

**Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Eléctrica**



Trabajo de Graduación:

“Diseño de instrumentos virtuales para medir señalización siete por canal común de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (CCS7UIT) en tiempo real”

Presentado por:

Daniel Alberto Calderón Osorio

Para optar al título de Ingeniero Electricista

San Salvador, Agosto de 2003

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación a la opción del grado de:
Ingeniero Electricista

Título :
“Diseño de instrumentos virtuales para medir señalización
siete por canal común de la Unión Internacional de
Telecomunicaciones (CCS7UIT) en tiempo real”

Presentado por :
Daniel Alberto Calderón Osorio

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docente Director:
Ing. Carlos Eugenio Martínez Cruz

San Salvador, agosto de 2003

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Rector : Dra. María Isabel Rodríguez

Secretario General : Licda. Lidia Margarita Muñoz Vela

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Decano : Ing. Alvaro Antonio Aguilar Orantes

Secretario : Ing. Saúl Alfonso Granados

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Director : Ing. Luis Roberto Chévez Paz

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

Ing. Carlos Eugenio Martínez Cruz

Ing. Werner David Meléndez Valle

Ing. René Naúm Clímaco Cortez

PREFACIO

En los tiempos previos a la privatización del servicio de telecomunicaciones en el año de 1996, en El Salvador el desarrollo tecnológico en este campo era de avance muy lento, restringido a una sola entidad y como efecto, no se veía la necesidad de mejorar dada la individualidad del proveedor nacional del servicio. Desde los comienzos de este proceso divisorio del rubro de telecomunicaciones, hasta la fecha han surgido cuatro empresas funcionando como administradoras de telefonía, que acompañadas de la competencia en servicio, han provocado la aceleración al paulatino desarrollo tecnológico en El Salvador y sus alrededores con la introducción de nuevos servicios como la transmisión de datos a alta velocidad y telefonía móvil celular. Con ésto, se implementan nuevos sistemas que requieren de personal con conocimiento especializado y capaz de comprender la utilidad de los instrumentos y herramientas de trabajo nuevas en el campo.

Como un paso en este camino de preparación tecnológica especializada en las telecomunicaciones, es que se planteó un trabajo de graduación, el cual propusiera diseños de instrumentos de medición o monitoreo en tiempo real del Sistema de Señalización No. 7 según los estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (*UIT*), y que además, dada su necesidad de fundamento teórico sirviese como referencia en futuros estudios y trabajos relacionados al tema; por otra parte, para la contribución al rubro de telecomunicaciones, se pretendería también, el diseño y fabricación real de este instrumento con los recursos salvadoreños para ofrecerse al sector de telecomunicaciones en el país, respaldado la factibilidad económica relativa a los instrumentos extranjeros ya existentes en el mercado, y con el soporte técnico interno inmediato.

Lo anterior implicaba una gran complejidad en el trabajo necesario para lograr tales objetivos y alcances, por lo que el trabajo actual se dedica específicamente al diseño de un instrumento, no incluyendo su implementación real, que aúna también el fundamento teórico, guiando en forma rápida a introducirse en el tema, llevando como objetivo final la utilidad como referencia para trabajos posteriores que den continuidad al proyecto inicial alcanzando los objetivos planteados.

RESUMEN

Con los objetivos de plantear un diseño de instrumento virtual para la medición o monitoreo de la Señalización No. 7 y de proveer los fundamentos teóricos que sirvan de referencia para su construcción y el entendimiento de su funcionamiento, este trabajo se ha realizado en tres etapas de desarrollo: Generalidades e información básica del sistema de señalización No. 7, diseño y requisitos de hardware del instrumento, diseño y requisitos de software del instrumento.

La primera etapa del trabajo desarrollada en el capítulo uno, consta de la información básica y generalidades del sistema de señalización No. 7, se hace necesaria para crear una referencia de los conceptos, arquitecturas del sistema de señalización y de los elementos que intervienen en la estructura de una red de telecomunicaciones que opera bajo este sistema de señalización. Provee también, la descripción de los formatos de mensajes de señalización y sus parámetros internos.

Dado que el instrumento a proponer requiere del acceso a la red de telecomunicaciones, la segunda etapa del trabajo consta de la descripción de los aspectos que se relacionan a los tipos de interfaz posibles que pueden utilizarse en la red de telecomunicaciones bajo señalización No. 7, sus características y restricciones que serán necesarias para tomar en cuenta en la implementación de este diseño, todo esto bajo los estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). A continuación, se plantea el diseño del hardware del instrumento que cumpla lo planteado teóricamente, los elementos funcionales necesarios, y la propuesta de la interfaz instrumento y la red basada en componentes electrónicos reales. Lo anterior es desarrollado en el capítulo dos de este documento.

La tercera etapa del trabajo en el capítulo tres, tiene por intención plantear los fundamentos prácticos para el tratamiento de la información de señalización obtenida a partir de la interfaz de hardware. Inicia con la descripción de la estructura de mensajes de

señalización para la parte de usuario ISUP del sistema de señalización No. 7, contiene también la aplicación de éstos en la señalización de una llamada de voz común para ejemplificar su funcionamiento. Posteriormente, se plantean los procesos necesarios para el tratamiento, manipulación, interpretación y presentación de la información de señalización, para lo cual se proponen las series de pasos que involucra cada proceso y su descripción funcional. También se incluyen breves comentarios que serán de importancia en la implementación del instrumento.

Con estas tres etapas del trabajo, se ha logrado obtener los siguientes resultados:

- Referencia teórica rápida a la información planteada en los estándares de la UIT que se relacionan con el funcionamiento pensado para el instrumento propuesto. La comprensión del sistema de señalización No. 7 en una red de telecomunicaciones y su operación desde el punto de vista práctico.
- Fundamentos para la construcción del instrumento en sus parte de hardware y software, de manera que sirvan de guía para posteriores trabajos que den continuidad al proyecto al cual se ha desarrollado este trabajo.
- Los conceptos y aspectos necesarios que se requieren para comprender el funcionamiento del sistema de señalización No. 7 y por lo tanto, se obtiene la comprensión de la interactividad del instrumento y las redes de telecomunicaciones reales.

TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo	Página
I. GENERALIDADES E INFORMACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN No. 7	1
1.1 La red de telefonía pública conmutada	2
1.1.1 La señalización	3
1.2 Antecedentes históricos de la señalización	5
1.3 Generalidades de la red en el SS No. 7	7
1.3.1 Descripción de la red y sus características	7
1.3.2 Componentes de la Red de Señalización	9
1.3.2.1 Punto de señalización (SP)	9
1.3.2.2 Enlace de señalización	10
1.3.2.3 Modo de señalización	10
1.3.2.4 Rutas de señalización	12
1.4 Arquitectura del sistema	13
1.4.1 Arquitectura de la red del SS No. 7	13
1.4.2 Arquitectura del Sistema de Señalización N.º 7	18
1.4.2.1 Parte de Transferencia de Mensajes (MTP) (niveles 1~4)	19
1.4.2.2 Protocolos y Partes de Usuario (nivel 4)	24
1.4.2.2.1 Parte de Usuario de Telefonía (TUP)	24
1.4.2.2.2 Parte de Usuario de RDSI (PU-RDSI)	25
1.4.2.2.3 Parte de Control de la Conexión de Señalización (SCCP)	26
1.4.2.2.4 Parte de Transacción de Capacidades de Aplicación (TCAP)	27
1.5 Mensajes de señalización	28
1.5.1 Estructura de la unidad de señalización	28
1.5.1.1 Descripción de los campos contenidos en MSUs	34
1.5.1.1.1 Campos comunes	34
1.5.1.1.2 Campos exclusivos	36
1.6. Referencia bibliográfica	39
II. DISEÑO Y REQUISITOS EN LA ETAPA DE HARDWARE DEL INSTRUMENTO	41
2.1 Características de la interfaz	42
2.1.1 Características físicas y eléctricas de la interfaz a 2048 kbit/s	42
2.1.1.1 Especificaciones del puerto de salida	43
2.1.1.2 Especificaciones del puerto de entrada	44
2.1.1.3 Fluctuación de fase (Jitter)	45
2.1.1.4 Estructura de trama E1	45
2.1.1.5 Utilización de canales	46

2.1.1.6 Conexión de la interfaz E1	49
2.1.1.7 Comentarios en el diseño de la interfaz	50
2.2 Diseño del instrumento	51
2.2.1 Diseño de la interfaz	52
2.2.2 Recuperación de reloj	55
2.2.3 Adquisición y decisión de pulso	57
2.2.4 Decodificación HDB3	57
2.2.5 Implementación de la interfaz	58
2.2.6 Transferencia de Datos	60
2.2.7 Protección contra ruido	62
2.3 Conclusiones y comentarios al capítulo II	63
2.4 Referencia bibliográfica	65
III. DISEÑO Y REQUISITOS EN LA ETAPA DE SOFTWARE DEL INSTRUMENTO	66
3.1 ISUP y SS7	67
3.1.1 Formato de Mensajes ISUP	67
3.1.2 Aplicación de mensajes ISUP	74
3.1.3 Estructura y formato de los mensajes	78
3.2 Diseño del software	83
3.2.1 Consideraciones Preliminares	83
3.2.2 Procesos a incluirse en la etapa de software	83
3.2.2.1 Lectura de puerto de entrada de datos	84
3.2.2.2 Selección de información en timeslot de señalización	86
3.2.2.3 Selección de MSUs o LSSUs	88
3.2.2.4 Utilidad de filtrado de información	90
3.2.2.5 Proceso de Interpretación y presentación de señalización	91
3.2.2.5.1 Parámetros y octetos de tratamiento diferente	95
3.2.2.5.1.1 Códigos de punto de señalización (OPC/DPC)	95
3.2.2.5.1.2 Punteros a octetos en mensajes ISUP	96
3.3 Conclusiones y comentarios al capítulo III	96
3.4 Referencia bibliográfica	98
IV. ANEXOS	99
4.1 Especificaciones técnicas IC Exar XRT82D20	
4.2 Especificaciones técnicas IC Dallas Semiconductor DS2187	
4.3 Especificaciones técnicas IC Dallas Semiconductor DS2148	
4.4 Especificaciones técnicas IC 74VHC393	
4.5 Ejemplo de mensajes ISUP	

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1. Elementos de la RTPC	3
1.2. Modos de señalización. (a)asociado. (b)no asociado (c)cuasiasociado	12
1.3. Esquema de una red internacional y sus diferentes puntos de transferencia de señalización	15
1.4. Representación de la red de telecomunicaciones soportada por el SS7	18
1.5. Bloques y niveles del sistema de señalización N.º 7	20
1.6. Tipos de etiquetas en unidades de señalización	29
1.7. Formatos de unidades de señalización (SU)	31
1.8. Formatos de unidades de mensajes de señalización (MSU)	32
1.9. Estructura del campo de estado	37
1.10. Estructura del campo de información de servicio	37
2.1. Plantilla para el pulso de interfaz a 2048 kbit/s	44
2.2. Trama E1	46
2.3. Circuito descriptivo para terminación de línea	50
2.4. Bloques funcionales del instrumento	52
2.5. Bloques funcionales de la etapa de interfaz	52
2.6. Interconexión del instrumento por la interfaz a la red	53
2.7. Detalle de la interfaz	54
2.8. (a)Pulso rectangular. (b) salida del filtro adaptado	55
2.9. Diagrama de bloques del sincronizador Early-late	56
2.10. Diagrama de bloques del IC XRT82D20	59
2.11. Diagrama de bloques del IC DS2187	60
2.12. Diagrama Funcional de la Interfaz	64
3.1. Dos octetos correspondientes al campo CIC	68
3.2. Formato generalizado de mensaje ISUP	70
3.3. Detalle del formato general de un mensaje ISUP	71
3.4. Diagrama de red para una llamada ISUP	75
3.5. Secuencia de mensajes y señales en ISUP para una llamada	76
3.6. Flujograma para proceso de lectura de datos	85
3.7. Flujograma para el proceso de selección de información en el timeslot de señalización	87
3.8. Flujograma para selección de MSUs o LSSUs	89
3.9. Secuencia de pasos para la interpretación	92
3.10. Octeto de información de categoría de la parte llamante	94
3.11. Formato del código para ISPC	96

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
CUADRO 1.1. Redes accesibles vía SCP	16
CUADRO 2.1. Especificaciones para la interfaz a 2048 kbit/s	43
CUADRO 2.2. Asignación de los bits de TSO numerados del 1 al 8	48
CUADRO 3.1. Códigos de tipo de mensaje	73
CUADRO 3.2. Tipos de mensajes ISUP	77
CUADRO 3.3. Mensaje Inicial de Dirección (IAM)	79
CUADRO 3.4. Mensaje de Dirección Completa (ACM)	80
CUADRO 3.5. Respuesta (ANM)	81
CUADRO 3.6. Liberación (REL)	82
CUADRO 3.7. Liberación Completa (RLC)	82
CUADRO 3.8. Códigos de identificación de parámetros en mensajes ISUP	92

CAPITULO I

GENERALIDADES E INFORMACIÓN BÁSICA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN No. 7

Introducción

El trabajo necesario para la elaboración de una propuesta de instrumento virtual para medición o monitoreo del sistema de señalización por canal común UIT-T No. 7, se ha proyectado en tres etapas de desarrollo, de las cuales este capítulo corresponde a la primera y consiste en la recopilación de la información que debe aplicarse tanto en el diseño del instrumento como ya en su funcionamiento

En El Salvador, la red predominante de telefonía es la red pública conmutada, por lo que básicamente es la plataforma de aplicación del instrumento, y como primer desarrollo del trabajo, este documento inicia con una breve descripción sobre la red de conmutación para la telefonía pública, luego se procede a una reseña histórica de la señalización en general, que expande el panorama de desarrollo de la señalización para después continuar enfocando la atención únicamente al sistema de señalización No. 7, describiéndolo en las arquitecturas de red y propiamente del sistema. Finalmente, se estudian las estructuras y formatos de los mensajes de señalización junto con sus componentes informativos que correspondan a los diferentes niveles del sistema de señalización No. 7 bajo los estándares UIT-T.

1.1. LA RED DE TELEFONÍA PÚBLICA CONMUTADA

El funcionamiento de toda la telefonía en el ámbito mundial esta basado en una infraestructura que pueda dar servicio para la comunicación de un punto a otro, esta base está formada por los diferentes sistemas, procesos y recursos humanos, lo que en conjunto es conocido como la Red de Telefonía Pública Conmutada o simplemente llamada RTPC por sus siglas.

Para la comprensión general de la RTPC, primordialmente debe examinarse su nombre. La red, es red por el hecho de interconectar nodos en diferentes puntos tanto en el ámbito nacional y a la vez con los demás nodos internacionales. Esta red es pública ya que cualquier abonado debería poder suscribirse al operador de la red, y éste a su vez debería poder completar llamadas a cualquier otro nodo de la red. La red es telefónica porque solamente está diseñada para conectar circuitos de voz entre dos terminales extremas (aparatos telefónicos) en el enlace de comunicación. Y por último, es conmutada debido a que los elementos de conmutación establecen una trayectoria de comunicación entre los abonados llamante y llamado.

En forma fundamental, la RTPC está formada por ocho elementos de telecomunicación:

1. Conmutación.
2. Señalización.
3. Transmisión.
4. Gestión.
5. Datos.
6. Equipos terminales.
7. Servicios.
8. Tecnología inalámbrica.

Cada uno de estos elementos es ilustrado en la figura 1.1.

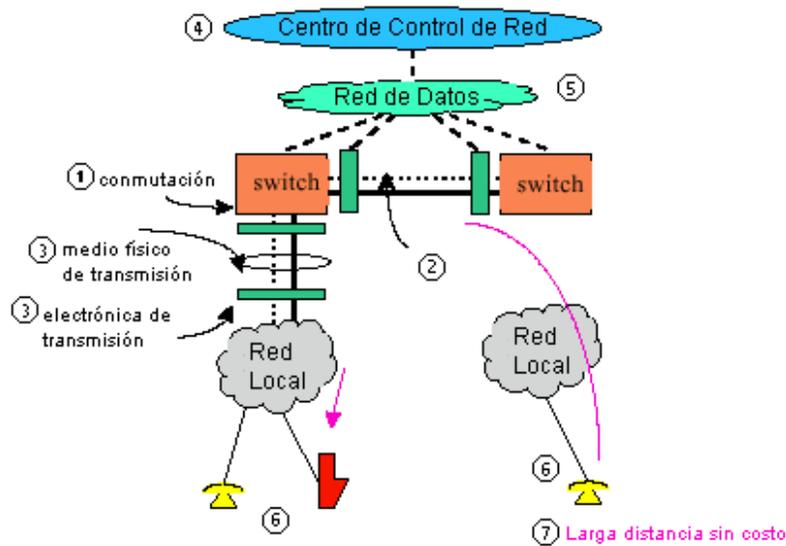


Figura 1.1. Elementos de la RTPC

A continuación se describe la señalización como base importante para el desarrollo de este documento.

1.1.1. La señalización

Bajo los objetivos de este trabajo, nos interesa únicamente el elemento de señalización. Para que la red sea funcional en la gran cantidad de posibles conexiones entre terminales y/o abonados es necesaria la existencia de una comunicación constante entre los nodos de la red. Esta comunicación es proporcionada por la señalización, que puede entenderse como un lenguaje que las centrales telefónicas utilizan para hablarse entre sí y para hablar con los equipos terminales de abonados.[8] Dentro de los límites del operador de red, la señalización es el vehículo clave para transportar la información de comportamiento, rutas y fallas de los circuitos y enlaces. En vista de los variados fabricantes de equipos telefónicos, tanto de centrales como de terminales, es necesario que se sigan “protocolos” de señalización. La elección de los distintos protocolos existentes por parte de los operadores de red normalmente es una opción libre; sin

embargo, tal elección está regida por variables económicas, y de tecnologías existentes. De forma general, el tipo de señalización se divide en dos:

- Señalización por canal asociado. (CAS, del inglés *Channel Associated Signaling*)
- Señalización por canal común. (CCS, del inglés *Common Channel Signaling*)

La CAS es conocida también como señalización dentro de banda, por el hecho de que la información de señalización está dentro del ancho de banda de la voz. La CAS refiere a que la señalización es *dependiente* de la trayectoria de circuitos conectados para completar en el enlace, es decir, si el enlace no está completo la señalización no puede existir.

La señalización por canal común o CCS, conocida también como fuera de banda ya que la información de señalización está fuera del ancho de banda de la voz. Además la principal característica de la CCS es ser *independiente* del conjunto de circuitos conectados para el enlace, esto implica que, si una parte de la red de conmutación está fuera de operación, la CCS puede buscar una ruta diferente para completar el intercambio de información entre el punto origen y el destino. A diferencia de la CAS, existe un canal totalmente dedicado para la señalización, mientras que el canal de voz únicamente es utilizado cuando la conexión es estabilizada. Esta técnica de usar dos canales separados produce una mayor eficiencia por la reducción de tiempos de conexión y reducción de efectos por interferencia.

Por lo tanto, la CCS es un método de señalización en el cual un solo canal transfiere, por medio de mensajes etiquetados, la información de señalización relativa a varios circuitos de voz, u otras informaciones tales como la gestión de red.

1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA SEÑALIZACIÓN [9]

Desde los inicios de las RTPCs a mediados del siglo XX, se hizo necesaria una manera de dar ordenes a los circuitos o controlarlos, para lo cual el recurso humano fue elemental y primordial en esos tiempos. Al paso de los años, llegando a 1960, cuando las RTPCs completamente analógicas fueron convirtiéndose en semiautomatas, y en vista de la necesidad de que el sistema de señalización utilizado fuese normalizado entre todas las redes crecientes en diferentes lugares, el CCITT¹ normalizó en el año de 1954 un sistema de uso general llamado *señalización No. 4*, el cual únicamente permitía la operabilidad en centrales analógicas por medio de un código de dos frecuencias dentro de la banda vocal, diez años después normalizó el *sistema de señalización No. 5*, que introducía mejoras al SS. No. 4 para las aplicaciones automáticas y semiautomáticas con un código multifrecuencia dentro de la banda vocal, es decir señalización CAS, manteniendo la interoperatividad entre los dos sistemas pero con capacidad de desempeño sobre enlaces satelitales. Para el año de 1968, el CCITT normalizó un sistema de señalización de uso general aplicable a redes automáticas y semiautomáticas llamado *sistema de señalización No. 6*, que introdujo el nuevo sistema de señalización por canal común CCS, permitiendo diferentes modos de señalización, y además ofreciendo la operatividad en forma analógica o digital, en ese mismo año, normalizó también dos sistemas para uso *regional* llamados R1 y R2, donde el R1 se destinaba a ser utilizado principalmente en América del Norte con un código multifrecuencia (2 a 6 frecuencias) para la señalización entre registradores de llamadas ubicados entre las centrales telefónicas, mientras que el sistema R2, se proveía con mayor capacidad a nivel digital y con ambigüedad entre lo analógico y digital, demostrando un mejor desempeño en la señalización que los sistemas No. 4, 5 y R1 debido a que permitía mejor encaminamiento e información de congestión y de tipo de llamada.

¹. CCITT, del inglés Consultative Committee on International Telephone and Telegraph, el cual sostuvo este nombre hasta el 28 de febrero de 1993, convirtiéndose en la International Telecommunications Union (ITU) a partir del 1 de marzo de 1993.

Hasta el momento, la alta capacidad y eficiencia del sistema R2 y el SS No 6, habían disminuido la rapidez en que surgían los nuevos sistemas de señalización; sin embargo, a finales de la década de los 70s, el crecimiento y la necesidad inherente de digitalizar las redes telefónicas debido a la creciente demanda de servicios que fuesen proporcionados de una manera confiable y segura, llevó al CCITT a normalizar en el año de 1980 un nuevo sistema de señalización por canal común llamado No. 7, que permitía muchas facilidades en la gestión de redes, proveyendo alto rendimiento y versatilidad para su mejoramiento constante a lo largo del tiempo. Es aquí, que el *sistema de señalización No. 7*² ha venido a cubrir las funciones de los sistemas anteriores demostrando su capacidad, confiabilidad y seguridad, siendo el sistema de primera instancia en las actuales RTPCs.

Como punto de partida, en 1980 el CCITT publicó su Libro Amarillo donde se especificaba que la parte del sistema destinada para la transferencia de mensajes fuese primordialmente para el tratamiento de llamadas con fines de establecer conexiones relacionadas con los circuitos conmutados, es decir, para realizar enlaces de voz a través de los circuitos de las centrales. Sin embargo, especificaba también que dicha parte de transferencia de mensajes debía ser directriz para un conjunto de aplicaciones, lo que planteaba al SS7 mucho más extenso que un simple sistema nuevo de señalización telefónica, como lo era la parte de control de telefonía implementada en sistemas anteriores.

Al año de 1984, en el nuevo Libro Rojo del CCITT, se añadieron funciones a la parte de transferencia de mensajes con fines de controlar la conexión de señalización, creando así una capa real de red No. 7 permitiendo conexiones lógicas no relacionadas con circuitos (circuitos de voz) y también el intercambio de datos entre aplicaciones que se ejecutan en distintos nodos de la red sin que se establezca una conexión de red.

² Representado de forma breve como SS No.7 y ya que consiste de una señalización por canal común, dentro de algunos documentos o equipos es conocido como CCSS No. 7, CCS7, SS7.

Sentadas las bases del origen del SS7, a continuación se dan las generalidades y características básicas de una red a la cual da soporte un sistema de señalización No. 7.

1.3. GENERALIDADES DE LA RED EN EL SS No. 7

1.3.1 Descripción de la red y sus características

Una red de telecomunicaciones a la que da servicio un sistema de señalización por canal común está compuesta de un número de nodos de conmutación y procesamiento interconectados por enlaces de transmisión. Para comunicar cada uno de estos nodos utilizando el SS N.º 7 se requiere crear las características necesarias «dentro del nodo» del SS N.º 7, convirtiendo este nodo en un *punto de señalización* (SP, *signaling point*) de la red del SS N.º 7. Además, surgirá la necesidad de interconectar estos puntos de señalización de tal manera que la información de señalización (datos) del SS N.º 7 pueda transferirse entre ellos. Estos enlaces de datos son los *enlaces de señalización* de la red de señalización del SS N.º 7. Por lo tanto, el conjunto de puntos de señalización y sus enlaces de señalización de interconexión forman la red de señalización del SS N.º 7.

El hecho de utilizar la CCS, prevé medios para asegurar la transferencia fiable de la información de señalización en presencia de perturbaciones de la transmisión o fallos de la red. Estos medios incluyen la detección y corrección de errores en cada enlace de señalización.

En el sistema se emplea normalmente la redundancia en enlaces de señalización y se incluyen las funciones necesarias para la desviación automática del tráfico de señalización hacia trayectos alternativos en caso de fallas del enlace. Por tanto, permite dimensionar la capacidad y fiabilidad de la señalización de acuerdo con los requisitos de las diferentes aplicaciones, mediante la disposición de múltiples enlaces de señalización. Entonces, generalizando, las características esenciales de las redes No. 7 son [6]:

- Alto rendimiento.

- La capacidad de retransmisión.
- El control de flujo de datos.
- Velocidades de retransmisión de hasta 64 kbit/s por cada enlace de datos.
- La reconfiguración automática.
- La tolerancia a fallos.
- La redundancia posible que las distingue considerablemente de otras redes como la X.25.

Refiriéndose al alto rendimiento, viene dado por el hecho de poder soportar una variedad de servicios de forma conjunta según las aplicaciones, valiéndose de la extensa capacidad de manejo de información.

A la alta fiabilidad de las redes No. 7 contribuye primordialmente la gestión de la red de señalización, que consta de la gestión del tráfico, la de enlaces y la de rutas.

La gestión del *tráfico de señalización* asegura que los enlaces de datos de señalización defectuosos se retiran de servicio y se reintegran al mismo una vez reparados siguiendo procedimientos estándar de paso a enlace de reserva y retorno a enlace normal.

La gestión de *enlaces de señalización* comprende la activación, desactivación y restauración del enlace de datos, y la activación del conjunto de enlaces.

Y por último, cuando intervienen puntos de transferencia de señalización, y en el caso de un fallo, la gestión de *rutas de señalización* contiene procedimientos automáticos para notificar a los puntos de señalización contiguos que no encamine ningún mensaje más o que restrinjan los mensajes a un determinado punto de transferencia de señalización o de destino, y, a la inversa, que vuelvan al encaminamiento normal cuando se haya eliminado el fallo.

Los siguientes párrafos pretenden dar un entendimiento más profundo sobre los conceptos mencionados hasta el momento.

1.3.2. Componentes de la Red de Señalización

1.3.2.1 Punto de señalización (SP)

Un punto de acceso a la red del sistema de señalización N.º 7 y que implementa protocolos orientados a aplicaciones encontrándose en los nodos de la red es considerado un punto de señalización.

Son ejemplos de nodos, en una red de señalización, que constituyen puntos de señalización:

- Centrales (centros de conmutación).
- Bases de datos de redes inteligentes.
- Puntos de transferencia de señalización.
- Centros de explotación, gestión y mantenimiento.

Según la UIT-T, cuando dos puntos de señalización cualesquiera cuyas funciones de *parte de usuario* correspondientes tengan la posibilidad de comunicar entre sí, se dice que tienen una *relación de señalización de usuario*.

Se tiene un ejemplo de ésta cuando dos centrales telefónicas están conectadas directamente por un haz de circuitos vocales. El intercambio de señalización telefónica relativa a estos circuitos constituye pues una *relación de señalización de usuario* entre las funciones de las partes de usuario de telefonía de esas centrales, que actúan como puntos de señalización.

Otro ejemplo es el caso en que la gestión de los datos de usuario y de encaminamiento en una central telefónica está controlada a distancia desde un centro de explotación y mantenimiento por medio de una comunicación a través del sistema de señalización por canal común.

La distinción de los puntos origen y destino entre todos los interconectados a la red, se logra por el hecho que todos los puntos de señalización en una red SS N.º 7 se identifican mediante un código único conocido como código de punto.

1.3.2.2. Enlace de señalización

Los enlaces de señalización son utilizados por el sistema de señalización por canal común para transportar los mensajes de señalización entre dos puntos de señalización. Varios enlaces de señalización que interconectan directamente dos puntos de señalización y se utilizan como un módulo constituyen un *conjunto de enlaces de señalización (conocidos normalmente como Linkset)*. Aunque un conjunto de enlaces incluye generalmente todos los enlaces de señalización paralelos, es posible utilizar más de un conjunto de enlaces establecidos en paralelo entre dos puntos de señalización. Un cierto número de enlaces, entre los pertenecientes a un conjunto de enlaces, que tienen características idénticas (por ejemplo, la misma velocidad de soporte del enlace de datos) se denomina un *grupo de enlaces (Link groups)*.

Dos puntos de señalización que están interconectados directamente por un conjunto de enlaces de señalización, se denominan, desde el punto de vista de la estructura de la red de señalización, puntos de señalización adyacentes. Por lo tanto, dos puntos de señalización que no están interconectados directamente son puntos de señalización no adyacentes. [1]

1.3.2.3. Modo de señalización

El término “modo de señalización” hace referencia a la asociación existente entre el trayecto seguido por un mensaje de señalización y la *relación de señalización* a la que se refiere el mensaje. [1]

Las redes SS N.º 7 permiten tres modos de señalización para una ruta de tráfico que interconecta a dos SPs: Modo asociado, modo no asociado y modo cuasi asociado.

En el *modo asociado de señalización*, se utiliza una trayectoria dedicada entre los puntos de señalización que intervienen, es decir, los mensajes referentes a una determinada relación de señalización entre dos puntos de señalización adyacentes son transferidos por un conjunto de enlaces que interconecta directamente esos puntos de señalización. [7]

En el *modo no asociado de señalización*, se usa trayectorias lógicamente separadas y múltiples nodos. Los mensajes referentes a una determinada relación de señalización son transferidos por dos o más conjuntos de enlaces en cascada que pasan por uno o más puntos de señalización que no son ni el origen ni el destino de los mensajes.

El modo cuasi asociado, se basa en el mínimo uso de nodos para enlazar los puntos. Es un caso limitado del modo no asociado en el cual el trayecto seguido por un mensaje a través de la red de señalización está predeterminado y, en un instante de tiempo dado, es fijo.

Acá se debe notar que, un punto de señalización en el cual un mensaje recibido por un enlace de señalización se transfiere a otro enlace de señalización, es decir, un punto en el cual no está ubicada la función parte de usuario emisora ni la receptora, consiste en un *punto de transferencia de señalización (STP, signal transfer point)*. [1]

La *parte de transferencia de mensajes* no incluye medios para evitar la llegada de mensajes, fuera de secuencia u otros problemas propios de la señalización enteramente no asociada con encaminamiento dinámico de los mensajes. Principalmente, la mayoría de redes SS N.º 7 están configuradas para el modo cuasi asociado por el hecho de causar el menor retraso para las transferencias de mensajes. En la Figura 1.2 se muestran los esquemas representativos de cada modo de señalización.

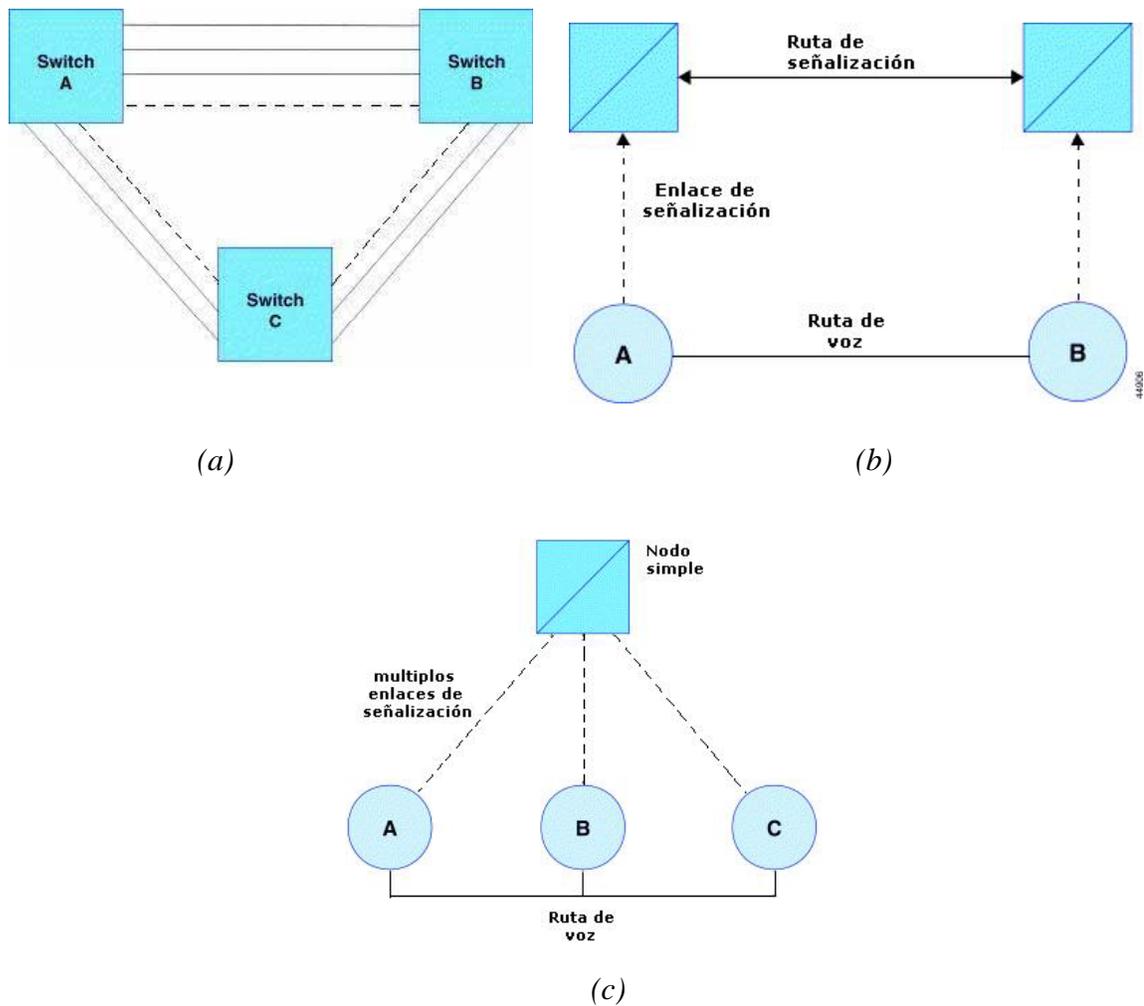


Figura 1.2. Modos de señalización. (a) asociado. (b) no asociado (c) cuasiasociado

1.3.2.4. Rutas de señalización

La ruta de señalización utilizada por un mensaje a través de la red de señalización entre el punto de origen y el punto de destino, es para esta relación de señalización el trayecto predeterminado, constituido por una sucesión de SP/STP y por los enlaces de señalización de interconexión. [1]

Todas las rutas de señalización que un mensaje puede utilizar entre un punto de origen y un punto de destino a través de la red de señalización son el conjunto de rutas de señalización para dicha relación de señalización.

1.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Todo sistema de comunicaciones posee una arquitectura básica, y el SS No. 7 no es la excepción. Procurando una mayor comprensión del sistema, el estudio de la arquitectura se ha dividido en dos partes, la primera que se refiere a los componentes físicos predominantes encontrados en la red del SS No. 7; para posteriormente profundizar en el estudio de la arquitectura propiamente del sistema de señalización, es decir, sus niveles de interoperabilidad y sus funciones.

1.4.1. Arquitectura de la red del SS No. 7

La arquitectura de red a la cual sirve un sistema de señalización N.º 7 esencialmente consiste de tres componentes interconectados entre sí por los enlaces de señalización. [7] Estos son:

- Punto de conmutación de servicios (SSP, *Services Switching Point*).
- Punto de transferencia de señalización (STP, *Signaling Transfer Point*).
- Punto de control de servicios (SCP, *Services Control Point*).

El SSP es un conmutador que facilita el acceso a los usuarios de RTPC/RDSI a la red, incluyendo el acceso a los programas lógicos de las redes inteligentes por medio de las funciones SSP, las cuales consisten en crear paquetes (unidades de señalización) y enviarlos como mensajes de señalización a otros SSPs después de haber consultado las tablas de enrutamiento para saber como enviar el mensaje. El SSP tiene la capacidad de originar, terminar y conmutar una llamada. [6] [7]

Por ejemplo, en el proceso de una llamada, las funciones SSP utilizan los dígitos marcados para buscar en la tabla de enrutamiento el correspondiente circuito de enlace y las terminaciones de intercambio, entonces, el SSP envía una unidad de señalización solicitando la conexión de circuitos. EL SSP gestiona el proceso mencionado anteriormente hasta que la conexión llegue a su destino.

El *Punto de Transferencia de Señalización*, STP, es un nodo con capacidad de enrutar las unidades de señalización entrantes (basándose en la información contenida dentro del formato de tal unidad) a través de los enlaces de señalización hasta que el mensaje llegue a su destino final. [6] [7]

Los STP pueden ser de tres tipos:

- Punto de transferencia de señalización nacional.
- Punto de transferencia de señalización internacional.
- Punto de transferencia de señalización de paso.

Como su nombre lo dice, el STP nacional está dentro de la red nacional, y por lo tanto, puede transferir mensajes que usan el mismo estándar o protocolo. Los mensajes pueden ser transferidos a un STP internacional, pero no pueden ser convertidos por el STP nacional si el protocolo entre ambos STP es distinto, en tal caso sea necesaria la conversión, el convertidor de protocolos será la interfaz entre ambos. Por ejemplo que un STP opere con estándar ANSI y que el otro opere con ITU-T.

El STP internacional está especificado a la operación en redes internacionales proveyendo de la interconexión entre países usando el estándar ITU-T. Nótese que todos los nodos conectados a un STP internacional deben operar en el estándar ITU-T.

El STP de paso, convierte información de señalización de un protocolo en otro. Comúnmente los STP de paso son usados como puntos de acceso a la red internacional cuando es requerido, entonces, bajo este criterio, un STP de paso debe ser capaz de manejar los distintos protocolos.

En ocasiones, el STP de paso se utiliza para mediciones de tráfico y uso de las rutas. Con respecto al tráfico puede medir el número de mensajes salientes y entrantes a la red, provee información de enlaces como también de procesadores locales que se encuentran fuera de servicio.

En el esquema de la figura 1.3 se puede observar una relación simple de los distintos STP que ejemplifica un caso de interconexión internacional.

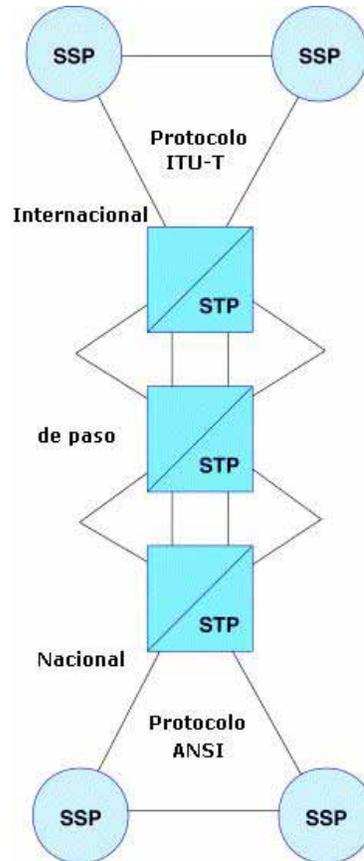


Figura 1.3. Esquema de una red internacional y sus diferentes puntos de transferencia de señalización

El punto de control de servicios, SCP, usualmente es un computador usado como sistema de base de datos, en el cual se alberga la información y los programas necesarios para la prestación de servicios de red inteligente. [6]

Especialmente, las bases de datos de las cuales el SCP puede ser interfaz son las de telecomunicación y las bases de datos específicas de aplicaciones. En el cuadro 1.1 se lista algunas de éstas.

CUADRO 1.1. Redes accesibles vía SCP

Abreviación	Nombre	Descripción
BSDB	Business Service Database	Permite a las empresas crear y guardar bases de datos propias, como también crear redes privadas
CMSDB	Call Management Services Database	Provee información sobre procesamiento de llamadas, gestión de la red, tráfico.
HLR	Home Location Register	Usada en Redes de telefonía celular para guardar información del suscriptor
LIDB	Line Information Database	Provee instrucciones de facturación

CUADRO 1.1. Continuación

LNP	Local Number Portability	Permite al usuario cambiar su proveedor de servicio y mantener su número de teléfono
OSS	Operations Support Systems	Asociado con centros de gestión y monitoreo remoto y redes de voz
VLR	Visitor Location Register	Usada cuando un teléfono móvil es reconocido por el Centro de Conmutación Móvil (MSC) servidor que no es el original.

Teniendo la información anterior, la representación en forma básica de la red de telecomunicaciones soportada por el SS7 es la que se muestra en la figura 1.4.

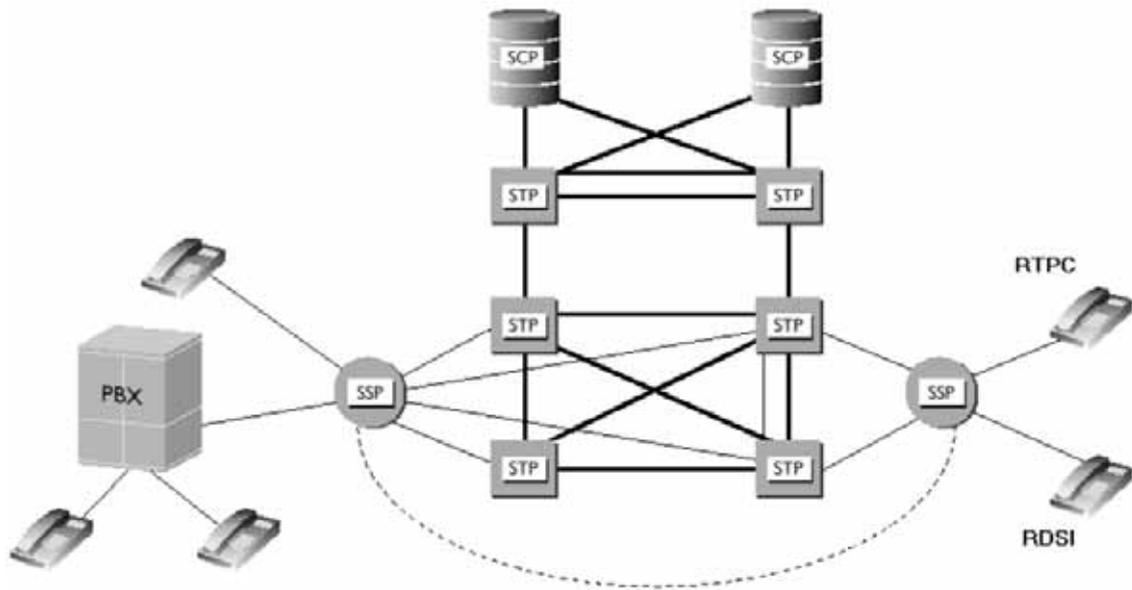


Figura 1.4. Representación de la red de telecomunicaciones soportada por el SS7

1.4.2. Arquitectura del Sistema de Señalización N.º 7

Para un usuario extremo el sistema de señalización N.º 7 es un servicio de capas de red, y desde la perspectiva de la red de señalización es un sistema en el cual el servicio puede ser proporcionado a un nivel/capa diferente. El SS N.º 7 consta de cuatro niveles y como otros sistemas de comunicación, está basado en el modelo OSI. Ya que las especificaciones iniciales del sistema fueron para la telefonía, los bloques funcionales básicos que conforman el SS No. 7 son:

- Parte de Transferencia de Mensajes (MTP).
- Parte de Usuario de Telefonía (TUP).
- Parte de Usuario RDSI (PU-RDSI ó ISUP).
- Parte de Control de Conexión de la señalización (SCCP).
- Parte de Transacción de Capacidades de Aplicación (TC ó TCAP).
- Parte de Servicio de aplicación (ASE ó ASP).

La figura 1.5 muestra los diferentes bloques y niveles que conforman el sistema como también muestra la relación correspondiente con los niveles de referencia del modelo OSI.

La idea de tal estructura es la división de funciones en cada entidad de aplicación, donde la MTP es común y las demás entidades o bloques poseen sus funciones propias.

1.4.2.1. Parte de Transferencia de Mensajes (MTP) (niveles 1~4)

La MTP tiene por función principal proveer a la información de señalización enviada por los *usuarios*³, el servicio de transporte y transacción de los mensajes de señalización de manera fiable entre los emplazamientos de las funciones de usuario que se comunican. La MTP provee a los otros niveles de transmisión nodo a nodo con funciones de detección y corrección de errores, remedio a los fallos de red, control de la secuencia de mensajes, encaminamiento, discriminación y distribución de los mensajes entre los nodos.

La MTP, respondiendo a las necesidades que han surgido a lo largo del tiempo, se ha dividido en tres capas, y que éstas a la vez conforman los tres primeros niveles de la arquitectura del sistema, éstas son [2]:

- Funciones del enlace de datos de señalización (nivel 1).
- Funciones del enlace de señalización (nivel 2).
- Funciones de la red de señalización (nivel 3).

³El término *usuario* se aplica a las partes de usuario del sistema que son la SCCP, TUP, DUP, ISUP.

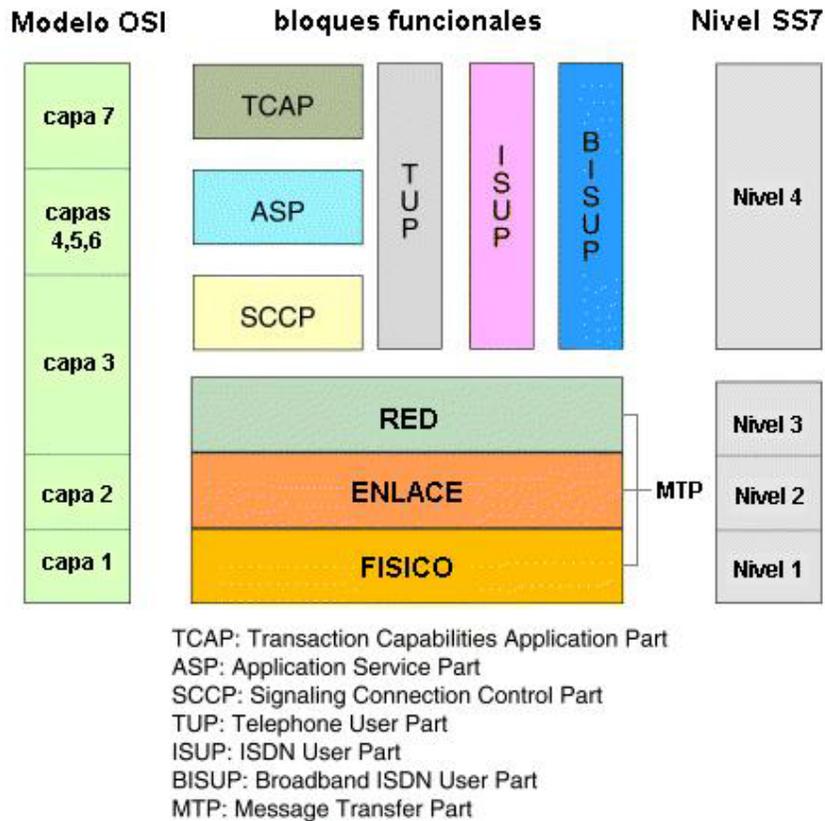


Figura 1.5. Bloques y niveles del sistema de señalización N.º 7

El nivel 1, como se puede apreciar en la figura 1.5 es equivalente al nivel 1 del modelo OSI, es decir que define las características físicas y eléctricas y las características funcionales del enlace digital de señalización, además define los medios de acceso a los mismos. Las interfaces físicas definidas son la E1 (2.048 Mb/s; 32 canales a 64 kbit/s), DS1 ó T1 (1.544 Mbit/s; 24 canales a 64kb/s), DS0 (64 kbit/s), DS0A (56 kbit/s) y V.35 (64 kbit/s).⁴

El nivel 2, es equivalente al nivel 2 del modelo OSI y define las funciones y procedimientos para la transferencia de mensajes de señalización por un determinado enlace de datos de señalización, así como las funciones y procedimientos relacionados

⁴ Los requisitos detallados de tales enlaces son especificados en la recomendación Q.702.

con dicha transferencia. Este nivel implementa control de flujo, validación de la secuencia de mensajes, y la verificación de errores.

La información significativa de señalización entregada por niveles superiores se transfiere por el enlace de señalización mediante las *unidades de señalización* (SU). Para el funcionamiento correcto del enlace de señalización, la SU contiene también la información de control de transferencia.

Las funciones del enlace de señalización incluyen [2]:

- Delimitación de las unidades de señalización mediante banderas.
- Prevención de la imitación de banderas mediante relleno de bits.
- Detección de errores mediante bits de comprobación anexos en cada SU.
- Corrección de errores mediante retransmisión y el control de la secuencia de las SUs mediante números explícitos de secuencia en cada SU y acuses de recibo.
- Detección de fallos del enlace de señalización mediante la supervisión de la tasa de errores en las SUs, y reestablecimiento del enlace de señalización por medio de procedimientos especiales.

El nivel 3, define las funciones y procedimientos que permiten el enrutamiento entre los puntos de señalización de la red SS7. Estas funciones están agrupadas en dos categorías principales:

- a) Funciones de tratamiento de los mensajes de señalización: Estas son funciones que, en la transferencia efectiva de un mensaje, lo dirigen al enlace de señalización o parte de usuario a que corresponde.
- b) Funciones de gestión de la red de señalización: Estas son funciones que, sobre la base de determinados datos e informaciones sobre el estado de la red de señalización, controlan en cada instante el encaminamiento de los mensajes y la configuración de las facilidades de la red de señalización. En el caso de cambios de estado, estas funciones controlan también las reconfiguraciones y otras

acciones efectuadas para preservar o restablecer la capacidad normal de la transferencia de mensajes.

Dentro de las funciones de tratamiento de los mensajes de señalización comprendidas dentro del nivel tres de la estructura SS7, pueden identificarse tres diferentes procesos, éstos son [2]:

- Encaminamiento del mensaje.
- Distribución del mensaje.
- Discriminación del mensaje.

El *encaminamiento de mensaje* es el proceso que proporciona la información de cuál enlace de señalización deberá utilizarse, después que se haya analizado la etiqueta de encaminamiento del mensaje en combinación con datos de encaminamiento que se dispone en el punto de señalización en cuestión.

Cada serie de enlaces de señalización que puede utilizarse para transferir un mensaje desde el punto de origen al punto destino constituye una *ruta de mensaje*. Como *ruta de señalización* se conoce a un posible trayecto, y se refiere a una serie de conjuntos de enlaces de señalización y STPs, entre un punto de señalización determinado y el punto destino.

En el SS No. 7, el encaminamiento de mensajes se efectúa de tal manera que la *ruta de mensaje* que ha de seguir un mensaje que lleva una etiqueta de encaminamiento dada está predeterminada y en un instante dado, es fija. Sin embargo, en el caso de fallos en el enlace de señalización, el encaminamiento de los mensajes, efectuado anteriormente por la ruta de mensaje averiada, se modifica de una manera predeterminada bajo el control de la función de gestión del tráfico de señalización en el nivel 3.

La *distribución de mensajes* es el proceso por el cual al recibirse un mensaje en su punto destino, se determina a que parte de usuario debe entregarse el mensaje.

La *discriminación de mensajes* es el proceso por el cual al recibirse un mensaje en un SP, determina si ese punto es o no el punto destino del mensaje. Si ese punto de señalización es el punto de destino, el mensaje es entregado a la función de distribución de mensajes; si no lo es, y el punto de señalización cuenta con medios de transferencia (STP), el mensaje se entrega a la función de encaminamiento para su ulterior transferencia por un enlace de señalización subsiguiente.

Las funciones de gestión de la red de señalización son [2]:

- Gestión del tráfico de señalización.
- Gestión de enlaces de señalización.
- Gestión de la ruta de señalización.

La *gestión del tráfico de señalización* tiene por tarea:

- a) Controlar el encaminamiento de mensajes; ésto incluye la modificación del encaminamiento de mensajes para preservar, cuando sea necesario, la accesibilidad de todos los puntos de destino afectados o para restablecer el encaminamiento normal.
- b) En combinación con modificaciones del encaminamiento de mensajes, controlar la transferencia resultante de tráfico de señalización de manera que no se produzcan irregularidades en el flujo de mensajes.
- c) Controlar el flujo.

La *función de gestión de enlaces de señalización* tiene por objeto controlar los conjuntos de enlaces conectados localmente. En el caso de cambios en la disponibilidad de un conjunto de enlaces locales, esta función inicia y controla acciones destinadas a restablecer la disponibilidad normal de ese conjunto de enlaces.

La función de gestión de enlaces de señalización suministra también, información a la función de gestión del tráfico de señalización, sobre la disponibilidad de enlaces y conjuntos de enlaces locales.

La *gestión de la ruta de señalización* es una función que está relacionada solamente con el modo cuasi asociado de señalización. Tiene por objeto transmitir información sobre los cambios de la disponibilidad de las rutas de señalización en la red de señalización, para permitir a SPs distantes efectuar acciones apropiadas de gestión del tráfico de señalización. Así, un STP puede, por ejemplo, enviar mensajes indicativos de la inaccesibilidad de un determinado punto de señalización a través de ese STP, lo que permite a otros puntos de señalización detener el encaminamiento de mensajes en una ruta incompleta.

1.4.2.2. Protocolos y Partes de Usuario (nivel 4)

1.4.2.2.1. Parte de Usuario de Telefonía (TUP) [3]

Consiste en un protocolo no digital que desarrolla la conexión y desconexión de llamadas telefónicas básicas [7]. La TUP fue la implementación temprana del SS No. 7 y no permite aplicaciones de datos. Se ha especificado con el propósito de mantener las mismas características de señalización que otros sistemas dentro de las especificaciones de la UIT.

El SS N.º 7 puede utilizarse para controlar la conmutación de todos los tipos de circuitos internacionales que han de intervenir en una conexión mundial, incluidos los circuitos con equipo TASI y los circuitos por satélite.

La TUP reúne todas las condiciones definidas por la UIT, relativas a las características de servicio para el tráfico telefónico internacional mundial automático y semiautomático. Se ha diseñado para la explotación de circuitos de voz bidireccionales. La TUP como usuario directo de la MTP, se comporta como protocolo de señalización entre centrales, generando y recibiendo mensajes que controlan sucesos de señalización como la liberación, respuesta, cuelgue y las señales de registrador.

La mayoría de las señales y tipos de mensajes de señalización telefónica especificados para uso internacional, se requieren también, en aplicaciones nacionales típicas. Además, las aplicaciones nacionales suelen requerir señales y tipos de mensajes de señalización adicionales.

Al igual que en las otras partes de usuario, se requiere identificar el origen y destino, por tal razón, la estructura de etiqueta normalizada especificada para los mensajes de señalización telefónica exige que a todas las centrales que utilizan el sistema de señalización se les atribuyan códigos de los planes de código establecidos por la UIT-T para la identificación inequívoca de SPs.

1.4.2.2.2. Parte de Usuario de RDSI (PU-RDSI)

La parte usuario de RDSI (PU-RDSI) o bien parte de usuario ISDN (por sus siglas en inglés de *Integrated Services Digital Network*), es el protocolo del sistema de señalización N.º 7 que proporciona las funciones de señalización necesarias para el servicio portador básico, así como para servicios suplementarios de aplicaciones vocales y no vocales en una red digital de servicios integrados. [4]

La parte usuario de RDSI utiliza los servicios proporcionados por la parte transferencia de mensajes (MTP) y en algunos casos por la parte control de la conexión de señalización (SCCP) para la transferencia de información entre partes usuario de RDSI en cada punto de señalización.

La PU-RDSI o bien ISUP (*ISDN, User Part*) surgió como una derivación de la TUP, proveyendo soporte a las funciones de redes inteligentes. El desarrollo de esta parte de

usuario ha llevado a requerir de mayor capacidad de servicio en la red, lo que da paso a la parte de usuario RDSI de banda ancha (BISUP) que consiste de un protocolo ATM destinado a servir la televisión de alta densidad (HDTV), multimedia y variadas funciones de voz.

La PU-RDSI utiliza dos métodos de señalización [4]:

- Enlace por enlace.
- Extremo a extremo.

El método de *enlace por enlace* se utiliza fundamentalmente para los mensajes que es preciso examinar en cada central. El método de extremo a extremo se utilizan para los mensajes con significación en el punto extremo.

La señalización de extremo a extremo se define como la aptitud de transferir información de señalización de importancia para el extremo distante directamente entre los puntos extremos de señalización a fin de proporcionar a un usuario solicitante un servicio básico o suplementario.

La señalización de extremo a extremo se utiliza generalmente entre las centrales locales de origen y de destino de la llamada, para efectuar o responder a peticiones de información adicional relacionada con la llamada, para invocar un servicio suplementario o para transferir en forma transparente información de usuario a usuario a través de la red.

1.4.2.2.3. Parte de Control de la Conexión de Señalización (SCCP)

La parte control de la conexión de señalización (SCCP, *signaling connection control part*) proporciona funciones adicionales a la MTP con objeto de prestar servicios de red sin conexión y servicios de red con conexión para transferir información de señalización relacionada con el circuito y no relacionada con el circuito, además permite transferir información de otros tipos entre las centrales y centros especializados entre las

redes de telecomunicación (por ejemplo, para fines de gestión y mantenimiento), vía una red del sistema de señalización N.º 7. [5]

La SCCP tiene por objeto, en general, proporcionar medios para:

- a) Conexiones de señalización lógicas con la red de señalización N.º 7.
- b) Hacer posible la transferencia de unidades de datos de señalización de servicios de red mediante la utilización de conexiones de señalización lógicas, o sin la utilización de esas conexiones.

Dentro de *ISDN*, las funciones de la SCCP se utilizan para la transferencia de información de señalización, relacionada con los circuitos de voz y a la vez las no relacionadas con los circuitos.

1.4.2.2.4. Parte de Transacción de Capacidades de Aplicación (TCAP)

El término “capacidades de transacción” se refiere a un conjunto de capacidades de comunicación que proporcionan interfaz entre las aplicaciones y un servicio de capa de red. [10]

La TCAP habilita el despliegue de los servicios de redes inteligentes (IN) ya que soporta el intercambio de información entre puntos de señalización usando la SCCP, esto es, que los mensajes TCAP están contenidos entre la porción SCCP de una unidad de señalización. Además provee servicios genéricos a aplicaciones (acceso a bases de datos).

La estructuración de la TCAP está definida en dos subcapas:

- Subcapa de transacción.
- Subcapa de Componentes.

La subcapa de transacción trata del intercambio, entre dos usuarios TC (del inglés *Transaction Capabilities*), de mensajes que contienen componentes, y facultativamente

una porción de diálogo, es decir que contiene información como el identificador de tipo de paquete, identificación del origen de transacción, identificación del receptor de transacción.

Los tipos de paquete posibles son: unidireccional, consulta con permiso, respuesta, conversación con permiso, aborto.

La subcapa de componentes, maneja las unidades de datos de protocolo de aplicación (APDU, *application protocol data units*) que transportan las operaciones a distancia al igual que sus respuestas, y, con carácter facultativo, el protocolo de la porción de diálogo para el transporte de información relativa al contexto de aplicación o de información de usuario.

1.5. MENSAJES DE SEÑALIZACIÓN

Tomando en conjunto las descripciones de las principales partes de usuario dentro del SS7 realizadas anteriormente, se puede notar que cada parte de usuario genera sus unidades de señalización para ser utilizadas por la MTP, en la transferencia de mensajes de señalización.

En vista de esto, en esta sección se describen las estructuras de las diferentes unidades de señalización como también se realiza una breve descripción de su contenido.

1.5.1. Estructura de la unidad de señalización

Una unidad de señalización (SU por las siglas en inglés de *Signaling Unit*) es un conjunto de información, definido en el nivel 3 ó 4, relativo a una llamada, una transacción de gestión, etc., y que se envía como una unidad por las funciones de transferencia de mensaje hasta su punto destino.

La información requerida por el SS N.º 7 para establecer el direccionamiento, discriminación, y distribución hasta el destino final de un mensaje de señalización, está contenida en la *etiqueta de encaminamiento* la cual forma parte de toda unidad de señalización. La etiqueta de encaminamiento es construida y manejada en el nivel 3 y está compuesta del *código de punto origen* (OPC), *código de punto destino* (DPC), *selección de enlace de señalización* (SLS).

Existen 4 tipos de etiquetas en unidades de señalización (ver figura 1.6) y que son diferenciadas por las funciones MTP para su posterior tratamiento, éstas son:

- *Tipo A*: perteneciente a los mensajes de gestión MTP.
- *Tipo B*: perteneciente a los mensajes TUP.
- *Tipo C*: usada en los mensajes relacionados a circuitos de la ISUP.
- *Tipo D*: en mensajes SCCP y por lo tanto de la TCAP.

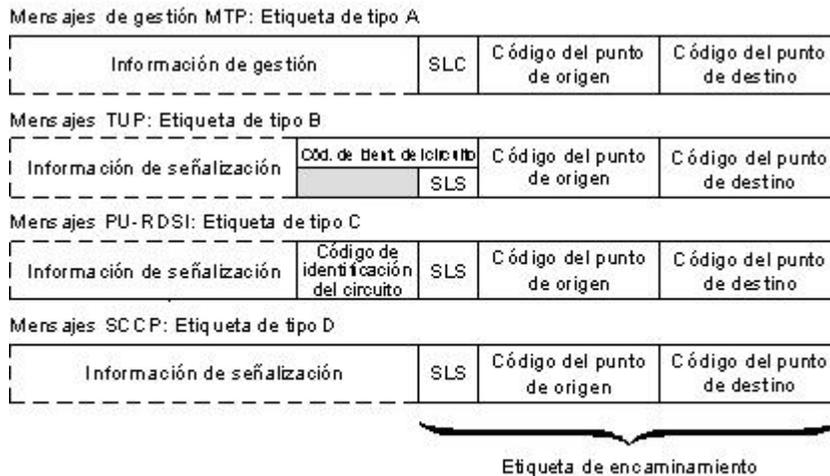


Figura 1.6. Tipos de etiquetas en unidades de señalización.

Como se observa en la figura 1.6, la etiqueta de encaminamiento es común en cada uno de las unidades provenientes de las diferentes partes de usuario.

Refiriéndose a la etiqueta de encaminamiento, el código de punto (PC) es la información numérica que representa la identificación única y propia de un punto de señalización (SP) dentro de la red, donde tal SP puede estar capacitado con funciones de transferencia que lo conviertan en STP. Por lo tanto, las funciones de la MTP utilizan éste código para definir el punto destino por el campo de 14 bits llamado DPC, y por otro lado, el PC permite también proveer la identidad del punto origen en el campo de 14 bits llamado OPC a los demás SPs/STPs vinculados en la relación de señalización.

El campo de 4 bits llamado *selección de enlace de señalización* (SLS) indica el enlace que se debe usar para transferir la información de señalización actual, es decir, para la unidad de señalización presente en ese instante, el cual está determinado por el DPC. El SLS es usado para:

- Asegurar la secuenciación de los mensajes.
- Equilibrar la carga de señalización por el compartimiento de ésta entre los enlaces disponibles.

Como se ha mencionado, el nivel 3 reencamina el mensaje cuando se presenten SPs fuera de servicio o congestionados al igual que cuando el enlace indicado en SLS está averiado.

Cuando las unidades de señalización son generadas a partir de información en alguna parte de usuario del OPC, la cual está determinada para ser recibida en la misma correspondiente parte de usuario en el DPC, dichas unidades de mensaje de señalización o MSU (por las siglas en inglés de *Message Signaling Unit*). Y cuando las SU's son generadas por las funciones de gestión de la red SS7, son llamadas de relleno y de estado de enlace, FISU y LSSU respectivamente por sus traducciones al inglés.

Entonces, pueden definirse 3 tipos de unidad de señalización:

- Unidad de señalización de relleno (FISU).
- Unidad de señalización de estado de enlace (LSSU).
- Unidad de señalización de mensaje (MSU).

Conforme a lo anterior, el formato o estructura de cada SU es como se muestra en la figura 1.7, y como se ha mencionado, las MSUs , pueden contener información de cada parte de usuario en el formato que se muestra en la figura 1.8.

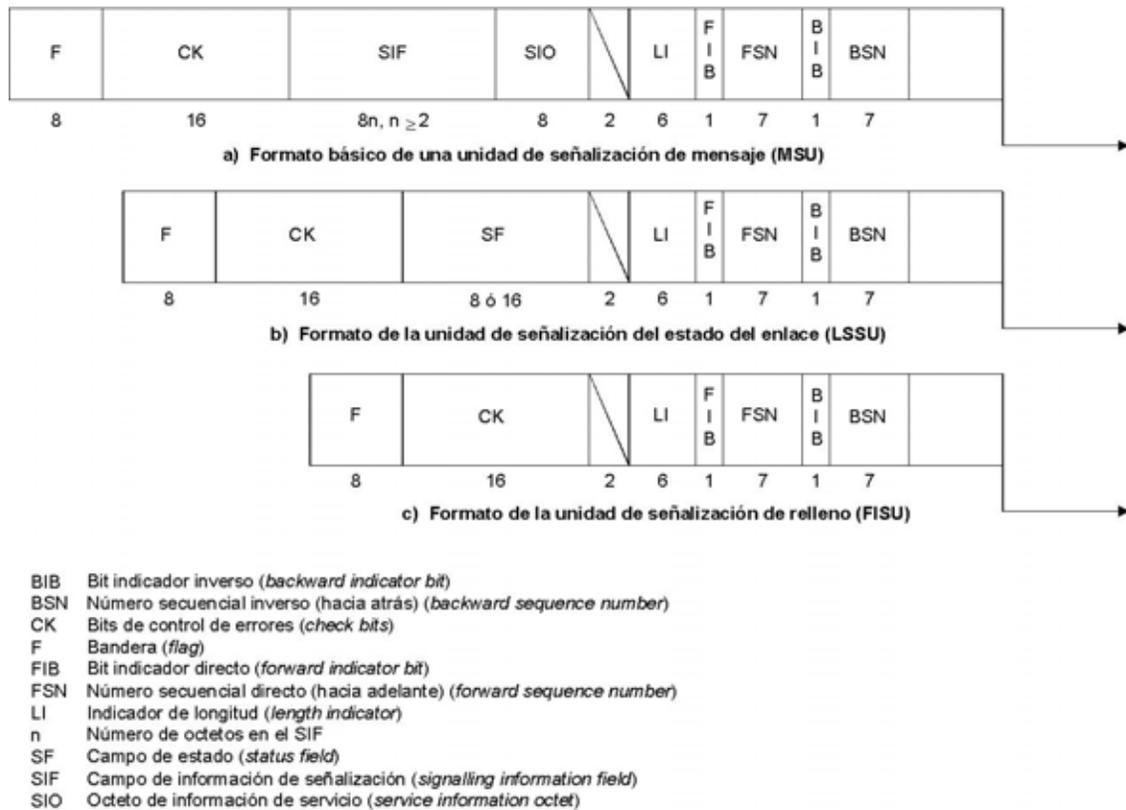
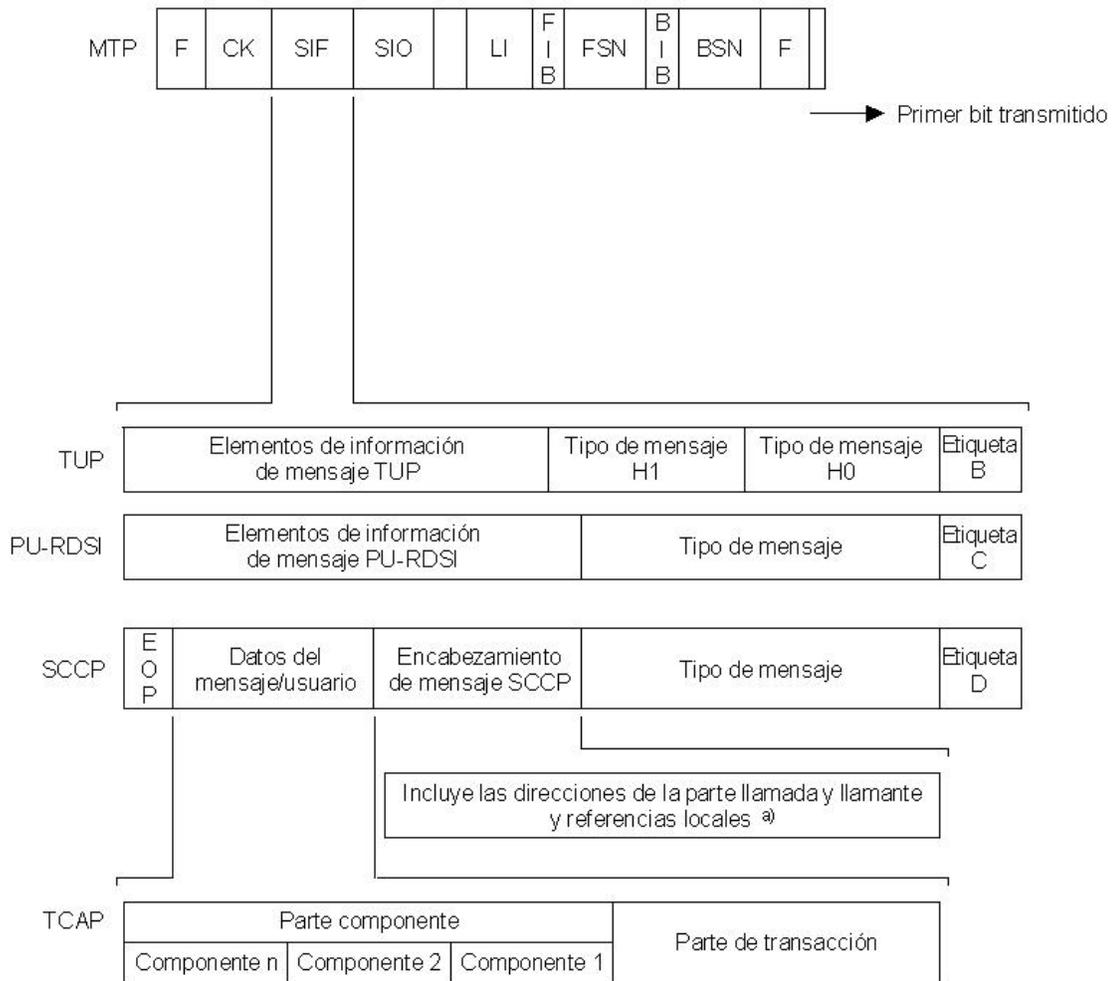


Figura 1.7. Formatos de unidades de señalización (SU)



- BIB Bit indicador inverso (*backward indicator bit*)
- BSN Número secuencial inverso (*backward sequence number*)
- CK Bits de control de errores (*check bits*)
- F Bandera (*flag*)
- FIB Bit indicador directo (*forward indicator bit*)
- FSN Número secuencial directo (*forward sequence number*)
- LI Indicador de longitud (*length indicator*)
- SF Campo de estado (*status field*)
- SIF Campo de información de señalización (*signalling information field*)
- SIO Octeto de información de servicio (*service information octet*)

Figura 1.8. Formatos de unidades de mensajes de señalización (MSU) [11]

Estos tres tipos de unidades de señalización son diferenciadas entre sí, por el campo *indicador de longitud* (LI) común en cada unidad, debe hacerse notar que en los formatos de la figura 1.8, la etiqueta de encaminamiento requerida en las MSU está implícita en el campo de *información de servicio* (SIF) el cual varía su longitud e información dependiendo de la *parte de usuario* que lo ha originado.

Las FISU, como se puede constatar en la figura 1.7, no contienen información de señalización y son retransmitidas continuamente en ambos sentidos de una relación de señalización siempre y cuando no estén actualmente siendo transmitidas MSUs o LSSUs. La finalidad de la FISU es que el SS N.º 7 supervise a partir de mediciones de la calidad del enlace de señalización, que se consigue por el hecho de que el algoritmo de corrección de errores (CRC) procesa la FISU⁵, de tal manera que los SPs vinculados en la relación de señalización determinan la calidad del enlace. En algunas variantes de la implementación ITU-T del SS7, la calidad del enlace de señalización es determinada por la retransmisión continua de las *banderas* indicadoras (F).

Las LSSUs a diferencia de las FISU, contienen información referente al estado del enlace ya sea en la iniciación o terminación del enlace. También son usadas para controlar la alineación del enlace y para indicar el estado de un SP. Ya que una LSSU es transmitida únicamente entre los SPs de la relación de señalización, no es necesaria la información de direccionamiento.

Como se ha mencionado, las MSUs son de mayor relevancia que las otras y están especificadas para llevar todo el control de una llamada o transacción dentro de la red del SS N.º 7. Los campos de control de protocolo (SIF, SIO) permiten que los SPs determinen las acciones a realizar para tales procesos.

⁵ Información detallada sobre el algoritmo de detección cíclica de errores está en la cláusula 6 de Q.703

1.5.1.1. Descripción de los campos contenidos en MSUs

De la figura 1.8 se observa que existen campos comunes a cada estructura posible, y otros que son exclusivos para una determinada estructura de parte de usuario. Los usos y algunos posibles contenidos de estos campos son los que se describen a continuación.

1.5.1.1.1. Campos comunes

Bandera (F): El octeto bandera es utilizada para la delimitación de la unidad de señalización, es decir, indica el inicio y cierre de una unidad de señalización, donde normalmente la bandera de cierre es la misma de inicio para la siguiente unidad de señalización. La configuración de bits especificada es 01111110.

En el nivel 2, un proceso de inserción y supresión de ceros es utilizado en el punto emisor para evitar la reproducción falsa de una bandera dentro la secuencia de bits de información de la unidad de señalización, este proceso consiste en que antes de asociarse las banderas a la unidad de señalización y de transmitir ésta, después de cinco unos consecutivos un cero es insertado. Lo que lleva a que en el punto receptor, después de detectar y eliminar las banderas, se suprime cada cero que sigue a una secuencia de cinco unos consecutivos.

Número secuencial inverso (BSN): o bien, *número secuencial hacia atrás*, representa el número secuencial de una unidad de señalización de la que se está acusando recibo. Es decir, que es usado para reconocer la recepción de una unidad de señalización por el SP remoto.

Número secuencial directo (FSN): también conocido como *número secuencial hacia delante*, al igual que el BSN, tiene por función confirmar la recepción de una unidad de señalización (SU), esto se consigue ya que el número secuencial de una SU que será transmitida se coloca en este campo.

La relación de secuencia entre el FSN y BSN del punto origen y el destino y viceversa, consiste en que al transmitir una SU, su número de secuencia es colocado en su campo FSN, haciendo que el SP origen retenga dicho número hasta que el SP destino reconozca la recepción, cuando el SP destino ha recibido correctamente la SU, éste envía un acuse de recibo al SP que envió la SU con el número secuencial de ésta en el campo BSN de la SU de acuse de recibo.

Bit indicador inverso (BIB): este bit es utilizado en el proceso de control de errores en conjunto con FSN, BSN y FIB.

Bit indicador directo (FIB): Utilizado para el control de errores. Cuando una SU está lista para transmitirse, el SP emisor aumenta el FSN en uno, luego se realiza el proceso de verificación CRC y su resultado es agregado en la SU saliente. Cuando la SU es recibida en el SP destino, éste copia el valor FSN de la SU entrante y lo coloca en el campo BSN de su próxima SU saliente, revisa el campo de CRC de la SU entrante, y si es correcto, la SU próxima saliente es transmitida; en caso contrario, el SP destino indica la recepción errónea de la SU por activar el bit BIB en su próxima SU saliente, entonces, cuando esta es SU es recibida en el SP origen, éste retransmite todos los mensajes iniciando con el mensaje corrompido indicado por el bit FIB activo.

Indicador de longitud (LI): este campo de 6 bits (LI=0~63) indica la cantidad de octetos que le prosiguen y que preceden a los bits de control CRC (checks), y por lo tanto, permite identificar si la SU es una MSU, FISU o LSSU de la siguiente manera:

LI=0 → FISU

LI=1 ó 2 → LSSU

LI>2 → MSU

Cuando el valor del LI es 63 indica que la longitud del mensaje es igual o mayor que 63 octetos, siendo permitido

Bits de control (CK): campo de 16 bits también conocido como CRC, su información contenida es el resultado del proceso de detección de errores realizado en el punto origen del enlace de señalización.⁶

1.5.1.1.2. Campos exclusivos

Campo de estado (SF): campo de 1 ó 2 octetos exclusivo de las LSSUs (figura 1.9), donde se transmite la indicación del estado actual del enlace y normalmente es determinado por el terminal receptor. Por otra parte, cuando en el nivel 2 es necesario la protección contra errores, el método clasifica a las LSSUs con la mayor prioridad de transmisión sobre MSUs, FISUs y banderas; de igual forma para la retransmisión cíclica de unidades. Cuando el SF consta de 8 bits, los tres menos significativos son utilizados para la indicación y los 5 restantes son bits de reserva⁷, la configuración de los tres bits para cada código es de la siguiente manera [11]:

0	0	0	Indicación de estado “O”, fuera de alineación.
0	0	1	Indicación de estado “N”, alineación normal.
0	1	0	Indicación de estado “E”, estado de alineación de emergencia.
0	1	1	Indicación de estado “OS”, fuera de servicio.
1	0	0	Indicación de estado “PU”, interrupción del procesador.
1	0	1	Indicación de estado “B”, situación de congestión.

⁶ El proceso para obtener los bits de control es detallado en cláusula 4.2 de Q.703

⁷ Los campos de reserva son codificados cero en todas las SUs a menos que se especifique lo contrario.

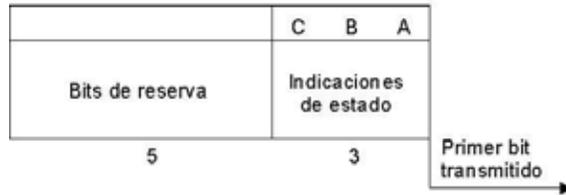


Figura 1.9. Estructura del campo de estado.

Octeto de información de servicio (SIO): este campo exclusivo de las MSUs está compuesto por dos partes (figura 1.10), el *indicador de servicio* y *campo de subservicio*. El campo de subservicio contiene el *indicador de red* (bits C y D) y dos bits de reserva (A y B), el indicador de red se utiliza para hacer saber al sistema si se trata de una red nacional, internacional.

Cuando el código del indicador de red es 00 ó 01, los dos bits de reserva, codificados 00, quedan disponibles para posibles necesidades futuras que puedan exigir una solución común para todas las partes usuario internacional. Si el indicador de red está 10 ó 11, los dos bits de reserva están destinados a uso nacional. Pueden utilizarse, por ejemplo, para indicar la prioridad de los mensajes, empleados en el procedimiento de control de flujo facultativo en aplicaciones nacionales [12].

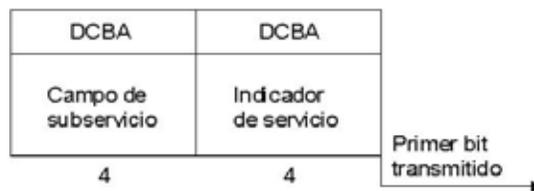


Figura 1.10. Estructura del campo de información de servicio.

Los cuatro bits del *indicador de servicio* especifican la parte de usuario de MTP con la finalidad de que la información de la MSU pueda ser direccionada a esa parte de usuario y en algunos casos encaminada a los mismos.

Según la UIT-T, la atribución de los códigos de indicador de servicio para las redes de señalización nacional corresponde a cada país. No obstante, la UIT sugiere el mismo código de indicador de servicio a una parte usuario que cumpla funciones análogas a las que cumpla en la red internacional.

La codificación del indicador de servicio para la *red de señalización internacional* se define de la siguiente forma [12]:

D	C	B	A	
0	0	0	0	Mensajes de gestión de la red de señalización
0	0	0	1	Mensajes de mantenimiento y prueba de la red de señalización
0	0	1	0	Reserva
0	0	1	1	Parte de control de conexión de señalización (SCCP)
0	1	0	0	Parte de usuario de telefonía (TUP)
0	1	0	1	Parte de usuario de la RDSI (ISUP)
0	1	1	0	Parte usuario de datos (mensajes relativos a llamadas y circuitos)
0	1	1	1	Parte usuario de datos (mensajes de registro y cancelación de facilidad)
1	0	0	0	Reservado para parte de usuario de pruebas de la MTP
1	0	0	1	Reserva
1	0	1	0	“ ”
1	0	1	1	“ ”
1	1	0	0	“ ”
1	1	0	1	“ ”
1	1	1	0	“ ”
1	1	1	1	“ ”

Campo de información de señalización (SIF): campo de longitud variable entre 2 y 272 octetos que contiene la *etiqueta de encaminamiento* y la información de señalización de alguna parte de usuario. Recordando que la etiqueta de encaminamiento tiene 4 octetos de longitud, los 268 octetos restantes del SIF son información propiamente de una determinada parte de usuario y por lo tanto es únicamente interpretada por ésta (la cual está indicada por el valor del *indicador de servicio*).

1.6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] CCITT. Introduction to CCITT Signaling System N.º 7, Rec. Q.700; Marzo/93.
- [2] CCITT. Functional description of the message transfer part (MTP) of Signaling System N.º 7, Rec. Q.701; marzo/93.
- [3] CCITT. Functional description of the Signaling System N.º 7 Telephone User Part (TUP); Rec. Q.721; noviembre/88.
- [4] CCITT. Functional description of ISDN User Part of the Signaling System N.º 7; Rec. Q.761; Marzo/93.
- [5] CCITT. Functional description of the Signaling Connection Control Part (SCCP); Rec. Q.711; julio/96.
- [6] Cambré y Smouts ; "La red CCITT No. 7 como base de los servicios avanzados de redes públicas", *Comunicaciones Eléctricas*, vol. 63, N.º 4, págs. 306-313; Alcatel NV, 1989.
- [7] Cisco System Inc. Fundamentos del Sistema de Señalización N.º 7; http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/tel_pswt/vco_prod/ss7_fund/index.htm
- [8] Calero Talán, Alejandro; "Redes telefónicas públicas conmutadas", *Revista Ingenierías*, vol. 1, No. 1, Págs. 39-45, Universidad de Nuevo León, México, 1998.
- [9] CCITT. Signaling System to be used for international automatic and semiautomatic telephone working; Rec. Q.7 , noviembre/1980.

[10] CCITT. Functional description of transaction capabilities (TCAP), Rec. Q.771, marzo/1993.

[11] CCITT. Signaling Link; Rec. Q.703; Julio/1996.

[12] CCITT. Signaling Networks Functions and Messages; Rec. Q.704; Julio/1996.

CAPITULO II

DISEÑO Y REQUISITOS EN LA ETAPA DE HARDWARE DEL INSTRUMENTO

Introducción

Hasta el momento se ha estudiado la teoría básica para la comprensión de las características de funcionamiento y aplicación del sistema de señalización No. 7. Recordando que el objetivo de este trabajo es el proponer el diseño de un instrumento virtual para la medición o monitoreo del SS7 según los estándares UIT-T correspondientes, es que se hace necesario estudiar los requerimientos físicos que el instrumento debe cumplir con la finalidad de que su operación en una red de telecomunicaciones sea completamente transparente, es decir, que el funcionamiento sobre la red no provoque efecto alguno; como también es necesaria la óptima operación del instrumento para la facilidad de manejo, funcionalidad y factibilidad de construcción.

En esta etapa de desarrollo del trabajo, por medio de la investigación, se pretende fundamentar los parámetros a implementarse en el instrumento que la UIT-T recomienda y que se hacen necesarias para distintos aspectos, los cuales son:

- Características de la interfaz instrumento-red.
- Aspectos a medir y/o monitorear.
- Forma de implementación.

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INTERFAZ

En el campo de telecomunicaciones, a pesar de que la tecnología brinda distintas formas para implementar la red del operador, y por la gran necesidad de permitir compatibilidad con los otros operadores tanto nacionales e internacionales, es que dicha forma de implementar la red no es una opción libre, por tal razón, en El Salvador los nuevos operadores debieron ajustarse a la estructura ya existente.

En el aspecto de interfaz, el tipo más usado en los equipos de conmutación, transmisión y servicios es el conocido típicamente como E1, o interfaz digital a 2048 kbit/s. En función de lo anterior, es que a lo largo del trabajo, se estudiará únicamente el E1 como interfaz estándar para el instrumento.

A continuación se mencionan las características de la interfaz a 2048 kbit/s, tanto eléctricas como físicas que serán útiles y necesarias para el diseño de la interfaz.

2.1.1. Características físicas y eléctricas de la interfaz a 2048 kbit/s

La descripción y caracterización de la interfaz a 2048 kbit/s se encuentra en las recomendaciones G.703 y G.704, la primera hace referencia a las características físicas y eléctricas de diferentes interfaces para niveles jerárquicos entre ellas el E1. En la recomendación G.704 se encuentra la información que describe la estructura de trama del E1 y otras.

Características generales

Velocidad Binaria:	2048 kbit/s \pm 50ppm
Codificación:	HDB3 ⁸

⁸.HDB3 es el mnemónico según las siglas en inglés para la codificación bipolar de alta densidad de orden 3.

2.1.1.1. Especificaciones del puerto de salida

En esta sección se hace referencia a las especificaciones que poseen los equipos que operan con este tipo de interfaz y que entregan su señal por medio de una terminal de salida. En términos útiles para el instrumento pensado, son los parámetros a los que el instrumento debe acoplarse y tomar como referencia si se implementan funciones de medición a la interfaz, las cuales se resumen en el Cuadro 2.1.

CUADRO 2.1. Especificaciones para la interfaz a 2048 kbit/s [1]

Forma del impulso (forma nominal rectangular)	Todas las marcas de una señal válida deberán ajustarse a la plantilla (figura 2.1), independientemente del signo. El valor V corresponde al valor nominal de cresta	
Par(es) en cada sentido de transmisión	Un par coaxial	Un par simétrico
Impedancia de carga de prueba	75 ohmios, resistiva	120 ohmios, resistiva
Tensión nominal de cresta de una marca (impulso)	2,37 V	3 V
Tensión de cresta de un espacio (ausencia de impulso)	$0 \pm 0,237$ V	$0 \pm 0,3$ V
Anchura nominal del impulso	244 ns	
Relación entre la amplitud de los impulsos positivos y la de los negativos en el punto medio del intervalo del impulso	De 0,95 a 1,05	
Relación entre la anchura de los impulsos positivos y la de los negativos en los puntos de semiamplitud nominal	De 0,95 a 1,05	
Máxima fluctuación de fase cresta a cresta en un acceso de salida	Según § 2 de la Recomendación G.823 ⁹ . (véase el numeral 2.2.1.3 de este documento)	

⁹ La recomendación G.823 contiene la información para la fluctuación de fase a velocidad binaria de 2048 kbit/s

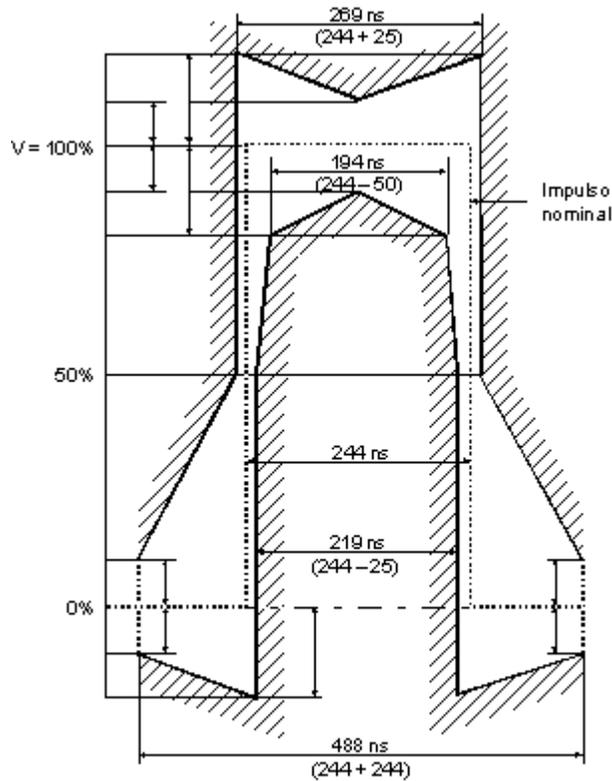


Figura 2.1. Plantilla para el pulso de interfaz a 2048 kbit/s [1]

2.1.1.2. Especificaciones del puerto de entrada

Puesto que la señal digital en la entrada de algún equipo terminal es la procedente de una terminal de salida, se debe cumplir para la señal entrante (al equipo terminal) lo mencionado en el apartado anterior, tomando en cuenta los efectos que apliquen las características de los pares de interconexión. La atenuación que puedan aplicar dichos pares, debe estar limitada al rango de 0 dB a 6dB para una frecuencia de prueba de 1024 kHz.

Haciendo notar que para el instrumento en diseño, el puerto de entrada no debe cumplir los parámetros de impedancia acoplados al medio de la señal entrante como se detalla posteriormente.

2.1.1.3. Fluctuación de fase (Jitter)

En el nivel de transmisión, la fluctuación de fase se acumula acorde con las características de generación y transferencia de fluctuación de fase de cada equipo conectado. Estos equipos pueden ser diferentes tipos de multiplexores/demultiplexores (etapas a implementar en el instrumento como veremos posteriormente) y sistemas de línea.

Una fluctuación de fase excesiva puede perjudicar tanto a las señales digitales (generación de bits erróneos, deslizamientos incontrolados). Por tanto, la recomendación G.823 fija límites de fluctuación de fase en las interfaces a 2048 kbit/s, con el fin de garantizar una adecuada calidad de las señales transmitidas.

Con la intención de ofrecer una mayor capacidad de funcionalidad al instrumento, el control y/o medición de la fluctuación de fase es una opción deseable tomando también en consideración que el instrumento no deberá provocar la fluctuación, sino que esta únicamente podrá provenir de alguno de los equipos terminales de la red de telecomunicaciones.

Para profundizar en este aspecto, la calidad del control de fase para los puertos de entrada digitales, límites de tolerancia para la fluctuación de fase y la forma de medición del nivel de fluctuación se detallan en la recomendación G.823.

2.1.1.4. Estructura de trama E1

La trama básica E1 está compuesta por 32 canales o *timeslots* a 64 kbit/s cada uno numerados desde 0 al 31. Existen 8 bits por canal, cada bit numerados del 1 al 8, haciendo que la trama básica esté formada por 256 bits, transmitiendo 8000 tramas por segundo (125 μ s/trama), se complementa una velocidad de trama de 2.048 kbit/s. [2] Lo anterior se ilustra en la figura 2.2.

La asignación y utilización de canales es conforme a los estándares y recomendaciones de la UIT-T como se trata a continuación.

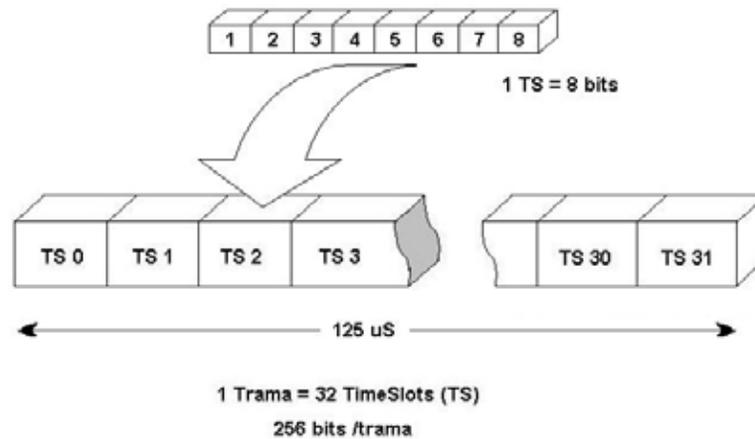


Figura 2.2. Trama E1

2.1.1.5. Utilización de canales

La UIT-T recomienda que la utilización de canales o timeslots sea de la siguiente manera: los canales del 1 al 15 y 17 al 31 pueden contener una señal de banda vocal codificada en PCM¹⁰ o una señal digital a 64 kbit/s. Con respecto al *timeslot 16*, recomienda ser utilizado para señalización.[2] Cuando no se necesita para señalización, puede utilizarse de la misma manera que los canales 1 al 15 y 17 al 31. Normalmente el canal 0, tiene utilidad exclusiva ya que posee la asignación de bits requerida para sincronización o alineación en la trama básica como se indica en el Cuadro 2.2 para el caso de la alineación FAS.

La alineación es necesaria para que el equipo terminal pueda sincronizarse e identificar los canales para su extracción individual. En la transmisión de señales a 2048 kbit/s puede tomarse una de dos formas de alineación de trama, conocidas como FAS y MFAS (de las siglas en inglés de *Frame Alignment Signal* y *Multiframe Alignment Signal* respectivamente), la primera para señal individual de alineación de trama y la segunda

¹⁰ siglas de *Pulse Code Modulation*, que en español puede encontrarse como MIC (Modulación por Impulsos Codificados) que se detalla en la rec. G.711.

para señal de alineación de tramas múltiples. Estas alineaciones de trama son utilizadas por dos formatos de transmisión llamados PCM30 y PCM31.

En el formato PCM30, los canales del 1 a 15 corresponden a los timeslots 1 al 15 y los canales del 17 al 31 corresponden a los timeslot del 16 al 30, mientras que el timeslot 16 contiene la alineación de las multitramas y la señalización por canal asociado (CAS), por tal razón la alineación de trama usada en este caso es la MFAS.

En PCM31, los canales del 1 al 31 corresponden a los TSs del 1 al 31 de una sola trama, independiente de otras tramas, por lo que se utiliza la alineación FAS, utilizando el TS0 para tal efecto con la asignación de bits como se muestra en la Cuadro 2.2.

En el diseño del software del instrumento se debe tomar en cuenta que la señal de sincronización o alineación de trama es enviada en cada trama par transmitida mientras que las tramas impares son las que no contienen la señal de alineación de trama.

Un aspecto importante que la UIT-T recomienda es que cuando algunos de los canales de la trama E1 contienen señales de datos a 64 kbit/s, los canales que estén sin utilización deberán rellenarse con UNOS en sus ocho bit, exceptuando el de sincronismo y señalización (Canales 0 y 16 respectivamente).

CUADRO 2.2. Asignación de los bits de TS0 numerados del 1 al 8

Número del bit	1	2	3	4	5	6	7	8
Trama que contiene la señal de alineación de trama. (trama par)	S_i	0	0	1	1	0	1	1
	(Nota 1)	Señal de alineación de trama						
Trama que no contiene la señal de alineación de trama. (trama impar)	S_i	1	A	S_{a4}	S_{a5}	S_{a6}	S_{a7}	S_{a8}
	(Nota 1)	(Nota 2)	(Nota 3)	(Nota 4)				

Nota 1 – S_i = bits reservados para uso internacional. En el § 2.3.3 de lar rec. G.704 se describe el uso en la verificación cíclica de errores (CRC-4). En etapas posteriores se podrán definir otros usos posibles. Si ninguno de estos usos se realiza en la práctica, se deberán poner estos bits a 1 en los trayectos digitales que atraviesan una frontera internacional. No obstante, se pueden utilizar en el ámbito nacional si el trayecto digital no atraviesa una frontera.

Nota 2 – Este bit se pone a 1 para evitar simulaciones de la señal de alineación de trama.

Nota 3 – A = indicación de alarma distante. En funcionamiento normal, puesto a 0; en condición de alarma, puesto a 1.

Nota 4 – S_{a4} a S_{a8} = bits adicionales de reserva que pueden utilizarse como sigue:

- i) Los bits S_{a4} a S_{a8} pueden ser recomendados por el CCITT para uso en aplicaciones punto a punto específicas (por ejemplo, equipos transcodificadores conformes a la Recomendación G.761).
- ii) El bit S_{a4} puede utilizarse como un enlace de datos basado en mensaje que ha de recomendar el CCITT para operaciones, mantenimiento y monitorización de la calidad de funcionamiento. Si se accede al enlace de datos en puntos intermedios, con las alteraciones consiguientes del bit S_{a4} , los bits VRC-4 deben actualizarse para conservar las funciones correctas de terminación de trayecto de extremo a extremo asociadas con el procedimiento CRC-4. El protocolo y los mensajes del enlace de datos quedan para ulterior estudio.
- iii) Los bits S_{a5} a S_{a7} son para uso nacional cuando no se les necesita para aplicaciones punto a punto específicas [véase el inciso i) anterior].

Los bits S_{a4} a S_{a8} (cuando no se utilizan) deben ponerse a 1 en enlaces que atraviesan fronteras internacionales.

2.1.1.6. Conexión de la interfaz E1

La conexión física de la terminal de cualquier equipo a la interfaz E1 debe cumplir lo indicado a continuación, ya sea para cable coaxial o par balanceado.

Para el caso de par balanceado o simétrico (120Ω):

- Conector RJ-48c, con la siguiente asignación de pines:
 - Pin 1: Recepción de señal proveniente de la red (RRing)
 - Pin 2: Recepción de señal proveniente de la red (RTip)
 - Pin 3: Sin conexión
 - Pin 4: Transmisión de señal hacia la red (TRing).
 - Pin 5: Transmisión de señal hacia la red (TTip).
 - Pin 6: Sin conexión.
 - Pin 7, 8: Blindaje opcional.

Para el caso de par coaxial (75Ω):

Un par de conectores coaxiales BNC (de las siglas en inglés *Bayonet Neill Concellman*) o coaxiales 1.6/5.6 en donde el primero es para frecuencias máximas de 1 GHz y el último es un conector de mayor robustez, ya que da alta precisión con alta estabilidad eléctrica y mecánica para frecuencias máximas de 4 Ghz.

Cada cable terminado en un conector coaxial es para la recepción de señal y el otro para la transmisión.

La terminación de línea para ambos casos, debe ser acoplada por medio de transformadores como lo ilustra el circuito de la figura 2.3 que implementa una posible configuración. Donde Z_{eq} es el valor de la impedancia de entrada vista por la línea según los ajustes de R.

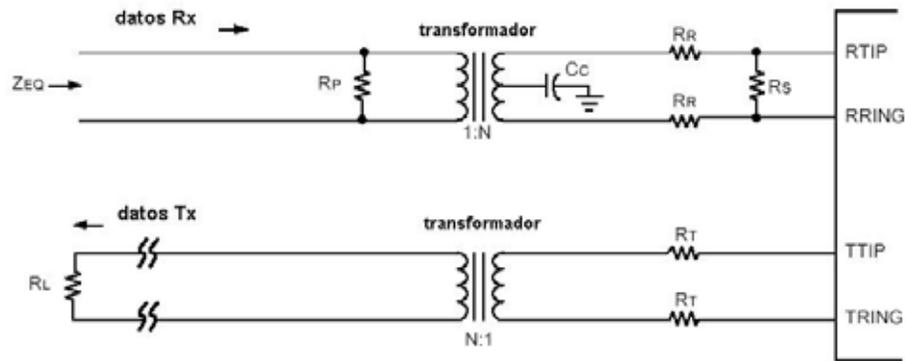


figura 2.3. Circuito descriptivo para terminación de línea

2.1.1.7. Comentarios en el diseño de la interfaz

Se han mencionado las características de los equipos terminales en donde la señal E1 viaja desde un extremo a otro por medio de un enlace físico, las recomendaciones UIT-T indican parámetros y características que aplican a ambos extremos de ese enlace. Si bien el instrumento consistiría en un equipo terminal para toma de señal E1, no debe tener el valor de impedancia en el puerto de entrada indicado para la interfaz E1, ya que es claro que la aplicación en paralelo de un mismo valor reduciría a la mitad la impedancia vista por las terminales desde ambos extremos provocando la caída del nivel de señal y por lo tanto no cumpliendo con el requisito de ser un instrumento transparente para la red. Un valor relativamente alto de impedancia de entrada para el instrumento soluciona esta situación, por ejemplo, para el caso del par coaxial que se especifica para 75Ω , en el puerto de entrada del instrumento puede ajustarse a valores de $1M\Omega$, fácilmente alcanzable por una red sencilla de transistor FET en configuración de seguidor de fuente sin perder de vista la compensación de magnitud necesaria a la señal por el efecto de atenuación que la red de transistor puede aplicar.

Otro punto importante a resaltar es la rapidez de cambio que la señal E1 presenta, como se puede notar en la figura 2.1, el intervalo de tiempo más pequeño aceptable en la señal

es de 194ns, por lo que si se pretende obtener una buena representación de la señal sin distorsión provocada por los dispositivos electrónicos utilizados, éstos deberán cumplir con especificaciones de altos valores de *slew rate*, es decir la rapidez de cambio en magnitud por unidad de tiempo como también capacidad para funcionar a relativas altas frecuencias.

De un rápido análisis al pulso de la figura 2.1, puede notarse otro aspecto importante como lo es el ancho de banda. Tomando como base el pulso con ancho de $T_b=244\text{ns}$ y asumiendo una forma gaussiana del pulso, un ancho de banda de $1/T_b = 4.098 \text{ MHz}$ es necesario que como mínimo se cumpla en las características de la interfaz, de tal manera no surga distorsión en la señal tomada.

2.1.3. DISEÑO DEL INSTRUMENTO

El instrumento a diseñar requiere de etapa física como ya se ha tratado en la sección anterior; ésta provee la función de adquirir la señal proveniente de la red de telecomunicaciones por medio de alguna técnica idónea para esto, cuyos aspectos serán tratados en el transcurso de esta sección.

Otra etapa que se hace necesaria es el tratamiento y/o manipulación de la señal adquirida para la interpretación y presentación de la información deseada, lo que puede realizarse tomando dicha señal como información de datos, es decir, manejando la señal dentro de un computador con la capacidad para ésto.

Si bien en el mercado existen dispositivos que implementan ambas etapas en forma de circuitería diseñada específicamente para tales funciones, la idea de dividir la parte física (hardware) de la informática (software) es la flexibilidad que da el software para el usuario, ya que el instrumento puede ser mejorado de forma directa realizando algunos cambios en el software, mientras que la etapa de hardware únicamente presta funciones de adquisición de la señal, lo cual no requiere de muchas consideraciones en sus características. Esta visión de diseño es la que se plantea como base en éste documento.

En vista de lo anterior, para plantear el diseño es conveniente crear un preámbulo de los componentes funcionales que poseería el instrumento, la figura 2.4 muestra de forma elemental tales componentes.

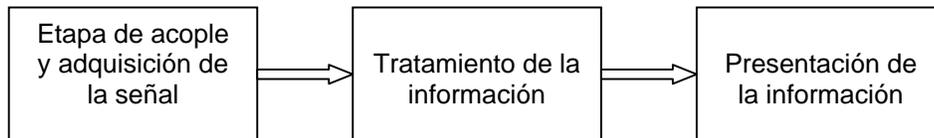


Figura 2.4. Bloques funcionales del instrumento.

2.1.3.1. Diseño de la interfaz

Aspectos importantes que deben contemplarse en el diseño de la interfaz de acople y adquisición han sido discutidos en la sección anterior; sin embargo, acá se pretende profundizar más en la técnica de adquisición de la señal y transferencia de la información. Ampliando el concepto de la etapa de interfaz, el diagrama de la figura 2.5 describe en detalle los bloques funcionales que componen la etapa física.

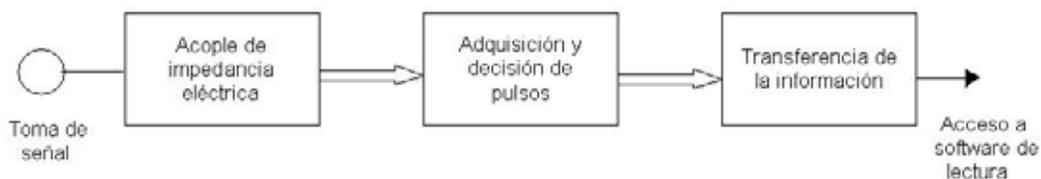


Figura 2.5. Bloques funcionales de la etapa de interfaz.

Para comprender la aplicación de la interfaz puede explicarse de la siguiente manera:

El link de señalización corresponde a un TS de algún E1, normalmente en las centrales telefónicas se permite un acceso físico para interconexión entre ambos puntos terminales, es decir, que existe un conector que da la facilidad de extraer y monitorear la

información transportada en el E1 antes que esta sea modulada para su transporte desde el punto de señalización origen hasta el terminal destino o viceversa. La figura 2.6 ejemplifica gráficamente lo mencionado.



Figura 2.6. Interconexión del instrumento por la interfaz a la red

Debe notarse que acá se está asumiendo la toma de la señal E1 *completa*, es decir, se toman los 32 canales con sus 8 bits para que luego por medio del software de lectura se discrimine los canales que no son de señalización, y tomar únicamente la información de señalización que es contenida en algún intervalo de la trama E1¹¹. Es evidente que en lo planteado anteriormente se requiere de una velocidad de adquisición relativamente alta, por lo que puede contemplarse otra opción de diseño que consistiría en adquirir a partir de una *selección de canal* realizada por hardware, únicamente el canal deseado, reduciendo así la velocidad de señal a un valor máximo de 64 kbit/s, que es un valor mucho más fácil de manejar para el muestreo y que presenta menos dificultades en el diseño de equipo para ello; sin embargo, la implementación de componentes electrónicos que permitan esta flexibilidad de selección de canales en los E1 según los estándares, sería altamente compleja y posiblemente de mayor costo, por tal razón este diseño no es considerado bajo el criterio en que se ha basado este documento.

¹¹ Si bien la UIT recomienda el canal 16 para señalización, es deseable que éste sea libremente seleccionado por el usuario a partir de los 32 disponibles en la trama E1.

Es importante notar que lo que se necesita en la llamada “sección de muestreo” es un dispositivo que detecte si la magnitud del pulso representativo de bit en ese instante corresponde a un UNO o un CERO, y no es primordial determinar el valor exacto de la magnitud. Esto es debido a que el instrumento de medición o monitoreo para señalización CSS7 tiene por objetivo comparar de manera *cualitativa* y no cuantitativa la información entrante contra patrones preestablecidos, por tal razón es suficiente determinar si el valor de la magnitud del pulso entrante representa a un bit UNO o CERO, lo que puede obtenerse a partir de la información de el Cuadro 2.1 para las tensiones de cresta con sus tolerancias máximas y mínimas correspondientes.

Resumiendo, para efectos de un efectivo funcionamiento y operación adecuada de la interfaz se hacen necesarios los siguientes aspectos:

- Adecuación de impedancias en los puertos de entrada y salida del instrumento para prevenir la degradación de las señales.
- Una forma de identificar el *tiempo de pulso*¹² para la efectiva adquisición del valor del pulso.
- Adquisición de los pulsos de información del E1 en cuestión para su posterior tratamiento.
- Decisor de magnitud de los pulsos que corresponden a un pulso positivo o negativo para su posterior decodificación de línea (decodificación HDB3).
- Estandarización de la información en un formato de transmisión para el computador que contenga el software de procesamiento.

El diagrama de bloques en la figura 2.7, detalla la interfaz con los aspectos antes mencionados y otros necesarios y posteriormente se describe las etapas de mayor relevancia.

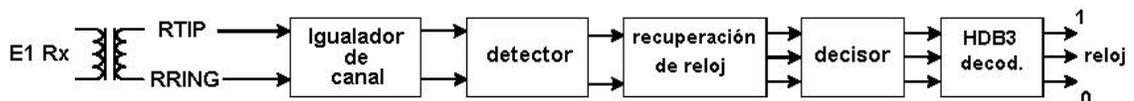


Figura 2.7. Detalle de la interfaz

¹² En algunos textos este termino es tratado como *periodo de bit*, y es representado por T_b .

2.1.3.2. Recuperación de reloj

En todo sistema de comunicación digital, la salida de un dispositivo debe ser muestreada periódicamente a la velocidad de transmisión, en el preciso instante donde la magnitud del pulso transmitido tenga una magnitud estable y máxima. Para desarrollar este muestreo periódico, se necesita de una señal que sincronice al dispositivo de adquisición con la señal que está recibiendo, esta señal es conocida como *señal de reloj*. Esta señal de reloj en el estándar E1 no es enviada por el transmisor en conjunto con los datos, por lo que se hace necesario un proceso para recuperar o detectar la señal de reloj con la cual los pulsos están siendo transmitidos.

La recuperación de reloj es uno de los procesos más críticos en el diseño de una interfaz receptora, ya que el reloj debe extraerse a partir de los pulsos de datos recibidos, para esto existen diferentes métodos para que el receptor logre tal sincronismo.

Como hemos visto anteriormente, el pulso de información según el estándar E1 tiene una forma rectangular, por lo que una de las configuraciones más comunes para esta señal es el sincronizador llamado *Early-late gate* que se vale de la simetría que posee la salida de un filtro adaptado a este pulso rectangular, como se puede notar en la figura 2.8. Es decir que valiéndose de una detección previa del pulso, se procede a extraer o recuperar el reloj el cual dependerá del resultado del proceso de detectar el pulso.

El sincronizador *Early-gate* implementa ambas etapas (detección de pulso y recuperación del reloj) que se compone de los elementos que a continuación se describen.

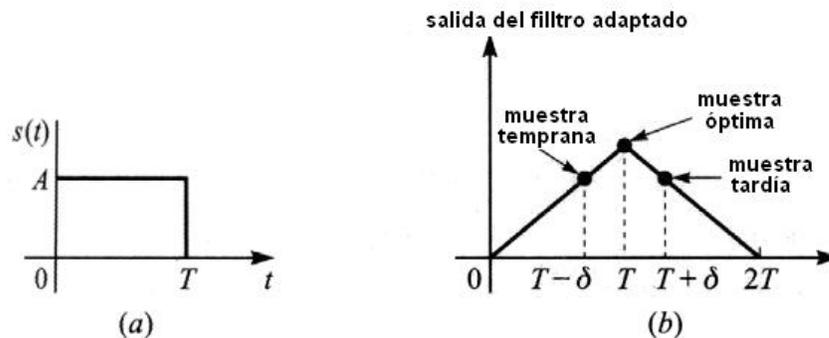


Figura 2.8. (a) Pulso rectangular. (b) salida del filtro adaptado

La figura 2.9 muestra el diagrama de bloques del sincronizador *early-gate*, donde se puede observar que consta de un VCC (del inglés *Voltage Controlled Clock*) también conocido como oscilador controlado por voltaje (VCO por sus siglas del inglés *Voltage Controlled Oscillator*) para producir la señal de reloj deseada.

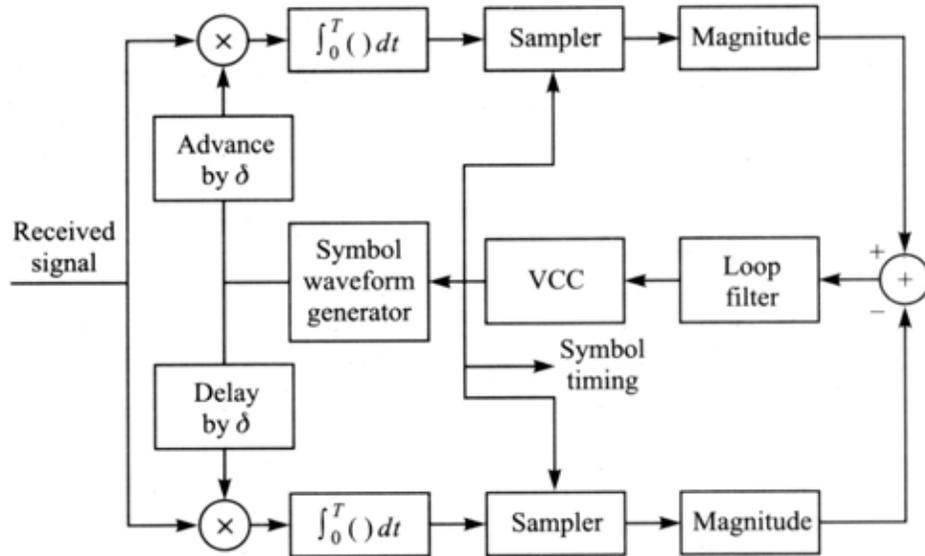


Figura 2.9. Diagrama de bloques del sincronizador *Early-late*.

Se debe tener presente que se busca la realización del instrumento, por lo que un circuito integrado que implemente esta función debe conjugarse con lo mencionado anteriormente, existe una variada cantidad de ellos que la implementan o la incluyen, tal como el Exar XRT85L61 que es sincronizador de reloj para formato según estándar G.703.

Obtenida la señal de reloj para el sincronismo, ésta debe controlar el instante de adquisición para obtener la magnitud óptima del pulso. Es decir, que debe controlar la sección de adquisición y decisión del valor del pulso, la cual se describe a continuación.

2.1.3.3. Adquisición y decisión de pulso

El procedimiento para adquirir el pulso y luego determinar si corresponde a un bit *uno* o a un *ceros*, se hace posible por medio de la señal de reloj que indica el instante óptimo para adquirir el pulso, donde después ese valor adquirido será *comparado* (dentro del computador) contra los valores predeterminados según las normas UIT-T para los valores de cresta máxima y mínima que se hacen referencia en la plantilla de pulso en la interfaz a 2048 kbit/s mostrados en la figura 2.1 y mencionados en el Cuadro 2.1.

Por lo tanto, esta etapa no requiere de mucho estudio, ya que como se puede notar en la figura 2.8, existe el bloque *sampler* (muestreador) que ejecuta la función de adquisición de datos según se lo indica la señal de reloj ya mencionada.

2.1.3.4. Decodificación HDB3

Posterior a la decisión del pulso, se hace necesaria la decodificación del código de línea HDB3, para obtener el código binario puro, el cual según haya sido la aplicación de los canales del E1, es decir voz o datos, se necesitará decodificar el código de fuente (ley A o ley μ aplicadas al PCM) para voz cuando sea necesario tal proceso. En el caso del instrumento de medición de SS7, vale mencionar que se trata de datos llevados en un solo canal del E1, por tal razón se deberán ignorar los canales que lleven alguna otra información y no es necesario tomar en cuenta la codificación PCM de los canales de voz.

Hasta el momento, se han definido los bloques funcionales que se consideran primordiales en la interfaz del instrumento, éstos en la práctica son implementados ya sea independientemente uno del otro, o bien en forma compuesta dentro de un solo circuito integrado.

Los párrafos que a continuación se encuentran, tratan sobre la implementación de la interfaz basado en un circuito integrado (IC, por sus siglas en inglés) del mercado electrónico de telecomunicaciones.

2.1.3.5. Implementación de la interfaz

Unificando los elementos y características mencionadas anteriormente, se hace necesario un dispositivo que implemente en la mayoría tales aspectos. Uno de éstos es el IC XRT82D20 del fabricante EXAR (ver sus especificaciones en anexo 1). Este circuito integrado, es una *unidad de interfaz de línea* (LIU, por sus siglas en inglés de *Line Interface Unit*) para un solo E1 a 2048 kbit/s.

En forma amplia, la funcionalidad de éste IC consiste en acoplarse al E1 por medio de los puertos de recepción y transmisión configurados para 75Ω ó 120Ω , detectar los pulsos, decidir sus valores, recuperar el reloj de los datos recibidos y finalmente aplica los datos a un decodificador de HDB3, el cual produce el código binario puro extraído del E1 en formato compatible con TTL/CMOS. Además de otras útiles funciones. Para referencia rápida, el diagrama de bloques para este circuito integrado es mostrado en la figura 2.10.

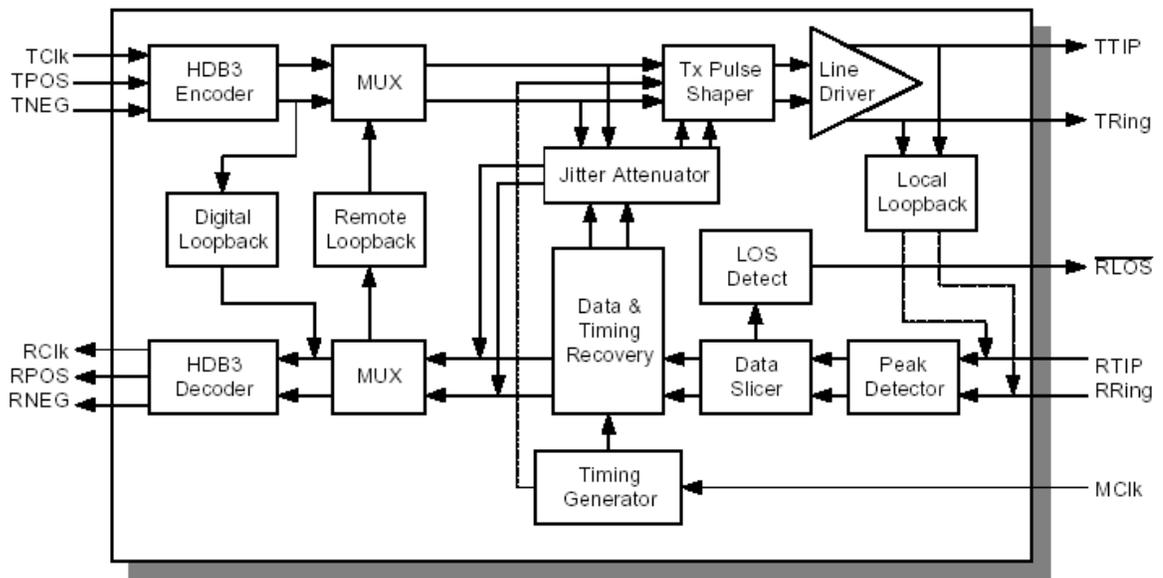


figura 2.10. Diagrama de bloques del IC XRT82D20

Como el lector ya habrá notado, el XRT82D20 satisface los aspectos y características que se consideraron necesarios en los párrafos anteriores; sin embargo por las características del producto, puede ser difícil de encontrarse en el mercado, la alternativa a esto son los ICs de Dallas Semiconductor como el DS2187 que es una interfaz receptora de E1, este IC tiene ofrece la ventaja de recuperar el reloj de la señal recibida por medio de un PLL que no requiere de reloj maestro como referencia, es decir, se evita la necesidad de un reloj con el ± 50 ppm de tolerancia requerida según la recomendación G.703. Sin embargo, vale mencionar que el DS2187 es un circuito que no presenta flexibilidad en su aplicación, ya que no diferencia en las impedancias para cable coaxial y par simétrico, la decodificación HDB3 es posteriormente modificada y no permite anular la modificación sin afectar la decodificación, lo que implica añadir en el software el proceso de decodificación HDB3; tampoco permite opción en el formato de salida de señal, utilizando ambas señales de salida (RPOS y RNEG) en formato NRZ, lo que conlleva a implementar una etapa de manejo de este código. El diagrama de bloques del DS2187 es mostrado en la figura 2.11 y su hoja de especificaciones se encuentra en el anexo 2.

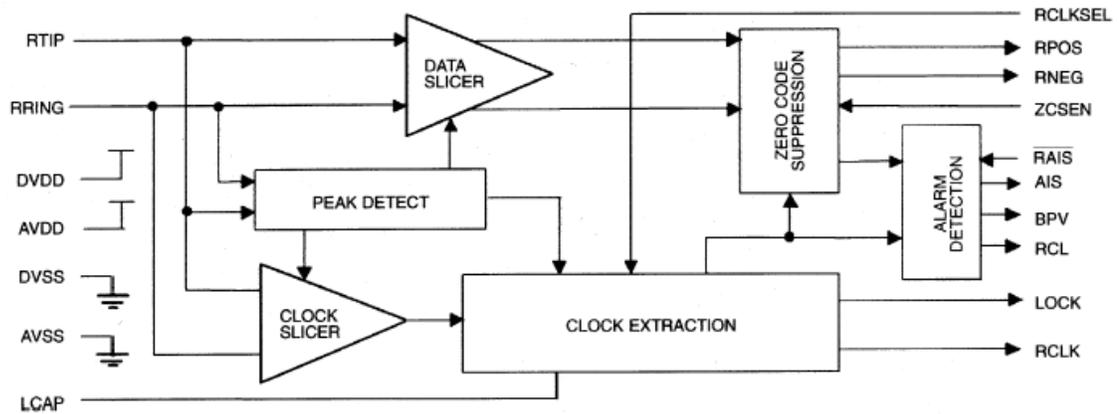


figura 2.11. Diagrama de bloques del IC DS2187

Una tercera alternativa, es el IC DS2148 de Dallas Semiconductor, que posee muy similares características a las del XRT82D20 de Exar, tiene la ventaja de permitir variar en las opciones de cada una de sus funciones por medio de software, es decir, variando los registros de su memoria por medio de la escritura a ella. Las especificaciones para el DS2148 se encuentran en el anexo 3.

Hasta el momento, se ha tratado de los aspectos y características que debe poseer la interfaz, así como también se han mencionado algunos medios para su implementación; sin embargo, en estas formas de implementar el hardware del instrumento no se ha incluido un bloque que transfiera los datos recuperados y extraídos por los dispositivos antes mencionados hacia el computador donde se encuentre implementado el software de tratamiento de la información o datos. Este bloque que se llamará *transferencia de datos* es tratado a continuación.

2.1.3.6. Transferencia de Datos

Basándose en las especificaciones de los fabricantes de los ICs XRT82D20 y el DS2148, estos permiten reproducir los datos extraídos del E1 en dos configuraciones llamadas *single-rail* y la otra *dual-rail* (entiéndase como canal único y canal doble respectivamente), en la primera reproduciendo los datos recibidos en un sólo pin y el otro

usado para indicaciones de alarma, y la segunda utilizando un pin para reproducir los pulsos negativos y en el otro los pulsos positivos. En ambas configuraciones, la actualización de los pulsos de datos se da en uno u otro de los flancos (subida y bajada) del reloj recuperado del E1, por lo que se tendría una serie de bits de datos a un régimen de 2048 kbit/s, en formato de uno o dos pines según el diseño.

Para evitar las complicaciones en el diseño e implementación de la interfaz, con una operación en single rail se tendrían los datos en forma serial y con niveles TTL/CMOS, teniendo presente que los datos de señalización se encuentran en un octeto de la trama E1, y relacionando con los bytes en el computador, se puede concluir que un registro por desplazamiento serie-paralelo de 8 bits con capacidad de operar en la frecuencia de 2048 kHz puede proveer la etapa de transferencia de datos deseada.

Del fabricante Fairchild, se encuentran los ICs 74VHC164 y 74vhc393, el primero es un desplazador de registro serie-paralelo de 8 bits de alta velocidad, y el 74VHC393 posee dos contadores de 4 bits cada uno, del cual se puede recurrir a sus especificaciones en el anexo 4 para mayores detalles.

El instante en que el computador debe adquirir la palabra de bits en el puerto de interconexión paralelo de 8 bit puede ser indicado por un arreglo lógico de compuertas que activen una señal cuando hayan sucedido los 8 bits del timeslot, los cuales a su vez completan la palabra de bits en el registro por desplazamiento. Para mantener el control de conteo de los 8 bits de cada timeslots, puede agregarse otro arreglo lógico que detecte la secuencia de bits única en el timeslot cero y que ha sido destinada para los fines de sincronización o alineamiento según la estructura y configuración que se detalla en el Cuadro 2.2. La salida de este arreglo lógico puede ser utilizada para activar una interrupción de usuario creada en el procesador del computador, para indicar a éste la lectura inmediata del puerto de interconexión para el posterior tratamiento bajo software.

Como siempre, en el diseño de los arreglos lógicos antes mencionados, debe tomarse en cuenta la rapidez de cambio que se necesita debido a la alta frecuencia de las señales

utilizadas. Las compuertas lógicas 74VHCT08A son compatibles con TTL/CMOS y de alta velocidad por lo que pueden ser utilizadas en el diseño de estas secciones.

2.1.3.7. Protección contra ruido

Como cualquier dispositivo electrónico, el instrumento podrá ser propenso a los efectos de campos eléctricos o magnéticos que induzcan ruido en las señales que circulan en los circuitos del instrumento. Como sabemos, para el transporte de datos sobre interfaz E1, se puede hacer por dos medios distintos, con pares simétricos o par coaxial.

En el caso de pares simétricos la inducción del ruido se consigue por medio del enrollamiento de los dos cables entre si, en la forma que entre más sea el número de enrollamientos, mayor será la protección contra el ruido inducido, normalmente se maneja como una relación en el número de vueltas por pie.

Para el caso de pares coaxiales, el conductor externo es utilizado para la protección contra la interferencia por radio frecuencia (RFI) y la interferencia electromagnética (EMI); sin embargo, la incorrecta terminación de este conductor a tierra provocará mayor ruido a las señales transmitidas. Cuando ambos extremos del coaxial están flotando (sin terminación a tierra), la capacitancia distribuida del conductor podría provocar el acoplamiento de la señal transmitida con las fuentes de ruido. Otros efectos de la mala terminación del conductor de blindaje, pueden ser la oscilación de los circuitos en los extremos terminales.

En la práctica, cuando la señal transmitida es de alta frecuencia, es necesario que ambos extremos sean terminados a tierra, ésto proporciona la mejor protección contra ruido, en el caso de señales a baja frecuencia, como viene a ser el caso de la interfaz E1 a 2048 kbit/s, es suficiente con terminar a tierra el conductor de blindaje en el extremo donde llegan los datos.

Para la interfaz a 2048 kbit/s, la UIT-T recomienda que el conductor exterior del par coaxial o el blindaje del par simétrico deberán conectarse a tierra en el acceso de salida; de ser necesario, también deberá preverse la conexión a tierra de este conductor exterior o del blindaje en el acceso de entrada. [1]

2.1.3.8. Conclusiones y comentarios al capítulo II

Se han mencionado las etapas fundamentales que dentro del bloque de interfaz del instrumento permitan hacer la mejor detección, adquisición, transferencia y toma de datos provenientes del E1 de tal manera que sean interpretados dentro del computador como información y pueda ser tratada y decodificada internamente para presentar al usuario del instrumento la señalización bajo el protocolo SS7 que se esté dando lectura en ese instante.

El diagrama de la figura 2.12, complementa cada una de las secciones y etapas que se mencionaron para proveer la comprensión de la secuencia funcional que cada una tiene por intención dentro de la interfaz.

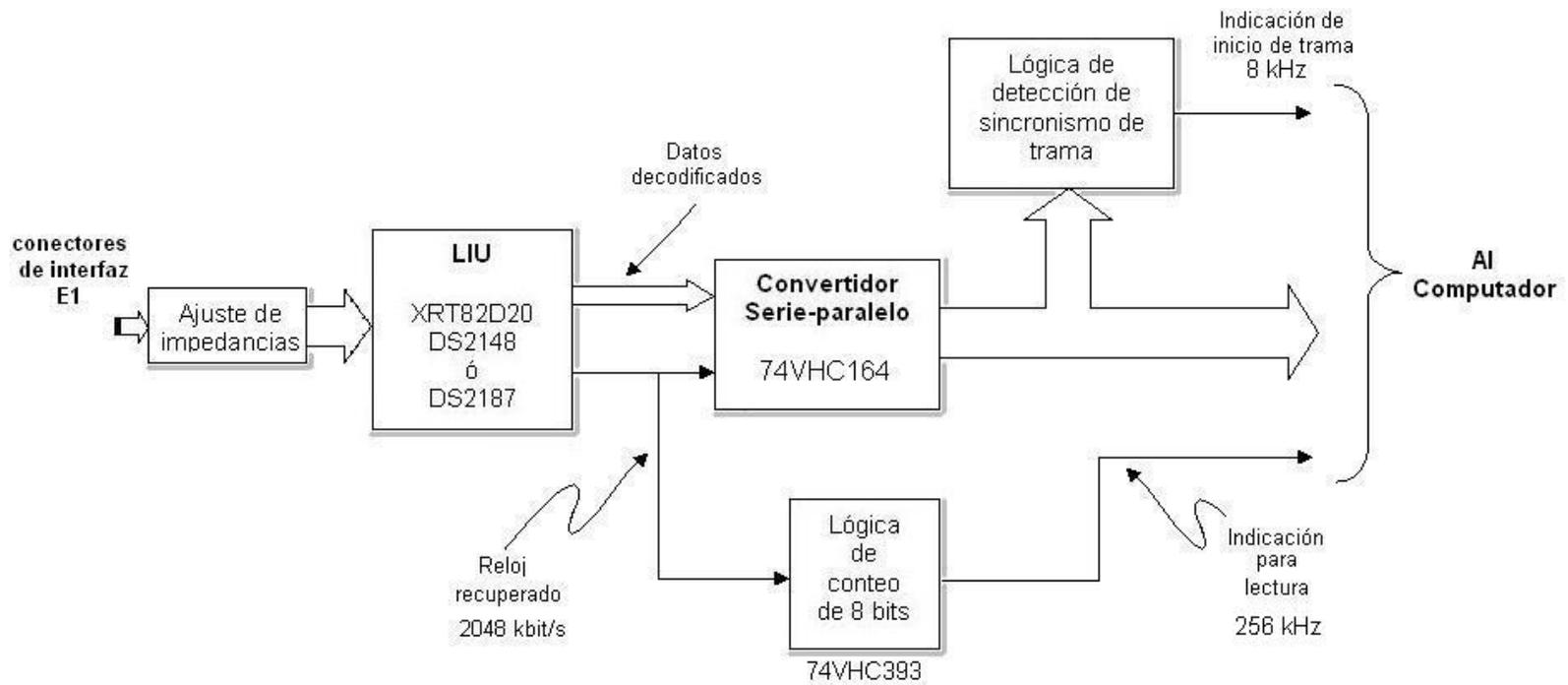


Figura 2.12. Diagrama Funcional de la Interfaz.

2.2. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] CCITT. Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces; Rec. G.703, abril/1991.

[2] CCITT. Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8488 and 44736 kbit/s hierarchical levels; Rec. G.704, julio/1995.

CAPITULO III

DISEÑO Y REQUISITOS EN LA ETAPA DE SOFTWARE DEL INSTRUMENTO

Introducción

El funcionamiento de la señalización No. 7 (C7) está basado en una estructura enfocada a los mensajes, la cual contiene diferente y variada información que indica procesos y señales a tomar entre los puntos terminales de una relación de señalización. Por tal motivo, el planteamiento de un instrumento capaz de monitorear la señalización C7 requiere en gran medida el trabajo sobre manejo de información binaria conformada en octetos de bits, donde sus posibles configuraciones dentro de un parámetro inicial corresponden a un patrón de bits que indican una información.

Para el caso de este trabajo, se tratará únicamente con la codificación de octetos según la UIT-T, basándose en la señalización para ISUP, a lo que corresponde las recomendaciones Q.76x, y específicamente la Q.763 que contiene las diferentes codificaciones de octetos y su significado o función que son punto de partida para el desarrollo de esta etapa.

Esta tercera etapa del trabajo, se inicia con la descripción breve de la mensajería de señalización ISUP y su funcionamiento dentro del establecimiento de llamadas, lo cual será de utilidad para comprender el tratamiento a los octetos adquiridos entre los pasos de los procesos del instrumento. Posteriormente se encuentra el detalle de cada uno de los procesos propuestos a implementarse en el instrumento, desde el momento que son adquiridos en la interfaz entre la red telefónica y el computador hasta el proceso de presentar al usuario la información interpretada a partir de los octetos de señalización. Se incluyen también las funciones o herramientas extras que en la práctica resultan ser de utilidad para los trabajos referentes a la señalización como filtrado de unos determinados parámetros.

3.1. ISUP y SS7

La señalización de ISUP bajo señalización C7, es la concerniente a la información del protocolo ISDN (del inglés *Integrated Services Digital Network*) es decir, que es el tratamiento y control de procedimientos como el establecimiento de llamadas, manejo y liberación de circuitos de voz o datos asignados a llamadas o transacciones sobre la red de telecomunicaciones que contiene principalmente usuarios digitales o bien, usuarios ISDN.

Según secciones anteriores de este documento, la información de señalización para cualquier *parte de usuario* de SS7 contenida en un punto de señalización que esté enviándola a la correspondiente parte de usuario en otro punto terminal, utilizará las MSU para su transmisión en la red. La ISUP, como las otras partes de usuario usan el campo SIF de las MSU para enviar en él la información propia de cada transacción o procedimiento que lo requiera. Como se verá posteriormente, existe una serie de códigos que representan mensajes específicos de tales procedimientos e indicaciones, que a la vez son transportadas en determinados formatos.

En vista que el instrumento se dedicaría únicamente a la medición o monitoreo del protocolo ISUP sobre SS7¹³, es conveniente describir algunos de los procedimientos básicos dentro de ISUP para las llamadas de abonados. Los párrafos siguientes profundizarán en estos casos.

3.1.1. Formato de Mensajes ISUP

Para distinción del tipo de mensaje en el punto terminal, el campo *Indicador de Servicio* (SIO) indica el tipo de parte de usuario que está generando el mensaje, para el caso de ISUP este código de 4 bits es el 0101.

El campo SIF de cada MSU, contiene información ISUP como la *etiqueta de enrutamiento*, que es utilizada en cada conexión de circuito, esta misma etiqueta de encaminamiento es utilizada en cada MSU para la correspondiente conexión. La

¹³ Detallado en las series Q.76x de las recomendaciones UIT-T.

etiqueta de enrutamiento es seguida por el campo de CIC¹⁴. (del inglés *Circuit Identification Code*) de 12 bits en formato ITU, el cual indica cuál circuito se asignará para que sea utilizado en una llamada el cual ha sido reservado por la parte originante. El diagrama de bits se muestra en la figura 3.1.

8	7	6	5	4	3	2	1
Código de Identificación de circuitos (bits menos significativos)							
Reserva				CIC (bits más significativos)			

Figura 3.1. dos octetos correspondientes al campo CIC

Para las aplicaciones internacionales, los cuatro bits de reserva son utilizados para ampliación de CICs, mientras que en aplicaciones nacionales pueden utilizarse cuando se necesiten.

Para la interfaz a 2048 kbit/s, la atribución del CIC es como sigue: en los cinco bits menos significativos, contiene una representación binaria del número real del *timeslot* asignado al trayecto de comunicación.

Los bits restantes del campo CIC se utilizan, cuando es necesario, para distinguir unívocamente el circuito de todos los circuitos de otros sistemas que interconectan el punto de origen y el de destino.

El CIC, es seguido por el campo *tipo de mensaje*, que define el contenido del resto del mensaje, indicando algún procedimiento a seguir entre las partes relacionadas en una llamada. Algunos tipos de mensajes básicos son el IAM, ACM, ANM, REL, RLC entre otros.

Posteriormente, existen unos campos entre los cuales está la *parte obligatoria fija* que comprende los parámetros obligatorios que son de longitud fija para un determinado tipo de mensaje. La posición, longitud y orden de los parámetros vienen definidos

¹⁴ Para el formato ANSI, este campo es de 16 bits de longitud.

unívocamente por el tipo de mensaje. Por tanto, los nombres de los parámetros y los indicadores de longitud no se incluyen en el mensaje.[1]

Luego de la parte obligatoria fija, existe la *parte obligatoria variable*, la cual contiene parámetros de longitud variable y otros utilizados como punteros. Los punteros se utilizan para indicar el principio de cada parámetro. Cada puntero se codifica con un sólo octeto. El nombre de cada parámetro y el orden en que se envían los punteros están implícitos en el tipo de mensaje; por tanto, los nombres de los parámetros no están incluidos en el mensaje. El número de parámetros y, por consiguiente, el número de punteros, está definido unívocamente por el tipo de mensaje.

Se incluye también un puntero que tiene por función indicar el principio de la *parte facultativa*. Si el tipo de mensaje no admite una parte facultativa, no aparecerá este puntero. Si el tipo de mensaje indica que es posible una parte facultativa, reflejada por la presencia de un octeto llamado *fin de parámetros facultativos*, pero en el mensaje considerado no se ha incluido una parte facultativa, el campo del puntero se codificará todos ceros. La UIT-T recomienda que todos los tipos de mensaje futuros con una parte obligatoria variable indiquen que se permite una parte facultativa.

Todos los punteros se envían consecutivamente al principio de la parte obligatoria variable. Cada parámetro contiene el indicador de longitud de parámetro seguido del contenido del parámetro. Si no hay parámetros variables obligatorios pero pueden existir parámetros facultativos, se incluirá el principio del puntero de parámetros facultativos (codificado 00000000 si no está presente ningún parámetro facultativo, y codificado 00000001 si está presente alguno). [1]

La *parte facultativa*, está formada por parámetros que pueden o no estar presentes en un tipo cualquiera de mensaje. Esta parte puede comprender parámetros de longitud fija y parámetros de longitud variable. A menos que se indique lo contrario, un parámetro facultativo no puede aparecer en múltiples ocasiones adentro de un mensaje. Los parámetros facultativos se pueden transmitir en cualquier orden. Cada uno de estos parámetros estará constituido por el nombre de parámetro (un octeto) y el indicador de longitud (un octeto) seguido del contenido del parámetro.

En resumen, el formato de ISUP (dentro del SIF de cada MSU) está conformado por los siguientes componentes:

- a) Etiqueta de encaminamiento
- b) Código de identificación de circuito
- c) Código de tipo de mensaje
- d) Parte obligatoria de longitud fija (depende del tipo de mensaje)
- e) Parte obligatoria de longitud variable (depende del tipo de mensaje)
- f) Parte facultativa (depende del tipo de mensaje)

La UIT, en la rec. Q.763, indica que el orden de transmisión de la serie de octetos conteniendo la información, puede basarse en la representación de octetos apilados, iniciando el proceso de transmisión con el que se encuentra en la parte superior de la pila, iniciando con el bit menos significativo de cada octeto.

En forma generalizada, sin especificar formato para tipo de mensaje alguno, la estructura o formato de un mensaje ISUP es como se muestra en la figura 3.2.

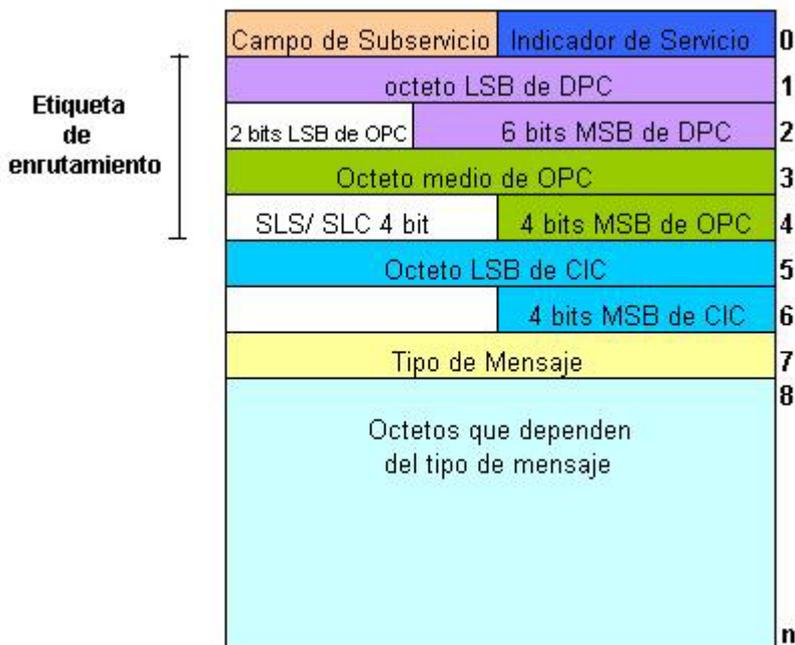


figura 3.2. Formato generalizado de mensaje ISUP

De forma detallada, el formato de un posible mensaje ISUP, con un código de mensaje relacionado a otros parámetros (facultativos), se muestra en la figura 3.3.

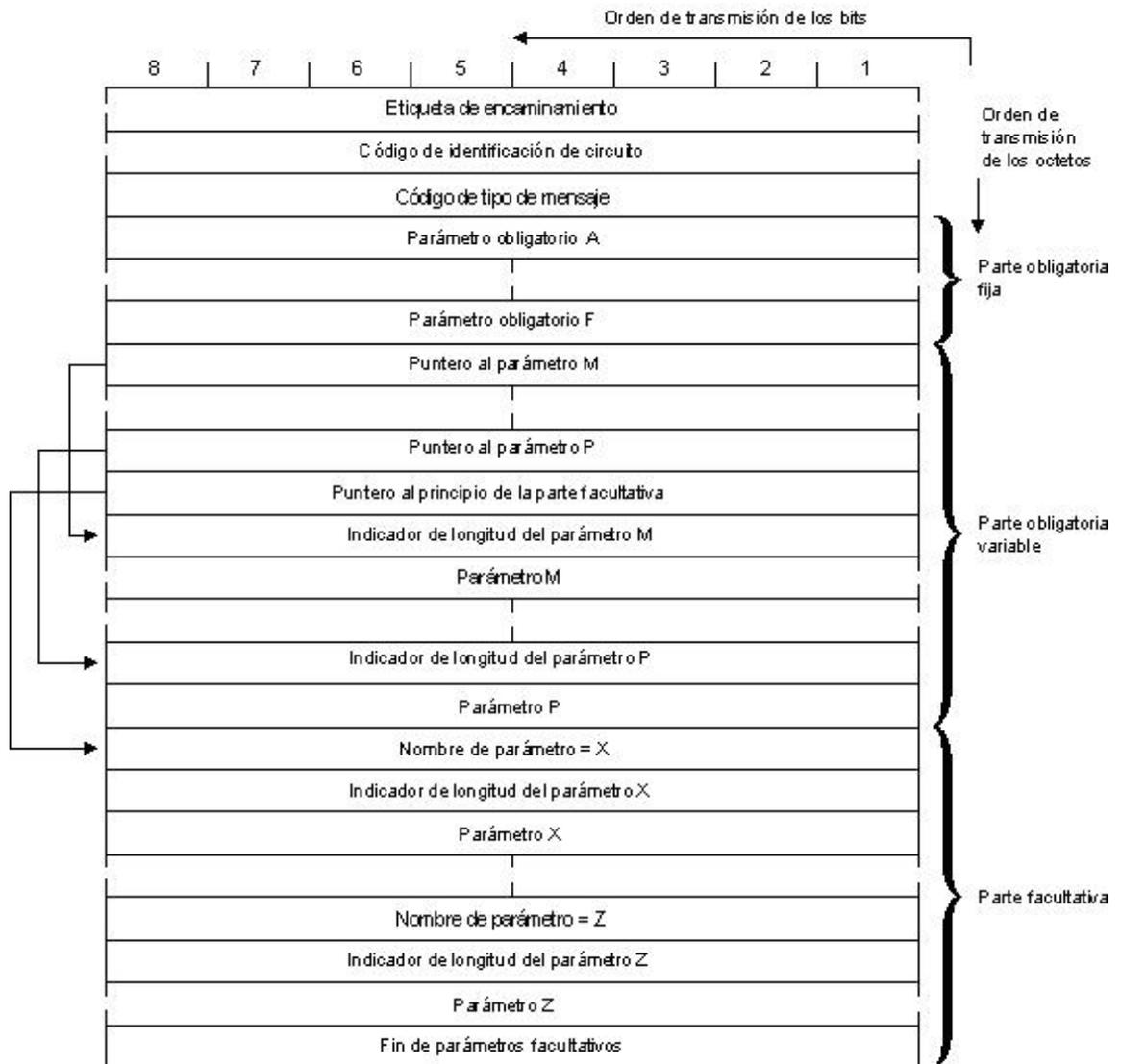


figura 3.3. Detalle del formato general de un mensaje ISUP

Debe recordarse que cada tipo de mensaje contiene punteros a parámetros, cuya codificación debe interpretarse como sigue: el valor de cualquier puntero (en binario) indica el número de octetos entre el propio puntero (incluido) y el primer octeto (no incluido) de los parámetros relacionados con este puntero.

Un puntero de valor todos ceros indica que, pese a permitirse parámetros facultativos, no hay parámetros facultativos presentes.

Cada tipo de mensaje posible es diferenciado por un código único constituido por un campo de un octeto y es obligatorio para todo los mensajes. El código de tipo de mensaje define unívocamente la función y el formato de cada mensaje ISUP. El formato de codificación para cada mensaje se muestra en el Cuadro 3.1 tomada de la recomendación Q.763 y que hace referencia a las cláusulas de referencia y/o cuadros relacionados para cada tipo de mensaje contenidos en la misma recomendación.

CUADRO 3.1. Códigos de tipo de mensaje

Tipo de mensaje	Referencia (Cuadro) , rec Q.763	Código
Dirección completa	21	00000110
Respuesta	22	00001001
Bloqueo	39	00010011
Acuse de bloqueo	39	00010101
Progresión de la llamada	23	00101100
Bloqueo de grupo de circuitos	40	00011000
Acuse de bloqueo de grupo de circuitos	40	00011010
Indagación sobre grupo de circuitos @	41	00101010
Respuesta a indagación sobre grupo de circuitos @	24	00101011
Reinicialización de grupo de circuitos	41	00010111
Acuse de reinicialización de grupo de circuitos	25	00101001
Desbloqueo de grupo de circuitos	40	00011001
Acuse de desbloqueo de grupo de circuitos	40	00011011
Información sobre tasación @	(Nota)	00110001
Confusión	26	00101111
Conexión	27	00000111
Continuidad	28	00000101
Petición de prueba de continuidad	39	00010001
Facilidad @	45	00110011
Facilidad aceptada	42	00100000
Rechazo de facilidad	29	00100001
Petición de facilidad	42	00011111
Transferencia hacia adelante	37	00001000
Petición de identificación	47	00110110
Respuesta de identificación	48	00110111
Información @	30	00000100
Petición de información @	31	00000011
Dirección inicial	32	00000001
Acuse de establecimiento de bucle @	39	00100100
Gestión de recursos de red	46	00110010
Sobrecarga @	39	00110000
Paso de largo @	43	00101000
Liberación	33	00001100
Liberación completada	34	00010000
Reinicialización de circuito	39	00010010
Reanudación	38	00001110
Segmentación	49	00111000
Dirección subsiguiente	35	00000010
Suspensión	38	00001101
Desbloqueo	39	00010100
Acuse de desbloqueo	39	00010110
CIC no equipado @	39	00101110
Parte usuario disponible	44	00110101
Prueba de parte usuario	44	00110100
Información de usuario a usuario	36	00101101
Códigos reservados (utilizados en la versión 1984)		00001010 00001011 00001111 00100010 00100011 00100101 00100110
Códigos reservados (utilizados en la versión 1988)		00011101 00011100 00011110 00100111
NOTA – El formato de este mensaje es un asunto de competencia nacional.		

3.1.2. Aplicación de mensajes ISUP

Para la comprensión de la estructuración y secuencia de mensajes ISUP aplicados en la señalización, a continuación se describen los mensajes que intervienen en el establecimiento de una llamada, en conjunción, se describe la estructura de cada uno de estos tipos de mensajes básicos como la información que estos contienen.

En el establecimiento de una llamada desde un abonado originante A, hacia un abonado destino B, como se muestra en la figura 3.4, se encuentran la central o SSP originante de A y la destino (de B) interconectadas por enlaces de señalización o links SS7 como también por los circuitos de voz atribuidos a la ruta de voz entre ellas. En esta transacción de llamada, existen los mensajes IAM, ACM, mensaje inicial de dirección y reconocimiento de dirección o dirección completa respectivamente (por sus siglas en inglés *Initial Address Message* y *Acknowledge Address Message*) que contienen la información necesaria para que las centrales reconozcan el tipo de llamada, números y categorías de abonados, requerimientos para establecer la llamada, y luego la central destino indique al abonado B el ingreso de la llamada, cuando este abonado responda, se generará por parte de la central destino un mensaje ANM, que indica respuesta (Answer) y conlleva a la conexión del circuito de voz reservado por la central originante. Bajo condiciones normales, cuando algún abonado cuelgue o termine la llamada, se genera la indicación de liberación de canal de voz a la central del otro extremo por medio del mensaje REL (del inglés *Release*), para que luego la contraparte indique que ha completado de liberar el circuito o canal asignado por medio del mensaje RLC (como abreviación del inglés *Release Complete*), al fin de éste mensaje se da por terminado el procedimiento para esta llamada y los recursos utilizados son puestos en espera para ser utilizados por otra transacción.

En forma gráfica, la secuenciación de los mensajes relacionados al procedimiento de llamada desde un abonado A en una central A, a un abonado B en una central B, a través de una estructura de red SS7 generalizada, se muestra en la figura 3.5.

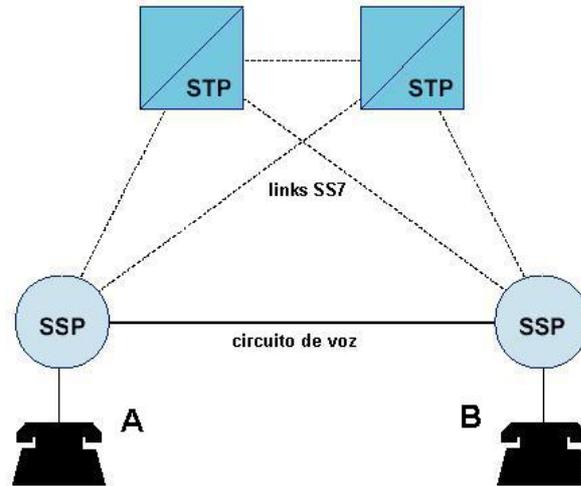


Figura 3.4. Diagrama de red para una llamada ISUP

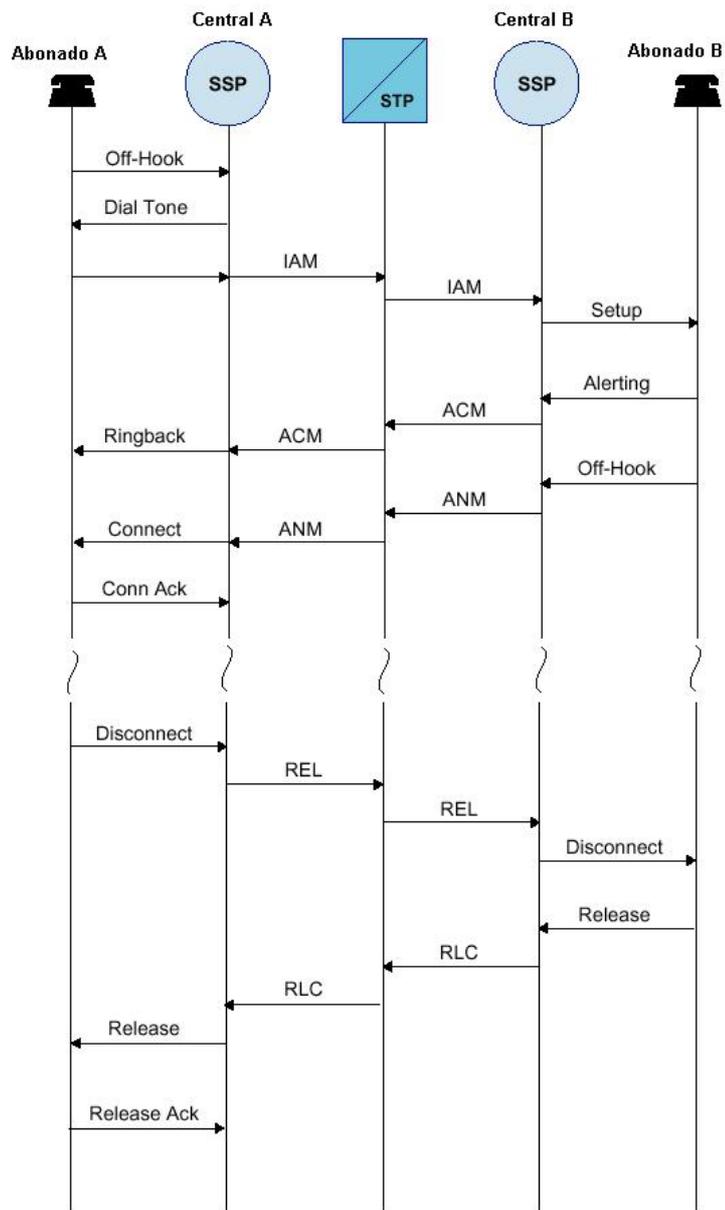


figura 3.5. Secuencia de mensajes y señales en ISUP para una llamada

Existe aproximadamente 50 tipos de mensajes ISUP, que cada uno lleva formatos y estructuras diferentes con acciones diferentes, para una muestra resumida de éstos y sus funciones se puede recurrir al Cuadro 3.2.

CUADRO 3.2. Tipos de Mensajes ISUP [2]

Tipo de mensaje ISUP	Interpretación	Función - significado
PAM	Mensaje pasar a través	Se utiliza como envoltura para pasar otros tipos de mensajes a otros puntos distantes
IAM	Mensaje de Dirección Inicial	Utilizado para establecer una llamada; muchos parámetros posibles
EXM	Mensaje de Salida	Indica que un IAM está abandonando la red local a través de un STP
ACM	Mensaje de Dirección Completa	Dígitos recibidos en el final remoto, (alerta en progreso); preparado para proporcionar un tono de devolución de llamada
CPG	Mensaje de Progreso de llamada	Indica eventos relacionados con la llamada (como el reenvío); los retrasos RDSI provocan códigos
ANM	Mensaje de Respuesta	La parte llamada responde; preparado para conectar la ruta de audio
CON	Conectado	No utilizado por ANSI/Bellcore; indica que la ruta de audio está conectada para ITU-T
INR	Solicitud de Información	Durante una llamada activa, solicita el ID de la parte que llama, información de carga, etc.
INF	Información	Proporciona la información solicitada en un mensaje INR
FAC	Facilidad	Solicitudes-respuestas para operaciones remotas; habilita las características de llamada (llamada en espera, etc.)
REL	Liberación	Indica cualquier parte desconectada; necesita RLC para liberar circuito
RLC	Liberación completa	Reconoce que la parte distante está desconectada; circuito liberado
CCR	Solicitud de comprobación de continuidad	Solicita una evaluación del bucle de prueba del canal portador antes que se envíe el IAM
COT	Comprobación de continuidad	Resultados de la evaluación del bucle de prueba devuelto al solicitante
CRM	Mensaje de reserva de circuito	Solicitud para el enlace troncal de voz en una porción no-RDSI de la red durante la conexión de la llamada

CUADRO 3.2. Continuación

CRA	Reconocimiento de reserva de circuito	Indica que en enlace troncal está reservado; preparado para el próximo ANM
SUS	Suspensión	Suspendido el punto final no-RDSI enganchado durante la llamada; normalmente sigue un mensaje REL
RES	Resumen	Resumen del punto final no-RDSI desenganchado antes de expirar el temporizador desconectado

3.1.3. Estructura y formato de los mensajes

Según la cláusula 4 de la recomendación Q.763 de la UIT-T, se mencionan a continuación los formatos y códigos de los tipos de mensajes básicos antes mencionados que intervienen en el establecimiento de una llamada, para mayores detalles y referencia de otros mensajes no mencionados se recomienda recurrir a la citada cláusula de la norma Q.763.

Cada tipo de mensaje es mostrado por medio de cuadros conteniendo los parámetros relacionados al mensaje, la longitud en octetos que estos pueden tener, la referencia a mayor información para ese parámetro contenida en la Rec. Q.763, el tipo de parámetro, según la referencia siguiente:

F = parámetro obligatorio de longitud fija;

V = parámetro obligatorio de longitud variable;

O = parámetro facultativo de longitud fija o variable;

Hay que mencionar, que en los cuadros 3.3 al 3.7 que a continuación se muestran, no se han incluido los campos de la etiqueta de encaminamiento, código de identificación de circuito y que se anexan al inicio del mensaje cuando son necesarios. En el momento de transmisión, el orden de transmisión de octetos es respetado según se expone en estos cuadros.¹⁵

¹⁵ En la práctica pueden encontrarse variaciones de estos campos según la versión de las recomendaciones en las cuales se encuentre trabajando una aplicación.

CUADRO 3.3. Mensaje Inicial de Dirección (IAM)

Parámetro	Referencia (subcláusula)	Tipo	Longitud (octetos)
Tipo de mensaje	2.1	F	1
Indicadores de la naturaleza de la conexión	3.35	F	1
Indicadores de llamada hacia adelante	3.23	F	2
Categoría de la parte llamante	3.11	F	1
Requisitos del medio de transmisión	3.54	F	1
Número de la parte llamada	3.9	V	4-11
Selección de red de tránsito @	3.53	O	4-?
Referencia de llamada @	3.8	O	7
Número de la parte llamante	3.10	O	4-12
Indicadores de llamada hacia adelante facultativos	3.38	O	3
Dirección redireccionante	3.44	O	4-12
Información de redireccionamiento	3.45	O	3-4
Código de enclavamiento de grupo cerrado de usuarios	3.15	O	6
Petición de conexión	3.17	O	7-9
Dirección llamada inicialmente	3.39	O	4-12
Información de usuario a usuario	3.61	O	3-131
Transporte de acceso	3.3	O	3-?
Información de servicio de usuario	3.57	O	4-13
Indicadores de usuario a usuario	3.60	O	3
Número genérico (Nota 2)	3.26	O	5-13
Contador de retardo de propagación	3.42	O	4
Información de servicio de usuario prima	3.58	O	4-13
Facilidad específica de red @	3.36	O	4-?
Dígito genérico @ (Nota 1)	3.24	O	?
Código de punto ISC de origen	3.40	O	4
Información de teleservicio de usuario	3.58	O	7

CUADRO 3.3. Continuación

Operaciones a distancia @	3.48	O	?
Información de compatibilidad de parámetros	3.41	O	4-?
Notificación genérica (Nota 1)	3.25	O	3
Activación del servicio @	3.49	O	3-?
Referencia genérica (Nota 2)	3.27	O	5-?
Precedencia MLPP	3.34	O	8
Requisito de medio de transmisión prima	3.55	O	3
Número de localización	3.30	O	5-12
Fin de parámetros facultativos	3.20	O	1
NOTAS			
1	Este parámetro puede repetirse.		
2	Queda en estudio.		

CUADRO 3.4. Mensaje de Dirección Completa (ACM)

Parámetro	Referencia (subcláusula)	Tipo	Longitud (octetos)
Tipo de mensaje	2.1	F	1
Indicadores de llamada hacia atrás	3.5	F	2
Indicadores de llamada hacia atrás facultativos	3.37	O	3
Referencia de llamada @	3.8	O	7
Indicadores de causa	3.12	O	4-?
Indicadores de usuario a usuario	3.60	O	3
Información de usuario a usuario	3.61	O	3-131
Transporte de acceso	3.3	O	3-?
Indicadores de notificación genérica (Nota)	3.25	O	3
Medio de transmisión utilizado	3.56	O	3
Información de protección contra el eco	3.19	O	3
Información de distribución de acceso	3.2	O	3
Número de redireccionamiento	3.46	O	5-12
Información de compatibilidad de parámetros	3.41	O	4-?
Información de desvío de llamada	3.6	O	3
Facilidad específica de la red @	3.36	O	4-?
Operaciones a distancia @	3.48	O	3-?
Activación de servicio @	3.49	O	3-?
Restricción de número de redireccionamiento	3.47	O	3
Fin de parámetros facultativos	3.20	O	1
NOTA – Este parámetro puede repetirse.			

CUADRO 3.5. Respuesta (ANM)

Parámetro	Referencia (subcláusula)	Tipo	Longitud (octetos)
Tipo de mensaje	2.1	F	1
Indicadores de llamada hacia atrás	3.5	O	4
Indicadores de llamada hacia atrás facultativos	3.37	O	3
Referencia de llamada @	3.8	O	7
Indicadores de usuario a usuario	3.60	O	3
Información de usuario a usuario	3.61	O	3-131
Número conectado	3.16	O	4-12
Transporte de acceso	3.3	O	3-?
Información de distribución de acceso	3.2	O	3
Indicación de notificación genérica (Nota)	3.25	O	3
Información de compatibilidad de parámetros	3.41	O	4-?
Información de historial de llamada	3.7	O	4
Número genérico (Nota)	3.26	O	4-12
Medio de transmisión utilizado	3.56	O	3
Facilidad específica de red @	3.36	O	4-?
Operaciones a distancia @	3.48	O	?
Número de redireccionamiento	3.46	O	5-12
Activación de servicio @	3.49	O	3-?
Información de protección contra el eco	3.19	O	3
Restricción del número de redireccionamiento	3.47	O	3
Fin de parámetros facultativos	3.20	O	1
NOTA – Este parámetro puede repetirse.			

CUADRO 3.6. Liberación (REL)

Parámetro	Referencia (subcláusula)	Tipo	Longitud (octetos)
Tipo de mensaje	2.1	F	1
Indicadores de causa	3.12	V	3-?
Información de redireccionamiento @	3.45	O	3-4
Número de redireccionamiento @	3.46	O	5-12
Transporte de acceso	3.3	O	3-?
Código de punto de señalización @	3.50	O	4
Información de usuario a usuario	3.61	O	3-131
Nivel automático de congestión	3.4	O	3
Facilidad específica de red @	3.36	O	4-?
Información de distribución de acceso	3.2	O	3
Información de compatibilidad de parámetros	3.41	O	4-?
Restricción de número de redireccionamiento	3.47	O	3
Indicadores de usuario a usuario	3.60	O	3
Fin de parámetros facultativos	3.20	O	1

CUADRO 3.7. Liberación Completa (RLC)

Parámetro	Referencia (sucláusula)	Tipo	Longitud (octetos)s
Tipo de mensaje	2.1	F	1
Indicadores de causa	3.12	O	5-6
Fin de parámetros facultativos	3.20	O	1

Con la finalidad de dar una mejor comprensión, en el anexo 5 se muestra la secuencia de mensajes ISUP aplicados al establecimiento de una llamada real con los parámetros de cada uno de ellos para las condiciones y requerimientos de la llamada realizada.

A continuación se procede al planteamiento del diseño de software que se requiere en el instrumento para el procesamiento de la señalización anterior.

3.2. DISEÑO DEL SOFTWARE

3.2.1. Consideraciones Preliminares

En esta parte del trabajo, se pretende proponer el diseño de una estructura de software que permita realizar tanto la adquisición de información como el tratamiento de los datos con la finalidad de depurar, presentar la información al usuario en una forma práctica y eficiente. Recordando que en este trabajo no se pretende dar una implementación precisa y directa del instrumento, se plantearán a continuación las bases necesarias para realizar los aspectos antes mencionados.

Es importante mantener presente a lo largo de las siguientes secciones, que el instrumento debe ser capaz de realizar la presentación de información en tiempo real, es decir, que al mismo tiempo que adquiere los datos, éstos sean presentados, por supuesto, tendrá un retraso debido a la gran cantidad de información por adquirir y al análisis y tratamiento que se realice a ésta a lo largo de todos los procesos vinculados ya sean estos imprescindibles para el funcionamiento como la lectura general de las unidades de señalización, o prescindibles como herramientas de filtrado de mensajes según se especifique el parámetro.

3.2.2. Procesos a incluirse en la etapa de software

Algunos procesos requeridos en el instrumento han sido incluidos en la etapa de hardware como la decodificación HDB3, aunque pudieron haber sido creados en la etapa de software; por tal razón, los procesos a incluir en la etapa de software son los siguientes:

- Lectura de puerto de entrada de datos.
- Selección de Información de canal de señalización.
- Selección de MSUs o LSSUs.
- Interpretación y presentación de información en MSUs.
- Filtrado y presentación de información en las MSUs.

A continuación se realiza la descripción de la secuencia de pasos en cada uno de ellos de manera independiente, esto con la finalidad de una mayor comprensión en el

objetivo de cada proceso; sin embargo, a lo largo de las siguientes secciones se debe tener presente que tales procesos deben ser ejecutados en tiempo real, es decir, actualizando los datos a razón de la información entregada en el puerto de entrada, lo anterior conlleva a que los procesos acá mencionados sean implementados manteniendo una relación secuencial entre ellos, para lo cual, la plataforma de software sobre la cual se implemente el instrumento definirá en gran parte la forma de implementar esta estructura secuencial aplicada en tiempo real.

3.2.2.1. Lectura de puerto de entrada de datos

Este proceso incluye la comprobación y control de señales de indicación para lectura, adquirir los datos en el puerto I/O del computador y la escritura en memoria de los datos. El flujograma de los pasos es mostrado en la figura 3.6.

El proceso inicia con la verificación de un parámetro introducido por el usuario que tiene por objeto *iniciar/detener* el funcionamiento del software y por lo tanto el funcionamiento del instrumento, mientras éste sea permitido, se ejecutarán los procesos que a continuación se encuentren hasta el último para luego volver a verificar este parámetro. De la etapa de hardware se tienen acceso a la señal de indicación de lectura, la cual se activa en alto para indicar que el octeto o byte ha sido completado y que entonces puede ser adquirido por el computador, esto conlleva a la lectura directa del puerto de 8 bits, que luego será escrito en la memoria reservada *buffer 1*, para el acceso a estos datos desde los otros procesos, por medio de un contador de bytes u octetos escritos en *buffer 1*, en este caso 'w', se podrá direccionar a los octetos adquiridos y evitar la pérdida de datos cuando a lo largo de todos los procesos se logró superar el tiempo entre octeto leído y otro nuevo disponible en el puerto. El último paso relacionado a la adquisición de datos, es volver a poner en estado de espera o en nivel bajo a la señal de indicación de lectura.

Luego de los pasos anteriores se continúa con los procesos subsecuentes a la adquisición o lectura de datos.

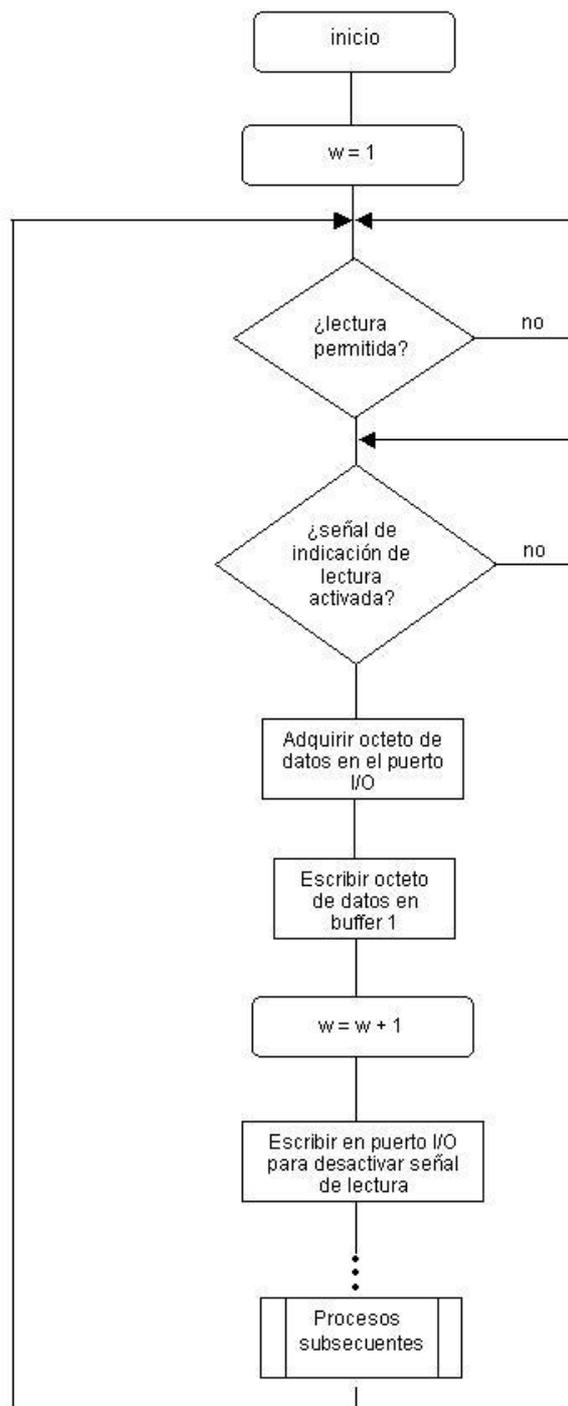


Figura 3.6. Flujograma para proceso de lectura de datos.

3.2.2.2. Selección de información en timeslot de señalización

Después que se ha adquirido los bytes u octetos transportados en el E1, será necesario encontrar, seleccionar y guardar la información que se encuentre en el timeslot (TS) de señalización que haya sido predeterminado por el usuario. Esta información será a la cual se accese para extraer las unidades de señalización, interpretarlas y presentarlas al usuario.

En la figura 3.7 se muestra el flujograma de los pasos incluidos en este proceso. Inicia con la lectura y almacenamiento en una variable (T) del número de TS que ha sido indicado por el usuario como de señalización dentro del E1, por medio de una variable i que se inicializa y apunta al primer octeto ubicado en el sector de memoria llamado *buffer 1* del proceso anterior, se lee el octeto i , se compara con el patrón o señal de alineación de trama (FAS), si no son iguales se apunta al siguiente octeto en *buffer 1* y se realiza la misma comparación, hasta que la comparación sea exitosa, o bien hasta que sea encontrado el TS 0 del E1, se inicializa la variable k que es utilizada como puntero a los siguientes TSs después del patrón FAS, es decir, que apunta inicialmente al TS 1; entonces se procede al conteo de TSs hasta que se encuentre el TS número T . Ya que ha sido encontrado el TS de señalización, en adelante se seleccionará únicamente este TS, lo que se consigue aumentando los 32 TSs que no son de señalización para apuntar nuevamente al TS de señalización. Cada octeto encontrado se extrae para ser escrito en el sector de memoria *buffer 2*, de tal manera que en él se encuentren únicamente los octetos de señalización registrados hasta el momento.

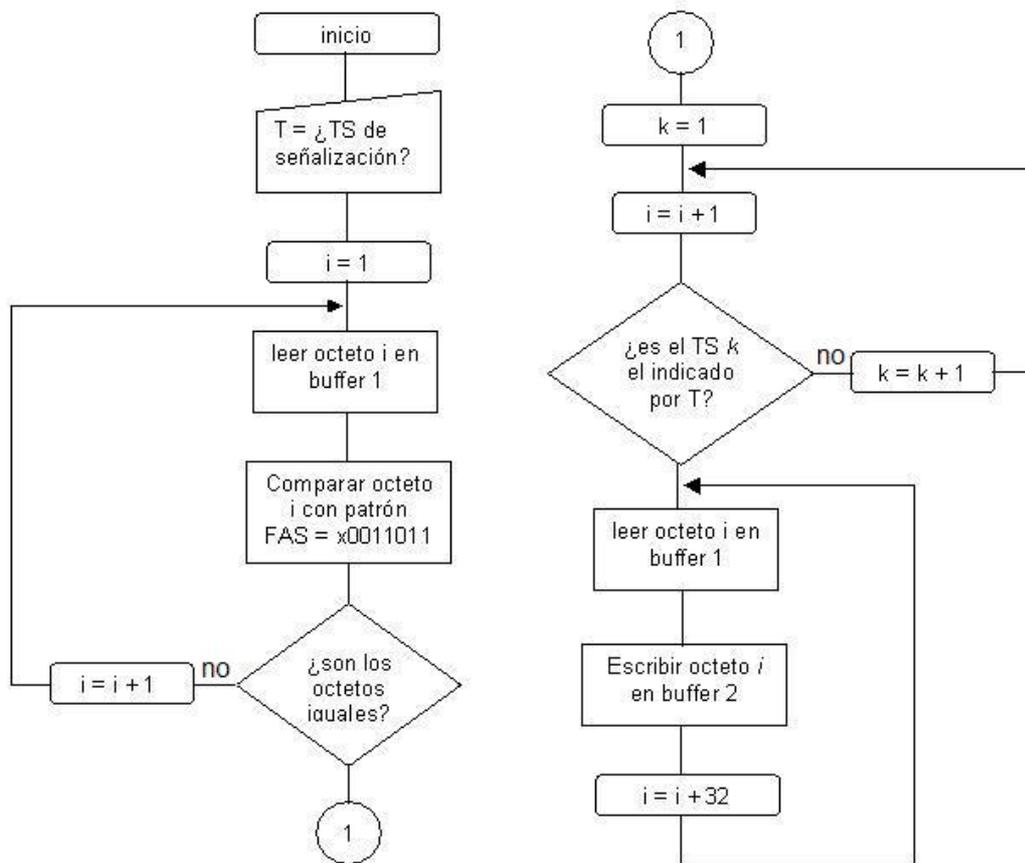


Figura 3.7. Flujograma para el proceso de selección de información en el timeslot de señalización.

3.2.2.3. Selección de MSUs o LSSUs

La información transportada en el TS de señalización contiene unidades de señalización de relleno, enlace y de mensajes FISU, LSSU y MSU respectivamente.

Puesto que las FISU no llevan información, su tratamiento es innecesario, y no son tomadas en cuenta en los procesos siguientes.

Lo anterior da una idea del objetivo del proceso de selección de MSUs, el cual específicamente es extraer únicamente las MSUs o LSSUs para ser almacenadas en un sector apartado donde puedan ser accesadas para ser interpretadas y presentadas al usuario.

La figura 3.8 ilustra por medio del flujograma, la serie de pasos necesarios para depurar las unidades de señalización mencionadas.

La secuencia de pasos inicia con la inicialización de las variables m y k , la primera es utilizada como apuntador hacia octeto dentro de los datos acumulados en el área *buffer 2* del proceso anterior, y la segunda es destinada para llevar el conteo de las SU que se han registrado como resultado del proceso de selección de SUs. Se procede a la lectura del primer octeto y se compara contra el patrón correspondiente a la bandera de una SU que es 01111110, al ser igual, indica el inicio de una SUs, y como se sabe, el campo LI (*indicador de longitud*) indica el tipo de SU que se tiene, y que se encuentra en el tercer octeto de la SU, siendo k quien apunta a este campo, según el tipo de SU que el usuario haya especificado (MSU o LSSU), se procede a buscar esas SU únicamente y a partir del octeto de bandera (inclusive) se escriben los siguientes octetos contenidos en la SU hasta que se encuentre una nueva bandera, al suceder esto, se verifica nuevamente el tipo de SU presente reiniciando el proceso. Las SU ya depuradas son registradas en una nueva área de memoria llamada *buffer 3*, la cual será accesada por el procedimiento de interpretación de cada uno de los campos de las SUs deseadas.

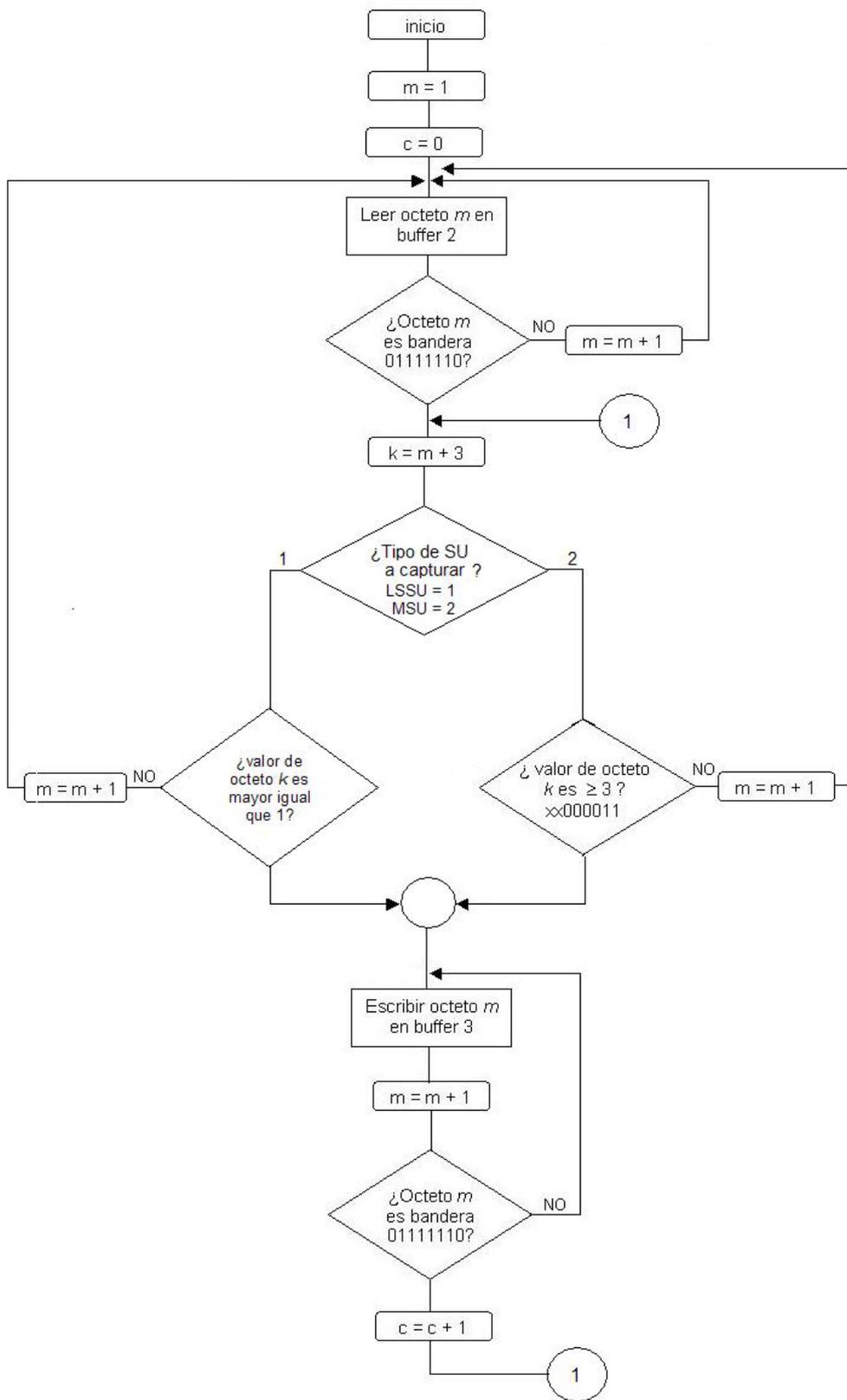


figura 3.8. Flujograma para selección de MSUs o LSSUs

3.2.2.4. Utilidad de filtrado de información

En la práctica, los trabajos de mantenimiento o correctivos relacionados con la señalización se enfocan comúnmente a unas pocas aspectos de ella, es decir, a observar o analizar determinadas características como por ejemplo las causas de liberación de las llamadas, analizar el comportamiento de algunos circuitos específicos en la toma de ellos, en el caso de un link que llega a un STP se requiere buscar la relación de señalización entre un OPC y un DPC determinado; o bien se necesita únicamente la llamada originada por un número A o la llamada terminada a otro número B. Por tales motivos se hace necesaria una herramienta para filtrado de las MSU bajo la indicación de un parámetro de búsqueda en la señalización. Como se mencionó, los parámetros de búsqueda más comunes para filtrado son:

- Número originante o llamante A (*calling party number*).
- Número terminante B (*called party number*)
- Código de circuito (CIC).
- Switch originante o terminante (OPC/DPC).
- Causa de liberación X de llamada (Release Cause Value)

La selección de MSU que contenga el parámetro a filtrar puede ser seleccionada de forma inmediata al momento de tomar los octetos de la MSU que serán interpretados para luego ser presentados. Es decir, si la función de filtrado está activada para un parámetro, al momento de llegar al paso de interpretación correspondiente para ese parámetro, compararlo con el dato a buscar y si son iguales, guardarla temporalmente (o bien ser guardada permanentemente para posteriores usos) en un área de memoria propia y luego ser presentada.

En la práctica, la necesidad de filtrar un parámetro viene relacionado a una llamada o varias que cumplan el criterio de búsqueda, por tal razón, será necesario mostrar las MSUs que se relacionan a una llamada que ha cumplido el parámetro de búsqueda. La identificación de las otras MSU relacionadas a una llamada podrá lograrse por medio del parámetro “referencia de llamada”, el cual proporciona un código de rastreo único

para la llamada, además del *punto de código* que ha realizado la asignación del código.

3.2.2.5. Proceso de Interpretación y presentación de señalización

Luego que se han obtenido separadamente las SU, se procede a la interpretación o decodificación de la señalización en formato numérico binario, proceso que se facilita por la estructura basada en octetos de bits, y que casi la totalidad de parámetros están formados en uno solo de ellos o por una serie de octetos completos. Como sabemos, en el caso de una MSU, la información de señalización de ISUP está contenida en el campo SIF, después de la viñeta de enrutamiento, por lo que se procede por la lectura de cada uno de los octetos de la viñeta y su interpretación en la base de datos que se ha creado para ello y presentar los parámetros interpretados. Tomando como ejemplo los cuadros 3.3 al 3.7 en las páginas 14 a 16, el parámetro que identifica el tipo de mensaje es el primero que se encuentra al terminar la viñeta de enrutamiento, entonces, se debe tomar este octeto, verificar en la base de datos de tipos de mensaje (ver cuadro 3.1) a cual de ellos indica y agregar en la presentación esta información, tomar cada uno de los siguientes octetos e identificarlos en una sub-base de datos que contenga los diferentes parámetros y las distintas configuraciones de cada uno de ellos, luego de identificado, se procede a la presentación de la información. De forma generalizada, esta secuencia de pasos se muestra en el diagrama de la figura 3.9.

En el caso del monitoreo sobre LSSUs, la interpretación de éstas se basa en la lectura del campo *SF* o *campo de estado*, el cual contendrá diferentes estados del enlace de señalización codificados por 3 bits dentro de su octeto. Dado esto, la interpretación de LSSU no requiere de grandes recursos en bases de datos. Para mayor detalle sobre este campo y sus posibles indicaciones de estado, puede recurrirse a la sección 1.6.1.1.2 de este documento.

De forma similar que el cuadro 3.1 para los tipos de mensaje, el cuadro 3.8 muestra la codificación de octetos que identifican a cada uno de los parámetros de los mensajes utilizados en ISUP, también se muestra la subcláusula de referencia dentro de la recomendación Q.763.



Figura 3.9. Secuencia de pasos para la interpretación

CUADRO 3.8. Códigos de identificación de parámetros en mensajes ISUP

Nombre del parámetro	Referencia (subcláusula dentro Q.763)	Código
Información de distribución de acceso	3.2	00101110
Transporte de acceso	3.3	00000011
Nivel automático de congestión	3.4	00100111
Indicadores de llamada hacia atrás	3.5	00010001
Información de desvío de llamada	3.6	00110110
Información de historial de llamada	3.7	00101101
Referencia de llamada @	3.8	00000001
Número de la parte llamada	3.9	00000100
Número de la parte llamante	3.10	00001010
Categoría de la parte llamante	3.11	00001001
Indicador de estado de circuito @	3.14	00100110
Indicador de causa	3.12	00010010
Indicador de tipo de mensaje de supervisión de grupo de circuitos	3.13	00010101
Código de enclavamiento de grupo cerrado de usuarios	3.15	00011010
Número conectado	3.16	00100001

CUADRO 3.8. Continuación

Petición de conexión	3.17	00001101
Indicadores de continuidad	3.18	00010000
Información de protección contra el eco	3.19	00110111
Fin de parámetros facultativos	3.20	00000000
Información de suceso	3.21	00100100
Indicador de facilidad	3.22	00011000
Indicadores de llamada hacia adelante	3.23	00000111
Indicadores de cobro revertido automático (reservado)	(Nota A)	01000001
Dígitos genéricos @	3.24	11000001
Notificación genérica	3.25	00101100
Número genérico	3.26	11000000
Referencia genérica (reservado)	3.27	01000010
Contador de saltos (reservado)	(Nota A)	00111101
Indicadores de información @	3.28	00001111
Indicadores de petición de información @	3.29	00001110
Número de localización	3.30	00111111
Indicador de petición MCID	3.31	00111011
Indicador de respuesta MCID	3.32	00111100
Información de compatibilidad de mensaje	3.33	00111000
Precedencia con apropiación multinivel (MLPP)	3.34	00111010
Indicadores de la naturaleza de la conexión	3.35	00000110
Facilidades específicas de la red @	3.36	00101111
Indicadores de llamada hacia atrás facultativos	3.37	00101001
Indicadores de llamada hacia adelante facultativos	3.38	00001000
Número llamado original	3.39	00101000
Código de punto ISC de origen	3.40	00101011
Información de compatibilidad de parámetros	3.41	00111001
Contador de retardo de propagación	3.42	00110001
Gama y estado	3.43	00010110
Número redireccionante	3.44	00001011
Información de redireccionamiento	3.45	00010011
Número de redireccionamiento	3.46	00001100
Restricción de número de redireccionamiento	3.47	01000000
Operaciones a distancia @	3.48	00110010
Activación del servicio @	3.49	00110011
Código de punto de señalización @	3.50	00011110
Número subsiguiente	3.51	00000101
Indicadores de suspensión/reanudación	3.52	00100010
Selección de red de tránsito @	3.53	00100011
Requisitos del medio de transmisión	3.54	00000010
Requisitos del medio de transmisión prima	3.55	00111110
Medio de transmisión utilizado	3.56	00110101
Información de servicio de usuario	3.57	00011101
Información de servicio de usuario primo	3.58	00110000
Información de teleservicio de usuario	3.59	00110100
Indicadores de usuario a usuario	3.60	00101010
Información de usuario a usuario	3.61	00100000
Códigos reservados (utilizados en la versión de 1984, <i>Libro Rojo</i>)		00010100 00011001 00011011 00011100 00011111 00100101
Reservado para identificador de intervalos múltiples		
Códigos reservados (utilizados en la versión de 1988, <i>Libro Azul</i>)		00010111
NOTA A – Por el momento no se proporciona el formato.		

Después de identificado el parámetro, se encuentra la información relacionada o que contiene el parámetro. La subclausula indicada en el cuadro 3.8, detalla la estructura y configuración de bits que indican una información. Por ejemplo, el parámetro “categoría de la parte llamante” identificado por el octeto 00001001 y contenido en el mensaje IAM, y que según el cuadro 3.3 contiene solamente un octeto de información, la que puede ser interpretada según la configuración de bits de la figura 3.10.

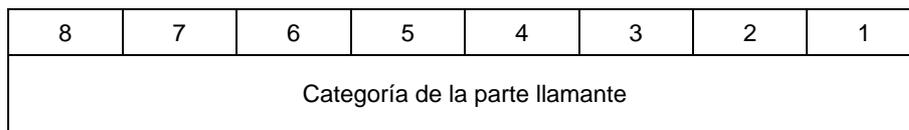


Figura 3.10. Octeto de información de categoría de la parte llamante.

Donde los bits pueden ser:

00000000	se desconoce la categoría de la parte llamante en este momento @
00000001	operador, idioma francés
00000010	operador, idioma inglés
00000011	operador, idioma alemán
00000100	operador, idioma ruso
00000101	operador, idioma español
00000110	} pueden utilizarlos los operadores de red } para seleccionar un idioma } de mutuo acuerdo
00000111	
00001000	
00001001	reservado (véase la Recomendación Q.104) (Nota) @
00001010	abonado llamante ordinario
00001011	abonado llamante con prioridad
00001100	llamada de datos (datos en banda vocal)
00001101	llamada de prueba
00001110	reservado
00001111	teléfono de previo pago
00010000	} reserva
a	
11011111	
11100000	} reservado para uso nacional
a	
11111110	
11111111	reserva

NOTA – En las redes nacionales se puede utilizar el código 00001001 para indicar que la parte llamante es un operador nacional.

En resumen, siguiendo la secuencia de pasos mostrada en la figura 3.9, será necesario construir series de bases de datos consecutivas que relacionadas provean de información para:

- 1) El código de tipo de mensaje (ver cuadro 3.1)
- 2) Los códigos de identificación de parámetros (ver cuadro 3.8) que corresponden al tipo de mensaje
- 3) Codificación de información relacionada al parámetro (en la forma ejemplificada)

Además se deberá crear una base en donde se encuentre la interpretación de la codificación de los octetos dentro de cada base de datos, por ejemplo, que el octeto 00001001 dentro de los códigos de identificación de parámetros se interpreta como “categoría de la parte llamante”, pero que dentro de los códigos de tipo de mensaje corresponde al código de “mensaje de respuesta ANM”, tales frases indicadas entre comillas son las que podrían presentarse al usuario con el fin de mostrar la señalización de manera comprensiva.

3.2.2.5.1 Parámetros y octetos de tratamiento diferente

Existen parámetros de las MSU y algunos propios de cada tipo de mensaje ISUP que poseen una configuración de bits no común entre todos los parámetros, es decir, que la información contenida en ellos está en cierta forma codificada o bien están relacionados a otros parámetros, tal es el caso de los punteros a parámetros dentro del mensaje ISUP y los formatos de los códigos de puntos de señalización (OPC y DPC) y por lo tanto necesitarán de un tratamiento extra para la correcta presentación y correcto uso de ellos. Estos se describen a continuación:

3.2.2.5.1.1. Códigos de punto de señalización (OPC/DPC)

Como se muestra en la figura 3.2, los campos del OPC y DPC están compuestos de 14 bits cada uno, para lo cual la UIT en su recomendación Q.708 especifica el formato a utilizar en la numeración de códigos de punto de señalización internacional. Esto se hace con la intención de crear independencia de la numeración de códigos nacionales e internacionales. Todo código de punto de señalización internacional (o bien *ISPC*

por sus siglas en inglés) deberá estar compuesto de 3 subcampos de identificación divididos en longitudes de 3, 8 y 3 bits cada uno como se muestra en la figura 3.11. [3]



figura 3.11. Formato del código para ISPC

El subcampo de 3 bits (NML) identifica una región geográfica del mundo. El subcampo de 8 bits (K-D) debe identificar una zona geográfica o red en una zona específica. El subcampo de 3 bits (CBA) debe identificar un punto de señalización en una zona geográfica o red específica. La combinación del primero y segundo subcampos podría considerarse como un código de zona/red de señalización (SANC de sus siglas en inglés *signaling area/network code*). Este formato es conocido en la práctica como 3-8-3. Como ejemplo, el código de región Z y zona/red UUU de la forma Z-UUU es 7-012. [3]

Para los códigos nacionales, la numeración de ellos es asignada por la entidad reguladora de las telecomunicaciones interna a cada país.

3.2.2.5.1.2. Punteros a octetos en mensajes ISUP

Los tipos de mensajes que contienen octetos funcionando como punteros a otros parámetros no deben ser ignorados en el tratamiento de octetos a pesar de que no llevan información directa de la señalización. La razón por la cual deben ser tomados en cuenta consiste en la cantidad de octetos que pertenecen a los parámetros de longitud variable y así delimitar el inicio y terminación de ellos, el ignorar el valor de

tales punteros provocará la incorrecta identificación de parámetros al ser perdida la secuencia de los octetos relacionados a cada parámetro.

Como nota a este importante punto, la codificación “bits todos cero” de un puntero cualquiera dentro de un tipo de mensaje con parámetros facultativos cualquiera, indica que pese a permitirse este tipo de parámetros no hay parámetros facultativos presentes. [1]

En la figura 3.3 se observa la funcionalidad de los punteros dentro de la estructura de un mensaje y otros detalles sobre ellos.

3.3. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS AL CAPÍTULO III

3.3.1. A lo largo de esta etapa se ha desarrollado y descrito algunos de los mensajes y parámetros de ISUP que son utilizados en el establecimiento y progreso de las transacciones de llamadas con el fin de ejemplificar la función y aplicación dentro de la señalización para que su comprensión; sin embargo, el instrumento propuesto requiere del reconocimiento de todos los mensajes ISUP y las posibles configuraciones de sus parámetros, para poder interpretar la señalización; pero ya que existe gran similitud entre los mensajes, no se han descrito en totalidad, por lo que se recomienda recurrir a las recomendaciones de la UIT-T correspondientes para ello.

3.3.2. En el desarrollo de los procesos a incluirse en el software, se ha tratado en forma independiente cada uno de los procesos, describiendo en forma generalizada la forma de implementación. El instrumento a diseñar ha sido contemplado con el procesamiento de la señalización en tiempo real, para lo cual se requerirá el procesamiento de cada octeto adquirido en forma secuencial por cada uno de los procesos tratados, desde su adquisición hasta la presentación de información. En los casos de parámetros que constan de más de un octeto de bits, será necesario esperar los datos restantes al octeto adquirido para completarse la información y proceder a su interpretación y presentación. Si el proceso se realizara en forma off-line (no en tiempo real) los procesos pueden seguirse como se ha descrito en el documento.

3.3.3. La ejecución en tiempo real de los procesos del instrumento en forma consecutiva para cada octeto, podría provocar retrasos que superaran el tiempo entre octeto adquirido y uno nuevo, por lo que siempre se hace imprescindible el almacenamiento temporal de octetos en buffers de memoria para que puedan ser procesados posteriormente y no se produzca la pérdida de información. En tales condiciones, la activación para el proceso de lectura y escritura puede ser activada por las interrupciones (IRQs) del computador.

3.3.4. Es conveniente que la presentación de información al usuario sea dividida en dos áreas, una conteniendo la información básica de las MSU como el OPC, DPC , CIC, tipo de mensaje, y similares; y en la otra se muestre la información completa que conlleva un tipo de mensaje enviado en una MSU. La presentación de los mensajes interpretados puede ser suficiente con la interpretación sin presentar obligadamente la información binaria como la del anexo 5.

3.4. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] CCITT. Formatos y Códigos de la Parte de Usuario de Red Digital de Servicios Integrados del Sistema de Señalización No. 7; Rec. Q.763; marzo/93.

[2] Scott Keagy. Integración de Redes de Voz y Datos, cap. 3; Cisco Press, 2001.

[3] CCITT. Numbering of international signaling point codes; Rec. Q.708, marzo/1993.