

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA – APLICACIONES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**  
**OSCAR JAIME GÓMEZ GARAY**

PROMOCIÓN  
1989-1  
**LIMA-PERÚ**  
**2002**

***Agradecimiento sincero a mis padres  
que realmente siempre estuvieron  
pendientes de esta realización***

## **JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA – APLICACIONES**

## SUMARIO

El presente trabajo intenta resumir de una manera práctica los aspectos teóricos de la Jerarquía Digital Síncrona y algunas de las aplicaciones disponibles usando como ejemplo el uso del multiplexor NEC modelo SMS-150 A y sus primeras aplicaciones en el Perú. Los aspectos teóricos son tratados desde el capítulo 1 al capítulo 4 y las aplicaciones en los capítulos 5 y 6.

El graduando en base la teoría y las aplicaciones muestra a su criterio las ventajas que brinda esta tecnología al servicio de telecomunicaciones, lo cual se describe en el capítulo 6 y las conclusiones finales.

El graduando expresa el reconocimiento a su asesor el Ingeniero Alfredo Rodríguez por la experiencia puesta al servicio de este trabajo y a NEC Corporation por la información técnica proporcionada.

## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS TRAMAS SDH Y PDH</b>	
1.1 Interfaz De Nodo De Red	1
1.2 Niveles Jerárquicos PDH	3
1.3 Resumen De La Estructura De La Trama STM-1	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>VELOCIDADES DE LA JERARQUÍA Y ESTRUCTURA DE TRAMA</b>	
2.1 Velocidades De Transmisión De La Jerarquía Digital Síncrona	5
2.2 Estructura De La Trama STM-1	7
2.2.1 Trama STM-1	7
2.2.2 Ruta De Composición De La Trama STM-1	8
2.2.3 Cabeceras De La Trama STM-1	10
2.2.4 Funciones De Las Cabeceras	11

2.2.5 Descripción De Las Cabeceras	12
2.3 Estructura De Multiplexaje SDH Y Velocidad De Transmisión	16
2.3.1 Estructura De Multiplexaje Y Velocidad Binaria SDH	16
2.3.2 Velocidades De Transmisión	18

### **CAPÍTULO III**

#### **MAPEO DE TRIBUTARIOS EN CONTENEDORES VIRTUALES E**

##### **INGRESO A LA TRAMA STM-1.**

3.1. Mapeo De Tributarios De 2 M	19
3.1.1 Conversión De 2m PCM A VC-12	19
3.1.2 Velocidades En Cada Estado	22
3.1.3 Descripción Del POH	24
3.1.4 Descripción Del Byte V5	25
3.1.5 Justificación Con Un Tributario De 2M Con Una Trama VC-12	29
3.1.6 Conversión De V12 En TU –12	29
3.1.7 Multiplexado Del TU12 En El TUG-2	32
3.2. Mapeo De Tributarios De 34M	35
3.2.1 Mapeo De La Señal De 34m Dentro De Un VC-3	35
3.2.2 Justificación Con Un Tributario De 34m Con Una Trama VC-3	37
3.3 Mapeo De Una Señal De 140M	40
3.3.1 Mapeo De Una Señal De 140M Dentro De Un VC4	40
3.3.2 Entidades De Cabecera De Sección Y De Trayecto	44

**CAPÍTULO IV****SINCRONIZACIÓN Y AJUSTE DE PUNTERO**

4.1	Puntero AU-4	55
4.2	Unidad Administrativa (AU).	58
4.3	Grupo De Unidades Administrativas (AUG)	59
4.4	Proceso De Ajuste De Puntero	61
4.5	Arquitectura De Sincronización	66
4.5.1	Nivel De Calidad	67
4.5.2	Prioridad De Y Niveles De Calidad De Sincronización	69
4.5.3	Relación Entre Calidad Y Nivel De Calidad	70

**CAPÍTULO V****DESCRIPCIÓN DEL MUX SMS 150 A MARCA NEC**

5.1	Descripción Física.	74
5.2	Aplicaciones Del Sistema	76
5.3	Fuente De Sincronización De Un NE	101
5.4	Breve Descripción De Las Unidades	107

**CAPÍTULO VI****USO DE LOS MULTIPLEXORES SMS 150 A EN REDES EN EL PERÚ**

6.1	Modo Terminal	122
6.2	Modo Inserción- Extracción	123
6.3	Modo Anillo	125
6.4	Evaluación Comparativa De Sdh Y Pdh Utilizando Las Redes Descritas	127

<b>CONCLUSIONES</b>	131
---------------------	-----

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	133
---------------------	-----



## PRÓLOGO

La jerarquía Digital síncrona es una tecnología de multiplexación que se empezó a utilizar en el mundo a inicios de la década del 90, en el Perú comenzó a utilizarse en el año 1995 para la suplantación de la red troncal de microondas de ENTEL PERU adquirida por TELEFÓNICA.

De este modo la compañía NEC CORPORATION, suministro y instalo y puso en marcha los primeros equipos de Radio de Microondas y Multiplexores SDH, en el Perú para TELEFÓNICA lo cual continuo haciendo durante la continuación de la década de los 90, para reemplazar redes troncales, al Centro, Sur, Norte del Perú, así mismo para dar mantenimiento a los equipos inicialmente instalados, por ser nueva tecnología.

Este trabajo pretende mostrar el conocimiento adquirido, al ser partícipe de estos trabajos, tanto de instalación, puesta en marcha así como mantenimiento preventivo y correctivo durante estos años.

En este trabajo se explicarán los puntos claves de la tecnología y su aplicación en el multiplexor modelo NE 150 A marca NEC así como las ventajas que ofrece esta tecnología.

# CAPÍTULO I

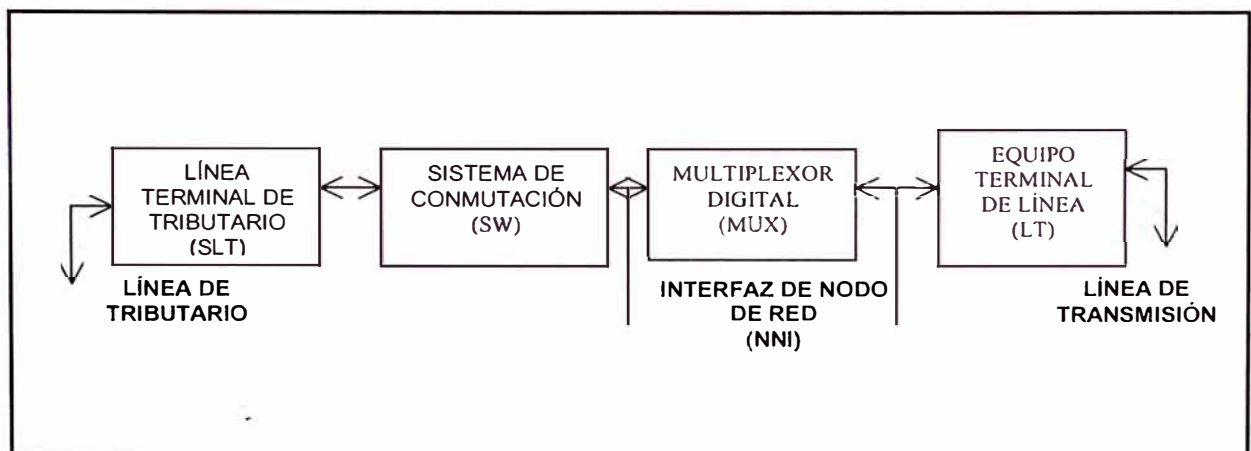
## DESCRIPCIÓN DE LAS TRAMAS SDH Y PDH

Este trabajo trata en este capítulo de mostrar las diferencias y la relación que necesariamente existe para lograr un uso adecuado de Jerarquía Digital síncrona, tomando en cuenta que la tecnología ya estaba completamente adaptada a la estructura PDH en el momento de la aparición del SDH.

### 1.1 Interfaz de nodo de red

Como una definición previa para la comprensión del presente trabajo procedemos a realizar una explicación gráfica del concepto (INR) o (NNI), mediante el siguiente diagrama de bloques. Mostrando que es la interfaz entre el equipo tributario y el equipo terminal de línea.

**Figura 1.1 Diagrama De Bloques**

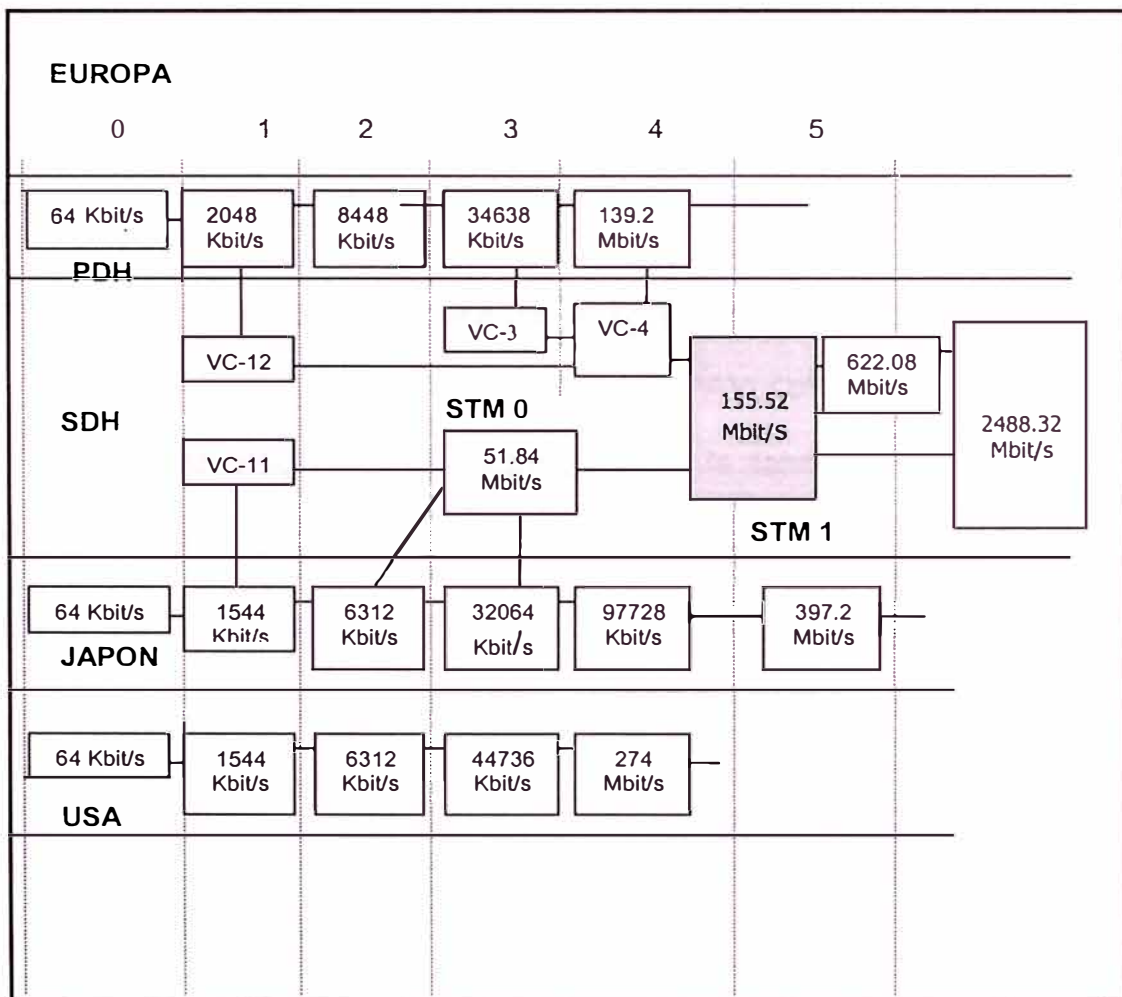


## 1.2 Niveles Jerárquicos PDH

Aquí mostramos los niveles jerárquicos PDH y la forma en que se adecuan a las jerarquías Síncronas fundamentales STM-0 y STM-1.

El NNI en este caso cumple la función de recibir los tributarios de los niveles jerárquicos PDH y multiplexarlos en una única terminación de línea SDH a través de los niveles fundamentales de la jerarquía SDH.

Figura 1.2



### 1.3 RESUMEN DE CADA TRAMA

A Partir de este momento procederemos a estudiar la estructura PDH Europea (usada en el Perú) y como las tramas de esta jerarquía son encapsuladas para adecuarse a la Jerarquía digital síncrona (SDH).

**Tabla 1.1**

	TRAMA		
	BITS TOTALES	DATA BITS	OVER HEAD BITS
2M MUX	256	248	8
8M MUX	848	824	24
34M MUX	1536	1512	24
140M MUX	2928	2892	36
STM-1	19440	18792	648

### 1.3 Resumen De La Estructura De La Trama STM-1

La trama STM-1 se divide en carga útil (PAYLOAD) y tara o cabecera de sección (SOH) como se muestra en la tabla. Posteriormente se mostrará con detalle cada una de estas partes.

**Tabla 1.2**

ITEM	FILA	COLUMNA	OCTETOS TOTALES	BITS TOTALES
OH DE SECCION	9	9	81	648
PAYLOAD	9	261	2349	18792
TOTAL	9	270	2430	19440

## CAPÍTULO II VELOCIDADES DE LA JERARQUÍA Y ESTRUCTURA DE TRAMA

### 2.1 Velocidades De Transmisión De La Jerarquía Digital Síncrona

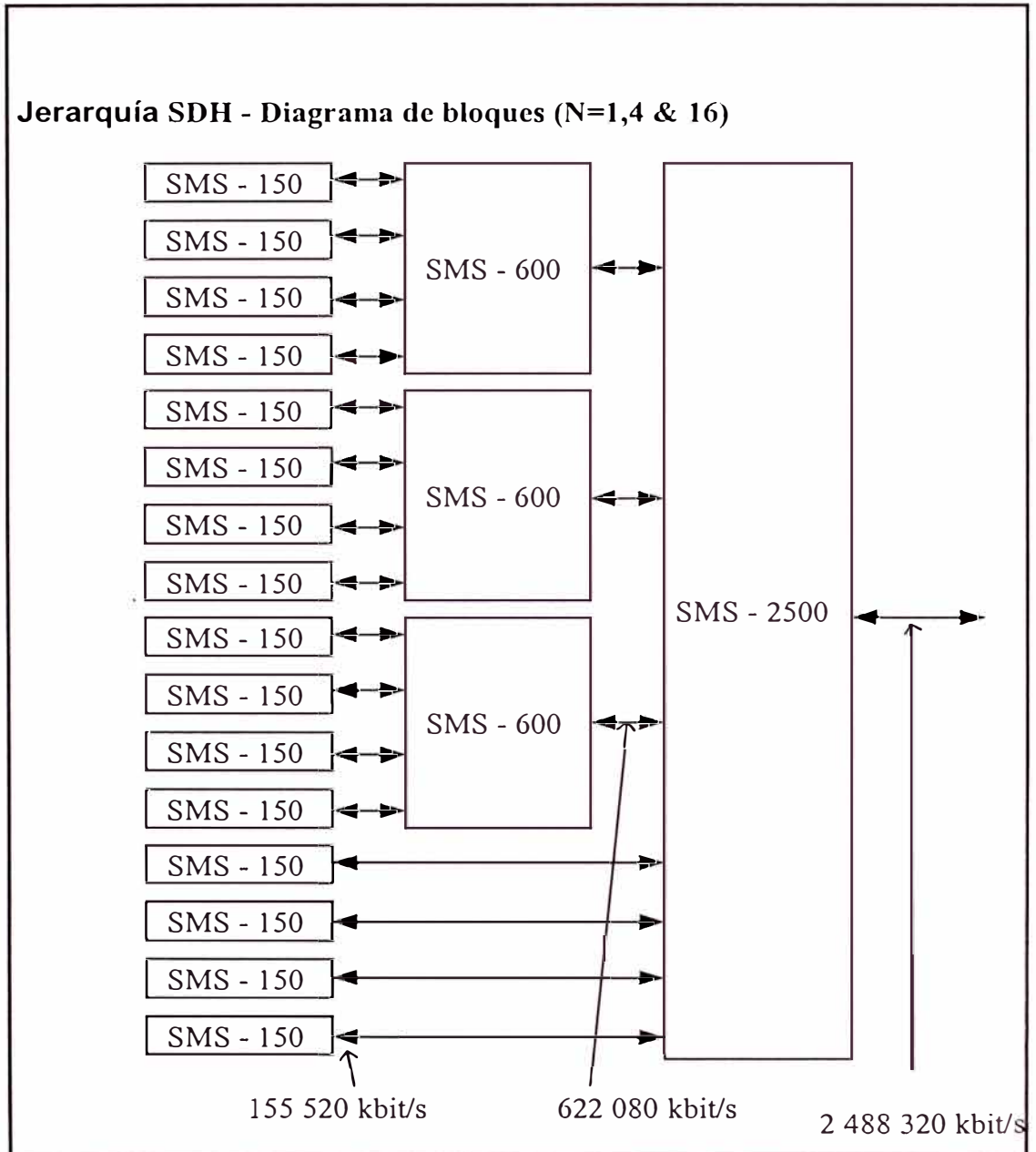
Las velocidades de la jerarquía digital síncrona estas determinadas por la recomendación G707 de la ITU-T y son mostradas en la Tabla.

**Tabla 2.1**

Niveles de SDH	VELOC. EN KBIT/S	MUX Terminal	MUX de inserción extracción	Total de canales de 64 Kbit/s	
				30TS	32TS
STM-0	51840			630 CH	672 CH
STM-1	155520	SMS-150T	SMS –150 A	1890 CH	2016 CH
STM-4	622080	SMS-600T	SMS-600 A o W	7560 CH	8064 CH
STM-16	2488320	SMS-2500T	SMS-2500 A	30240 CH	32256 CH

- El primer nivel de la jerarquía digital síncrona es 155.520 Mbit/s.
- Los niveles mas altos de la jerarquía digital síncrona son obtenidos de un múltiplo entero del primer nivel.
- Los niveles mas altos de la jerarquía digital síncrona son denotados por el factor que multiplica al primer nivel de la jerarquía.

Figura 2.1 Jerarquía Sdh Diagrama De Bloques

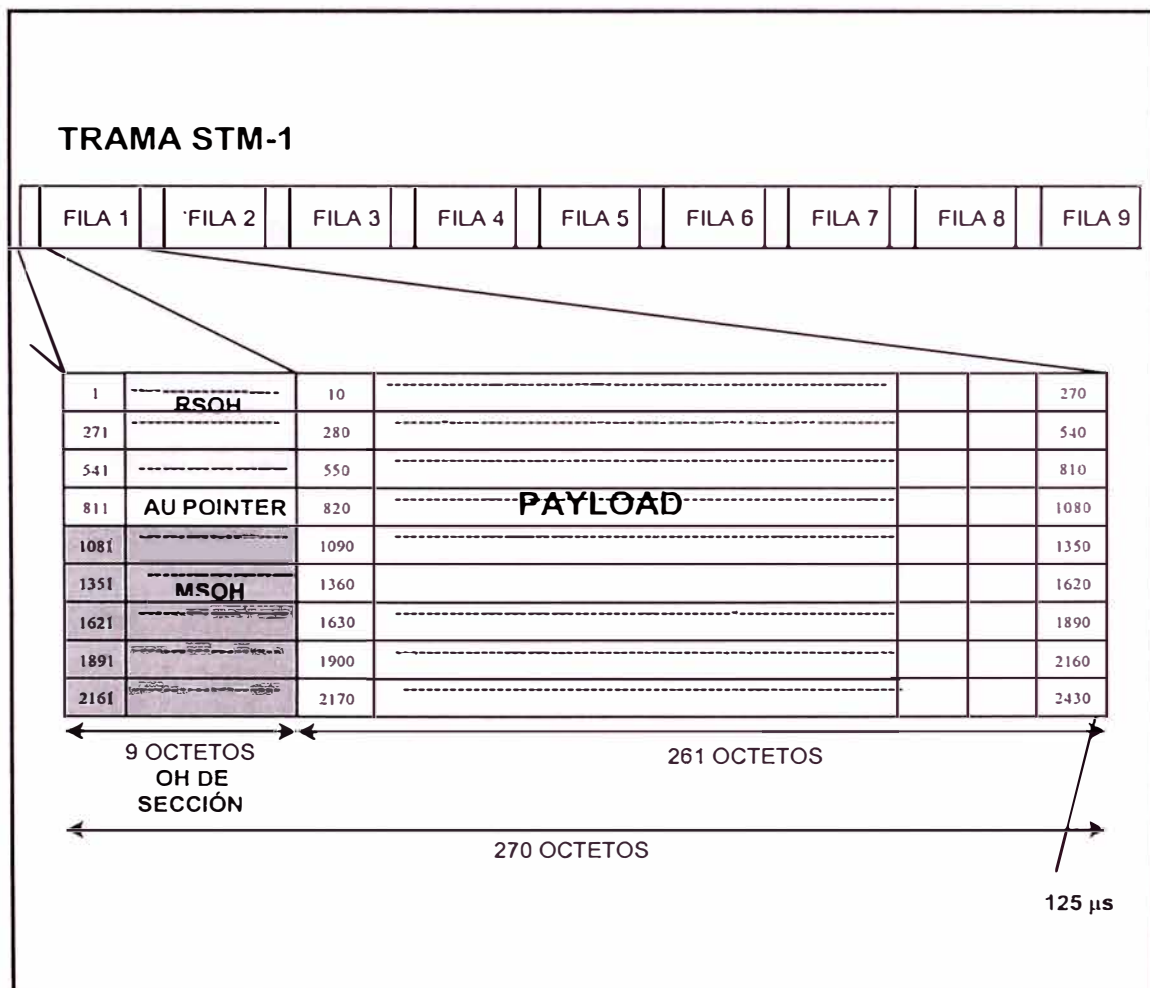


## 2.2 Estructura De La Trama STM-1

### 2.2.1 Trama STM-1

Procedemos a mostrar la composición de la trama STM-1 en forma genérica, procediendo luego a describir cada uno de sus componentes.

Figura 2.2 Trama STM-1



### **2.2.2 Ruta De Composición De La Trama STM-1**

En términos simples a manera de introducción al tema, podemos explicar que un tributario de 2M por ejemplo extraído de un multiplexor PCM, se convierte en un contenedor virtual VC-12, un tributario de 34M se convierte en un VC-3 estos dos tipos de tributarios se agruparán para luego formar un equivalente a un VC-4, de este mismo modo un tributario de 140M se convierte en un VC-4, sin pasar por ningún paso anterior, al estar formado ya el VC (Contenedor Virtual) este ya posee la información necesaria de trayecto y de puntero de los tributarios para poder ser a regenerados en el extremo remoto (POH) y de la misma manera en el lado de recepción del VC se posee la información necesaria regenerar los tributarios localmente.

Luego al contenedor virtual se le agrega la información de puntero para poder llevar la información de sincronismo formado una unidad administrativa, así mismo se le agrega la información de sección donde se agrega toda la información requerida para el adecuado monitoreo y seguridad de la trama, además de bytes disponibles para el usuario, ya todo este conjunto conforma un STM-1.



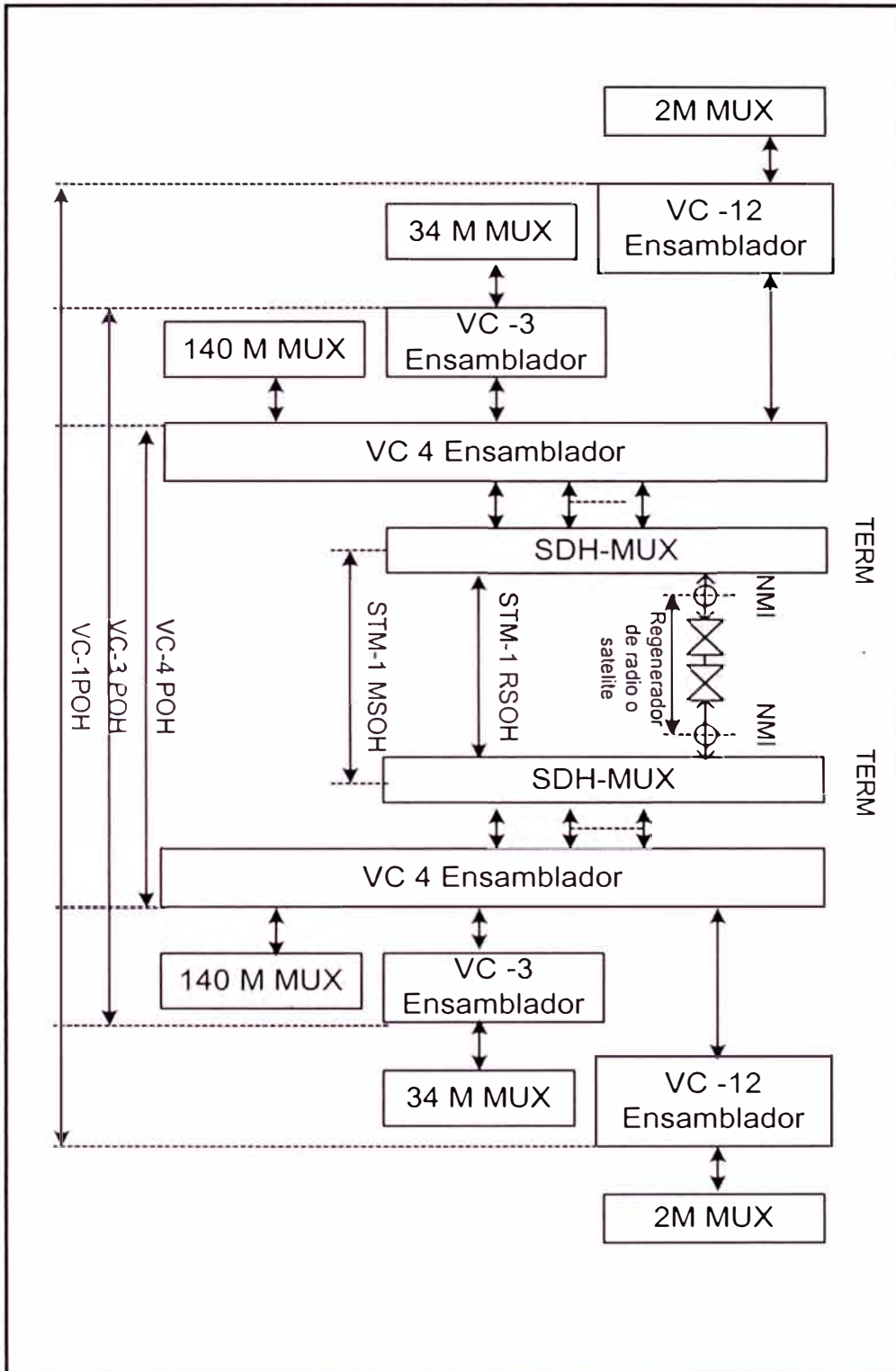


Figura 2.3

### 2.2.3 Cabeceras De La Trama STM-1

Figura 2.4 Cabecera De Sección (SOH)

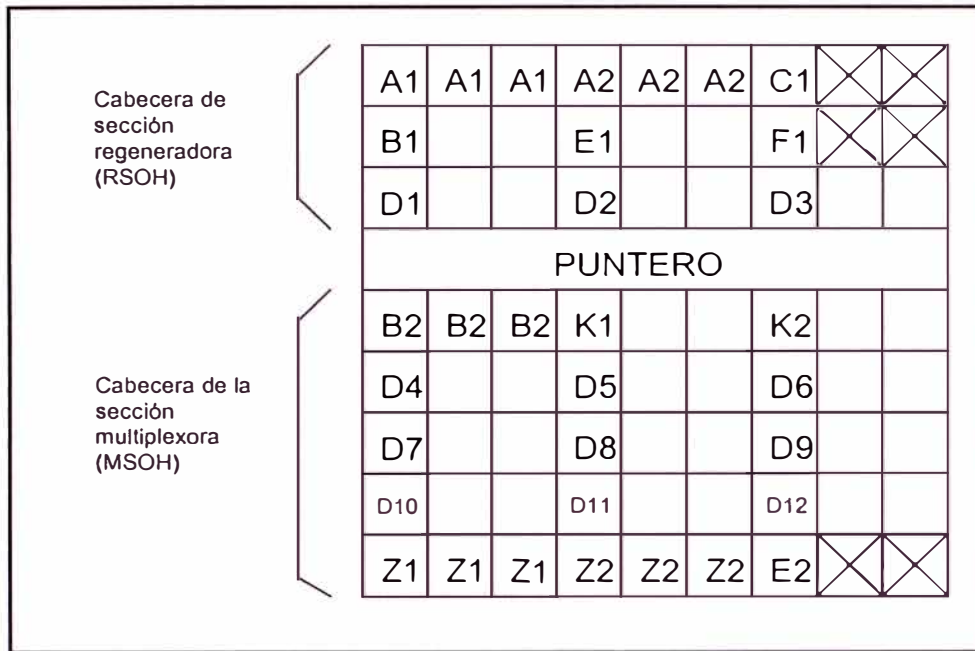
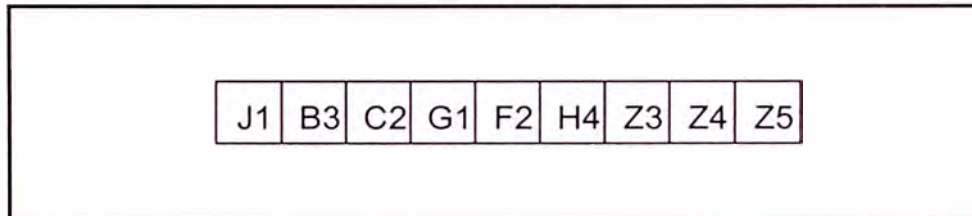


Figura 2.5 Cabecera de trayecto (path overhead)



## 2.2.4 Funciones De Las Cabeceras

### **Cabecera de Sección (SOH)**

La cabecera de sección de adiciona a un AU4 o a un AUG3 para crear un STM-1, El contenido que representa la monitorización de la calidad de funcionamiento de la sección y otras funciones de mantenimiento y operacionales puede añadirse o modificarse sin desensamblar el STM-1, según proceda, para diversas configuraciones de los elementos. (por ejemplo, la monitorización de regeneradores intermedios, el control de la conmutación de protección). Esta cabecera a su vez se divide en dos partes MSOH (cabecera de sección multiplexora) y en RSOH (cabecera de sección regeneradora).

### **Cabecera de trayecto (POH)**

La cabecera de trayecto del contenedor virtual permite la comunicación entre el punto de ensamblado de un contenedor virtual y su punto de desensamblado. Se han identificado dos categorías de cabecera de trayecto de contenedor virtual.

– Cabecera de contenedor virtual básico:

El que se añade al C11 o el C12 al crearse el VC11 o el VC12.

Entre las funciones de esta cabecera cabe citar la monitorización de la calidad del funcionamiento del trayecto de contenedor virtual, las

señales para fines de mantenimiento y las indicaciones de estado de las alarmas.

– Cabecera de contenedor virtual de orden superior:

La cabecera de trayecto de un VC3 se añade al conjunto de varios TUG-2 o a un C3 para formar un VC-3. La cabecera de trayecto de un VC-4 se añade a un conjunto de TUG-3 o a un C4 para formar un VC-4. Entre las funciones de esta cabecera están la monitorización de la calidad del funcionamiento del trayecto de contenedor virtual, indicaciones de estado de alarma, señales para fines de mantenimiento e indicaciones de estructura multiplexora.

## 2.2.5 Descripción De Las Cabeceras

### **Cabecera de Sección**

Alineación de trama: A1 , A2

Se asignan seis octetos a cada STM-1

Canal de comunicación de datos: D1 a D12

Identificador de STM-1: C1

Identifica al STM-1 para ser multiplexado en un orden superior de la jerarquía.

Canales de servicio E1 y E2

Estos dos octetos proporcionan canales de servicio para comunicación vocal, estos octetos solo se definen para el primer STM-1 de un STM-n.

Canal de usuario: F1

Este octeto esta reservado para fines de usuario.

BIP-8:B1

Se asigna un octeto en cada STM-1 para una función de monitorización de errores en los bits la sección regeneradora.

BIP-24: B2x3

Se asignan tres octetos en cada STM-1 para la función de monitorización de errores de bit de una sección.

K1,K2

Se asignan dos octetos de señalización de la conmutación de protección automática. Estos octetos solo se definen para el primer STM-1 de una señal STM-n.

Reserva: Z1,Z2

Se asignan seis octetos para funciones no definidas aún. Estos octetos no tienen ningún valor definido y están reservados en todos los STM-1 de un STM-n.

**Descripción de la unidad administrativa (AU)**Puntero

Se asignan dos octetos para un puntero que indica la diferencia en octetos entre el puntero y el primer octeto de la tara de trayecto del contenedor virtual asociado.

Acción del puntero

Tres octetos de acción de puntero se asignan en un AU-4 para propósitos de justificación de frecuencia. Un octeto de acción de puntero se asigna para las AU-3 y las TU-n.

En caso de justificación negativa estos octetos transportan información válida.

**Cabecera de trayecto (POH)**BIP-8 de trayecto:B3

Se asigna un octeto en cada contenedor virtual para una función de monitorización de errores de bit de un trayecto. Esta función será un código BIP-8 con paridad par. El BIP-8 se calcula para todos los bits del contenedor virtual previo y se coloca en el octeto B3.

Estado del trayecto: G1

Se asigna un octeto para devolver información sobre la calidad de funcionamiento y el estado de terminación del trayecto del VC-n al puntero de origen del trayecto de VC-n.

Etiqueta de señal: C2

Se asigna un octeto para indicar la composición de la carga útil de VC-n.

Canal de usuario de trayecto de VC-n: F2

Se asigna un octeto para fines de comunicación de usuario.

Cabecera de trayecto del VC-n: J1

Este octeto se utiliza en el punto de terminación del VC-n para verificar la conexión del trayecto VC-n.

Reserva: Z3-Z5

Se asignan tres octetos para finalidades aún no definidas.

Indicador de multitrama: H4

Este octeto se asigna para proporcionar una indicación de multitrama, cuando se requiera.

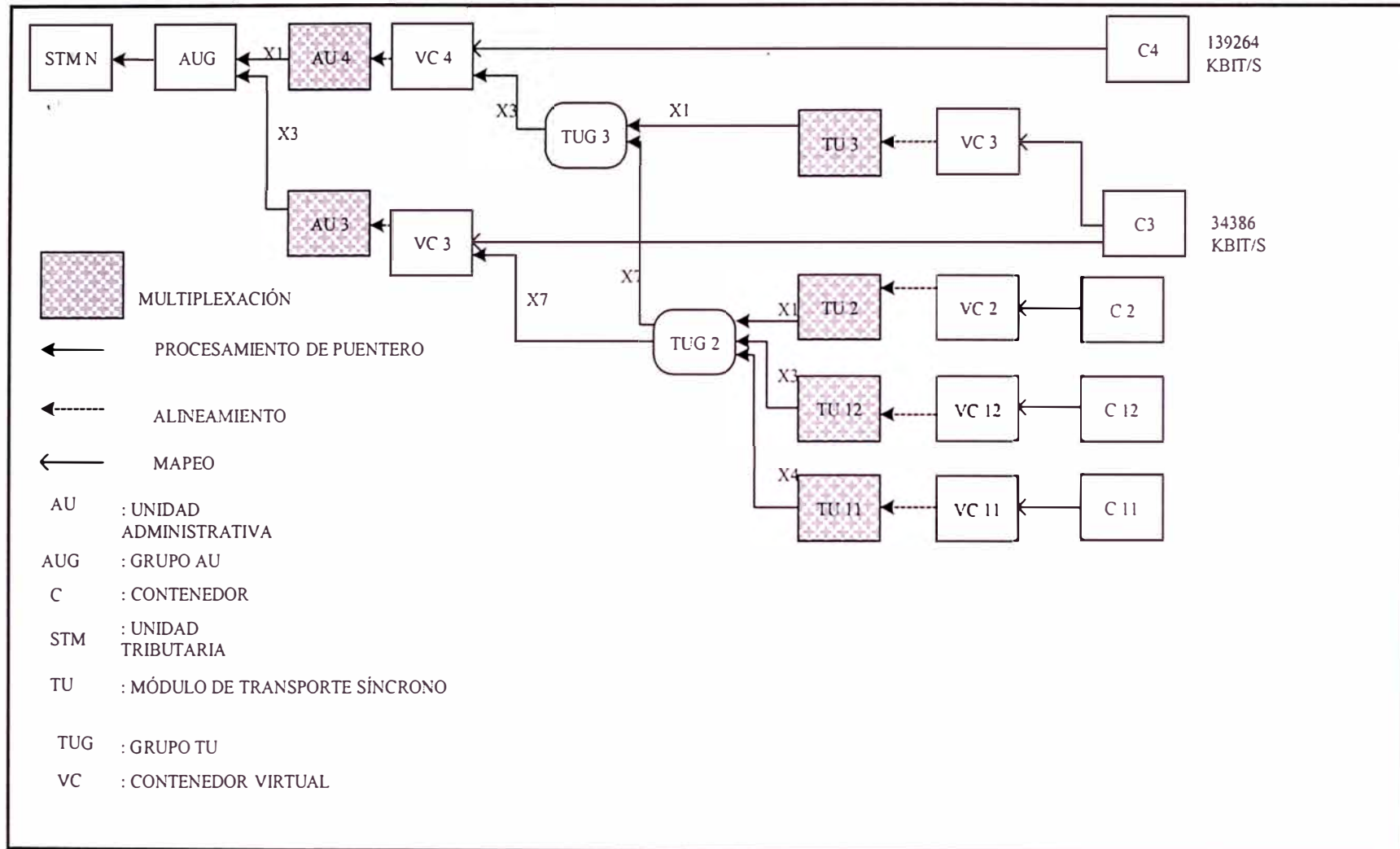
## **2.3 Estructura De Multiplexaje SDH Y Velocidad De Transmisión**

### **2.3.1 Estructura De Multiplexaje Y Velocidad Binaria SDH**

Procederemos a continuación a realizar una explicación gráfica de la estructura de multiplexaje, mostrando al detalle cada uno de los pasos que conforman la formación de la trama STM-1 y las velocidades en cada etapa.

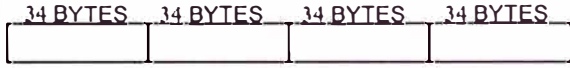
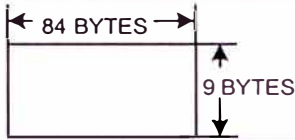

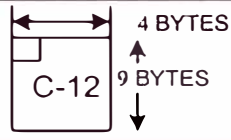
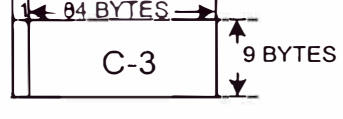
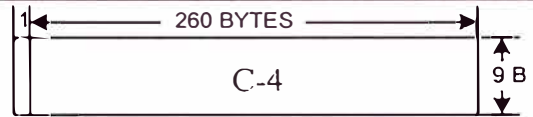
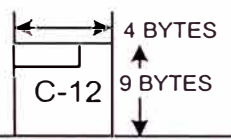
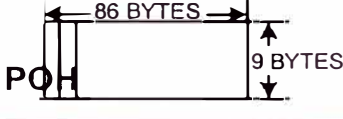
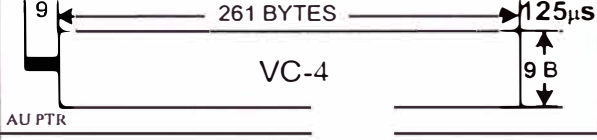
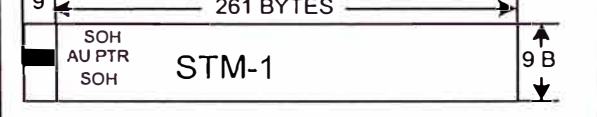


**Figura 2.6 Estructura De Multiplexaje Y Velocidad Binaria SDH**



## 2.3.2 Velocidades De Transmisión

Figura 2.7

ELEMENTO		ESTRUCTURA	CAPACIDAD
C	C-12		$34(32+2)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =2.176 Mbit/s
	C-3		$756(9 \times 84)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =48.384 Mbit/s
	C-4		$2340(9 \times 260)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =149.76 Mbit/s
VC	VC-12		$35(32+3)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =2.24 Mbit/s
	VC-3		$765(9 \times 85)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =48.96 Mbit/s
	VC-4		$2349(9 \times 261)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =150.336 Mbit/s
TU	TU-12		$36(32+4)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =2.304 Mbit/s
	TU-3		$774(9 \times 86)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =49.536 Mbit/s
AU	AU-4		$2358(9 \times 261 + 9)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =150.912 Mbit/s
STM	STM-1		$2340(9 \times 270)\text{BYTES}/125\mu\text{s}$ =155.520 Mbit/s

### **CAPÍTULO III**

## **MAPEO DE TRIBUTARIOS EN CONTENEDORES VIRTUALES E INGRESO A LA TRAMA STM-1**

Este capítulo es uno de los más extensos del presente trabajo y el objetivo del mismo es detallar la formación de la trama STM-1 con los tributarios PDH (2M, 34M y 140M), que son usados en el Perú (Estandarizados en Europa y en el Perú). El detalle de la formación de la trama STM-1 con tributarios de 1.5M y 6M (Estandarizados para EE.UU. y el Japón) no es tratado en este trabajo.

### **3.1 Mapeo De Tributarios De 2 M**

El proceso de mapeo de un tributario para ser introducido en una trama STM-1 consta de:

- Conversión De 2M PCM A VC-12
- Conversión De VC-12 En TU-12
- Multiplexando 3 TU-12 en un TUG-2
- Formación de TUG-3 agrupando 7 TUG-2.

#### **3.1.1 Conversión De 2M PCM A VC-12**

Un contenedor virtual VC-12 consta de la trama de 2M incrementada en un byte V5 y dos bytes R. Las funciones de byte V5 y los detalles de formación del VC-12 se muestran a continuación.

Figura 3.1 Composición del VC-12

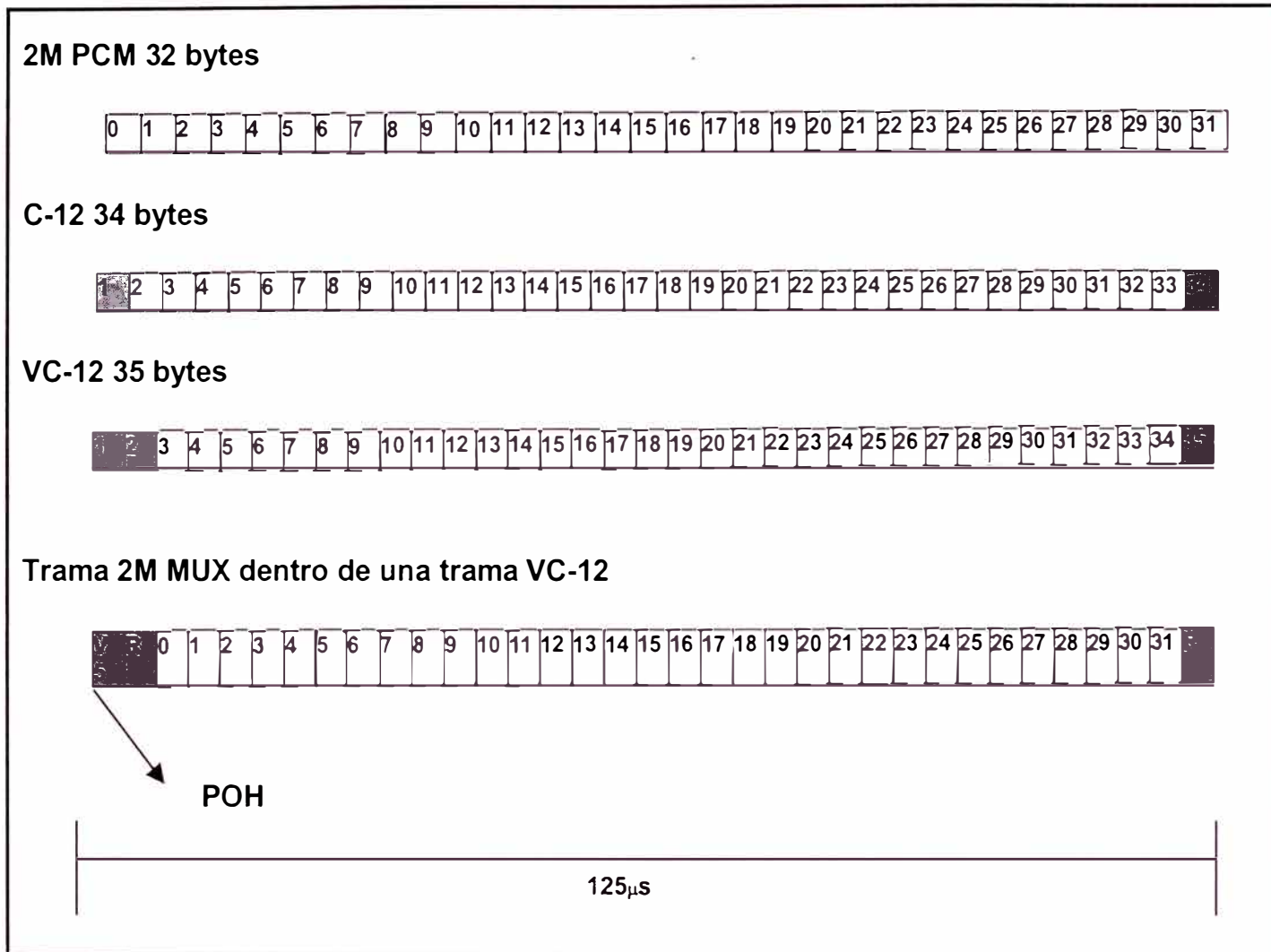
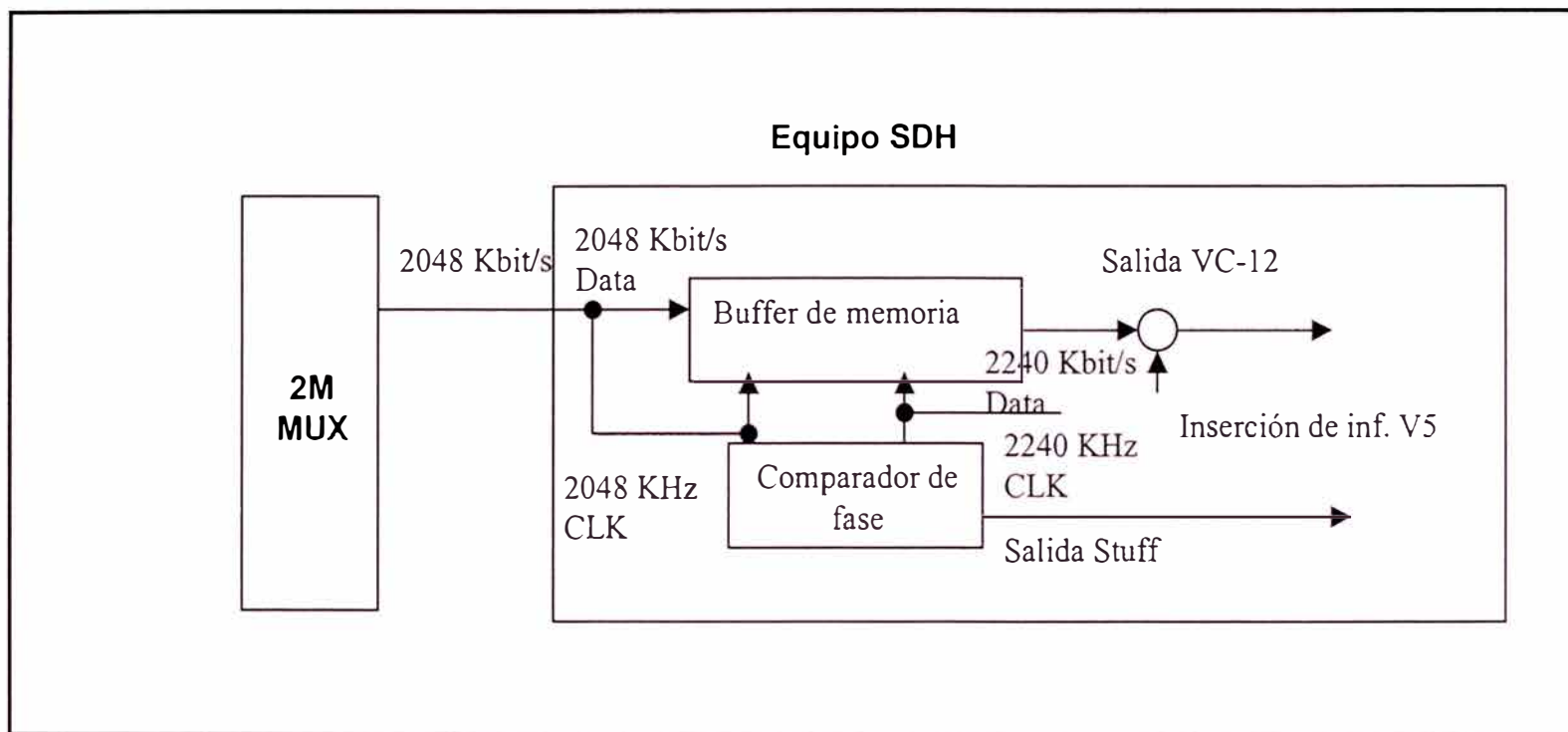


Figura 3.2 Diagrama De Bloques de circuito



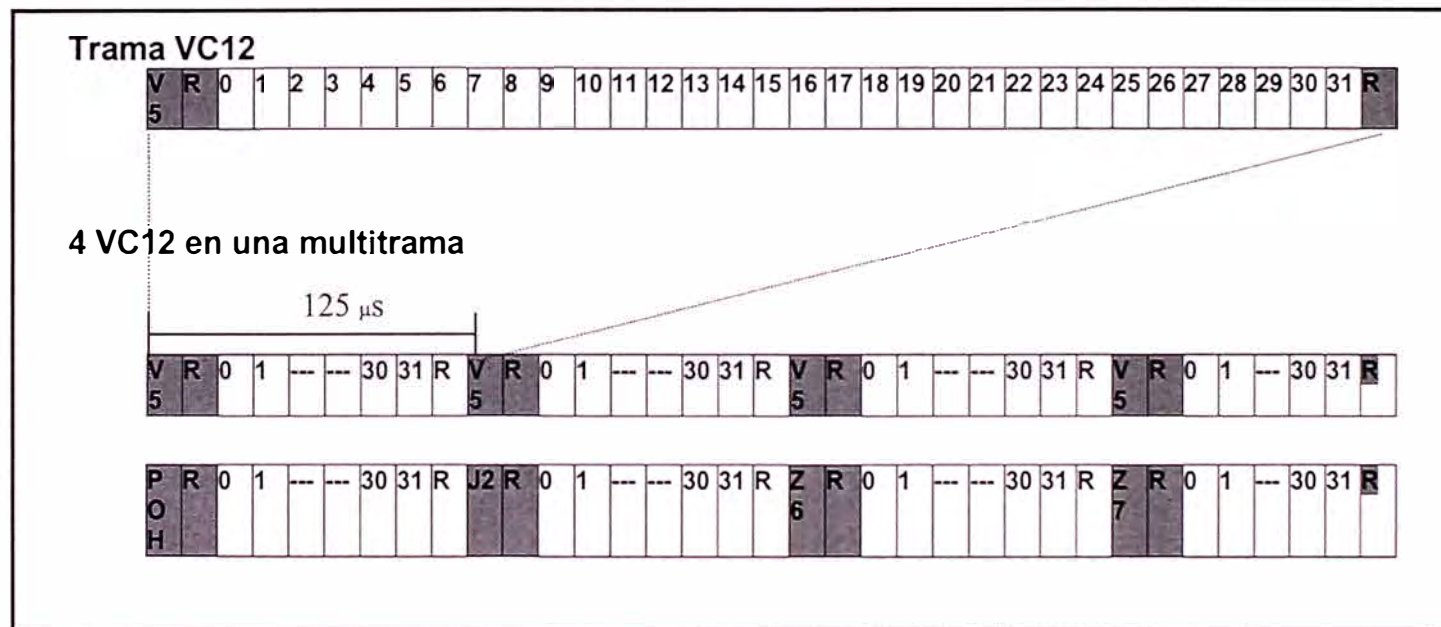
### **3.1.2 Velocidades En Cada Estado**

El cada estado se va agregando información a la señal tributaria original de 2.048 Mbit/s, en esta sección explicamos como esta velocidad se tiene que ir incrementando por cada estado para poder luego regenerar el tributario en el extremo remoto sin perdida de información ni retardo lo que es indispensable.

**Tabla 3.1**

	TS	Velocidad del bit		Duración del TS $\mu\text{s}$
		Kbit/s	Duración ns	
2M PCM	32 TS	2048	488	3.90
C-12	34 TS	2176	459	3.68
VC-12	35 TS	2240	446	3.57
TU-12	36 TS	3204	434	3.47

**Figura 3.3 VC12 POH en el byte V5**



### 3.1.3 Descripción Del POH

#### **VC12/VC11 POH**

Los bytes V5, J2, Z6 y Z7 son colocados en el POH .

El byte V5 es el primero de la multitrama y esta posición es indicada por el puntero TU12/TU11.

#### **V5 byte**

El byte V5 provee las funciones de chequeo de errores, etiquetado de la señal y estado de los trayectos VC12 y VC11.

#### **J2 byte**

El byte J2 es usado para transmitir repetitivamente un (low order path access identifier), es decir un identificador de acceso de trayecto de bajo nivel, por lo tanto un terminal receptor del trayecto puede verificar su conexión al transmisor.

#### **Z6 byte**

El byte Z6 es colocado para proveer una función de monitoreo de conexión tandem en manera similar a los tres bytes Z5 en los trayectos de alto nivel (HOP-POH). Esto no debe afectar la facilidad de monitoreo de performance del BIP-2.



**Canal (APS) Conmutación automática de protección:K4(b1-b4)**

Estos bits son colocados para la señalización para protección del trayecto de bajo nivel.

**K4(b5-b8)**

Son colocados para uso futuro.

**3.1.4 DESCRIPCIÓN DEL BYTE V5****Bits B1 y B2**

Los bits 1 y 2 son usados para el monitoreo de performance de error. Un esquema de (BIP) es especificado. B1 es seteado a su misma paridad de los números impares de bits(1,3,5,7) en todos los bytes en el anterior VC12 o VC11, así mismo B2 es seteado a paridad par para los bits (2,4,6,8).

**Bit 3**

El bit 3 es REI (remote error indication) del trayecto del VC12 o VC11, este es puesto en 1 y retornado a través del VC12 o VC11 originador, si uno o mas errores fueron detectados por el BIP-2, en caso contrario es puesto en cero.

**Bits 5 al 7**

Estos bits proveen la etiqueta de señal para el VC12 o VC11.

**Bit 8**

Este bit es un RDI para el trayecto VC12 o VC11. Este bit es puesto en uno si es recibido un AIS en el trayecto TU12 TU11, en caso contrario es puesto en cero. El RDI es retornado por el ensamblador del VC12 o VC11.

**Figura 3.4 Byte V5**

BIP-2		REI	RFI	ETIQUETA DE SEÑAL			RDI
1	2	3	4	5	6	7	8

**Codificación De La Etiqueta De Señal****Tabla 3.2**

B5	B6	B7	Significado
0	0	0	No Equipado
0	0	1	Equipado No Especificado (Nota 1)
0	1	0	Asíncrono
0	1	1	Bit-Síncrono (Nota 2)
1	0	0	Byte Síncrono
1	0	1	Equipado - No Usado
1	1	0	Equipado - No Usado
1	1	1	Equipado - No Usado

**NOTA 1**

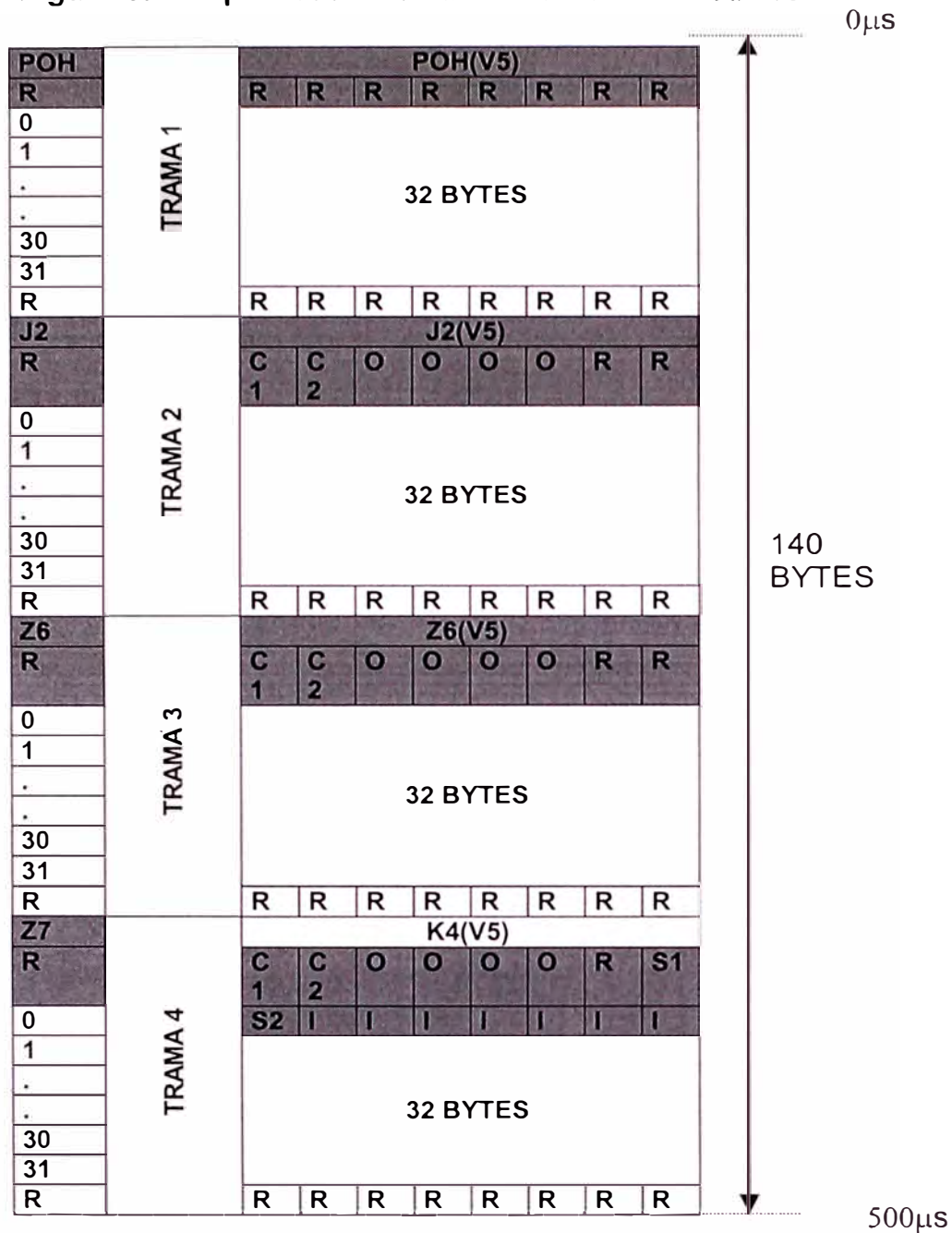
El valor '1' solo será usado en casos donde el código de mapeo no esta definido en la tabla mostrada. Para el trabajo con equipos antiguos (Solo transmiten valores '0' y '1'), aplican las siguientes condiciones.

- Para la compatibilidad hacia atrás, el equipo antiguo debe interpretar cualquier valor recibido diferente de '0' como condición de equipado.
  
- Para la compatibilidad hacia adelante, cuando el valor recibido desde el equipo antiguo es '1', el equipo nuevo no debe generar alarma de Signal label mismatch.

**NOTA 2**

En el caso de un VC-12, el código '3' para propósitos de compatibilidad hacia atrás, continua siendo interpretado como anteriormente se a definido, aun si el mapeo de sincroniza.

Figura 3.5 Mapeo Síncrono detallado de 2048 Kbit/s



I: Bit de Información

O: Bit de cabecera

C: Bit de control de Justificación

S: Bit de oportunidad de Justificación

El bit 'O' es reservado para cabecera para propósitos de comunicación futuros

### 3.1.5 Justificación Con Un Tributario De 2M Con Una Trama VC-12

Tabla 3.3

Bit de control de Justificación			Bit de oportunidad de justificación	
Trama 1	Trama 2	Trama 3	Trama 4	
Cn(0)	Cn(0)	Cn(0)	Sn(0) información	Sn(0) bit de información
Cn(1)	Cn(1)	Cn(1)	Sn(1) justificación	Sn(1) bit de justificación

Figura 3.6

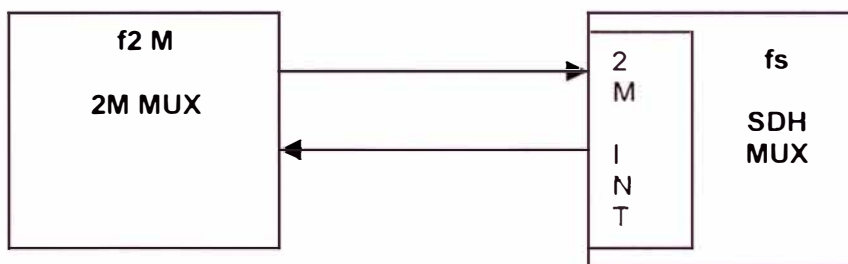


Tabla 3.4

N o	2M MUX Condición Entrada	Estado requerido	Bits Total	SDH MUX					Estado de Justificación
				Trama No	Trama				
					1	2	3	4[Sn()]	
1	F2M=fs	Mantener frecuencia	1024 bits	C1	1	1	1	1(S)	Sin Justificación
				C2	0	0	0	0(D)	
2	F2M>fs	Incrementar frecuencia	1025 bits	C1	0	0	0	0(D)	Justificación negativa
				C2	0	0	0	0(D)	
3	F2M<fs	Disminuir frecuencia	1023 bits	C1	1	1	1	1(S)	Justificación positiva
				C2	1	1	1	1(S)	
4	F2M=fs	Mantener frecuencia	1024 bits	C1	0	0	0	0(D)	No aplicable
				C2	1	1	1	1(S)	

### 3.1.6 Conversión De VC-12 En TU-12

Luego de conformado el VC-12 se procede a agregar información de puntero para las funciones de sincronización y corrección por justificación de frecuencia al tributario conformado de este modo el TU-12. Se procederá a continuación a realizar una explicación detallada de manera gráfica.

Figura 3.7 Conversión De VC 12 En TU 12

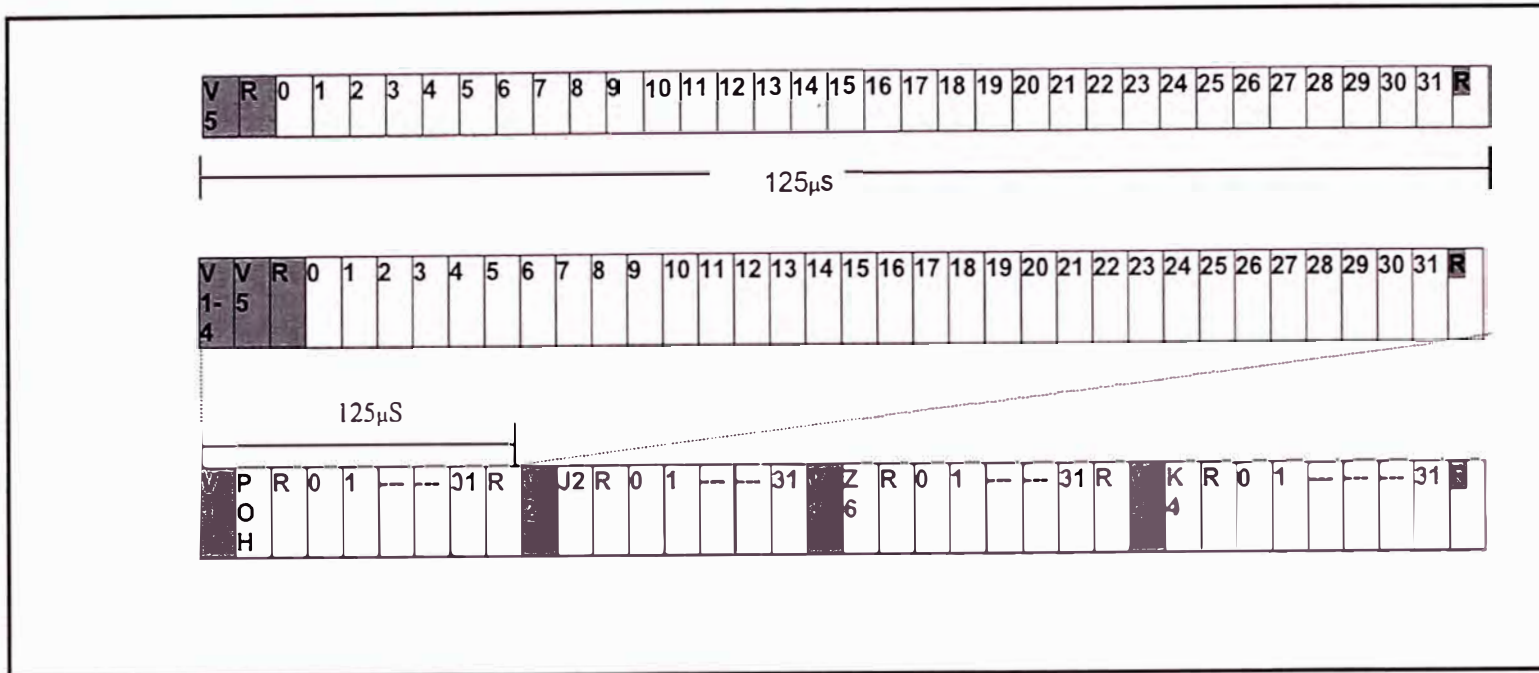
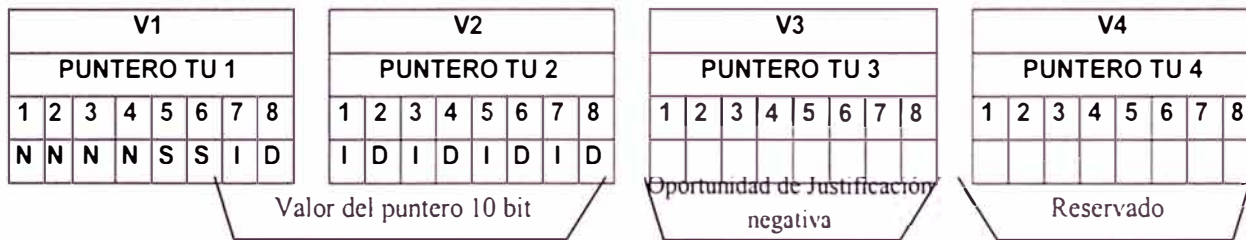


Figura 3.8 TU12: 36 bytes

1 TRAMA			
V1-4	V5	R	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
30	31	32	R

9 FILAS



## Legenda de símbolos y abreviaturas y descripción de los mismos

N: NDF(new data flag)

Habilitado : 1001  
 Deshabilitado : 0110 (Operación normal)

SS: TU type

00: TU 11  
 10: TU 12

I: Incremento  
 D: Decremento

Valor del puntero: 0 a 139

Justificación negativa: Invierte 5 D bits y acepta mayoría.

Justificación positiva: Invierte 5 I bits y acepta mayoría.

Puntero TU:

Es usado solo para mapeo flotante

El puntero TU provee un método que permite un alineamiento del VC flexible y dinámico dentro de las tramas TU, independiente del real contenido del VC.

### 3.1.7 Multiplexado Del TU 12 En El TUG-2

**Figura 3.9 Diagrama De Bloques**

**Tres señales TU-12 son multiplexadas en una señal TUG-2**

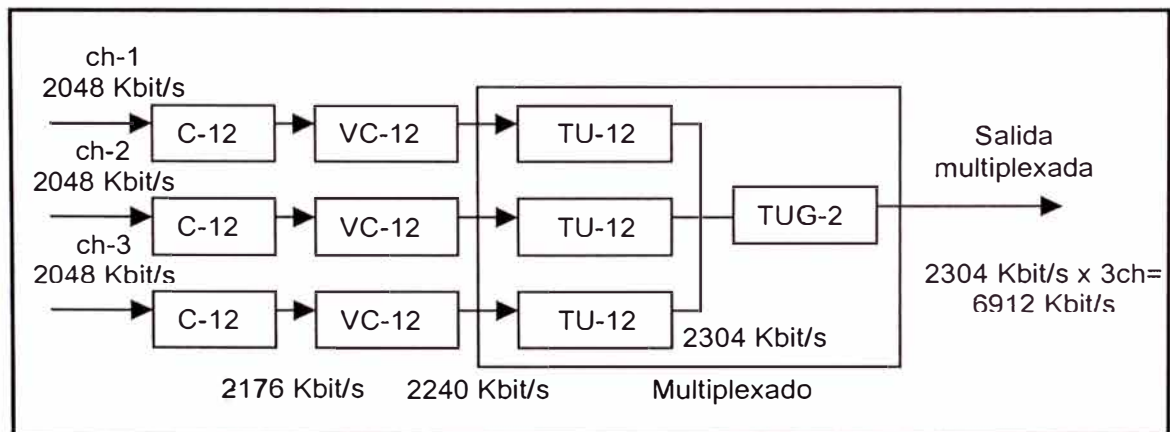
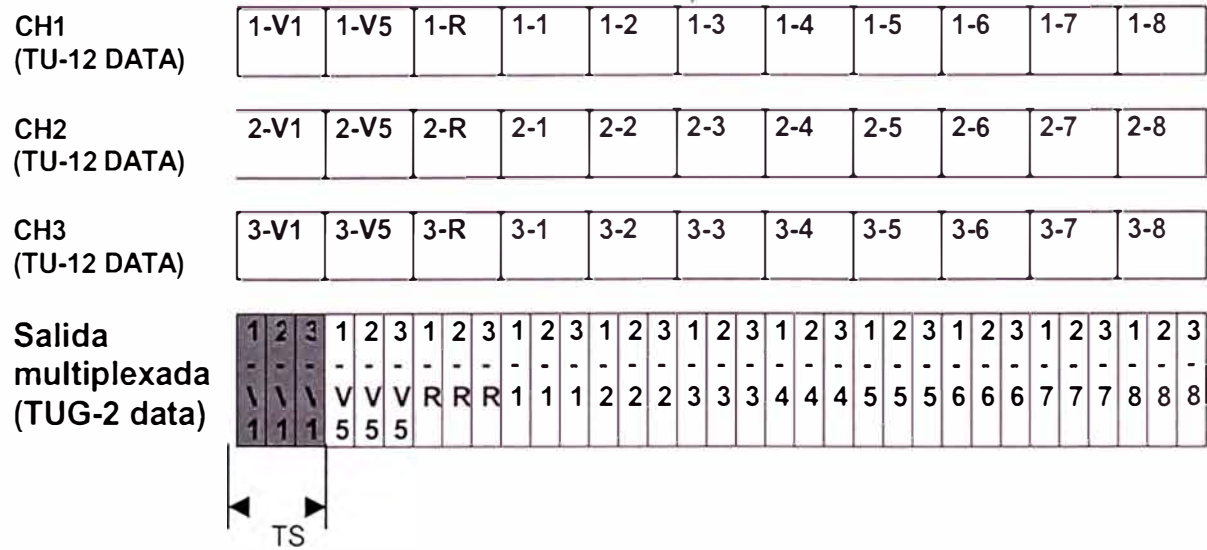




Figura 3.10 Entrelazado de byte entre TU-12 y TUG-2



Multiplexando 3 TU-12 en un TUG-2

CANAL 1				CANAL 2				CANAL 3			
V1	V5	R	1	V1	V5	R	1	V1	V5	R	1
2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
6	7	8	9	6	7	8	9	6	7	8	9
10	11	12	13	10	11	12	13	10	11	12	13
14	15	16	17	14	15	16	17	14	15	16	17
18	19	20	21	18	19	20	21	18	19	20	21
22	23	24	25	22	23	24	25	22	23	24	25
26	27	28	29	26	27	28	29	26	27	28	29
30	31	32	R	30	31	32	R	30	31	32	R

Figura 3.11 TUG-2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1-V1	2-V1	3-V1	1-V5	2-V5	3-V5	1-R	2-R	3-R	1-1	2-1	3-1
2	1-2	2-2	3-2	1-3	2-3	3-3	1-4	2-4	3-4	1-5	2-5	3-5
3	1-6	2-6	3-6	1-7	2-7	3-7	1-8	2-8	3-8	1-9	2-9	3-9
4	1-10	2-10	3-10	1-11	2-11	3-11	1-12	2-12	3-12	1-13	2-13	3-13
5	1-14	2-14	3-14	1-15	2-15	3-15	1-16	2-16	3-16	1-17	2-17	3-17
6	1-18	2-18	3-18	1-19	2-19	3-19	1-20	2-20	3-20	1-21	2-21	3-21
7	1-22	2-22	3-22	1-23	2-23	3-23	1-24	2-24	3-24	1-25	2-25	3-25
8	1-26	2-26	3-26	1-27	2-27	3-27	1-28	2-28	3-28	1-29	2-29	3-29
9	1-30	2-30	3-30	1-31	2-31	3-31	1-32	2-32	3-32	1-R	2-R	3-R
Rate	2304 Kbit/s			2304 Kbit/s			2304 Kbit/s			2304 Kbit/s		

## **3.2 Mapeo De Tributarios De 34M**

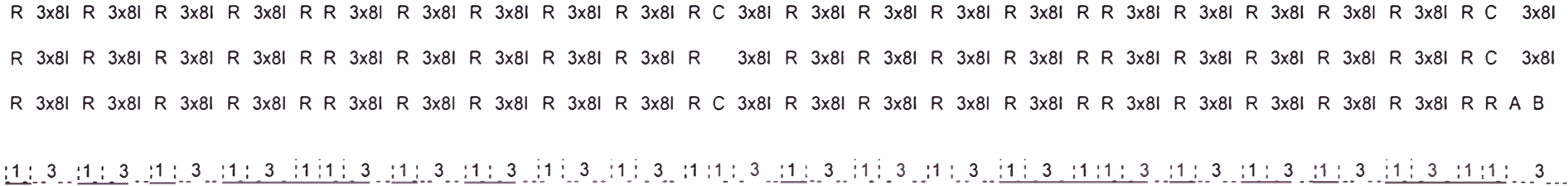
### **3.2.1 Mapeo De La Señal De 34M Dentro De Un VC-3**

El VC 3 consiste en la tara o cabecera de trayecto (POH) y en una carga útil de 9x64 octetos (Bytes) cada 125  $\mu$ s. Esta carga útil se divide en tres subtramas, y cada subtrama se divide en 12 sectores y consta de:

- 1431 bits de información (I)
- Dos conjuntos de cinco bits de control de Justificación (C1, C2)
- Dos Bits de oportunidad de justificación (S1, S2)
- 93 bits de relleno (R)

A continuación se procede a mostrar gráficamente las características detalladas del contenedor VC3 formado.

**Figura 3.12 Mapeo de 34M**



R = RRRRRRRR  
 C = CCCCCC1 C2  
 AB = RRRRRRRS1 S2IIIIII

= BITS DE INFORMACIÓN[1416(I)+7(B)+8(BI)=1431

R = BITS DE RELLENO FIJOS= 573

S = BITS DE OPORTUNIDAD DE JUSTIFICACIÓN=2

C = BITS DE CONTROL DE JUSTIFICACIÓN=10

C1 C1 C1 C1 C1 = 00000 INDICA QUE S1 ES INFORMACIÓN C2 C2 C2 C2 C2 = 00000 INDICA QUE S2 ES INFORMACIÓN  
 C1 C1 C1 C1 C1 = 11111 INDICA QUE S1 ES JUSTIFICACIÓN C2 C2 C2 C2 C2 = 11111 INDICA QUE S2 ES INFORMACIÓN

Bits de Información:

Bits de Información 3 filas:

$$(3 \times 81) \times 20 / \text{filas} \times 2 \text{filas} + (3 \times 81) \times 19 / \text{fila} + 8(B) + 8I = 1432 \text{ bits} / 3 \text{filas}$$

Bits de información por trama VC-3:

$$1432 \text{ bits} / 3 \text{filas} \times 3 \text{filas} = 4296 \text{ bits} / \text{trama VC-3}$$

Bits Totales en 8000Hz(125 $\mu$ s) es:

$$4296 \text{ bit} / \text{trama} \times 8000 = 34,638,000 \text{ bits}$$

Bits de datos usados en la posición S (Dentro del Byte B):

S bits por 3 filas: 1 bit

S bits por 9 filas: 1 bit x 3 filas = 3bits/9 filas.

Velocidad de bits de datos = 3 bits x 8000 = 24,000 bits/s

Máxima velocidad de bits de información:

$$34,368,000 + 24,000 = 34,392,000 \text{ bits/s}$$

Mínima velocidad de bits de información:

$$34,368,000 - 24,000 = 34,344,000 \text{ bits/s}$$

Velocidad de la trama PDH 34 Mbit/s

$$34,368,000 \text{ bit/s} \pm 20 \text{ppm} (! 687 \text{ bits})$$

$$(34,368,000 \text{ bits/s} - 687 \text{ bits} = 34367313 \text{ bits})$$

$$(34,368,000 \text{ bits/s} + 687 \text{ bits} = 343686)$$

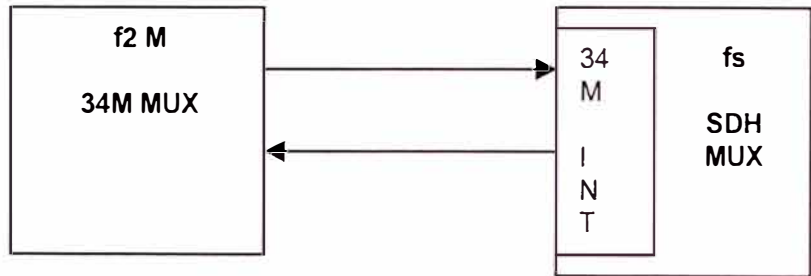
**3.2.2 Justificación Con Un Tributario De 34M Con Una Trama VC-3**

Entendemos entonces que C1 controla el significado de S1 (justificación o información), de la misma manera C2 controla a S2, lo que gráficamente se expresa a continuación:

**Tabla 3.5**

Bit de control de Justificación					Bit de oportunidad de justificación	
					Trama 4	
Cn(0)	Cn(0)	Cn(0)	Cn(0)	Cn(0)	Sn(0)	Sn(0) bit de Información
Cn(1)	Cn(1)	Cn(1)	Cn(1)	Cn(1)	Sn(1)	Sn(1) bit de Justificación

**Figura 3.13**



### Cuadro De Posibilidades De Justificación

La tabla siguiente muestra las cuatro condiciones posibles del uso de la justificación para la trama de 34M de acuerdo a la necesidad de disminuir, incrementar o mantener la frecuencia.

**Tabla 3.6**

No	34M MUX Condición Entrada	Estado requerido	Bits Total	SDH MUX							Estado de Justificación	
				Trama								
				No	1	2	3	4	5	[Sn()]		
1	F34M=fs	Mantener frecuencia	34368000 bits	C1	1	1	1	1	1	1	1(S)	Sin Justificación
				C2	0	0	0	0	0	0	0(D)	
2	F34M>fs	Incrementar frecuencia	34392000 bits	C1	0	0	0	0	0	0	0(D)	Justificación negativa
				C2	0	0	0	0	0	0	0(D)	
3	F34M<fs	Disminuir frecuencia	34344000 bits	C1	1	1	1	1	1	1	1(S)	Justificación positiva
				C2	1	1	1	1	1	1	1(S)	
4	F34M=fs	Mantener frecuencia	34368000 bits	C1	0	0	0	0	0	0	0(D)	No aplicable
				C2	1	1	1	1	1	1	1(S)	

### **3.3 Mapeo De Una Señal De 140M**

#### **3.3.1 Mapeo De Una Señal De 140M Dentro De Un VC4**

Una señal tributaria de 139264 Kbit/s puede mapearse en un contenedor virtual VC-4.

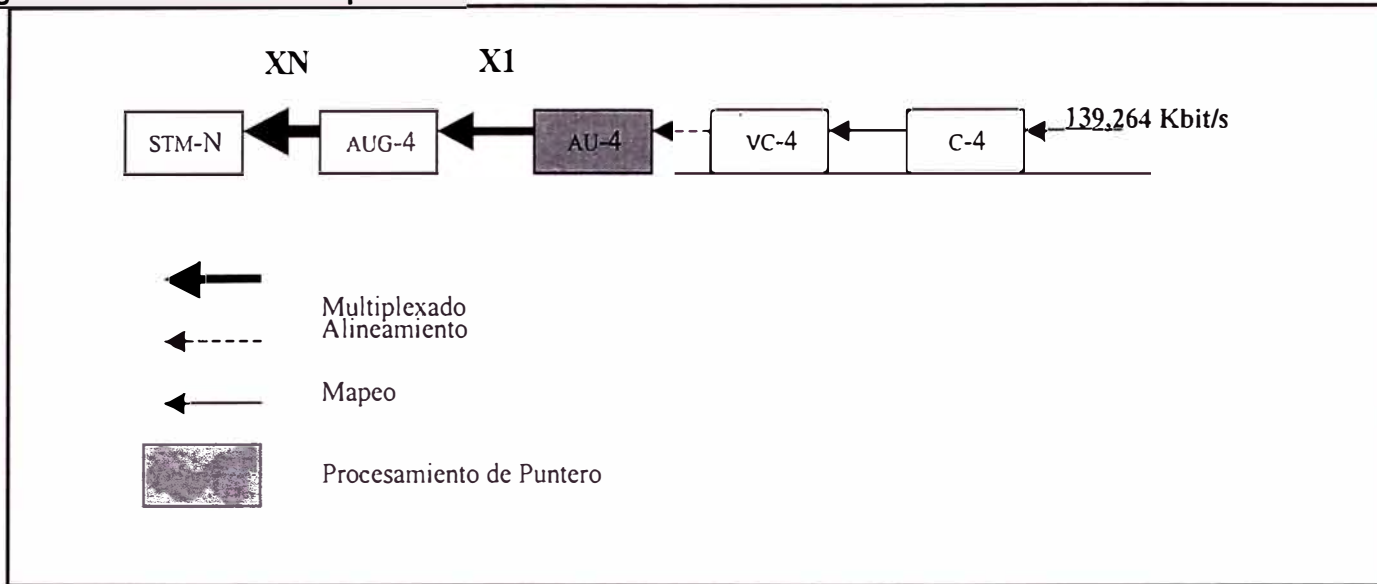
El contenedor VC-4 consta de una tara o cabecera de trayecto de nueve octetos, mas una estructura de carga útil (payload) de 9 filas por 260 columnas:

- Cada una de las nueve filas se divide en 20 bloques de 13 octetos (bytes) cada uno.
- Cada fila consta de un bit de oportunidad de justificación (S) y cinco bits de control de justificación (C).

La explicación de la formación del contenido de los bloques y de la función para la formación de la trama STM-1 se hace de una manera gráfica a continuación.



**Figura 3.14 Ruta de Multiplexado**



**Figura 3.15 Estructura de la trama de 140M**

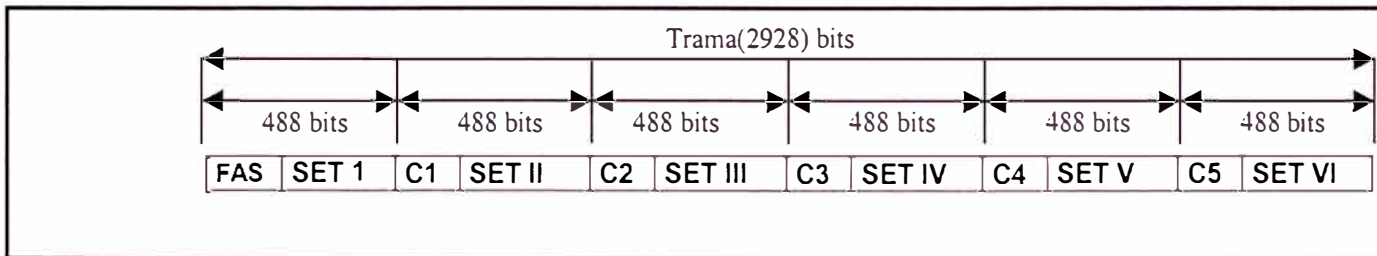
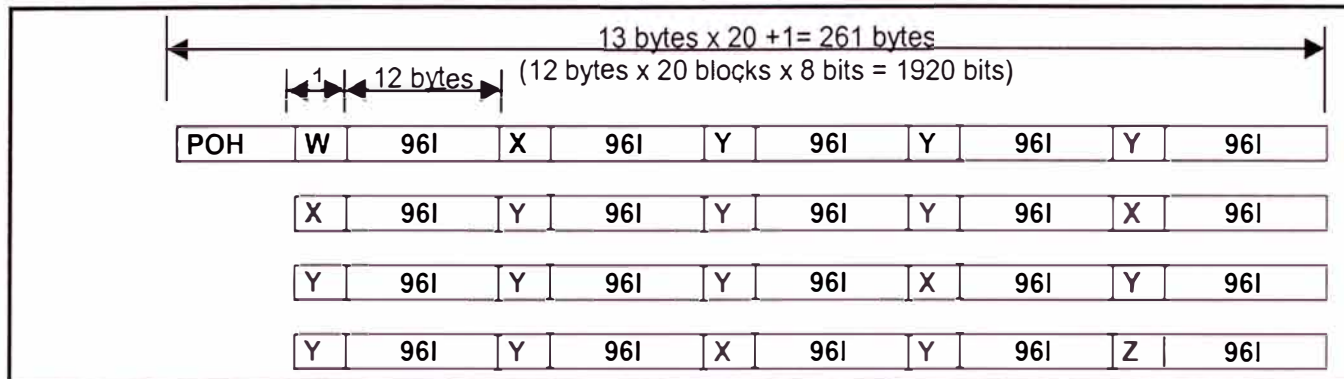
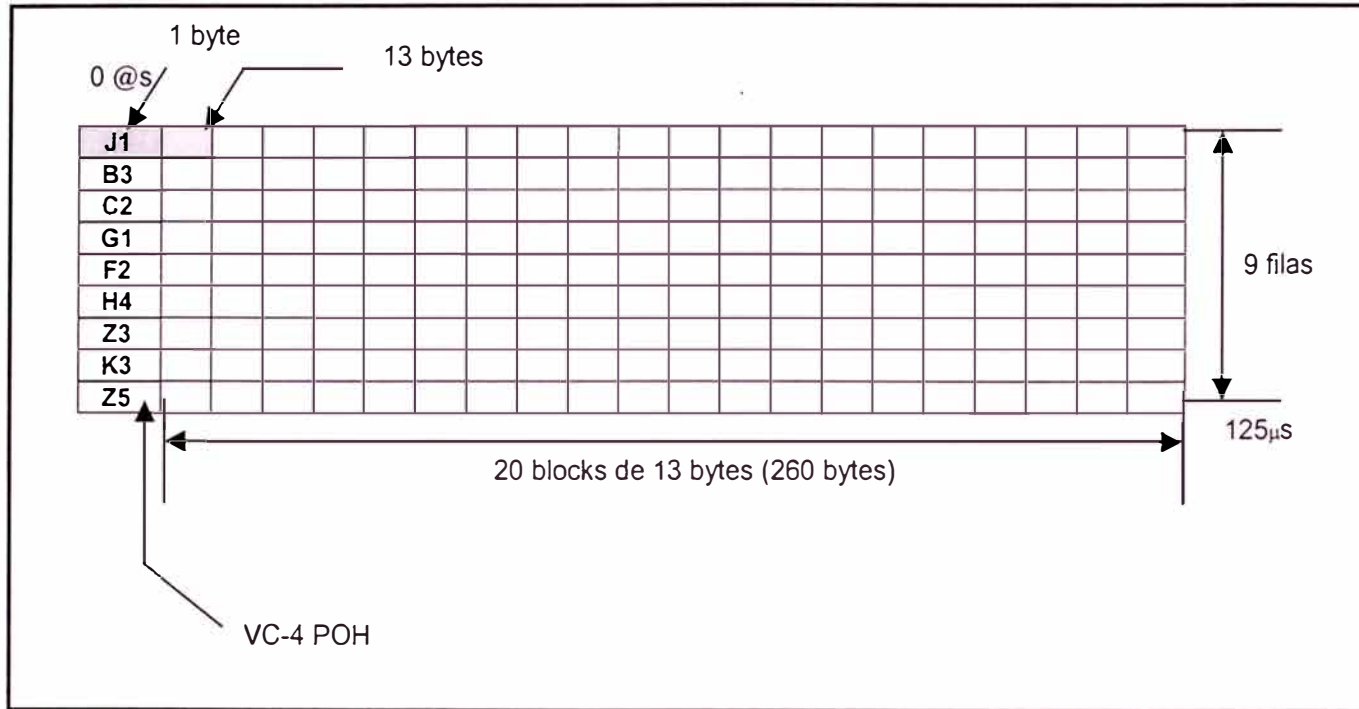


Figura 3.16 Mapeo Síncrono del tributario de 139,264 Kbit/s dentro de un VC-4



- W = I I I I I I I I
- Y = R R R R R R R R
- X = C R R R R R O O
- Z = I I I I I I S R
  
- I = Información
- R = Bit De Relleno Fijo
- O = Bit De Cabecera
- S = Bit De Oportunidad De Justificación
- C = Bit De Control De Justificación

Figura 3.17 Trama De Transmisión En VC-4



**Bits totales en la trama VC-4**

$$(260 + 1) \times 9 \text{ filas} = 2349 \text{ bytes} = 18792 \text{ bits}$$

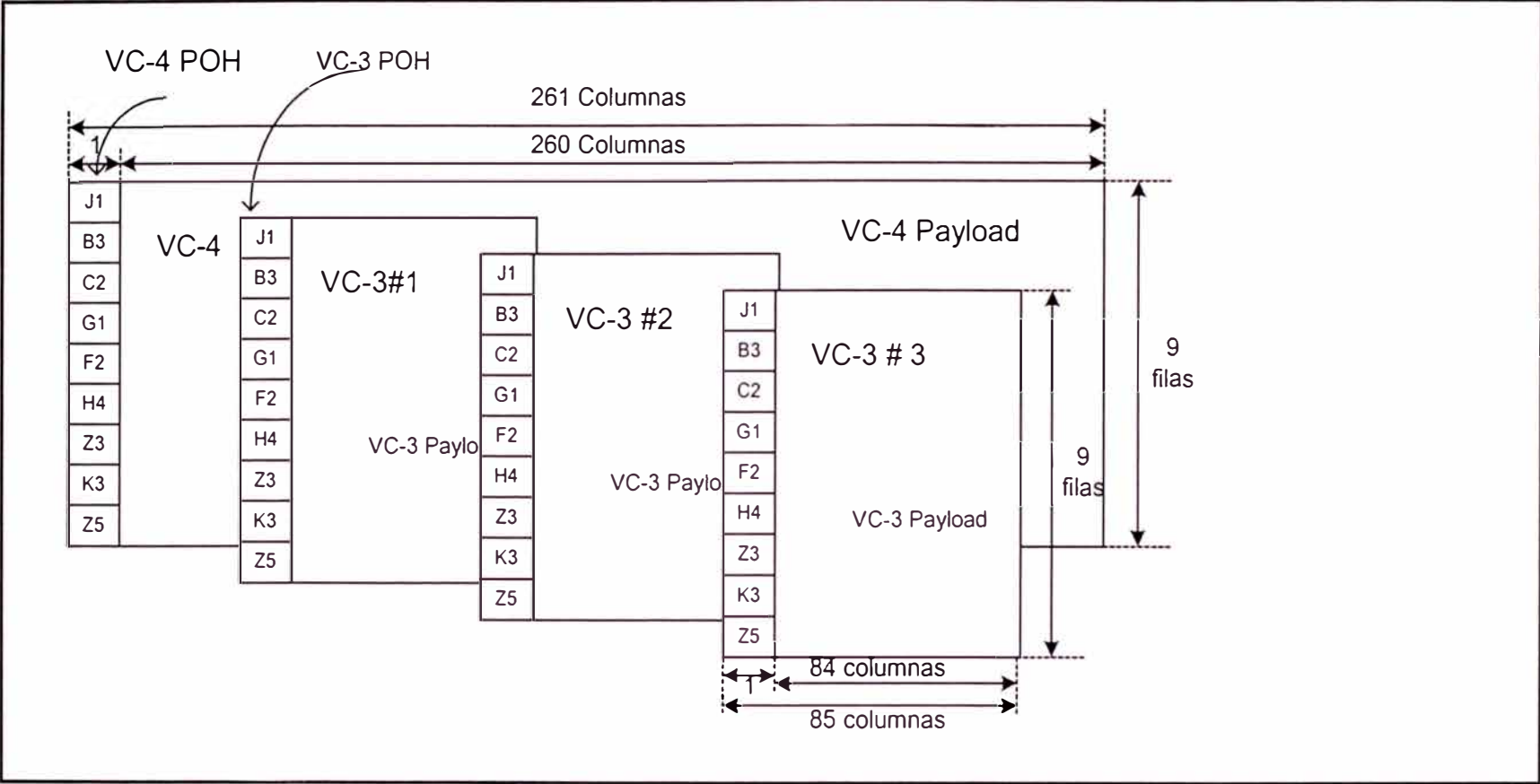
### 3.3.2 Entidades De Cabecera De Sección Y De Trayecto

#### **Cabecera de Trayecto (POH) Path Overhead**

La cabecera de trayecto la componen los bytes que están colocados en la primera columna de la estructura VC (Contenedor virtual). La cabecera de trayecto del contenedor virtual esta provista para la comunicación entre el punto de ensamblaje de un contenedor virtual y su punto de desensamblaje. Se pueden identificar dos categorías de cabeceras de trayecto de contenedores virtuales:

- **Cabecera de trayecto de contenedor virtual básico (VC-1,2 POH)**
- **Cabecera de trayecto de contenedor virtual de alto nivel (VC-3,4 POH)**

Figura 3.18 Diagrama de Cabeceras de trayectorias de alto nivel

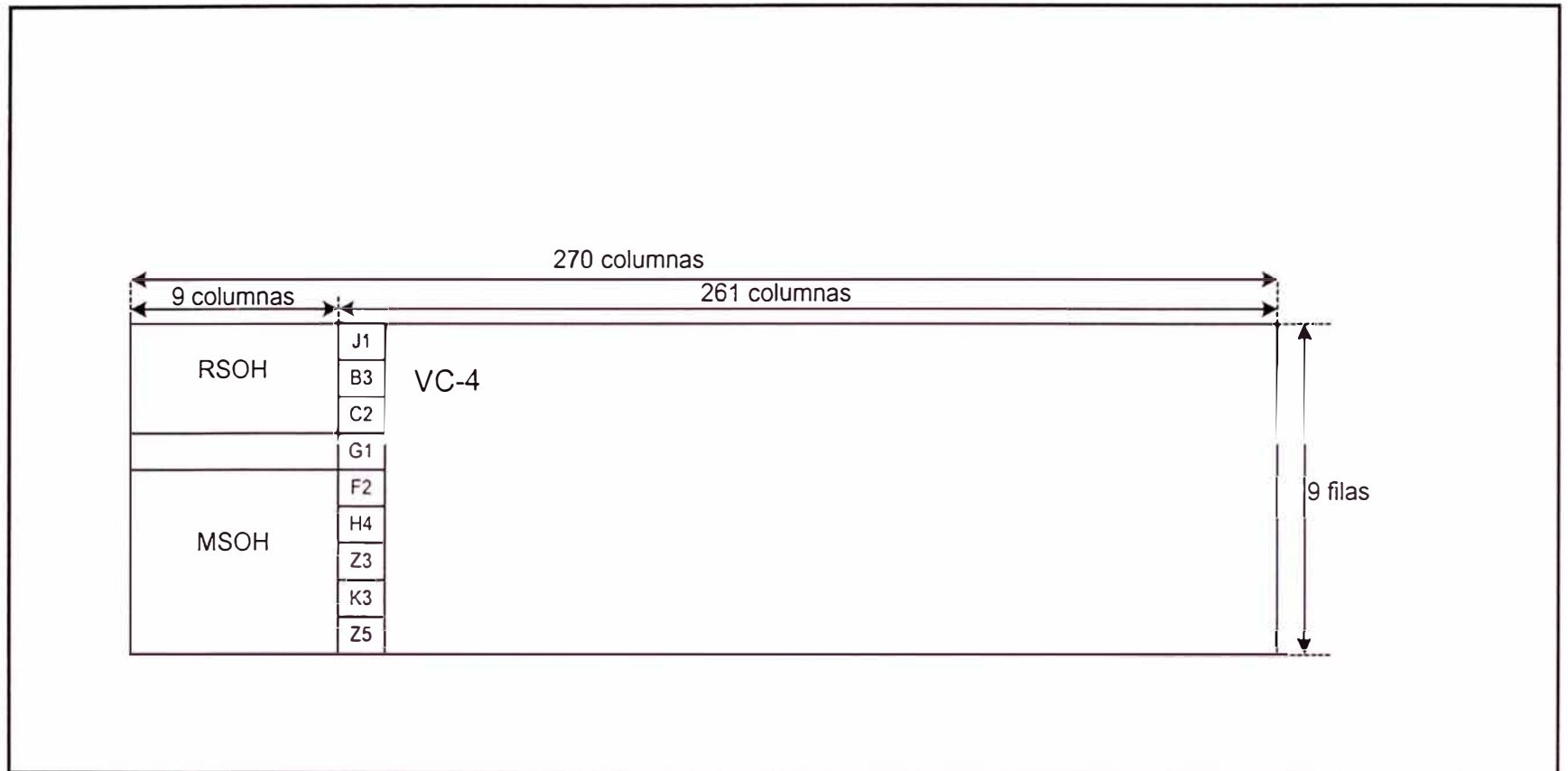


J1	←	Path trace: Verifica la conexión VC indicada por el puntero AU (Comienzo del Trayecto)
B3	←	Path error monitor: Detecta error de trayecto del VC-3 o VC-4 por el BIP-8
C2	←	Signal label: Indica composición de VC-3 o VC-4
G1	←	Path Status: Reporta FEBE, conteo de BIP-8 y FERF(AIS recibido, mismatch de trayecto y de señal)
F2	←	Canal de usuario: canal libre de 64 Kbits/s
H4	←	Indicador de Multitrama: Indica la posición de la multitrama TU-12
Z3	←	Uso futuro
K3	←	Uso futuro
Z5	←	Uso futuro

**Cabecera de Sección (SOH) Section Overhead**

Las filas de 1 al 3 y del 5 al 9 de las columnas del 1 al 9 x N de los STM-1 están dedicadas a SOH. La información SOH es adicionada a la información para usos de mantenimiento, monitoreo de performance y otras funciones operacionales. La información de SOH es clasificada además como RSOH ( Regeneration section overhead) Cabecera de sección regeneradora, la cual termina en las funciones de regeneración y MSOH ( Multiplexer section overhead) Cabecera de sección multiplexora, la cual pasa transparente a través de los regeneradores y terminan donde los (AUGs) Grupo de unidades administrativas son ensambladas y desensambladas.

Figura 3.19





## **Detalle de bytes componentes del POH**

### *Path Trace: J1*

Un mensaje de 64 Kbyte es transmitido un byte por cada VC-4 dentro de byte POH J1. Un único mensaje va ser configurado por cada trayecto en una red SDH. El mensaje soporta un continuo chequeo entre cualquier localización en un trayecto de transmisión y la localización del trayecto fuente.

### *Path BIP-8: B3*

En cada VC-3, VC-4 es colocado un byte para el monitoreo de errores de trayecto. Esta función debe ser un código BIP-8 usando paridad par. El BIP-8 del trayecto es calculados sobre todos los bits del anterior VC-3, VC-4 antes del scrambling. El BIP-8 computado es colocado en el byte B3 del VC-3, VC-4 presente antes del scrambling.

### *Signal Label: C2*

Un byte es colocado para indicar la composición del VC-4, VC-3, se muestra el detalle en la tabla siguiente:

**Tabla 3.7 Codificación del byte C2**

<b>MSB 1 2 3 4</b>	<b>LSB 5 6 7 8</b>	<b>Código Hex</b>	<b>Interpretación</b>
0000	0000	00	No equipado
0000	0001	01	Equipado no especifica
0000	0010	02	Estructura TUG
0000	0011	03	TU bloqueado
0000	0100	04	Mapeo síncrono de 34364Kbit/s o 44736Kbit/s dentro del contenedor 3
0001	0010	12	Mapeo síncrono de 139264 Kbit/s dentro del contenedor 4
0001	0011	13	Mapeo ATM
0001	0100	14	Mapeo MAN (DQDB)
0001	0101	15	Mapeo FDDI

Path Status: G1

El byte G1 es usado para enviar el estado y la información de monitoreo de performance desde el equipo terminal receptor del trayecto hacia el equipo originador.

Esto permite que el estado y la performance de un trayecto bidireccional sean monitoreados en cualquiera de los dos extremos o en cualquier punto a lo largo del trayecto.

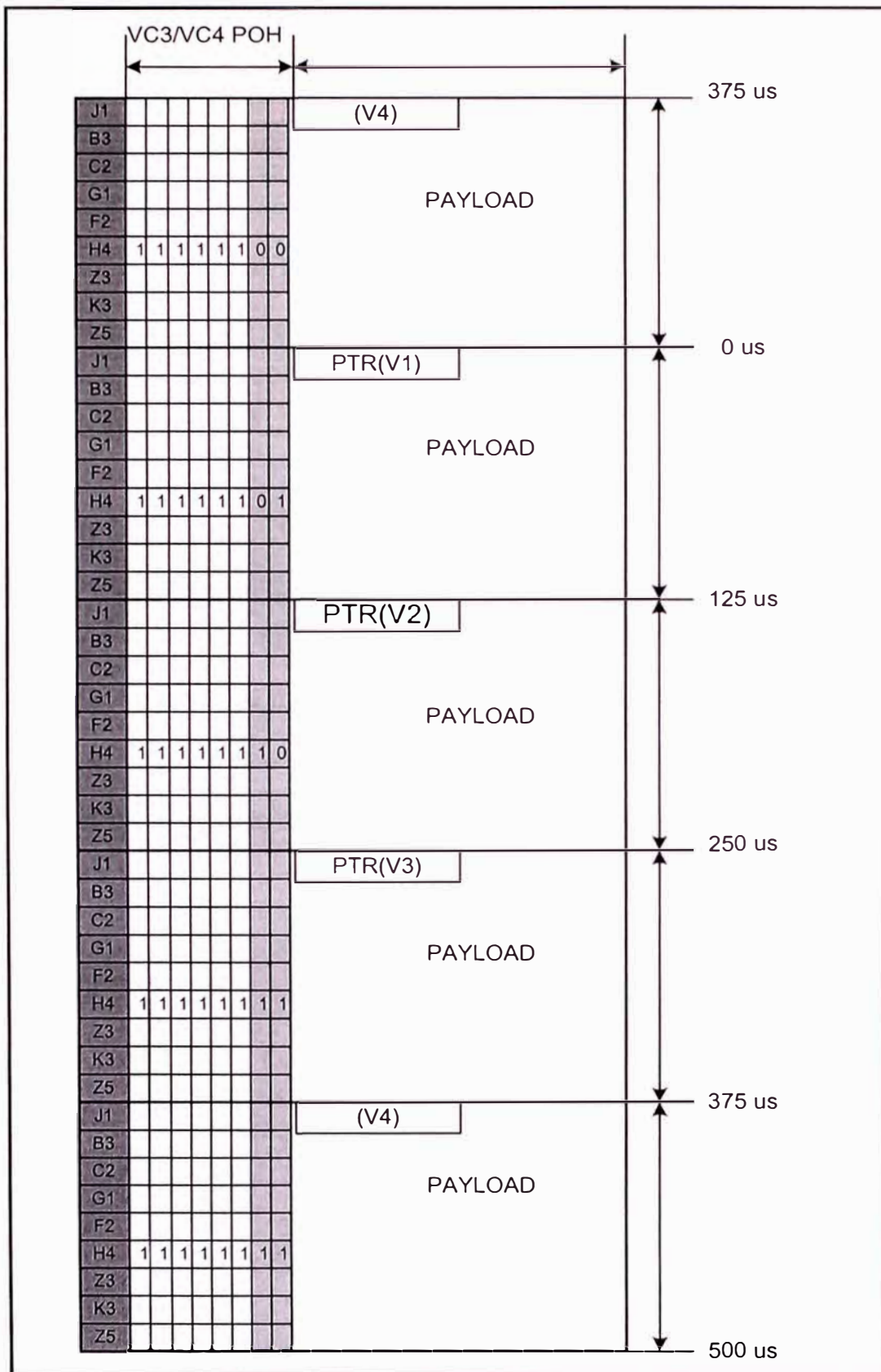
Como es ilustrado en la figura, los bits del 1 al 4 muestran el conteo de los bloques de bits multiplexados que han sido detectados en error por el código del trayecto BIP-8 (B3).

Esta cuenta tiene 9 valores validos, numerados de 0 al 8 errores. Los siete valores restantes posibles representados por esos cuatro bits solo pueden resultar de una condición no relacionada y deben ser interpretados como cero errores.

Tabla 3.8

REI (remote error indicación)				ERROR	RDI	No Usado		
BIT 1	BIT 2	BIT 3	BIT 4		BIT 5	BIT 6	BIT 7	BIT 8
0	0	0	0	0				
0	0	0	1	1	BIT 5 ESTADO NORMAL "0"			
0	0	1	0	2	BIT 5 ESTADO ALARMA "1"			
0	0	1	1	3				
0	1	0	0	4				
0	1	0	1	5				
0	1	1	0	6	RDI: REMOTE DEFECT INDICATION			
0	1	1	1	7				
1	0	0	0	8				
1	0	0	1	0				
1	0	1	0	0				
1	0	1	1	0				
1	1	0	0	0				
1	1	0	1	0				
1	1	1	0	0				
1	1	1	1	0				

Figura 3.20 Indicación de la multitrama TU 12 de 500  $\mu$ s usando H4



Este byte se divide en dos segmentos, del bit 1 al 4 se usa como señalización para conmutación automática a protección para los trayectos de alto nivel (APS) Automatic Protection Switching.

Los bits del 5 al 8 son para uso futuro para propósitos aun no definidos. El receptor ignorará los valores de estos bits.

**Figura 3.21**

1	2	3	4	5	6	7	8
APS				K3			

Byte de operador de red: Z5

Este byte esta colocado para procesos específicos de manejo de red. Para conexión tandem de mantenimiento, el byte Z5 es usado en las siguientes maneras: Los bits del 1 al 4 son usados como una cuenta de entrada y los bits 5 al 8 son usados como canal de comunicación.

## CAPÍTULO IV SINCRONIZACIÓN Y AJUSTE DE PUNTERO

### 4.1. Puntero AU-4

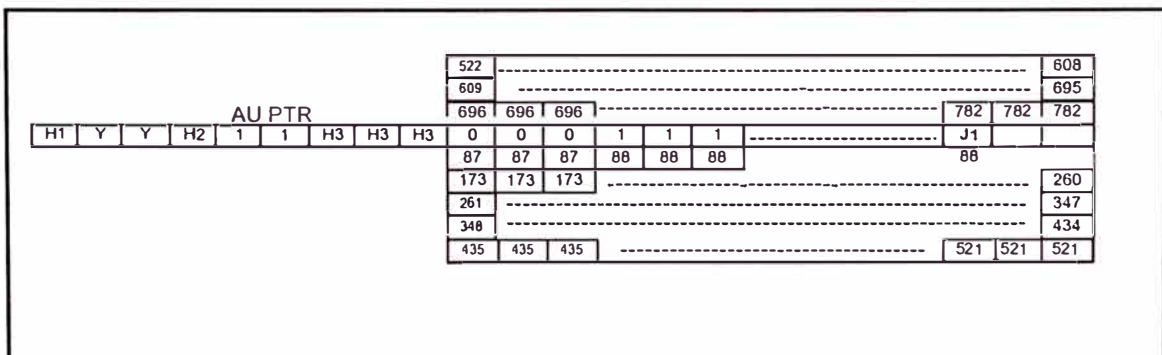
El puntero AU-4 provee un método que permite un alineamiento flexible y dinámico del VC-4 dentro de una trama AU-4.

Un alineamiento dinámico significa que el VC-4 está permitido de flotar dentro de la trama AU-4, por lo tanto el puntero es capaz de acomodar diferencias tanto entre las fases del VC-4 y el SOH, como velocidades de las tramas.

#### Localización del puntero VC-4

El puntero AU-4 está contenido en los bytes H1, H2 y H3 como se muestra en la figura.

**Figura 4.1**



**Valor del Puntero AU-4**

El puntero contenido en H1 y H2 designa la localización de los bytes donde el VC-4 va a comenzar. Los dos bytes utilizados para el puntero pueden ser vistos como una palabra como es mostrado abajo. Los últimos 10 bits (bit 7 al 16) del puntero llevan la información del valor del puntero.

El puntero es un numero de valor binario con un rango de 782 el cual indica la corrección (offset), en incremento de tres bytes, entre el puntero y el primer byte del VC-4.



**Figura 4.2.**

H1								H2								H3																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16																				
N	N	N	N	S	S	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D																				
NDF				AU				Valor de Puntero								Oport. Justif. Negativa								Oport. Justif. Positiva											

**Leyenda de símbolos y abreviaturas y descripción de los mismos**

**I:** Incremento  
**D:** Decremento  
**N:** New data flag

AU:

SS BIT	AU-n/ TU-n type
10	AU-4, AU-3, TU-3

Valor del Puntero

EL rango es el siguiente:

Para AU-4, AU-3        0- 782 decimal  
 Para TU-3                0-764 decimal

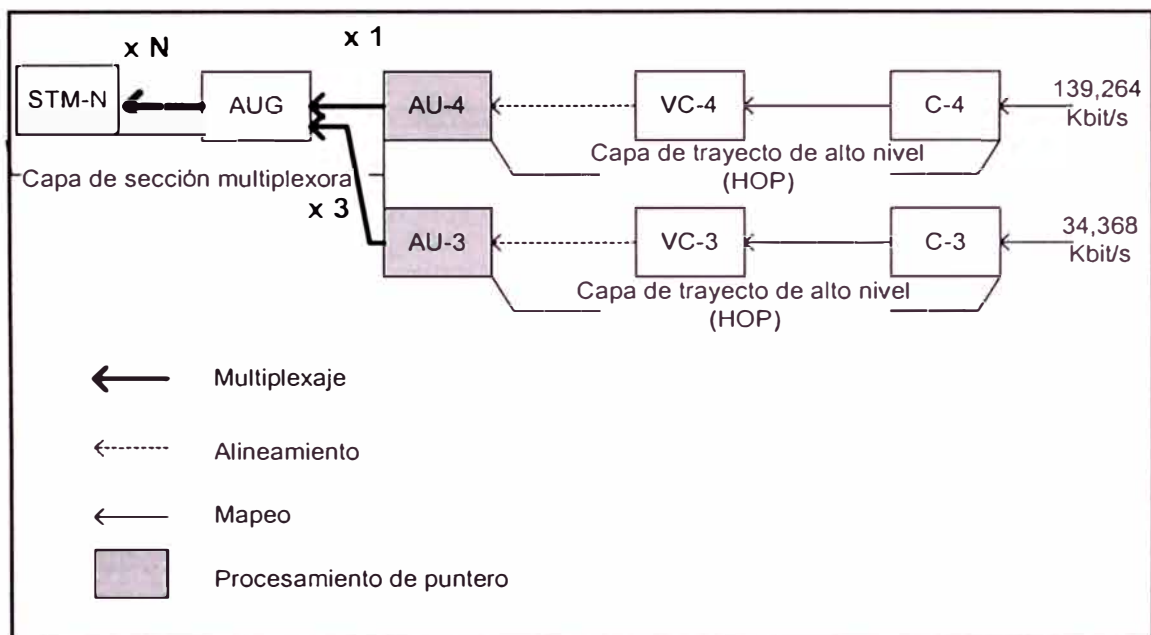
Justificación Negativa: Cuando se invierten los 5 bits D

Justificación Positiva: Cuando se invierten los 5 bits I

## 4.2 Unidad Administrativa (AU)

La AU es la estructura de la información, la cual provee la adaptación entre la capa de trayecto de alto nivel(HOP) y la capa de sección multiplexora.

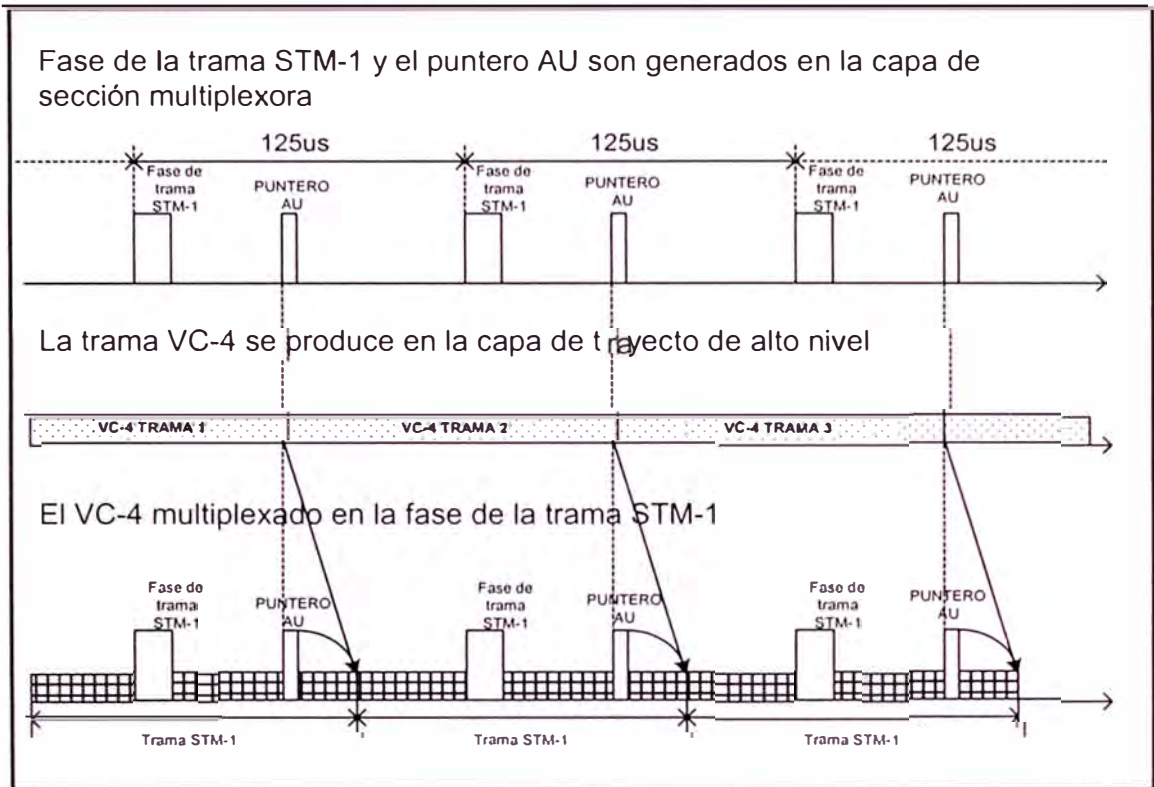
Figura 4.3.



La unidad administrativa AU consiste en información de payload y un puntero (AU pointer) el cual indica el offset entre el comienzo de la trama de payload y el comienzo de la trama de la sección multiplexora.

La unidad administrativa AU-4 consiste de un VC-4 mas un puntero el cual indica el alineamiento de fase del VC-4 con respecto la trama STM-N.

**Figura 4.4**



**4.3 Grupo De Unidades Administrativas (AUG)**

Un AUG consiste de una homogeneidad de tres AU-3 o de un AU-4, y es mostrado en el diagrama de bloques que la pagina anterior.

**Figura 4.5. STM-1 = Un STM-1 lo conforma un AUG+ SOH**

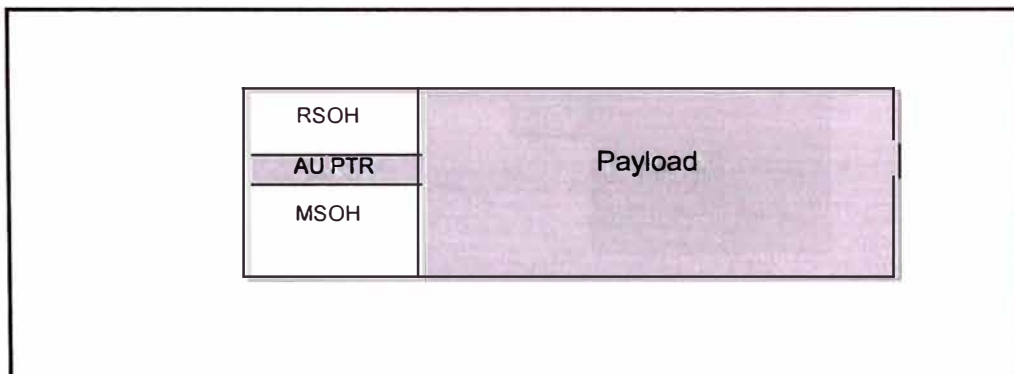


Figura 4.6 Conformación de un AUG

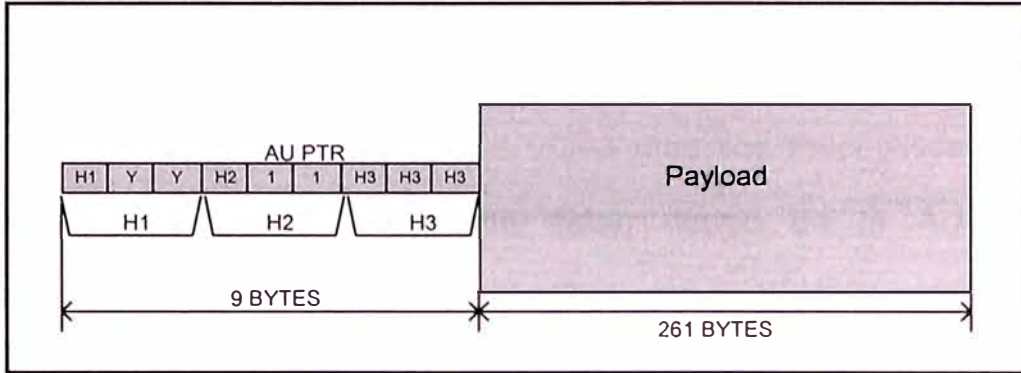
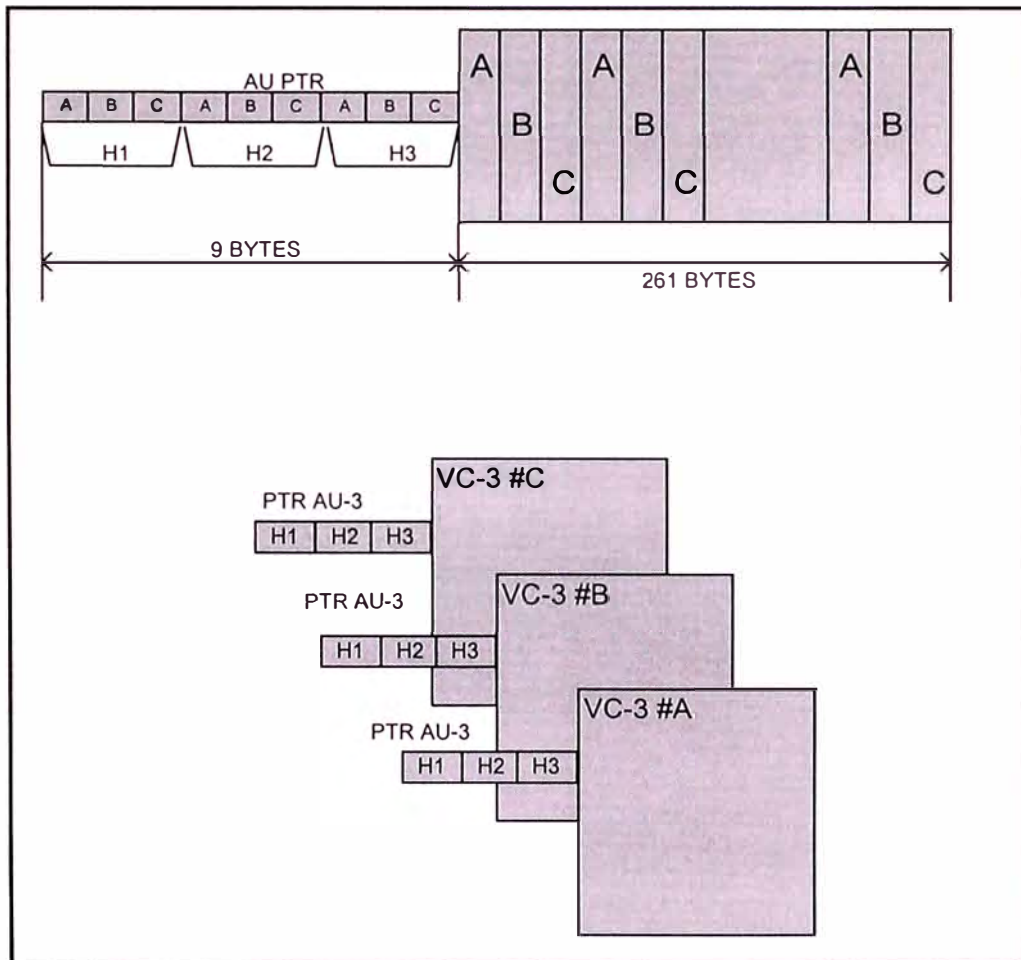


Figura 4.7 Multiplexado de 3 AU-3 en un AUG



#### **4.4 Proceso De Ajuste De Puntero**

Una unidad administrativa esta conformada como se ha mostrado de un contenedor virtual en el caso de VC4 o de un grupo de contenedores virtuales como es el caso de 3 VC--3 mas sus respectivos punteros PTR, pues los VC realmente flotan dentro de la AU (Unidad Administrativa) pudiendo así efectuar una real compensación ante desviaciones en frecuencia mediante el método de justificación de puntero lo cual procedemos a mostrar a continuación utilizando ejemplos.

Figura 4.8 Ejemplo Justificación Negativa

H1				H2				H3									
TRAMA STM-1 N-4																	
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0		
TRAMA STM-1 N-3																	
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0		
TRAMA STM-1 N-2																	
0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1		
TRAMA STM-1 N-1																	
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
N	N	N	N	S	S	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D		
NDF		AU		Valor de Puntero								Oport. Justif. Negativa				Oport. Justif. Positiva	

Figura 4.9 Ejemplo Justificación Positiva

H1				H2				H3									
TRAMA STM-1 N-4																	
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0		
TRAMA STM-1 N-3																	
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0		
TRAMA STM-1 N-2																	
0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0		
TRAMA STM-1 N-1																	
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
N	N	N	N	S	S	I	D	I	D	I	D	I	D	I	D		
NDF				AU		Valor de Puntero				Oport. Justif. Negativa				Oport. Justif. Positiva			

Figura 4.10 Ejemplo Justificación Negativa (Detalle)

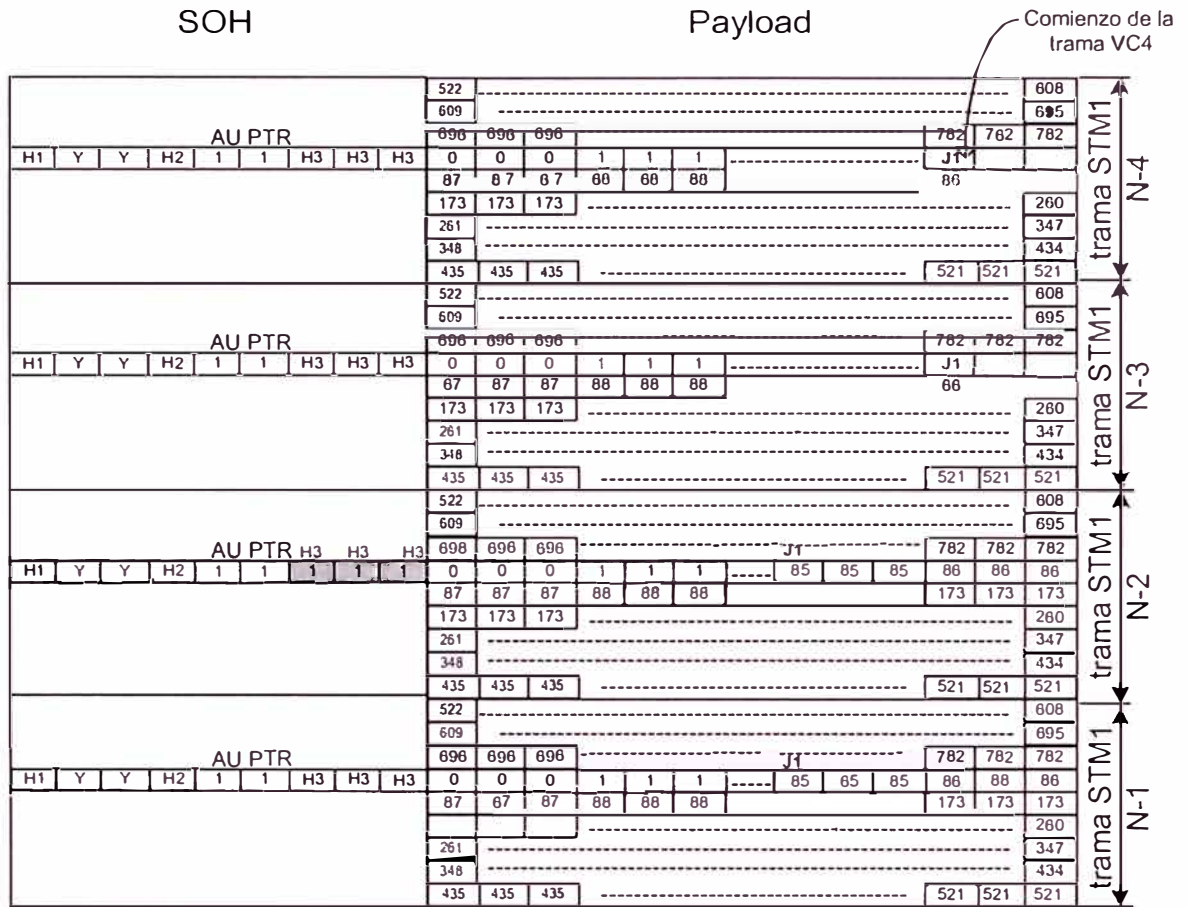
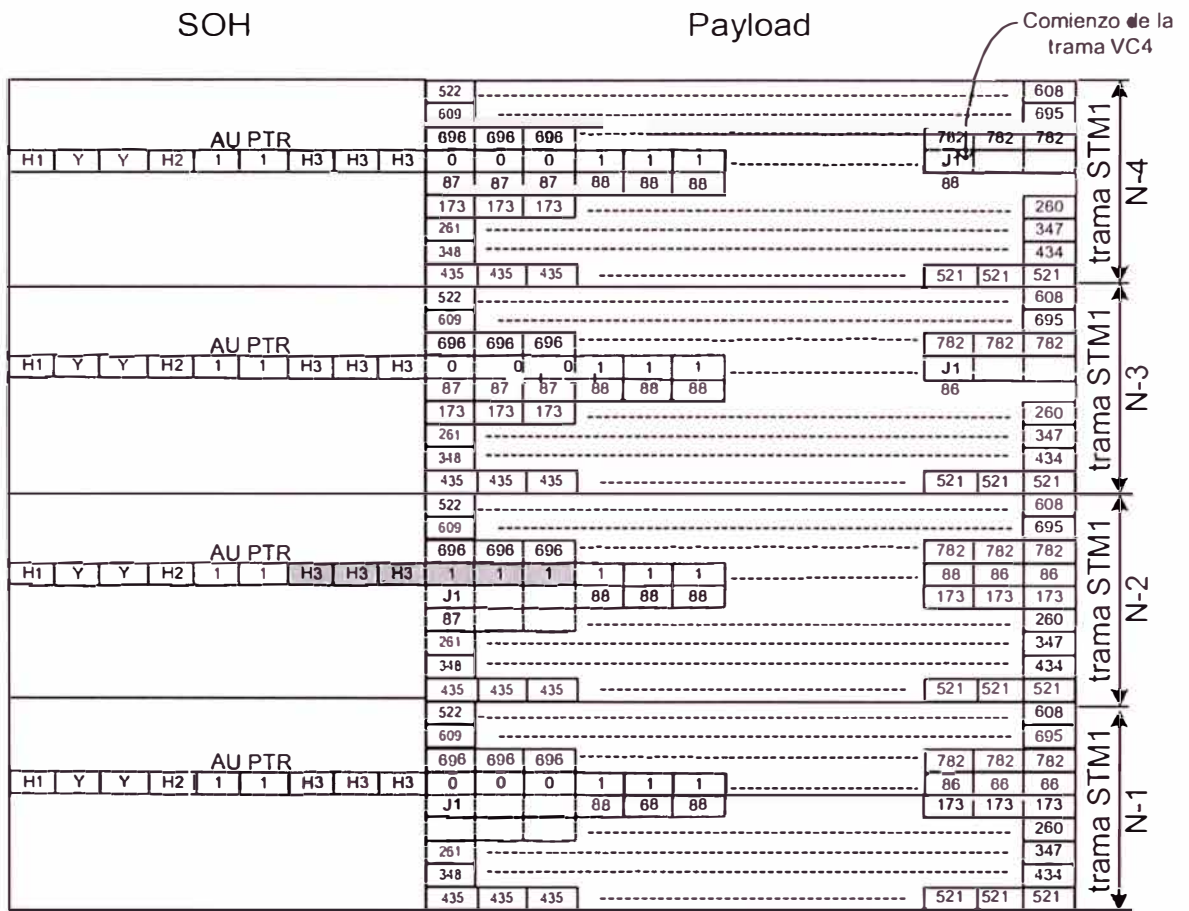




Figura 4.11 Ejemplo Justificación Positiva (Detalle)



## 4.5 Arquitectura De Sincronización

Figura 4.12

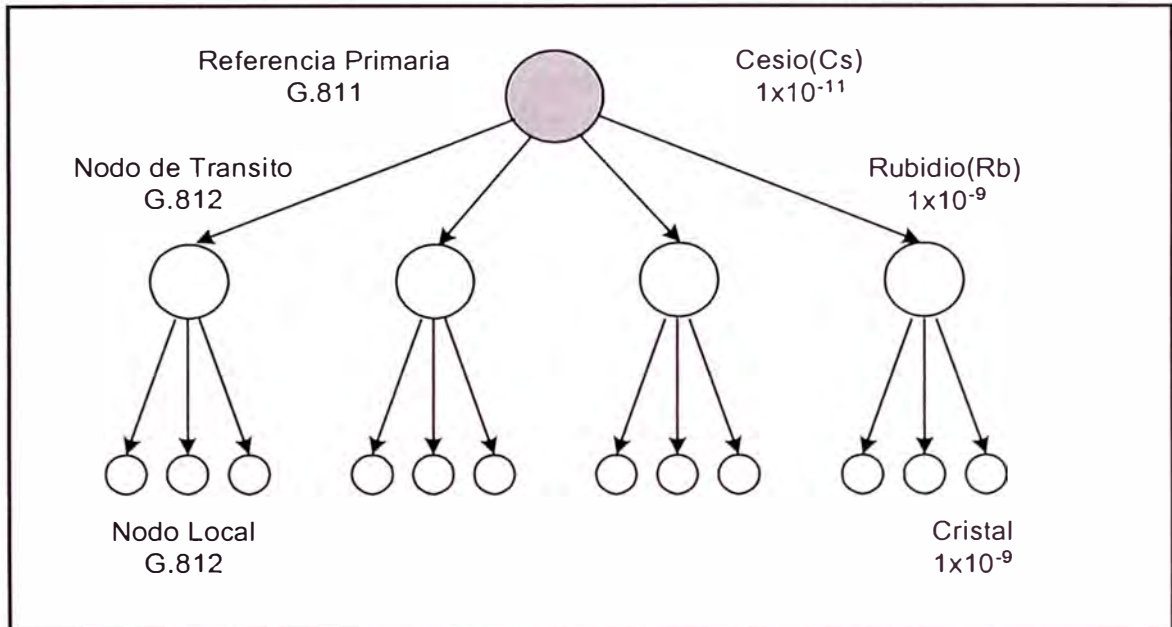
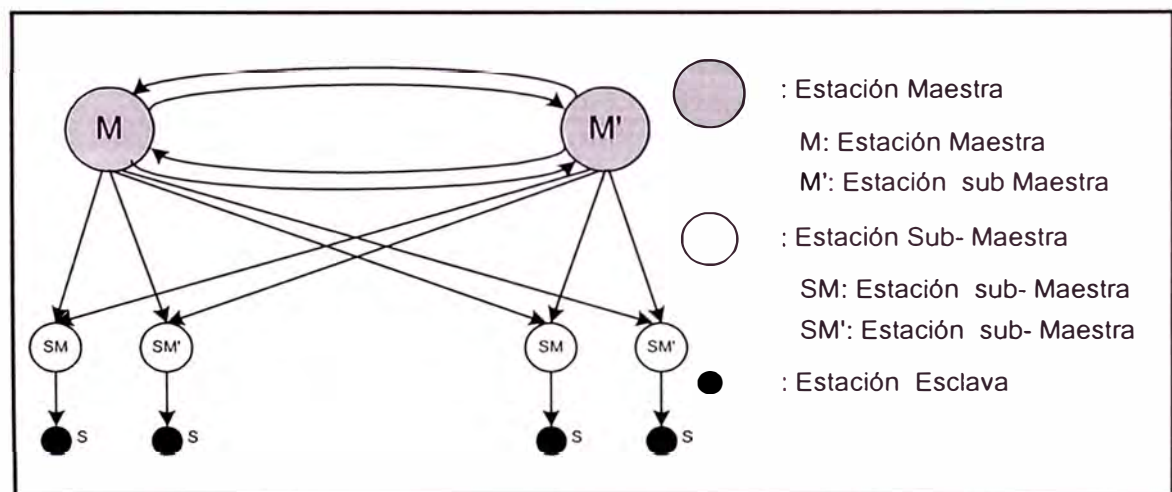


Figura 4.13

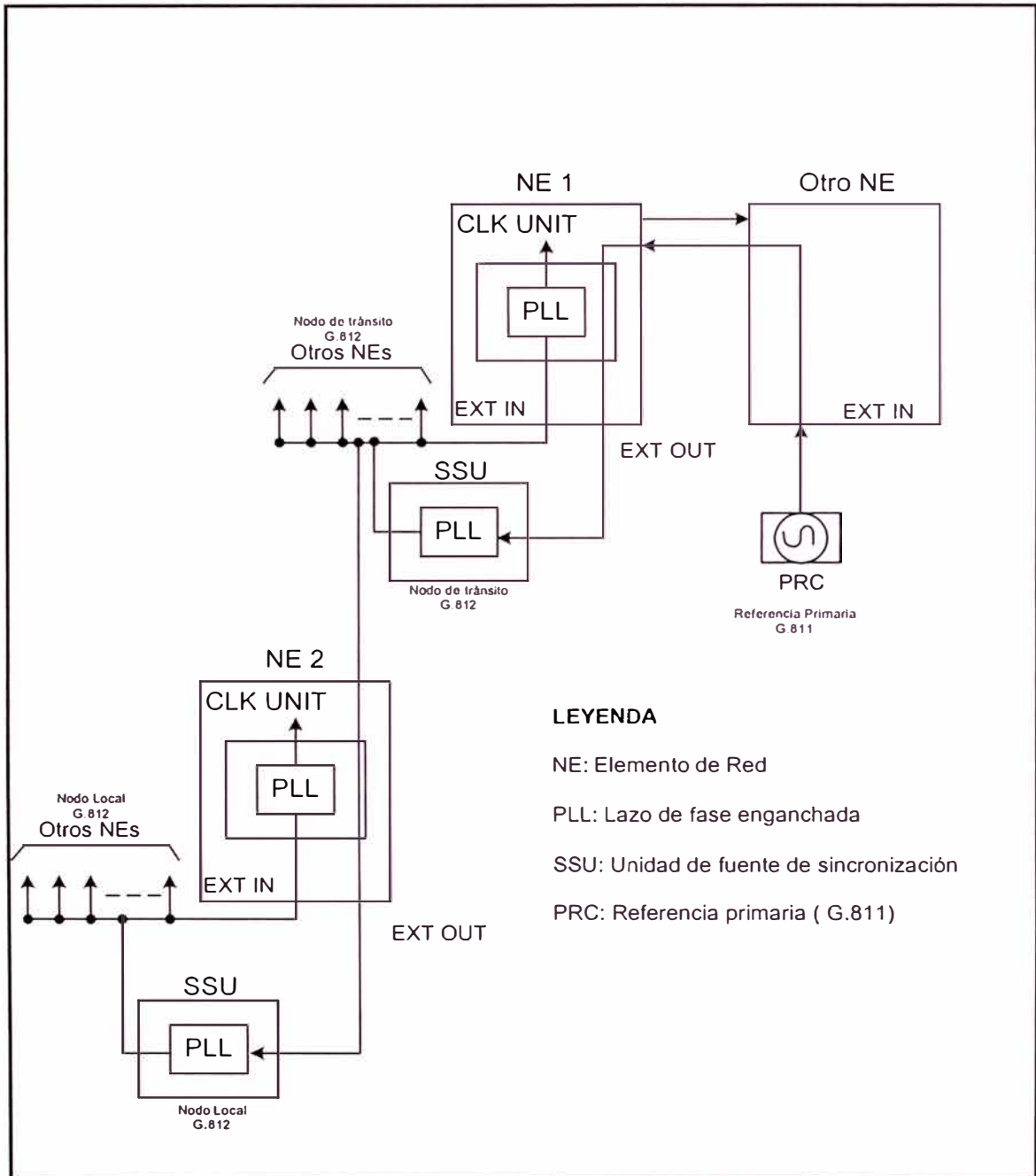


#### 4.5.1 Nivel De Calidad

**Tabla 4.1**

Item	Descripción	Número de calidad espec. ITU	Byte S1
SSM	La calidad es determinada por el byte S1 de mensaje de estado de sincronización desde el NE remoto. Esta opción se aplica a las fuentes de temporización de línea.		
G.811	El clock G.811 de acuerdo a la especificación ITU-T G.811	1	0010
DESCONOCIDO	Esta calidad se define el temporizado cuya calidad de fuente es desconocida, puesto que va por equipos antiguos que no procesan el SSM	2	0000
G.812 TRÁNSITO	Nodo de tránsito G.812 que cumple con las especificaciones del ITU-T G.812. Nodo de tránsito.	3	0100
G.812 LOCAL	Nodo de local G.812 que cumple con las especificaciones del ITU-T G.812. Nodo de local.	4	1000
SETS	Clock fuente de temporización del equipo que cumple con la especificación ITU-T G.81s	5	1011
NO USADO	No usado, interfaces no usadas	6	1111
RESERVADO	Reservado para el futuro	7	
NO USADO	Configurado para no ser fuente de temporización	8	

Figura 4.14 Diagrama de Bloques real



#### 4.5.2 Prioridad De Y Niveles De Calidad De Sincronización

##### Prioridad de Equipo

El usuario puede seleccionar una fuente de sincronización configurando las prioridades del equipo entre 1 y 254 (255 es no usado). La prioridad 1 significa la mas alta prioridad. Todas las fuentes de temporización que están siendo usadas deben tener distintas prioridades, no puede haber duplicidad de prioridades.

**Tabla 4.2**

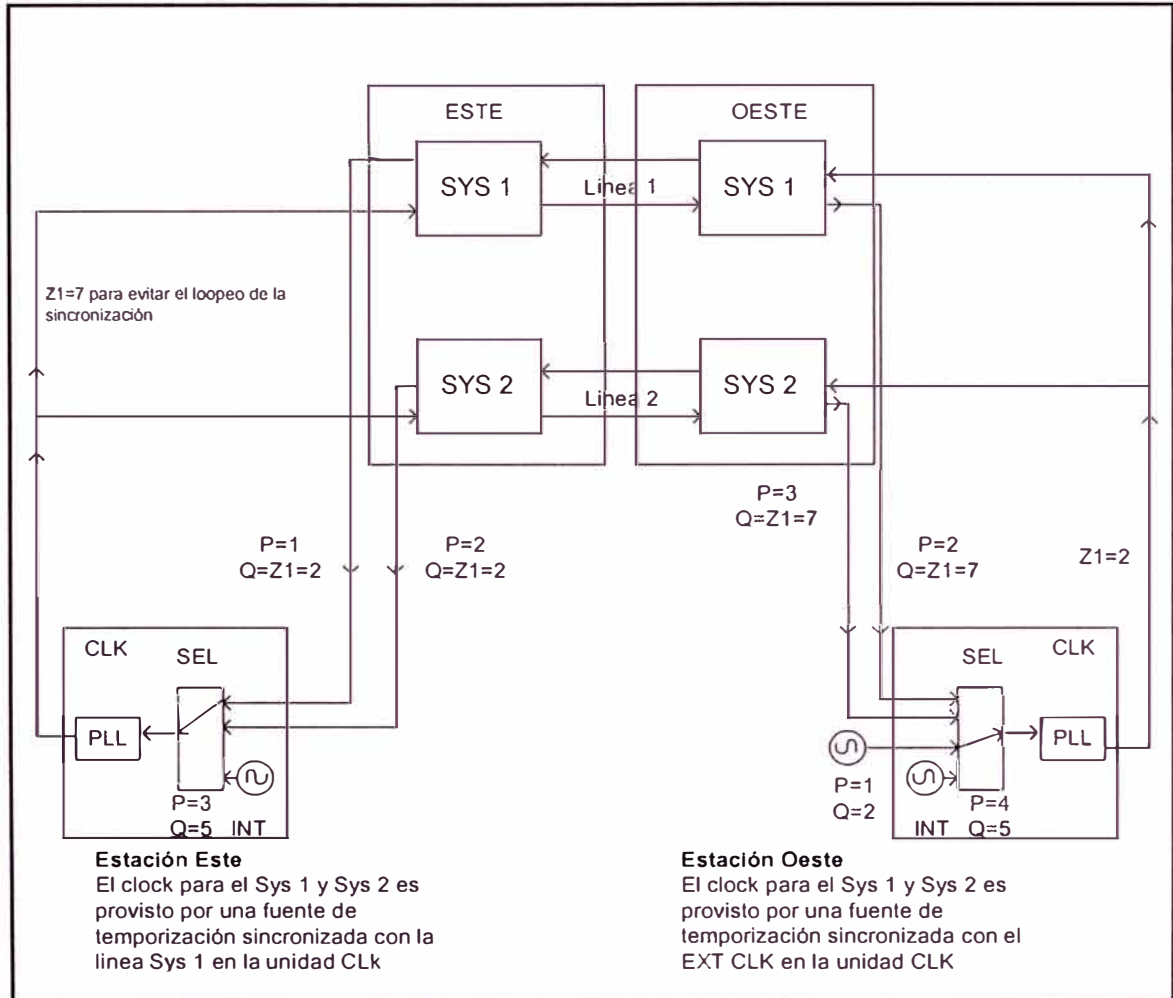
<b>NIVEL DE PRIORIDAD</b>	<b>Paso de prioridades ( en decimal)</b>	<b>Indicación binaria</b>
Mas alta	1	00000001
	2	00000001
	3	00000001
		00000001
		00000001
	127	00000001
	128	00000001
		00000001
Mas baja	254	11111110
No usada(interna)	255	11111111

### **4.5.3 Relación Entre Calidad Y Nivel De Calidad**

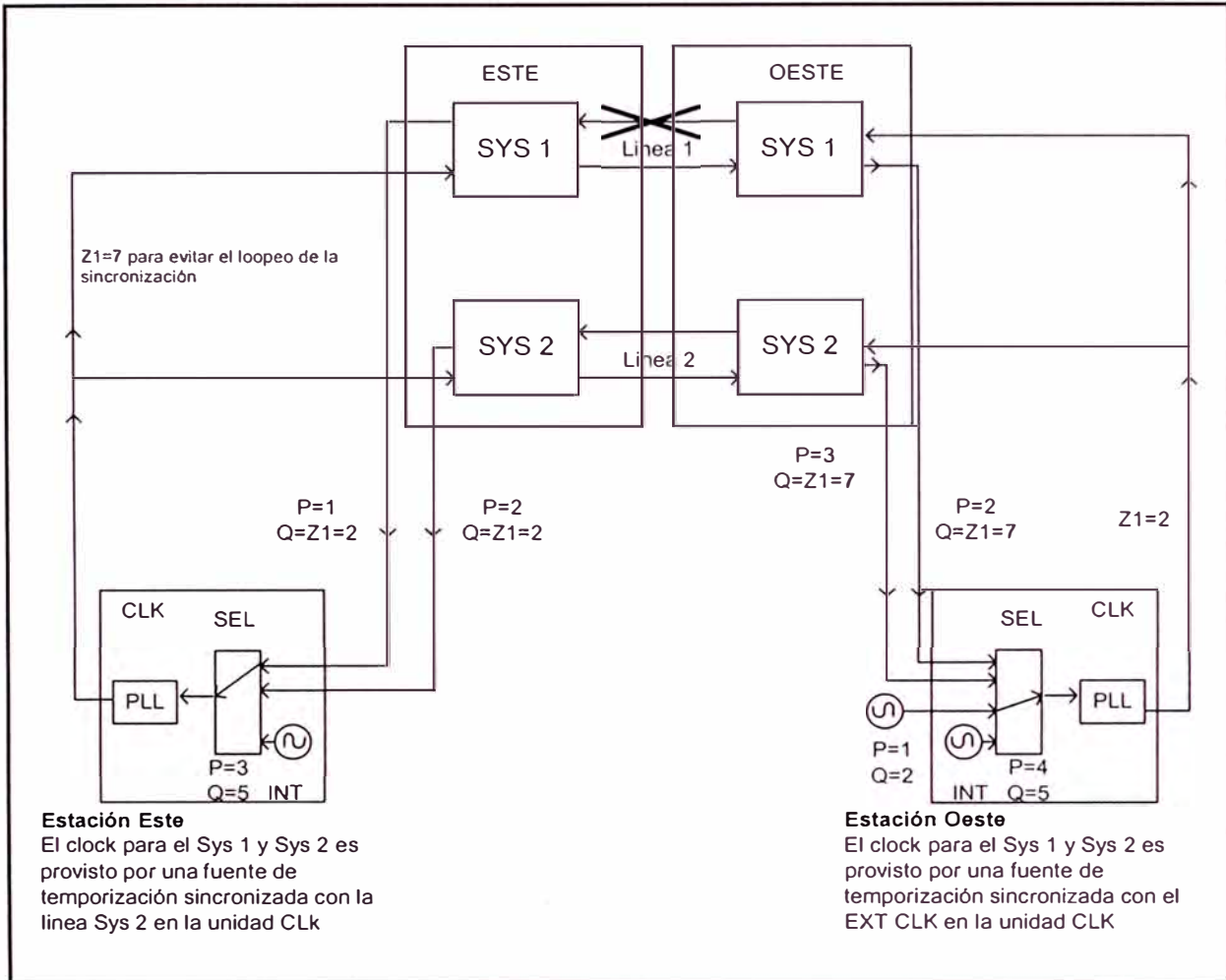
El nivel de calidad y la prioridad son usadas conjuntamente por el equipo para determinar que fuente de clock debe ser usada como la fuente de temporización. La calidad de la fuente es chequeada primero y si hay varias fuentes con la misma calidad entonces es usada la de mas alta prioridad. Si solo prioridad es usada para determinar la secuencia de conmutación, las calidades de todas la fuentes de temporización deben configurarse en SETS.

**Figura 4.15 Ejemplo de conmutación de fuente de temporización**

Condición Normal

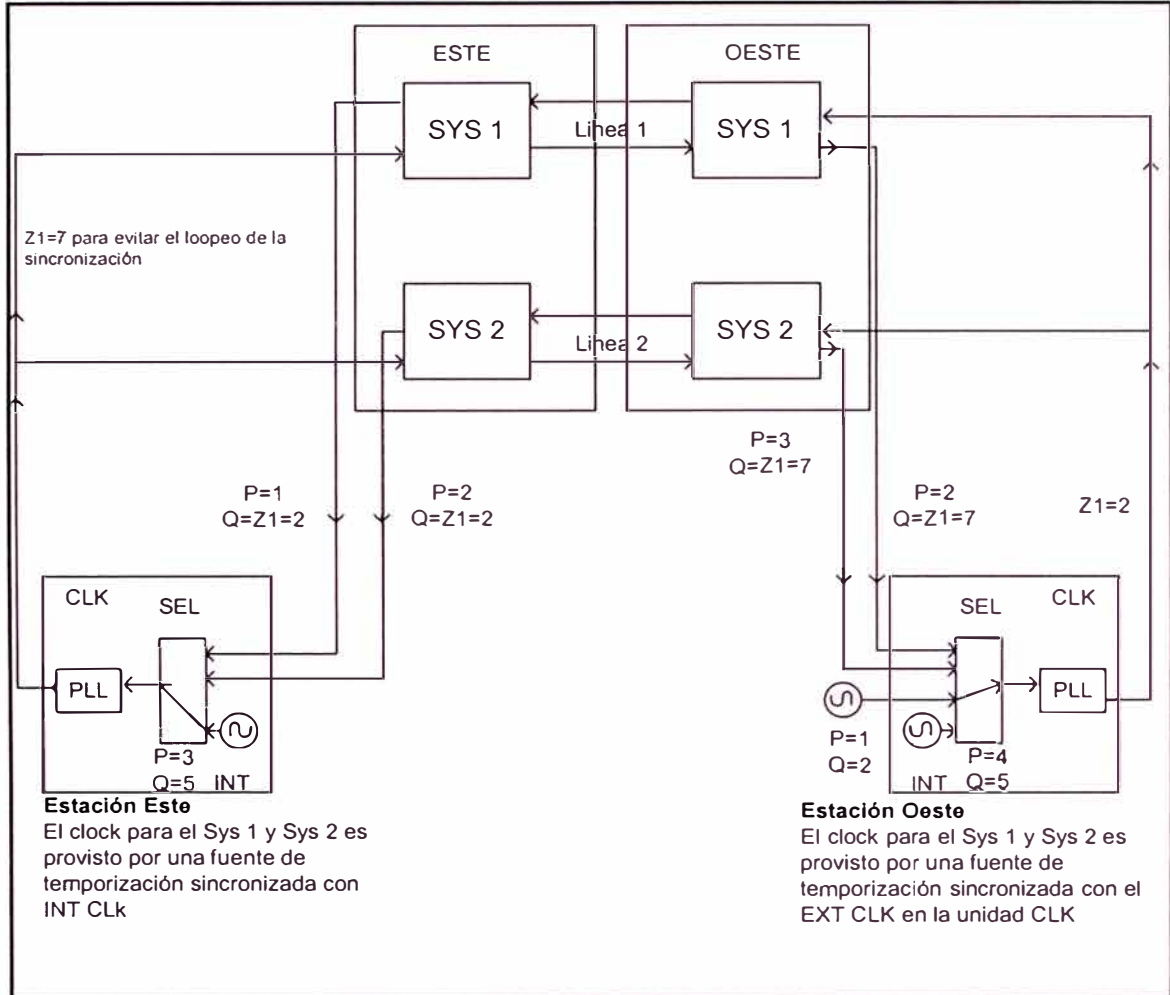


Desconexión o falla de la línea del sistema 1





Desconexión o falla de las líneas de los sistemas 1 y 2



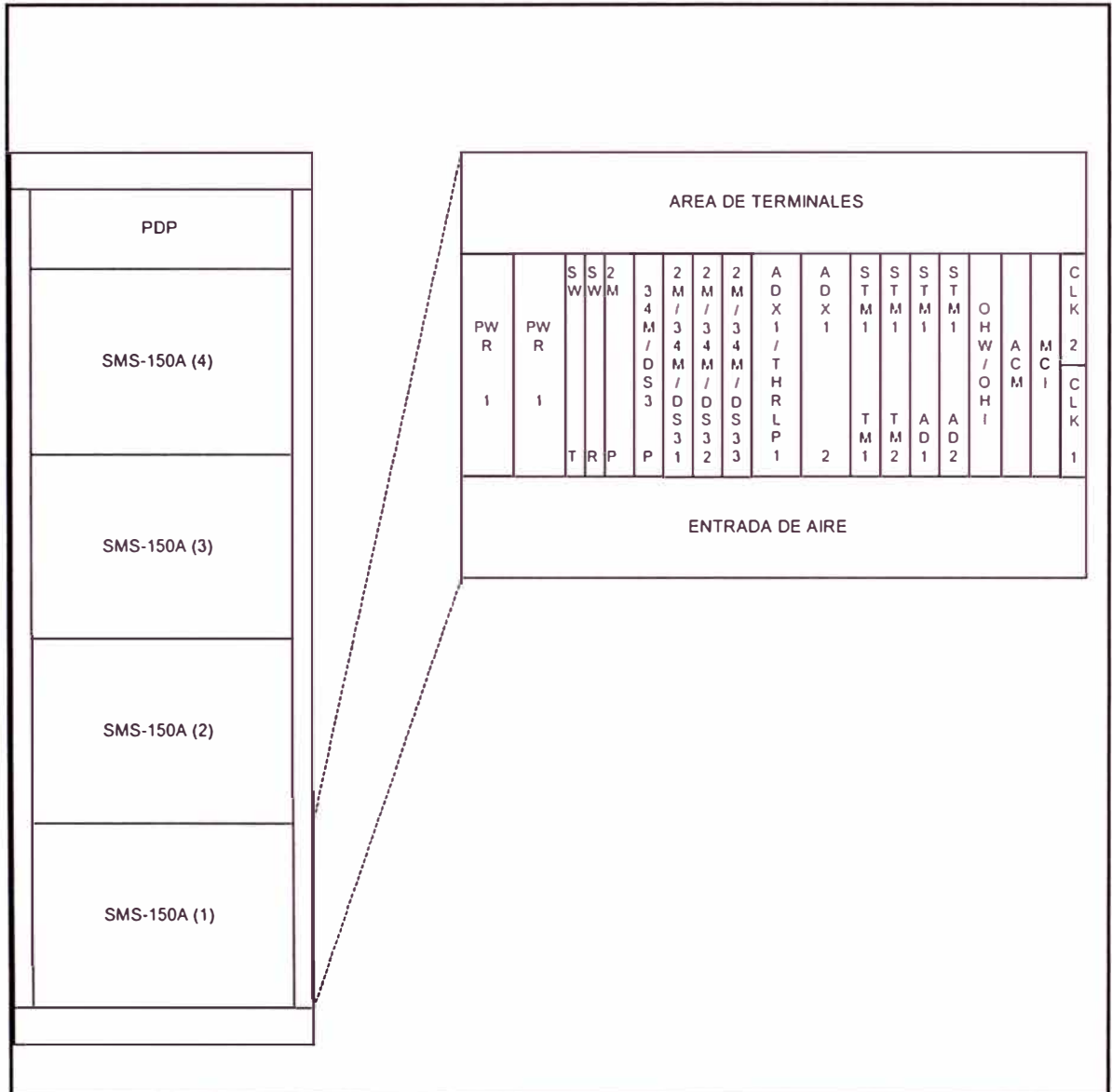
## **CAPÍTULO V**

### **DESCRIPCIÓN DEL MUX SMS 150 A MARCA NEC**

#### **5.1 Descripción Física**

El SMS-150 A se monta en un bastidor ETS de NEC, el cual ocupa una altura de 473 milímetros en el bastidor. La figura de la pagina siguiente muestra una disposición típica del SMS-150 A y la disposición de unidades dentro del sub bastidor. El SMS – 150 A consta de un máximo de diecinueve unidades, que se montan en las bases guía superior e inferior y se conectan entre si a través del tablero de circuito impreso posterior. Las unidades montadas en este subbastidor son todas de 233.68 milímetros de altura, excepto los generadores de reloj, que tienen una altura de 111.76 milímetros.

Figura 5.1 Bastidor MUX SMS 150-A



## 5.2 Aplicaciones Del Sistema

### Configuraciones del SMS-150 A

El SMS-150 A multiplexa señales plesiócronas de 2.048 Kbit/s (2M) y 34.368 Kbit/s (34M) (o 44.736 Kbit/s (DS3) y/o señal STM-1 tributaria en señal de transmisión síncrona STM-1 de 155.520 Kbit/s (solo en el modo anillo). El SMS-150 A apoya las configuraciones indicadas a continuación y la figura de la página siguiente muestra los diagramas de configuración.

### Modo Terminal

Un multiplexor terminal de línea óptica que multiplexa señales tributarias a señal STM-1 de alta velocidad. Para referencia, vea la descripción de multiplexor tipo I.1 de la recomendación de ITU-T G.782.

### Modo TSI

Un multiplexor terminal de línea óptica con interconexión de señal que multiplexa señales tributarias en señal STM-1 de alta velocidad. Para referencia, vea la descripción de multiplexor I.2 de la recomendación de ITU-T G.782.

**Modo de Inserción-Extracción**

Un multiplexor de inserción-extracción que proporciona acceso a señales tributarias en las señales STM-1 para aplicaciones multipunto. Para referencia, vea la descripción de multiplexor tipo III.1 de la recomendación ITU-T G.782.

**Modo de Anillo**

Un sistema de arquitectura de anillo unidireccional de dos fibras autorrecuperable (anillo de conexión de subred con protección de trayecto (SNC/P)), que proporciona acceso a las señales tributarias en las señales STM-1 para aplicaciones de anillo. Para referencia, vea la especificación de Bellcore, TR-TSY-000496, edición 2, septiembre de 1991 y la descripción de multiplexor tipo III.1 y tipo III.2 de la recomendación ITU-T G.782.

Figura 5.2

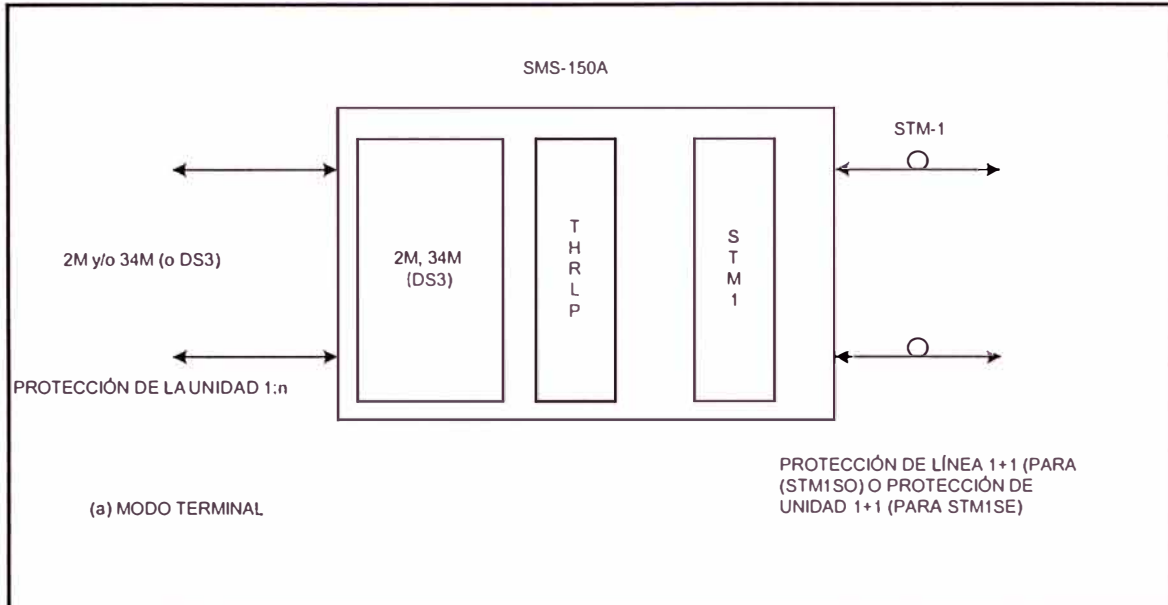


Figura 5.3

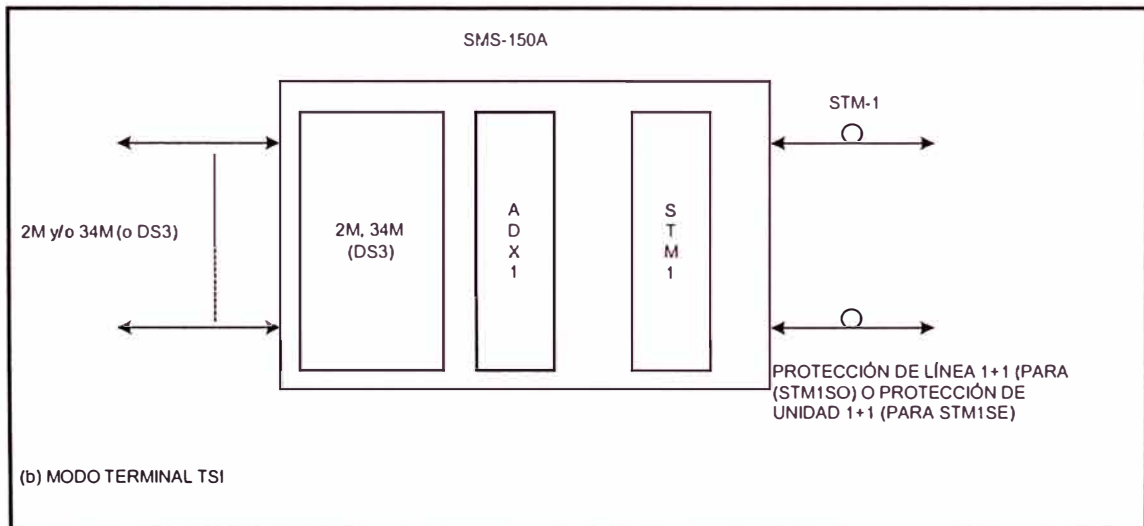


Figura 5.4

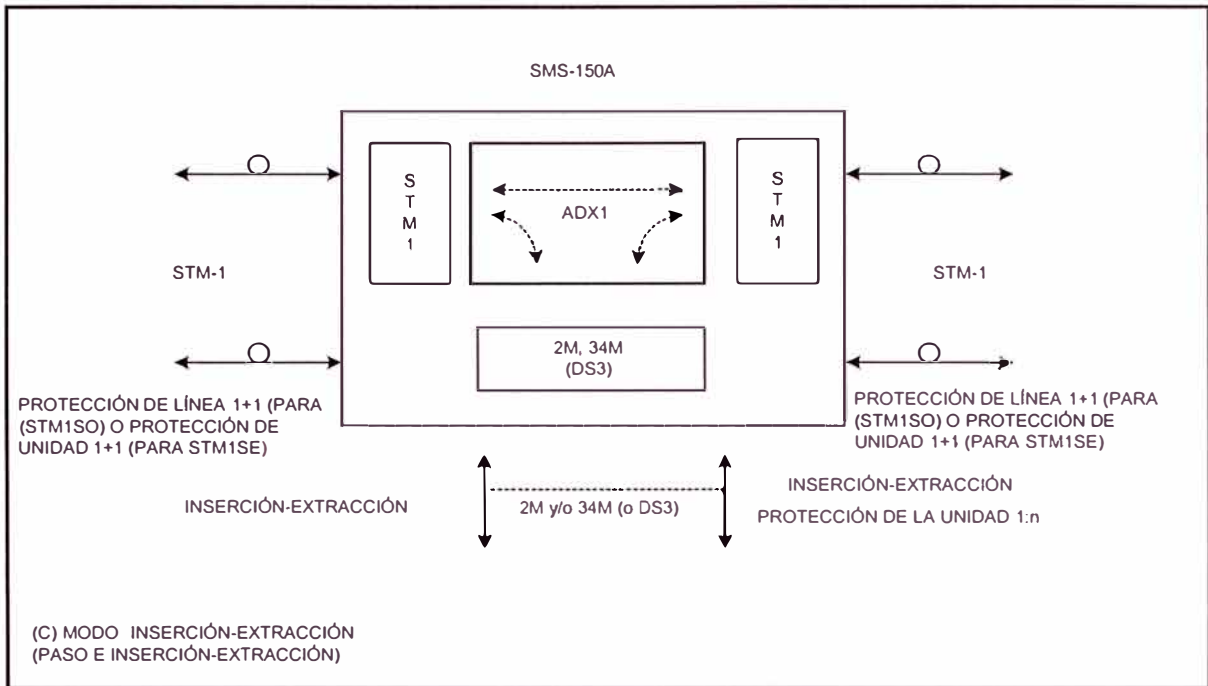


Figura 5.5

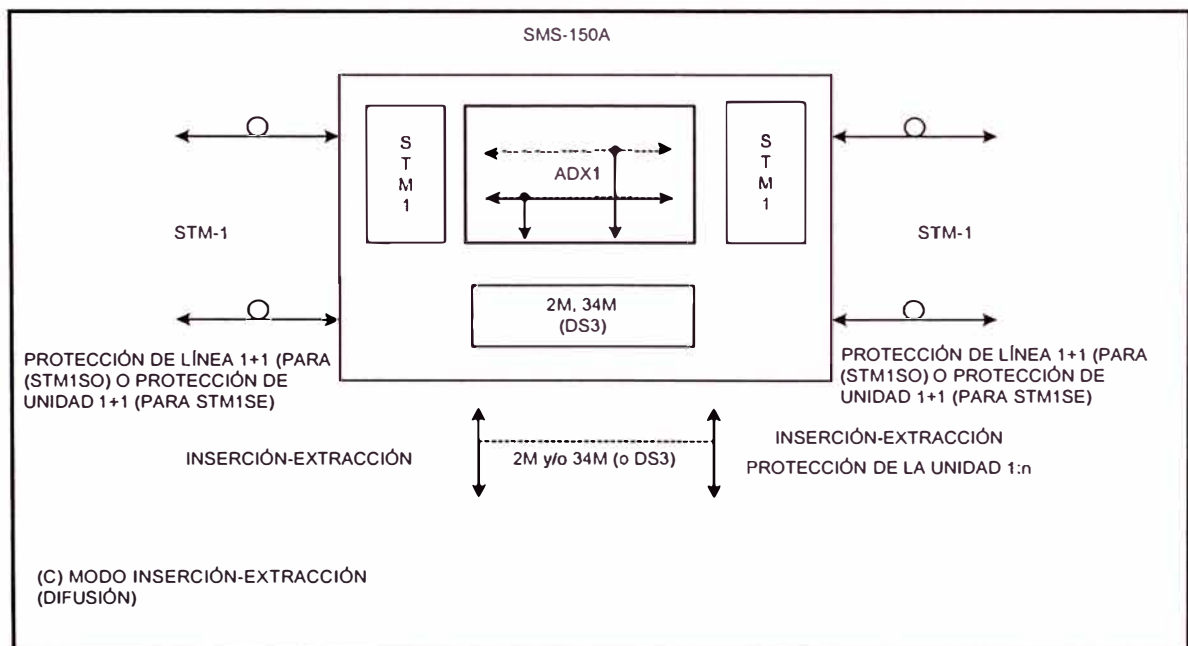


Figura 5.6

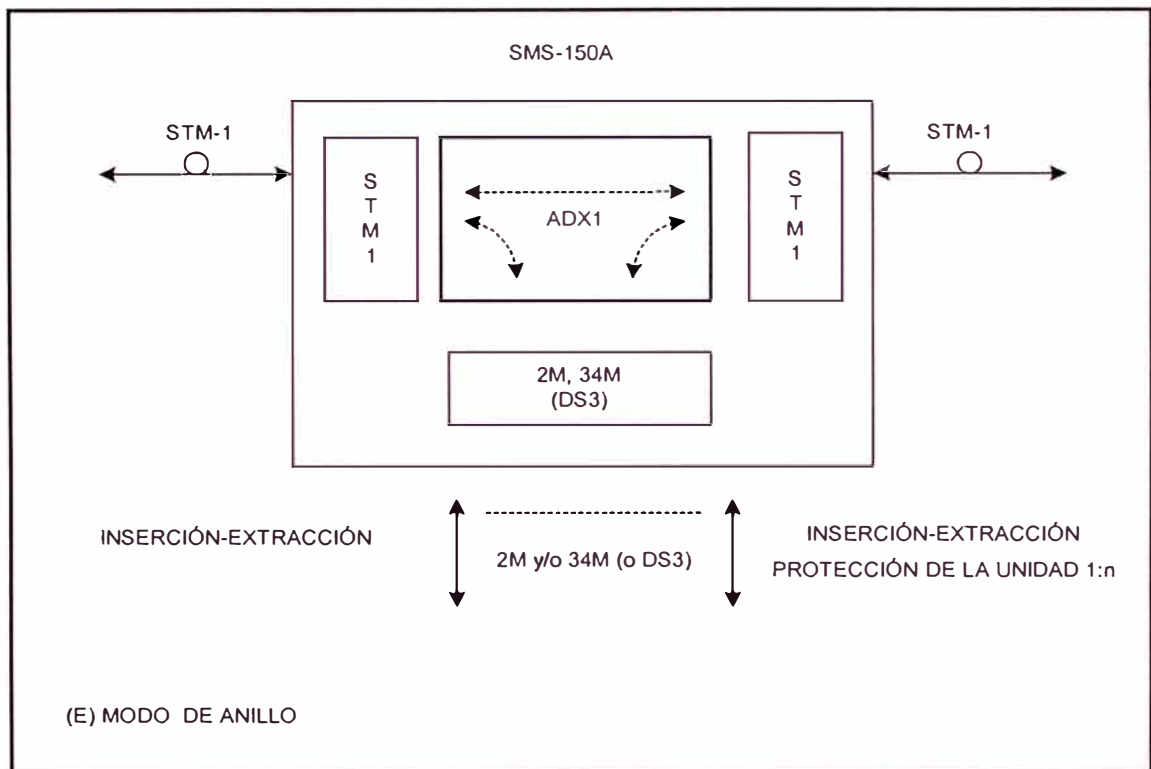
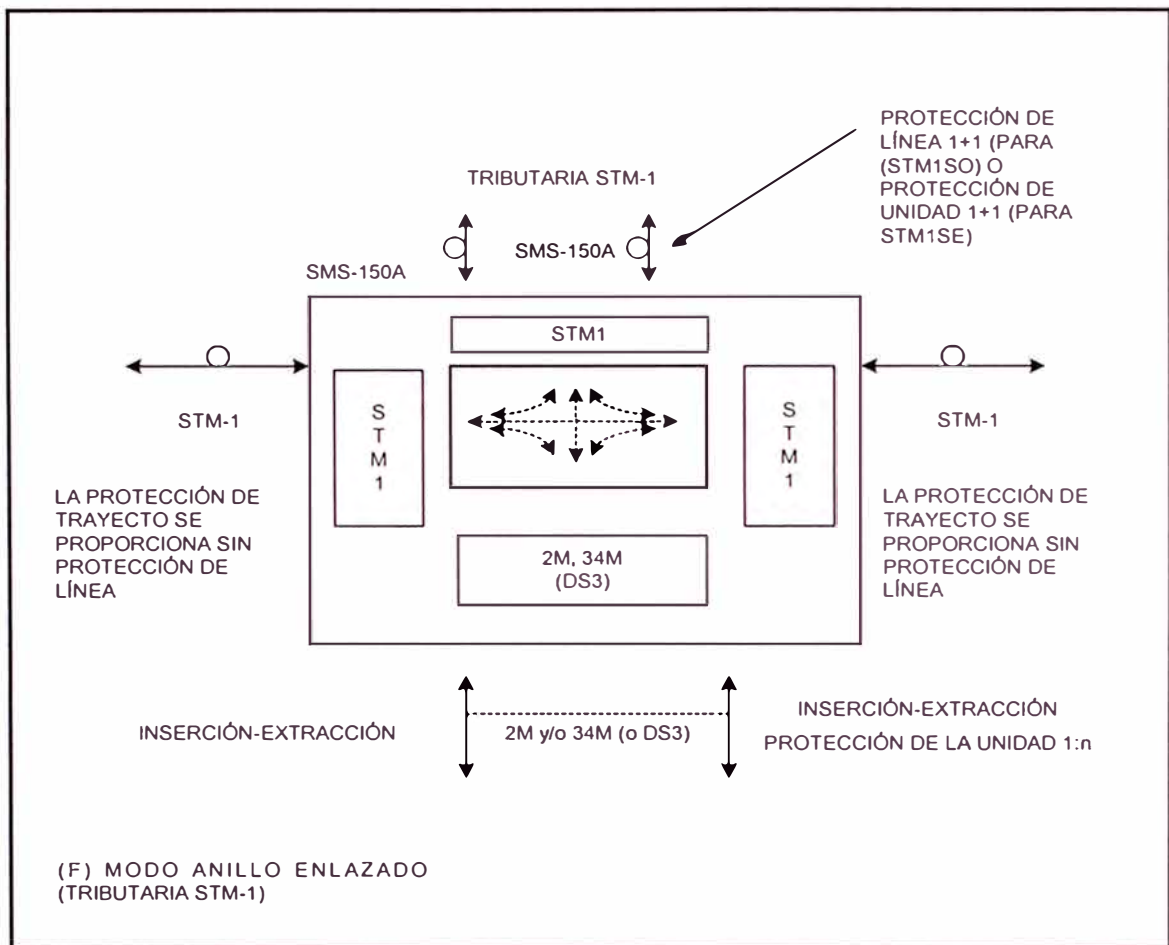




Figura 5.7



### Capacidad De Configuración

El SMS-150 A puede configurarse para varias configuraciones de red, cuatro de las cuales se describen aquí. La capacidad máxima de transmisión es equivalente a un STM-1.

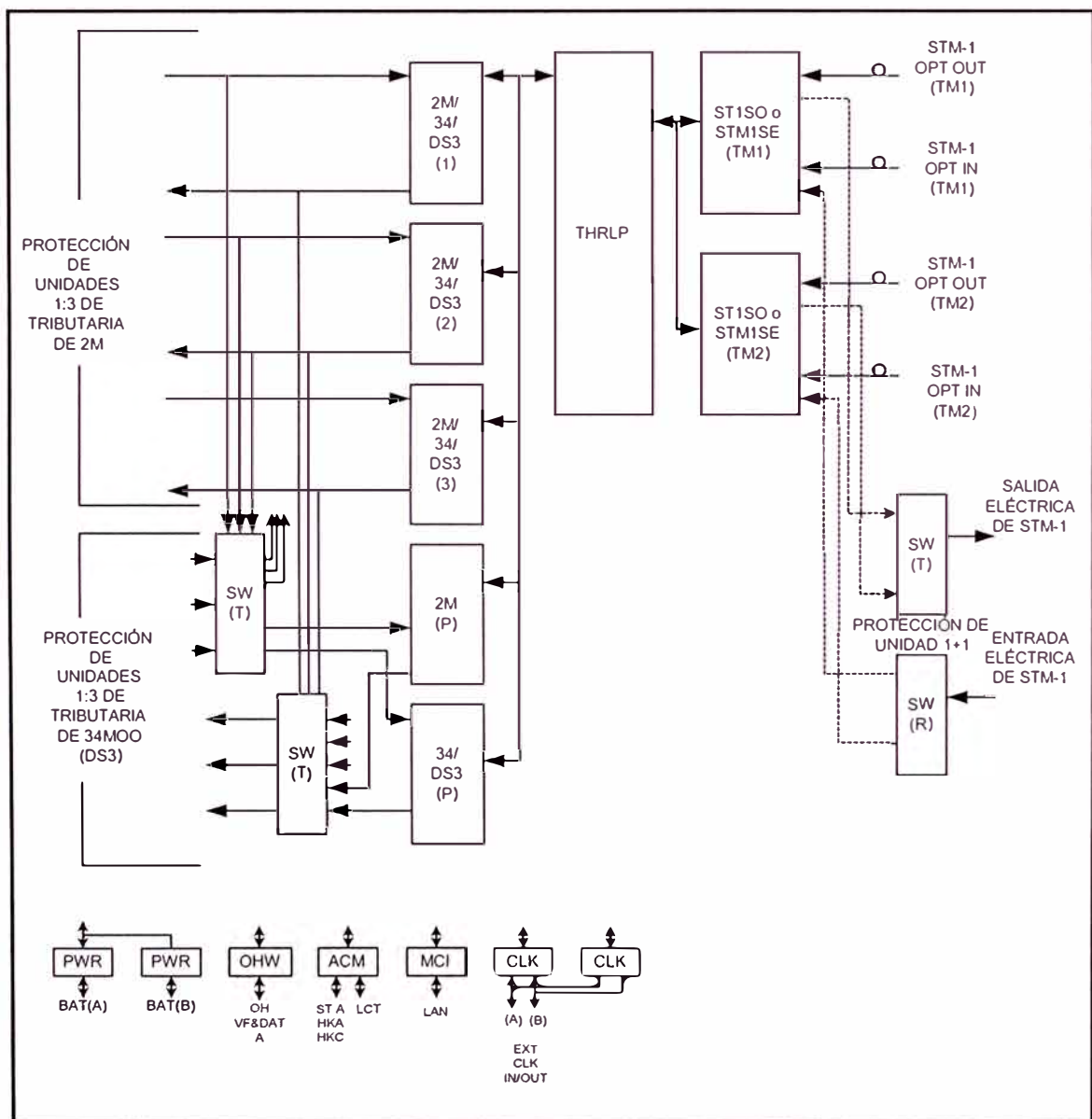
**Tabla 5.1**

Configuración (unidades)	Unidad de 2M (canales)	Unidad de 34M (canales)	Unidad DS3 (canales)	Señal Equivalente
2Mx3	63	-	-	STM-1
34Mx3	-	3	-	STM-1
DS3x3	-	-	3	STM-1
2M+34x2	21	2	-	STM-1
2Mx2+34	42	1	-	STM-1
2M+DS3x2	21	-	2	STM-1
2Mx2+DS3	42	-	1	STM-1

### Sistema troncal de punto a punto

La figura siguiente muestra un ejemplo del sistema troncal de punto a punto. La transmisión entre el SMS-150 A en el modo terminal proporciona enlaces de punto a punto para señales de STM-1, 2.048 Kbit/s (2M) y/o 34.368 Kbit/s (34M) ( o 44,736 Kbit/s (DS3)). Los canales de la figura muestran la capacidad máxima y la mezcla de unidades de 34M y DS3 no esta disponible

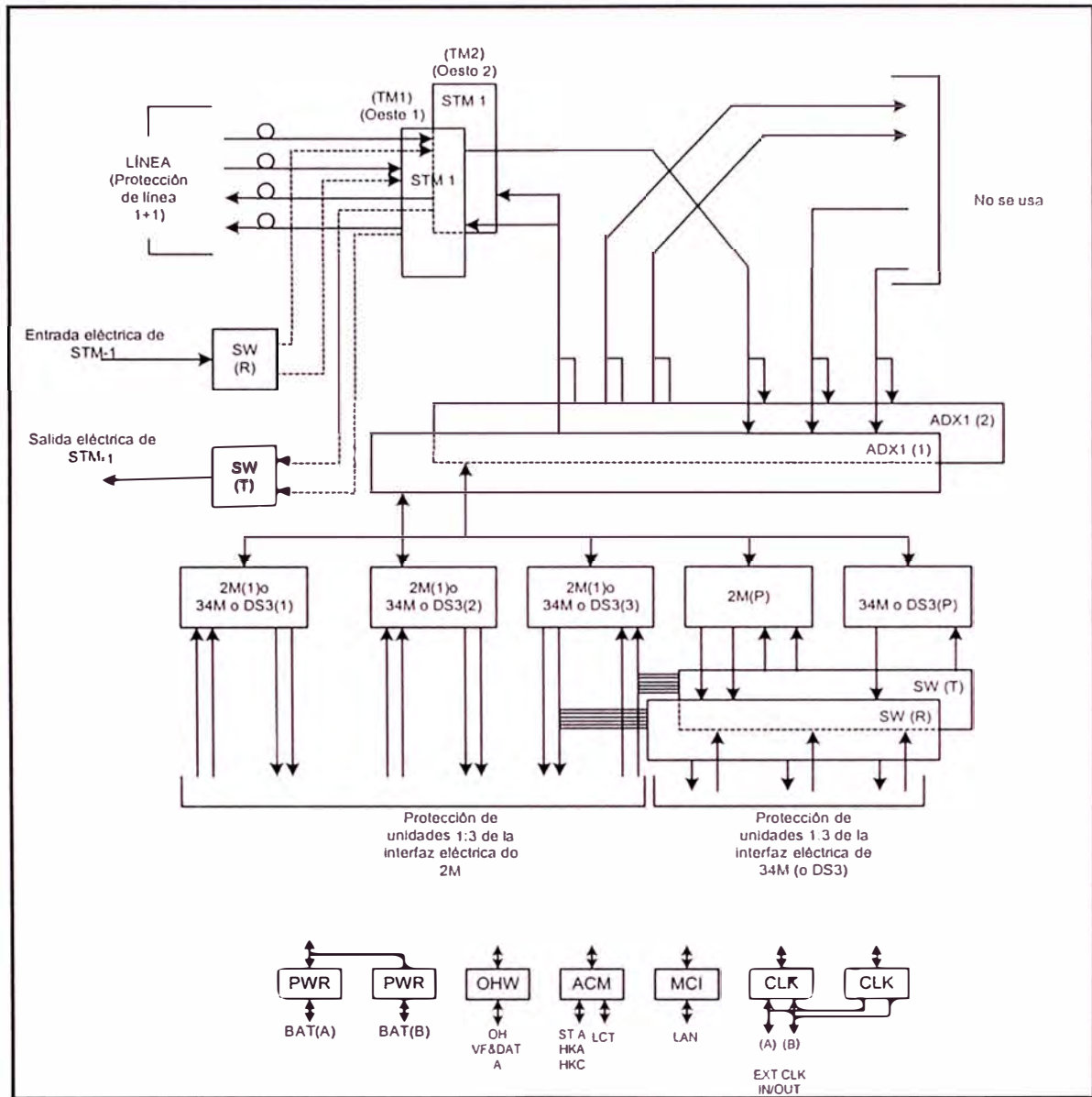
Figura 5.8



### **Sistema de troncal de punto a punto con función de Inserción-Extracción**

La figura siguiente muestra un ejemplo de sistema troncal de punto a punto con función de inserción-extracción usando la combinación de 2M y 34M o DS3. También se denomina cadena de inserción-extracción porque pueden enlazarse muchos SMS- 150 A. La configuración es adecuada al insertarse y extraerse un pequeño número de señales de 2.048 Kbit/s en estaciones intermedias a/desde una línea óptica STM-1. Los canales de la figura muestran la capacidad máxima y la mezcla de unidades de 34M y DS3 no esta disponible.

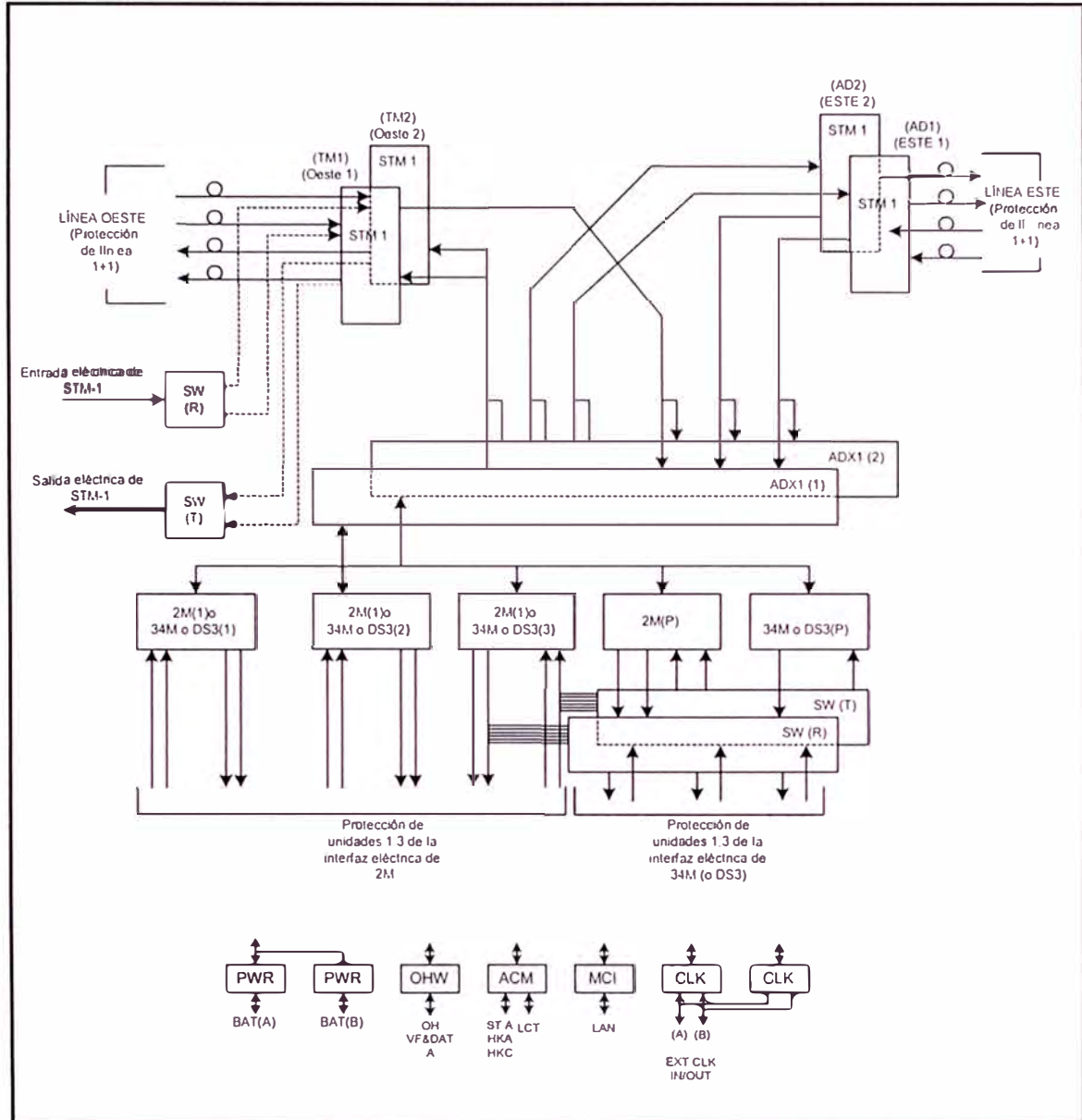
Figura 5.9



## **Sistema Anillo**

La figura siguiente muestra un ejemplo de sistema de anillo de 2 fibras. En este sistema, cada nodo contiene un SMS-150 A en modo anillo. El SMS-150 A en modo anillo puede usarse para implementar un anillo de conexión subred (SNC/P), conocido también como anillo autorrecuperable con conmutación de trayecto de 2 fibras (PPS-SHR de 2 fibras). En el PPS-SHR, el tráfico de una tributaria se envía en ambas direcciones (hacia la derecha e izquierda) en torno al anillo. En el modo de recepción, las señales de ambas direcciones se comparan y se selecciona la señal de más alta calidad para la recepción. Los canales de la figura muestran la máxima capacidad y la mezcla de 34M y DS3 no está disponible.

Figura 5.10

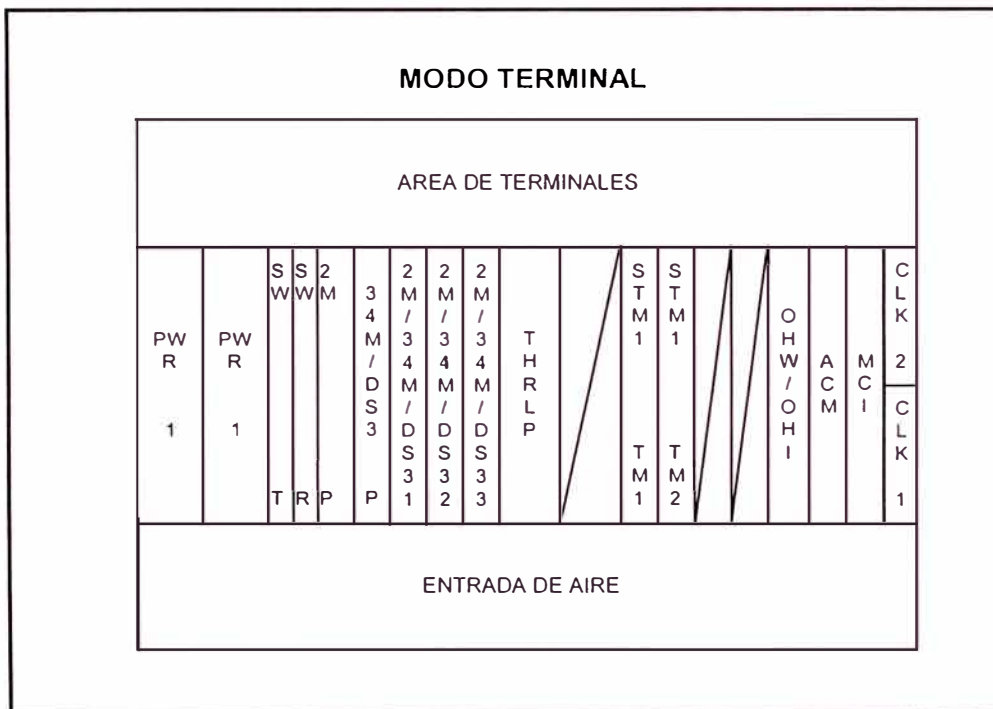


## Transmisión de señal principal

### Modo Terminal

El SMS-150 A acomoda sesenta y tres señales de 2.048 Kbit/s o tres 34.368 Kbit/s (o tres de 44.736 Kbit/s), y las multiplexa en una señal óptica STM-1 (155.520 Kbit/s). El proceso inverso se efectúa en la señal STM-1 entrante. Las figuras siguientes muestran el diagrama de bloques del modo terminal del SMS-150 A y la ubicación de unidades para esta función.

Figura 5.11.





### **Lado de Transmisión**

Interfaz de 2M: El SMS-150 A recibe señales de 2.048 Kbit/s a una unidad 2M. La unidad 2M convierte el código HDB3 al formato NRZ, multiplexa veintiún señales de 2.048 Kbit/s y las convierte en una señal TUG-3.

Interfaz de 34M o DS3: El SMS-150 A recibe señales de 34.368 (34M) o DS3 a través del área de terminales coaxiales del equipo. La unidad SW(T) guía cada señal de 34.368 (34M) o DS3 convierte la señal de entrada en una señal TUG-3.

Después de emitirse la señal TUG-3 desde las unidades de 2M o 34M (o DS3), se guía a la unidad STM1SO a través de la unidad THRLP y se convierte en señal STM-1 para salida después de la inserción de señales para tara de trayecto VC-4 (POH), puntero AU-4, y tara de sección (SOH). La unidad STM1SO efectúa entonces una conversión de eléctrico a óptico y envía una señal óptica STM-1. En caso de haber montada una unidad STM1SE en lugar de STM1SO, la unidad STM1SE envía una señal eléctrica STM-1 de código CMI.

**Lado de recepción**

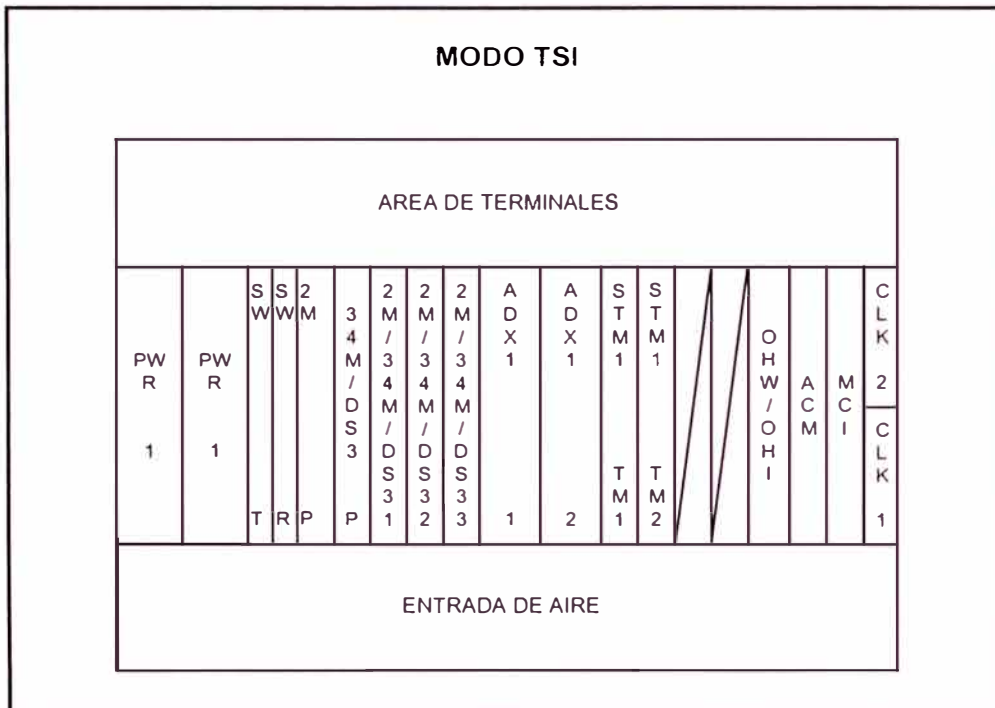
Interfaz de 2M: La unidad STM1SO o STM1SE recibe una señal óptica STM-1 o señal eléctrica STM-1, termina las partes de SOH, puntero AU-4, y POH VC-4 de la señal STM-1 y demultiplexa la señal STM-1 en tres señales TUG-3. Las señales TUG-3 se guían a la unidad 2M, que demultiplexa cada una de las 21 señales de 2.048 Kbit/s. Las señales de 2.048 Kbit/s se convierten al código HDB3 y se envían a los conectores de multicontactos del área de terminales del subbastidor.

Interfaz de 34M o DS3: En caso de estar montada una unidad 34M( o DS3) en lugar de la unidad de 2M, la unidad 34M(o DS3) convierte una señal TUG-3 desde la unidad STMSO o STM1SE en una señal de 34.368 o DS3. La convierte además en señal de 34.368 Kbit/s de código HDB3 o de 44.736 Kbit/s de código B3ZS. La señal sale al conector coaxial del área de terminales del subbastidor a través de la unidad SW(R).

**Modo Terminal TSI**

El SMS-150 A acomoda sesenta y tres señales de 2.048 Kbit/s o tres señales de 34.368 o 44.736 Kbit/s y las multiplexa en una señal STM-1. El proceso inverso se efectúa en la señal STM-1 entrante. Las figuras siguientes muestran el diagrama de bloques del modo terminal TSI del SMS- 150 A y la ubicación de las unidades para esta función.

**Figura 5.12.**



### **Lado de Transmisión**

Interfaz de 2M: El SMS-150 A recibe señales de 2.048 Kbit/s a través de los conectores de multicontactos del área de terminales de equipo. La unidad SW(T) guía cada señal de 2.048 Kbit/s a una unidad 2M para conversión del código HDB3 al formato NRZ, luego multiplexa 21 señales de 2.048 Kbit/s y las convierte en TUG-3. Las señales TUG-3 emitidas desde las unidades 2M se guían a la unidad ADX1.

Interfaz de 34M o DS3: El SMS 150-A recibe señales de 34.368 o 44.736 Kbit/s a través del área de terminales del equipo. La unidad SW(T) guía cada señal de 34.368 o 44.736 Kbit/s a una unidad 34M o DS3. La unidad 34M convierte el código HDB3 al formato de señal NRZ, o la unidad DS3 convierte el código B3ZS a NRZ. La unidad 34M o DS3 convierte la señal de entrada en una señal TUG-3.

La unidad ADX1 recibe tres señales TUG-3 ajusta el puntero de la señal TU-12 o de TU-3, efectúa el intercambio de intervalo de tiempo a nivel de VC-12 o VC-3, y envía las tres señales multiplexadas TUG-3 a la unidad STM1SO o STM1SE.

Las señales TUG-3 multiplexadas se convierten en una señal de 155.520 Kbit/s después de la inserción de las señales VC-4(POH), puntero AU-4 y SOH en la unidad STM1SO o STM1SE. La unidad STM1SO efectúa entonces una conversión de eléctrico a óptico y la envía como una señal óptica STM-1 o la unidad STM1SE la envía como una señal eléctrica STM-1 de código CMI.

**Lado recepción**

La unidad STM1SO o la unidad STM1SE recibe una señal óptica STM-1 o señal eléctrica STM-1 termina las partes de SOH, puntero AU-4 y POH VC-4 de la señal STM-1 y demultiplexa la señal STM-1 a tres señales TUG-3 demultiplexadas. Estas tres señales TUG-3 multiplexadas se guían a la unidad ADX1.

La unidad ADX1 recibe las tres señales TUG-3 multiplexadas, ajusta el puntero de la señal TU-12 o TU-3, efectúa el intercambio de intervalo de tiempo a nivel de VC-12 o VC-3 y envía las señales interconectadas TUG-3 a la unidad 2M o 34M (o DS3).

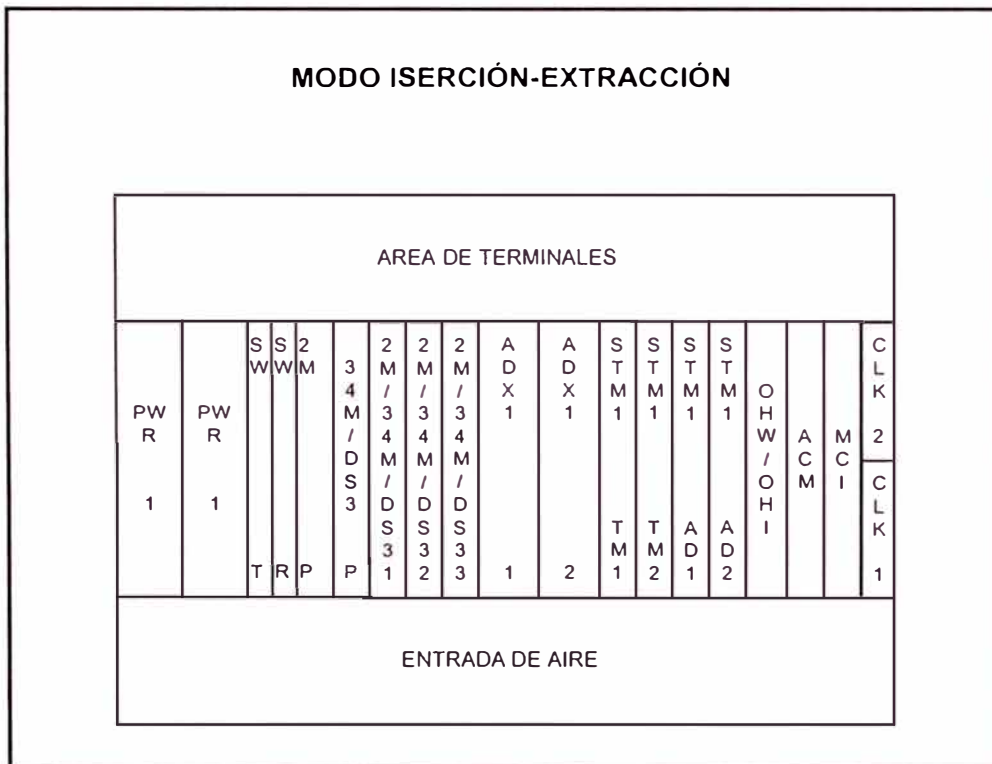
Interfaz de 2M: La unidad 2M demultiplexa cada señal TUG-3 en veintiún señales de 2.048 Kbit/s de código HDB3 y las envía a los conectores de multicontactos del área de terminales del subbastidor a través de la unidad SW(R).

Interfaz de 34M (o DS3): En caso de estar montada la unidad de 34M(o DS3) en lugar de la unidad de 2M, la unidad de 34M o DS3 convierte una señal TUG-3 desde la unidad STM1SO o STM1SE en una señal de 34.368 o 44.736 Kbit/s. La unidad convierte además la señal en señal de 34.368 Kbit/s de código HDB3 o de 44.736 Kbit/s de código B3ZS. La señal se envía al área de terminales coaxiales del equipo a través de la unidad SW (R).

**Modo de Inserción- Extracción**

El SMS-150 A puede configurarse para la inserción-extracción de señales a nivel de 2.048 Kbit/s y o 34.368 Kbit/s. El SMS-150 A inserta-extrae un máximo equivalente a STM-1 de señales tributarias desde las direcciones oeste y este. Las señales de 2.048 Kbit/s y o 34.368 Kbit/s(o 44.736 Kbit/s) se protegen en una configuración redundante. Las figuras siguientes muestran el diagrama de bloques de la configuración de inserción-extracción del SMS-150 A y la ubicación de unidades para esta función.

**Figura 5.13**



**Lado de transmisión**

Interfaz de 2M: El SMS-150 A recibe señales de 2.048 Kbit/s a través de los multiconectores del área de terminales del equipo. La unidad SW(T) guía cada señal de 2.048 Kbit/s a una unidad 2M para la conversión del código HDB3 al formato NRZ. La unidad de 2M multiplexa veintiún señales de 2.048 Kbit/s y las convierte en una señal TUG-3, que se envía a la unidad ADX1.

Interfaz de 34M o DS3: El SMS-150 A recibe señales de 34.368 o 44.736 Kbit/s a través del área de terminales coaxiales del equipo. La unidad SW (T) guía cada señal de 34.368 o 44.736 Kbit/s a una unidad 34M o unidad DS3. La unidad 34M convierte el código HDB3 al formato NRZ, o la unidad DS3 convierte el código B3ZS a NRZ. La unidad 34M o DS3 convierte la señal de entrada a una señal TUG-3, que se envía a la unidad ADX1.

La unidad ADX1 recibe tres señales TUG-3, ajusta el puntero o punteros de la señal TU-12 y/o VC-3 y envía las tres señales interconectadas TUG-3 a la unidad STM1SO o STM1SE.

La unidad STM1SO o STM1SE multiplexa las señales TUG-3, inserta las señales VC-4 POH, puntero AU-4, y SOH, Y SOH, y envía una señal óptica STM-1 o una señal eléctrica STM-1.

El flujo de señales de arriba se describe sólo para una dirección (oeste o este). El modo de inserción-extracción del SMS-150 A efectúa también la misma operación para la dirección opuesta (este u oeste).

### **Lado de recepción**

La unidad STM1SO o STM1SE convierte una señal óptica STM-1 o CMI STM-1 en una señal eléctrica, termina las señales SOH y POH VC-4 de la señal STM-1 y la demultiplexa en tres señales TUG-3, que se envían a la unidad ADX1.

La unidad ADX1 recibe las tres señales TUG-3, ajusta el puntero o punteros de la señal TU-12 y /o VC-3 y envía las señales interconectadas TUG-3 a las unidad(es) 2M y/o 34M (o DS3).

Interfaz de 2M: Las señales extraídas se demultiplexan en la unidad 2M y se envían como señales HDB3 de 2.048 Kbit/s desde los conectores multicontacto del área de terminales de la unidad SW(R).

Interfaz de 34M o (DS3): En caso de estar montada la unidad 34M (o DS3) en lugar de la unidad 2M, la unidad 34M o DS3 convierte una señal TUG-3 en una señal de 34.368 o 44.736 Kbit/s. La unidad convierte además la señal de 34.368 Kbit/s de código HDB3 o de 44.736 Kbit/s de código B3ZS. La señal se envía el área de terminales coaxiales del equipo a través de la unidad SW(R).



**Función de difusión**

El SMS-150 A en modo de inserción-extracción está también provisto de una función de difusión (extracción y continuación), que se usa en un sistema con varios canales de recepción y un canal de transmisión.

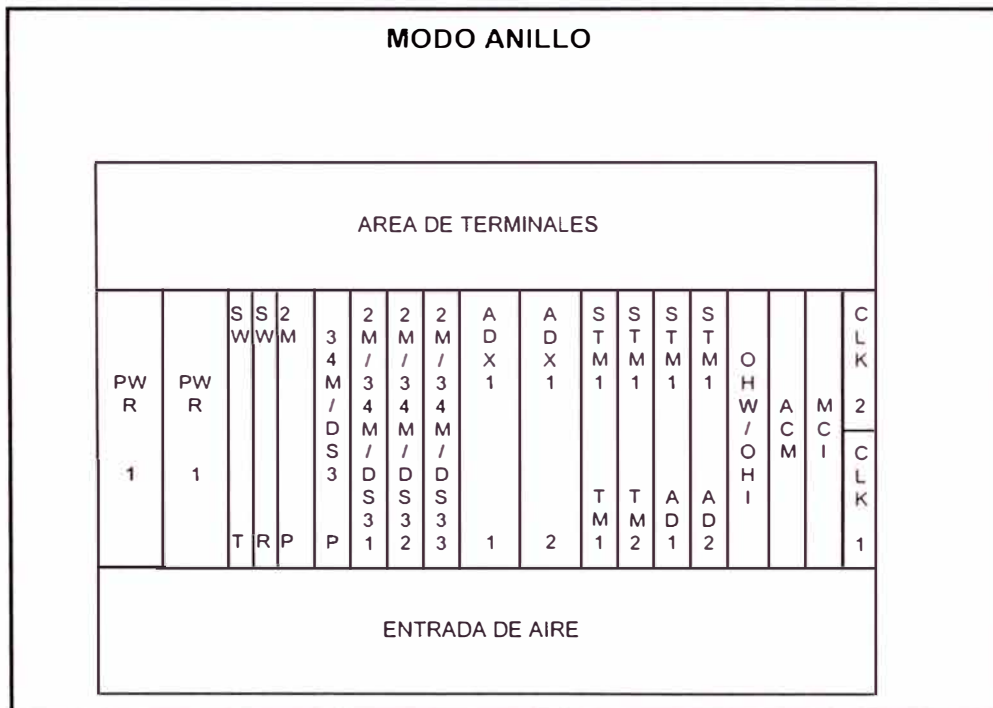
Una señal de línea se introduce una vez en la unidad ADX1, que ajusta los punteros TU-12 y/o TU-3 y divide la señal de línea (con el puntero ajustado) en dos: Una se envía a la otra línea mediante la función de paso de trayecto y la otra extrae y remapea en una unidad tributaria. En el SMS-150 A en el modo inserción-extracción, es posible la mezcla de las funciones de paso de trayecto, de inserción-extracción y de difusión. Cada función puede seleccionarse a nivel TU-12 y/o TU-3.

Al aplicarse la función de difusión, el SMS-150 A no puede recibir una señal de falla de recepción del extremo lejano (FERF) desde las estaciones de recepción. Por lo tanto, el SMS-150 A debe ajustarse para inhibir la función de FERF al provisionar con el LCT.

### Modo Anillo

El modo de anillo del SMS-150 A puede usarse en un sistema de anillo, que se caracteriza por su capacidad de autorrecuperación. Las figuras muestran el diagrama de bloques del modo de anillo del SMS-150 A y la ubicación de las unidades para esta configuración. El modo de anillo se diferencia del modo inserción-extracción en que no se requieren las unidades STM1SO o STM1SE del lado de reserva.

**Figura 5.14**



**Inserción-Extracción en el nodo**

Las señales que se originan en un nodo se manejan como señales insertadas en el modo de inserción-extracción. La unidad ADX1 desensambla la TUG-3 que contiene las señales TU-12 o TU-3 insertada (de originación en el nodo), reensambla TUG-3 y suministra las tres señales TUG-3 a la unidad STM1SO o STM1SE.

Cada unidad STM1SO o STM1SE multiplexa las tres señales TUG-3, las convierte en señal óptica o señal STM-1 CMI y envía la señal óptica STM-1 a las fibras, o señal CMI emitiendo las señales insertadas de 2.048 Kbit/s o 34.368 Kbit/s o 34.368 Kbit/s (o 44.736 Kbit/s) en ambas direcciones en torno al anillo.

Las señales que terminan en el nodo se procesan como señal extraída de 2.048 Kbit/s o de 34.368 Kbit/s (o 44.736 Kbit/s). La señal STM-1 recibida se recibe en las dos unidades STM1SO o STM1SE, se convierten en eléctricas o CMI a NRZ, se demultiplexan en tres señales TUG-3 y se suministran a las dos unidades ADX1.

La unidad ADX1 recibe las tres señales TUG-3, ajusta el puntero TU-12 o TU-3, efectúa la interconexión en el nivel VC-12 o VC-3, y extrae un máximo de tres señales TUG-3 interconectadas. La unidad 2M o 34M (o DS3) demultiplexa la señal TUG-3 en señales TU-12 o a señal TU-3 y

demapea las señales de 2.048 Kbit/s o de 34.368 Kbit/s (o 44.736 Kbit/s).

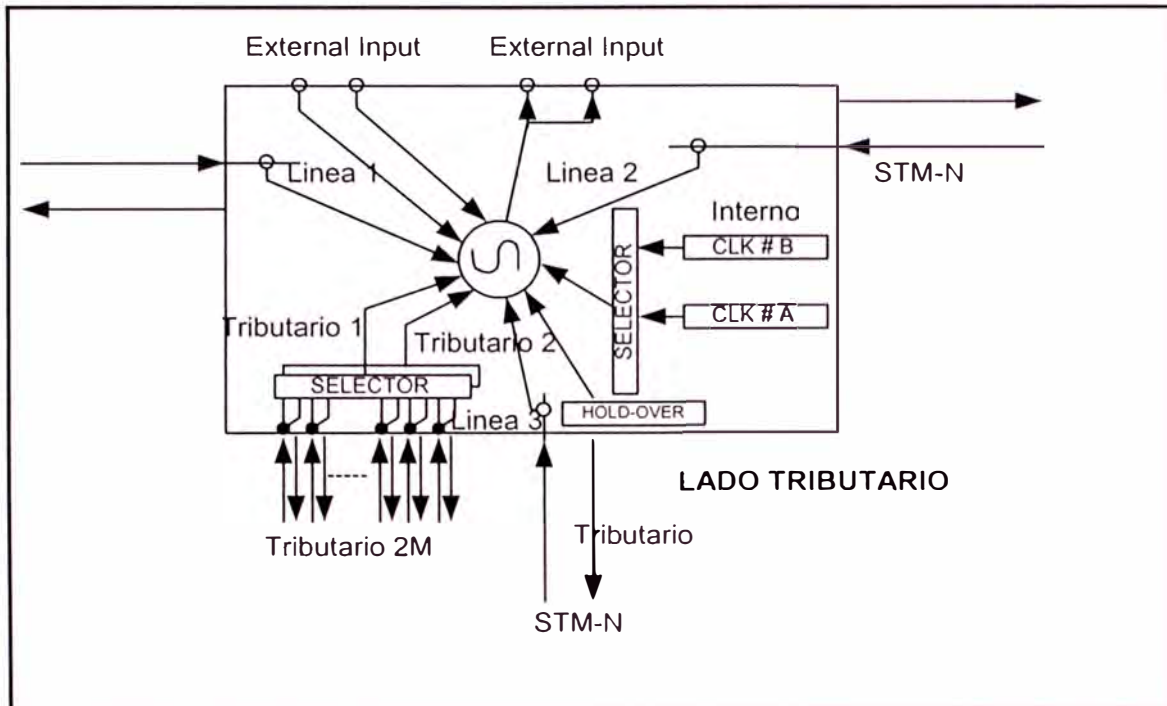
La conmutación de protección de trayecto se efectúa en las unidades ADX1. Si la señal se degrada al viajar en torno al anillo, el nodo apropiado comprueba las alarmas generadas en el nodo de terminación y selecciona la mejor señal a emitirse desde la unidad ADX1.

### **Nodos de Paso**

Las señales no extraídas en un nodo se tratan como señales de paso TU-12 o TU-3 reinsertadas en la señal TUG-3 por la unidad ADX1. De este modo, las señales de 2.048 Kbit/s o de 34.368 Kbit/s (o 44.736 Kbit/s) se desplazan en torno del anillo hacia el nodo de destino.

### 5.3 Fuente De Sincronización De Un NE

Figura 5.15



#### Temporización de Línea

La línea de un STM-( ) puede ser usada como fuente de temporización

#### External Input (1)/ External Input (2)

La entrada de clock externo es usada como fuente de temporización.

Como se muestra en la figura ambas entradas pueden ser usadas como fuente de temporización.

**Tributario de 2M(1)/Tributario de 2M (2)**

La señal de entrada de 2M puede ser usada como fuente de temporización. Los dos tributarios a ser usados solo pueden ser seleccionados de una tarjeta de 2M unit.

**Interno**

El oscilador dentro del equipo es usado como fuente de temporización. Esta fuente de temporización es usada cuando el equipo esta trabajando independientemente (No recibe temporización Externa ni de Tributario ni de Línea)

**Holdover**

Cuando una falla ocurre en la fuente de temporización (desde EXT IN, 2M TRIB, o LÍNEA), La frecuencia y fase de la fuente son mantenidas, las cuales pueden ser usadas como fuente de temporización. Esta función es llamada holdover, este puede especificarse cuando el equipo esta operando con temporización derivada desde EXT IN, 2M TRIB, o LÍNEA, para proveer un backup para falla de estas fuentes.

## Equipo

Es recomendable tener un generador externo como fuente de temporización maestra para suministrar temporización a cada parte del equipo, pero si no hay una fuente externa disponible es posible tener una fuente del equipo (Clock del sistema en el equipo) que actúa como fuente de sincronización para proveer temporización a otros equipos. La sincronización del equipo puede ser usada como fuente de temporización EXT OUT. La fuente de temporización del equipo es seleccionada desde las fuentes A o B.

## Precisión de clock del equipo SDH

**Tabla 5.2**

FUENTE DE TEMPORIZACIÓN	TIPO DE SEÑAL	UNIDAD DE EXTRACCIÓN	SALIDA DE FREC. DE LA UNIDAD	TOLERANCIA DE FRECUENCIA
LÍNEA 1	STM1 SYS1	STM1 SYS1	6.48MHz±20ppm	±129.6 Hz
LÍNEA 2	STM1 SYS2	STM1 SYS1	6.48MHz±20ppm	±129.6 Hz
TRIB 1 TRIB2	TRIB DE 2M,34M	2M, 34M	2048MHz±20ppm	±40.96 Hz
EXT IN (1) EXT IN (2)	G703.6 O G703.10	CLK	2048MHz±20ppm	±40.96 Hz
INT	DTCXO	CLK	12.96MHz±4.6ppm	±59.62 Hz

### **Envío de señal de Squelch debido a la degradación de la fuente de sincronización**

Cuando se activa esta facilidad, entonces cuando la calidad de la fuente se deteriora por debajo del nivel 2 (ITU-T G.811), la salida EXT OUT es automáticamente cancelada o cambia a un AIS dependiendo de tipo de interfaz definida para el EXT OUT.

Si la interfaz es del tipo G.703.10, la salida es cancelada.

Si la interfaz es del tipo G.703.6, la salida es cambiada a un AIS.



## Fuentes de Clock

Figura 5.16 Diagrama de bloques de fuente de clock (GRP 0A)

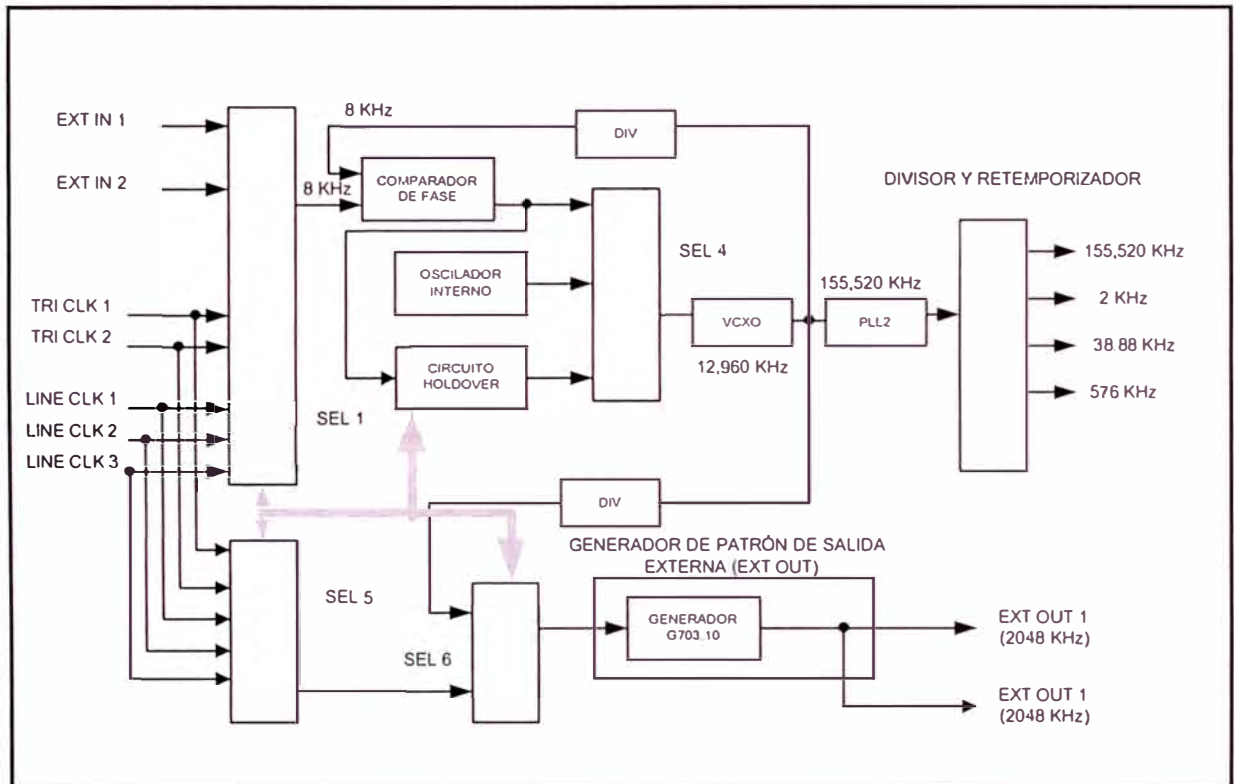
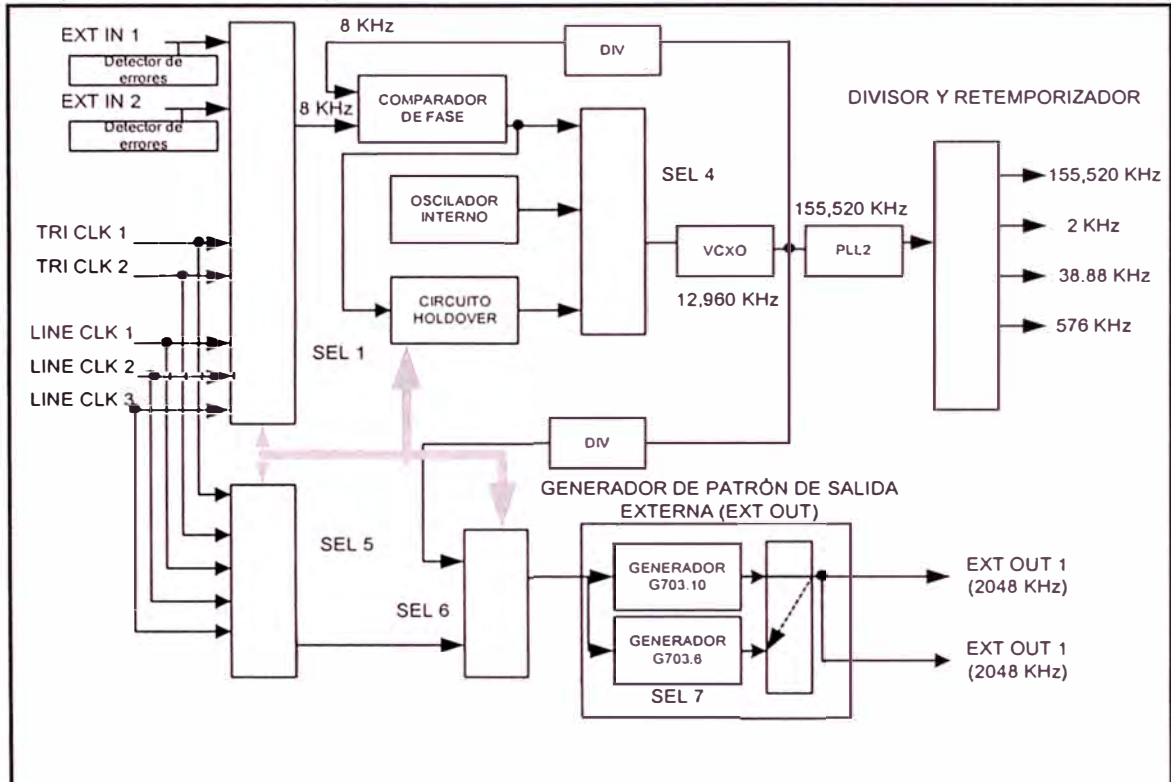


Figura 5.17 Diagrama de bloques de fuente de clock (GRP 0B)



## 5.4 Breve Descripción De Las Unidades

### Interfaz de 2M(unidad 2M)

La unidad 2M interfacea veintiuna señales de 2048 Kbit/s, las multiplexa en una señal TUG-3 en el lado transmisión y efectúa el proceso inverso en el lado de recepción.

Lado transmisión: Las señales de 2048 Kbit/s recibidas a través de los conectores de multicontactos del área de terminales del equipo se procesan de modo siguiente:

Las señales de 2048 Kbit/s de código HDB3 se convierten al formato NRZ.

Bits de relleno y tara de trayecto VC-12 se añaden a las señales de 2048kbit/s para formar la señal VC-12.

La información del puntero TU-12 se añade a VC-12 para formar la señal TUG-2.

Siete señales TUG-2 se multiplican y se añade un byte NPI y un byte de relleno fijo para formar una señal TUG-3, que luego se envía a la unidad ADX-1 o THRLP.

Lado de recepción: Una señal TUG-3 recibida desde la unidad ADX1 o THRLP se procesa del modo siguiente:

La señal recibida se demultiplexa a TUG-3 siete TUG-2 veintiuna TU-12. Cada señal TU-12 se demapea en señal VC-12 después del proceso de puntero TU-12.

El proceso de tara de trayecto de VC-12 se efectúa y se demapea la señal VC-12 en señales de 2048 Kbit/s se convierte de unipolar a bipolar y se envía a los terminales de equipo.

### **Interfaz de 34M (unidad 34M)**

La unidad 34M interfacea una señal de 34368 Kbit/s, la demapea en una señal TUG-3 en el lado de transmisión y efectúa el proceso inverso en el lado de recepción.

Lado de transmisión: La señal de 34368 Kbit/s recibida del conector coaxial del área de terminales del equipo se procesa del modo siguiente:

La señal de 34368 Kbit/s de código HDB3 se convierte al formato NRZ.

El relleno de bits y tara de trayecto VC-3 se añaden a la señal de 34368 Kbit/s para formar la señal VC-3.

La información del puntero TU-3 se añade a VC-3 para formar la señal TUG-3.

La señal TUG-3 se envía a la unidad ADX1 o THRLP.

Lado de recepción: Una señal TUG-3 recibida de la unidad ADX1 o THRLP se procesa del modo siguiente:

La señal TUG-3 se demapea en señal VC-3 después del proceso de puntero TU-3.

Se efectúa el proceso de tara del trayecto de VC-3 y se demapea la señal VC-3 en señal de 34368 Kbit/s, que luego se convierte de unipolar a bipolar y se envía a los terminales del equipo.

### **Interfaz DS3 (Unidades DS3)**

La unidad DS3 interfacea una señal de 44736 Kbit/s, la mapea en una señal TUG-3 en el lado de transmisión y efectúa el proceso inverso en el lado de recepción.

Lado transmisión: La señal de 44736 Kbit/s recibida a través del conector coaxial del área de terminales del equipo se procesa del modo siguiente:

La señal de 44736 Kbit/s de código B3ZS se convierte al formato NRZ.

El relleno de bits y tara de trayecto de VC-3 se añaden a la señal de 44736 Kbit/s para formar la señal VC-3.

La información del puntero TU-3 se añade a VC-3 para formar la señal TUG-3.

La señal TUG-3 se envía a la unidad ADX1 o THRLP.

Lado de recepción: Una señal TUG-3 recibida desde la unidad ADX1 o THRLP se procesa del modo siguiente:

La señal TUG-3 se demapea en señal VC-3 después del proceso de puntero TU-3.

Se efectúa el proceso de tara de trayecto de VC-3 y se demapea la señal VC-3 en señal de 44736 Kbit/s, que luego se convierte de unipolar a bipolar y se envía a los terminales de equipo.

### **Interfaz óptica individual STM-1 (unidad STMSO)**

**Están disponibles las unidades STM1SO listadas en la tabla siguiente.**

**Tabla 5.3**

<b>Unidad</b>	<b>Función</b>	<b>Referencia de la rec. G.927 del ITU-T</b>	<b>Tipo de Conector</b>
Y3830E	Largo alcance, 1.310 mm	Tipo L-1.1	D4PC
Y3830F	Largo alcance, 1.310 mm	Tipo L-1.1	FCPC
Y3830G	Largo alcance, 1.310 mm	Tipo L-1.1	DIN

Lado de Transmisión: Esta unidad recibe tres señales TUG-3 desde la unidad THRLP en el modo terminal o de una unidad ADX1 en el modo terminal TSI, modo inserción-extracción o modo de anillo. Se efectúa el proceso siguiente:

- Se multiplican tres señales TUG-3(desde la unidad THRLP).
- Se añade la señal de tara de trayecto VC-4 a la señal.
- Se añade el puntero AU-4 a la señal.
- Se añade la señal de tara de sección para formar la señal eléctrica STM-1
- La señal se convierte de señal eléctrica a óptica.
- Se incluye la función de apagado automático de láser (ALS) en la señal.

Lado de recepción: La señal óptica STM-1 recibida se procesa del modo siguiente:

- La señal óptica recibida STM-1 se convierte en señal eléctrica STM-1.
- Se efectúa la terminación de señal de tara de sección.
- Se efectúa la terminación de tara de trayecto VC-4. Luego, la señal se convierte en tres señales TUG-3, que se envían a la unidad ADX1 o THRLP.
- Se terminan los estratos 1 y 2 del protocolo DCCr Qecc.

**Interfaz eléctrica individual STM-1 (unidad STM1SE)**

Las funciones efectuadas por la unidad STM1SE se resumen a continuación.

*Lado Transmisión:*

Esta unidad recibe tres señales TUG-3 desde la unidad THRLP en modo terminal o de la unidad ADX1 en modo TSI, modo inserción-extracción o modo de anillo:

- Se multiplican tres señales TUG-3(desde la unidad THRLP).
- Se añade la señal de tara de trayecto VC-4 a la señal.
- Se añade el puntero AU-4 a la señal.
- Se añade la señal de tara de sección.
- La señal STM-1 en serie se convierte en señal eléctrica de código CMI G:703.
- La señal se envía vía los terminales coaxiales del equipo.

*Lado de recepción:*

- La señal eléctrica STM1 recibida se procesa del modo siguiente:
- La señal G.703 de código CMI recibida se convierte al formato NRZ.
- Se efectúa la terminación de señal de tara de sección y de tara de trayecto VC-4.

La señal se convierte en tres señales TUG-3, que se envían a la unidad ADX1 o THRLP.



**Unidad e Inserción-extracción e interconexión 1 (unidad ADX1)**

La unidad ADX1 se usa en las configuraciones de los modos terminal TSI, de inserción-extracción, y de anillo. Efectúa funciones de ajuste de fase y de interconexión a nivel VC-12 y/o VC-3. La interfaz con la unidad ADX1 se efectúa a través de las señales equivalentes a las de nivel TUG-3 desde la unidad STM1SO o STM1SE. La ADX1 tiene capacidad para interconectar doce señales TUG-3 (cuatro señales STM-1). Las señales interconectadas se emiten a las unidades 2M, 34M(o DS3), STM1SO o STM1SE.

El monitoreo del byte V5 a nivel VC-12 y byte B3 a nivel VC-3 se apoya como sea necesario por el criterio de comportamiento usado en la sección de la señal recibida.

**Unidad de paso de orden inferior (unidad THRLP)**

La unidad THRLP reemplaza la unidad ADX1 al no requerirse la función de interconexión en el modo terminal. Conecta las señales TUG-3 entre las unidades STM-1 y unidades 2M y/o 34(o DS3). Esta unidad no tiene componentes activos.

### **Unidad de Gestión de Alarmas de Control (Unidad ACM)**

Esta unidad proporciona funciones de gestión del equipo Síncrono, que son:

#### Terminación del bus de alarma del subbastidor

Cada unidad del subbastidor comunica datos de estado de alarma y de monitoreo de comportamiento a la unidad ACM vía el bus S. Los datos recolectados son analizados por la unidad ACM y las alarmas de estación apropiadas se envían a la interfaz de alarma de la estación PDP.

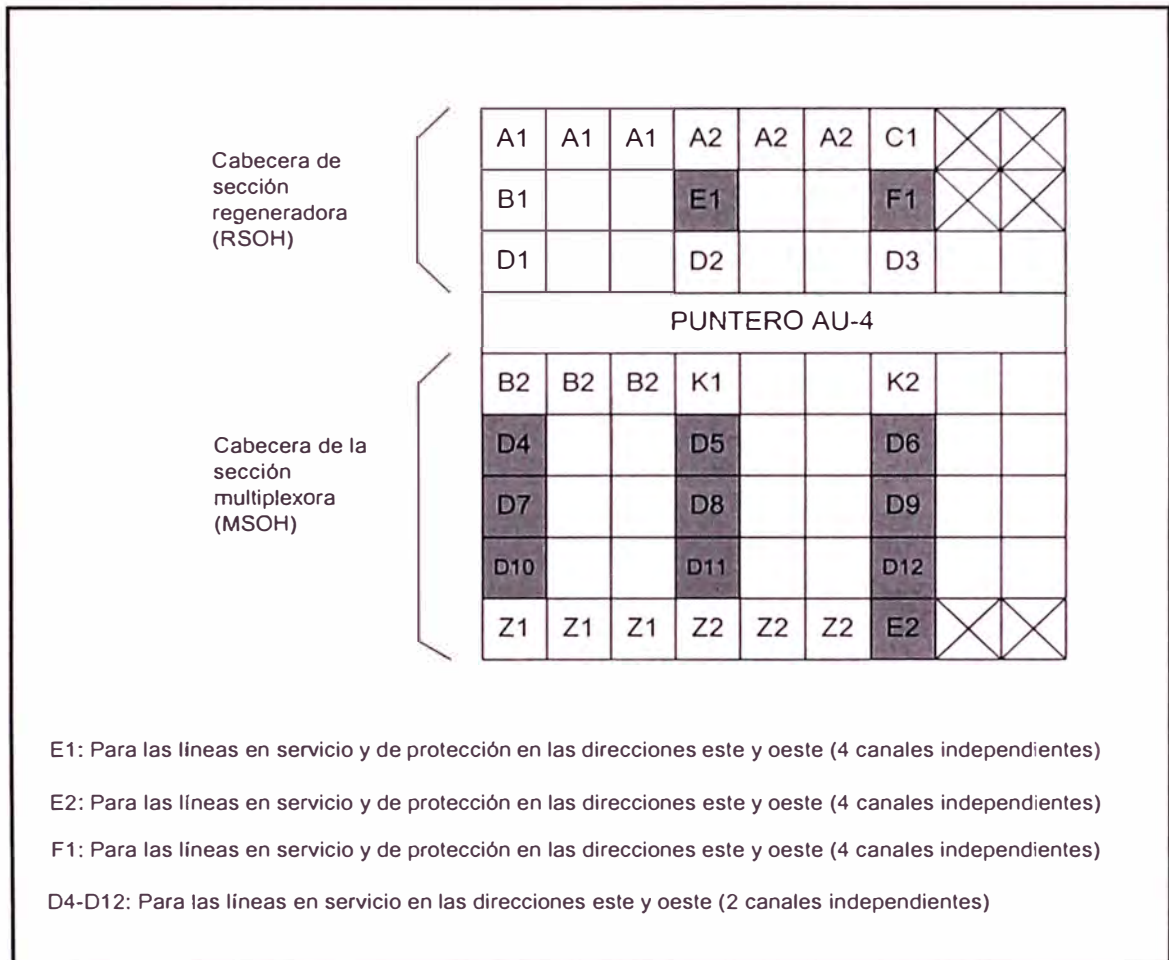
#### Control de alarmas de servicios auxiliares y control de servicios auxiliares

Con la interfaz de control de servicios auxiliares (HKA) e interfaz de control de servicios auxiliares (HKC) en el PDP (Las unidades HKA y HKC son opcionales).

- Control de datos de provisión de cada unidad del subbastidor: La información de la configuración se intercambia también a través del bus S.
- Control de conmutación de protección de línea y de unidades.
- Apoyo de interfaz de puerto de comunicaciones de LCT.

Se muestran los bytes de cabecera (mostrado en sombreado) accesibles por la unidad ACM para todas las unidades STM-1 instaladas en el SMS-150 A.

**Figura 5.18**



Provisión automática en el reemplazo de unidades enchufables: Para mantener los ajustes de las operaciones al reemplazar unidades, el SMS-150 A tiene las capacidades de memoria siguientes:

Al conectarse la alimentación, los datos de provisión almacenados en la EEPROM o Flash ROM de la unidad ACM se descargan a cada unidad.

Al extraerse la unidad ACM del equipo en operación e instalarse una nueva, la información almacenada en cada unidad del equipo se carga en la EEPROM o Flash ROM de la unidad ACM. Solo se requiere la provisión de la unidad ACM en si.

Al reemplazar una unidad del equipo en operación que no sea la unidad ACM, la unidad ACM descarga el contenido apropiado de la EEPROM o Flash ROM en la unidad nueva.

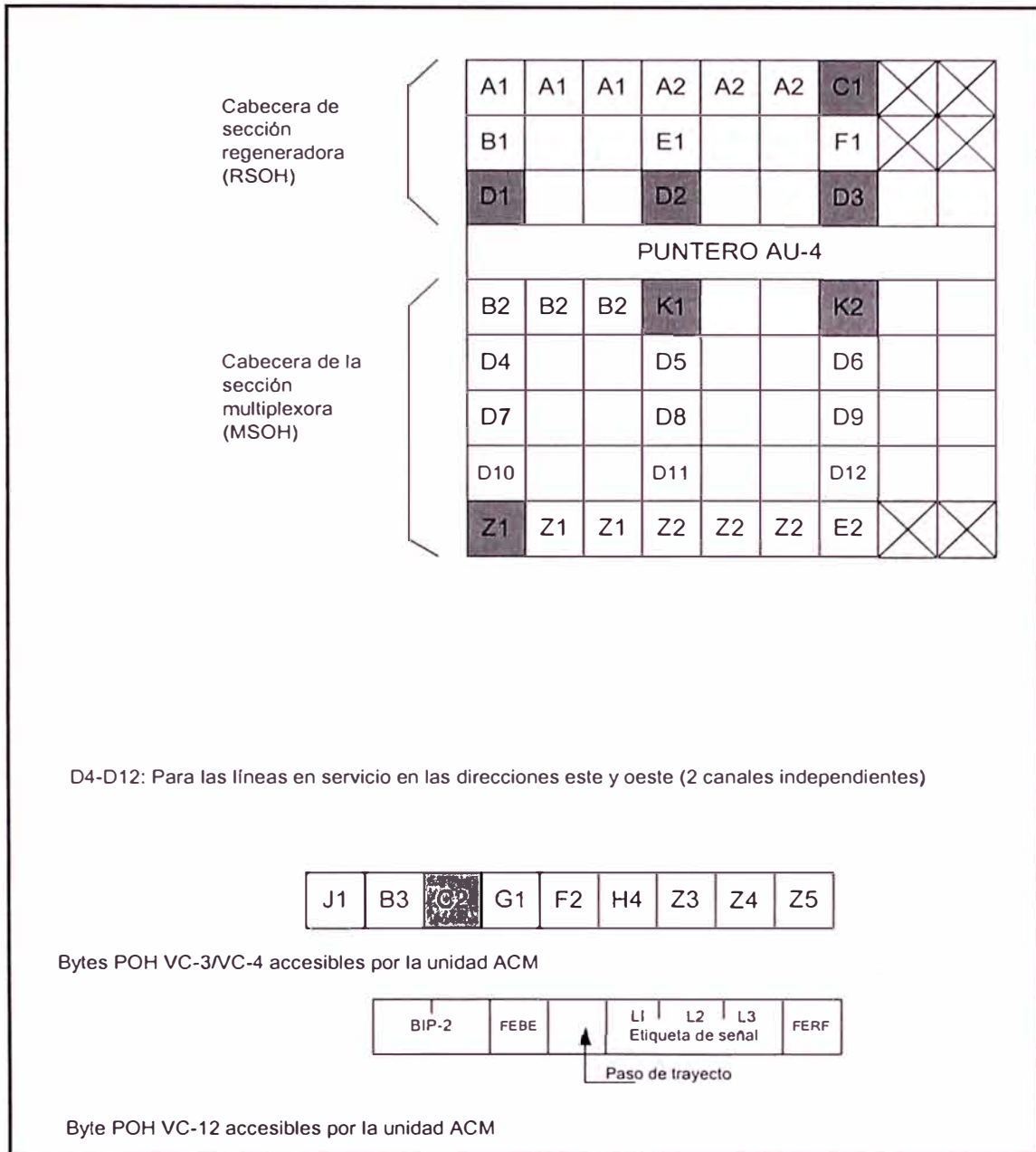
### **Interfaz de línea de servicio y cabecera (unidad OHW)**

La unidad OHW termina los bytes de cabecera de sección mostrados en sombreado en la figura siguiente.

Además se apoya también la interfaz de servicio de frecuencia de voz de 4 hilos. Bajo control de software, puede conectarse una interfaz de frecuencia de voz al canal E1 o E2. Esto proporciona función de línea de servicio de llamada a todas las estaciones a unos auriculares conectados.

La unidad OHW también termina el byte J1 de la tara de trayecto VC-3 0 VC-4(POH).

Figura 5.19



**Conmutador (Unidad SW)**

La unidad SW efectúa la conmutación de protección para las señales tributarias de 2048 Kbit/s y 34368 Kbit/s y señales tributarias eléctricas STM-1 y de línea.

Conmutación de tributaria de 2048kbit/s

La unidad SW efectúa la conmutación de protección 1:n ( $m=1$  a 3) para tributarias de 2048 kbits/s. Todas las señales desde el campo de los conectores están conectadas a las unidades 2M en servicio y en paralelo a la unidad SW. Una unidad SW acepta hasta 63 señales unidireccionales de 2048kbit/s. Se usan dos unidades SW para proporcionar la conmutación bidireccional; una unidad se usa para el lado de transmisión y la otra para el lado de recepción. La unidad SW del lado de transmisión se instala en una ranura etiquetada SW(T) y la del lado de recepción en una etiqueta SW(R). Las operaciones ocurren de forma simultánea en los lados de transmisión y de recepción.

Conmutación de tributarias de 34M

La unidad SW efectúa también la conmutación de protección 1:n ( $n=1$  a 3) para las señales de 34M. Todas las señales de 34M procedentes del campo de conectores están conectadas a través de la unidad SW a la unidad de 34M. Una unidad SW acepta hasta 3 señales unidireccionales de 34M.

### Conmutación de señal eléctrica STM-1

La unidad SW efectúa también la conmutación de la protección 1:1 para hasta cuatro señales eléctricas STM-1 bidireccionales. La unidad SW protege la unidad STM1SE seleccionado el lado de servicio o de reserva. La conmutación es controlada por la unidad ACM. La conmutación se efectúa bidireccional y simultáneamente en los lados de transmisión y recepción de la unidad STM1SE en las aplicaciones de multiplexor de inserción-extracción.

Si se extrae la unidad SW, se establece una conexión eléctrica de punto a punto directa para las señales de 34M, y señales eléctricas STM-1 entre la unidad en servicio 34M o unidad STM1SE con el campo de conectores mediante un conector de plano posterior con carga de resorte especial.

Tabla 5.4

<b>RESUMEN TÉCNICO</b>	
<b>ESPECIFICACIONES FÍSICAS</b>	
DIMENSIONES:	450mm de anchox473mm de altox263.1mm de fondo
PESO:	24 Kg. (modo de inserción-extracción con protección de línea 1+1 y tributarias de 2Mx63 con protección de unidades)
Acceso de cableado:	Acceso frontal para las conexiones eléctricas y ópticas.
<b>ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS Y ÓPTICAS</b>	
<b>A. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA</b>	
Capacidad de transmisión:	STM-1
Capacidad de servicio:	63 C12 o 3 C3 NOTA: 21 C12 pueden reemplazarse por un C3
Esquema de multiplexación:	C-12→TU-12→TUG-3→AU-4 o C-3→TU-12→AU-4
Tasa de error de bit:	$<1 \times 10^{-10}$
Tipo de interfaz tributaria:	2048kbit/s, y 34368kbit/s o 44736kbit/s
Capacidad de inserción-extracción:	63xC-12 o 3xC-3
Nivel e TSI:	Nivel VC-12 (para C-12) Nivel VC-3 (para C-3)
<b>B. INTERFACES</b>	
<i>Interfaz de STM-1(óptica)</i>	
Señal digital:	STM-1 de acuerdo con la recomendación G.707 y G.958 del ITU-T
Velocidad de bits nominal	155520 kbits/s
Código de aplicación (Tabla 1/G.957 de ITU-T):	Largo Alcance (L-1.1)
Rango de longitud de onda de operación:	1280 a 1335 nm
Transmisor en el punto de referencia S	
Tipo de fuente:	MLM-LD
<b>Características espectrales</b>	
Ancho Máximo RMS:	4nm



<b>RESUMEN TÉCNICO</b>	
Potencia de lanzamiento media	
Máxima	0 dBm
Mínima	-5dBm
Proporción de extinción mínima	10 dB
Trayecto óptico entre S y R	
Margen de atenuación	0 a 28 dB
Receptor en el punto de referencia R	
Sensibilidad mínima	-34 dBm
Sobrecarga mínima	-1 dBm
Penalidad de trayecto óptico máxima	1 dB
<i>Interfaz STM-1 (eléctrica)</i>	
Velocidad de bits:	155520 Kbit/s
Impedancia:	75 ohm desbalanceados
Forma de onda de pulso:	Vea la Fig.
Voltaje de pico a pico:	1±0.1V
Tiempo de subida:	2ns (entre 10% y 90%)
Tolerancia de temporización de transición con referencia al valor medio de los puntos de amplitud del 50% de transiciones negativas	
Transiciones negativas:	±0.1 ns
Transiciones positivas:	±0.5 ns (en limite de intervalo de unidades)
	±0.35 ns (en intervalos de media unidad)
Perdida de retorno:	15dB sobre el margen de frecuencia de 8MHz a 240MHz.

## CAPÍTULO VI USO DE LOS MULTIPLEXORES SMS 150 A EN REDES EN EL PERÚ

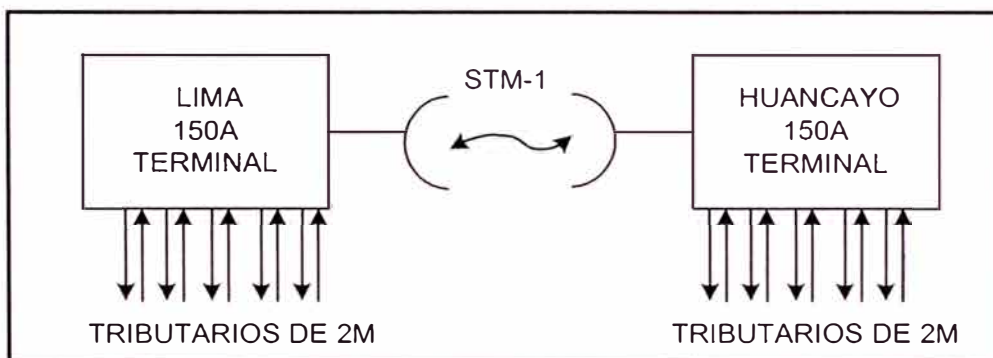
Presentamos a manera de ejemplo el uso del multiplexor SMS 150 A en configuraciones iniciales que trabajaron en la red troncal de Telefónica del Perú durante la década del 90.

### 6.1 Modo Terminal

#### Lima Huancayo

Utilizado para tráfico nacional (Enlace de centrales de telefonía pública principalmente).

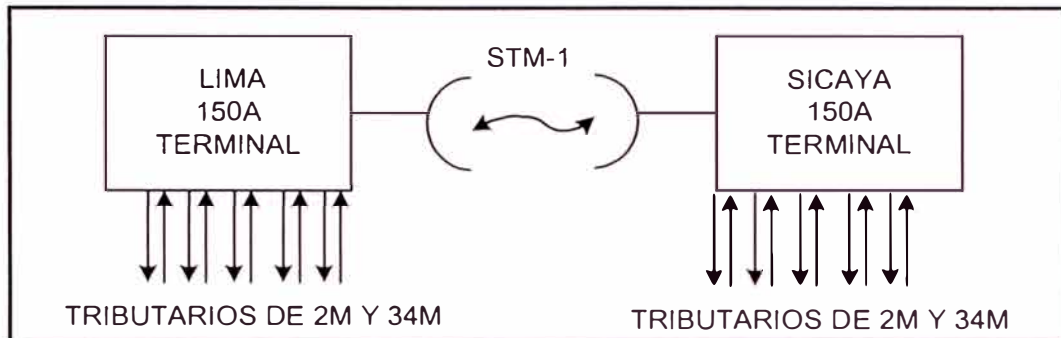
**Figura 6.1**



## Lima- Sicaya

Utilizado para tráfico Internacional que se enruta desde Lima a Sicaya (Estación Terrena).

**Figura 6.2**



## 6.2 Modo Inserción- Extracción

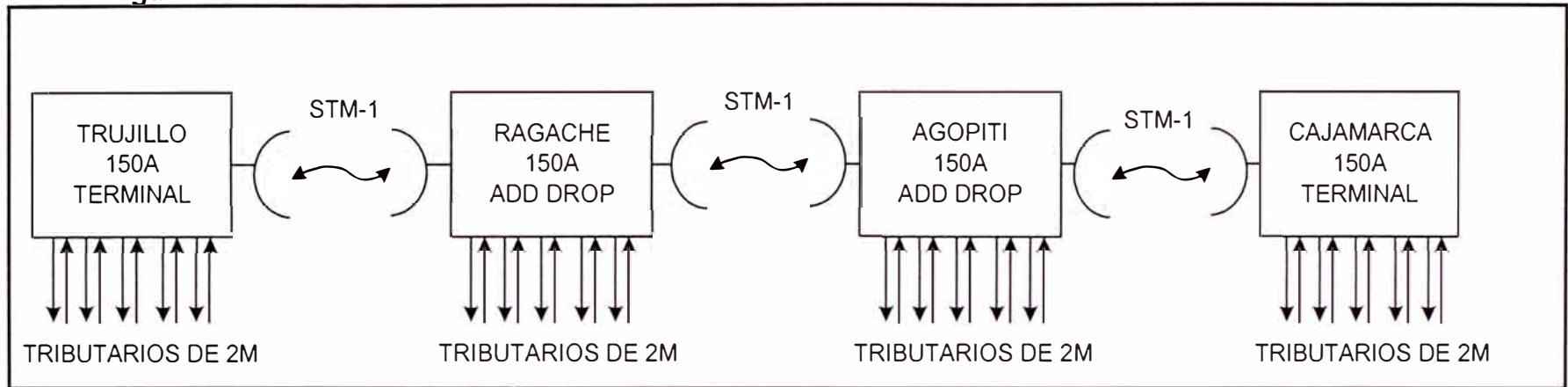
### Trujillo-Cajamarca

Sé enruta el siguiente tráfico:

- Trujillo a Cajamarca
- Cajamarca a Agopiti
- Cajamarca a Ragache
- Trujillo a Ragache
- Trujillo a Agopiti

El tráfico es mayormente telefónico y permite dar este servicio a los pueblos aledaños a Trujillo y a Cajamarca permitiendo la automatización de la telefonía, puesto que de Ragache y Agopiti hay conexiones PDH a 2M vía radio a los mencionados Pueblos.

Figura 6.3

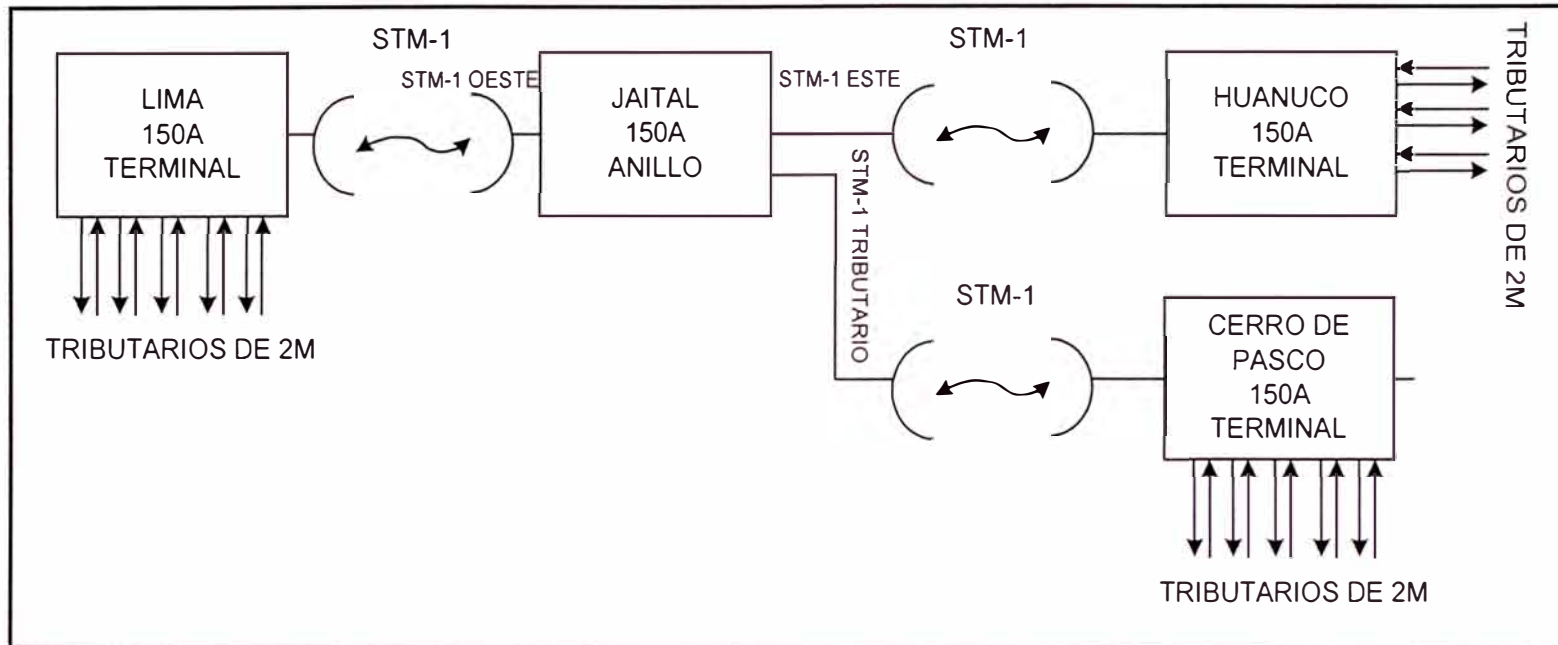


### **6.3 Modo Anillo**

#### **Lima- Huanuco-Cerro de Pasco**

Sé enruta tráfico entre Lima Huanuco y Cerro de Pasco utilizando solo un STM-1 que llega hasta Jaital y allí se distribuye de acuerdo al enrutamiento de tráfico requerido, realmente hay posibilidad de enrutar tráfico desde cualquiera de los cuatro extremos a cualquiera de los otros extremos, no se muestra en el gráfico la inserción extracción de tributarios en Jaital pero esto es posible en esta configuración.

Figura 6.4



## 6.4 Evaluación Comparativa De Sdh Y Pdh Utilizando Las Redes Descritas

Al no existir ya redes PDH existentes para la misma aplicación, la evaluación la realizaremos mostrando los inconvenientes que tendríamos aplicando tecnología PDH en las redes descritas tomando para esto criterios de comparación desde el punto de vista técnico que se estructuran en la tabla a continuación.

Los criterios a tomar en cuenta son los siguientes:

- Capacidad
- Versatilidad
- Confiabilidad
- Gestión de Red
- Mantenimiento

**Tabla 6.1**

CAPACIDAD	
SDH	PDH
La capacidad de tráfico en los casos descritos es prácticamente que un 140M puesto que la capacidad del enlace es un STM-1.	La máxima capacidad posible sería de 140M, siendo así prácticamente la misma a la de un STM-1.

VERSATILIDAD	
SDH	PDH
<p><u>Lima-Huancayo y Lima-Sicaya</u> Es una conexión punto a punto de todos los tributarios pero no se requiere hardware adicional para terminar los tributarios.</p>	<p><u>Lima-Huancayo y Lima-Sicaya</u> Es una conexión punto a punto de todos los tributarios pero requiere hardware adicional para terminar en tributarios de 2M.</p>
<p><u>Trujillo-Cajamarca</u> La Inserción-Extracción de los tributarios se realiza en el mismo NE-150 A , pudiendo cambiarse por software sin ningún cambio ni implementación de hardware.</p>	<p><u>Trujillo-Cajamarca</u> La Inserción-Extracción de los tributarios se realiza por conexión de hardware requiriendo para realizar un cambio en la Inserción-Extracción de un cambio en el hardware y en el conexión físico en las estaciones.</p>
<p><u>Lima-Huanuco-Cerro de Pasco</u> De la misma manera que el caso anterior cualquier modificación que se requiera realizar en el direccionamiento de los tributarios es fácilmente realizable por software.</p>	<p><u>Lima-Huanuco-Cerro de Pasco</u> De la misma manera que el caso anterior cualquier modificación que se requiera realizar en el direccionamiento de los tributarios es muy complicada y solo realizable por cambio en el Hardware y en el conexión físico en las estaciones.</p>



CONFIABILIDAD	
SDH	PDH
<p>La confiabilidad de la red en los casos descritos depende de la calidad del enlace de microondas como de la calidad del equipamiento estrictamente hablando. Pero existen otras características que redundan en confiabilidad en caso de fallo y estas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La capacidad de uso de los circuitos libres en caso de avería en solo con un cambio de software minimizando el tiempo de interrupción ante este tipo de falla.</li> <li>- La capacidad de rápido mantenimiento remoto.</li> </ul>	<p>La confiabilidad de la red en los casos descritos dependería de la calidad del enlace de microondas como de la calidad del equipamiento, puesto que la posibilidad de una corrección rápida de un problema es limitada.</p>

GESTION DE RED	
SDH	PDH
Como hemos visto los bytes de cabecera permiten una gestión de red bastante completa	Mínima puesto que la trama solo permite el envío de una cantidad de información de mantenimiento y gestión muy limitada.
MANTENIMIENTO	
SDH	PDH
<p>El costo y la oportunidad de mantenimiento es muy buena por lo siguiente:</p> <p>Las posibilidades de gestión de red remota que minimiza el costo de traslados para mantenimiento.</p> <p>La posibilidad de mantener un stock mínimo de repuestos por la standarización del equipamiento usado en las diversas configuraciones.</p>	<p>El costo y la oportunidad de mantenimiento son limitados por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mínima gestión remota lo que encarece el mantenimiento por costos excesivos de traslados de personal para trabajos mínimos y hace que la solución del problema tenga una demora excesiva.</li> <li>- Se requiere un stock grande de repuestos puesto que los módulos dependen mucho de la configuración requerida en cada estación.</li> </ul>

## CONCLUSIONES

Las conclusiones que presentamos a continuación todas expresan el conocimiento de capacidad que posee la tecnología SDH de brindar mejoras a los servicios de telecomunicaciones existentes, que pudiendo ser adecuadamente usada por los Operadores de Telecomunicaciones redundarían como ya lo hacen en algunos casos en la mejora del servicio al usuario final. Este conocimiento surge del conocimiento cabal de lo expuesto en este trabajo y de la adecuación de estos conocimiento a las necesidades de los operadores en el Perú.

1. La jerarquía digital Síncrona permite el transporte de líneas tributarias de menor capacidad brindándole la capacidad de ser monitoreadas de una manera mas efectiva debido a la gran cantidad de información que permite llevar la trama STM-1 en su cabecera, permitiendo a los operadores una atención mas adecuada de los problemas que pudieran ocasionarse tanto en la regeneración como en la etapa de multiplexación, mejorando así la calidad de su servicio.
2. El soporte de hardware requerido para el mantenimiento de una red SDH se reduce debido a la menor cantidad de equipos requeridos para

multiplexar tributarios de diferentes velocidades esto reduce los costos de mantenimiento de los operadores lo que en teoría redundaría en un ahorro para el usuario del servicio.

3. Otro aspecto importante es la capacidad de realizar un mantenimiento remoto para solucionar algunos problemas y principalmente para realizar configuraciones requeridas en lugares remotos mediante el uso de los canales de usuario disponibles para esto en la cabecera de la trama. Esto redundaría en una reducción en la necesidad de contar con gran cantidad de personal de mantenimiento y de recursos logísticos para una red que relativamente extensa geográficamente hablando y por lo tanto bajando los costos del servicio.
4. La versatilidad relacionada con los tipos de configuración disponibles para un multiplexor SDH, permiten la rápida respuesta de un operador ante situaciones de requerimiento de servicios urgentes solicitados por sus clientes, siendo así la oportunidad de su servicio incrementada de una manera sustancial, siendo esta un muy importante valor agregado de su servicio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CCITT Unión Internacional de Telecomunicaciones. **ASPECTOS GENERALES DE LOS SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL (RECOMENDACIONES G.700 a G.795)**. Libro Azul Tomo III- Fascículo III.4.
2. NEC Corporation. **SDH TRAINING MANUAL**. First Issue 1996).
3. NEC Corporation. **MULTIPLEXOR DE INSERCIÓN-EXTRACCIÓN SMS-150 A**. 1996.
4. NEC Corporation. **MANUAL DE INSTALACIÓN (PROYECTO SDH 1995 Telefónica del Perú)**. 1995.
5. NEC Corporation. **MANUAL DE INSTALACIÓN (PROYECTO SDH 1996 Telefónica del Perú)**. 1996.