama (framing or marker byte).

Para mayor claridad, una trama de la señal serie puede ser representada por un mapa bidireccional compuesto por 9 filas y M columnas (donde M es igual a $270 \times N$; N indica la velocidad de la señal síncrona (1, 4 ó 16), dependiendo si la señal síncrona es STM-1, STM-4 ó STM-16. El byte de marcado de inicio de trama (F) aparece en la parte superior izquierda del mapa. Cualquier byte puede ser localizado usando como referencia este byte.

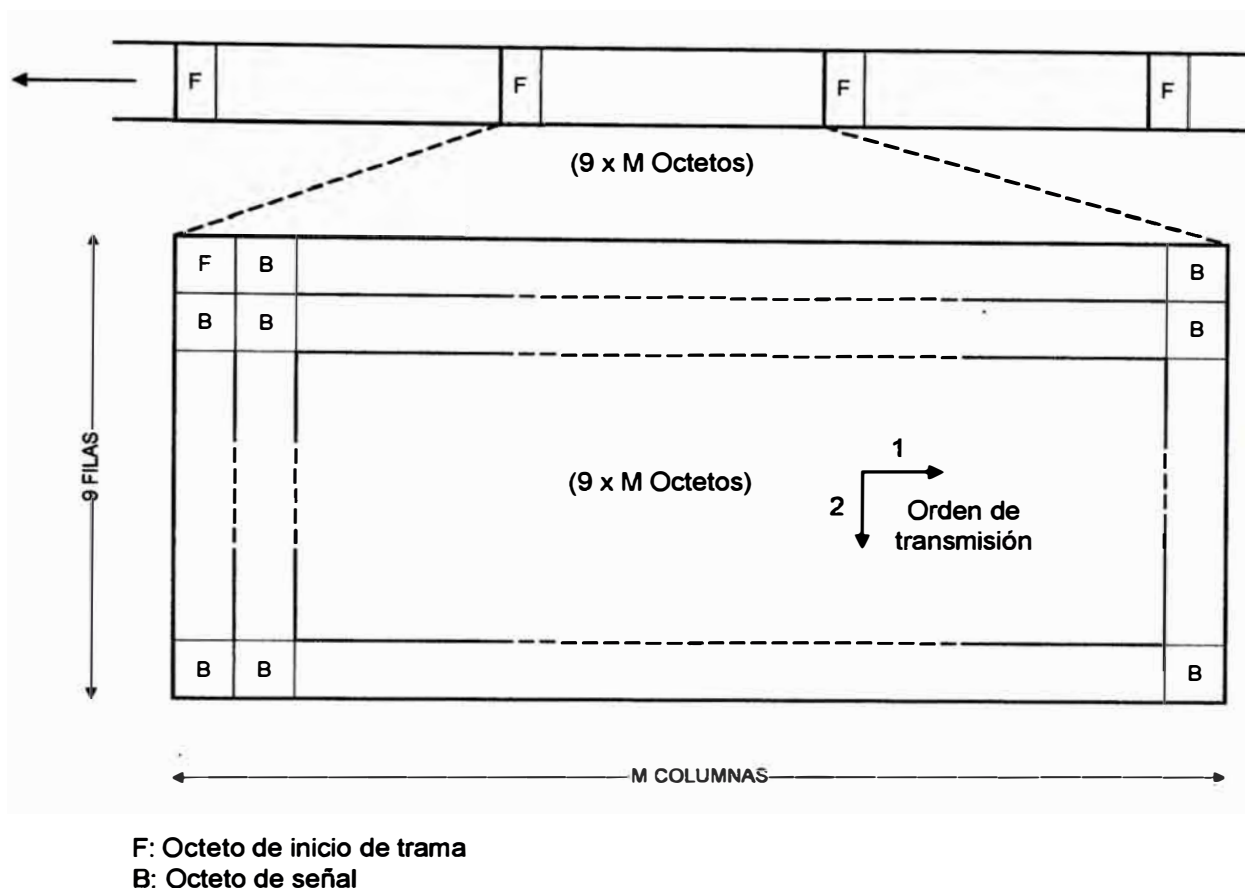


Fig. 1.5 Estructura básica de la señal síncrona

Los bytes son transmitidos en secuencia empezando por la primera fila, el orden de transmisión es de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Después de la transmisión del último byte de la trama (fila 9 columna M) el proceso se repite para la siguiente trama empezando por el byte F.

1.10 La trama de transporte síncrona

La trama de transporte síncrona se compone de dos partes fácilmente accesibles: el Contenedor Virtual (Virtual Container (VC)) y el Encabezado de Sección (Section Overhead (SOH)).

El Contenedor Virtual (VC): Las señales tributarias (como 2 Mbit/s ó 140 Mbit/s) se acomodan dentro de un "Contenedor Virtual" para la transmisión de extremo a extremo a través de la red SDH. El contenedor virtual se ensambla y desensambla solamente una vez, aunque sea

transferido de un sistema de transporte a otro varias veces, en su ruta a través de la red.

El Encabezado de Sección (SOH): Cierta capacidad de la señal se reserva en cada trama de transporte como “encabezado de sección”. Este encabezado provee una serie de facilidades (como el monitoreo de alarmas, el monitoreo de la tasa de error, y los canales de comunicación

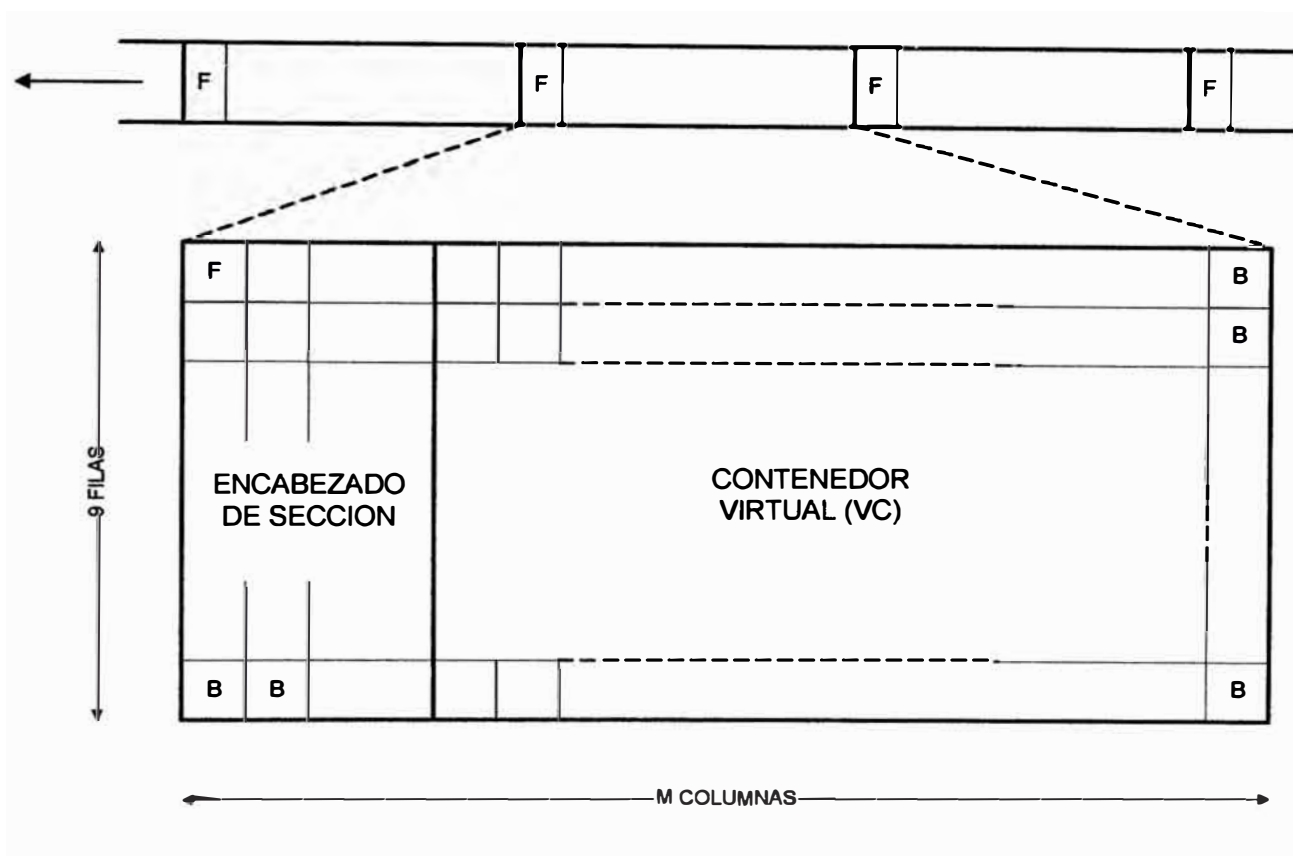


Fig. 1.6 Trama de transporte síncrono

de datos) que se requieren para apoyar y mantener el transporte de los contenedores virtuales entre los nodos de la red síncrona. El encabezado de sección pertenece sólo a un determinado sistema de transporte y no se transfiere junto con el contenedor virtual entre dos sistemas de transporte.

1.11 Principios de la red SDH

Podemos imaginarnos la red SDH como un conjunto de nodos procesadores de señal interconectados. La interconexión de dos nodos se

realiza por un sistema de transporte SDH independiente. Cada sistema de transporte lleva una señal con el formato de la trama SDH explicado en el punto anterior.

El contenedor virtual (VC) se usa para transportar una señal tributaria a través de la red, el contenedor virtual se ensambla en el punto de entrada a la red síncrona y se desensambla en el punto de salida. Dentro de la red síncrona, el contenedor virtual se pasa intacto de sistema en sistema a lo largo de su ruta en la red.

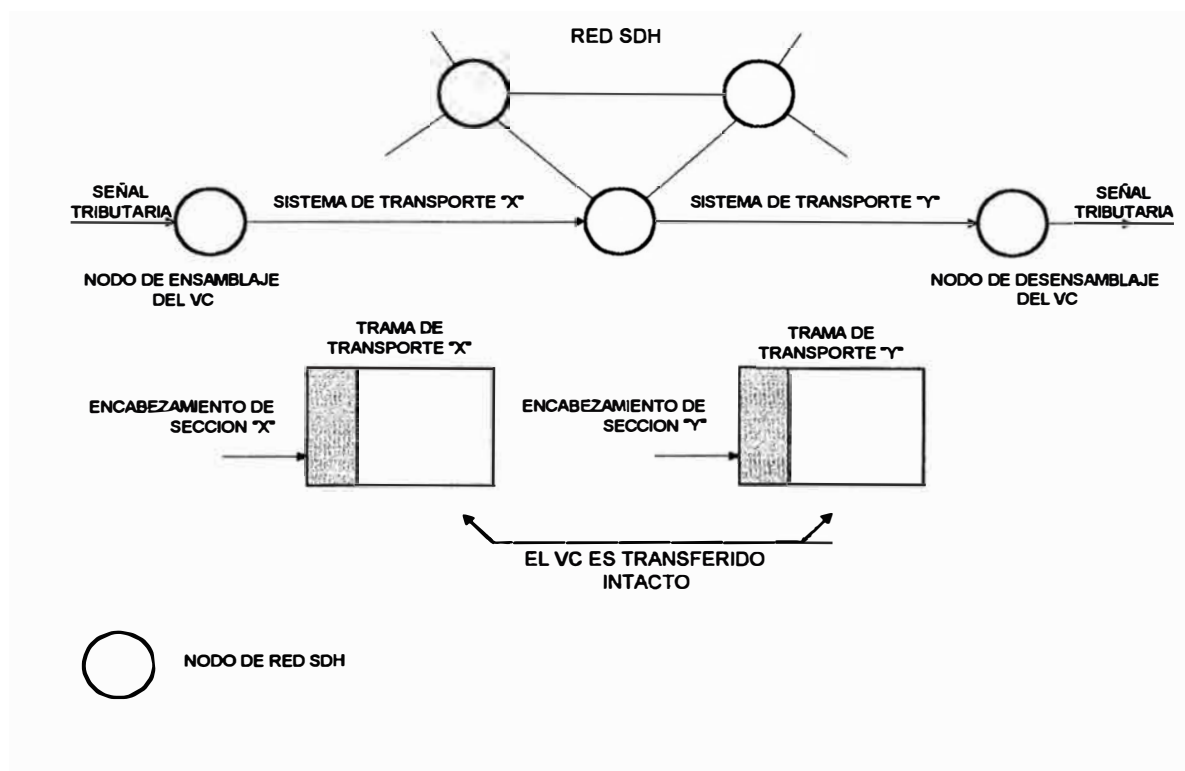


Fig. 1.7 Principio de la red de transporte SDH

El encabezado de sección (SOH) se crea en el lado de transmisión de cada nodo y se termina en el lado de recepción del nodo siguiente. Por lo tanto, el encabezado de sección pertenece sólo a un sistema de transporte y sirve de apoyo al transporte del contenedor virtual a través de la red.

1.12 Estructura de la trama STM-1

A la señal base SDH se le denomina "Synchronous Transport Mode Level 1" (STM-1). En el mapa bidireccional, la trama de la señal STM-1 se compone de 9 filas y 270 columnas dando una capacidad total de 2430 octetos o 19440 bits por trama. La velocidad de la trama es de 8000 tramas por segundo por lo tanto la duración de cada trama es de 125 microsegundos. Todo esto resulta en una velocidad de bits de la trama STM-1 igual a 155.52 Mbit/s (es decir, 2430 bytes/ trama x 8 bits/byte x 8000 tramas/seg.= 155.52Mbit/s).

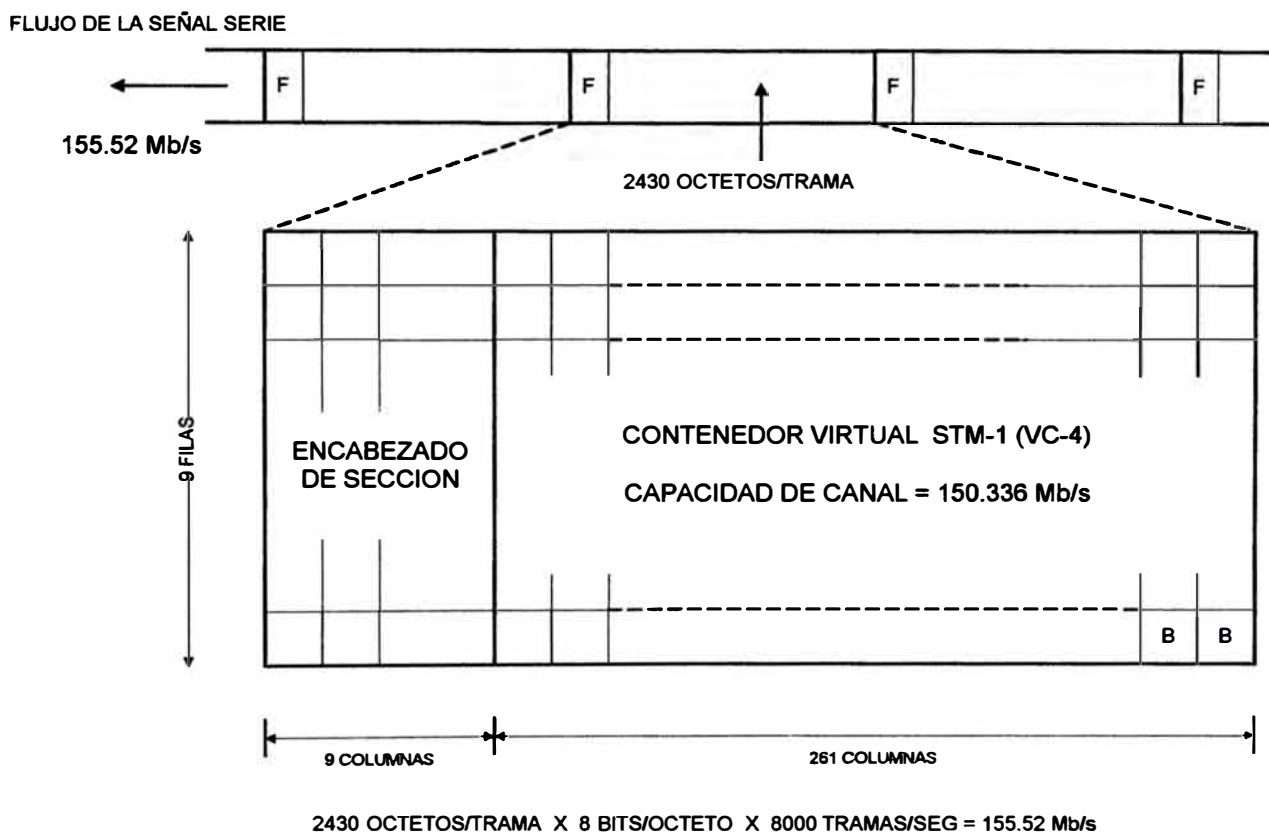


Fig. 1.8 Estructura de la trama STM-1

El encabezado de sección ocupa las primeras 9 columnas de la trama STM-1, un total de 81 bytes. Las 261 columnas restantes de la trama STM-1, un total de 2349 bytes, son destinados para el contenedor virtual. Esto

proporciona una capacidad de canal de 150.336 Mbit/s en la estructura de la señal STM-1 para el transporte de señales tributarias a través de la red síncrona. Esta capacidad asegura que la señal básica SDH pueda transportar una señal tributaria de 139.264 Mbit/s. El contenedor virtual asociado con la trama STM-1 se le conoce como "Virtual Container Level 4" (VC-4). Los contenedores virtuales de los niveles 1,2 y 3 son obtenidos subdividiendo el VC-4.

1.13 Relación entre el encabezado de sección y el contenedor virtual

Con la finalidad de conseguir una multiplexión e interconexión eficiente de las señales en la red SDH, se permite que el contenedor virtual VC-4 pueda "flotar" dentro de la zona de carga de la trama STM-1. Esto significa que el contenedor virtual puede empezar en cualquier punto de la zona de

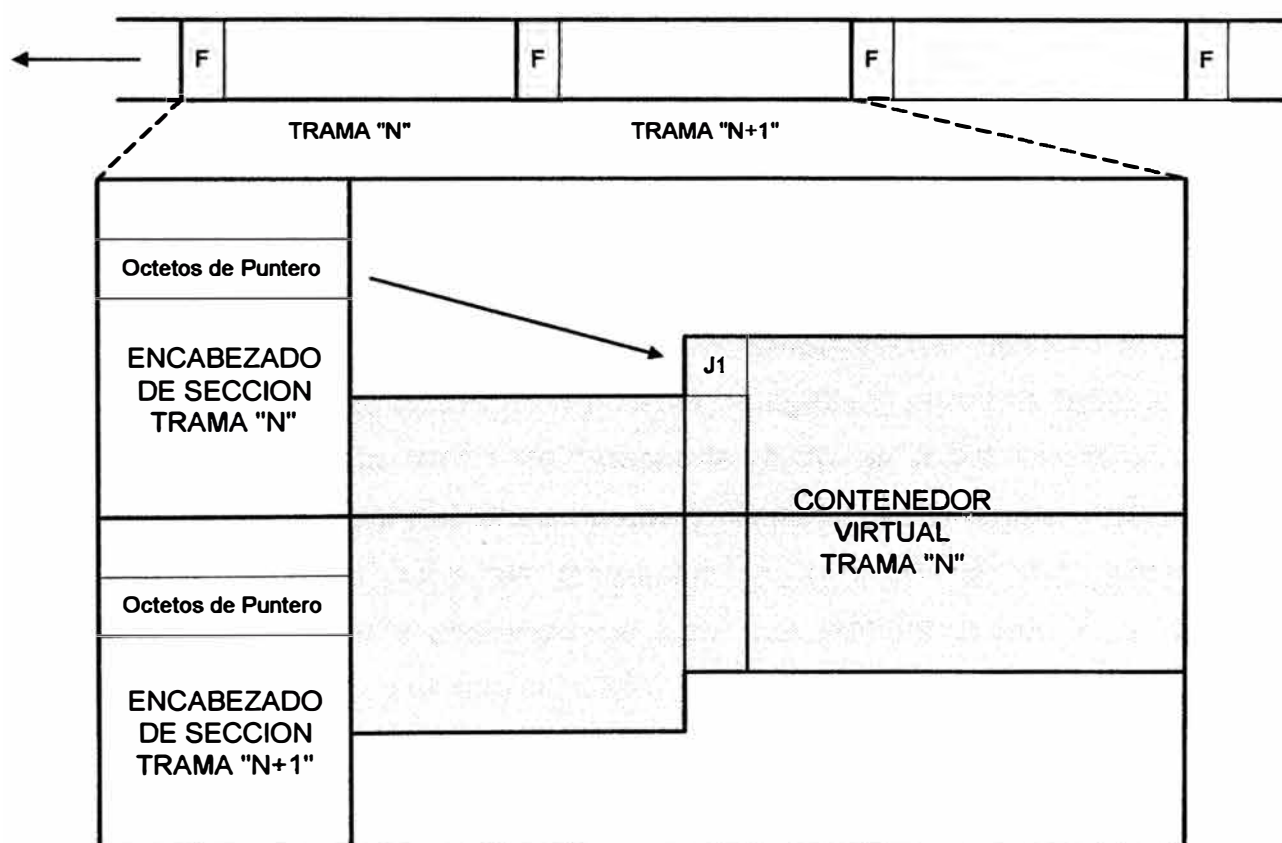


Fig. 1.9 Relación entre el encabezado de sección y el contenedor virtual

carga de la trama STM-1 y es poco probable que este contenida completamente en una sola trama. Lo más común es que el contenedor virtual empiece en una trama y termine en la siguiente.

Cuando se ensambla un VC-4 dentro de la trama de transporte, se agregan unos bytes al encabezado de sección conocidos como “punteros” (pointers). Estos bytes contienen el valor que indica la ubicación del primer byte del VC-4 (J1). Al VC-4 se le permite flotar libremente dentro de la zona de transporte de la trama permitiendo los ajustes de fase que sean necesarios entre el VC-4 y la trama de transporte.

1.14 Funciones del puntero

Idealmente en una red SDH todos los nodos de la red síncrona deberían tomar sus señales de referencia de un reloj maestro de la red. Sin embargo, la práctica ha llevado a que SDH sea diseñado para manejar operaciones asíncronas dentro de la red, esto es necesario por lo siguiente:

- para absorber las diferencias de fase resultantes cuando un nodo SDH pierde la señal de reloj de referencia y pasa a operar con su reloj interno,
- para absorber las diferencias de fase en el límite entre dos redes SDH independientes.

Para la absorción de las diferencias de temporización (clock offset) el VC-4 puede ser movido (justificado) positiva o negativamente tres bytes a la vez con respecto a la trama de transporte. Esto se logra simplemente recalculando el valor del puntero en cada nodo de la red síncrona. Además de absorber las diferencias de temporización, el recálculo del puntero absorberá cualquier otra diferencia de fase que pudiera existir entre las señales SDH entrantes y el reloj del nodo.

Otra forma de afrontar los problemas de temporización sería utilizar “slip buffers” de 125 micro segundos en las entradas de los equipos de multiplexión SDH. Este tipo de buffers no son deseables por el retraso de señal (signal delay) que imponen y por los efectos negativos que los “slips” causan a la señal. El uso de los punteros evita estos efectos no deseados en la red.

No obstante, el procesamiento del puntero introduce un efecto negativo a la señal conocido como "Pointer adjustment jitter". Este efecto aparece en la señal tributaria recibida luego que se le recupera del VC-4 que ha sido sometido a ajustes de puntero. Es por esto que es necesario tener gran cuidado en el diseño de la distribución de temporización en la red SDH, tratando de minimizar el número de ajustes de puntero y por lo tanto la cantidad de "jitter" en la señal tributaria recibida.

1.15 Sincronización de trama

Antes que se pueda realizar la multiplexión en el equipo SDH, es necesario que todas las señales individuales SDH sean sincronizadas con el equipo. En el lado de entrada del equipo SDH las señales de transporte individuales pueden estar desalineadas tanto en fase como en velocidad de bits. La sincronización de trama alinea las señales individuales de transporte SDH tanto en fase como en velocidad de bits.

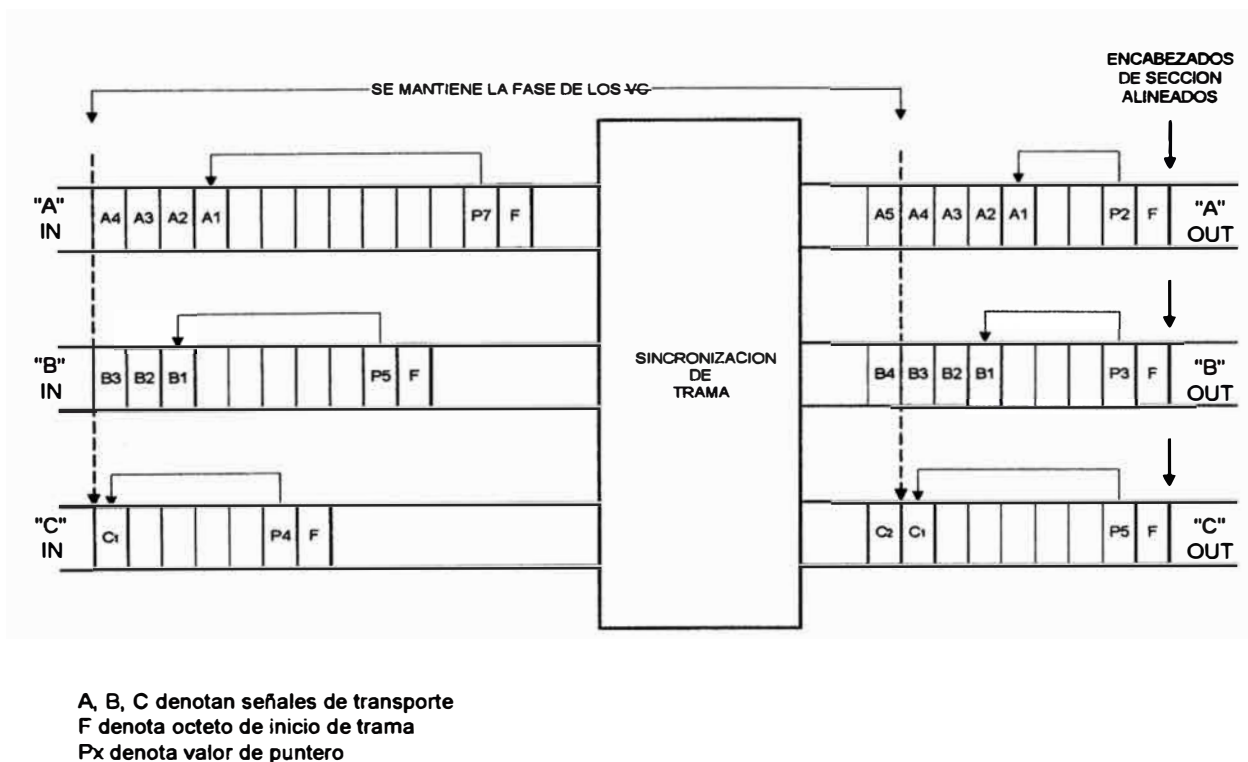


Fig. 1.10 Sincronización de trama

En el proceso de sincronización de trama, la porción de encabezado de trama y el contenedor virtual son tratados en forma diferente. Los bytes del encabezado de trama de cada señal de transporte están sincronizados a la trama resultante y para ayudar en este proceso, el encabezado de sección incluye seis o más “framing bytes” (F bytes). Por otro lado, los bytes de los VC-4s mantienen la misma diferencia de fase entre ellos. Esto se logra recalculando el valor de los punteros asociados a cada VC-4 con la finalidad de acomodar cualquier ajuste en la fase en relación al encabezado de sección debido a la sincronización de trama.

1.16 Multiplexión síncrona por intercalado de octetos

Varias tramas de transporte síncrono pueden ser empaquetadas para su transporte por una señal de transporte síncrono de nivel superior. Esta señal de transporte de orden superior se logra mediante el proceso de multiplexión por intercalación de bytes, por el cual las señales de transporte entrantes son combinadas en un patrón definido octeto por octeto.

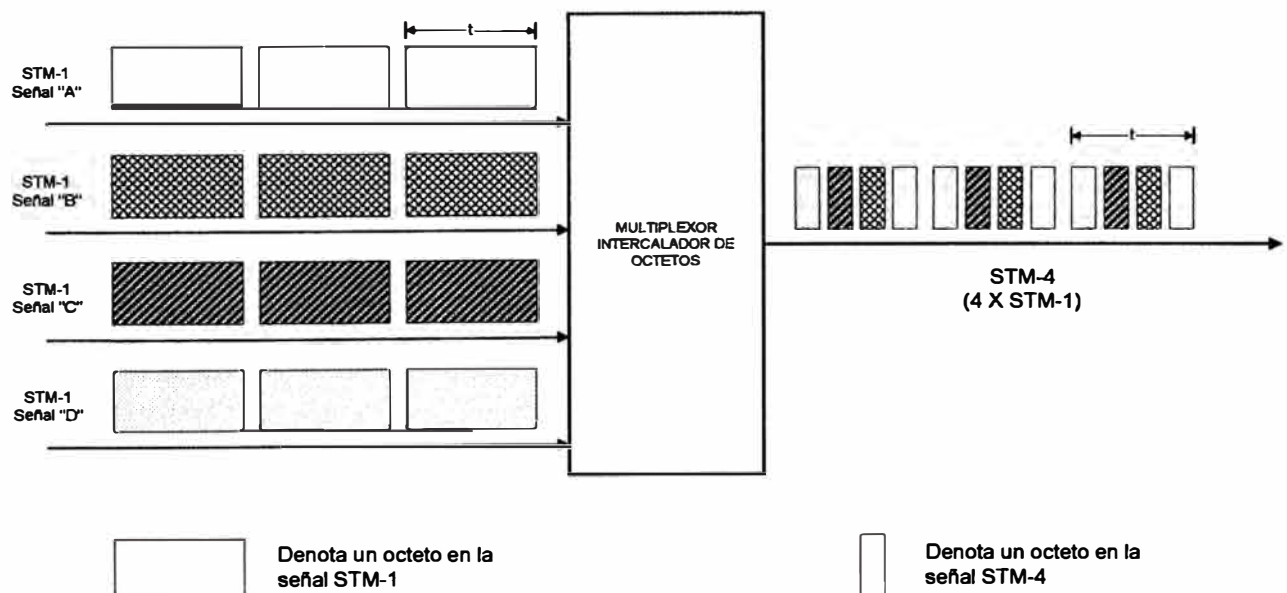


Fig. 1.11 Multiplexión síncrona por intercalación de octetos

Se requiere que las señales entrantes tengan la misma estructura de trama y velocidad de bits; además, sus tramas deben estar sincronizadas entre ellas. En otras palabras, el proceso de sincronización de trama tiene que haberse producido antes de la multiplexión síncrona por intercalado de octetos (bytes).

1.17 Estructura de la trama STM-4

La señal STM-4 se ensambla multiplexando 4 señales paralelas STM-1, las cuales tienen sus tramas ya sincronizadas. Por lo tanto, el mapa de la trama de la señal STM-4 está compuesto por 9 filas como la señal STM-1 pero tiene 1080 columnas que es 4 veces el número de columnas de la señal STM-1. La capacidad total de la señal STM-4 es de 9,720 octetos ó 77,760 bits por trama. Con esta dimensión de trama y con una velocidad de repetición de 8000 tramas por segundo, la velocidad de la señal STM-4 es 622.08 Mbit/s (observe que la velocidad repetición de trama es de 8,000 tramas por segundo no importa la jerarquía de la señal SDH).

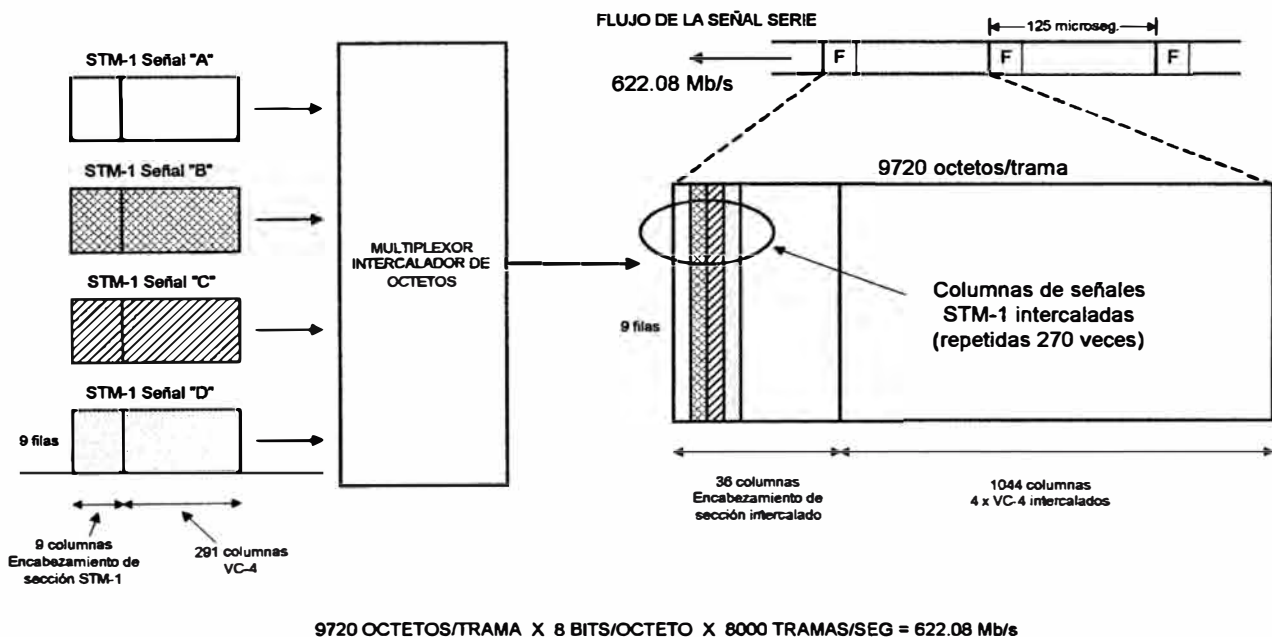


Fig. 1.12 Estructura de la trama STM-4

Las primeras 36 columnas son ocupadas por el encabezado de sección, las restantes 1044 columnas son ocupadas por los cuatro VC-4 asociados con las cuatro señales STM-1.

El mapa de la señal STM-4 se ensambla tomando columnas individuales de cada una de las cuatro señales STM-1, empezando con la primera columna de la señal STM-1 A, luego de la señal STM-1 B, la señal STM-1 C y finalmente la señal STM-1 D. Esta secuencia se repite 270 veces hasta que todas las columnas sean ensambladas en la estructura de trama de la señal STM-4.

1.18 Contenedor virtual 4 (VC-4)

El Contenedor Virtual 4 (VC-4) proporciona la capacidad básica de transporte entre nodos para la señal STM-1. Se compone de 2 partes: el Contenedor y el Encabezado de Trayecto (Path Overhead).

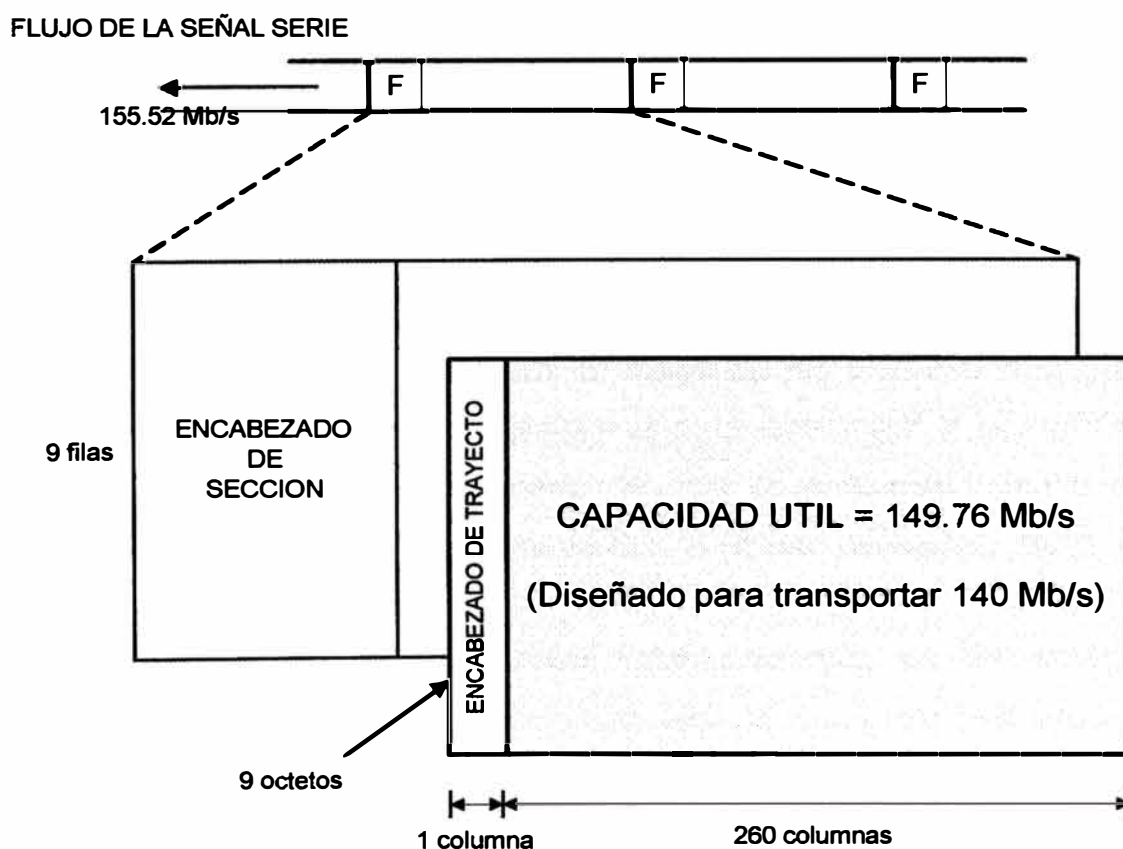


Fig. 1.13 El contenedor virtual 4 (VC-4)

El Contenedor: es el área específica de carga del VC-4 y está pensada para el transporte de señales tributarias específicas. El Contenedor, denominado C-4, se compone de 2340 octetos, distribuidos en 260 columnas y 9 filas. Estos octetos proporcionan una capacidad de transporte de 149.76 Mbit/s con una repetición de trama de 8000 Hz. Esta capacidad ha sido diseñada para el transporte específico de una señal tributaria de 140 Mbit/s.

El Encabezado de Trayecto: una porción del VC-4 se destina para el encabezado de trayecto. Este encabezado proporciona las facilidades, como el monitoreo de alarmas y tasa de errores, que son necesarias para apoyar y mantener el transporte del VC-4 entre los puntos terminales conocidos como "terminales de trayecto de alto nivel". Estos puntos son los lugares donde se ensamblan y desensamblan los contenedores virtuales. El encabezado de trayecto del VC-4 se encuentra en la primera columna del VC-4 (un total de 9 octetos por trama).

1.19 Unidades tributarias (TUs)

Hasta aquí hemos visto como se transporta una señal de 140M en la señal STM-1, pero ¿cómo se transportan otras señales tributarias de menor velocidad?, la respuesta es mediante las "unidades tributarias" (TUs).

El transporte de señales tributarias de menor rango como la señales de 2 Mbit/s se realiza mediante la estructura de trama de las unidad tributarias. Por diseño, la estructura de trama de las unidades tributarias encajan perfectamente en el VC-4, simplificando de este modo la multiplexión de las TUs. Un número determinado de TUs se ensamblan dentro del contenedor C-4 del VC-4. A continuación veremos diferentes tipos de unidades tributarias:

Unidad tributaria TU11: Cada TU11 consiste de 27 octetos, estructurados en 3 columnas de 9 octetos cada una. A una velocidad de repetición de 8000 Hz, estos octetos proveen una capacidad de transporte de 1.728 Mbit/s y puede recibir una señal DS1 del sistema norteamericano (1.544 Mbit/s). 84 TU11s pueden ser multiplexados dentro del VC-4.

Unidad tributaria TU12: Cada TU12 consiste de 36 octetos, estructurados en 4 columnas de 9 octetos cada una. A una velocidad de repetición de 8000 Hz, estos octetos proporcionan una capacidad de transporte de 2.304 Mb/s y pueden recibir una señal E1 del sistema europeo CEPT (2.048 Mbit/s). 63 TU12s pueden ser multiplexados dentro del VC-4.

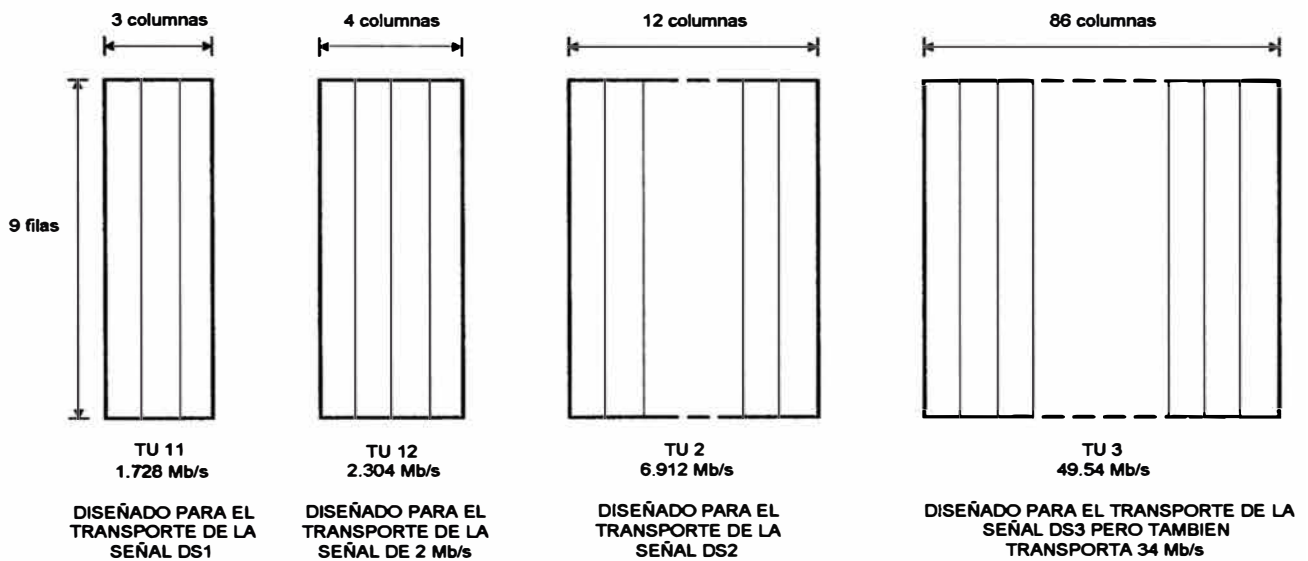


Fig. 1.14 Tamaño de unidades tributarias

Unidad tributaria TU2: Cada TU2 consiste de 108 octetos, estructurados en 12 columnas de 9 octetos cada una. A una velocidad de repetición de 8000 Hz, estos octetos proporcionan una capacidad de transporte de 6.912 Mbit/s y pueden recibir una señal DS2 del sistema norteamericano. 21 TU2s pueden ser multiplexados dentro del VC-4.

Unidad tributaria TU3: Cada TU3 consiste de 774 octetos, estructurados en 86 columnas de 9 octetos cada una. A una velocidad de repetición de 8000 Hz, estos octetos proporcionan una capacidad de transporte de 49.54 Mb/s y pueden recibir una señal de 34 Mbit/s del sistema

européo CEPT o una señal DS3 del sistema norteamericano. 3 TU3s pueden ser multiplexados dentro del VC-4.

El TU12 es particularmente importante porque está diseñado para el transporte de las señales de 2Mbit/s que son las más numerosas en las redes CEPT existentes. Su estructura de 9 columnas y 9 filas se acomoda perfectamente en la estructura del VC-4. 63 TUs se acomodan dentro de las 260 columnas del contenedor C-4, esto deja 8 columnas del C-4 libres. Estas columnas resultan de las etapas intermedias del proceso de multiplexión de las TU12s dentro del VC-4, y son llenadas con octetos de relleno ("stuffing bytes").

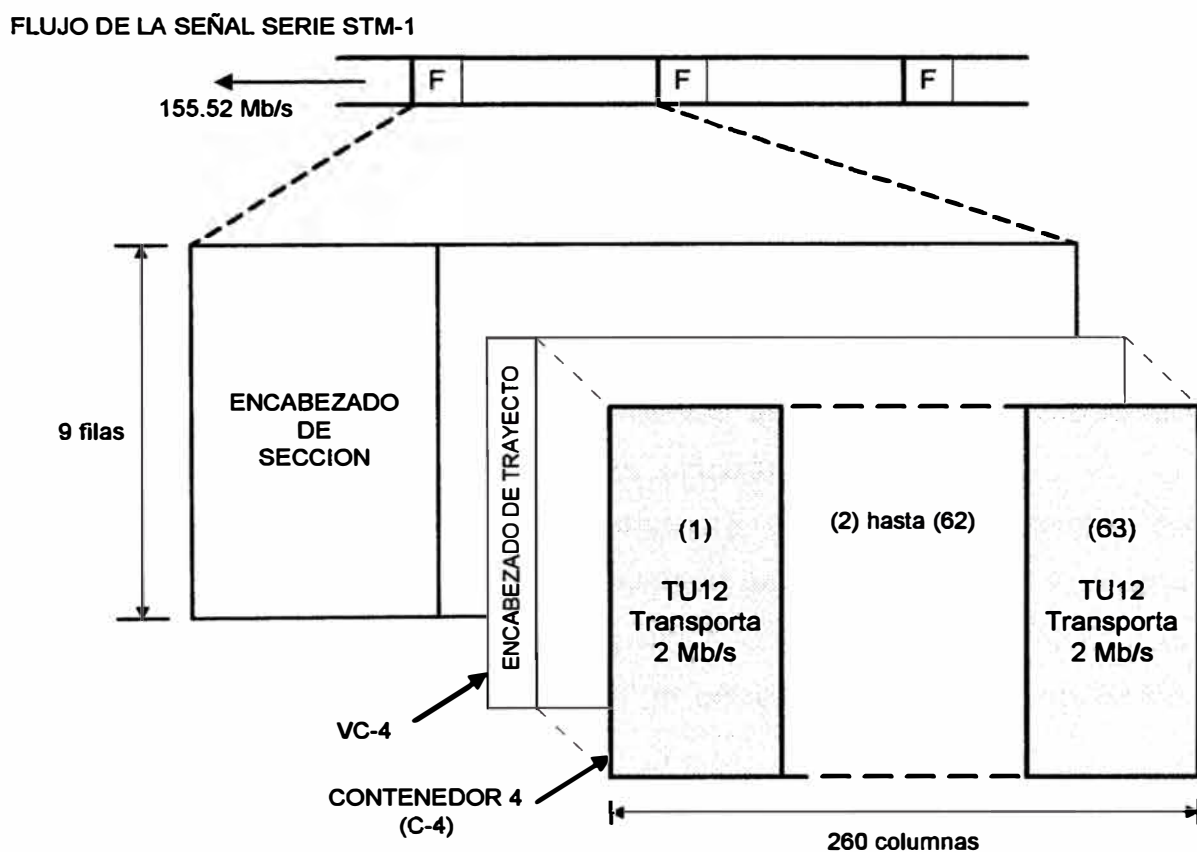


Fig. 1.15 Unidad tributaria TU12 en el VC-4

1.20 Opciones de multiplexión de PDH a SDH

La figura 1.16 indica las diferentes formas en que las señales, cuya jerarquía esta definida en la recomendación G.702, pueden ser multiplexadas en una trama STM-N.

La unidad de capacidad es el contenedor C_{ij} el cual lleva una señal en particular de la jerarquía G.702. i es el nivel de la señal en la recomendación G.702, $j=1$ para el valor más bajo y $j=2$ para el valor más alto dentro del mismo nivel.

Al contenedor se le agrega el Encabezado de Trayecto utilizado para las tareas de gestión y mantenimiento (como el monitoreo de la calidad de señal) de principio a fin del trayecto, resultando en el Contenedor Virtual VC_{ij} .

La señal de transporte SDH puede operar con cualquier señal PDH a cualquier nivel de la jerarquía, pero las señales PDH no están sincronizadas con respecto a la señal SDH, y por lo tanto es necesario un sistema de justificación, esto se logra poniendo el contenedor virtual en una unidad tributaria el cual contiene un puntero que define la fase (es decir la posición relativa en la trama) del contenedor virtual con respecto al encabezado de trayecto en la siguiente etapa del proceso.

A un conjunto de unidades tributarias se le denomina Grupo de Unidades Tributarias (Tributary Unit Group (TUG_j)).

En las etapas 3 y 4, los contenedores virtuales y los grupos de unidades tributarias son puestos en una Unidad Administrativa (AU) junto con un puntero para alinear su fase con respecto a la señal STM-N. Uno o más AUs son multiplexados por intercalación de octetos para generar un Grupo de Unidad Administrativa (AUG).

A todos los punteros se les referencia con el puntero de la Unidad Administrativa (AU) que es transportado un lugar fijo dentro de la trama STM-N de manera que cualquier contenedor puede ser fácilmente extraído sin demultiplexar toda la trama nivel por nivel (como es el caso en PDH). Por lo tanto se hace posible el uso de los multiplexores de inserción/extracción.

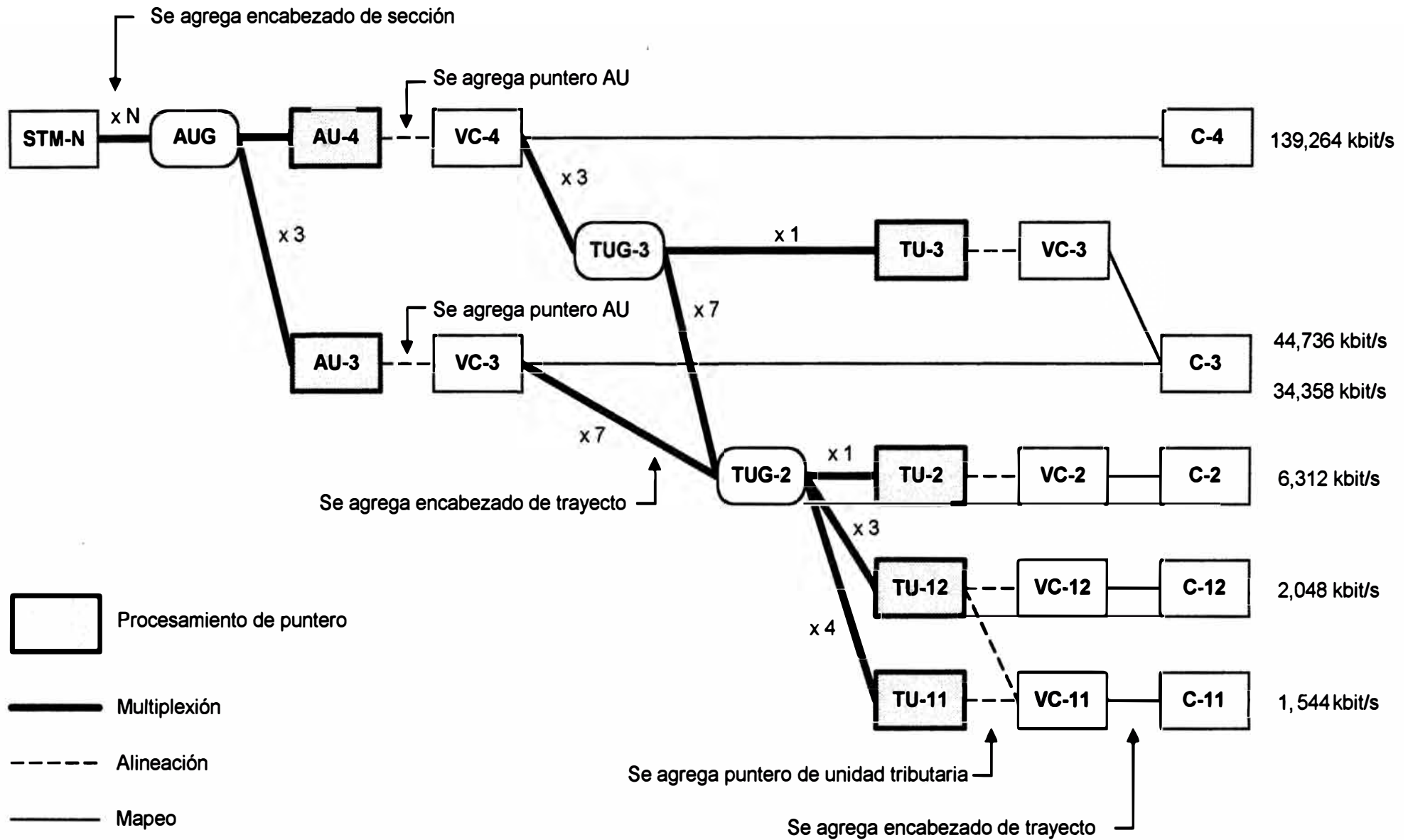


Fig. 1.16 Opciones de multiplexión de PDH a SDH

1.21 Segmentos de la red SDH

En la transmisión SDH el trayecto se compone de 3 segmentos: el Trayecto (Path), la Sección del Multiplexor y la Sección del Regenerador, tal como se indica en la Figura 1.17. Cada segmento tiene su propio "encabezado" el cual proporciona las señales de control y mantenimiento asociadas con cada segmento de transmisión.

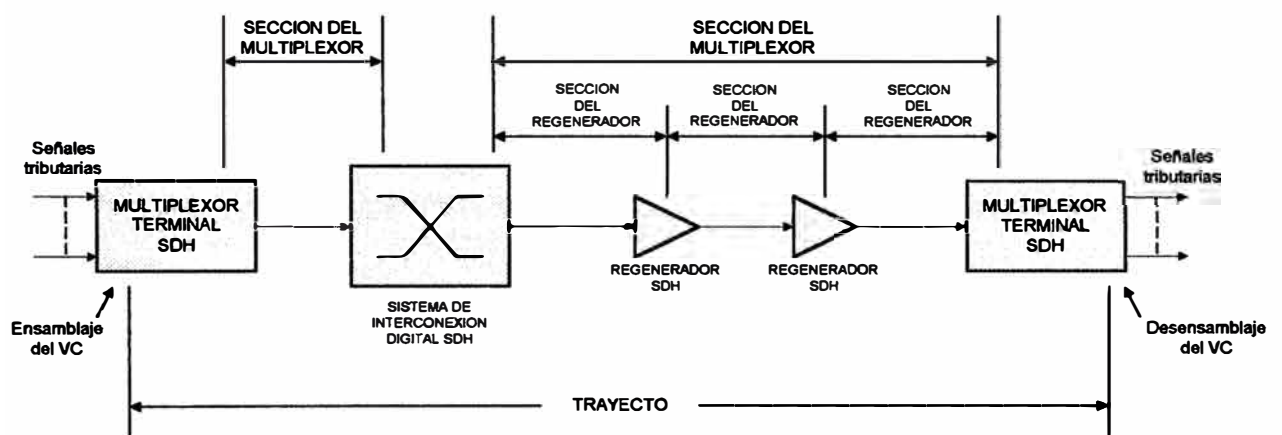


Fig. 1.17 Segmentos de la red SDH

El Trayecto: es la conexión lógica entre el punto en el cual la señal tributaria se ensambla en el contenedor virtual y el punto en el cual se le desensambla del contenedor virtual.

La Sección del Multiplexor: comprende el medio de transmisión, junto con el equipo asociado (incluyendo regeneradores), que proveen los medios para el transporte de la información entre dos nodos consecutivos (e.g. multiplexores, equipos de interconexión). Uno de los nodos origina el Encabezado de la Sección del Multiplexor (MSOH) mientras que el otro lo recibe o "termina".

La sección del multiplexor tiene especial importancia porque es a este nivel en que la red SDH proporciona la protección contra falla de equipos o el deterioro de la calidad de la señal. En el caso de una falla o deterioro de la

calidad, la red SDH va a conmutar los contenedores virtuales asociados hacia un circuito de respaldo de la sección del multiplexor. A esta acción se le conoce como Protección de la Sección del Multiplexor (MSP). Al circuito de respaldo se le conoce como canal de protección, y comprende el medio de transmisión, regeneradores (si son necesarios), y el equipo terminal de la sección del multiplexor.

La Sección del Regenerador: comprende el medio de transmisión, junto con el equipo asociado entre un nodo y un regenerador, o entre dos regeneradores. La sección del regenerador no se protege individualmente.

1.22 Encabezados de la señal SDH

A continuación se describirá brevemente la función de los octetos de los encabezados de trayecto (VC-4), sección del multiplexor y sección del regenerador.

A. Encabezados de Trayecto VC-4

J1: Se usa para transmitir una cadena continua de 64 octetos para las pruebas de continuidad del trayecto entre la fuente del trayecto y el receptor.

B3: Soporta la prueba de monitoreo de error de trayecto BIP-8. El BIP-8 del trayecto se calcula sobre todos los bits del VC-4 anterior, el valor computado se coloca en el octeto B3 antes del "scrambling".

C2: Indica la construcción o tipo del VC-4 asociado por medio de una "etiqueta" o valor asignado entre 256 valores posibles.

G1: Se usa para enviar información de estado y performance desde el equipo receptor hacia el equipo generador del trayecto. Esto permite el monitoreo del trayecto desde cualquiera de los extremos.

F2: Asignado para la comunicación entre los técnicos ubicados en los terminales de trayecto.

H4: Indica la fase de multitrama para unidades tributarias (TU) estructuradas.

Z3 - Z5: Reservado para uso futuro.

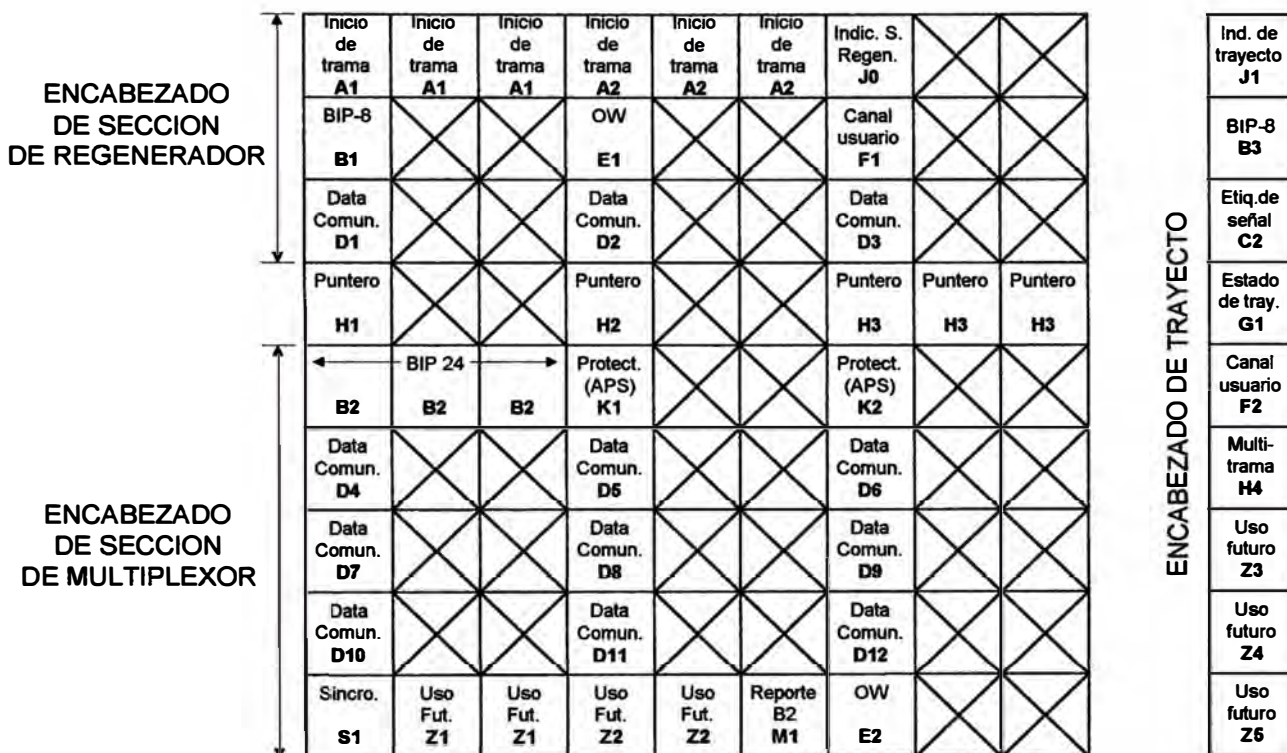


Fig. 1.18 Encabezados de la señal SDH

B. Encabezados de Sección del Multiplexor

B2: Los 3 octetos B2 soportan la función de monitoreo de errores BIP-24 de la sección del multiplexor. El valor de MS BIP-24 se calcula sobre todos los bits de la trama STM-1 anterior excepto los localizados en el encabezado de la sección del regenerador. Los octetos B2 se proveen para todos los STM-1s en una estructura STM-N.

K1, K2: Apoyan la función de Protección de la Sección del Multiplexor (MSP). Se definen sólo para el primer STM-1 en una estructura STM-N.

D4-D12: Proporcionan un canal de comunicación de datos de 576 kbit/s entre los equipos terminales de sección del multiplexor. Este canal se usa para transportar la información de administración y mantenimiento de la red. Se definen sólo para el primer STM-1 en una estructura STM-N.

S1: Octeto de estado de sincronización, contiene la información de calidad de la fuente de reloj a la cual se encuentra sincronizado el equipo,

para ser enviada a la siguiente estación. Se usa para la gestión y recuperación de la sincronización de red.

Z1, Z2: Estos octetos están reservados para funciones que aún están en discusión.

M1: Por medio de este octeto se reporta el resultado de la operación BIP-24 (B2) al extremo originante como FEBE (Far end block error).

E2: Proporciona un canal de servicio expreso para comunicación de voz entre los equipos terminales de la sección del multiplexor. Se definen sólo para el primer STM-1 en una estructura STM-N.

H1-H3: Octetos del puntero de la unidad administrativa (AU). Están asociados pero no son realmente parte del encabezado de sección del multiplexor. H1 y H2 contienen la información del puntero. Los tres H3 son los octetos de acción del puntero. Los octetos H3 se usan para llevar información "real" del VC-4 durante una trama STM en la que ocurre un ajuste negativo de puntero. Se proveen punteros AU para todos los STM-1s de una estructura STM-N.

C. Encabezados de Sección del Regenerador

A1, A2: Contienen el patrón de alineación de trama (1111011000101000). Se proveen para todos los STM-1s de una estructura STM-N.

J0: Es uso de este octeto está bajo estudio. Originalmente se le definió como identificador de STM.

B1: Soportan la función BIP-8 (Bit Interleaved Parity) para el monitoreo de la calidad de la señal a nivel de la sección del regenerador. Se computa sobre todos los bits de la trama STM-N anterior (después del "scrambling"). El resultado se coloca en el octeto B1 (antes del "scrambling"). Este octeto sólo se define para el primer STM-1 de una estructura STM-N.

E1: Provee un canal de servicio para comunicación de voz entre regeneradores, terminales e interconectores. Se define sólo para el primer STM-1 de una estructura STM-N.

F1: Este octeto está disponible para su uso por parte del usuario y se termina en todos los equipos a nivel de sección del regenerador. Se define sólo para el primer STM-1 de una estructura STM-N.

D1-D3: Provee un canal de comunicación de datos de 193 kbit/s para apoyar las funciones de mantenimiento, monitoreo de errores y gestión entre los equipos de la sección del regenerador. Se define sólo para el primer STM-1 de una estructura STM-N.

1.23 Señales de mantenimiento en servicio

El amplio rango de señales de alarma y pruebas de paridad incorporadas dentro de la estructura de la señal SDH apoyan una efectiva prueba del sistema en servicio. Las condiciones de alarma mayor como la Pérdida de Señal (LOS), Pérdida de Trama (LOF), y Pérdida de Puntero (LOP) originan que se transmitan señales de indicación de alarma (AIS) en forma descendente (downstream) en la red.

En respuesta a las diferentes señales AIS, y a la detección por parte del receptor de las condiciones de alarma mayor, se envían otras señales de alarma en forma ascendente (upstream) en la red para hacer notar que el tramo descendente tiene problemas.

La señal FERF (Far end receive failure) se envía en forma ascendente en el Encabezado de Sección del Multiplexor luego que se detecta AIS, LOS ó LOF en el equipo terminal de la sección del multiplexor.

Para un trayecto de alto orden, se envía una señal RAI (Remote Alarm Indication) en forma ascendente luego que se detecta AIS de trayecto, ó LOP en el equipo terminal de trayecto. De igual forma, para un trayecto de bajo orden, se envía una señal RAI en forma ascendente luego que se detecta AIS de trayecto de bajo orden en el equipo terminal de trayecto de bajo orden.

El monitoreo de la calidad de señal en cada nivel de la jerarquía de mantenimiento se basa en las pruebas de paridad de bits intercalados (Bit Interleaved Parity (BIP)) calculados en cada trama. El resultado de estas pruebas BIP se insertan en el encabezado asociado con cada sección:

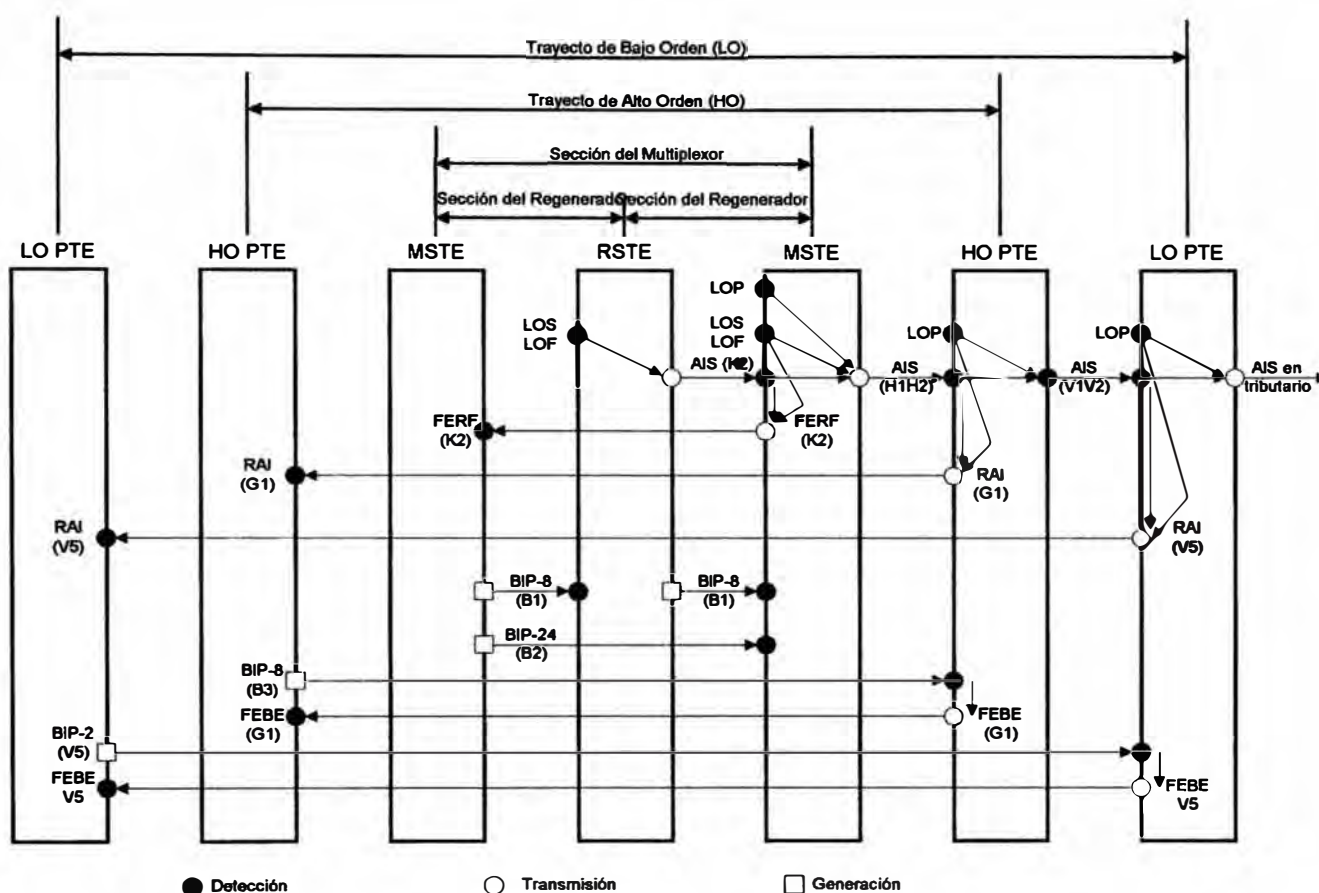


Fig. 1.19 Señales de mantenimiento en servicio

Trayecto, Multiplexor y Regenerador. Además, los equipos terminales de trayectos de alto y bajo orden producen la señal FEBE (Far End Block Error) basados en los errores detectados en las pruebas BIPs de los trayectos de alto y bajo orden respectivamente. Las señales FEBE se envían en forma ascendente hacia el equipo terminal que origina el trayecto.

Hasta aquí se ha explicado las principales características de los sistemas síncronos (SDH), en el siguiente capítulo se indica el procedimiento para el diseño de la red síncrona de voz y datos.

CAPITULO II DISEÑO DE LA RED

En este capítulo se presenta el diseño de la red síncrona para el proyecto 5873 del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) denominado "Red Síncrona de Voz y Datos para la ciudad de San José de Costa Rica".

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) es una entidad estatal encargada de la administración y explotación de los recursos eléctricos de Costa Rica, asimismo se encarga de planificar, implementar y explotar la infraestructura de las telecomunicaciones a nivel nacional.

Dentro del conjunto de los países centroamericanos, Costa Rica es el país con la red de telecomunicaciones más moderna, además, el ICE cuenta con muy buena reputación por el alto nivel de sus ingenieros y su constante preocupación por estar a la vanguardia en lo que concierne a la tecnología de las telecomunicaciones.

El ICE cuenta con un ambicioso plan de modernización y expansión de su red de comunicaciones que va desde la construcción de nuevas estaciones de transmisión satelital hasta la provisión de enlaces radiales a las localidades más remotas para la provisión de telefonía automática a nivel nacional. Cabe indicar que Costa Rica es un miembro importantísimo del esfuerzo centroamericano de contar con una red de transmisión por fibra óptica de alta velocidad (2.5 G) que enlazará a cinco países centroamericanos: Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica y Nicaragua, la cual además de servirá como una vía de alta velocidad para el tráfico internacional del continente.

Entre los diversos proyectos de implementación de nuevas redes y/o mejoramiento de los servicios existentes, se encuentra el proyecto ICE 5873 que apunta a satisfacer la creciente demanda de los sectores privados y

organismos estatales en la ciudad de San José, de contar con mejores y altamente confiables servicios de transmisión de voz y datos.

El proyecto 5873 está pues dirigido a proporcionar redes de acceso para los bancos, ministerios y negocios en general, no es pues la intención primordial de este proyecto el servicio telefónico básico.

2.1 Ingeniería del sistema

Para establecer un sistema de multiplexión síncrona en general, es necesario la definición de los siguientes parámetros:

- Selección del modo de operación del equipo
- Selección del número y tipo de interfaces de baja velocidad
- Cálculo de enlace óptico
- Sincronización del sistema
- Plan de repetidoras
- Plan de canalización
- Gestión de red

De todos estos parámetros el único que no es aplicable para este proyecto es el plan de repetidoras, por tratarse de tramos de fibra óptica de longitud menor al alcance máximo de las interfaces ópticas.

A. Selección del modo de operación del equipo

El modo de operación del equipo está determinado por la configuración de la red, por ejemplo, si el enlace óptico fuese un sistema punto a punto, el modo de operación del equipo sería "Modo Terminal". Luego de un análisis sobre las posibles configuraciones de red, se llegó a la conclusión que la distribución de las estaciones permitiría la implementación de redes de anillo las cuales son las que proporcionan la más alta confiabilidad al sistema y excelente calidad de señal mediante el uso de fibra óptica (con una tasa de error de bit mejor de 10^{-11}).

La Figura 2.1 muestra la configuración de la red del proyecto 5873 "Red de Acceso de Voz y Datos" del ICE.

La estructuración de los 4 anillos se basó en la cercanía geográfica de las estaciones, en la existencia de tendido de fibra óptica y en la facilidad

para instalar los tramos restantes. Todo esto en estrecha coordinación con los ingenieros del ICE.

Para la implementación de este sistema se recomendó y seleccionó el Multiplexor de Inserción/Extracción SMS-600V, por su gran versatilidad ya que puede ser usado como elemento de red en los niveles STM-1 y STM-4, y a la vez ofrece la posibilidad de aceptar tributarios de 2M, 34M y 140M.

Como se explicó en el Capítulo 1, una de las características principales de los equipos SDH es la de ofrecer una infraestructura de red unificada y este proyecto es una clara prueba de lo expuesto. Mediante un sólo modelo de equipo es posible armar esta red de cuatro anillos, cumpliendo el rol de recolección de señales tributarias en unos casos y en otros de cabeza de anillo. Por lo tanto, el modo de operación del equipo SMS-600V para todos los nodos del sistema es "Modo Anillo", y el tipo de protección de anillo seleccionado fue el de anillo unidireccional de 2 fibras con protección de trayecto (2-Fiber Unidirectional Self-healing Ring (2F-UPSR)). Este tipo de protección de anillo es el más adecuado para las redes de acceso de baja y mediana capacidad por su alta velocidad de respuesta y la sencillez en su implementación. Además, permite proveer la protección por "trayecto" (path) en forma selectiva, dándole la posibilidad al operador de seleccionar a que trayectos protege (trayectos de alta prioridad) y a cuales no (trayectos de baja prioridad).

B. Selección del número y tipo de interfaces de baja velocidad

El sistema de acceso de voz y datos se compone de 4 redes en anillo a 2 fibras, estos anillos podrán fácilmente crecer hacia anillos de 4 fibras simplemente instalando unidades ópticas adicionales y cambio de algunos parámetros de software mediante el Local Craft Terminal (LCT). Esta mejora no sólo incrementaría al doble la capacidad de transmisión sino que también aumentaría la confiabilidad del sistema. A continuación se describen los cuatro anillos integrantes el sistema con la capacidad instalada de tributarios de 2M y 140M, (la cantidad de tributarios indicada en la Figura 2.1 corresponde a la capacidad instalada inicial) nótese que la capacidad

instalada no es necesariamente la capacidad utilizada en el plan de canalización que se discutirá más adelante:

Anillo 1

Este anillo trabajará en el nivel STM-1 de transmisión SDH equivalente a 155.52 Mbit/s e incluirá las siguientes 5 estaciones: San José, BP, BCAC, BCR, BNCR.

El equipo a instalarse en cada estación del anillo 1 será el Multiplexor de Inserción Extracción SMS-600V.

La estación de San José operará como cabeza de anillo para lo cual contará con una capacidad instalada inicial de 84 tributarios de 2M, esta capacidad podrá ser incrementada fácilmente hasta 189 tributarios de 2M mediante la instalación de tarjetas interfaz de 2M (cada tarjeta incrementa el acceso para 21 tributarios de 2M).

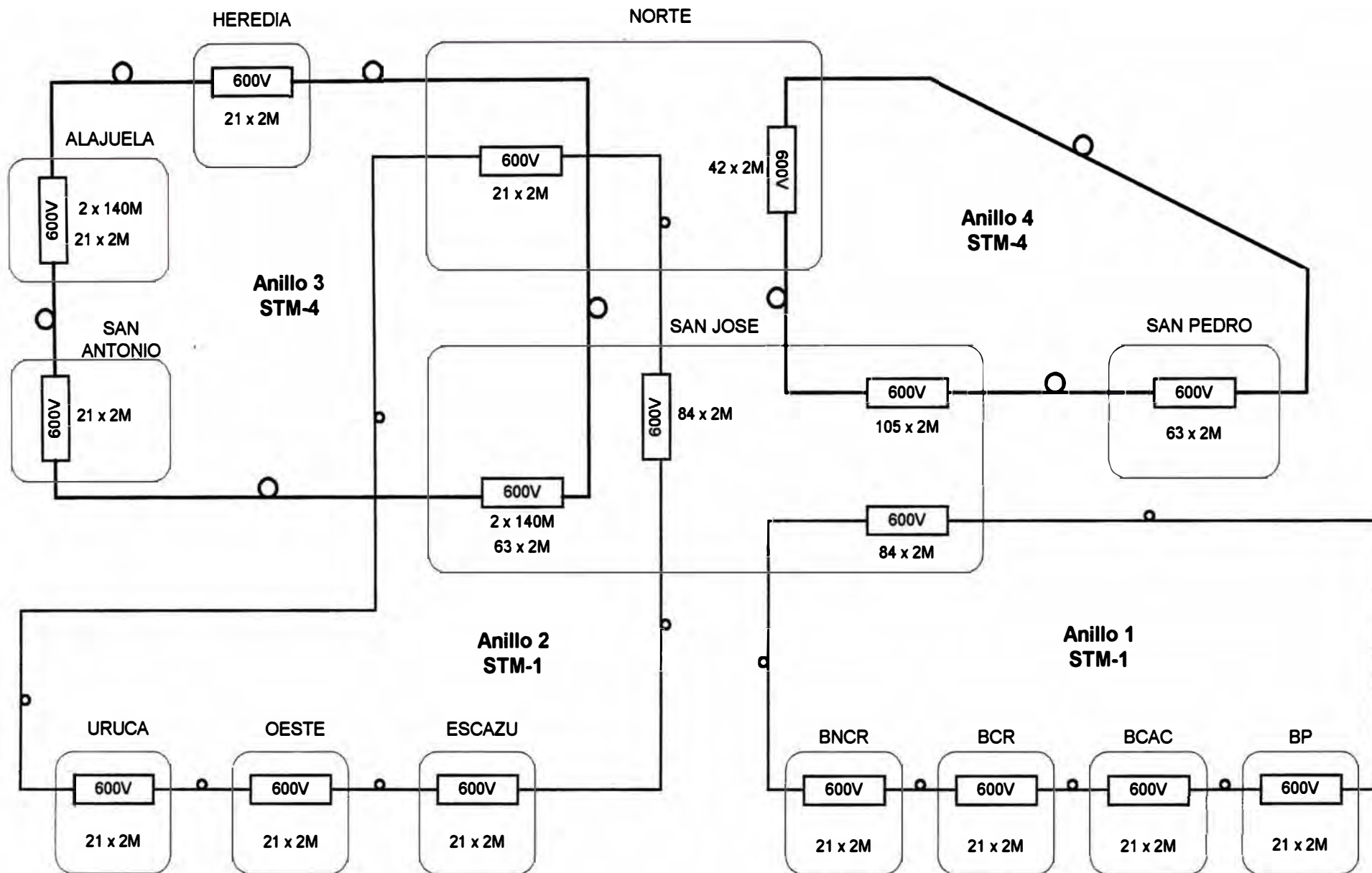
Las estaciones BP, BCAC, BCR, y BNCR contarán con 21 tributarios de 2M cada una, pudiendo incrementarse esta capacidad con solo insertar tarjetas de 2M, dependiendo del crecimiento del tráfico en el nodo y el plan de canalización del ICE.

Anillo 2

Este anillo trabajará en el nivel STM-1 de transmisión SDH equivalente a 155.52 Mbit/s e incluirá las siguientes 5 estaciones: San José, Escazu, Oeste, Uruca, y Norte.

El equipo a instalarse en cada estación del anillo 2 será el Multiplexor de Inserción Extracción SMS-600V.

La estación de San José operará como cabeza de anillo para lo cual contará con una capacidad instalada inicial de 84 tributarios de 2M, esta capacidad podrá ser incrementada fácilmente hasta 189 tributarios de 2M mediante la instalación de tarjetas interfaz de 2M (cada tarjeta incrementa el acceso para 21 tributarios de 2M).



Nota: Se indica la capacidad instalada inicial de tributarios.

Fig. 2.1 Diagrama de la Red - ICE 5873

Las estaciones Escazu, Oeste, Uruca, y Norte, contarán con 21 tributarios de 2M cada una, pudiendo incrementarse esta capacidad de la misma forma como se explicó para la estación San José.

Anillo 3

Este anillo trabajará en el nivel STM-4 de transmisión SDH equivalente a 622.080 Mbit/s e incluirá las siguientes 4 estaciones: San José, San Antonio, Alajuela y Heredia. Sin embargo, la fibra óptica de este anillo pasará físicamente por la estación Norte sin derivar ninguna señal. El equipo a instalarse en cada estación del anillo 3 será el Multiplexor de Inserción Extracción SMS-600V.

La estación de San José operará como cabeza de anillo para lo cual contará con una capacidad instalada inicial de 63 tributarios de 2M y 2 tributarios de 140M, esta capacidad podrá ser incrementada fácilmente hasta 126 tributarios de 2M, y hasta 4 tributarios de 140M, mediante la instalación de tarjetas interfaz adicionales.

Las estaciones San Antonio y Heredia, contarán con 21 tributarios de 2M cada una, pudiendo incrementarse esta capacidad hasta 189 tributarios de 2M mediante la instalación de tarjetas interfaz adicionales. La estación de Alajuela contará con 21 tributarios de 2M y 2 tributarios de 140M, pudiendo incrementarse esta capacidad mediante la instalación de tarjetas interfaz adicionales.

Anillo 4

Este anillo trabajará en el nivel STM-4 de transmisión SDH equivalente a 622.080 Mbit/s e incluirá las siguientes 3 estaciones: San José, San Pedro y Norte. El equipo a instalarse en cada estación del anillo 4 será el Multiplexor de Inserción Extracción SMS-600V. La estación de San José operará como cabeza de anillo para lo cual contará con una capacidad instalada inicial de 105 tributarios de 2M, esta capacidad podrá ser incrementada fácilmente hasta 189 tributarios de 2M, mediante la instalación de tarjetas interfaz adicionales. La estación San Pedro contará con 63 tributarios de 2M, fácilmente incrementables hasta 189 tributarios de 2M,

mediante la instalación de interfaces adicionales. La estación Norte contará con 42 tributarios de 2M, fácilmente incrementables hasta 189 tributarios de 2M, mediante la instalación de interfaces adicionales.

Una vez que se define el tipo y la cantidad de tributarios, entonces es posible determinar la cantidad de bastidores de distribución que se requiere instalar, para este proyecto se instalarán bastidores de distribución según la norma del ICE, así como distribuidores digitales tipo BNC (75 ohm).

Las Figuras de la 2.2 a la 2.6 ilustran la vista frontal de los bastidores a instalarse en cada estación: bastidores tipo ETSI para los equipos SDH de 2.2 mts de altura y los bastidores de 2.87 mts. para los módulos de distribución digital (DDM). Cada módulo de distribución digital tiene capacidad para 4 canales digitales (in/out), por lo cual, la cantidad de DDMs está determinada por el número de canales tributarios de 2M y 140M a instalarse en cada estación. Los paneles para las fibras ópticas M8011DB (ó Fiber Distribution Panel (FDP)) se instalan en el bastidor ETSI para dar facilidad al acceso de las fibras, en estos paneles se pueden instalar hasta 16 terminales de fibra óptica. Para este proyecto se utilizan los conectores ópticos tipo FC-PC. Las Figuras de la 2.7 a la 2.12 muestran la composición de los sub-bastidores en cada estación.

En cuanto a la conexión de los cables de señal y alimentación, el área de responsabilidad del Contratista para este proyecto está indicada en la Figura 2.13. El Contratista suministrará e instalará todo el equipo y material desde los DDM (Digital Distribution Module) hasta los FDP (Fiber Distribution Panel) quedando a responsabilidad del ICE el conexionado desde los "otros equipos" hacia los DDM y desde la caja de empalme óptico (a donde llega el cable óptico externo a la estación que es responsabilidad del ICE) hacia los FDP, tal como se indica en la Figura 2-13.

El panel de distribución de corriente continua (- 48 V), el rectificador y las baterías son responsabilidad del ICE, siendo responsabilidad del Contratista el proveer el cable de alimentación y su respectiva conexión al panel de distribución de corriente continua.

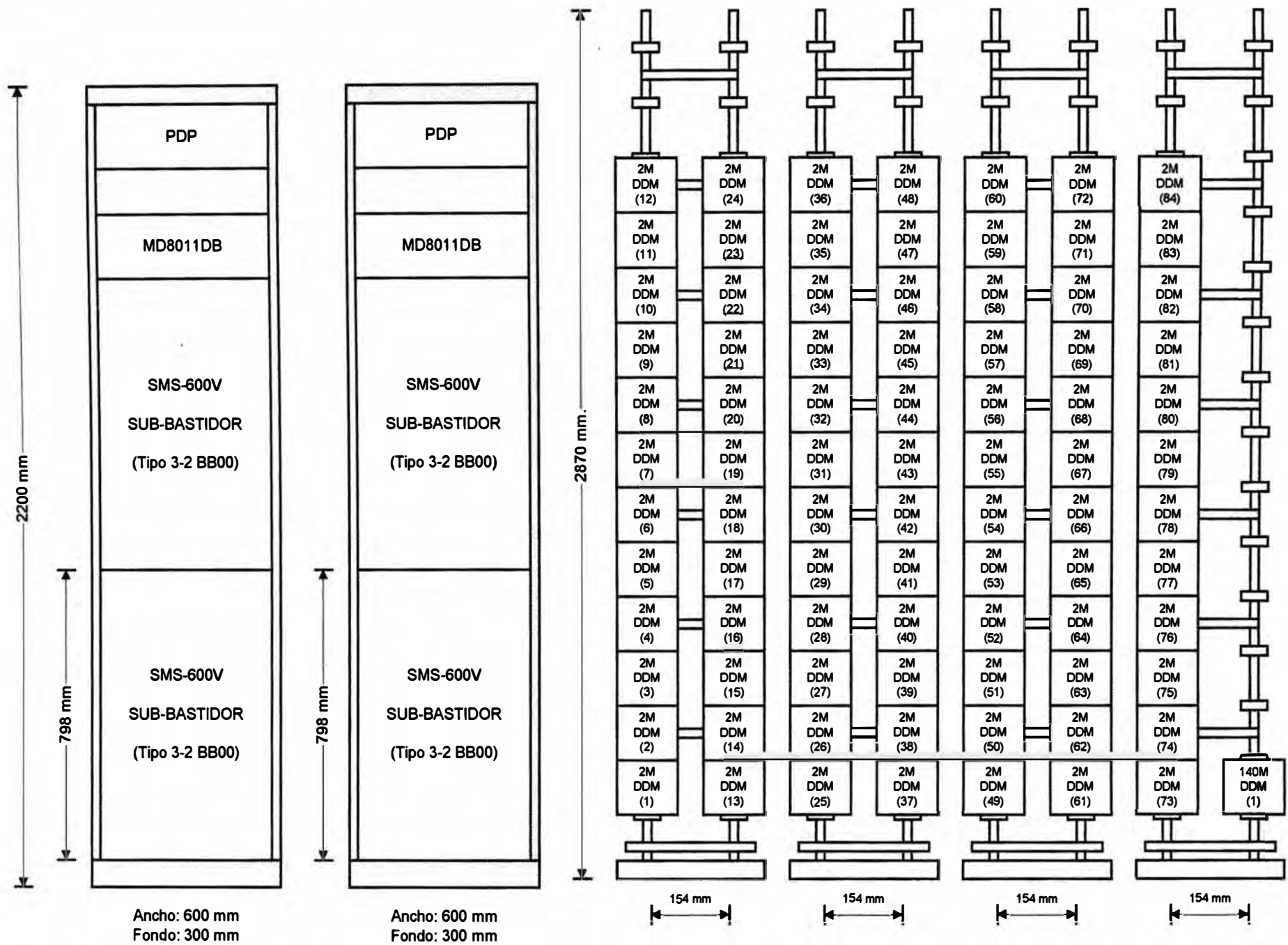


Fig. 2.2 Vista Frontal de Bastidores: San José

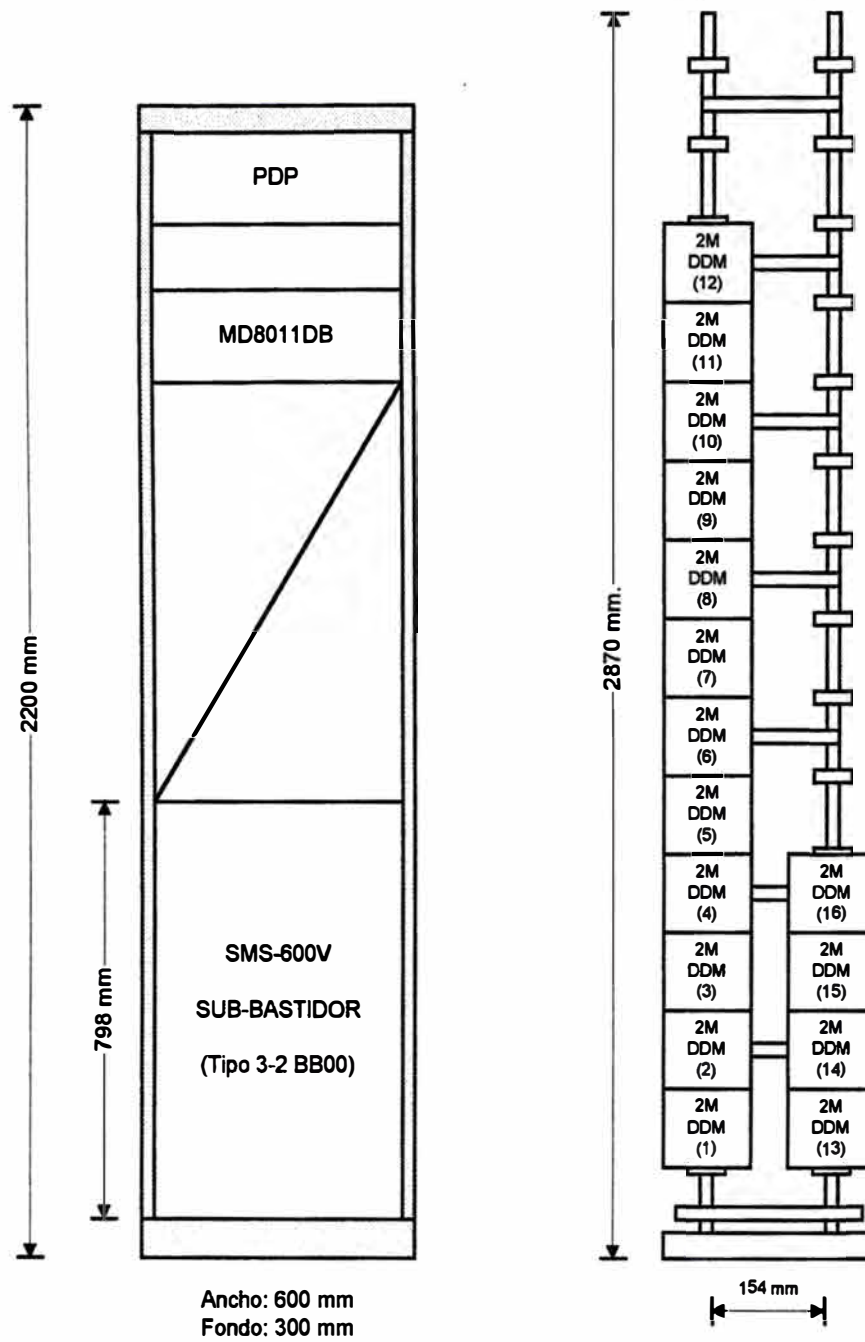


Fig. 2.3 Vista Frontal de Bastidores: San Pedro

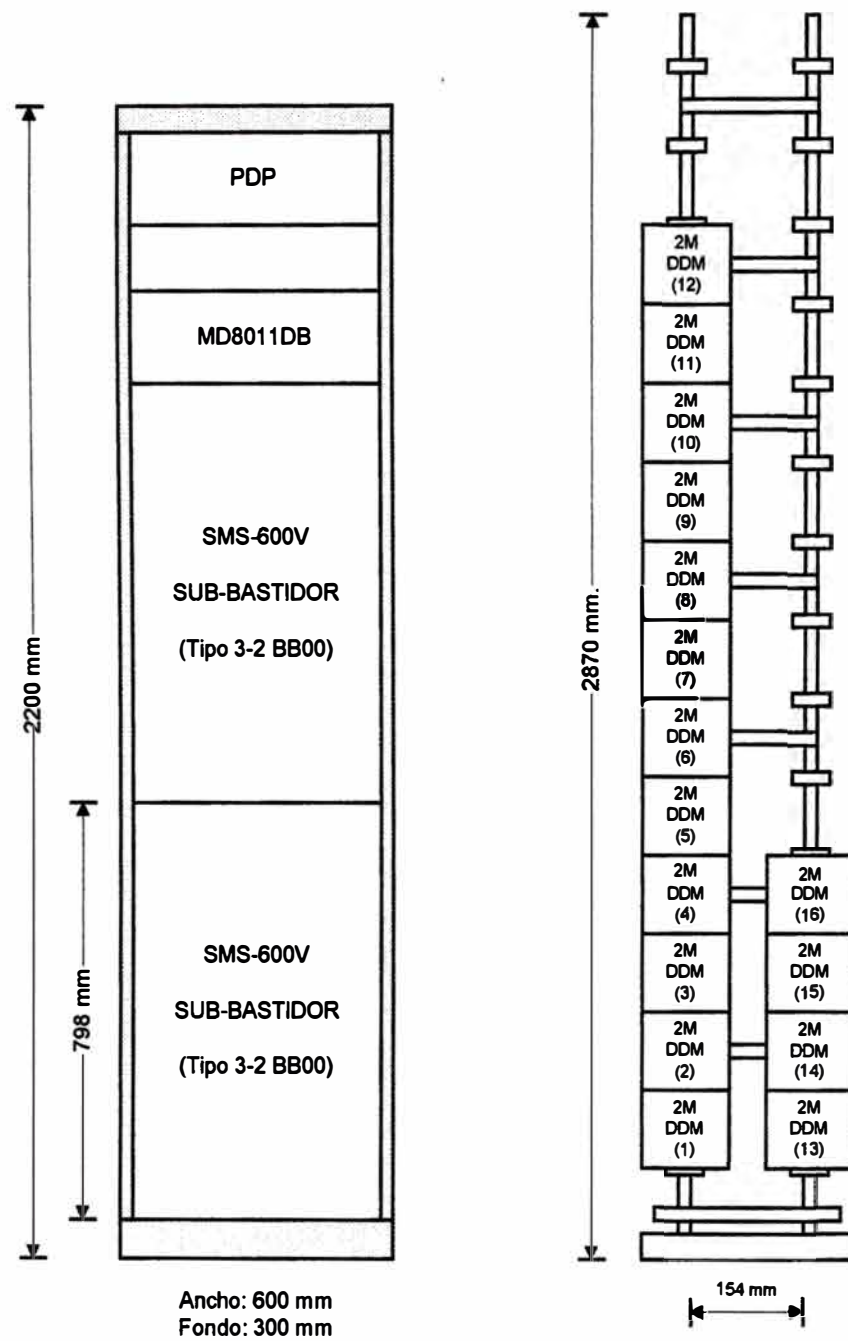


Fig. 2.4 Vista Frontal de Bastidores: Norte

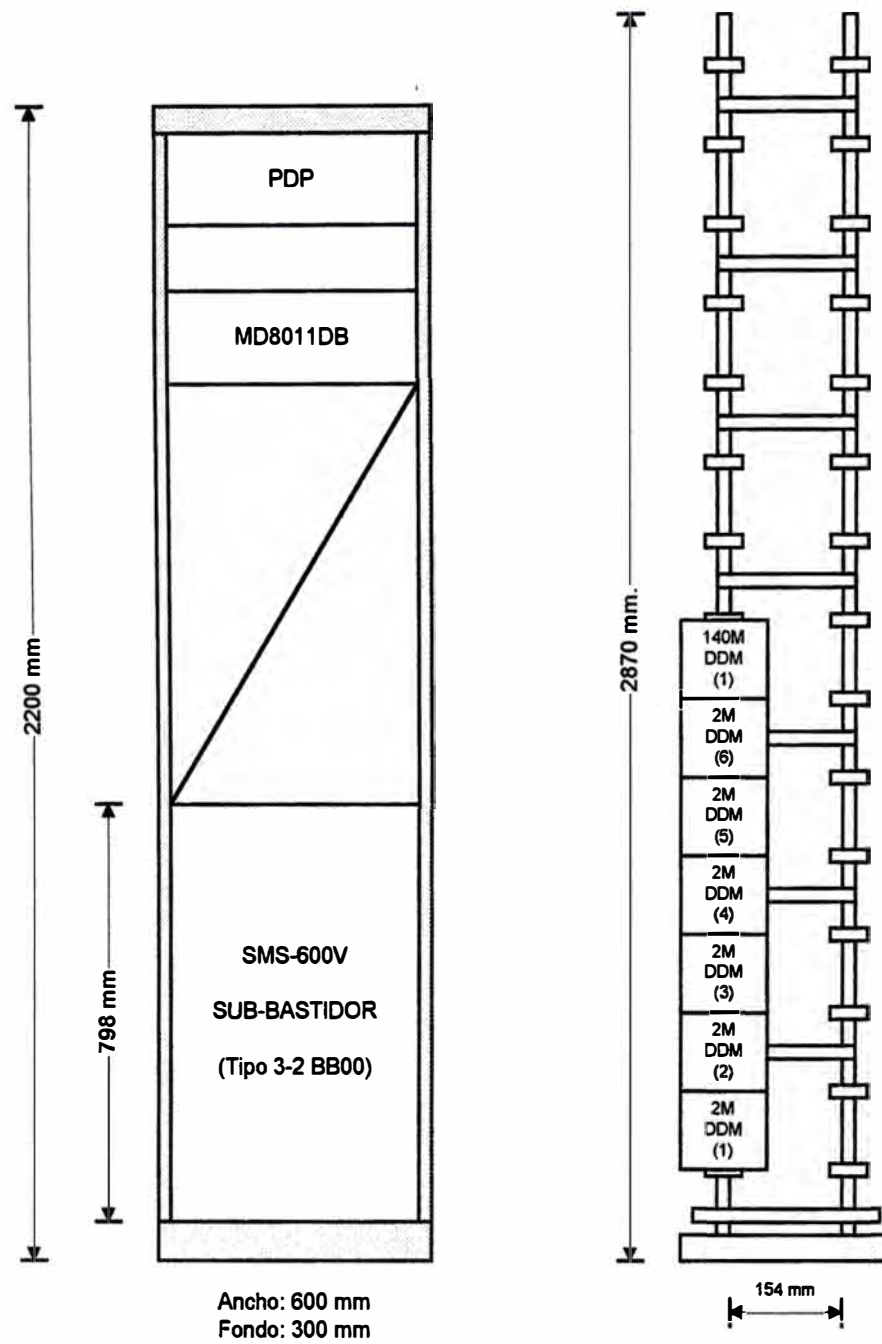


Fig. 2.5 Vista Frontal de Bastidores: Alajuela

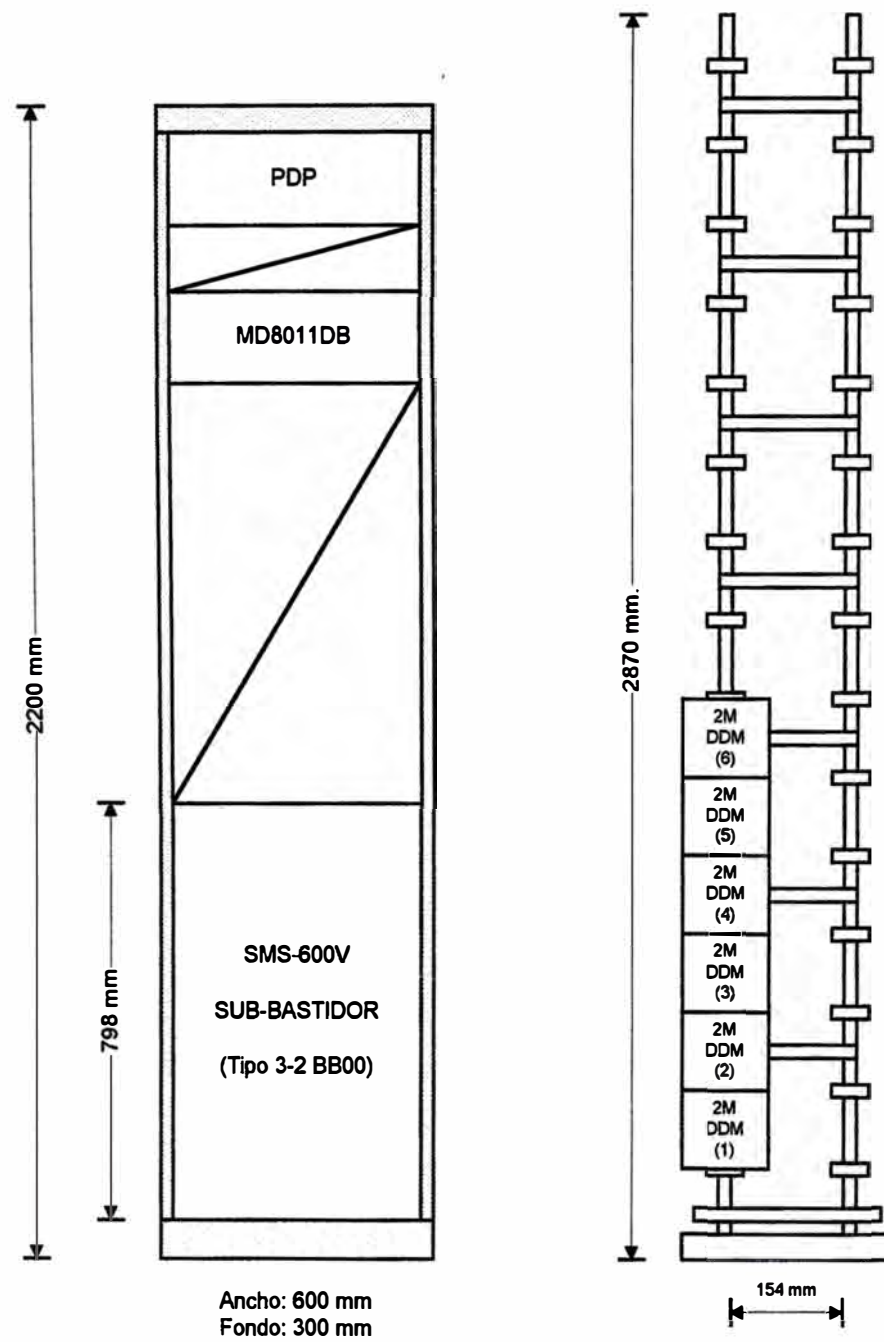
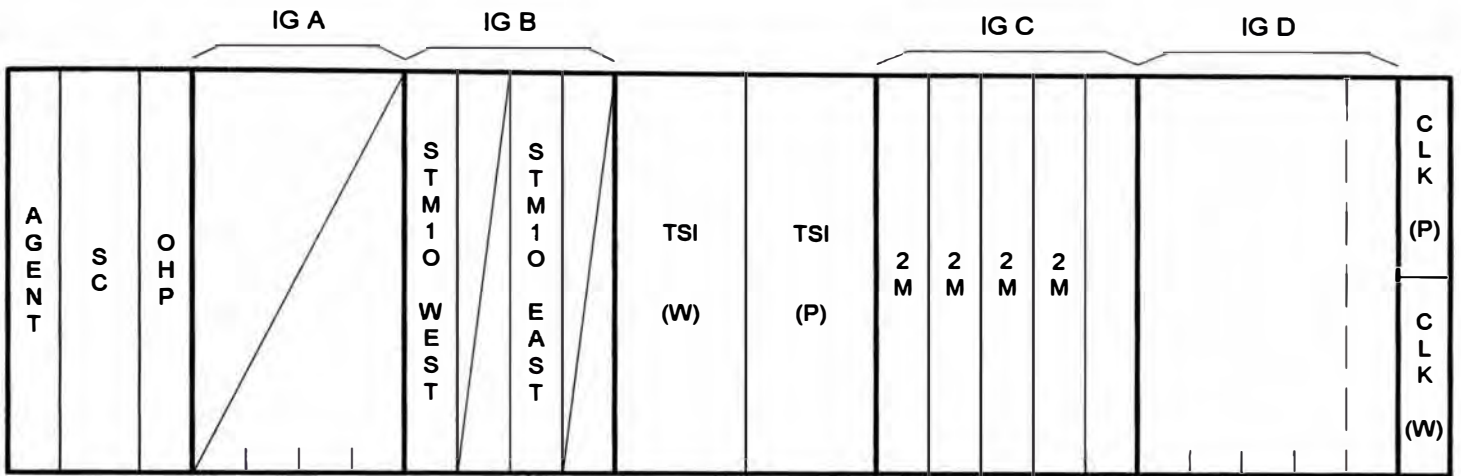


Fig. 2.6 Vista Frontal de Bastidores: Heredia, San Antonio, Uruca, Oeste, Escazu, BNCR, BCR, BCAC, BP

Anillo 1:



Anillo 2:

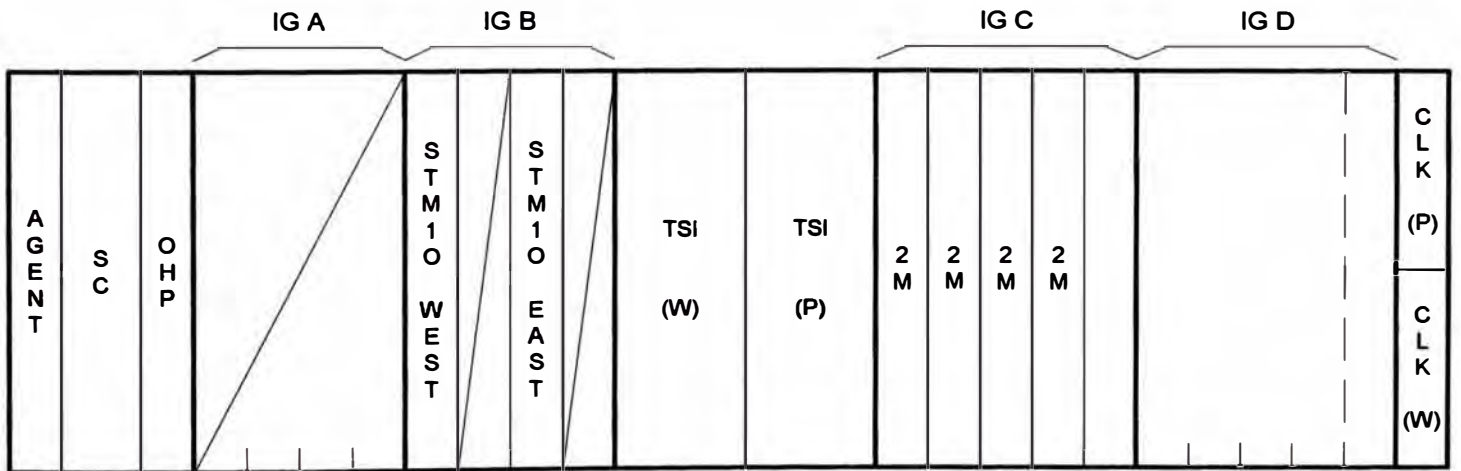
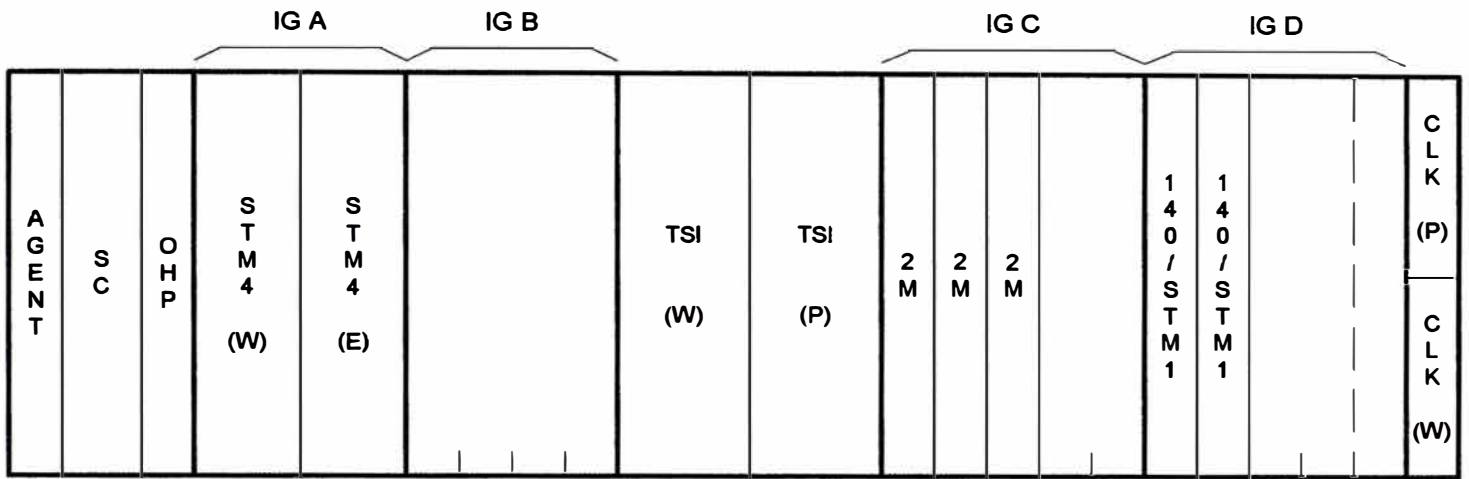


Fig. 2.7 Vista Frontal de Sub-bastidores: San José (1/2)

Anillo 3:



Anillo 4:

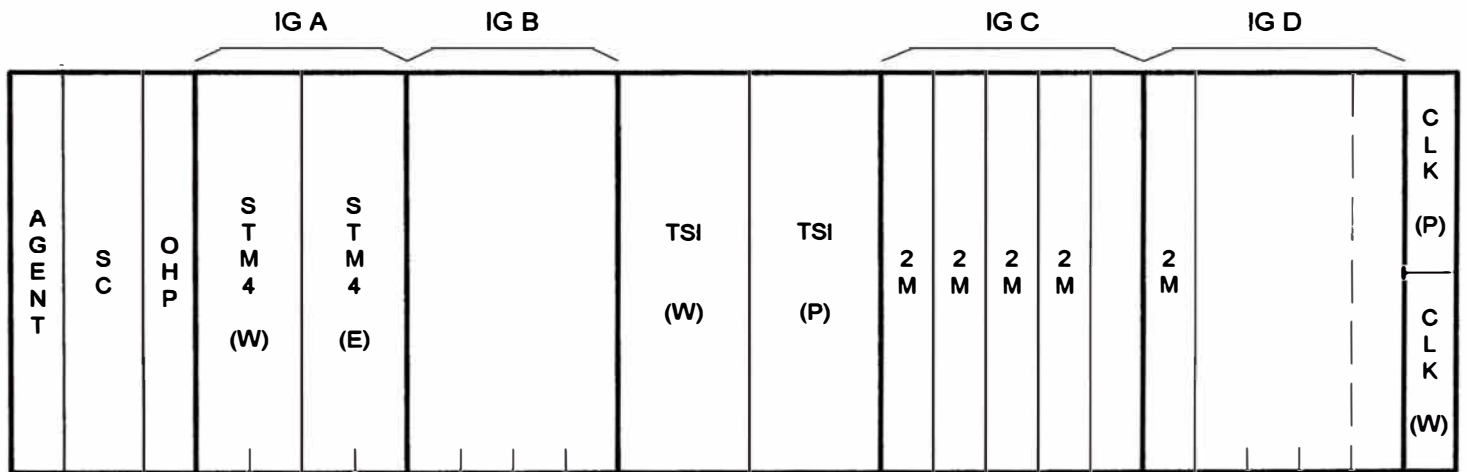


Fig. 2.7 Vista Frontal de Sub-bastidores: San José (2/2)

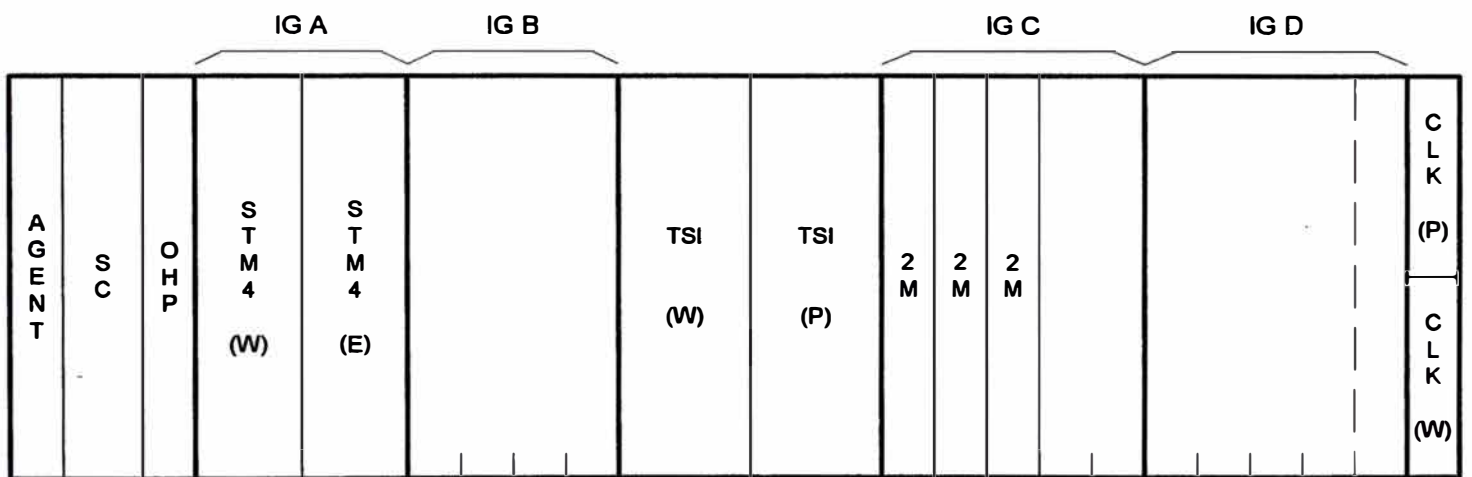
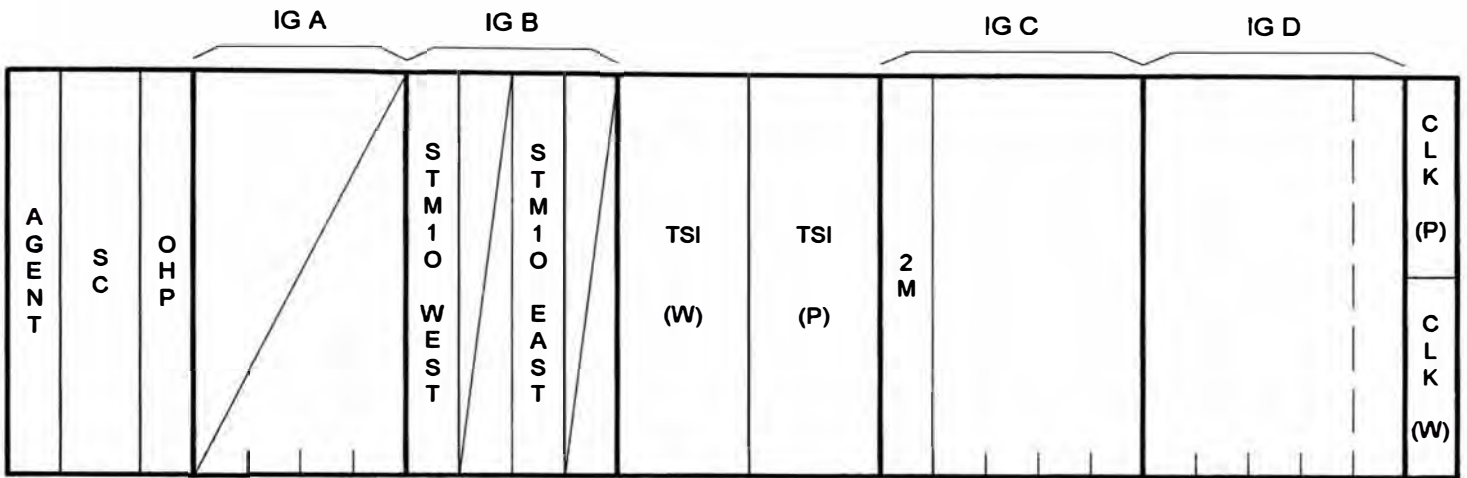


Fig. 2.8 Vista Frontal de Sub-bastidores: San Pedro

Anillo 2:



Anillo 4:

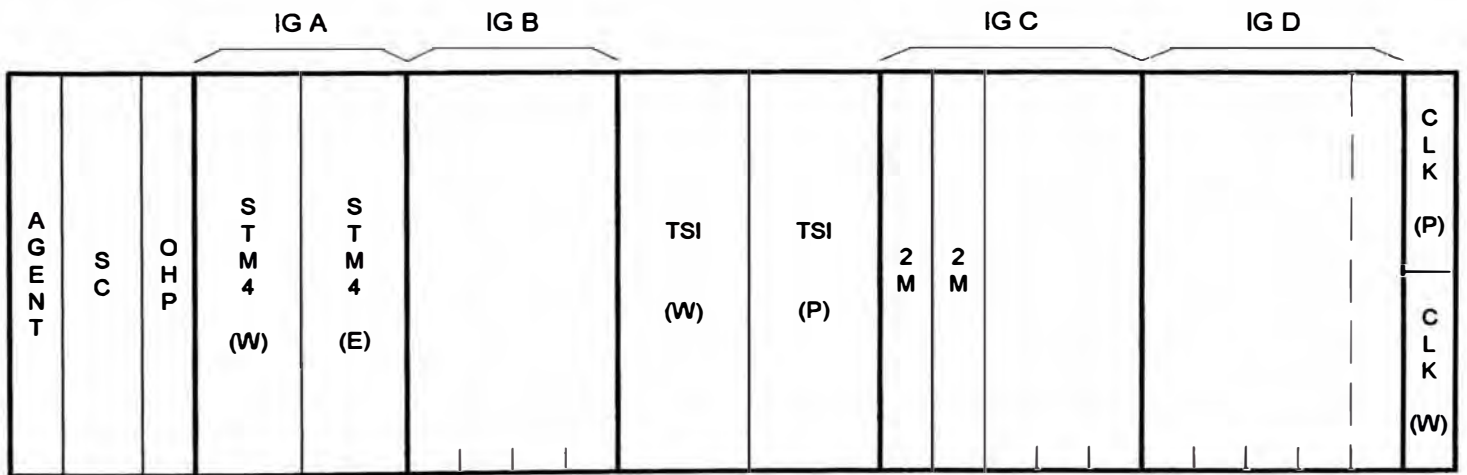


Fig. 2.9 Vista Frontal de Sub-bastidores: Norte

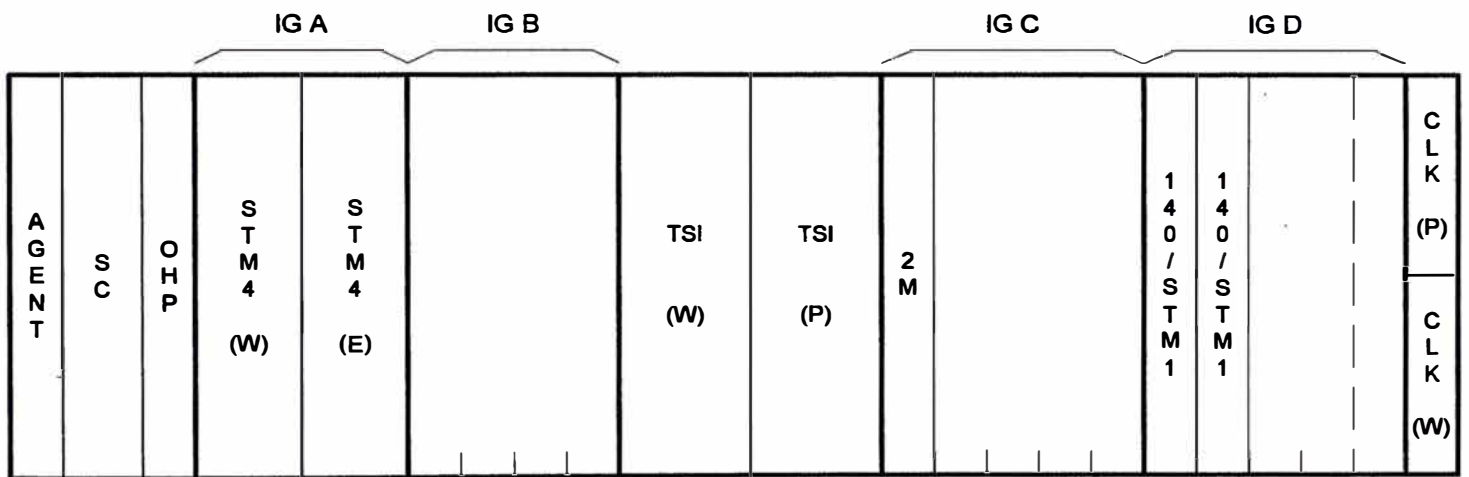


Fig. 2.10 Vista Frontal de Sub-bastidores: Alajuela

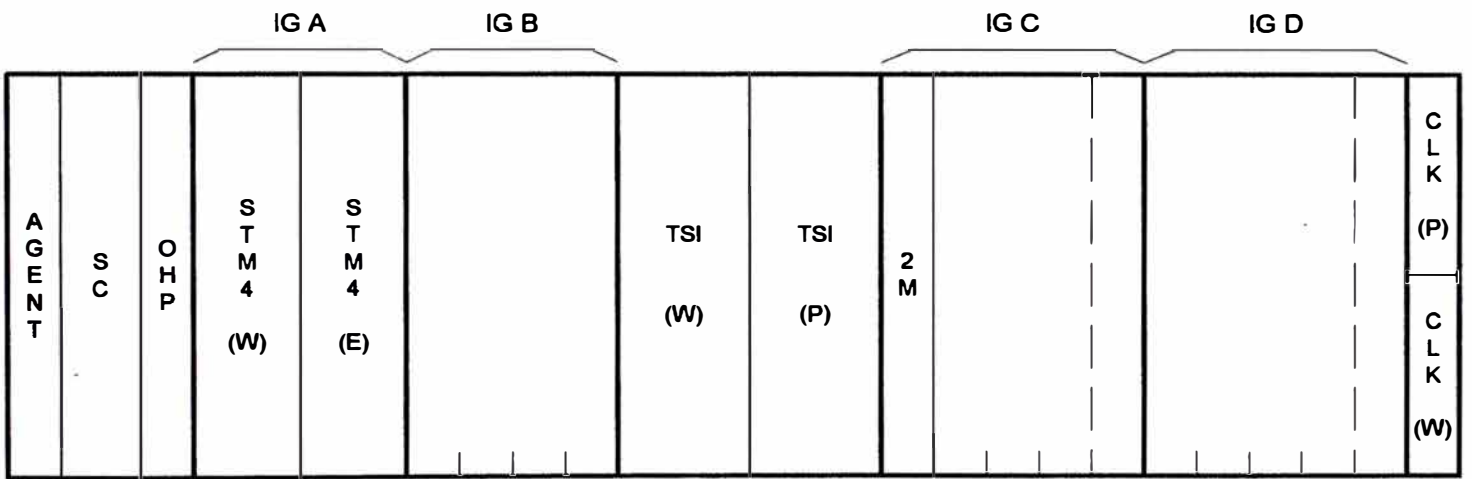


Fig. 2.11 Vista Frontal de Sub-bastidores: Heredia, San Antonio

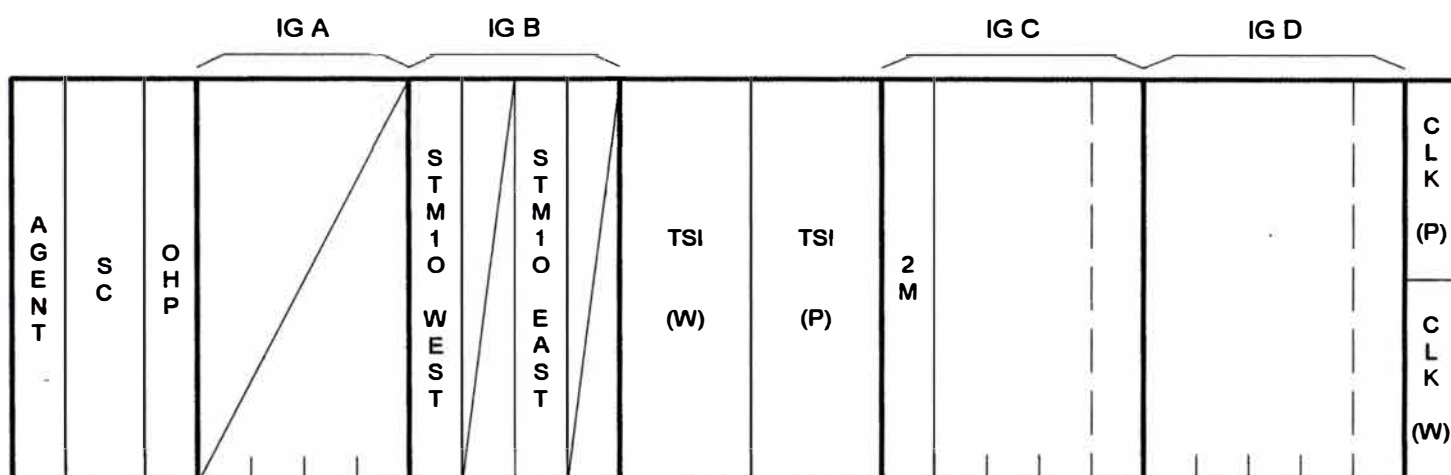


Fig. 2.12 Vista Frontal de Sub-bastidores: Uruca, Oeste, Escazu, BNCR, BCR, BCAC, BP

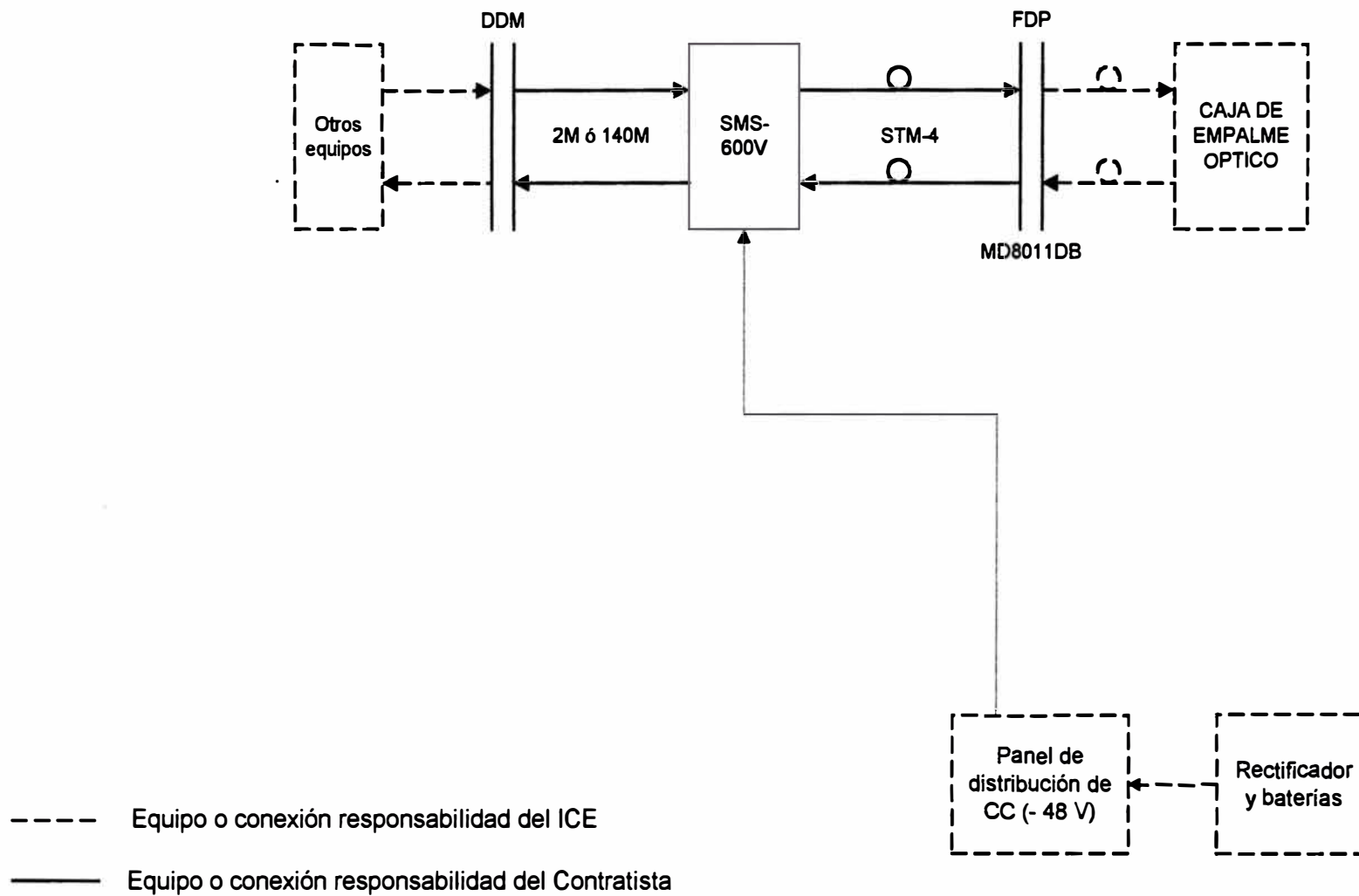


Fig. 2.13 Conexión de cables de señal y alimentación

C. Cálculo de enlace óptico

La potencia de salida del transmisor óptico (P_t) es atenuada por varios factores que originan pérdidas como los conectores ópticos, el cable de fibra óptica, y los puntos de empalme de la fibra. Estos parámetros en un enlace de transmisión típico están ilustrados en la Figura 2.14.

La potencia de recepción óptica (P_i) se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_i \text{ (dBm)} = P_t \text{ (dBm)} - \text{Pérdida en el cable (dB)} \\ - \text{Pérdida total en los conectores (dB)} \quad (2.1)$$

En el cálculo del enlace óptico es necesario considerar dos tipos de penalidades de potencia (power penalties):

- la Dispersión Cromática (D_c) que genera distorsión de la señal debido a la transmisión a través de los cables de fibra óptica, y
- la atenuación producto de la suma de la reflexión en el diodo láser (D_f), en los conectores ópticos, los puntos de empalme de la fibra y a las pérdidas en la fibra misma.

Sin embargo, para el caso de las interfaces ópticas del SMS-600V, la reflexión en el diodo láser no tiene que ser considerada porque el módulo LD contiene un aislador para eliminar la reflexión.

El margen del sistema (M) puede ser calculado como sigue:

$$M = P_t - P_r - (C + L_{c1} + L_{c2} + D_c) \quad (2.2)$$

P_t : Potencia de salida del transmisor (dBm)

P_r : Sensitividad del receptor (dBm)

C : Pérdida total en el cable y los empalmes

$L_{c1}+L_{c2}$: Pérdida en los conectores (0.5 + 0.5 dB)

D_c : Penalidad por dispersión cromática (1 dB)

El valor recomendado para el margen del sistema es 3 dB. La pérdida permitida en el cable (L) (incluyendo el margen de mantenimiento del cable) se expresa de la siguiente forma:

$$L = P_t - P_r - (M + L_{c1} + L_{c2} + D_c) \quad (2.3)$$

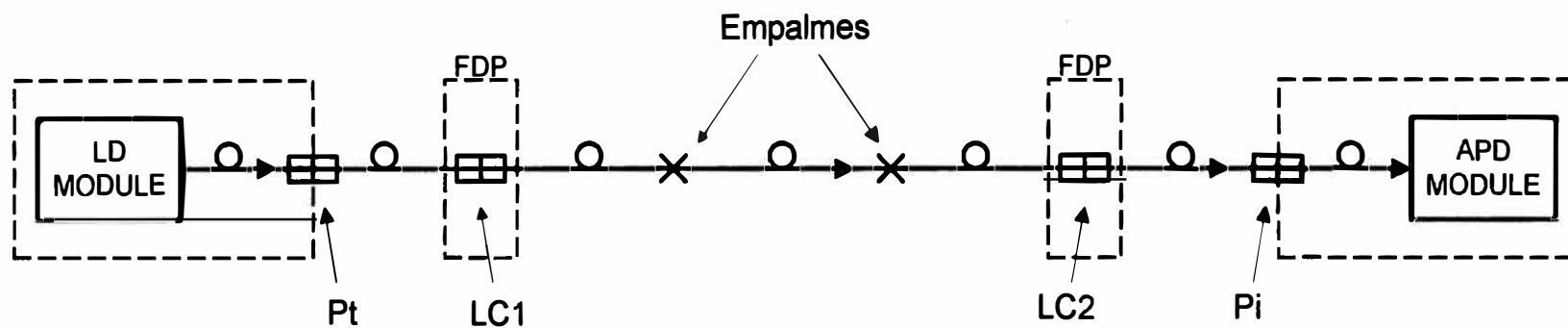
$$L = P_t - P_r - 5 \text{ dB}$$

La máxima distancia de transmisión (l max) se obtiene dividiendo L entre la máxima pérdida unitaria del cable. Por ejemplo, si se asume L=24.5 dB, pérdida unitaria en el cable = 0.4 dB/km, pérdida por empalme = 0.2 dB/punto, y 0.5 splice/km incluyendo futuros empalmes de reparación.

$$l \text{ max} = \frac{24.5 - 0.2 \times 2}{0.4 + 0.2 \times 0.5} = 48.2 \text{ km} \quad (2.4)$$

Un cable de fibra óptica mono-modo típico tiene una pérdida de transmisión de 0.4 a 0.5 dB/km en la región de los 1310 nm, y 0.3 a 0.4 dB/km en la región de los 1150 nm. La pérdida por empalme es de 0.2 a 0.3 dB en ambos casos y los empalmes se hacen cada 1 ó 3 km cuando van en ductos y cada 2 a 5 km cuando van directamente enterrados.

La máxima potencia de recepción es de -10 dBm. Cuando el nivel de entrada excede los -11.5 dBm, se debe instalar un atenuador fijo de 10 dB en el lado de recepción del FDP. La diferencia de 1.5 dB es para tener un margen de fluctuación de mantenimiento. En la práctica, las pérdidas en el cable resultan ser inferiores a las calculadas, por lo tanto es recomendable mantener a la mano estos atenuadores para sistemas con menos de 30 km de cable.



Pt: Potencia de transmisión
 Pi: Potencia de recepción
 LC1: Conector de transmisión en FDP
 LC2: Conector de recepción en FDP

Fig. 2.14 Parámetros de atenuación para el enlace óptico

A continuación se indican las distancias aproximadas entre las estaciones para el cálculo del enlace óptico, según información proporcionada por el ICE.

Tabla 2.1 Distancia entre estaciones

| ENLACE | DISTANCIA (km) |
|------------------------|-----------------------|
| San Pedro - San José | 3.8 |
| San José - Norte | 5.5 |
| Norte - San Pedro | 5.92 |
| Norte - Heredia | 8.95 |
| Heredia - Alajuela | 12 |
| Alajuela - San Antonio | 8 |
| San Antonio - San José | 13 |
| Norte - Uruca | 4 |
| Uruca - Oeste | 4 |
| Oeste - Escazu | 5.1 |
| Escazu - San José | 7.6 |
| San José - BNCR | 0.5 |
| BNCR - BCR | 0.4 |
| BCR - BCAC | 0.6 |
| BCAC - BP | 0.5 |
| BP - SAN JOSE | 0.25 |

Basados en estas distancias podemos calcular las características de los enlaces ópticos del proyecto. Las tablas de la 2.2 a la 2.5 indican los parámetros para cada uno de los saltos para los cuatro anillos.

Los anillos 1 y 2 de velocidad de transmisión síncrona STM-1 emplean interfaces ópticas L-1.1. El código indica que es una interfaz "Long Haul" , para velocidad de transmisión STM-1 y con una fuente óptica en los 1310 nm.

Para el cálculo de los enlaces ópticos y a manera de simplificar el cálculo, se ha considerado una pérdida unitaria en el cable de 0,6 dB/km que ya incluye la pérdida por los empalmes.

Nótese que es la atenuación la que limita la máxima longitud del salto, siendo la dispersión un elemento no crítico en este caso. Por ejemplo, para el caso del salto San Antonio - San José de 13 km y 3,2 ps/nm.km de dispersión, tenemos una dispersión máxima de 41.6 ps/nm que está muy por debajo de la dispersión permitida en el cable que es de 710 ps/nm. Y si consideramos la dispersión para el cálculo de la máxima longitud del salto, obtendríamos un salto de más de 200 kms.

Tabla 2.2 Presupuesto para pérdida de línea - Anillo 1

| | Unidades | San José -BNCR | BNCR-BCR | BCR-BCAC | BCAC-BP | BP-SAN JOSE |
|---|----------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Código de aplicación | | L-1.1 | L-1.1 | L-1.1 | L-1.1 | L-1.1 |
| Longitud de onda | nm | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 |
| Potencia de transmisión | dBm | -5,00 | -5,00 | -5,00 | -5,00 | -5,00 |
| Sensibilidad de recepción | dBm | -34,00 | -34,00 | -34,00 | -34,00 | -34,00 |
| Margen del sistema | dB | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Penalidad por dispersión | dB | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Penalidad por reflexión | dB | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pérdida permitida en el cable | dB | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| Dispersión permitida en el cable | ps/nm | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 |
| Nivel máximo de recepción | dBm | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | | | | | |
| Pérdida unitaria en el cable para 1310 nm | dB/km | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Dispersión máxima en el cable a 1310 nm | ps/nm.km | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Máxima longitud del salto | km | 41,7 | 41,7 | 41,7 | 41,7 | 41,7 |
| | | | | | | |
| Longitud del salto | km | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,25 |
| Pérdida en el cable | dB | 0,30 | 0,24 | 0,36 | 0,30 | 0,15 |
| Atenuador | dB | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nivel de recepción | dBm | -9,3 | -9,2 | -9,4 | -9,3 | -9,2 |
| | | | | | | |

Tabla 2.3 Presupuesto para pérdida de línea - Anillo 2

| | Unidades | San José - Norte | Norte - Uruca | Uruca - Oeste | Oeste - Escazu | Escazu - San José |
|---|----------|------------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|
| Código de aplicación | | L-1.1 | L-1.1 | L-1.1 | L-1.1 | L-1.1 |
| Longitud de onda | nm | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 |
| Potencia de transmisión | dBm | -5,00 | -5,00 | -5,00 | -5,00 | -5,00 |
| Sensibilidad de recepción | dBm | -34,00 | -34,00 | -34,00 | -34,00 | -34,00 |
| Margen del sistema | dB | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Penalidad por dispersión | dB | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Penalidad por reflexión | dB | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pérdida permitida en el cable | dB | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 |
| Dispersión permitida en el cable | ps/nm | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 |
| Nivel máximo de recepción | dBm | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | | | | | | |
| Pérdida unitaria en el cable para 1310 nm | dB/km | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Dispersión máxima en el cable a 1310 nm | ps/nm.km | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Máxima longitud del salto | km | 41,7 | 41,7 | 41,7 | 41,7 | 41,7 |
| | | | | | | |
| Longitud del salto | km | 5,5 | 4,0 | 4,0 | 5,1 | 7,60 |
| Pérdida en el cable | dB | 3,30 | 2,40 | 2,40 | 3,06 | 4,56 |
| Atenuador | dB | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nivel de recepción | dBm | -12,3 | -11,4 | -11,4 | -12,1 | -13,6 |
| | | | | | | |

Tabla 2.4 Presupuesto para pérdida de línea - Anillo 3

| | Unidades | San José - Heredia | Heredia - Alajuela | Alajuela - San Antonio | San Antonio - San José |
|---|----------|--------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| Código de aplicación | | L-4.1 | L-4.1 | L-4.1 | L-4.1 |
| Longitud de onda | nm | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 |
| Potencia de transmisión | dBm | -3,00 | -3,00 | -3,00 | -3,00 |
| Sensibilidad de recepción | dBm | -32,50 | -32,50 | -32,50 | -32,50 |
| Margen del sistema | dB | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Penalidad por dispersión | dB | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Penalidad por reflexión | dB | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pérdida permitida en el cable | dB | 25,50 | 25,50 | 25,50 | 25,50 |
| Dispersión permitida en el cable | ps/nm | 710 | 710 | 710 | 710 |
| Nivel máximo de recepción | dBm | -8,0 | -8,0 | -8,0 | -8,0 |
| | | | | | |
| Pérdida unitaria en el cable para 1310 nm | dB/km | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Dispersión máxima en el cable a 1310 nm | ps/nm.km | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Máxima longitud del salto | km | 42,5 | 42,5 | 42,5 | 42,5 |
| | | | | | |
| Longitud del salto | km | 14,45 | 12,0 | 8,0 | 13,0 |
| Pérdida en el cable | dB | 8,67 | 7,20 | 4,80 | 7,80 |
| Atenuador | dB | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nivel de recepción | dBm | -15,7 | -14,2 | -11,8 | -14,8 |
| | | | | | |

Tabla 2.5 Presupuesto para pérdida de línea - Anillo 4

| | Unidades | San José - San Pedro | San Pedro - Norte | Norte - San José |
|---|----------|----------------------|-------------------|------------------|
| Código de aplicación | | L-4.1 | L-4.1 | L-4.1 |
| Longitud de onda | nm | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 | 1280 - 1335 |
| Potencia de transmisión | dBm | -3,00 | -3,00 | -3,00 |
| Sensibilidad de recepción | dBm | -32,50 | -32,50 | -32,50 |
| Margen del sistema | dB | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Penalidad por dispersión | dB | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Penalidad por reflexión | dB | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pérdida permitida en el cable | dB | 25,50 | 25,50 | 25,50 |
| Dispersión permitida en el cable | ps/nm | 710 | 710 | 710 |
| Nivel máximo de recepción | dBm | -8,0 | -8,0 | -8,0 |
| | | | | |
| Pérdida unitaria en el cable para 1310 nm | dB/km | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Dispersión máxima en el cable a 1310 nm | ps/nm.km | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Máxima longitud del salto | km | 42,5 | 42,5 | 42,5 |
| | | | | |
| Longitud del salto | km | 3,80 | 5,92 | 5,5 |
| Pérdida en el cable | dB | 2,28 | 3,55 | 3,30 |
| Atenuador | dB | 5 | 5 | 5 |
| Nivel de recepción | dBm | -14,3 | -15,6 | -15,3 |
| | | | | |

D. Sincronización del sistema

El equipo SMS-600V tiene una amplia selección de posibles fuentes de sincronización:

- Cualquier señal STM-4 ó STM-1
- Hasta dos fuentes externas de reloj (2M)
- Hasta dos tributarios de 2M
- Reloj interno

La selección de la fuente de reloj se hace en base a dos parámetros que son definidos durante la puesta en servicio del equipo: Prioridad y Calidad. A cada fuente de reloj se le asigna un valor de prioridad y otro de calidad, de modo que el equipo está constantemente verificando la sincronización con la fuente de mayor calidad, de haber dos con la misma calidad entonces elige en base a la prioridad.

La sincronización de los sistemas SDH debe ser considerado con cuidado en especial cuando existen varias fuentes de sincronismo posibles. La idea fundamental es sincronizar todo el sistema siempre a la fuente de reloj de mayor calidad disponible en la red, y en caso de quedar fuera de servicio dicha fuente, el sistema debe ser capaz de cambiar toda su sincronización y de forma ordenada a la siguiente fuente de sincronización de mayor calidad en servicio.

La topología de sincronización de las redes SDH está basado en la estructura del "arbol", tal como lo indica la Fig. 2-15. Todos los equipos SDH contienen un reloj interno esclavo para sincronizar todas las señales STM-N salientes y cualquier procesador de puntero. Al igual que todos los relojes esclavos, cuando se conecta a su fuente de sincronismo externo, el reloj esclavo actúa como un filtro pasa bajo para las variaciones de fase entrantes y a la vez agrega su propio ruido de reloj. Si el reloj esclavo pierde sus referencias de reloj entrantes, entonces pasa a un estado de "mantenimiento de fase" ("Holdover") para mantener la frecuencia dentro de ciertos límites.

De acuerdo al ITU, la fuente primaria de reloj para una red SDH debe ser de la calidad indicada en la recomendación G.811, y cada determinado

número de nodos (alrededor de 20) debe existir una fuente regeneradora de reloj del tipo G.812.

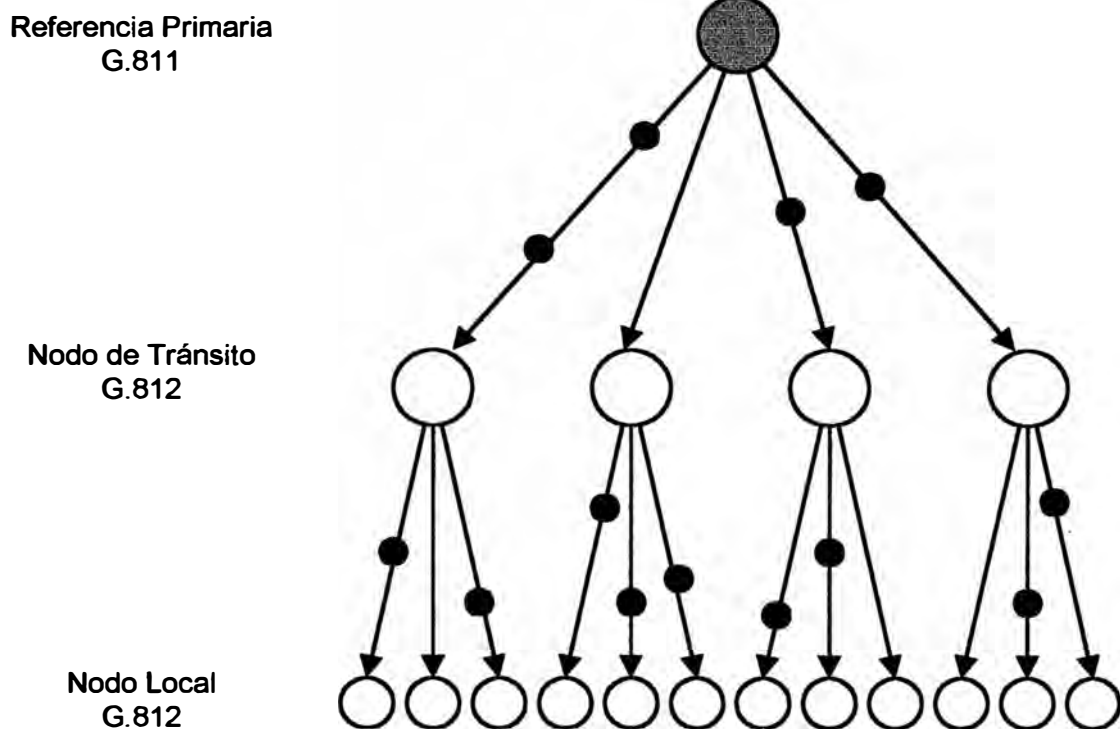


Fig. 2.15 Estructura de sincronización

Para el presente proyecto, la Fig. 2.16 muestra el sistema de sincronización recomendada. En la estación San José se contará con una fuente de reloj primaria G.811, la cual suministrará su señal a las entradas EXT CLK IN de cada equipo cabeza de anillo, este equipo a su vez distribuirá la sincronización en su respectivo anillo a través de las señales de línea STM-1 ó STM-4 en dirección horaria, en caso de producirse un corte en el cable de fibra óptica, la porción afectada cambia la dirección de sincronismo a anti-horaria y así mantenerse sincronizada a la fuente primaria en San José.

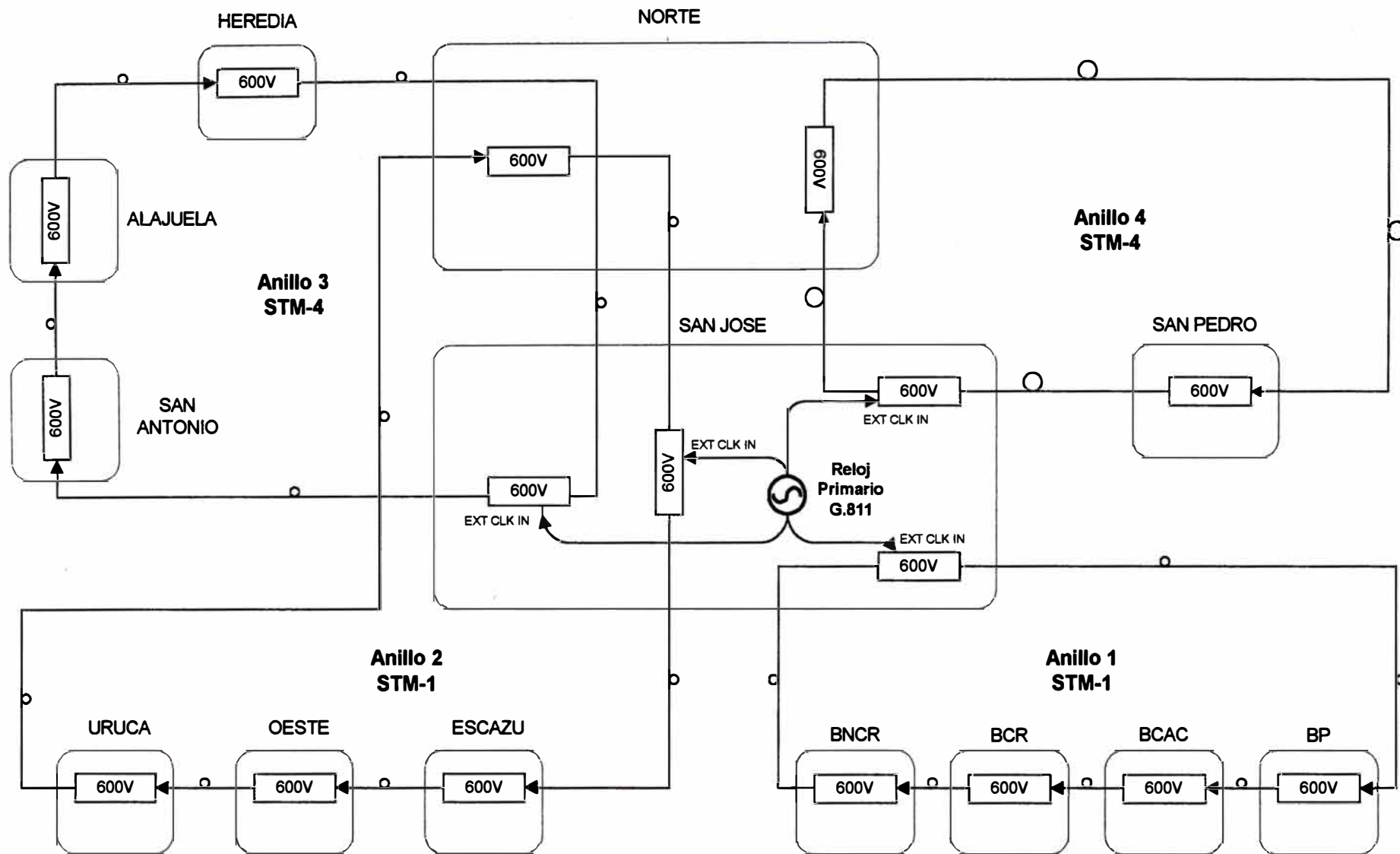


Fig. 2.16 Sincronización de red - ICE 5873

E. Plan de canalización

Como la Red Síncrona de Voz y Datos para la ciudad de San José es una red de acceso, el ICE requiere que todo el tráfico pase por los nodos cabeza de anillo con la finalidad de permitir y facilitar la tarificación. Por otro lado, la estación de San José, donde se encuentran las cabezas de anillo, será el lugar donde se realice la interconexión de las señales de los cuatro anillos, ya sea por conexión física o por medio de un equipo de interconexión (DXC) que no se incluye en le presente proyecto.

Los cuatro anillos del sistema emplean dos fibras y protección unidireccional de trayecto. En el caso de proteger todos los trayectos del sistema, la máxima capacidad de transporte de cada anillo hacia la estación cabeza de anillo está dada por la velocidad de transmisión (STM-1 para los anillos 1 y 2, y STM-4 para los anillos 3 y 4).

Sin embargo, el equipo SMS-600V permite trabajar en una configuración de protección mixta, es decir, con algunos canales protegidos y otros no, dando la posibilidad de incrementar la capacidad de transporte del anillo.

Las Tablas de la 2.6 a la 2.9 indican a continuación el tráfico requerido por el ICE desde cada estación de la red hasta San José.

Tabla 2.6 Plan de canalización: Anillo 1

| Estación | Tráfico hacia San José | |
|-------------|------------------------|----------------|
| | Protegido | Sin protección |
| BNCR | 5 x 2M | 16 x 2M |
| BCR | 5 x 2M | 16 x 2M |
| BCAC | 5 x 2M | 16 x 2M |
| BP | 5 x 2M | 16 x 2M |

Tabla 2.7 Plan de canalización: Anillo 2

| Estación | Tráfico hacia San José | |
|---------------|------------------------|----------------|
| | Protegido | Sin protección |
| Escazu | 5 x 2M | 16 x 2M |
| Oeste | 5 x 2M | 16 x 2M |
| Uruca | 5 x 2M | 16 x 2M |
| Norte | 5 x 2M | 16 x 2M |

Tabla 2.8 Plan de canalización: Anillo 3

| Estación | Tráfico hacia San José | |
|--------------------|------------------------|----------------|
| | Protegido | Sin protección |
| San Antonio | 21 x 2M | - |
| Alajuela | 2 x 140M + 21 x 2M | - |
| Heredia | 21 x 2M | - |

Tabla 2.9 Plan de canalización: Anillo 4

| Estación | Tráfico hacia San José | |
|------------------|------------------------|----------------|
| | Protegido | Sin protección |
| San Pedro | 63 x 2M | - |
| Norte | 42 x 2M | - |

La Fig. 2.17 indica el plan de canalización para los anillos 1 y 2 del proyecto, cada nodo cuenta con 5 canales de 2M protegidos y 16 canales de 2M sin protección. El aporte de cada nodo al tráfico de cada tramo es de 13 canales de 2M, por lo tanto el tráfico total en cada tramo del anillo es de 52 canales de 2M, que es inferior al máximo de 63 canales de 2M (1 x STM-1).

La Fig. 2.18 indica el plan de canalización para los anillos 3 y 4, como en este caso todo el tráfico es protegido, los canales desde cada nodo hacia San José son iguales en ambas direcciones. En el anillo 3, se emplea 3 x STM-1 como capacidad de tráfico, quedando 1 x STM-1 como capacidad de reserva para futuras ampliaciones. En el anillo 4, el tráfico emplea menos de 2 x STM-1 de capacidad, quedando más de 2 x STM-1 como capacidad de reserva para futuras ampliaciones.

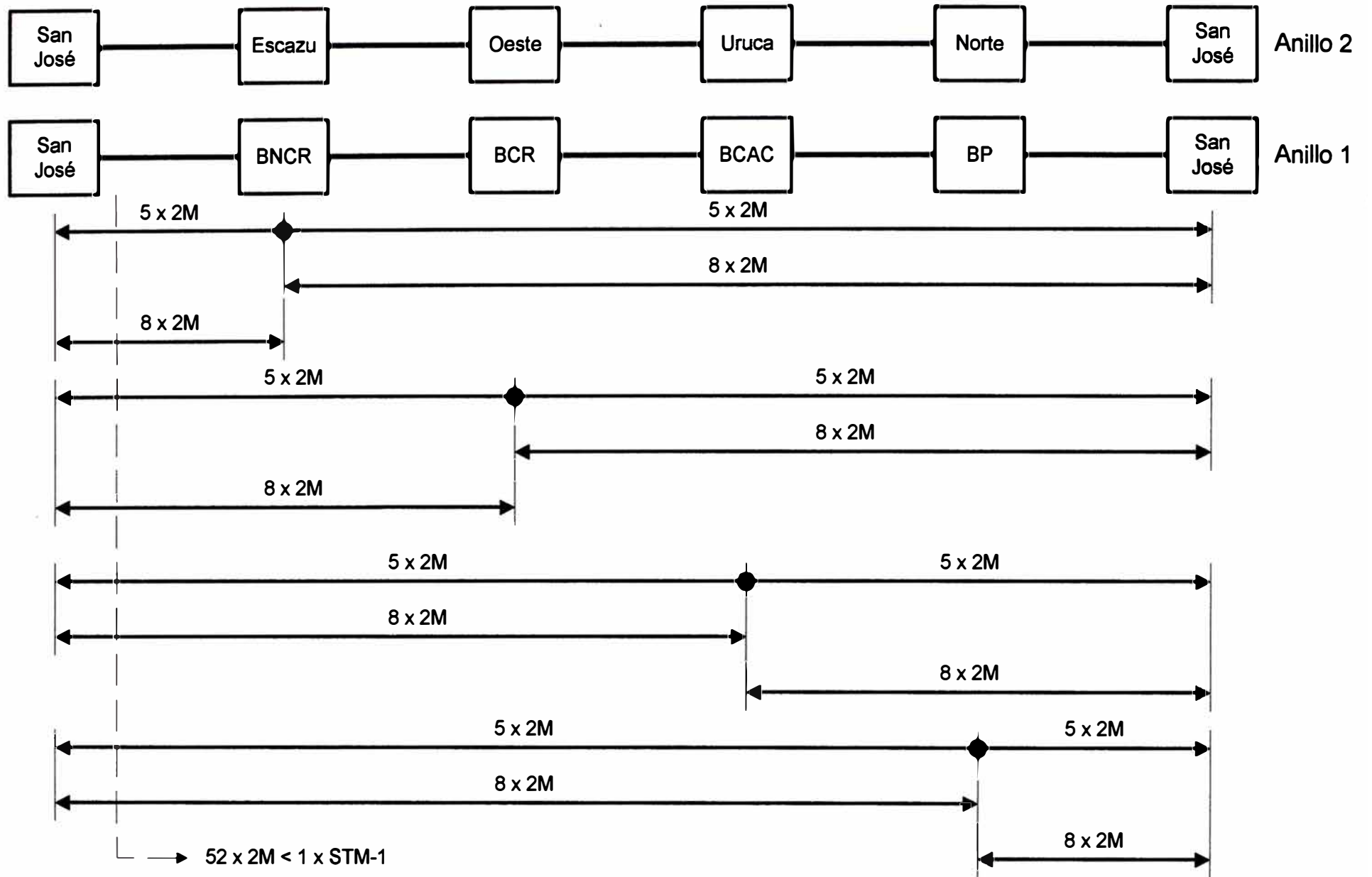


Fig. 2.17 Plan de canalización: Anillo 1 y 2

F. Gestión de red

Para la red de cuatro anillos síncronos del proyecto “Red de Acceso de Voz y Datos” Nro. 5873, del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) se ofertó el Sistema de Gestión INC-100, el cual proporciona los elementos necesarios (“hardware” y “software”) para realizar las tareas de gestión y mantenimiento de toda la red.

La Fig. 2.19 ilustra la configuración del sistema gestión para la red SDH del presente proyecto.

La servidora y la estación de trabajo del Sistema de Gestión INC-100 se ubicará en la estación San Pedro, por ser esta la estación principal del ICE ubicada en el corazón de la ciudad de San Jose.

La estación de trabajo, y la servidora se conectan al SMS-600V mediante una red de área local (LAN) ETHERNET. Para la comunicación con el resto de las estaciones del mismo anillo, el sistema de gestión emplea los canales DCCr que están incorporados en la señal principal SDH, para el anillo 4 es una señal STM-4.

Para la comunicación con el resto de los anillos del sistema, en la estación San José se realiza una conexión LAN múltiple tal como se indica en la Figura 2.19. El equipo SMS-600V del anillo 4, en la estación San José, se conecta a los equipos SMS-600V de la misma estación mediante la conexión LAN. Como estos equipos se comportan como cabeza de los anillos 1, 2 y 3, la conexión de todo el sistema se completa. A partir de las cabezas de anillos la comunicación se realiza mediante los canales DCCr de las señales STM-4 y STM-1.

La composición del hardware del sistema es como se indica a continuación:

a) Hardware

Servidora:

Turbo GX plus SPARC station 20/71

64 MB Expansión de Memoria

Sun CD4 plus CD-ROM Drive

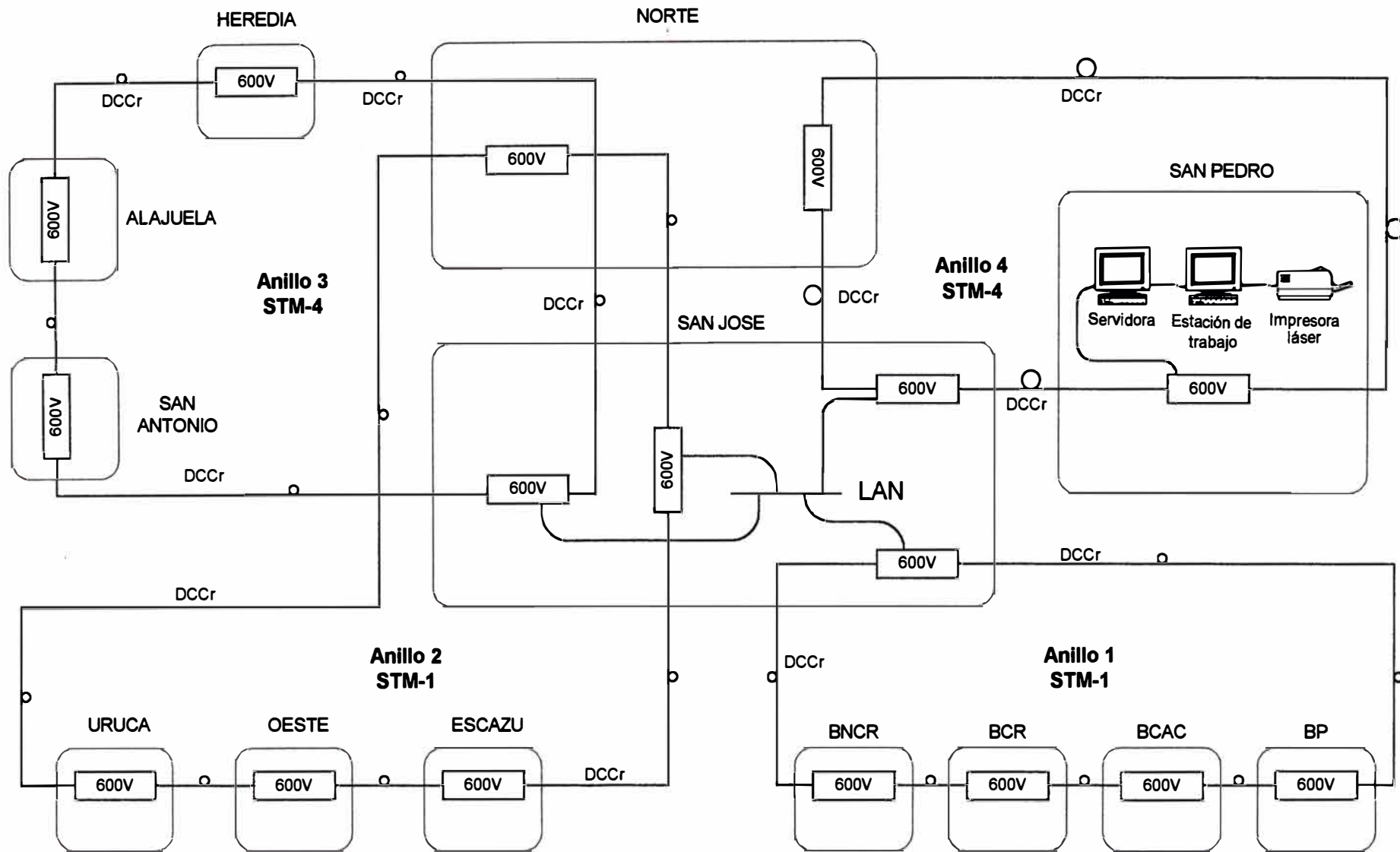


Fig. 2.19 Red de Gestión - ICE 5873

5G Byte 4 mm DAT Cartridge Desk topPack

Sun Fast Ethernet Adapter

1.44 MB Floppy Disk Drive

1.05 GB Internal Hard Disk

Estación de trabajo:

Turbo GX plus SPARC station 20/71

64 MB Expansión de Memoria

Sun CD4 plus CD-ROM Drive

5G Byte 4 mm DAT Cartridge Desk topPack

Sun Fast Ethernet Adapter

1.44 MB Floppy Disk Drive

1.05 GB Internal Hard Disk

Periféricos:

Impresora láser

UPS

b) Software

Servidora:

Solaris 2.4 Desktop Media Kit

Sun Link OSI 8.1

Unify 4.0

PF, AP System

LPIF QN3 (V2, 600V) (Aplicación)

Estación de trabajo:

Solaris 2.4 Desktop Media Kit

PF, AP System

Individual AP Configuration

Individual AP Monitor

Individual AP Control

En el siguiente capítulo se presenta la descripción técnica del equipo, sus principales funciones y características, así como las diferentes configuraciones que puede adoptar.

CAPITULO III CARACTERISTICAS DEL EQUIPO

En este capítulo se describe las características y funciones del multiplexor SMS-600V, que es el elemento fundamental para la implementación del proyecto. También se incluye los diferentes tipos de interfaz óptica y se indica a detalle la composición de los sub-bastidores bajo las distintas configuraciones que puede adoptar el equipo de acuerdo a las necesidades del cliente.

3.1 Características del SMS-600V

El SMS-600V (Versatile Add-Drop Multiplexer) es un equipo que puede comportarse tanto como un Multiplexor de Inserción/Extracción STM-1 como STM-4. Multiplexa señales de 2.048 Mbit/s, 34.368 Mbit/s, 139.264 Mbit/s y/o STM-1, para producir una señal saliente STM-1 ó STM-4. La funcionalidad del equipo se determina mediante la adecuada selección de las unidades a ser instaladas.

El SMS-600V tiene los siguientes 5 modos de operación que pueden ser usados para lograr cualquier topología de red:

- Terminal (TRM)
- Inserción/Extracción (ADM)
- Anillo (RING)
- Interconexión local (LXC)
- Regenerador (REG)

El modo de operación Terminal se usa principalmente para sistemas troncales de topología punto a punto o para cualquier terminación de red en otras topologías. Se multiplexan señales de 2M, 34M, 140M ó STM-1 en una señal STM-1 ó STM-4.

El modo de operación de Interconexión Local (LXC) no es sino el modo de operación terminal al cual se le ha agregado la función TSI (Time Slot Interchange) para realizar interconexión a nivel local.

Cuando la distancia de transmisión excede el alcance de la interfaz óptica ya sea a STM-1 ó STM-4, es necesario la instalación de un SMS-600V trabajando en modo de Regenerador.

El modo de operación de Inserción/extracción se usa para la topología de red bus lineal con derivación. Esta configuración permite la derivación de señales en puntos intermedios de un sistema lineal, pudiéndose instalar varios equipos SMS-600V en serie con este modo de operación.

El modo de operación Anillo (RING) se emplea cuando la topología de red es de anillo, la cual proporciona mayor confiabilidad a la transmisión, pudiéndose adoptar 3 distintas configuraciones de anillo: Anillo de 2 fibras unidireccional con protección de trayecto, Anillo de 2 fibras bidireccional con protección de línea, y Anillo de 4 fibras bidireccional con protección de línea.

El SMS-600V consiste de un sub-bastidor Central, Sub-bastidores de Extensión y de unidades enchufables (plug-in).

Existen varios tipos de sub-bastidor Central de acuerdo a la sección terminal de tributarios. Se debe seleccionar el tipo de sub-bastidor Central de acuerdo al tipo de interfaces tributarias requeridas y al número de canales. Las posiciones en el sub-bastidor (slots) para las unidades interfaz pueden ser usadas en forma común sin importar la velocidad de transmisión de las unidades tributarias.

Cuando el número de interfaces requeridas supera la capacidad del sub-bastidor Central, se pueden usar los bastidores de Extensión, se pueden usar hasta 2 sub-bastidores de extensión junto con un sub-bastidor Central. En este caso se puede obtener la máxima capacidad de inserción/extracción (200%), para el caso del modo ADM STM-4 hasta 512×2 Mbit/s.

3.2 Principales funciones

A. Conmutación de protección

El equipo SMS-600V tiene las siguientes funciones de conmutación de protección:

Protección de unidad y línea:

- Unidad STM-4: protección de unidad y línea 1+1 o 1:1
- Unidad STM-1: protección de unidad y línea 1+1 o 1:1
- Unidad STM-1e: protección de unidad 1:n (n = 1 a 4)
- Unidad 140M/STM1: protección de unidad 1:n (n = 1 a 4)
- Unidad 45M: protección de unidad 1:n (n = 1 a 4)
- Unidad 34M: protección de unidad 1:n (n = 1 a 4)
- Unidad 2M: protección de unidad 1:n (n = 1 a 3)
- Unidad 1.5Mt: protección de unidad 1:n (n = 1 a 3)

Protección de anillo:

- Anillo autorregenerativo unidireccional de 2 fibras (STM-4 o STM-1)
- Anillo autorregenerativo bidireccional de 2 fibras (STM-4)
- Anillo autorregenerativo bidireccional de 4 fibras (STM-4)

Protección de unidades comunes:

- Unidad CLK : Protección 1+1
- Unidad TSI : Protección 1+1

B. Capacidad de interconexión

La capacidad y nivel de interconexión del SMS-600V se indica a continuación:

- Configuración STM-1 LXC: 504×VC-12 o equivalente
- Configuración STM-4 LXC: 1008×VC-12 o equivalente
- Niveles de interconexión : VC-1, VC-3, VC-4

C. Operación, Administración, Mantenimiento y Aprovisionamiento (OAM&P)

Por medio del "Local Craft Terminal" (LCT) o el Sistema de Gestión (NMS), el SMS-600V proporciona las siguientes funciones:

- Gestión de fallas
- Gestión de desempeño (performance)
- Gestión de configuración
- Gestión de seguridad
- Gestión de administración

D. Fuentes de sincronización

Las fuentes de sincronización del SMS-600V se pueden seleccionar entre las siguientes:

- Señal STM-N de línea o tributaria
- Señal tributaria 2048 kbit/s
- Señal de temporización externa de 2048 kHz G.703
- Señal de temporización externa entramada de 2.048 Mbit/s (opcional)
- Oscilador interno con "Holdover"

E. Escalamiento a STM-4

Se puede pasar de un multiplexor de nivel STM-1 a otro de nivel STM-4 mediante el reemplazo de las unidades STM-1o por unidades STM-4. El sub-bastidor, las unidades comunes y las unidades tributarias se usan en forma común para cualquiera de los dos niveles.

F. Canal de servicio

Cuando se instala la unidad OHP se dispone de las siguientes funciones:

- Derivación digital (branching)
- Interfaz de 4 hilos para auricular (para llamada ómnibus)
- Interfaz de 2 para teléfono (para llamada selectiva)
- Interfaz externa para canal de servicio: VF de 4 hilos, 64k G.703, o 64k V.11 (seleccionable)

G. Canal para los octetos de usuario

Se dispone de los siguientes canales para los octetos de usuario:

- Interfaz: 64 kbit/s V.11 (co-direccional) o 576 kbit/s V.11 (co-direccional)
- Octetos de encabezado accesibles:

64 kbit/s: Z0, Z1, Z2, Z3, E1, E2, F1, F2, NU (sólo se puede acceder a algunos octetos Z1, Z2, y NU)

576 kbit/s: D4 a D12

H. Tipos de interfaz óptica

Las tablas 3-1 y 3-2 indican las diferentes interfaces ópticas para cumplir con los requerimientos del cliente en las distintas redes.

Tabla 3-1 Interfaz Optica STM-4

| Código de Aplicación | L-4.1 | I-4 | L-4.2 | L-4.2 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------------|
| Tipo de LD | SLM-LD | MLM-LD | SLM-LD | SLM-LD |
| Long. de onda (nm) | 1280 a 1335 | 1260 a 1360 | 1480 a 1580 | 1480 a 1580 |
| TX min. (dBm) | -3 | -15 | -3 | -5 |
| RX min. (dBm) | -32.5 | -23 | -32.5 | -40 |
| Comentarios | Estándar | Estándar | Estándar | Alta sensibilidad / larga distancia |

Tabla 3-2 Interfaz Optica STM-1

| Código de Aplicación | L-1.1 | I-1 | L-1.2 | L-1.2 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| Tipo de LD | MLM-LD | MLM-LD | SLM-LD | SLM-LD |
| Long. de onda (nm) | 1280 a 1335 | 1260 a 1360 | 1480 a 1580 | 1480 a 1580 |
| TX min. (dBm) | -5 | -15 | -5 | -5 |
| RX min. (dBm) | -34 | -23 | -34 | -40 |
| Comentarios | Estándar | Estándar | Estándar | Alta sensibilidad /larga distancia |

3.3 Composición de los sub-bastidores

A. Sub-Bastidor Central

La Fig. 3-1 muestra la vista frontal del Sub-bastidor Central. Todos los modos de operación del SMS-600V incluyen un sub-bastidor central. Usualmente se instala en la parte inferior del bastidor ETS V para permitir las expansiones de una manera fácil.

El sub-bastidor Central consta de las siguientes secciones: Sección de Montaje, Sección de Terminales Comunes y Sección de Terminales Tributarios. Existen varias clases dependiendo del tipo y número de secciones terminal de tributarios. Por lo tanto, se debe seleccionar apropiadamente el tipo de Sub-bastidor Central de acuerdo al tipo de tributarios y al número de canales que va a suministrar el SMS-600V.

① Sección de montaje: Recibe las unidades comunes y las unidades de interfaz, consiste de cuatro grupos interfaz (IG A, IG B, IG C, y IG D).

② Terminales comunes: Contiene los terminales para las conexiones exteriores y las unidades 140M SW que son los terminales para conexión externa cuando se instalan unidades STM-1e en IG B.

③ Terminales tributarios: Contiene los terminales para conexión externa de 2M correspondiente a IG B, IG C, y IG D, así como 2M SW o 2M THR. También contiene las unidades 34M SW y 140M SW que son los terminales para las conexiones externas de 34M, 140M y STM-1e.

B. Sub-bastidor de extensión

El Sub-bastidor de Extensión está diseñado para recibir una capacidad máxima equivalente a cuatro STM-1e desde el Sub-bastidor Central de modo de ampliar el número de canales tributarios de 2M hasta 252 canales. Hasta dos Sub-bastidores de Extensión pueden ser conectados al Sub-bastidor Central, hasta alcanzar la capacidad de inserción/extracción de 200%. Desde el punto de vista de la gestión del equipo, los sub-bastidores de extensión son tratados como parte del Sub-bastidor Central y son controlados directamente por la unidad SC en el sub-bastidor Central. Las señales de control son transferidas a través del S-BUS.

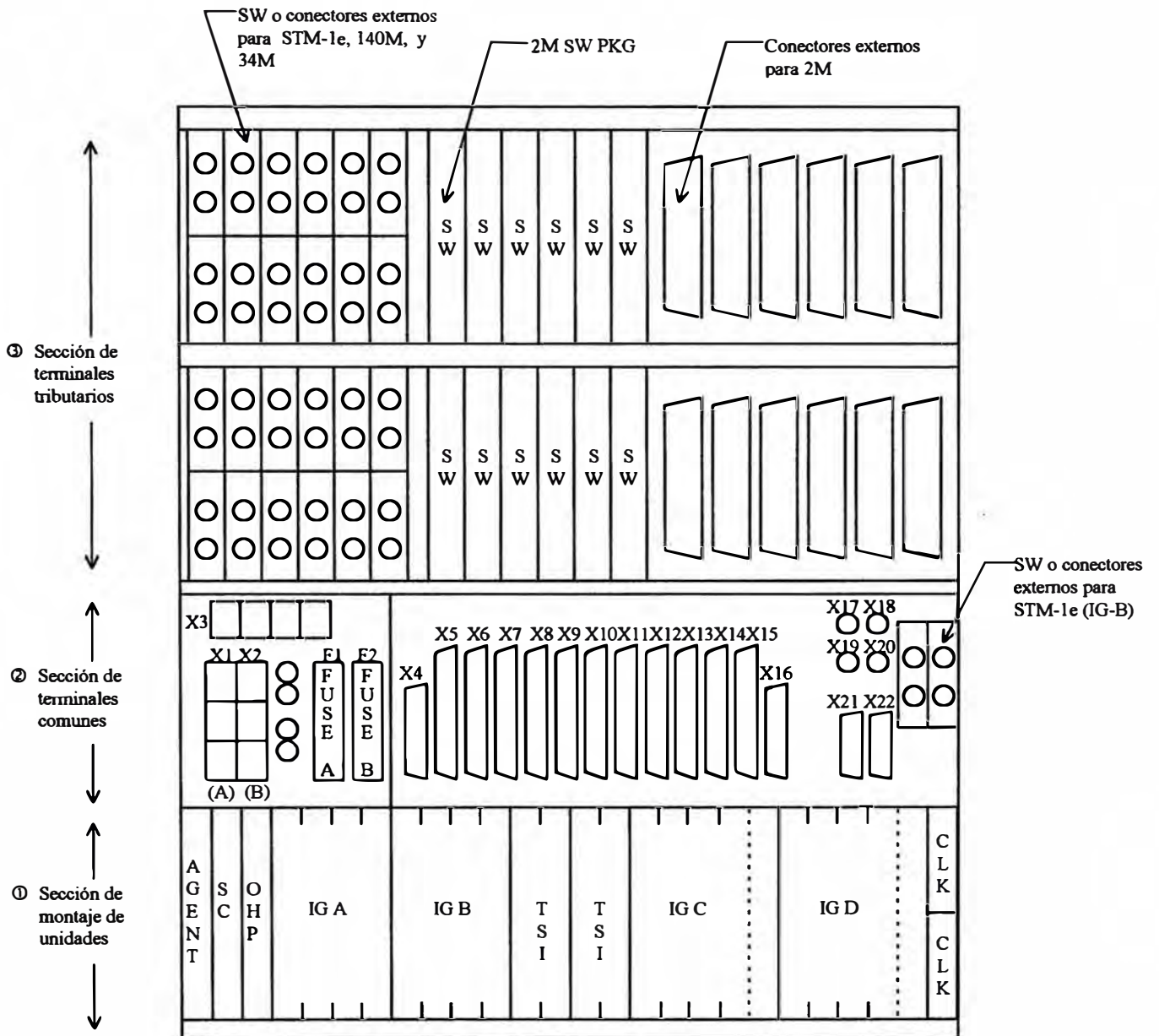


Fig. 3-1 Vista frontal del sub-bastidor central SMS-600V (Type 2-4A)

La Fig. 3-2 muestra un ejemplo de la vista frontal del Sub-bastidor de Extensión. El Sub-bastidor de extensión consiste de una sección de montaje de unidades, una sección común de terminales, una sección de interfaz de extensión y tributarios 34M, y una sección de tributarios de 2M. Se dispone de cuatro tipos dependiendo de la impedancia de tributarios de 2M y si se provee la función de protección de 2M.

① Montaje de unidades: Esta sección recibe las unidades comunes, las unidades interfaz de extensión y las unidades interfaz tributarias. Consiste de cuatro grupos interfaz (IG A, IG B, IG C, y IG D).

② Terminales comunes: Contiene los terminales para las conexiones externas de las unidades comunes.

③ Interfaz de extensión y tributarios de 34M: Contiene las unidades 140M SW que son los terminales para las conexiones externas de la interfaz de extensión STM-1e y las unidades 34M SW que son terminales para las conexiones externas de los tributarios de 34M.

④ Terminales tributarios de 2M: Contiene los terminales para las conexiones externas para las interfaces de 2M correspondientes a IG B, IG C, e IG D, además contiene la sección de montaje de las unidades 2M SW o 2M THR.

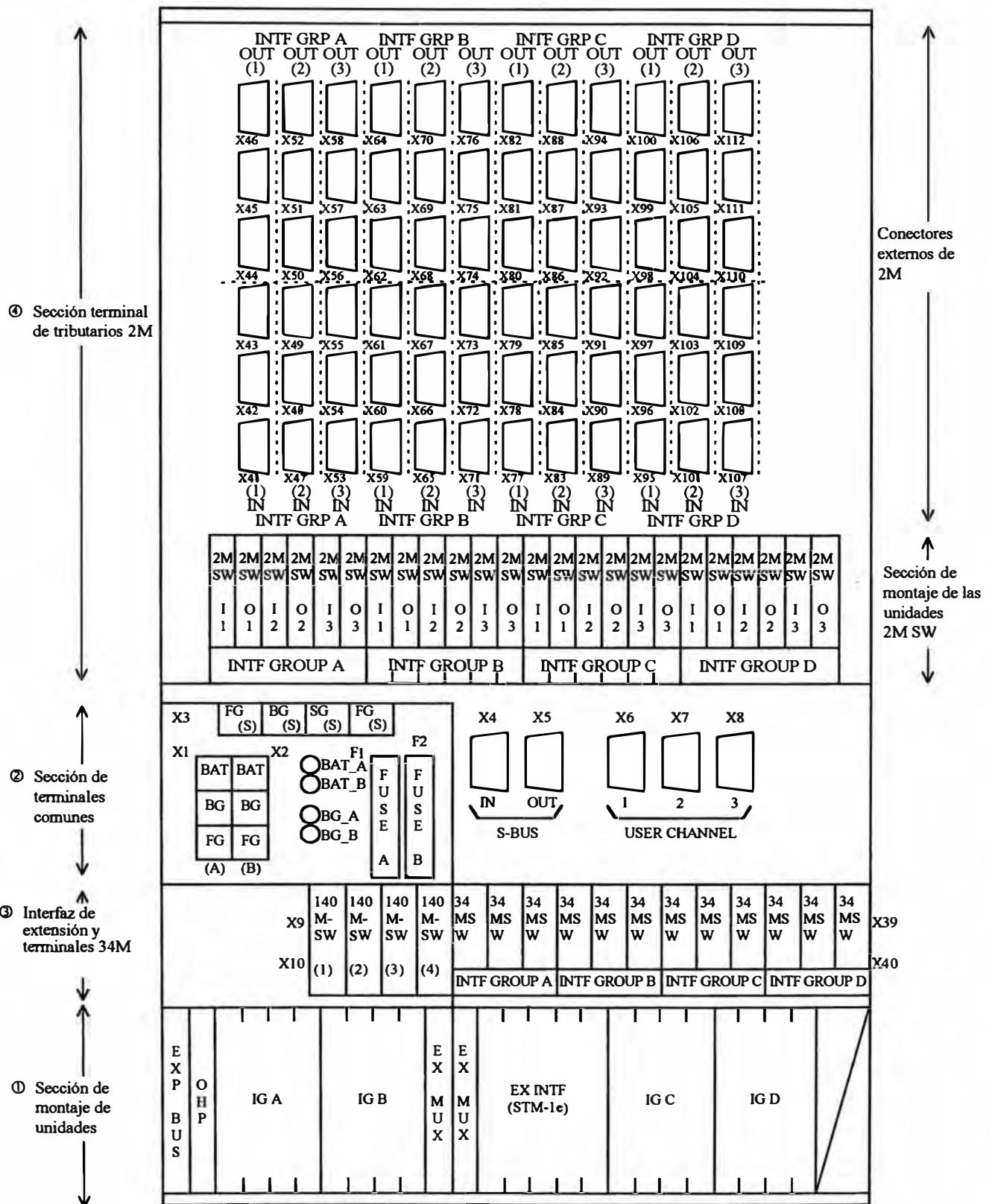


Fig. 3-2 Vista frontal del Sub-bastidor de extensión del SMS-600V (2M 75 Ω con protección)

3.4 Unidades

Las unidades del SMS-600V pueden clasificarse en 4 grupos: Comunes, Interfaz STM-N-, Interfaz PDH y de Conmutación. A continuación se indica las funciones de cada unidad y el sub-bastidor donde se monta.

A. Unidades comunes

| Unidad | Resumen de funciones | Sub-bastidor | |
|--------|---|--------------|-----------|
| | | Central | Extensión |
| SC | <ul style="list-style-type: none"> Sección de gestión de recursos OAM&P del sub-bastidor Central y Extensión (Gestión de fallas, PM, seguridad, fuente de reloj, aprovisionamiento) Provee hasta 8 terminales de canal LAPD (Link Access Procedure on D channel) Controla: STATION ALM (PM, DM, RMT, MAINT, AB, AL), LCT, MODEM INTF, 8 puertos para HKC/HKA | ○ | |
| AGENT | <ul style="list-style-type: none"> Sección AGENT Qx INTF Contiene la interfaz X.25 AUI INTF Puede operar con una interfaz 10base-2 o 10base-T cuando se requiere una interfaz LAN. | ○ | |
| OHP | <ul style="list-style-type: none"> Terminación de canales de usuario OH of E1, E2, F1, F2, Z0, Z1, Z2, Z3, NU, D4 a D12 (max. 6 puertos V.11 64 kbit/s o 576 kbit/s) OW provee derivación digital, llamada selectiva (se requiere teléfono con DTMF) y llamada omnibus. Los canales de usuario OH y OW son seleccionables tanto de la señal agregada como de tributarios. Cuando se usa el sub-bastidor de Extensión, se requiere OHP sólo cuando se terminan los canales de usuario POH de 34M y 45M. No se requiere OHP cuando sólo se usan unidades 2M. Hay varios tipos de acuerdo al tipo de interfaz externa OW. | ○ | ○ |
| TSI | <ul style="list-style-type: none"> Interconexión en los niveles VC-11, VC-12, VC-3, VC-4, Protección lineal APS, control de protección UPSR y BLSR. Distribución de la temporización del equipo, control del Holdover Utilizado con todos los modos de operación e interfaces (TRM/ADM/UPS/BLSR/LXC). | ○ | |
| THR R | <ul style="list-style-type: none"> Se monta en lugar de TSI cuando se usa STM-1 o STM4 en modo REG. Sólo se monta en el slot 1. No tiene dispositivos activos. | ○ | |
| CLK | <ul style="list-style-type: none"> Puertos externos para sincronización de red. Selección de la fuente de sincronización. Puertos de salida para sincronización de red. (La selección de reloj es posible entre la temporización del equipo y las señales externas) Varios tipos de acuerdo a las señales externas de reloj y a las interfaces de salida para sincronización de red. | ○ | |
| EX BUS | <ul style="list-style-type: none"> Montado en el sub-bastidor de extensión. Recibe las señales de control del SC y las distribuye a las unidades del sub-bastidor de extensión. Recoge las señales de control desde cada unidad del sub-bastidor de extensión y las transfiere al SC. | | ○ |
| EX MUX | <ul style="list-style-type: none"> Montado en el sub-bastidor de extensión. Multiplexa y separa las señales principales de/hacia cada IG. Conmutación de protección del bus de la señal principal. | | ○ |

B. Unidades interfaz STM-N

| Unidad | Resumen de funciones | Sub-bastidor | |
|--------|---|--------------|-----------|
| | | Central | Extensión |
| STM-4 | <ul style="list-style-type: none"> • Terminación de la señal óptica STM-4, RSOH, MSOH, AU PTR, VC-4 POH, TU-3 PTR, y TU-12 PTR. • Monitoreo de VC-4, VC-3, y VC-12 POH monitor (sólo para 2F-UPSR) • Modos TRM, ADM, 2F-UPSR, 2F/4F-BLSR, Regenerator, en la misma unidad. • Para señal agregada o tributaria. • En varios tipos de acuerdo al conector óptico, longitud de onda y sensibilidad. | ○ | |
| STM-1o | <ul style="list-style-type: none"> • Terminación de la señal óptica STM-1, RSOH, MSOH, AU PTR, VC-4 POH, TU-3 PTR, y TU-12 PTR • Monitoreo de VC-4, VC-3, y VC-12 POH (sólo para 2F-UPSR) • Modos de operación TRM, ADM, 2F-UPSR, Regenerator. • Para señal agregada o tributaria. • En varios tipos de acuerdo al conector óptico, longitud de onda y sensibilidad. | ○ | |
| STM-1e | <ul style="list-style-type: none"> • Terminación de la señal eléctrica STM-1, RSOH, MSOH, AU PTR, VC-4 POH, TU-3 PTR, y TU-12 PTR • Monitoreo de VC-4, VC-3, y VC-12 POH (sólo para 2F-UPSR) • Montada en el sub-bastidor Central y Extensión como interfaz de extensión (para la señal principal). • Modos de operación TRM, ADM, 2F-UPSR, interfaz de extensión. • Para señal agregada o tributaria. • Puede operar en los modos STM-1 y como interfaz de extensión en el mismo IG (S/W strap) cuando se monta en IG C y IG D. • Requerido cuando se recibe la señal STM-1e y se realiza la interconexión a nivel VC12 y VC3 y se usan interfaces tributarias 2M/34M (el modo STM-1e de la unidad 140/STM-1e no tiene esta función de interconexión) | ○ | ○ |

C. Unidades interfaz PDH

| Unidad | Resumen de funciones | Sub-bastidor | |
|----------|---|--------------|-----------|
| | | Central | Extensión |
| 140/STM1 | <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de operación entre 140M y STM-1e mediante un "strap" . • Terminación de la señal eléctrica STM-1, RSOH, MSOH, y AU PTR en el modo STM-1e. • Terminación de la señal eléctrica 140M, mapeo del VC-4, alineación del AU-4, y VC-4 POH en el modo 140M. • Puede operar en modo STM-1e o 140M cuando se le monta IG C y IG D (S/W strap). • No se usa cuando se quiere recibir una señal STM-1e y se realiza la interconexión a nivel VC12 y VC3, al usar interfaces tributarias 2M/34M. | ○ | |
| 34M | <ul style="list-style-type: none"> • Terminación de la señal eléctrica de 34M, mapeo de VC-3, alineación TU-3, y VC-3 POH | ○ | ○ |
| 2M | <ul style="list-style-type: none"> • Terminación de la señal eléctrica 2M, mapeo de VC-12, alineación de TU-12, y VC-12 POH • Los tipos de acuerdo a la impedancia. | ○ | ○ |

D. Unidades de conmutación

| Unidad | Resumen de funciones | Sub-bastidor | |
|---------|--|--------------|-----------|
| | | Central | Extensión |
| 2M SW | <ul style="list-style-type: none"> • Unidad SW para protección 1:3 de las unidades 2M o 1.5M • Se requieren seis unidades para un IG. La entrada (IN) y la salida (OUT) son independientes. 21 canales/unidad/1 dirección. • De uso común para 120 Ω y 75 Ω. Se clasifica en grupos de acuerdo al voltaje de la estación. | ○ | ○ |
| 34M SW | <ul style="list-style-type: none"> • Unidad SW o conectores externos para protección 1:4 para las unidades 34M o 45M. • Se requiere una unidad para cada canal sin relación con la función de protección. • Se puede hacer instalación parcial cuando se montan las unidades en forma ascendente desde CH1. | ○ | ○ |
| 140M SW | <ul style="list-style-type: none"> • Unidad SW o conectores externos para protección 1:4 de las unidades STM-1e o 140/STM-1e. • Se puede hacer instalación parcial cuando se montan las unidades en forma ascendente desde CH1. • Unidad SW o conectores externos para protección 1:1 de las unidades STM-1e (IG B). Se requiere una unidad para un grupo de protección (es decir para un juego de unidades W y P). • De uso común para -48 V y -60 V. • Se requiere una unidad para 1:1 y 1:4, sin relación con la función de protección. | ○ | ○ |
| 2M THR | <ul style="list-style-type: none"> • Se monta en lugar de 2M SW cuando no es necesaria la protección. • Se usa en forma común tanto para 120 Ω como para 75 Ω. | ○ | ○ |

3.5 Modos de operación de los equipos

La gran versatilidad del multiplexor SMS-600V nos permite configurarlo de muchas formas, las unidades que se instalan en el equipo se agrupan en cuatro grupos de interfaz o IGs (Interface Group).

Cada modo de operación del equipo SMS-600V se hace posible gracias a una determinada combinación de unidades instaladas en los grupos interfaz A, B, C y D. se puede determinar se ajusta dependiendo de los tipos de interfaz instalados en cada uno de los IGs y al modo de operación deseado para el nodo en donde se instala el equipo.

A. Modos de operación cuando la interfaz agregada es STM-1

La Tabla 3-1 muestra las posibles combinaciones de unidades que se pueden obtener al instalar las unidades en los grupos de interfaz (IG). También se indican los modos de operación del equipo que básicamente está definida por las unidades que se instalan en el grupo interfaz B.

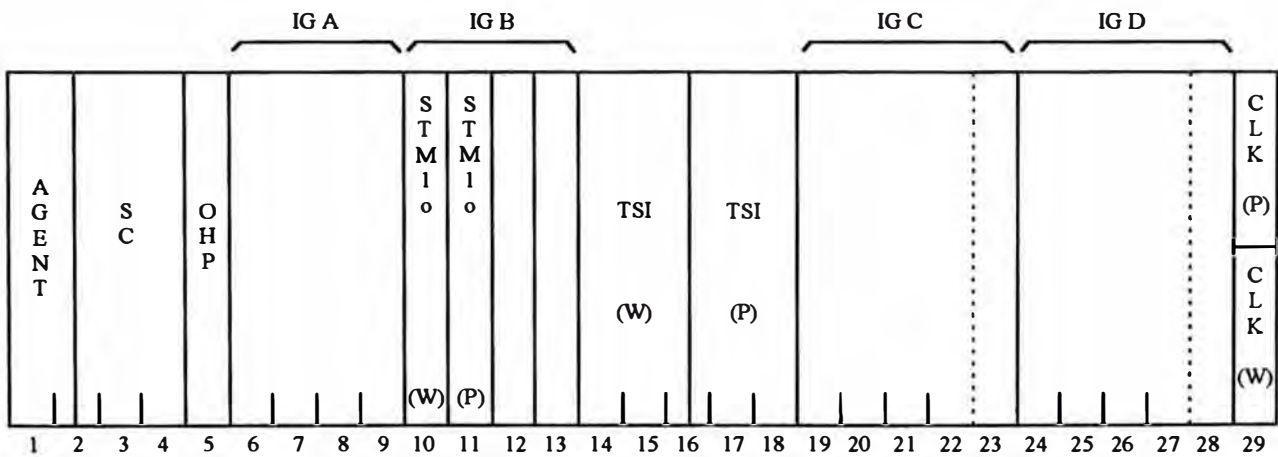
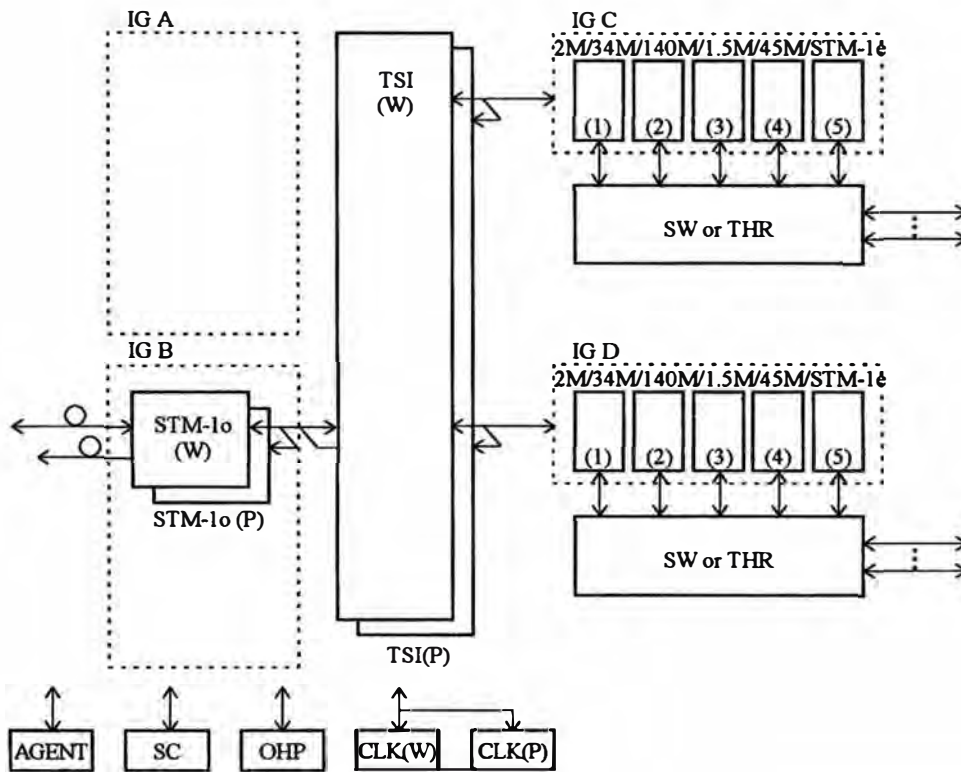
Las figuras de la 3-3 a la 3-11 muestran los diagramas de bloques del multiplexor SMS-600V para cada uno de los modos de operación del equipo. También se indican las unidades que componen el sub-bastidor .

Tabla 3-1 Modos de operación para cada grupo de interfaz (Agregado STM-1)

| Modo de operación de IG A | Modo de operación de IG B | Modo de operación de IG C/D |
|---------------------------|-------------------------------------|--|
| STM-1o LINEAR | 1. STM-1o LINEAR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| Vacío | 2. STM-1e 1:1 (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| Vacío | 3. STM-1o 2F-UPSR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| Vacío | 4. STM-1e 2F-UPSR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| STM-1o REG | 5. STM-1o REG | Vacío |
| STM-1o LINEAR | 6. 2M | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| STM-1o LINEAR | 7. 1.5M | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 140M/34M/2M 45M/1.5M |

- Modo de operación que debe establecerse en la inicialización del equipo.
 Seleccionable arbitrariamente (luego que ha sido establecido).

Modo Terminal STM-1o:

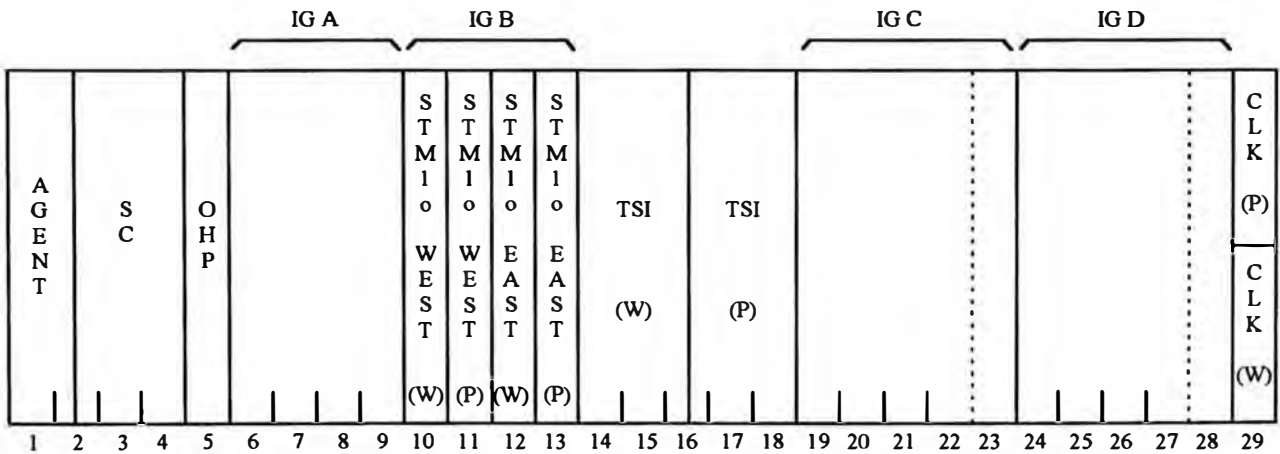
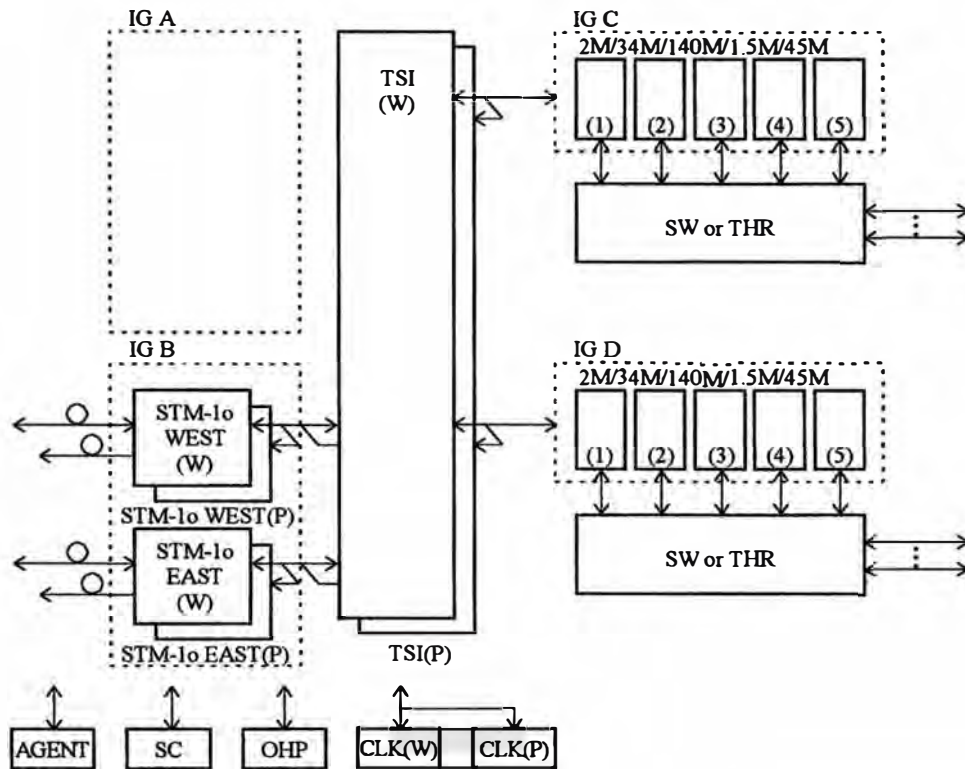


NOTAS:

1. El modo terminal convencional se logra cuando en dos posiciones (slots) del IG B se usan unidades STM-1o en Modo Lineal.
2. En los grupos IG A, IG C, IG D, y en los espacios vacios de IG B se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la Tabla 3-1.

Fig. 3-3 Modo Terminal STM-1o

Modo Inserción/Extracción STM-1o:

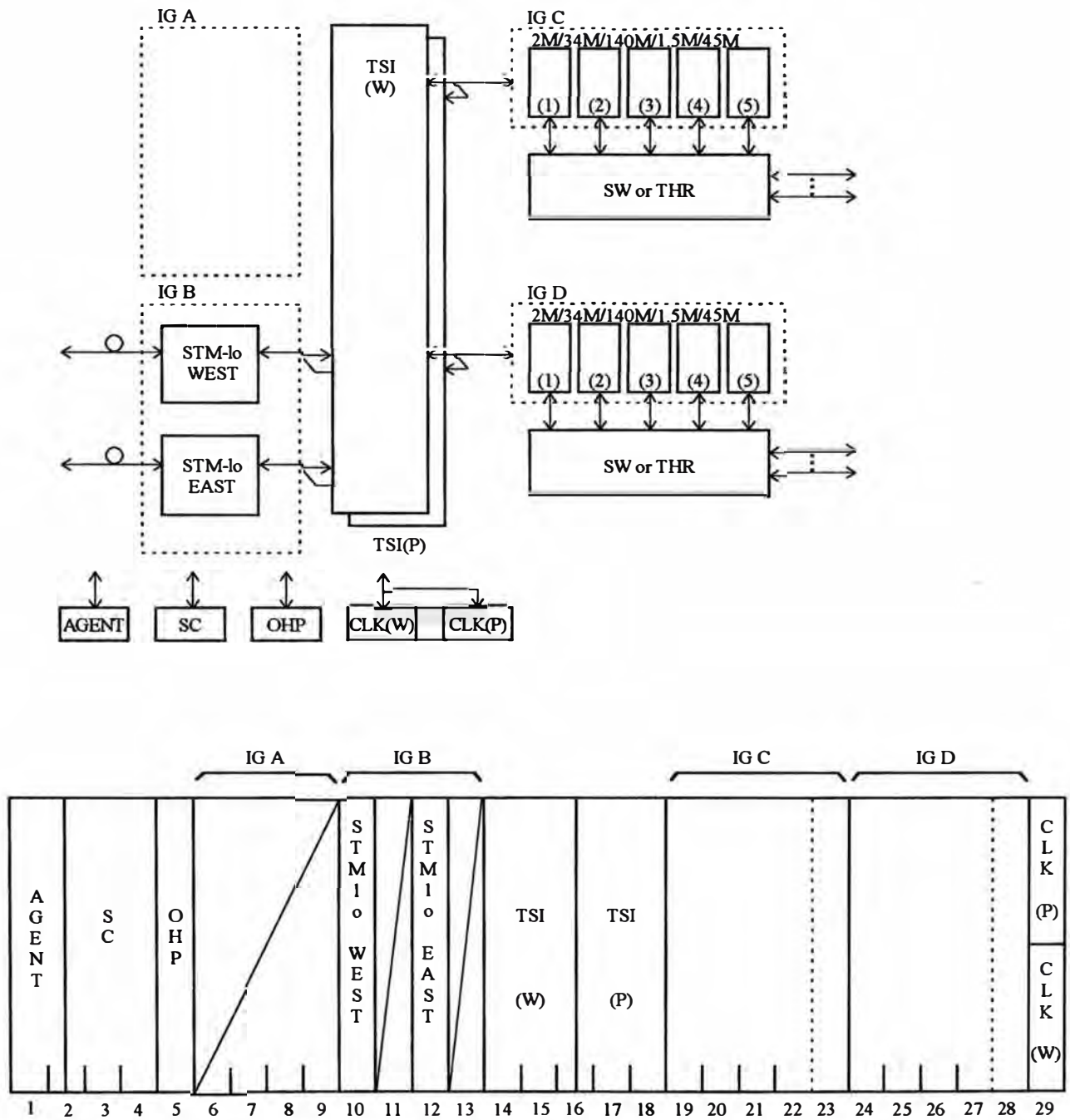


NOTAS:

1. El modo inserción/extracción se logra cuando las cuatro unidades STM1o del IG B se usan en el modo lineal.
2. En los grupos IG A, IG C, y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-1**.

Fig. 3-4 Modo inserción/extracción STM-1o

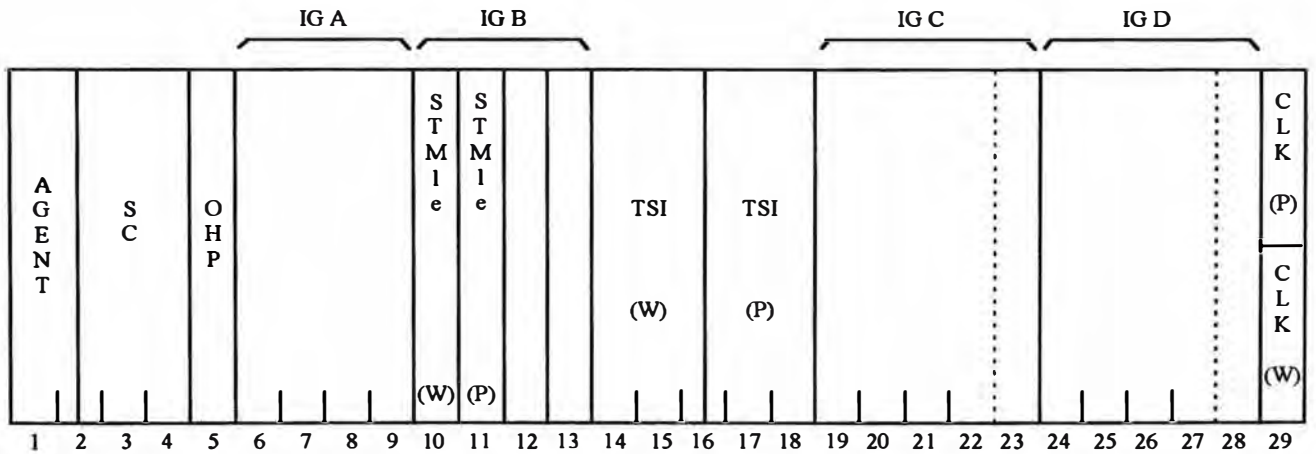
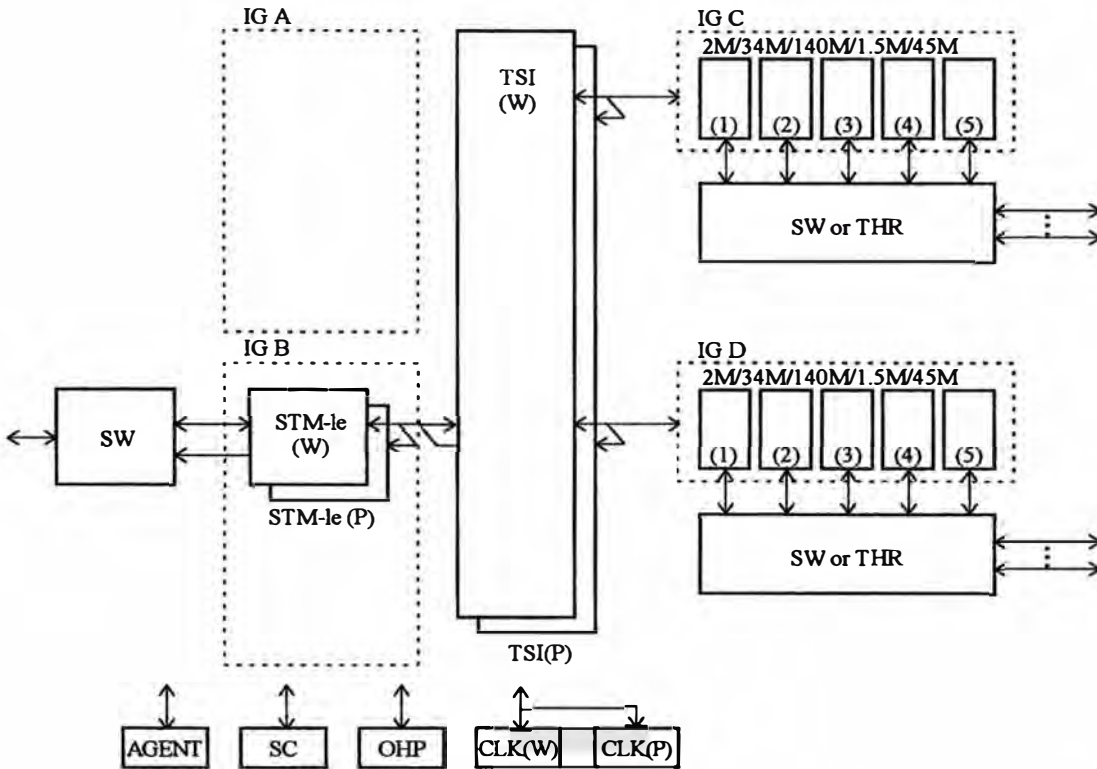
Modo 2F-UPSR STM-1o:



NOTA: En los grupos IG C y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-1**.

Fig. 3-5 Modo 2F-UPSR STM-1o

Modo Terminal STM-1e:

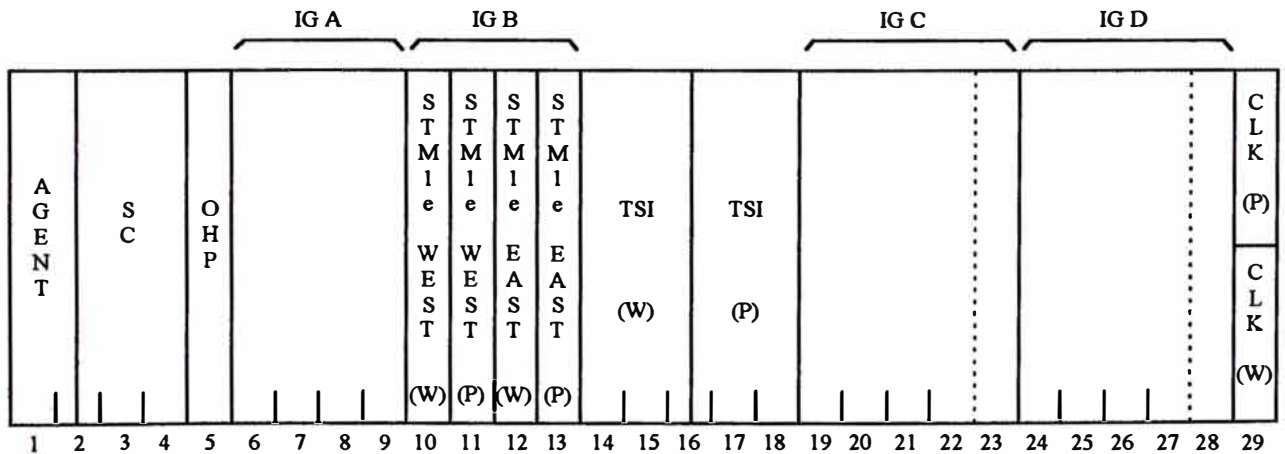
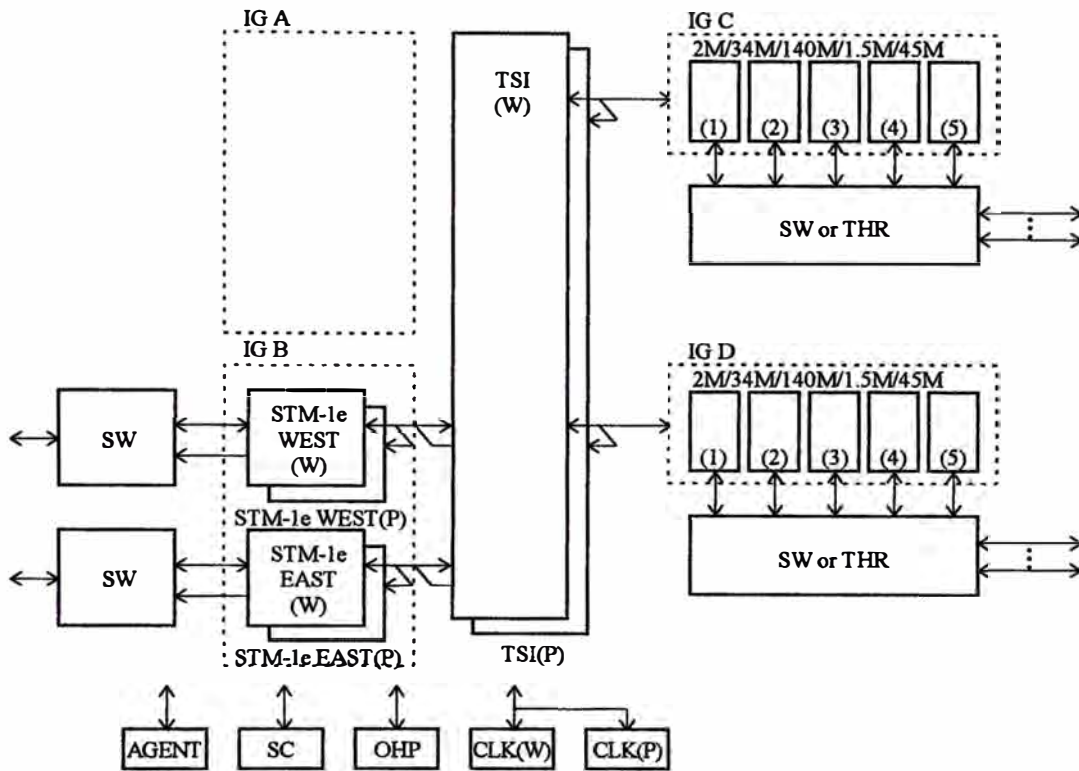


NOTAS:

1. El modo terminal convencional se logra cuando en dos posiciones (slots) del IG B se usan unidades STM-1e en Modo Lineal.
2. En los grupos IG A, IG C, IG D, y en los espacios vacíos de IG B se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la Tabla 3-1.

Fig. 3-6 Modo Terminal STM-1e

Modo Inserción/extracción STM-1e:

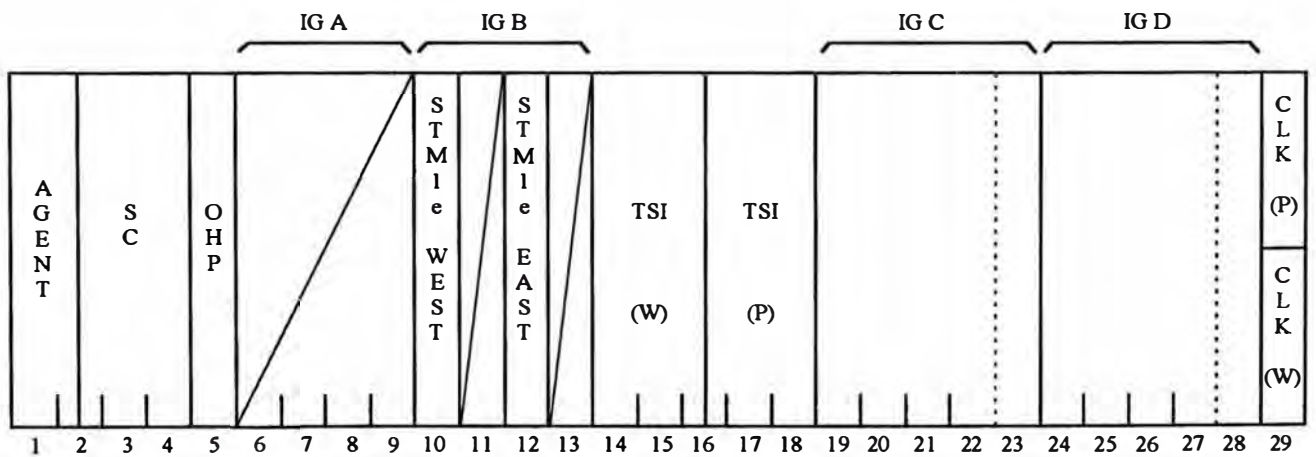
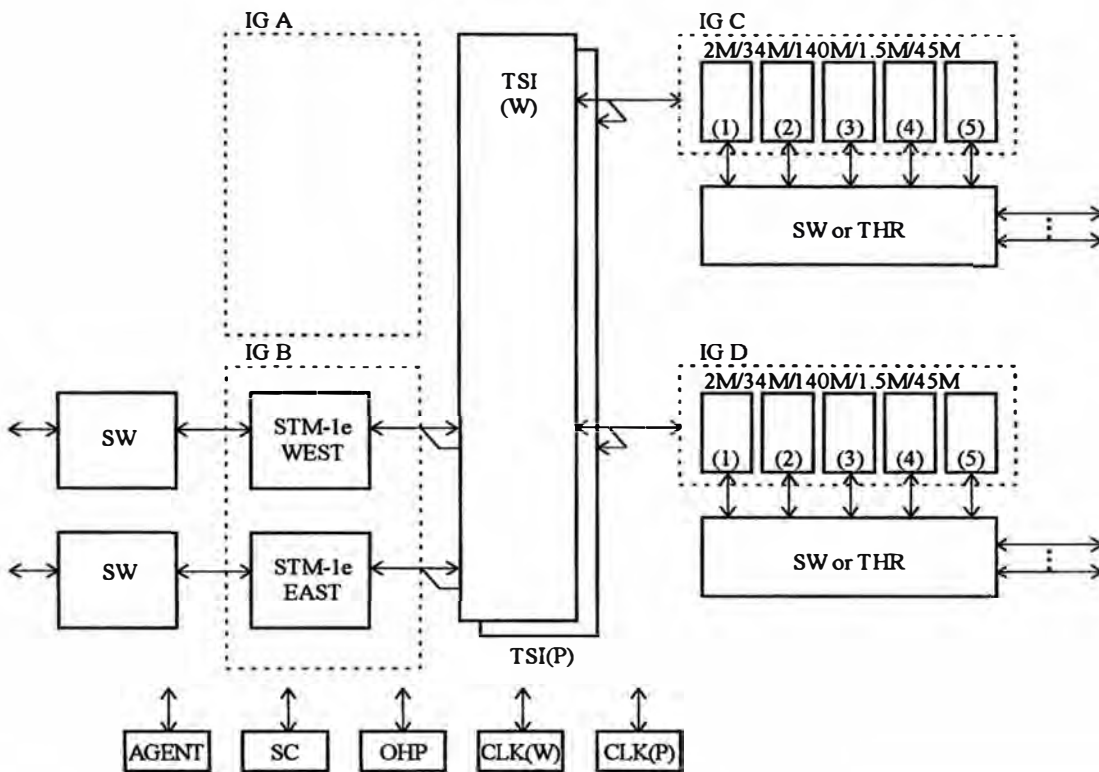


NOTAS:

1. El modo inserción/extracción se logra cuando las cuatro unidades STM1e del IG B se usan en el modo lineal.
2. En los grupos IG A, IG C, y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-1**.

Fig. 3-7 Modo Inserción/extracción STM-1e

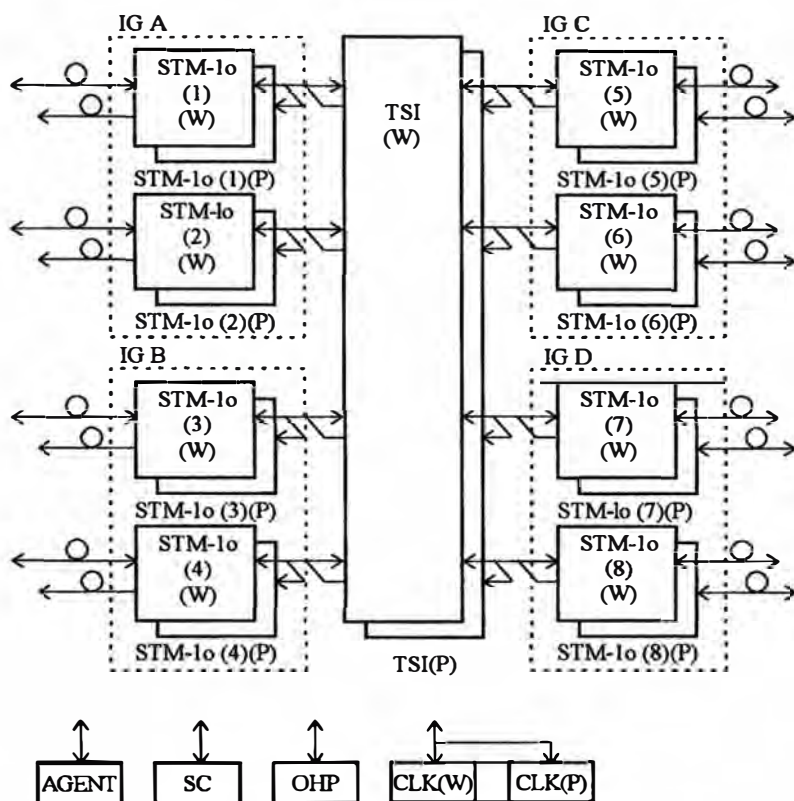
Modo UPSR STM-1e:



NOTA: En los grupos IG C y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-1**.

Fig. 3-8 Modo UPSR STM-1e

Modo LXC STM-1o:

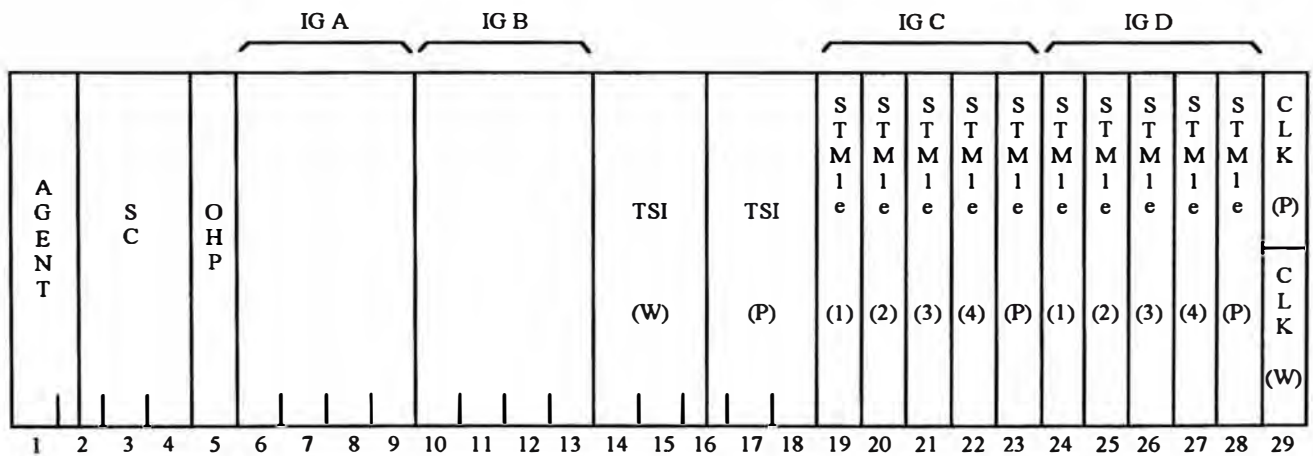
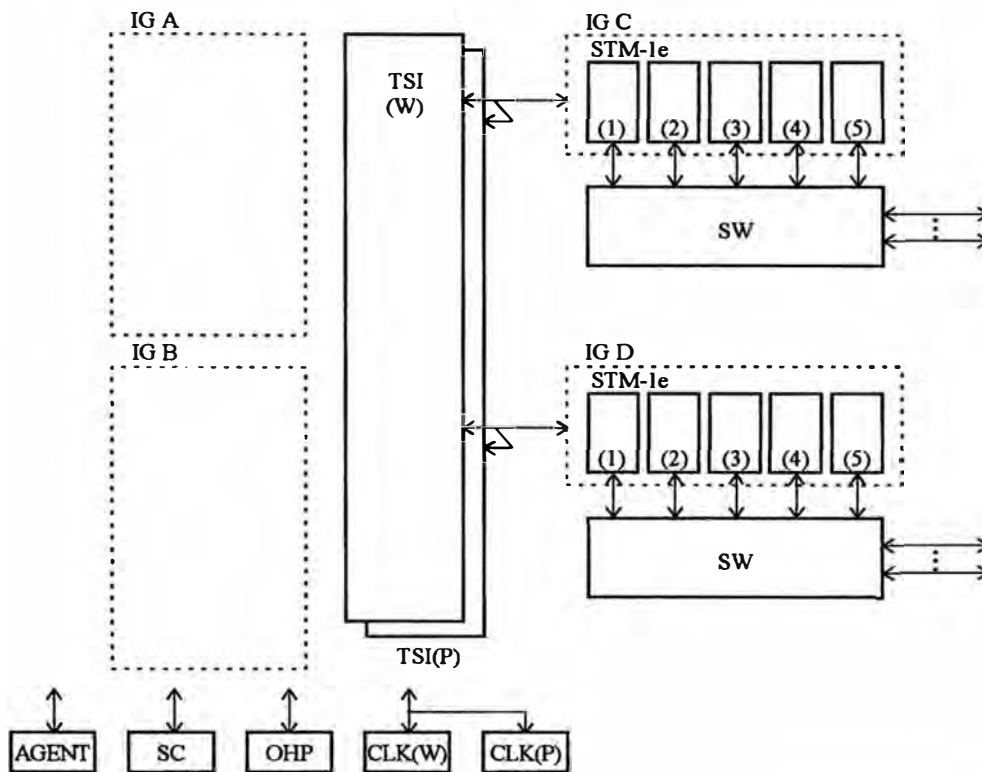


| | | IG A | | | | IG B | | | | IG C | | | | IG D | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A G E N T | S C | O H P | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | STM 1 o | CLK (P) | | | | | | | | | | |
| | | | (1) (W) | (1) (P) | (2) (W) | (2) (P) | (3) (W) | (3) (P) | (4) (W) | (4) (P) | (5) (W) | (5) (P) | (6) (W) | (6) (P) | (7) (W) | (7) (P) | (8) (W) | (8) (P) | CLK (W) | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |

NOTA: El modo LXC STM-1o se obtiene cuando en todos los grupos IG A, IG B, IG C, y IG D se instalan unidades STM-1o en Modo Lineal.

Fig. 3-9 Modo LXC STM-1o

Modo LXC STM-1e:

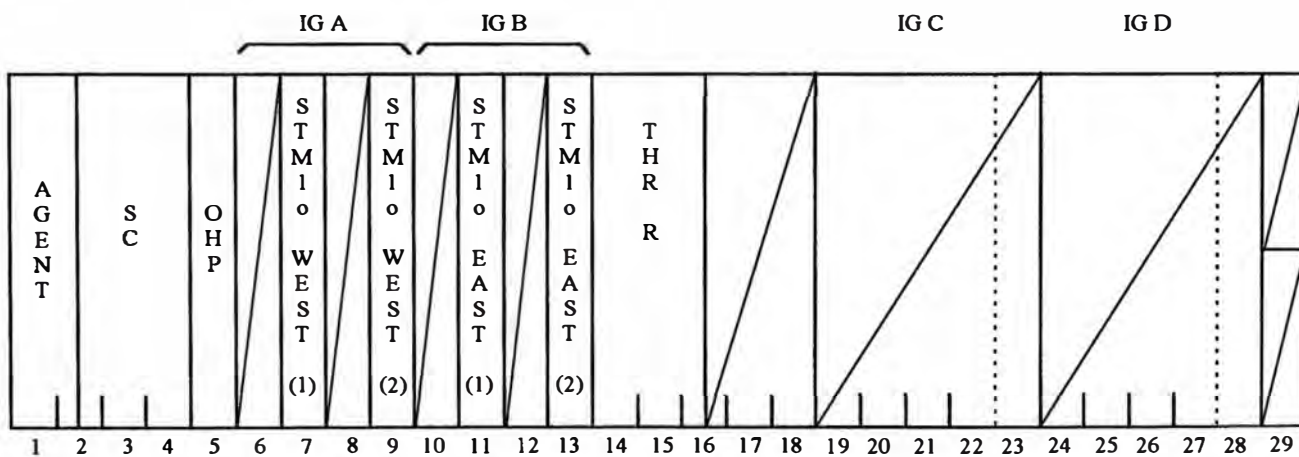
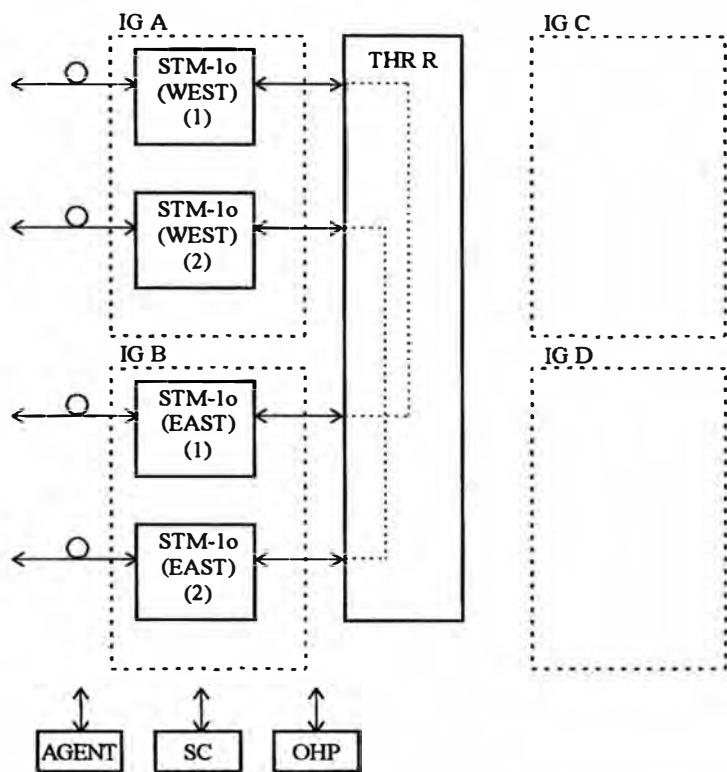


NOTAS:

1. El modo LXC STM-1e se obtiene cuando en todos los grupos IG C, y IG D se instalan unidades STM-1e en Modo Lineal con protección 1:4.
2. En los grupos IG A, y IG B se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-1** y **3-2**.

Fig. 3-10 Modo LXC STM-1e

Modo Regenerador STM-1o:



NOTAS:

1. En el modo Regenerador, no se pueden montar unidades en IG C y IG D.
2. La unidad THR R se monta sólo en la posición TSI (1) (tal como se muestra en la figura).
3. No se requieren unidades CLK.

Fig. 3-11 Modo Regenerador STM-1o

B. Modos de operación cuando la interfaz agregada es STM-4

La Tabla 3-2 muestra las posibles combinaciones de unidades que se pueden obtener al instalar las unidades en los grupos de interfaz (IG) cuando la señal agregada es STM-4. También se indican los modos de operación del equipo, que básicamente está definido por las unidades que se instalan en el grupo interfaz A.

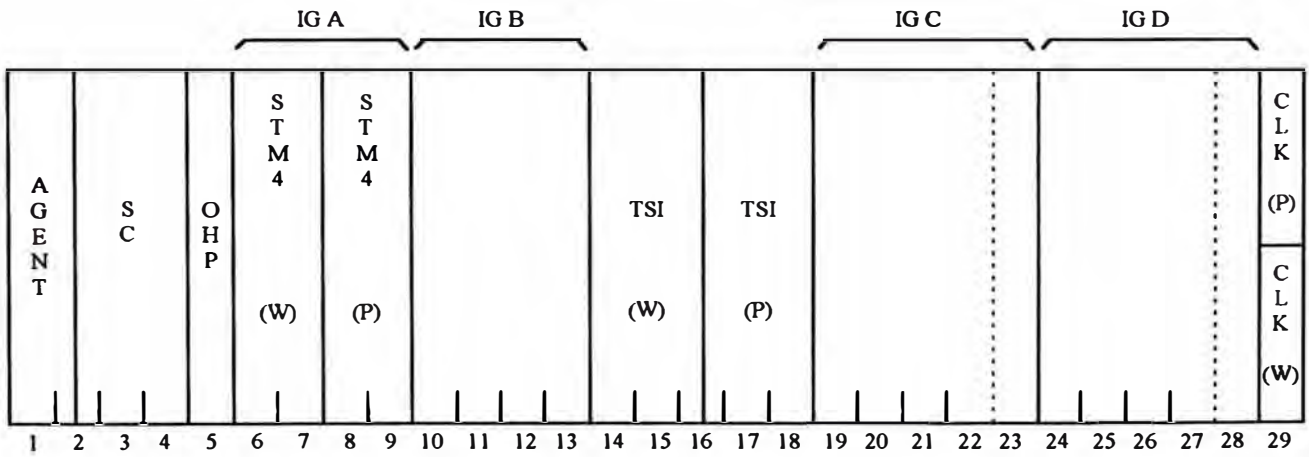
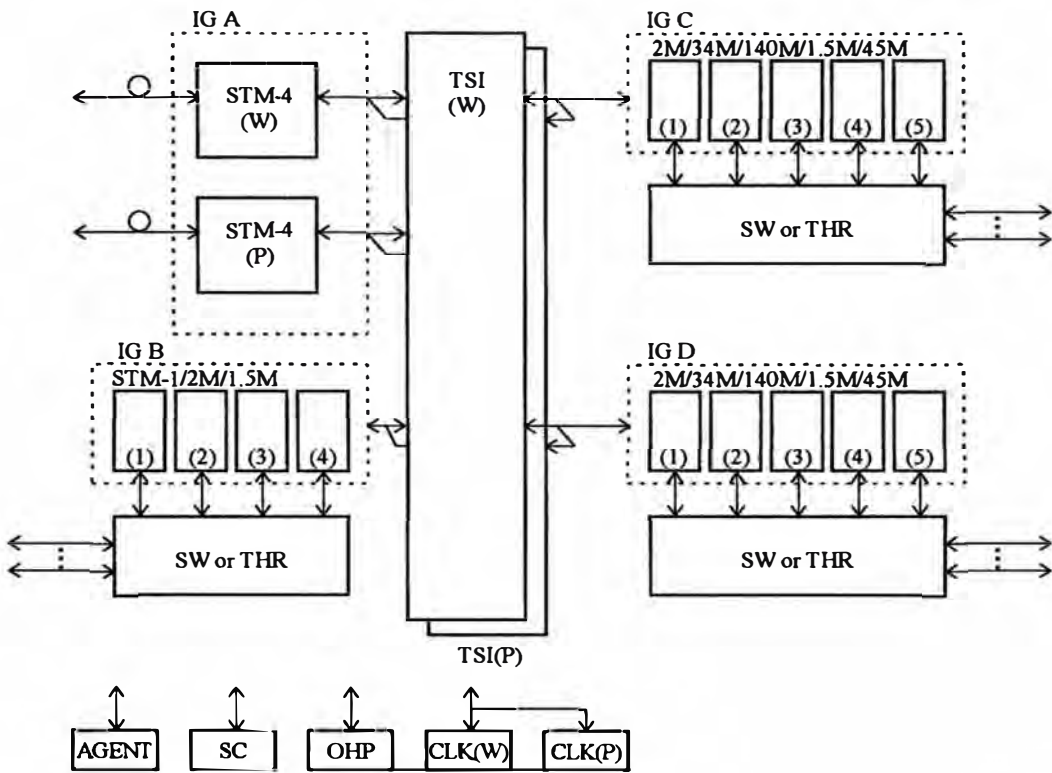
Las figuras de la 3-12 a la 3-18 muestran los diagramas de bloques del SMS-600V para cada uno de los modos de operación del equipo. También se indican las unidades que componen el sub-bastidor.

**Tabla 3-2 Modos de operación para cada grupo de interfaz
(Agregado STM-4)**

| Modo de operación de IG A | Modo de operación de IG B | Modo de operación de IG C/D |
|--|---|---|
| 1. STM-4 LINEAR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:1 STM-4 LINEAR (Agregado) 2M 1.5M | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 STM-4 LINEAR EX INTF 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| 2. STM-4 2F-UPSR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:1 STM-4 LINEAR 2M 1.5M | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 STM-4 LINEAR EX INTF 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| 3. STM-4 2F-BLSR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:1 STM-4 LINEAR 2M 1.5M | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 STM-4 LINEAR EX INTF 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| 4. STM-4 2F-BLSR ILR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:1 STM-4 LINEAR 2M 1.5M | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4(ILR) STM-1o LINEAR(ILR) STM-1e 1:4 STM-4 LINEAR STM-4 LINEAR(ILR) EX INTF 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| 5. STM-4 4F-BLSR (Agregado) | STM-4 4F-BLSR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4 STM-4 LINEAR EX INTF 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| 6. STM-4 4F-BLSR ILR (Agregado) | STM-4 4F-BLSR ILR (Agregado) | STM-1o LINEAR STM-1e 1:4(ILR) STM-1o LINEAR(ILR) STM-1e 1:4 STM-4 LINEAR STM-4 LINEAR(ILR) EX INTF 140M/34M/2M 45M/1.5M |
| 7. STM-4 REG | STM-4 REG | Vacío |

Modo de operación que debe establecerse en la inicialización del equipo.
 Seleccionable arbitrariamente (luego que ha sido establecido).

Modo Terminal STM-4:

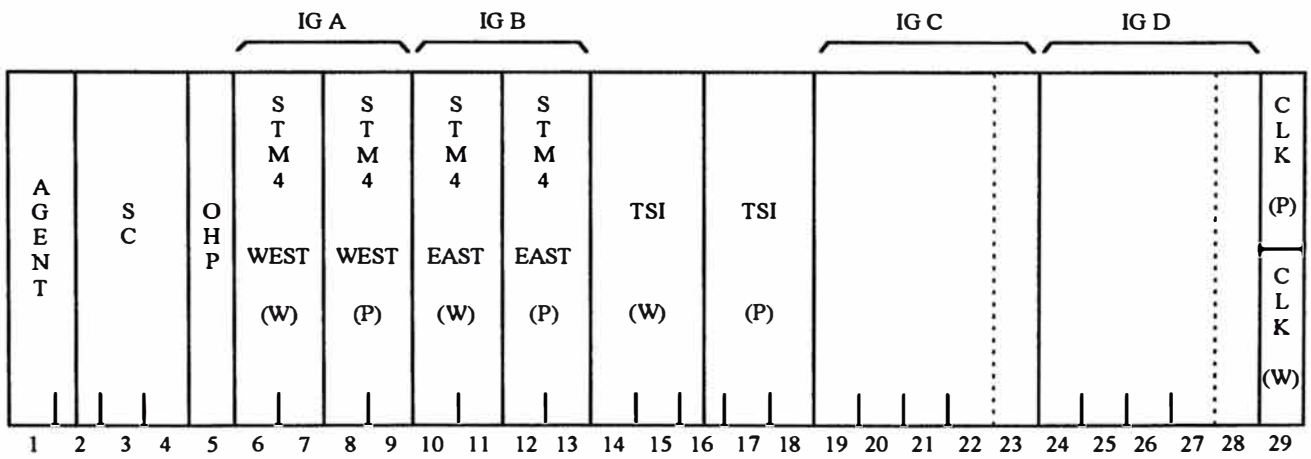
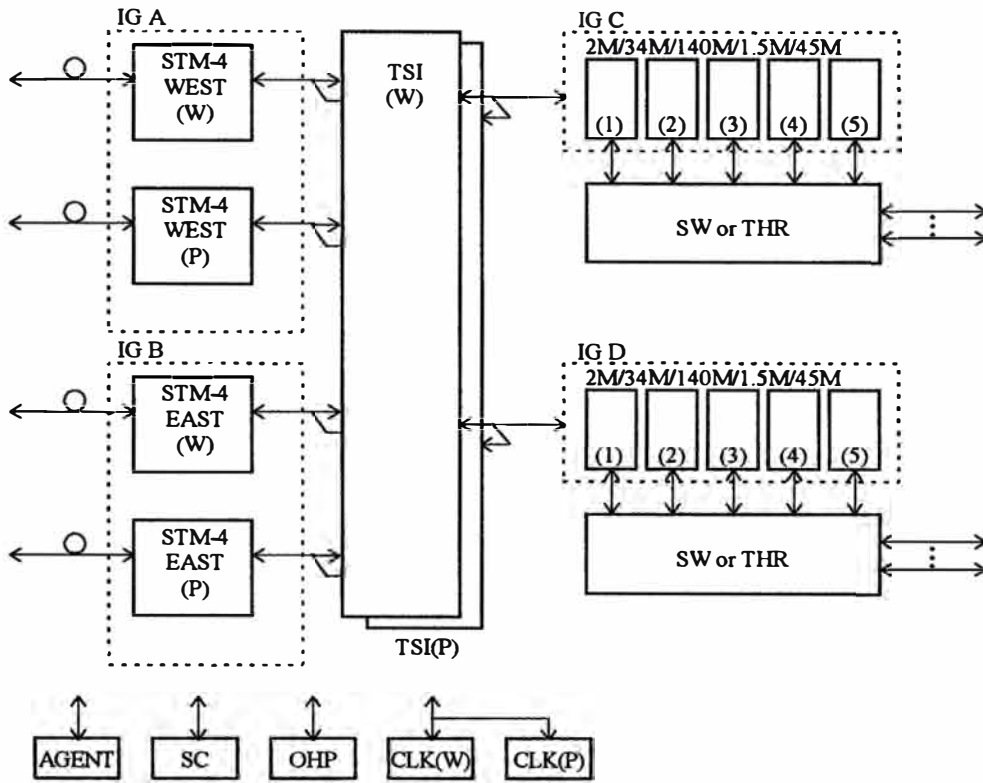


NOTAS:

1. El modo terminal convencional se logra cuando las unidades STM-4 del grupo IG A se usan en Modo Lineal.
2. En los grupos IG B, IG C, y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-2**.

Fig. 3-12 Modo Terminal STM-4

Modo Inserción/Extracción STM-4:

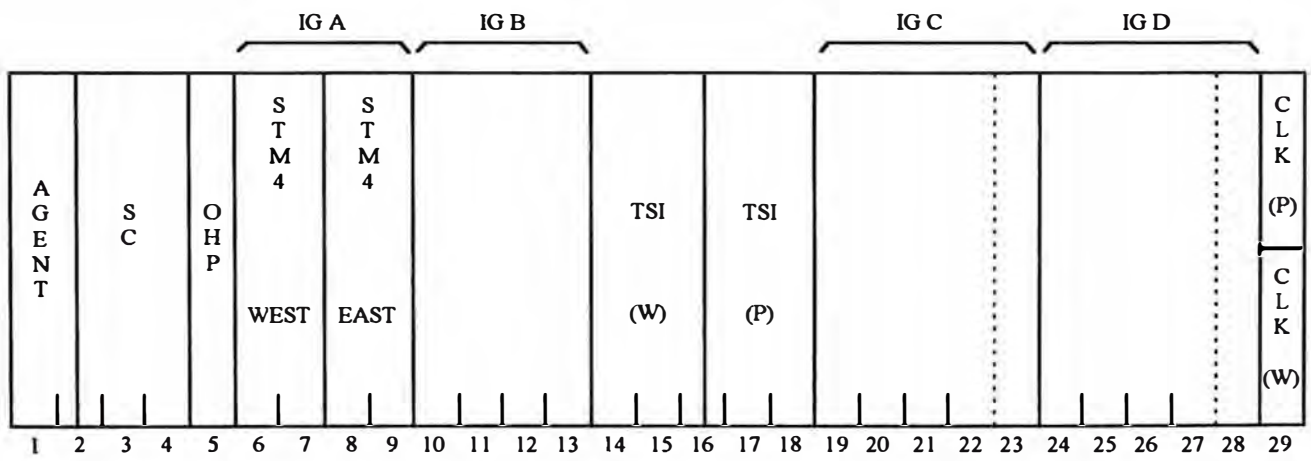
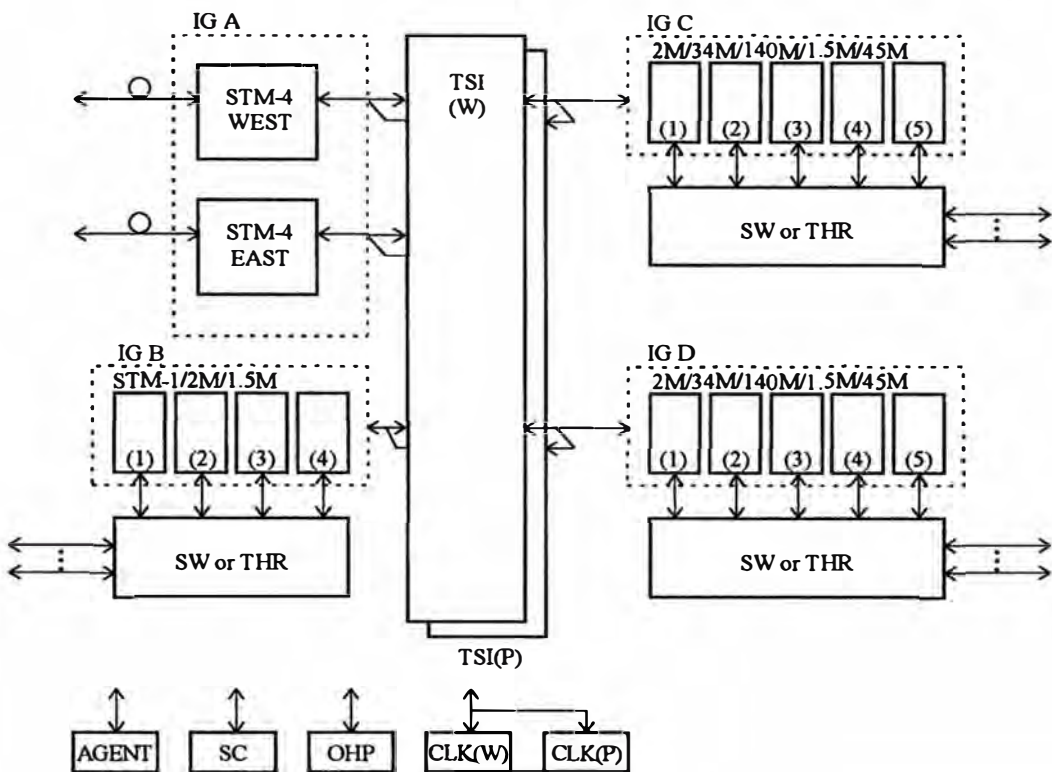


NOTAS:

1. El modo inserción/extracción se logra cuando las unidades STM-4 del IG A y IG B se usan en el modo lineal.
2. En los grupos IG C y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-2**.

Fig. 3-13 Modo Inserción/Extracción STM-4

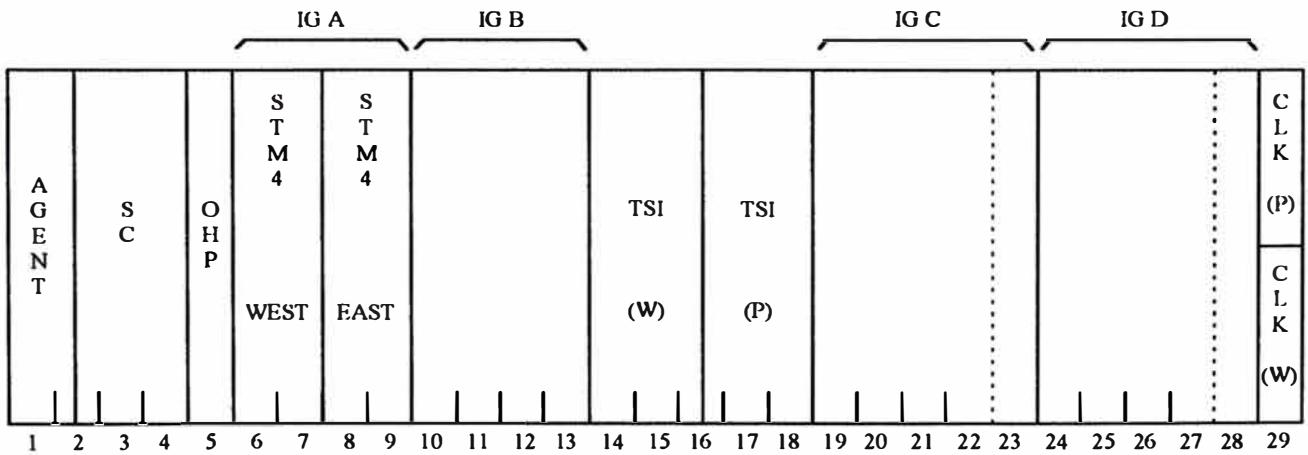
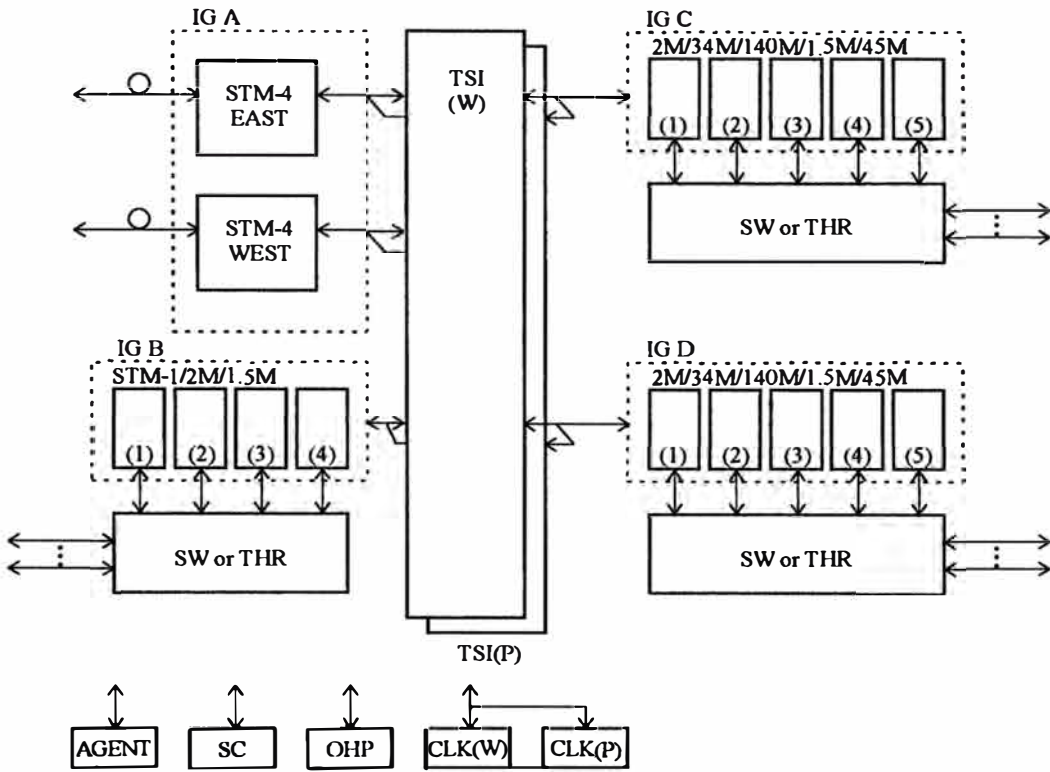
Modo 2F-UPSR STM-4:



NOTA: En los grupos IG B, IG C, y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-2**.

Fig. 3-14 Modo 2F-UPSR STM-4

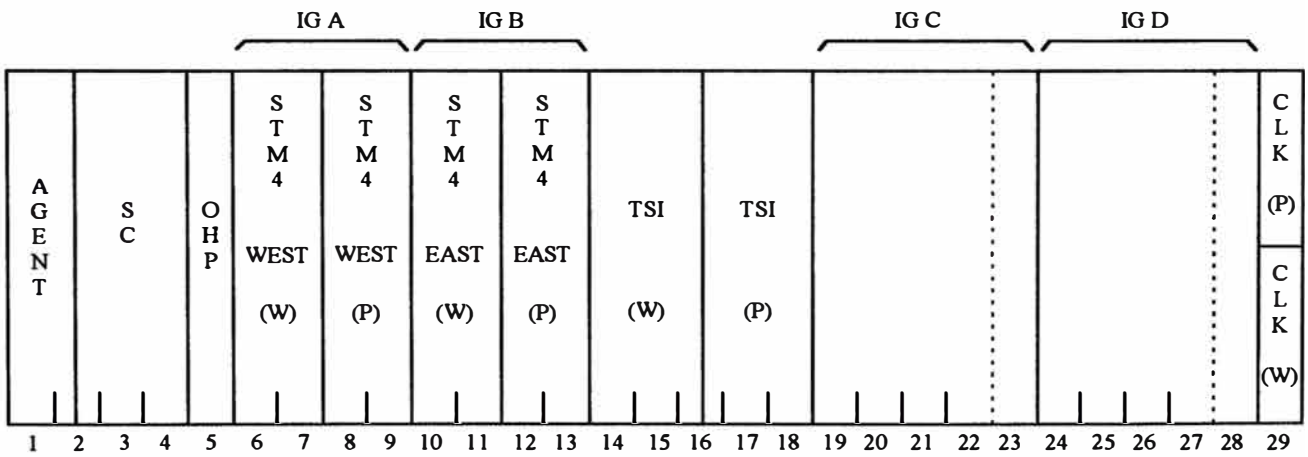
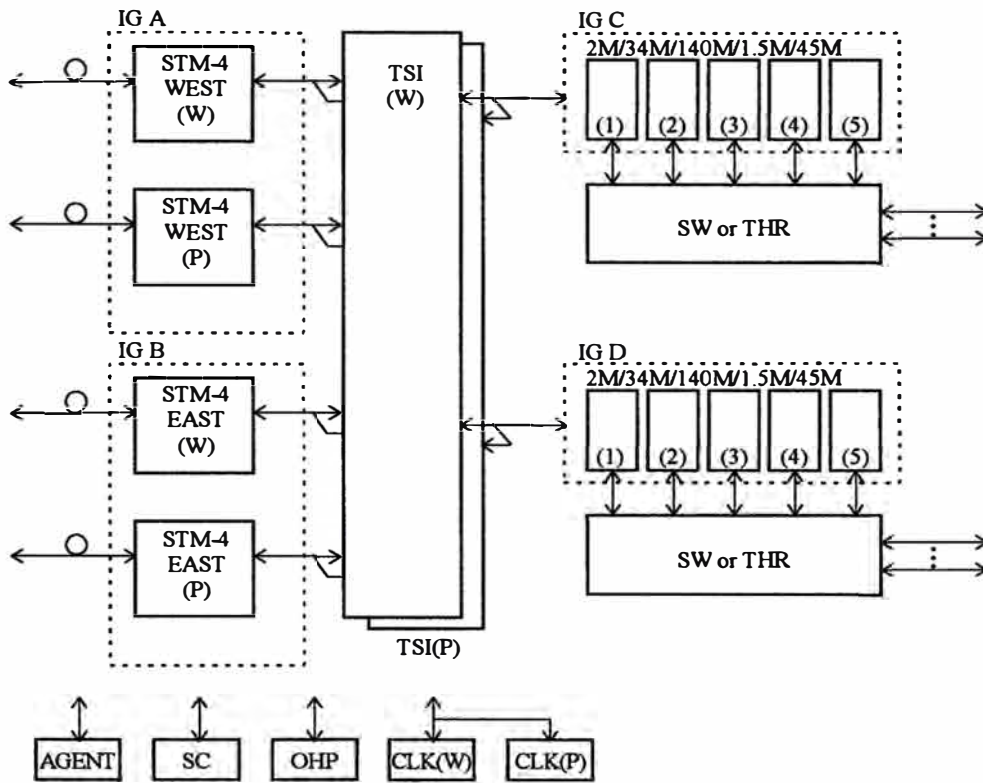
Modo 2F BLSR STM-4:



NOTA: En los grupos IG B, IG C, y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-2**.

Fig. 3-15 Modo 2F-BLSR STM-4

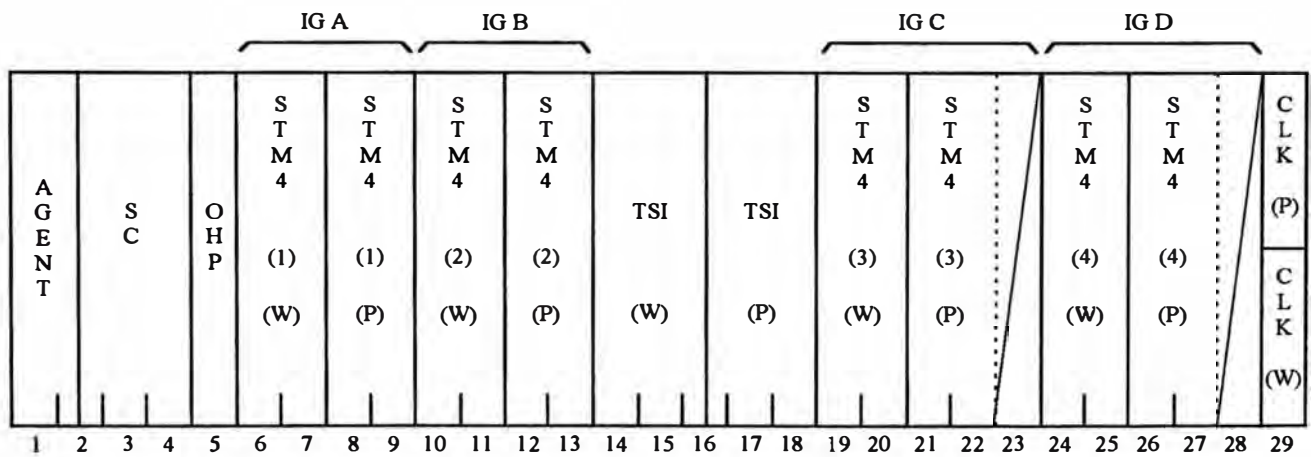
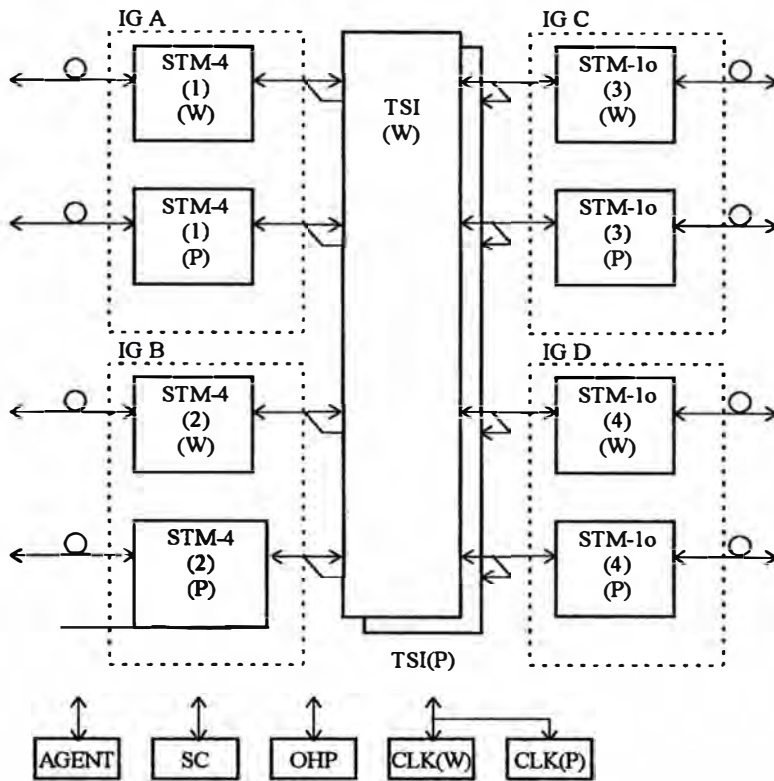
Modo 4F-BLSR STM-4:



NOTA: En los grupos IG C y IG D se pueden montar unidades de acuerdo a los modos de operación indicados en la **Tabla 3-2**.

Fig. 3-16 Modo 4F-BLSR STM-4

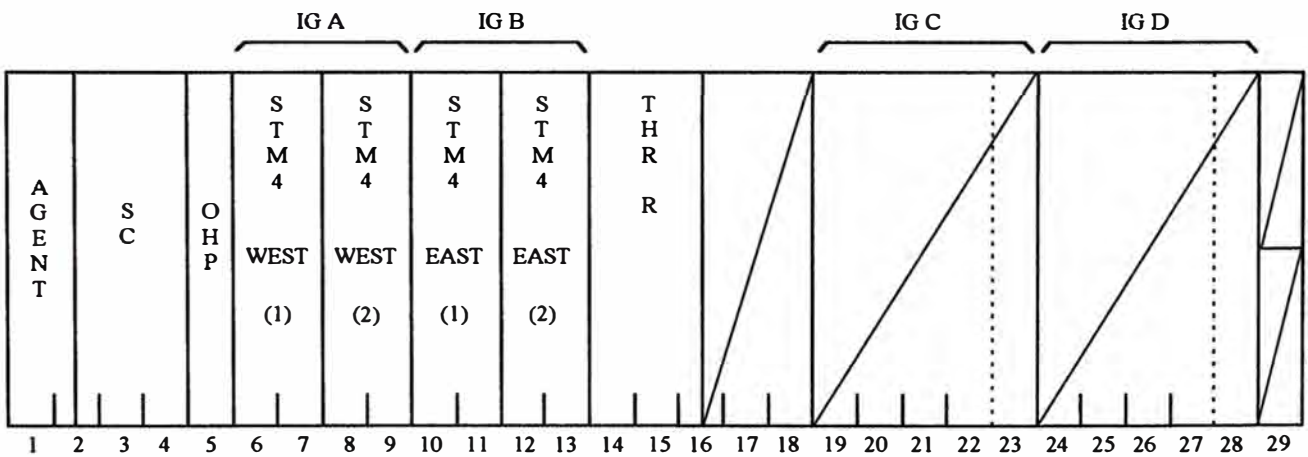
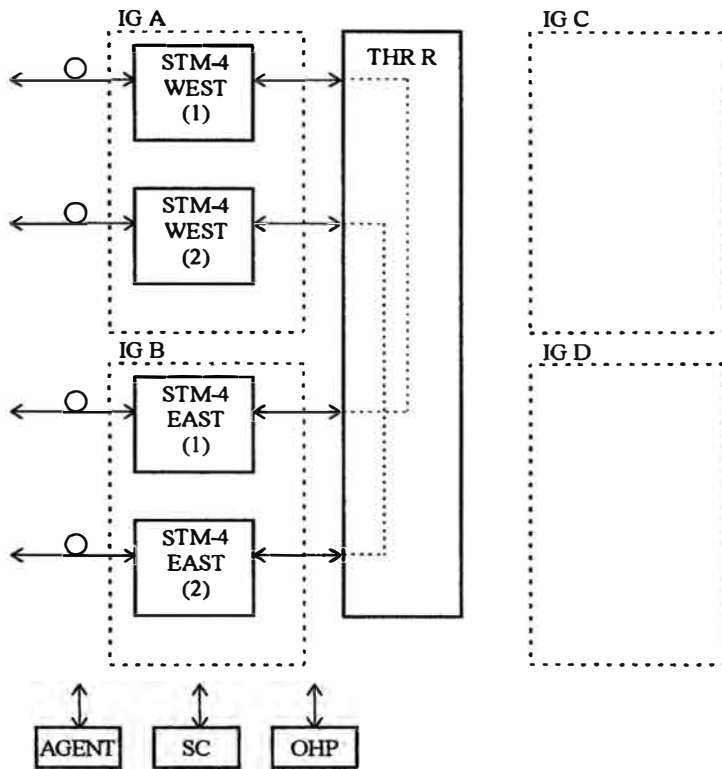
Modo LXC STM-4:



NOTA: Para el modo LXC STM-4 se instalan unidades STM-4 en los grupos IG A, IG B, IG C, y IG D en el modo lineal tal como se indica en la figura.

Fig. 3-17 Modo LXC STM-4

Modo Regenerador STM-4:



NOTAS:

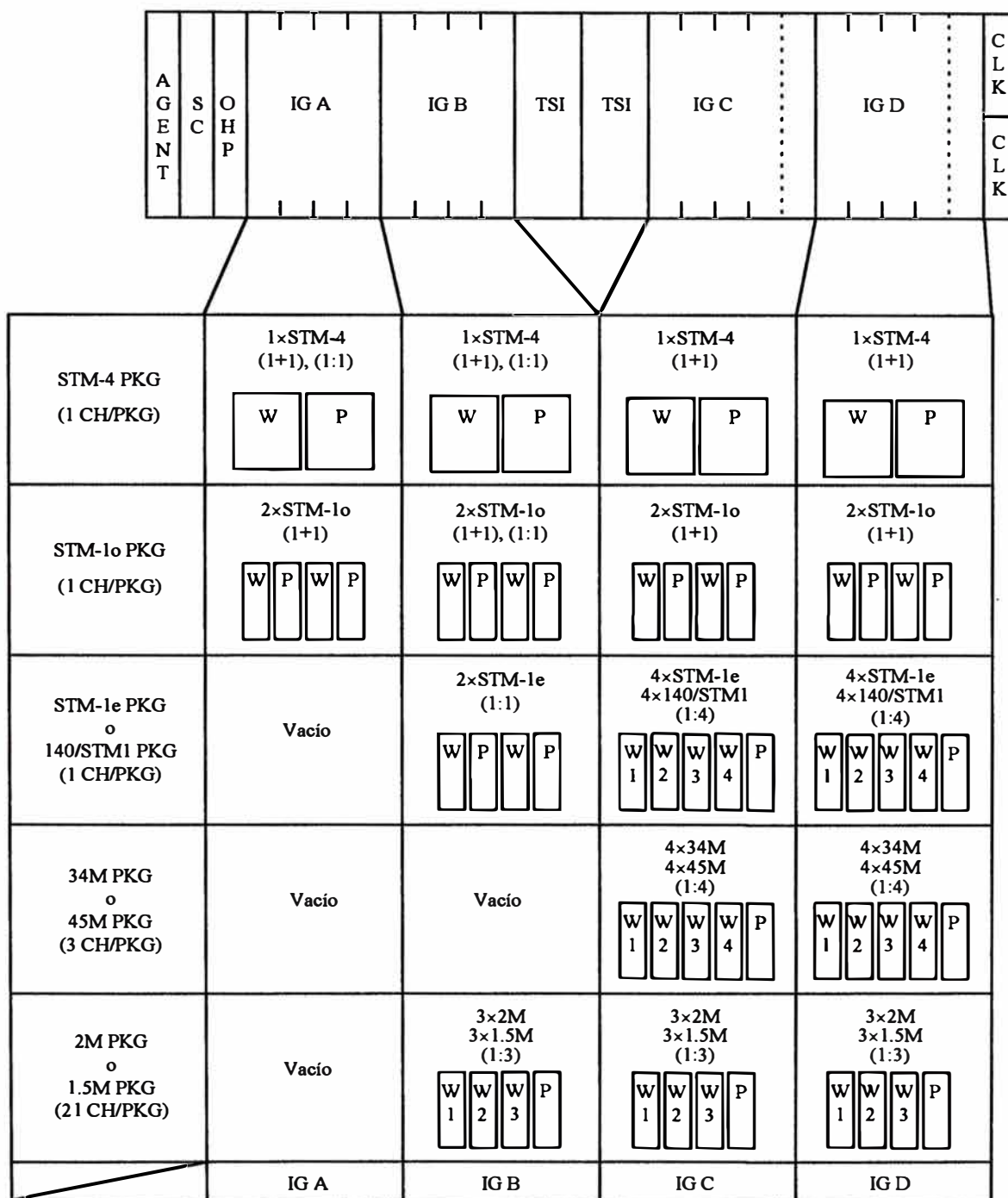
1. No se montan unidades en los grupos IG C y IG D.
2. La unidad THR R se monta en la posición TSI (1) tal como se indica en la figura.
3. No se requieren unidades CLK .

Fig. 3-18 Modo Regenerador STM-4

3.6 Configuraciones de montaje de unidades

A. Montaje de unidades en el Sub-bastidor Central

La Fig. 3-19 muestra las distintas combinaciones de montaje que se pueden realizar en el sub-bastidor Central. Para los modos de operación referirse a las Tablas 3-1 y 3-2.



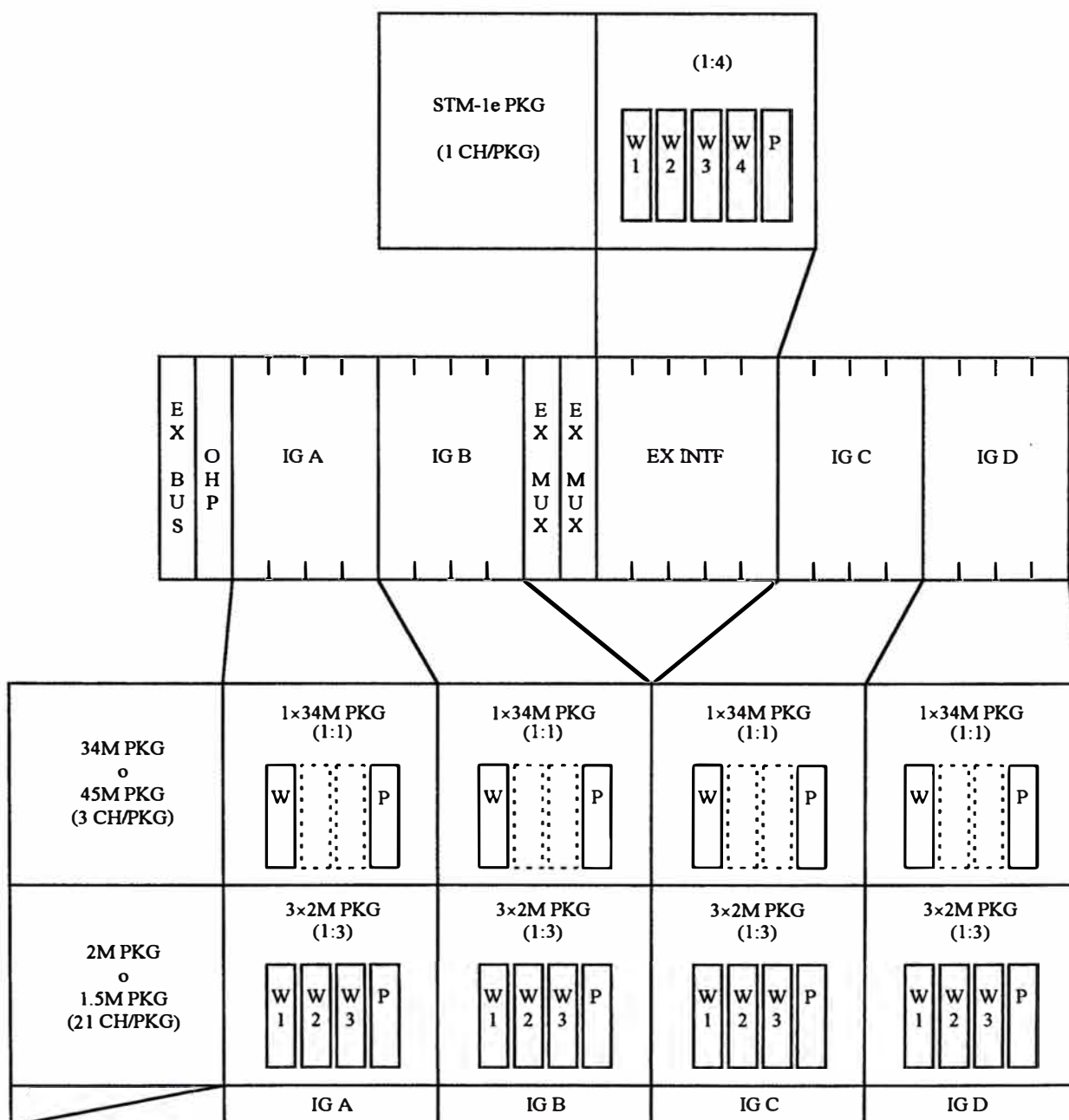
NOTAS:

1. El tipo de Sub-bastidor Central tiene que seleccionarse de acuerdo al tipo de interfaces a usarse.
2. En un mismo Grupo Interfaz (IG) no se pueden montar diferentes tipos de unidades.

Fig. 3-19 Configuración de montaje de unidades (Sub-bastidor Central)

B. Montaje de unidades en el Sub-bastidor de Extensión

La Fig. 3-20 muestra las distintas combinaciones de montaje que se pueden realizar en el sub-bastidor de Extensión. Para las interfaces de extensión, un "slot" corresponde a un IG.



NOTA: En el mismo Grupo Interfaz (IG) no se pueden montar diferentes tipos de unidades.

Fig. 3-20 Configuración de montaje de unidades (Sub-bastidor de Extensión)

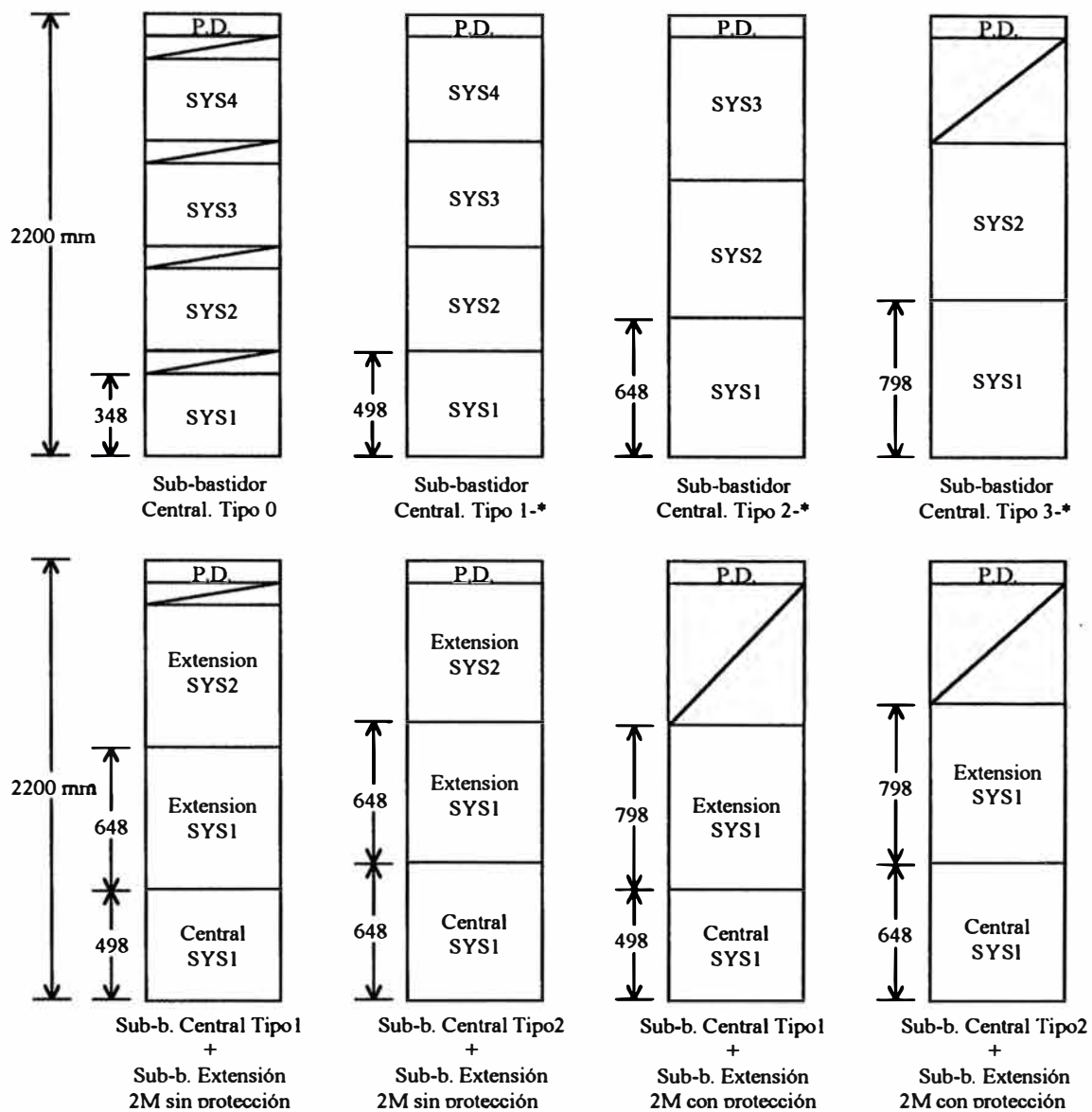
3.7 Montaje en el bastidor ETS

El SMS-600V tiene varios tipos de sub-bastidores cuyas alturas se adecuan al modo de operación del equipo y a las interfaces que puede recibir. El máximo número de sub-bastidores que pueden instalarse en un bastidor ETS (European Telecommunication Standards) depende de estas condiciones.

A continuación se presenta el máximo número de sistemas que pueden instalarse en el bastidor de acuerdo al tamaño del sub-bastidor y al modo de operación. Ambas condiciones deben tenerse en cuenta cuando se decide el arreglo del bastidor. Al tipo de bastidor específico para el SMS-600V se le denomina ETS-V.

A. Máximo número de sistemas de acuerdo al tamaño del sub-bastidor

Los diferentes tipos de sub-bastidores para el SMS-600V varían de acuerdo a la altura de la Sección de Terminales Tributarios. La Fig. 3-21 muestra ejemplos cuando el Sub-bastidor Central y el de Extensión se instalan en el bastidor ETS-V.



NOTA: Los ejemplos de la Fig. 3-21 muestran el máximo número de sistemas basados en el tamaño del sub-bastidor.

Fig. 3-21 Ejemplos de montaje en el bastidor ETS-V

B. Máximo número de sistemas de acuerdo al modo de operación

A continuación se indica el máximo número de sistemas que se pueden instalar en el bastidor ETS-V de acuerdo al modo de operación.

Tabla 3-3 Máximo número de sistemas

| Modo de operación | Máximo número de sistemas / Bastidor |
|----------------------------|---|
| STM-1 REG | 4 |
| STM-1 TRM/ADM/UPSR | 3 |
| STM-1 LXC (8 derivaciones) | 2 |
| STM-4 REG | 4 |
| STM-4 TRM/ADM/UPSR | 2 |
| STM-4 2F/4F BLSR | 2 |
| STM-4 LXC (4 derivaciones) | 1 |
| Sub-bastidor de Extensión | Un STM-4 TRM/ADM/BLSR + 1 Sub-bastidor de Extensión o sólo 2 Sub-bastidores de Extensión. |

CAPITULO IV COSTOS

El proyecto ICE 5873 "Red de Voz y Datos para la Ciudad de San José" es un proyecto cuya licitación data del año 1994 y que fué otorgado a Marubeni de Costa Rica (Representante legal de NEC Corporation en Costa Rica). Sin embargo, debido a reclamos legales presentados por una compañía competidora, la negociación final del proyecto recién se realizó a principios de 1996.

Cabe indicar que las leyes en Costa Rica permiten a las compañías perdedoras en una licitación del gobierno, demandar legalmente el otorgamiento del proyecto siempre que demuestre que se cometieron irregularidades durante el proceso de selección del ganador.

Como el proyecto incluía la oferta de financiación, Marubeni Corporation ofreció un préstamo en Yenes Japoneses, modalidad adoptada últimamente por las compañías japonesas debido a las grandes fluctuaciones del Yen frente al Dólar que en muchos casos representaba la pérdida del beneficio económico en un proyecto. Como referencia podemos indicar que el Yen llegó a su punto más alto frente al Dólar hace aproximadamente 3 años con una paridad cambiaria de 86 Yenes por dólar, lo cual afectó negativamente a los exportadores japoneses. En la actualidad el Dólar ha recuperado terreno encontrándose en el rango de 120 - 115 Yenes por Dólar aproximadamente.

En las siguientes tablas se indican los costos del proyecto, tenemos primero el "Resumen de Precios" en donde se indican los rubros de equipos, accesorios y herramientas, documentación, sistema de gestión, y materiales de instalación. También se indican los costos de

flete y seguros, desaduanaje y transporte interno, además de los costos de instalación y capacitación.

En la tabla "Lista de equipos" se indica al detalle la composición de los equipos por estación, así como las cantidades totales y sus precios. Dicha composición de equipos es consecuencia directa de la configuración del sistema, número de tributarios por estación, unidades de protección, etc.

Tal como se indica en la tabla 4-1 "Resumen de precios" el monto total del proyecto, hasta su puesta en servicio, es de 266 millones de Yenes, lo cual está alrededor de los US\$ 2,300,000. Cabe indicar que el proyecto no incluía la infraestructura de fibra óptica, ni los equipos de energía que están dentro de la responsabilidad del ICE.

Tabla 4-1 Resumen de precios - ICE 5873

| Ítem | Costo (Yenes Japoneses) |
|---|------------------------------------|
| EQUIPOS | |
| 1. Equipo Multiplexor | 115.244.780 |
| 2. Accesorios y Herramientas | 2.270.240 |
| 3. Documentación | 1.008.700 |
| 4. Sistema de Gestión de Red | 53.042.920 |
| 5. Materiales de instalación | 14.354.480 |
| | |
| Total FOB | 185.921.120 |
| Flete y seguro marítimo | 7.436.845 |
| Desaduanaje y transporte interno | 5.577.634 |
| | |
| Total CIP sitio de instalación | 198.935.598 |
| SERVICIOS | |
| 6. Instalación y puesta en servicio | 52.373.020 |
| 7. Capacitación en Costa Rica | 14.818.580 |
| | |
| Total Servicios | 67.191.600 |
| | |
| GRAN TOTAL | 266.127.198 |

F.O.B. Japan
(en miles de yenes)

Tabla 4-2 Lista de equipos
Proyecto ICE 5873

| ITEM | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | S. JOSE | S. PEDRO | NORTE | HEREDIA | ALAJUELA | S. ANTONIO | ESCAZU | OESTE | URUCA | BP | BCAC | BCR | BNCR | COMREPUESTO | TOTAL | |
|--------|-----------------------------------|--------------------|---------|----------|-------|---------|----------|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|-----------|
| | | | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. |
| 1 | EQUIPO MULTIPLEXOR | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | SMS-600V | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.1 | Sub-Bastidor | 587,4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 17 | 9.846,1 |
| 1.1.2 | SC (System Controller) | 891,0 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 19 | 13.129,8 |
| 1.1.3 | AGENT | 171,4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 19 | 3.255,8 |
| 1.1.4 | OHP | 54,9 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 19 | 1.042,7 |
| 1.1.5 | TSI | 662,5 | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 36 | 23.849,3 |
| 1.1.6 | CLK (ITU-T G.703-10) | 62,7 | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 36 | 2.257,9 |
| 1.1.7 | STM4 (L-4.1 FC/PC) | 1.001,6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | 2 | 16 | 16.025,0 |
| 1.1.8 | STM4 (L-4.2 FC/PC) | 1.943,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.9 | STM1 (L-1.1 FC/PC) | 611,7 | 4 | | 2 | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 22 | 13.456,5 |
| 1.1.10 | STM1 (L-1.2 FC/PC) | 1.138,2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.11 | Cordón FC/PC (Patch cord) | 11,2 | 16 | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 72 | 806,4 |
| 1.1.12 | Atenuador Optico | 21,0 | 8 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 38 | 798,0 |
| 1.1.13 | STM1E | 211,7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.14 | 140M/STM1E | 281,1 | 2 | | | | 2 | | | | | | | | | 2 | 6 | 1.686,7 |
| 1.1.15 | 140M SW | 36,4 | 2 | | | | 2 | | | | | | | | | 2 | 6 | 218,4 |
| 1.1.16 | 34M | 317,5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.17 | 34M SW | 42,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.18 | 2M (75 ohms) | 275,4 | 16 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 34 | 9.382,9 |
| 1.1.19 | 2M SW | 49,0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.20 | 2M THR | 19,6 | 32 | 6 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 66 | 1.293,6 |
| 1.2 | BASTIDOR ETSI V | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.1 | Bastidor (2.2 mt) | 235,2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 17 | 3.996,4 |
| 1.3 | BASTIDOR DE DISTRIBUCION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.1 | Bastidor tipo ICE | 43,1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 16 | 689,9 |
| 1.3.2 | Panel de distribución (coax.) | 68,2 | 85 | 16 | 16 | 6 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | 178 | 11.787,2 |
| 1.3.3 | Panel óptico M8011DB | 43,1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 13 | 560,6 |
| 1.3.4 | Adaptador óptico FC-PC (6 juegos) | 106,1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 13 | 1.379,6 |
| | Sub-total 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 115.244,8 |

F.O.B. Japan
(en miles de yenes)

**Tabla 4-2 Lista de equipos
Proyecto ICE 5873**

| ITEM | DESCRIPCION | PRECIO UNITARIO | S. JOSE | S. PEDRO | NORTE | HEREDIA | ALAJUELA | S. ANTONIO | ESCAZU | OESTE | URUCA | BP | BCAC | BCR | BNCR | COM/REPUJESTOS | TOTAL | | |
|----------|--|--------------------|---------|----------|-------|---------|----------|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------|
| | | | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | COSTO |
| 2 | ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | ACCESORIOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.1 | Auriculares (Head Set) | 14,3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 13 | 185,6 | |
| 2.1.2 | Cordón de prueba coaxial | 3,6 | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 14,6 | |
| 2.1.3 | Cordón de prueba óptico FC-PC, 2 mt. | 11,2 | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 44,8 | |
| 2.1.4 | Atenuador óptico fijo (15 dB) | 21,0 | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 42,0 | |
| 2.2 | HERRAMIENTAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 | Terminal de Control Local (LCT) | 831,6 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 | 1.663,2 |
| 2.2.2 | Cable de conexión para el LCT | 7,6 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 | 15,1 |
| 2.2.3 | Software para LCT (SMS-600V) | 152,5 | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 | 304,9 |
| | Sub-total 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.270,2 |
| 3 | DOCUMENTACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Documentación para los multiplexores | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1.1 | Manual del equipo y sistema (3 juegos) | 1.008,7 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1.008,7 |
| | Sub-total 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.008,7 |
| 4 | SISTEMA DE GESTION DE RED | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1 | Sistema de Gestión de Red | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.1.1 | Sistema de Gestión de Red INC-100 | 52.712,7 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 52.712,7 |
| 4.1.2 | Manual del INC-100 | 330,3 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 330,3 |
| | Sub-total 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 53.042,9 |
| 5 | MATERIALES DE INSTALACION | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

F.O.B. Japan
(en miles de yenes)

**Tabla 4-2 Lista de equipos
Proyecto ICE 5873**

| ITEM | DESCRIPCION | PRECIO | S. JOSE | S. PEDRO | NORTE | HEREDIA | ALAJUELA | S. ANTONIO | ESCAZU | OESTE | URUCA | BP | BCAC | BCR | BNCR | COM/REPUESTOS | TOTAL | |
|----------|--|----------|---------|----------|-------|---------|----------|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|------------------|
| | | | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. | CANT. |
| 5.1 | Materiales de instalación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1.1 | Materiales de instalación | 14.354,5 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 14.354,5 |
| | Sub-total 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | 14.354,5 |
| 6 | INSTALACION Y PRUEBA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | Instalación y prueba | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.1.1 | Instalación y prueba | 52.373,0 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 52.373,0 |
| | Sub-total 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | 52.373,0 |
| 7 | CAPACITACION EN COSTA RICA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | Capacitación en Costa Rica | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1.1 | Curso de O/M para SMS-600V (2 semanas, 20 personas) | 4.631,6 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 4.631,6 |
| 7.1.2 | Curso de O/M para INC-100 (4 semanas, 20 personas) | 10.167,0 | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 10.167,0 |
| | Sub-total 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | 14.818,6 |
| | TOTAL | | | | | | | | | | | | | | | | | 253.112,7 |

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

En lo que concierne a las conclusiones, me referiré primero al proyecto de la "Red Síncrona de Voz y Datos para la Ciudad de San José", y luego pasaré a comentar algunas de las observaciones que se pueden sacar en vista de los últimos acontecimientos y tendencias del mercado de las telecomunicaciones.

Red síncrona de voz y datos para la ciudad de San José

Con la implementación de este proyecto, actualmente en ejecución, el ICE se pone a la vanguardia en lo que concierne al campo de la transmisión en el medio metropolitano. El uso de la fibra óptica, la tecnología SDH y la configuración de anillo, no es sino la expresión más avanzada en redes de transmisión.

Aunque Costa Rica es un país de sólo 3 millones de habitantes, el grado de dedicación, profesionalismo e interés por los nuevos avances tecnológicos por parte de sus ingenieros e instituciones es realmente de admirar.

Sólo para resaltar aún más el caso Costarricense, en nuestro país recién se está a las puertas de contar con anillos síncronos metropolitanos, en Colombia se han empezado la instalación de estas redes, mientras que Brasil, Argentina, Mexico y Chile ya cuentan con redes síncronas en diversas configuraciones.

Por último, el costo del proyecto ICE 5873 de aproximadamente 2 millones 300 mil dólares, resulta bastante conveniente por cuanto se espera que las utilidades de la red permitan pagarlo en un período no mayor de 5 años, incluyendo los gastos de financiación.

Considerando los grandes aportes de la tecnología SDH, de la flexibilidad y de las poderosas herramientas que pone a nuestra disposición para el diseño de redes, así como de los cambios en el mercado de las telecomunicaciones podemos concluir los siguientes puntos:

Desaparición progresiva de las redes PDH

Con el advenimiento de la tecnología SDH para el transporte de señales de alta velocidad, los sistemas PDH que datan de los años 60s no tienen ya más futuro, esto lo demuestra la tendencia de las ventas que se ilustran en la Figura 5.1 (según datos del Yankee Group Europe), lo cual está corroborado por la información de ventas de los mismos fabricantes.

Tanto en los Estados Unidos como en Europa, las grandes redes de comunicación PDH están siendo reemplazadas por redes síncronas (Sonet y SDH respectivamente) y en definitiva ya no se instalan sistemas PDH de alta capacidad.

En el caso latinoamericano, todos los países que están renovando sus redes troncales, están implementando redes síncronas SDH, tanto a nivel de radio como de fibra óptica.

En el caso peruano tenemos que toda la red troncal de transmisión por microondas ha migrado a SDH en los últimos 3 años y es de esperar que en el próximo año la red troncal óptica también sea convertida a SDH.

Abaratamiento de los equipos de transmisión de alta velocidad

Como se indicó en el Capítulo 1, los multiplexores de inserción/extracción SDH permiten extraer señales tributarias de 2M, 34M, 140M directamente, sin necesidad de realizar todas las etapas de demultiplexión que sí son necesarias en el caso de los sistemas PDH, esto ha permitido un gran ahorro en equipos y por lo tanto en los costos.

Como referencia podemos ver el caso de un enlace punto a punto con una capacidad de transporte equivalente a 4 x STM-1 (252 x 2M), en la actualidad es posible obtener el equipo necesario a un costo de alrededor de los 100,000 dólares FOB. Esto nos da una idea de la forma como se ha abaratado el costo del "hardware", permitiendo la introducción de nuevas

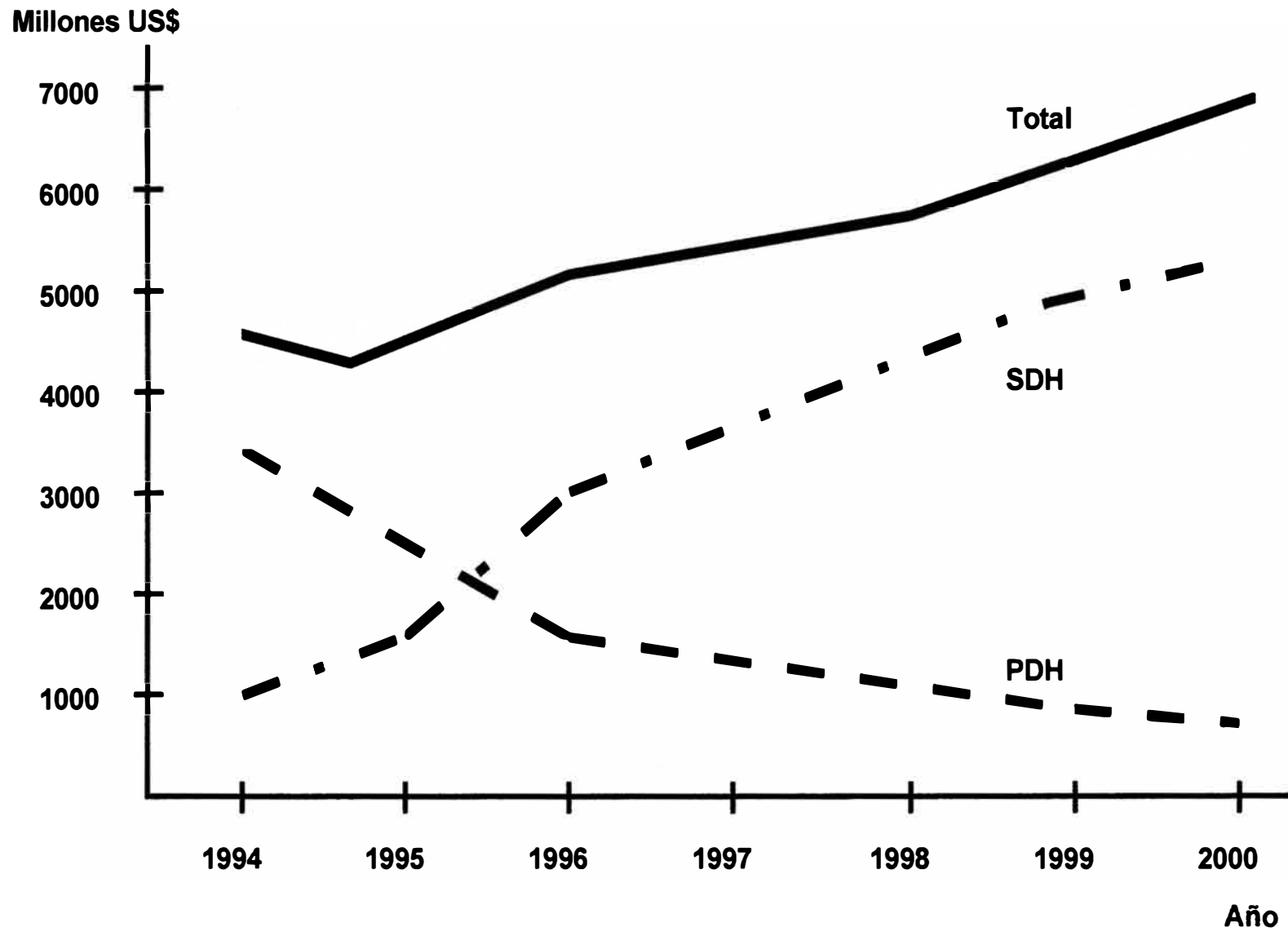


Fig. 5.1 Tendencia en la venta de equipos SDH-PDH

tecnologías y permitiendo que los operadores ofrezcan nuevos servicios a precios competitivos.

Debido a su gran flexibilidad y su bajo costo, los equipos SDH están siendo usados en todos los niveles de las redes de transmisión: redes de acceso local, redes urbanas, así como en las redes regionales e internacionales.

Uso cada vez más común de las redes de anillo

La alta confiabilidad que proporciona la configuración de anillo a las redes de transmisión le ha ganado bastante popularidad entre las compañías operadoras. Ya sea en las redes locales como en las redes de larga distancia la configuración de anillo se está convirtiendo en la opción más común cuando la geografía y la distribución de los usuarios lo permite.

La alta velocidad de respuesta ante una falla (menor de 50 msec.) hace que en la mayoría de los casos el usuario no se percate del incidente. Esta alta velocidad de respuesta se debe a que la red reacciona independientemente al sistema de supervisión el cual sólo se limita a reportar el evento.

Empleo de cada vez mayores anchos de banda en la transmisión óptica

El uso de las fibras ópticas y los nuevos equipos de alta velocidad están permitiendo el transporte de cada vez mayores volúmenes de información. Esto se hace necesario con el advenimiento de los servicios de banda ancha o "multimedia", el caso más ilustrativo es el creciente mercado de la Internet.

Hoy en día, además de las velocidades síncronas STM-1, STM-4 y STM-16 (2.5 Gbit/s), se cuenta con equipos para el transporte de 10 Gbit/s en los mercados de Europa, los Estados Unidos y Japón.

Los estándares internacionales de SDH tienen previsto las velocidades de transporte STM-32 y STM-64.

Generalización del uso de fibra óptica en las redes de acceso

Es claro que la infraestructura de las redes de acceso tendrá que ser gradualmente mejorada para poder soportar el tráfico de banda ancha. En

muchos países ya se han instalado y se siguen instalando redes de acceso basadas en fibra óptica (Japón, Alemania), mientras que otros, como el caso de los Estados Unidos, se está tratando de aprovechar la infraestructura de cable coaxial instalada para proveer otros servicios además de la televisión por cable que fue el motivo para la instalación de las redes de cable coaxial.

Ya existen en el mercado las fibras ópticas de plástico para tramos de alrededor de 100 mts., que permiten el transporte de más de 100 Mbit/s, a un costo comparativo al de los cables de cobre. Además, se espera que con los nuevos diseños se logren tramos más largos y mayores capacidades de transporte.

En la actualidad, lo que está en estudio y discusión es la interfaz a nivel de usuario que será la norma para la provisión de los nuevos servicios.

BIBLIOGRAFIA

1. "Transmission Networking: SONET and the Synchronous Digital Hierarchy", Mike Sexton - Andy Reid
2. "High Speed Networks", M. Boisseau, M. Demange, J-M. Munier
3. "Future Trends in Telecommunications", R.J. Horrocks, R.W.A. Scarr
4. "SDH Network Design", T. Hayashi
5. "SONET Add-Drop Multiplex Equipment Generic Criteria, Bellcore Technical Reference, TR-TSY-000496
6. "SONET Bidirectional Line-Switched Ring Equipment Generic Criteria", Bellcore, Technical Reference, GR-1230-CORE
7. ITU-T Recommendation G.841 "Types and Characteristics of SDH Network Protection Architectures"

ANEXO A

CONFIGURACIONES DE ANILLOS AUTORREGENERATIVOS

A.1 Definición

Un anillo autorregenerativo es un conjunto de nodos que forman un bucle cerrado (anillo), donde cada nodo es conectado a los nodos adyacentes a través de medios de comunicación de dos direcciones.

El anillo autorregenerativo proporciona ancho de banda o equipo redundante redundante con la finalidad de restablecer automáticamente el servicio en caso de cualquier interrupción del mismo.

Los anillos autorregenerativos pueden dividirse en dos categorías generales: Unidireccionales y Bidireccionales de acuerdo a la dirección de flujo del tráfico bajo condiciones normales.

A.2 Anillo autorregenerativo unidireccional

En un anillo autorregenerativo unidireccional el tráfico es transportado en el anillo en sólo una dirección (por ejemplo, en dirección horaria). Por lo tanto, un tributario entrante viajando en una dirección tiene su tributario de retorno viajando en la misma dirección, tal como se indica en la figura A-1

El tráfico de trabajo desde un nodo A hacia otro nodo B se enruta a través del anillo de trabajo de A a B. El tráfico de retorno continua en el anillo de B hacia A en la misma dirección que A hacia B, usando la otra porción de la red en anillo. Entonces, el tráfico llega a los nodos A y B por diferentes rutas.

Como la transmisión del tráfico de trabajo es sólo en una dirección, la capacidad del anillo se determina por la suma de la demanda de tráfico entre nodos. A este tipo de configuración a veces se le denomina de "anillos contra-rotantes" porque el segundo anillo de comunicación (sólo para

protección) transmite el tráfico en la dirección opuesta al primero. También se le conoce como anillo autorregenerativo unidireccional 1+1.

En el caso del SMS-600V, esta configuración de anillo se utiliza para la protección de trayecto, esto significa que en el caso de una interrupción en la fibra, la conmutación de protección se realiza para cada trayecto en forma individual mediante un proceso conocido como "Path Protection Switching" (PPS).

En el nodo de recepción (por ejemplo el nodo A), dos señales una en cada dirección están disponibles para su selección. Si ocurre un corte en el anillo (entre los nodos A y B), el nodo de recepción A conmuta al trayecto de protección para la restauración del trayecto. La recepción del nodo B no es afectada por el corte, por lo tanto la conmutación del trayecto no es necesaria en el nodo B.

Es importante notar que la conmutación del trayecto es también "unidireccional" en el sentido de la conmutación de protección. Es decir, cuando la recepción de un nodo conmuta, éste no instruye a su lado de transmisión a conmutar el envío del trayecto. Para cada trayecto afectado se requiere la identificación y selección del trayecto válido (de protección) para la restauración del trayecto. La información de control de conmutación se transporta dentro de la señal del trayecto (path Alarm Indication Signal (AIS)).

También tenemos que tener en cuenta que, a diferencia de otras configuraciones de anillo que mantienen sus características de anillo después de una falla, esta configuración de anillo deja de funcionar tal si ocurre una ruptura en el anillo. Esto significa que no se mantiene la configuración de anillo (no hay "loopbacks") después de una ruptura en el anillo o la pérdida de un nodo. Luego de la falla el enrutamiento se vuelve bidireccional. Sin embargo, la comunicación entre los nodos se mantiene a pesar de la falla.

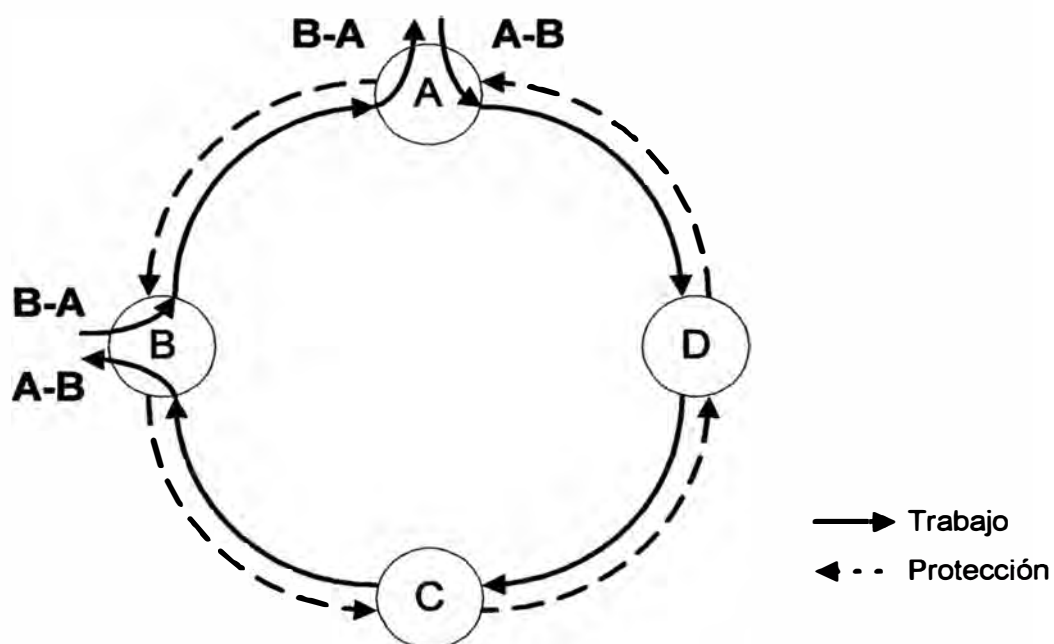


Fig. A-1 Anillo autorregenerativo unidireccional

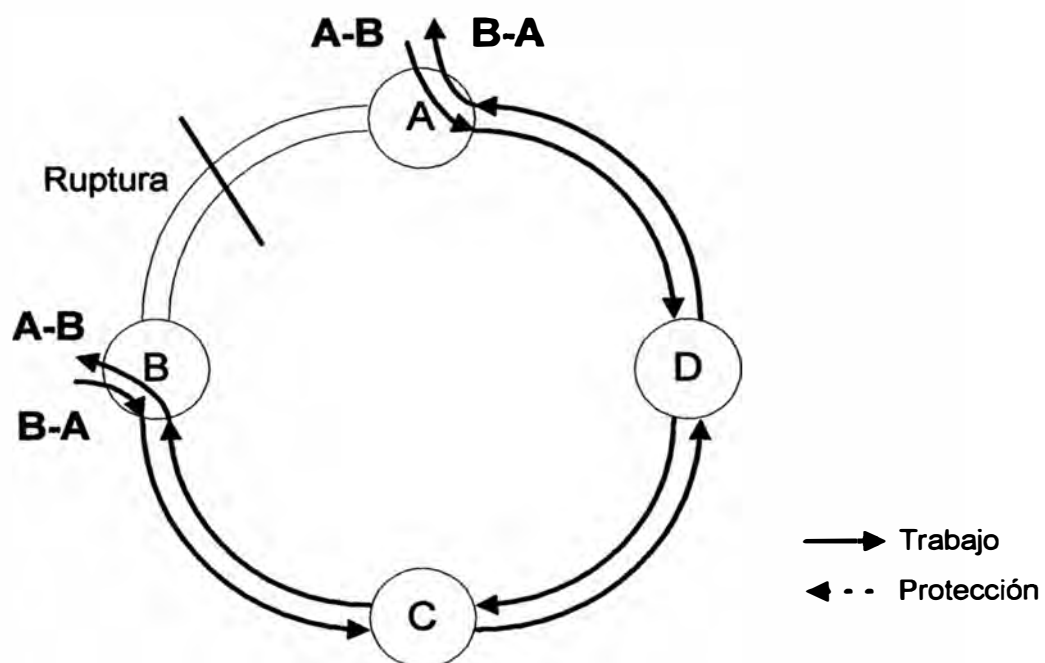


Fig. A-2 Restauración de trayecto

A.3 Anillo autorregenerativo bidireccional

En un anillo autorregenerativo bidireccional el tributario entrante viajando en una dirección tiene su tributario de retorno viajando en la dirección opuesta (vea la figura A-3). El tráfico de trabajo viaja en las dos direcciones de una misma ruta con dos trayectos de comunicación en paralelo entre dos nodos del sistema (por ejemplo, entre A y B), de aquí el nombre de anillo "Bidireccional".

Debido a que el tráfico de trabajo (las dos direcciones) viaja a través de una misma ruta entre nodos, la capacidad de transporte del resto del anillo puede ser distribuida en base a cada tramo, es decir, a la demanda por tramo, y no dedicada a la demanda total del anillo, como es el caso de los anillos unidireccionales.

En los anillos bidireccionales, el tráfico se envía normalmente a través del tramo más corto para obtener el máximo beneficio de la capacidad de ancho de banda compartido. Sin embargo, el tráfico podría ser "enrutado" a través del trayecto más largo si es necesario. Como se indica en las figuras A-3 y A-4, un anillo autorregenerativo bidireccional puede usar dos o cuatro fibras dependiendo de la capacidad de transporte deseada.

En un anillo bidireccional de 4 fibras (configuración 1:1), los canales de trabajo y protección emplean diferentes fibras. La configuración 1:1 esencialmente evolucionó de los sistemas de protección punto a punto y pueden proporcionar protección de línea de manera similar.

En un anillo bidireccional de 2 fibras, los canales de trabajo y protección emplean las mismas dos fibras en paralelo (se reserva la mitad del ancho de banda para protección). Este tipo de arquitectura o configuración de red puede proporcionar protección de línea por medio de la función TSI (Time Slot Interchange) de manera de juntar en una misma señal los canales de trabajo y protección.

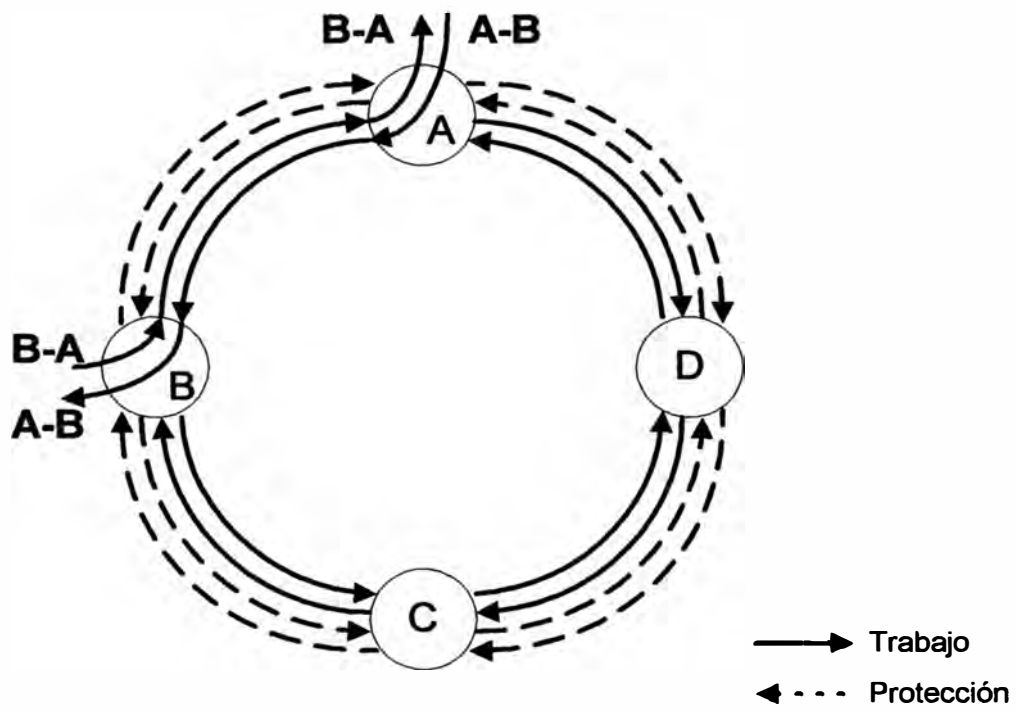


Fig. A-3 Anillo autorregenerativo bidireccional de 4 fibras

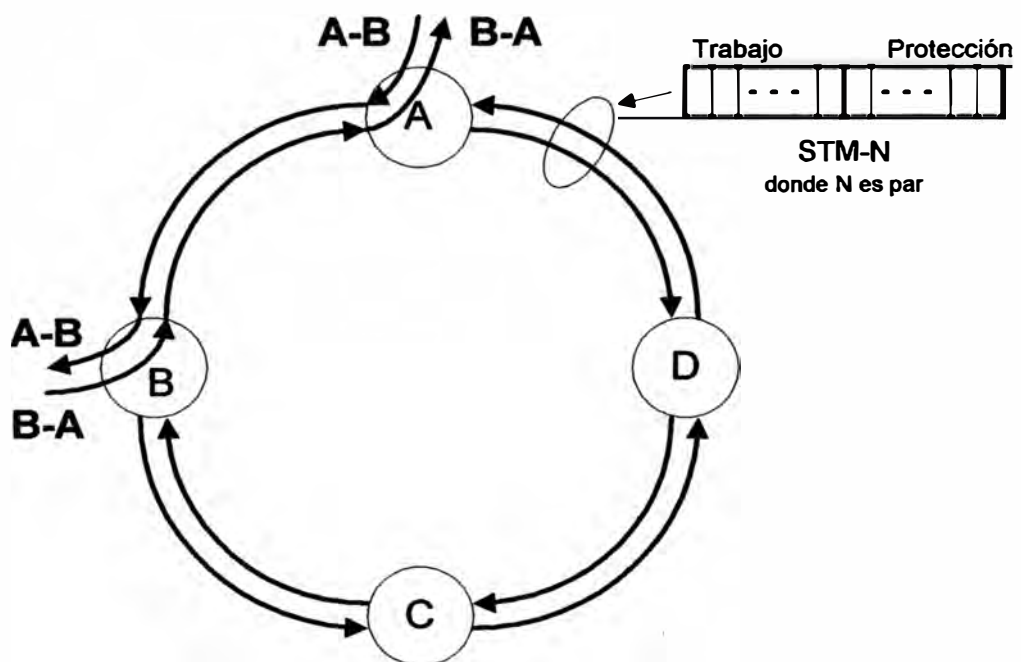


Fig. A-4 Anillo autorregenerativo bidireccional de 2 fibras

En el caso de un eventual corte en las fibras entre A y B, el sistema reacciona generando bucles de línea en las salidas entre A y B, de modo de redireccionar el tráfico a través de las fibras de protección y hacer llegar el tráfico a su destino original a través de un nuevo trayecto, tal como se indica en la figura A-5.

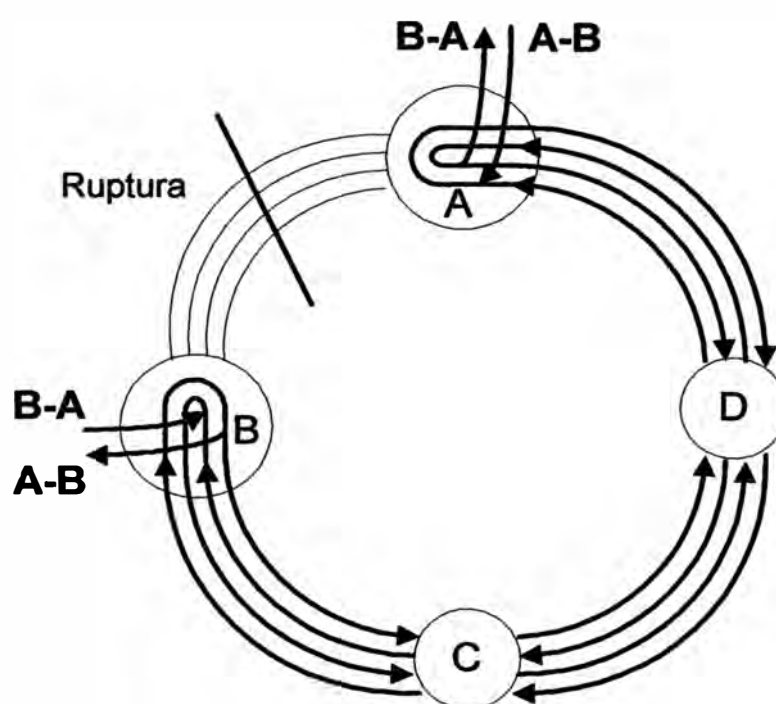


Fig. A-5 Regeneración del anillo bidireccional de 4 fibras

ANEXO B SISTEMA DE GESTION DE RED INC-100

B.1 Generalidades

La corporación se complace en presentar su mas reciente y avanzado Sistema de Gestión de Red INC-100 (Controlador de Red Integrado) para cumplir con los requerimientos del ICE para la Gestión de los Elementos de Red (ER) SDH de la presente propuesta.

Más de 90 años de desarrollo e innovación de equipo de redes de telecomunicaciones es la base para nuestra solución presentada al ICE. A continuación se describen los beneficios que el ICE obtendrá al implementar el sistema propuesto INC-100.

B.2 Objetivos y necesidades del ICE

Los objetivos y necesidades del ICE para la implementación del Sistema de Gestión de Red son los siguientes :

- Sistema de Gestión Centralizado
- Plataforma TMN especificado por ITU-T
- Alto rendimiento para la gestión de fallas, desempeño, seguridad y de configuración
- Alta confiabilidad
- Flexibilidad y capacidad de crecimiento

B.3 Propuesta

NEC propone el Sistema de Gestión de Red INC-100 que cumple con los objetivos y necesidades del ICE listadas anteriormente y que además proveen de :

- Una arquitectura altamente confiable y económica haciendo énfasis en la capacidad de expansión al emerger nuevas necesidades.
- Interfaz amigable con el usuario.
- Integración de Gestión de Elementos (EM) y Gestión de Red (NM) bajo una misma arquitectura.
- Configuración cliente-servidor.
- OAM&P del equipo SMS-600V sea en configuraciones tipo terminal, inserción-extracción configurados como sistemas lineales o en anillo para 2 ó 4 fibras.

B.4 Topología del sistema

La topología del sistema propuesto se muestra en el Capítulo 2. Cada uno de los elementos de red es equipado con una tarjeta Agent (Agente) para proveer las funciones de comunicación entre cada ER, esta comunicación en cada anillo se realiza mediante el empleo de los bytes D1 a D3 de la trama SDH.

B.5 Descripción del sistema de gestión de red INC-100

El sistema INC-100 fue diseñado bajo el concepto TMN especificado por ITU-T para soportar las capas de la arquitectura funcional propuesta en la recomendación M.3010: EM (Gestión de Elemento de Red) y NM (Gestión de Red). El sistema INC-100 realizará la gestión de los elementos de red (Network Element) de la presente propuesta. Referirse a la Fig. B.1.

B.6 Arquitectura

La arquitectura del INC-100 está basada en un computador tipo servidor y múltiples computadores de estaciones de trabajo.

El servidor realiza las funciones de servidor de MIB (Base de Información de Gestión) y de interfaz de Protocolo Local (LPIF -Local Protocol Interface) para soportar la interfaz hacia los elementos de red.

Las estaciones de trabajo proveen de programas de aplicación (AP) tales como Gestión de Fallas, Gestión de Desempeño, Gestión de Configuración, etc. y de la interfaz gráfica con el usuario.

Arquitectura Funcional

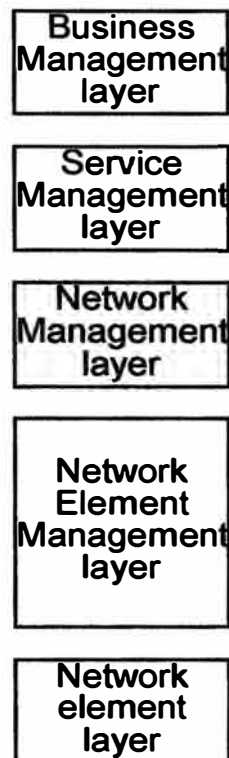


Fig. B.1 Telecommunication Management Network (TMN)

Hardware

La plataforma de hardware empleada es tal como se indica en el Capítulo 2. En caso de ser necesario, el servidor puede ser configurado por duplicado es decir en configuración redundante, de tal modo que en caso de falla del servidor de trabajo, el sistema automáticamente conmuta al servidor de protección. Los servidores pueden estar localizados en diferentes lugares, conectados entre si mediante puentes remotos, DCN (canal de comunicación). Similarmente, el acceso INC-100-GNE (interfaz entre el sistema de gestión y los elementos de red) también puede ser configurado con redundancia. Nuestra oferta, sólo incluye un servidor sin redundancia.

Con el sistema propuesto es posible tener hasta 8 estaciones de trabajo remotas en diferentes sitios. El dominio de gestión es configurado de acuerdo al usuario y las funciones de gestión pueden ser instaladas y activadas independientemente por cada estación de trabajo.

Es recomendable el empleo de canales de 2 Mbps para la conexión hacia los puentes (bridge), estaciones de trabajo y accesos a GNE.

Software

NEC concede los siguientes derechos en cuanto al software del Sistema INC-100 y a la documentación empleada y sus componentes:

- a) Derechos de uso
- b) Derechos para reproducir el software del NMS sólo para propósitos de respaldo.

La Plataforma de software del Sistema INC-100 consiste de:

Sistema Operativo

Gestión de Base de Datos: Unify; Servidor

NRM Kernel (1); Servidor

GNShell (1) (Interview base); WS

Software de Aplicación:

(1) Funciones fuera de Línea

- Gestión de Configuración
- Gestión de seguridad

(2) Funciones en Línea

- Gestión de Fallas
- Gestión de Desempeño
- Gestión de Trayecto
- Gestión de Protección
- Gestión de Red
- Gestión de Mantenimiento

B.7 Protocolo

NEC propone una interfaz Q3 propietaria en el nivel EMS-NE llamada Interfaz QN3. La actual interfaz radica en que los estándares internacionales no están completamente definidos para lograr un ambiente multivendedor al nivel de ER. Las recomendaciones necesarias deben ser G.774, G.774-01_05 para la definición del modelo de información NE-SDH y el soporte de los estándares ITU-T M.3100, X.721 y Q.821; Referirse a la figura QN3.

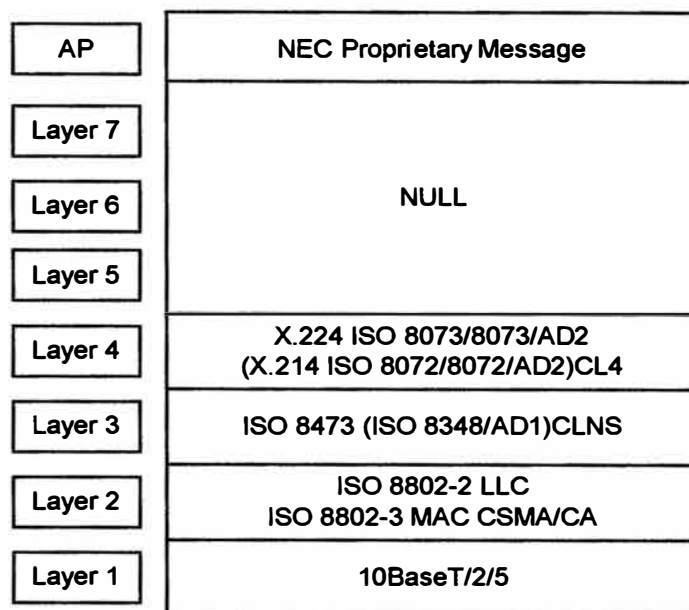


Fig. B.2 Capas del protocolo QN3

B.8 Beneficios de la interfaz Q3 a nivel NMS-EMS (Sistema Operativo de Mayor Jerarquía)

El ICE obtendrá la más avanzada definición de los modelos de información con la adopción de la interfaz Q3 a nivel EMS-NMS:

- Basados en ITU-T G.803 y G.tna.
- Estándares ETSI: ITU-T SG15 ha acordado que ETS 300 653 sea la base para G.855.01 en cuanto a librería de clases para la red de transporte.

B.9 Evolución del Sistema INC-100 propuesto

El ICE tendrá la posibilidad de integrar el Sistema INC-100 hacia un NMS de cualquier vendedor. De igual manera el ICE tendrá la posibilidad de emplear el sistema INC-100 como NMS o sub-NMS central para administrar redes de otros vendedores tal como se ilustra en la siguiente figura:

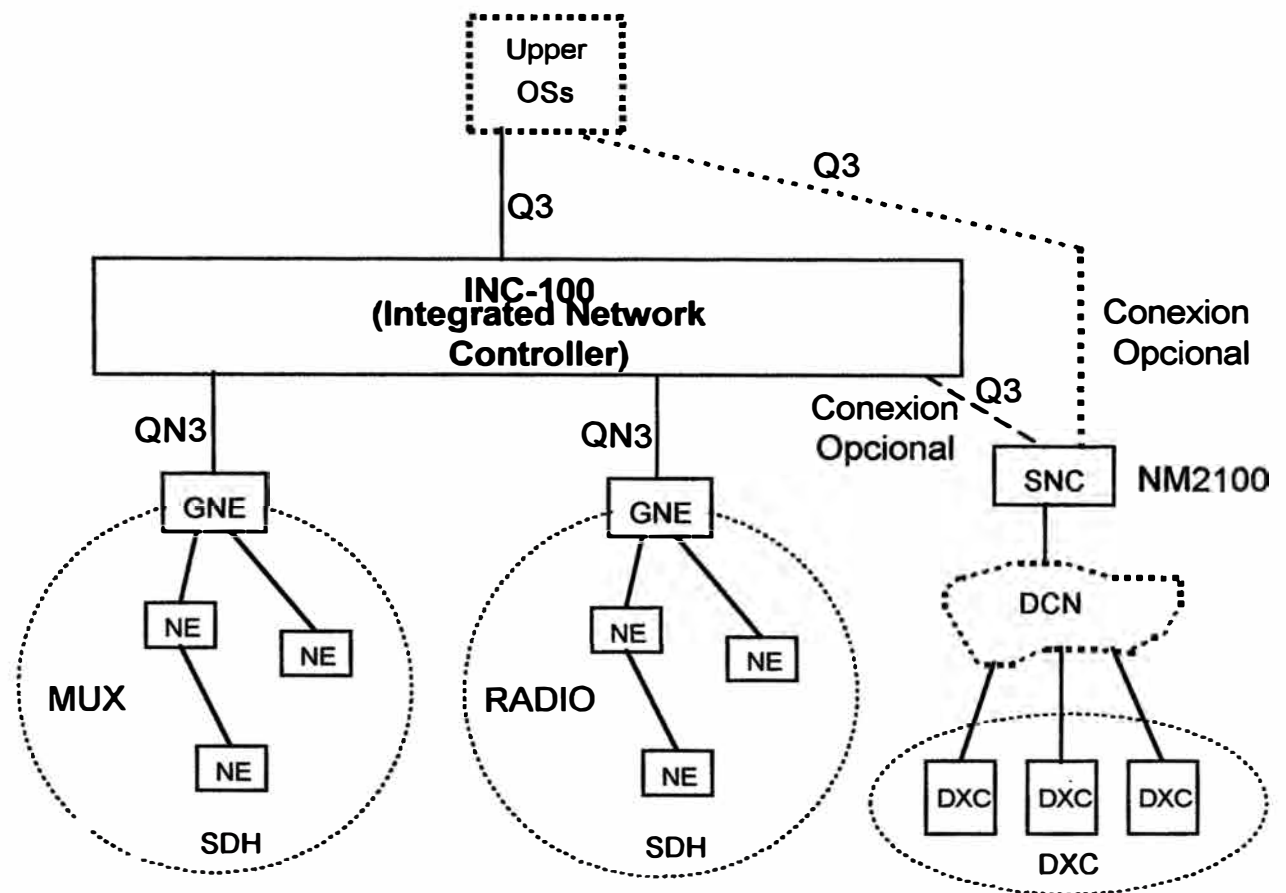


Fig. B.3 Migración hacia un NMS

B.10 Funcionalidades

A continuación se listan algunas de las funciones básicas provistas por el Sistema de Gestión INC-100:

Gestión de Configuración

- Añadir, eliminar y/o modificar elementos de red del Sistema
- Inicialización del equipo
- Configuración de los elementos de red
- Configuración de tarjetas
- Creación de trayectorias (conexiones cruzadas)
- Programación del nivel de conexión cruzada
- Despliegado de la configuración actual del sistema/tarjetas

- Selección de la fuentes de sincronía y asignación de prioridades
- Programación de protección de línea y trayecto
- Información de los trayectos actuales
- Activar y desactivar trayectos

Gestión de Fallas

- Despliegado de las alarmas activas en el sistema.
- Análisis de las fallas y mensajes de error de cada alarma presente para una identificación acertada sobre el origen del problema
- Filtrado de las alarmas en el sistema
- Indicación de alarmas nuevas, reconocidas, no-reconocidas y alarmas normalizadas
- Despliegue e impresión del registro histórico de eventos
- Despliegue de alarmas por objeto (ER, tarjeta, tributario, etc.) y categoría (reconocida, no-reconocida, activa, normalizada, etc.)

Gestión de Mantenimiento

- Funciones de conmutación (tarjetas, trayectos, etc.)
- Inhibir / Habilitar el apagado del diodo láser (ALS)
- Bloque de las funciones de conmutación

Gestión de Desempeño

- Detección de alarmas (AIS)
- Parámetros de error de desempeño:
 - BER
 - ES
 - SES
 - BES
 - Conteo de violación BIP-8
 - Conteo de violaciones BIP-24
- Parámetros de desempeño SDH
 - CV
 - FEBE

FERF

LOF

LOP

LOS

BER Excesivo

DS

Gestión de Seguridad

- Crear/dar de baja usuarios
- Crear/modificar contraseñas de acceso al sistema
- Especificar dominios y funciones autorizadas a los usuarios
- Protección de la base de datos del sistema mediante seguros

Gestión del Sistema

- Inicializar / Terminar sesión del sistema (Servidor y Estaciones de trabajo)
- Respaldo de los datos de configuración del sistema en medios externos
- Restauración de los datos de configuración del sistema desde medios externos
- Extracción del registro histórico de eventos hacia archivos internos o medios externos para su postproceso (estadísticas, análisis, etc.)
- Limpiar el registro histórico de eventos
- Análisis del estado de conectividad del sistema (Servidor, estaciones de trabajo, ER)

B.11 Interfaz Hombre-Máquina

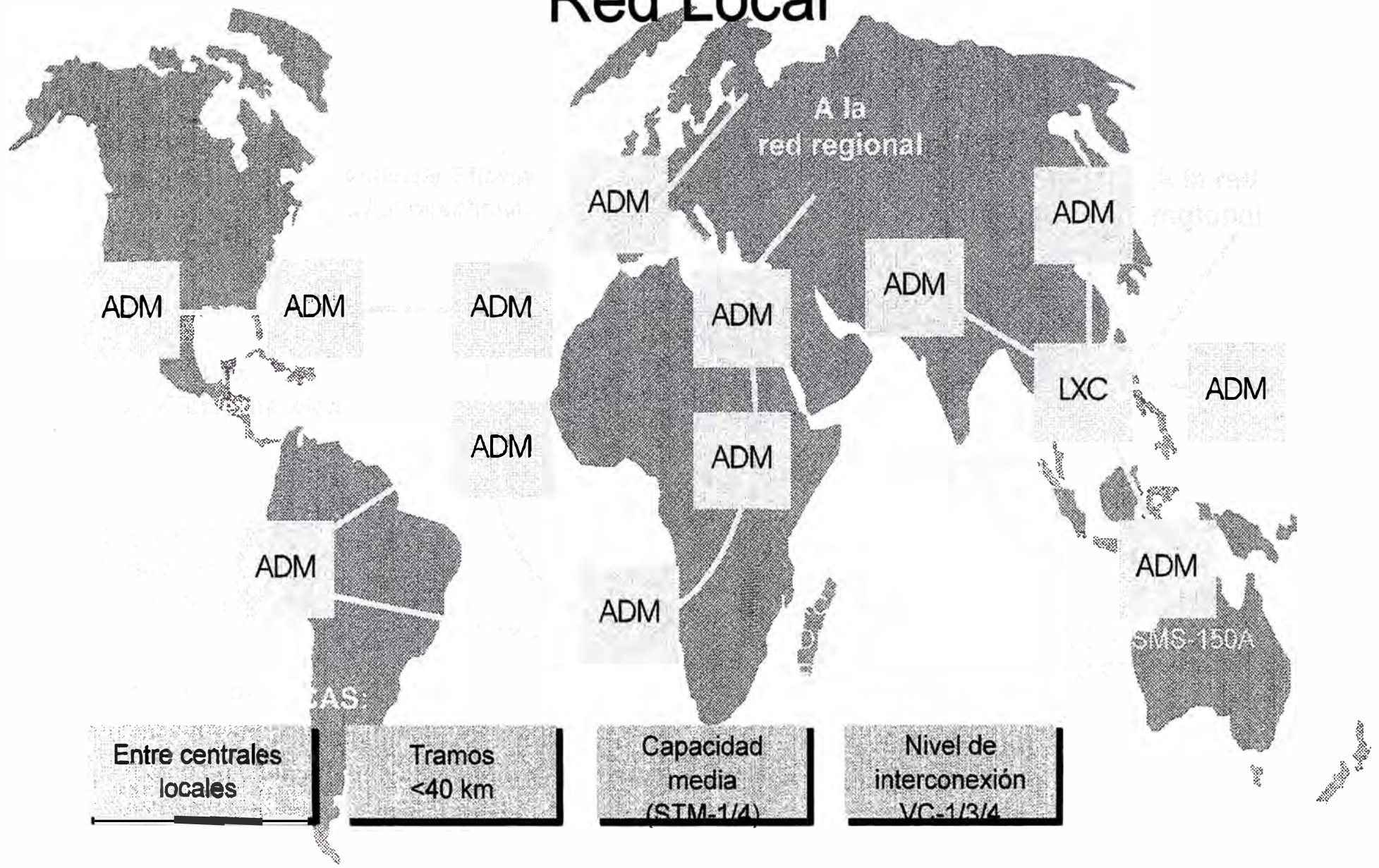
El sistema propuesto provee una interfaz hombre-máquina amigable al operador mediante menús desplegados, ayuda en línea, multiventanas, indicaciones gráficas y en forma de texto, indicaciones topológicas geográficas de la ubicación y estado de los elementos de red entre otros parámetros.

ANEXO C

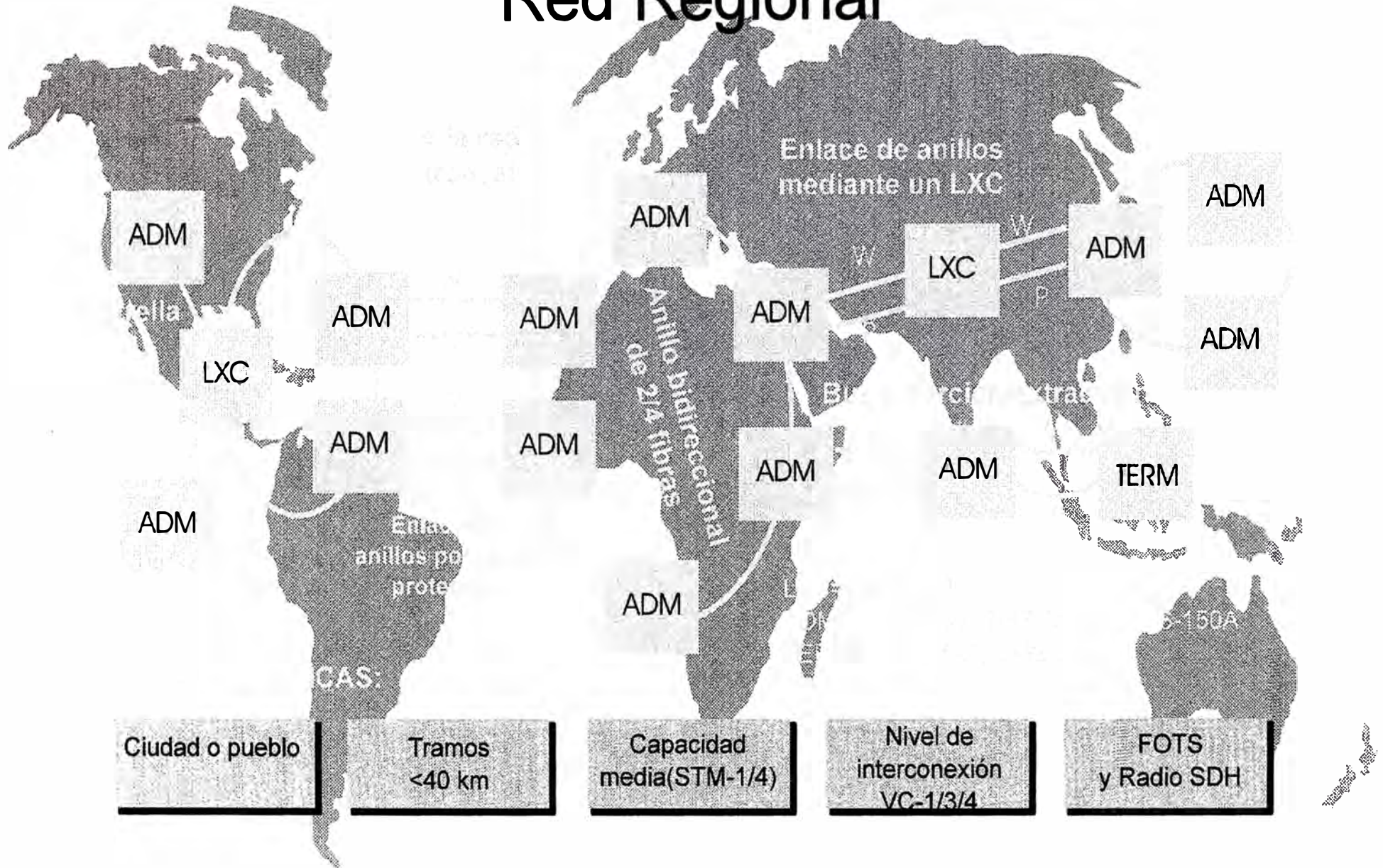
TOPOLOGIAS DE RED DISPONIBLES CON EL SMS-600V

A continuación se indican las diferentes topologías de red que se pueden configurar con el SMS-600V para las aplicaciones de redes locales, regionales y troncales.

Red Local



Red Regional



Red Troncal

