

**DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO SS7 Y LAS CAPAS DE ADAPTACIÓN A IP
SIGTRAN EN LAS ALARMAS PRESENTES DE UNA RED DE TELEFONÍA
MÓVIL**

JAIME ANDRÉS SALAZAR MORA

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2012**

**DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO S77 Y LAS CAPAS DE ADAPTACIÓN A IP
SIGTRAN EN LAS ALARMAS PRESENTES DE UNA RED DE TELEFONÍA
MÓVIL**

**Presentado Por:
JAIME ANDRÉS SALAZAR MORA
2081724**

**Trabajo de Monografía para optar el Título de Ingeniera de
Telecomunicaciones**

**Dirigido Por:
ING. RICARDO CESAR GÓMEZ VARGAS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ
2012**

RECTOR GENERAL

Padre Carlos Mario Alzate Montes, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

Padre Marco Antonio Peña Salinas, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

P. Eduardo Gonzales Gil O.P

SECRETARIO GENERAL

Doctor Héctor Fabio Jaramillo Santamaría

DECANO DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

Padre Pedro José Díaz Camacho, O.P

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E. C. Myriam Gómez Colmenares

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

Ingeniero Miguel Eugenio Arias Flórez

NOTA DE ACEPTACIÓN

El presente trabajo de grado DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO S77 Y LAS CAPAS DE ADAPTACION A IP SIGTRAN EN LAS ALARMAS PRESENTES DE UNA RED DE TELEFONIA MÓVIL elaborado por JAIME ANDRES SALAZAR MORA, ha sido aprobado para optar al título de Ingeniera de Telecomunicaciones, de acuerdo con lo estipulado por la Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomás.

Firma Ing. Ricardo Gómez Vargas
Tutor Asignado

Fecha

ADVERTENCIA

La Universidad Santo Tomás no se hace responsable de las opiniones y conceptos expresados por el autor del trabajo de grado, solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma ni a la moral católica y porque el trabajo no tenga ataques personales y únicamente se vea el anhelo de buscar la verdad científica.

Capítulo III –Art. 46 del Reglamento de la Universidad Santo Tomás.

RESUMEN

El presente trabajo de grado describe los protocolos de señalización utilizados en una red de telefonía móvil a nivel de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes; esto con el objetivo de reunir información específica que pueda ser de gran ayuda para los diferentes procesos que se tienen en cuenta a la hora del análisis y la gestión de alarmas de señalización que se puedan presentar en una red de telefonía móvil; el lugar físico en donde se hace la gestión de alarmas se conoce como centro de operaciones de red (NOC, Network Operations Center).

El sistema de señalización utilizado en las redes de telefonía fijas y móviles, como lo son la Red de Telefonía Pública Conmutada (RTPC) y GSM/EDGE, respectivamente, es el sistema de señalización por canal común número 7 (SS7) definido por la ITU-T serie Q.700.

El sistema SS7 se define por su pila de protocolos que presentan una arquitectura en capas, lo que le ha permitido evolucionar con relación a la aparición de nuevos servicios y nuevas tecnologías para diferentes aplicaciones.

Con el surgimiento de los diferentes servicios de red basados en conmutación de paquetes, principalmente sobre redes IP, las tradicionales centrales de conmutación de circuitos tuvieron que evolucionar a una nueva arquitectura que soportar la señalización sobre IP y que diera convergencia entre la antigua tecnología de señalización y la nueva tecnología. A nivel de protocolos de comunicación entre la arquitectura de capas SS7 también se tuvo que hacer adaptaciones, lo cual originó una nueva pila de protocolos de adaptación llamada SIGTRAN.

En la red de telefonía móvil se hicieron cambios con respecto a la topología y sus elementos de red, ya que para dar soporte a la conmutación de paquetes y la convergencia SS7/IP, se implementaron nuevos elementos de red que tienen la capacidad de encaminar mensajes de señalización desde y hacia la red IP y la red SS7; tales elementos se describirán a lo largo del trabajo.

Palabras clave: SS7, SIGTRAN, GSM/EDGE, NOC, Gestión de alarmas

ABSTRACT

The degree report that is presented below describes the signaling protocols used in a cellular network for circuit switching and packet switching, this in order to gather information that may be helpful for different processes taken into account in the analysis and management of alarm signaling that may occur in a cellular network, the physical place where is alarm management called network operations center (NOC, Network Operations Center).

The signaling system used in networks of fixed and mobile telephony such as the public telephone network, switched (PSTN) and GSM / EDGE respectively is the signaling system 7 (SS7) defined by the ITU-T Q series 700.

SS7 is defined by its protocol stack having a layered architecture, which has allowed it to evolve in relation to the emergence of new services and new technologies for different applications.

With the emergence of different network services based on packet switching, mainly on IP networks, the traditional circuit-switched core had to evolve to a new architecture that would support signaling over IP and give convergence between the old signaling technology and new technology. A level communication protocols between SS7 layered architecture also had to make adjustments, which resulted in a new protocol stack called SIGTRAN adaptation.

In the mobile network changes were made with respect to topology and network elements to support packet switching and the SS7/IP convergence, new network elements then deployed to support the routing signaling messages to and from the IP network and SS7 network, such elements will be described along the this grade report.

Key words: SS7, SIGTRAN, GSM/EDGE, NOC, Alarm Management

Contenido

1	ANTECEDENTES.....	6
1.1	EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES	6
1.1.1	Primera generación de sistemas móviles.....	6
1.1.2	Segunda generación de redes móviles	7
1.1.3	Tercera generación de redes móviles.....	9
2	SEÑALIZACIÓN	10
2.1	¿QUE ES LA SEÑALIZACIÓN?.....	10
2.2	¿QUE ES LA SEÑALIZACIÓN EN UNA RED DE ELECOMUNICACIONES?	10
2.3	SEÑALIZACIÓN POR CANAL ASOCIADO	10
2.4	SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN.....	10
3	SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN NÚMERO 7	12
3.1	COMPONENTES DE LA RED SS7	12
3.1.1	Puntos de señalización (SP,SignalLing Point)	12
3.1.2	Enlaces de señalización (LS, SIGNALLING Link)	12
3.1.3	Modo de señalización	13
3.1.4	Punto de Transferencia de señalización	13
3.1.5	Ruta de señalización	14
4	CAPAS FUNCIONALES DE SS7.....	15
4.1	PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES MTP1.....	16
4.1.1	Definición.....	16
4.1.2	Velocidad para el enlace de datos de señalización.....	16
4.2	PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES MTP2.....	17
4.2.1	Definición.....	17
4.2.2	Unidades de señalización	17
4.2.3	Funciones del MTP2.....	19
4.3	PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES MTP3.....	22
4.3.1	Definición y funciones.....	22
4.3.2	Encaminamiento discriminación y distribución de los mensajes de señalización.....	23
4.3.3	Gestión de la red de señalización	24

4.3.4	Congestión de la red de señalización	25
4.3.5	Indicador de servicio.....	26
4.3.6	Campo de subservicio	27
4.4	PARTE CONTROL DE CONEXIÓN DE SEÑALIZACIÓN (SCCP, SIGNALING CONNECTION CONTROL PART)	28
4.4.1	Definición y funciones.....	28
4.4.2	Indicador de título global (GTI, Global Title Indicator)	28
4.4.3	Primitivas SCCP	29
4.4.4	Comunicación entre pares.....	30
4.4.5	Mensajes de la parte SCCP.....	31
4.5	PARTE DE USUARIO DE RDSI (ISUP, USER PART RDSI)	47
4.5.1	RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)	47
4.5.2	Relación entre ISUP y SS7.....	47
4.5.3	Parte de usuario ISUP	47
4.5.4	Servicios ofrecidos por parte de MTP para ISUP.....	48
4.5.5	Métodos de señalización de extremo a extremo para ISUP.....	49
4.5.6	Mensaje ISUP.....	50
4.5.7	Servicios complementarios.....	61
4.5.8	Procedimiento de la portabilidad numérica	62
4.6	PARTE DE APLICACIONES DE CAPACIDADES DE TRANSACCIONES (TCAP).....	64
4.6.1	Definición.....	64
4.6.2	Ejemplos de TCAP	64
4.6.3	Subniveles de TCAP.....	64
4.6.4	Mensaje TCAP	67
4.6.5	Operación de TCAP.....	72
5	Redes de nueva generación (NGN, Next Generation Networks).....	73
5.1	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS	73
5.2	REQUISITOS NGN.....	73
5.3	CAPAS FUNCIONALES DE NGN	73
5.4	PORTOCOS DE NGN.....	74
5.5	ELEMENTOS DE RED QUE HACER LA CONVERGENCIA DE UNA RED NGN	
	74	
5.5.1	Media Gateway.....	75

5.5.2	Media Gateway Controller	75
5.5.3	Signalling Gateway	75
5.6	ARQUITECTURA DE CONVERGENCIA ENTRE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS Y PAQUETES.....	76
6	SIGTRAN ¡Error! Marcador no definido.	
6.1	DEFINICIÓN.....	77
6.2	EL CONJUNTO DE CAPAS DE SIGTRAN.....	77
6.2.1	Protocolo de control de transporte de flujo (SCTP, Stream Control Transmission Protocol)	77
6.2.2	Capa de adaptación de usuario	81
7	APLICACIONES DE SEÑALIZACIÓN A UNA RED MÓVIL DE TELEFONÍA.....	97
7.1	TOPOLOGÍA DE UNA RED CELULAR MÓVIL	97
7.2	SUBSISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO	97
7.2.1	Subsistema de estación base	98
7.2.2	Subsistema de conmutación y red	99
7.2.3	Subsistema de apoyo de operaciones	99
7.3	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DE ELEMENTOS DE RED BSS	100
7.3.1	Estación Móvil (MS).....	100
7.3.2	Estación transceptora base (BTS, Base Transceiver Station).....	100
7.3.3	Controladora de estaciones base (BSC, Base Station Controller).....	101
7.4	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DE ELEMENTOS DE RED NSS	101
7.4.1	Centro de conmutación móvil (MSC, Mobile switching Center)	101
7.4.2	Registro de localización interior (HLR, Home Location Register)	102
7.4.3	Registro de localización de visitantes (VLR, Visitor Location Register)	102
7.4.4	Centro de autenticación (AUC, Authentication Center)	103
7.4.5	Registro de identidad del equipo (EIR, Equipment Identity Register)	103
7.4.6	Nodo de soporte de servicio GPRS (SGSN, Service GPRS Support Node) 103	
7.4.7	Nodo de pasarela de servicio GPRS (GGSN, Gateway GPRS Support Node) 104	
7.5	INTERFACES DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL	104
7.5.1	Interfaz UM.....	105
7.5.2	INTERFAZ UM (Capa física).....	106
7.5.3	Interfaz Um (Capa de enlace de datos)	122

7.5.4	Interfaz UM (capa3).....	123
7.5.5	Interfaz A-Bis (capa física).....	124
7.5.6	Interfaz A-Bis (capa de enlace de datos)	124
7.5.7	Interfaz A-bis (capa 3)	125
7.5.8	Interfaz A (capa física).....	125
7.5.9	Interfaz A (Capa Parte de usuario)	125
7.6	Parte de aplicación móvil (MAP, Mobile Application Part)	131
7.6.1	Definición:.....	131
7.6.2	Funciones de MAP	132
7.6.3	Relación entre MAP y SCCP	132
7.6.4	Relación entre MAP y TCAP.....	134
7.6.5	Aplicaciones de MAP.....	134
7.6.6	Interfaz Gb.....	136
7.6.7	Interfaz Gn.....	138
8	Alarmas de señalización presentes en una red de telefonía móvil	140
8.1	Alarma #1 MTP LINK FAILED.....	140
8.2	Alarma #2 SCCP DSP Inaccessible.....	141
8.3	Alarma #3 M3UA destination entity is inaccessible	142
8.4	Alarma #4 SCCP SSN Paused	142
8.5	Alarma #5 M3UA route is unavailable	143
8.6	Alarma #6 M3UA SCTP Path Alarm.....	144
8.7	Alarma #7 The path status of M3UA SCTP association fault	145
8.8	Alarma #8 M3UA link fault	145
8.9	Alarma #9 M3UA link overload.....	146
8.10	Alarma #10 LAPD Link Fault.....	147
8.11	Alarma #11 FR NS-VC Link Fault	148
8.12	Alarma #12 GTPU Tunnel Path Broken	149
9	Capítulo Humanista	150
10	Conclusiones	153

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 ESQUEMA BÁSICO DE SEÑALIZACIÓN UTILIZANDO LOS COMPONENTES DE UNA RED SS7	14
FIGURA 2 CAPAS FUNCIONAL DE SS7	15
FIGURA 3 ESQUEMA DE TRASPORTE DE SEÑALIZACIÓN.....	16
FIGURA 4 (A) FORMATO DE UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN DEL MENSAJE (MSU), (B) FORMATO DE UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN DEL ESTADO DEL MENSAJE (LSSU) Y (C) FORMATO DE UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN DE RELLENO (FISU)	17
FIGURA 5 FUNCIONES DE LA RED DE SEÑALIZACIÓN TOMADA DE RECOMENDACIÓN Q.704	
FIGURA 1	22
FIGURA 6 FORMATO ETIQUETA DE ENCAMINAMIENTO MTP3	23
FIGURA 7 CAMPOS CORRESPONDIENTES SIO Y SIF DE LA TRAMA MSU	27
FIGURA 8 PRIMITIVAS SCCP PARA LA PARTE DE TRANSFERENCIA Y PARTE DE USUARIO.....	29
FIGURA 9 CAMPO SIF ESPECIFICANDO LAS PARTES DE MENSAJE PARA SCCP.....	37
FIGURA 10 FORMATO DE DIRECCIÓN DE LA PARTE LLAMANTE O LLAMADA.....	39
FIGURA 11 CODIFICACIÓN DEL INDICADOR DE DIRECCIÓN.....	40
FIGURA 12 OCTETOS CORRESPONDIENTES A LA DIRECCIÓN	41
FIGURA 13 UBICACIÓN DEL CÓDIGO DE PUNTO DE SEÑALIZACIÓN DENTRO DEL CAMPO DE DIRECCIÓN	41
FIGURA 14 UBICACIÓN DEL TIPO DE TRADUCCIÓN EN EL CAMPO DENTRO DEL CAMPO DE DIRECCIÓN	43
FIGURA 15 UBICACIÓN DEL ESQUEMA DE CODIFICACIÓN Y DEL PLAN DE NUMERACIÓN DENTRO DEL CAMPO DE DIRECCIÓN	44
FIGURA 16 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES DE DIRECCIÓN DENTRO DEL CAMPO DE DIRECCIÓN, FORMATO COMPLETO DE ESTE CAMPO	46
FIGURA 17 RELACIÓN DE COMPONENTES ISUP Y SS7	47
FIGURA 18 EJEMPLO DE COMUNICACIÓN DE LA PRIMITIVA DE TRANSFERENCIA EN LA INDICACIÓN Y PETICIÓN A LA PARTE DE USUARIO ISUP	49
FIGURA 19 CAMPOS DEL MENSAJE ISUP.....	51
FIGURA 20 UBICACIÓN DE LOS CAMPOS DEL MENSAJE ISUP EN UNA UNIDAD DE SEÑALIZACIÓN (MSU)	51
FIGURA 21 FORMATO DEL PARÁMETRO DE REFERENCIA DE LLAMADA	54
FIGURA 22 FORMATO DE OCTETOS DEL PARÁMETRO DE LA PARTE LLAMADA.....	55
FIGURA 23 EJEMPLO DE INTERACCIÓN DE PUNTOS DE SEÑALIZACIÓN CON EL TIPO DE MENSAJES ISUP Y LA PARTE RDSI	61
FIGURA 24 SUBNIVELES DE TCAP	65
FIGURA 25 ORDEN DE OCTETOS EN EL MENSAJE TCAP	68
FIGURA 26 CAMPOS DEL MENSAJE TCAP	68
FIGURA 27 UBICACIÓN DE LA CLASE, FORMA Y CÓDIGO DEL RÓTULO.....	69
FIGURA 28 ESTRUCTURA DEL MENSAJE TCAP	71
FIGURA 30 PROTOCOLOS UTILIZADOS EN LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN	74

FIGURA 31 ARQUITECTURA DE CONVERGENCIA SS7 SOBRE IP	76
FIGURA 32 CAPAS DE SIGTRAN	77
FIGURA 33 EJEMPLO DE ASOCIACIONES SCTP	80
FIGURA 34 TRANSPORTE DE SEÑALIZACIÓN SS7 SOBRE IP	81
FIGURA 35 FORMATO DEL ENCABEZADO DE MENSAJE COMÚN PARA TODAS LAS CAPAS DE ADAPTACIÓN	84
FIGURA 36 FORMATO DEL ENCABEZADO M2PA	85
FIGURA 37 FORMATO DE MENSAJE COMPLETO DE M2PA	86
FIGURA 38 CONVERGENCIA A NIVEL DE M2UA DE SS7 E IP	88
FIGURA 39 CONVERGENCIA A NIVEL DE M3UA DE SS7 E IP	90
FIGURA 40 TOPOLOGÍA DE UNA RED MÓVIL 2.75 G.....	97
FIGURA 41 TOPOLOGÍA DE RED PROPUESTA MOSTRANDO LOS SUBSISTEMAS ASOCIADOS A LOS ELEMENTOS DE RED.....	98
FIGURA 42 TOPOLOGÍA DE UNA RED 2.75 G CON EL NOMBRE DE CADA INTERFAZ.....	104
FIGURA 43 FLUJO DEL INTERCALADO PARA CANALES DE DATOS.....	109
FIGURA 44 FLUJO DEL INTERCALADO PARA CANALES DE VOZ.....	110
FIGURA 45 FLUJO DEL INTERCALADO PARA CANALES DE SEÑALIZACIÓN	111
FIGURA 46 CONFORMACIÓN DEL BURST NORMAL.....	112
FIGURA 47 CONFORMACIÓN DEL BURST DE SINCRONIZACIÓN.....	113
FIGURA 48 CONFORMACIÓN DEL BURST DE ACCESO	114
FIGURA 49 CONFORMACIÓN DEL BURST DE CORRECCIÓN DE FRECUENCIA	114
FIGURA 50 ESQUEMA DE JERARQUÍA DE TRAMAS.....	113
FIGURA 51 FORMATOS DE MENSAJE DTAP	126
FIGURA 52 FORMATO DE TIPO DE MENSAJE DTAP	127
FIGURA 53 FORMATO DE MENSAJE BSSMAP	130
FIGURA 54 DTAP Y BSSMAP EN RELACIÓN CON LAS CAPAS DE LA INTERFAZ A	131

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 CODIFICACIÓN DEL OCTETO INDICADOR DE SERVICIO (SIO)	26
TABLA 2 CODIFICACIÓN DEL CAMPO CORRESPONDIENTE AL CAMPO DE SUBSERVICIO	27
TABLA 3 CLASES DE SERVICIO EN SCCP	31
TABLA 4 CODIFICACIÓN PARA LOS TIPOS DE MENSAJE.....	37
TABLA 5 CODIFICACIÓN DEL INDICADOR DE TÍTULO GLOBAL	40
TABLA 6 CODIFICACIÓN DEL NÚMERO DE SUBSISTEMA	42
TABLA 7 CODIFICACIÓN DE LOS BITS DEL CAMPO DE ESQUEMA DE CODIFICACIÓN.....	44
TABLA 8 CODIFICACIÓN DEL PLAN DE NUMERACIÓN.....	44
TABLA 9 CODIFICACIÓN DEL INDICADOR DE NÚMERO DE NATURALEZA	45
TABLA 10 CODIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DE DIRECCIÓN.....	45
TABLA 11 CODIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE MENSAJE.....	52
TABLA 12 CODIFICACIÓN DEL CAMPO DE INDICADOR DE NATURALEZA DE DIRECCIÓN.....	56
TABLA 13 CODIFICACIÓN DEL PLAN DE NUMERACIÓN PARA ISUP	56
TABLA 14 CODIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DE DIRECCIÓN.....	57
TABLA 15 CODIFICACIÓN DE LAS CAUSAS Y EJEMPLOS DEL MENSAJE DE LIBERACIÓN	60
TABLA 16 CODIFICACIÓN DE LA CLASE DE RÓTULO.....	69
TABLA 17 CODIFICACIÓN DEL FORMATO DE RÓTULO	70
TABLA 18 CODIFICACIÓN DEL TIPO DE MENSAJE DE M2UA	89
TABLA 19 CODIFICACIÓN DE CLASE DE MENSAJE DE M3UA.....	93
TABLA 20 CODIFICACIÓN DEL TIPO DE MENSAJE DE GESTIÓN (MGMT) EN M3UA.....	93
TABLA 21 CODIFICACIÓN DEL TIPO DE MENSAJE DE TRANSFERENCIA EN M3UA.....	94
TABLA 22 CODIFICACIÓN DEL TIPO DE MENSAJE DE ADMINISTRACIÓN DE REDES DE SEÑALIZACIÓN SS7 (SSNM) EN M3UA	94
TABLA 23 CODIFICACIÓN DEL TIPO DE MENSAJE DE ESTADO DE MANTENIMIENTO EN PROCESOS DE SERVIDORES DE APLICACIONES.....	95
TABLA 24 INTERFACES ENTRE LOS ELEMENTOS DE RED DESTACANDO LOS PROTOCOLOS UTILIZADOS	105
TABLA 25 ESQUEMA DE CODIFICACIÓN EN GPRS	119
TABLA 26 CODIFICACIÓN DEL PROTOCOLO DE DISCRIMINACIÓN	127
TABLA 27 CLASES DE SERVICIOS 0 Y 1 DE SCCP	132
TABLA 28 NÚMERO DE SUBSISTEMAS SCCP UTILIZADOS PARA LAS ENTIDADES DE MAP	133
TABLA 29 ALARMA #1 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI MANAGER M2000 MTP LINK FAILED	140
TABLA 30 ALARMA #2 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI MANAGER M2000 SCCP DSP INACCESSIBLE	141
TABLA 31 ALARMA #3 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI MANAGER M2000 M3UA DESTINATION ENTITY IS INACCESSIBLE.....	142
TABLA 32 ALARMA #4 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI MANAGER M2000 SCCP SSN PAUSED	142

TABLA 33 ALARMA #5 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 M3UA ROUTE IS UNAVAILABLE	143
TABLA 34 ALARMA #6 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 M3UA SCTP PATH ALARM.....	144
TABLA 35 ALARMA #7 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 THE PATH STATUS OF M3UA SCTP ASSOCIATION FAULT.....	145
TABLA 36 ALARMA #8 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 M3UA LINK FAULT	145
TABLA 37 ALARMA #9 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 M3UA LINK OVERLOAD	146
TABLA 38 ALARMA #10 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 LAPD LINK FAULT	147
TABLA 39 ALARMA #11 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 FR NS-VC LINK FAULT.....	148
TABLA 40 ALARMA #12 TOMADA DEL GESTOR HUAWEI I MANAGER M2000 GTPU TUNNEL PATH BROKEN.....	149

GLOSARIO

Adyacencia: Proximidad entre dos elementos que están uno al lado del otro ó unidos entre sí.

Ancho de banda: Cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado.

Canal: Es el medio de transmisión por el que viajan las señales portadoras que contienen información de un emisor y un receptor.

Carrier: Es una palabra en ingles que tiene traducción de “portador”, es un término muy utilizado en telecomunicaciones para referirse a operadores que llevan servicios de otros operadores, también es utilizado para denominar una forma de onda, que es modulada por una señal que se quiere transmitir.

Cheksum: Es un método de detección de errores, el método consiste en sumar los datos que el emisor quiere transmitir, el resultado es enviado junto a la información, el receptor también suma los datos de llegada y lo compara con la suma del emisor si son iguales no habrán errores si no son iguales habrán errores

Códec: Es la abreviatura de codificador-decodificador. Se refiere a un software o hardware que convierte señales de entrada en nuevo tipo de señales de salida, definidas por parámetros que estén establecidos dentro de un estándar como lo es el códec G.711.

Códigos Ortogonales: Un código ortogonal se define como un símbolo que tiene la característica de identificar cierto tipo de información que siempre será totalmente lo inverso un símbolo semejante que también contenga información.

Compresión: Reducción del volumen de datos tratables para representar una determinada información empleando una menor cantidad de espacio.

Convolución: Es un operador matemático que tiene la función de superponer dos funciones en una distancia x' , con el fin de obtener una nueva función de salida.

E1: En la jerarquía digital plesio crónica se refiere al tributario de menor capacidad que transporta 30 ranuras de tiempo correspondientes a información

principalmente de voz y 2 ranuras correspondientes a sincronización y señalización.

Encaminar: Es la acción de dirigir por un camino o varios caminos un mensaje de datos de protocolo.

Encriptar: Es la acción de proteger información para que no pueda ser leída sin solicitar una clave.

Enlace: En el presente trabajo se definirá para designar el camino propio de la señalización.

Facultativo: Relativo a la capacidad o aptitudes que algo puede hacer

Gestor: Es un software con la capacidad de administrar uno o varios elementos de red, tiene diferentes funciones para poder manipular y monitorear a distancia un elemento de red.

Incidente (ITIL v3): “es una interrupción no planeada de un servicio de teleinformática o una reducción en la calidad de uno de tales servicios. También se considera un incidente a una falla en un ítem de configuración que aún no ha impactado un servicio”.

Interoperabilidad (IEEE): “Habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada”.

Multipartitos: Establecer una sesión de un servicio para varios usuarios dentro de un grupo especificado.

Multiplexación: Es la combinación de dos o más canales de información en un solo medio de transmisión.

NOC: Acrónimo en inglés referente a Network Operations Center, es el área encargada de la supervisión de los indicadores de alarmas de la red.

Nodo: Elemento de red que transmite, procesa o recibe información.

Primitiva: En redes de telecomunicaciones son las diferentes instancias de llamadas entrantes o salientes en cada una de las capas que sirven para solicitar confirmar, responder, indicar algún tipo de servicio.

Protocolo: En redes de telecomunicaciones son un grupo de determinadas reglas ordenadas para poder hacer la función del Intercambio de los mensajes

Recodificación: Tomar una señal ya codificada en un estándar y volver a codificarla en otro estándar sin cambiar la información contenida.

Roaming: Traduce al español itinerancia y es un concepto que se refiere a la extensión del servicio de conectividad en una ubicación que es diferente de la ubicación donde inicialmente se registró.

SIGTRAN: Pila de protocolos que adaptan el conjunto de capas de señalización del sistema de señalización numero 7 (SS7), que tiene el objetivo de poder transportar mensajes de señalización sobre IP.

SS7: Es un protocolo de señalización común que fue implementado en redes de conmutación de circuitos, tiene una arquitectura de comunicación entre capas.

Streaming: Se refiere a la reproducción de un elemento alojado en internet que no se descarga y que es almacenada en el propio servidor que lo gestiona.

T1: En la jerarquía digital plesio crónica modificada en velocidades Norteamérica se refiere al tributario de menor capacidad que transporta 24 ranuras de tiempo correspondientes a información principalmente de voz.

TDM (Time Division Multiplexing): Multiplexación por división de tiempo, es una técnica que transmite información en diferentes rangos de tiempo por un mismo canal.

Transmisión:

VoIP (Voice over IP): Voz sobre el protocolo de internet, se refiere a una nueva tecnología que trasporta la codificación de la voz humana por medio de paquetes sobre el protocolo de internet.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En una red de telefonía móvil existe un área llamada centro de operaciones de red (NOC, Network Operations Center); esta área es la encargada de gestionar las incidencias que se presentan en la propia red; la gestión de incidencias debe ser manejada mediante procedimientos de notificación a las áreas encargadas que son definidas por el propio operador de telefonía móvil.

El primer nivel de atención a una falla depende de los ingenieros que monitorean la red por medio de gestores; estos ingenieros son quienes deciden qué criticidad puede tener una alarma observada; entonces ellos deciden qué nivel de atención se le debe tomar a la falla.

En la red de telefonía móvil se pueden presentar múltiples tipos de alarmas en los gestores; las alarmas que competen a la señalización deben ser tenidas en cuenta de inmediato, ya que la señalización es el factor clave para el control de los servicios de la red.

En el momento de presentarse una alarma de falla masiva que tenga que ver con señalización de la red, los ingenieros de primer nivel pueden no tener en cuenta la debida relación de la presente falla con cada una de las capas del protocolo de señalización SS7, ni tampoco la adopción de SS7 a redes IP - esto con la pila de protocolos SIGTRAN-, lo cual puede generar inconsistencias en el proceso de notificación y gestión de incidencia en la red.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar un estudio en el cual se analicen los protocolos de señalización, que son utilizados por las redes de conmutación como lo es la red de telefonía móvil; con el fin de brindar una herramienta que explique y precise la interacción de cada capa del protocolo de señalización por canal común SS7 y su adaptación en redes IP con SIGTRAN, con la interconexión entre los elementos de red y, de este modo poder relacionar y analizar una alarma de falla que involucre la señalización de una red móvil.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reunir y especificar información de las recomendaciones de la ITU-T serie Q.700.
- Identificar la topología de una red de telefonía móvil.
- Identificar los elementos de red más importantes de una red de telefonía móvil.
- Describir cada capa del protocolo SS7 y SIGTRAN en la interconexión de cada elemento de red de la telefonía móvil.
- Brindar una herramienta de estudio y consulta detallada de protocolos de señalización que utiliza una red de telefonía móvil para que los analistas de primer nivel tengan los elementos necesarios para gestionar de una forma eficiente una alarma de falla que tenga que ver con la señalización de la red.
- Generar una herramienta útil al responder a las alarmas.

JUSTIFICACIÓN

En toda red conmutada se presentan dos caminos para el transporte de cierto tipo de información: el camino que esta interconectado por ciertos nodos que transportan la información del usuario; como lo puede ser la voz, y el camino que transporta la información de señalización útil para el control de la red; como lo es el establecimiento y liberación de circuitos para permitir una llamada telefónica.

En un operador de telefonía móvil, el control de los servicios que son entregados a los usuarios es de gran importancia, ya que a estos servicios se les pueden aplicar políticas como la detección de flujos, el manejo de tráfico, la gestión de sesiones de plano de usuario, el manejo de calidad de servicio, entre otras políticas; el fin de este control es que el operador de telefonía móvil pueda hacer las debidas tasaciones y transacciones, y así tener utilidades que puedan sostener, económicamente, al operador.

Para tener control sobre la gran masa de usuarios, es necesario una gran red de señalización, no sólo para poder tener control sobre los servicios de la red, sino, también, para tener convergencia con otro tipo de redes conmutadas; por ejemplo: la red de telefonía pública básica conmutada, otras redes de telefonía

móvil, telefonía para larga distancia nacional e internacional y, hoy en día, el auge de las redes IP.

En toda red de telefonía móvil existe un centro de gestión de operaciones; el cual es un lugar correctamente aprovisionado con la tecnología correspondiente para monitorear la red. El equipo de ingenieros ubicados en aquel lugar, deben gestionar las alarmas; esto, con el objetivo de analizar el motivo de las mismas y darles solución o escalarlas a un responsable.

Al momento de gestionar una alarma de falla en una red de telefonía móvil, lo primero que se debe tener en cuenta son los elementos de red (EDR) que la componen; el control y monitoreo de estos debe ser un proceso en el que prime la organización; por esta razón es importante estar al tanto de cuáles son los EDR que componen la red y, más que esto, saber en qué capa del protocolo SS7 están operando.

Es importante tener en cuenta la interconexión de cada capa de señalización de los EDR presentes en la red de telefonía móvil, porque en el preciso momento en que se presente una o varias alarmas, se podrá hacer un análisis que conlleve a la conclusión final del origen de la presente alarma. Se debe tener en cuenta que una falla que produzca una alarma de un solo EDR, puede alertar a otros EDR; lo que llamaríamos una falla masiva.

Si se tiene el conocimiento de la operatividad de cada capa del protocolo SS7, en cada EDR, y la interconexión de la topología de la red, al momento de gestionar alguna falla, se podrá asegurar la correcta gestión de la alarma.

METODOLOGÍA

En un primer momento, se investigará y reunirá información sobre las diferentes capas funcionales del sistema de señalización SS7, como también las capas funcionales en IP SIGTRAN; de esta manera se realizará una descripción de la funcionalidad y objetivo de cada capa en una red conmutada.

En un segundo momento, se expondrá, de manera general, la topología de una red de telefonía móvil, indicando, de forma breve, cuáles son los EDR involucrados; después se profundizará en esta topología, con el objetivo de plasmar las funciones de cada EDR y, también, de puntualizar las capas

funcionales del protocolo SS7, que se tienen en cuenta en cada interfaz de comunicación, entre los EDR.

En un tercer momento, se procederá a exponer diferentes alarmas obtenidas de un gestor real, referentes a señalización SS7 y SIGTRAN, las cuales ocurren a menudo en una red de telefonía móvil; con la descripción de estas alarmas y con la teoría anteriormente planteada, se hará una relación de la topología de red, la funcionalidad de cada capa del protocolo SS7/SIGTRAN y el tipo de alarma; esto, con el fin de concluir la importancia de la gestión de una red de señalización.

1 ANTECEDENTES

1.1 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES MÓVILES

1.1.1 PRIMERA GENERACIÓN DE SISTEMAS MÓVILES^{1,2}

1.1.1.1 Advanced Mobile Phone System (AMPS)

Fué el primer sistema de telefonía móvil, el cual fué desarrollado para brindar una gran cobertura que satisficiera la necesidad de las masas; fué presentado en Norte América, era un sistema totalmente análogo, y considerado como el “padre” de las redes actuales.

CARACTERÍSTICAS:

- Año en el cual se hizo comercial: 1983
- Multiplexación: FDMA.
- Ancho de banda: 2 x 25MHz.
- Canales: 666 hasta 832.
- Banda de Frecuencia: 800 MHz.

1.1.1.2 Nordic Mobile Telephone (NMT)

Fué el primer sistema de telefonía móvil en los países nórdicos; es un sistema analógico, que tuvo dos estándares el NMT-450 y NMT-900; fué utilizado por países Europeos como Holanda, Hungría y Croacia.

CARACTERÍSTICAS:

- Año en el cual se hizo comercial: 1981
- Multiplexación: FDMA.
- Ancho de Banda: NMT-450 (2 x 4.5Mhz) NMT-900(2 x 25 MHz).
- Canales: NMT-450 (180) NMT-900 (1000).
- Bandas de frecuencias: 450 MHz y 900 MHz.

¹Rodríguez Lara Domingo, Sistemas inalámbricos de comunicación personal, Alfaomega, 1ª Edición.

² Forester Tom, Sociedad de alta Tecnología, Siglo veintiuno editores s.a, 1ª Edición, 1992

1.1.1.3 Total Access Communications System (TACS)

Después de la aparición de AMPS y NMT, el sistema de comunicaciones TACS, aparece, como la evolución de los dos sistemas nombrados anteriormente, dando ventajas en la utilización del espectro, así este sistema móvil podría brindar servicio a muchos más usuarios; existieron actualizaciones posteriores como: Extended Total Access Communications System (ETACS) y Japanese Total Access Communication System (JTACS).

CARACTERÍSTICAS:

- Año en el cual se hizo comercial: 1985.
- Multiplexación: FDMA.
- Ancho de Banda: 2 x 25 MHz.
- Canales: 1000 hasta 1320.
- Banda de frecuencia: 900 MHz.

1.1.2 SEGUNDA GENERACIÓN DE REDES MÓVILES³

En 1982, la elaboración de una norma paneuropea para la red móvil celular digital fue iniciada por el Grupo Especial Móvil (GSM, Groupe Spécial Mobile), perteneciente a la Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones (CEPT, Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications). Inicialmente, las siglas GSM se derivan del nombre de este grupo.

Después de la fundación del instituto de estandarización europea (ETSI, Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones), el grupo GSM se convirtió en un comité técnico del ETSI en 1989. Después de la rápida propagación de las redes GSM en todo el mundo, el nombre “GSM” ha sido interpretado como Sistema Global para Comunicaciones Móviles.

La tecnología GSM necesitaba evolucionar y dar paso a una nueva generación que pudiera manejar la conmutación de paquetes, así dar convergencia con la red de redes internet, para esto, fué necesario crear otro camino para manejar el proceso de los paquetes, a este nuevo camino se le conoció como General Packet Radio Service (GPRS), pero este nuevo camino tenía la desventaja de operar a velocidades de transferencia de bits muy bajas; la innovación tecnológica dio paso a velocidades de transferencia de bits más altas; esto, se consiguió

³ Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann, GSM – Architecture, Protocols and Services, Wiley, 3ª Edición

gracias a esquemas de modulación con más eficiencia para introducir más bits por Hertz, como lo fue EDGE con el esquema de modulación 8psk.

CARACTERÍSTICAS 2G (GSM)⁴

- Año en el que se hizo comercial: Principios de los 90.
- Servicios: Solo voz.
- Conmutación: Conmutación de circuitos.
- Multiplexación: FDMA, TDMA.
- Canalización por frecuencia: 200KHz
- Canalización por tiempo: 8 time slots por portadora.

CARACTERÍSTICAS 2.5G SERVICIO GENERAL DE PAQUETES VÍA RADIO (GPRS, General Packet Radio Services)

- Año en el que se hizo comercial: Mitad de los 90
- Servicios: Voz y Datos.
- Conmutación: Conmutación de circuitos y paquetes.
- Multiplexación: FDMA, TDMA.
- Canalización por frecuencia: 200KHz.
- Canalización por tiempo: 8 time slots por portadora.
- Caminos separados para Voz y Datos.
- Velocidad: 160 Kbps (teórica).
- Velocidad: 40 Kbps (real).

CARACTERÍSTICAS 2.75G TASAS DE DATOS MEJORADAS PARA LA EVOLUCIÓN DE GSM (EDGE, Enhanced Data Rates for GSM Evolution):

- Año en el que se hizo comercial: principios del 2000.
- Servicios: Voz y Datos.
- Conmutación: Conmutación de circuitos y paquetes.
- Multiplexación: FDMA, TDMA.
- Esquema de modulación: 8psk.
- Caminos separados para Voz y Datos.

⁴ Campos, Hugo Polo, Redes móviles celulares, Universidad Santo Tomás, 1ª Edición, 2009

- Velocidad: 384 Kbps (teórica).
- Velocidad: 80 Kbps (real).

1.1.3 TERCERA GENERACIÓN DE REDES MÓVILES

El sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, Universal Mobile Telecommunications System).

La necesidad de velocidad en dispositivos móviles dio paso a una nueva generación de tecnología; pues, la pasada GSM, dentro de su arquitectura de red ya no podía dar soluciones a más velocidad en el manejo de la conmutación de paquetes, entonces se tuvo que cambiar todo el esquema de la red, empezando desde la interfaz de radio acceso; por tanto que, la multiplexación utilizada en esta generación es acceso múltiple por división de código de banda ancha, referente a sus siglas en inglés (W-CDMA), donde todos los usuarios comparten el mismo ancho de banda y son identificados por códigos ortogonales; esta nueva generación hace uso de un nuevo tipo de arquitectura de red, con diferentes elementos de red.

CARACTERÍSTICAS 3G (UMTS)

- Servicio: datos y voz.
- Multiplexación: W-CDMA.
- Portadora: 5MHz.
- Esquema de modulación: QPSK.
- Velocidad: 2Mbps (teórica).
- Velocidad: 384 Kbps (real).

2 SEÑALIZACIÓN

2.1 ¿QUE ES LA SEÑALIZACIÓN?

Se define como el intercambio de información por medio de avisos que no sean propiamente la voz.

2.2 ¿QUE ES LA SEÑALIZACIÓN EN UNA RED DE TELECOMUNICACIONES?

Para conformar una red de telecomunicaciones es necesario la interconexión de un conjunto de nodos, estos deben intercambiar información entre ellos, con el fin de poder coordinarse entre si; un ejemplo, en una red de telefonía fija, es necesario saber si, el circuito por donde está pasando una llamada está siendo utilizado o si por el contrario el circuito está liberado; de esto se encarga la señalización, de informar a los nodos de la red el estado del circuito, informar la duración de la llamada, dar a conocer si la llamada fue exitosa, entre otras funciones.

2.3 SEÑALIZACIÓN POR CANAL ASOCIADO

Este tipo de señalización utiliza una capacidad fija y está directamente asociada al canal que transporta la información, es decir, la información de señalización viaja por los mismos circuitos por donde va el tráfico; la transmisión puede ser en banda, lo que significa, hacer la diferencia entre el tráfico y la señalización con corriente continua ó fuera de banda utilizando diferentes tonos de frecuencia.

2.4 SEÑALIZACIÓN POR CANAL COMÚN¹

Este tipo de señalización utiliza una capacidad dinámica, proveída por un grupo de enlaces que tienen recursos comunes, donde la capacidad del grupo se utiliza

¹ Huidobro Moya José Manuel, Redes Y Servicios de Comunicaciones, Paraninfo, 4ªEdición

según se requiera. La señalización de todos los canales utilizados para el tráfico de usuario se hace por un solo canal en específico, que viaja por su propio camino, constituyendo estos una red de señalización; la información que viaja por ese canal común es transmitida por medio de mensajes, tales mensajes están divididos en diferentes campos que definen ciertos parámetros para el correcto encaminamiento de la señalización.

Este tipo de señalización permitió transmitir información asociada a consultas y respuestas, a servidores que controlan sesiones de usuarios, como las bases de datos, de este modo se dió paso a las redes inteligentes, como lo es hoy en día las redes móviles celulares.

3 SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN NÚMERO 7

Existe un único estándar internacional para las capas del protocolo SS7, el cual se encuentra definido en la serie de recomendaciones Q.700 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, específicamente por el Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones (ITU-T).

El sistema de señalización número 7 (SS7), es un protocolo que tiene el objetivo de proporcionar un sistema de señalización por canal común, para optimizar redes de telecomunicaciones; esto, satisfaciendo exigencias en la evolución de las redes que requieran transferencia de información de control, entre los procesadores de conmutación, en centrales de telecomunicaciones que gestionen llamadas.

Este sistema de señalización satisface requerimientos en el control de llamadas y control de datos que viajan por una red conmutada, también puede utilizarse para la transferencia de información entre centrales de conmutación, como lo puede ser la información de gestión y mantenimiento de un equipo.

3.1 COMPONENTES DE LA RED SS7²

3.1.1 PUNTOS DE SEÑALIZACIÓN (SP, SIGNALLING POINT)

Son nodos físicos que pueden estar separados lógicamente, los cuales tienen la función de intercambiar la señalización del usuario; si dos centrales telefónicas están conectadas por circuitos de tráfico, el intercambio de señalización asociada a aquellos circuitos, es la separación lógica de los nodos y son llamados puntos de señalización.

3.1.2 ENLACES DE SEÑALIZACIÓN (LS, SIGNALLING LINK)

Entre dos puntos de señalización se utilizan enlaces de señalización (signalling links), estos enlaces de señalización se denominan grupo de enlaces (SLS, Signalling Link Set), cuando tienen las mismas características de velocidad en el soporte de enlace de datos, estos grupos llevan información de manera paralela.

²UIT-T Q.700, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Marzo/1993

Un conjunto de enlaces de señalización que interconectan dos puntos de señalización, se denominan puntos de señalización adyacentes, del modo contrario dos puntos de señalización que no estén interconectados directamente se denominan puntos de señalización no adyacentes.

3.1.3 MODO DE SEÑALIZACIÓN

Se define como la relación entre el trayecto del mensaje y la señalización del mensaje

3.1.3.1 Modo asociado

La señalización entre dos SP's esta directamente relacionada con la interconexión de un conjunto de enlaces de señalización que tienen como destino y origen los mismos SP's.

3.1.3.2 Modo no asociado

La señalización entre dos SP's está determinada por varios conjuntos de enlaces que pasan por varios SP's, estos últimos no son ni el origen ni el destino.

3.1.3.3 Modo cuasi asociado

EL camino de un mensaje de señalización siempre toma la misma ruta, ya están determinados los SP's y conjuntos de enlaces para el trayecto del mensaje.

3.1.3.4 Modo de puntos de señalización

3.1.3.4.1 CÓDIGO DE PUNTO DE ORIGEN (OPC, ORIGIN POINT CODE)

Es el punto de señalización en el cual se genera el mensaje, es decir, el emisor del mensaje.

3.1.3.4.2 CÓDIGO DE PUNTO DE DESTINO (DPC, DESTINATION POINT CODE)

Es el punto de señalización al cual esta destinado el mensaje, es decir, el receptor del mensaje.

3.1.4 PUNTO DE TRANSFERENCIA DE SEÑALIZACIÓN

Hay casos en donde la señalización entre dos puntos de señalización (SP's) solo es transferida, es decir, que no hay receptor ni emisor de un usuario, a estos puntos de transferencia se les llama STP (Signalling Transfer Point).

3.1.5 RUTA DE SEÑALIZACIÓN

Se denomina ruta de señalización al camino principal que se establece entre el SP local y el SP de destino

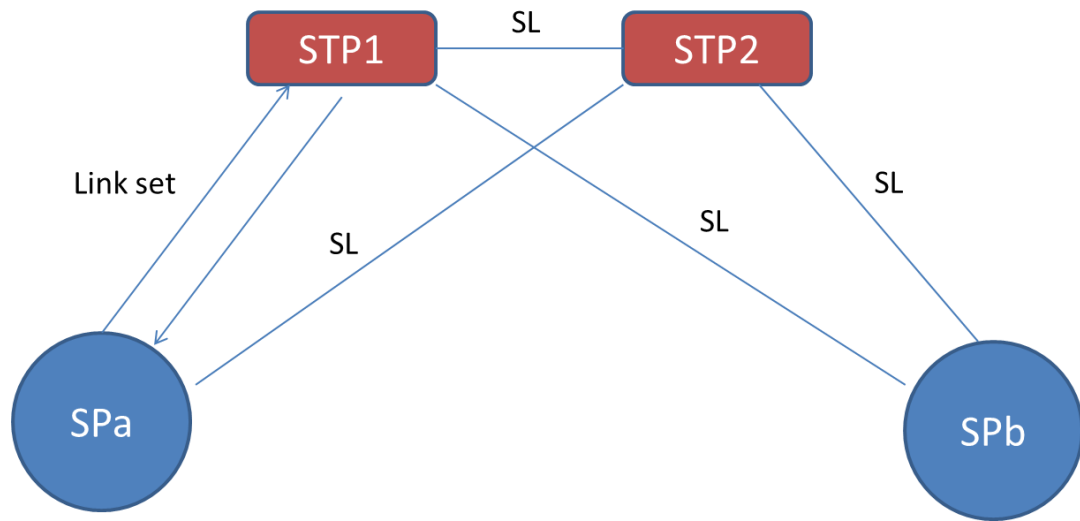


Figura 1 Esquema básico de señalización utilizando los componentes de una red SS7

- SP: Signalling Point
- STP: Signalling Transfer Point
- SL: Signalling Link
- Link set: signalling Link-Set (SLS)

4 CAPAS FUNCIONALES DE SS7

El sistema de señalización #7 comprende las siguientes capas funcionales:

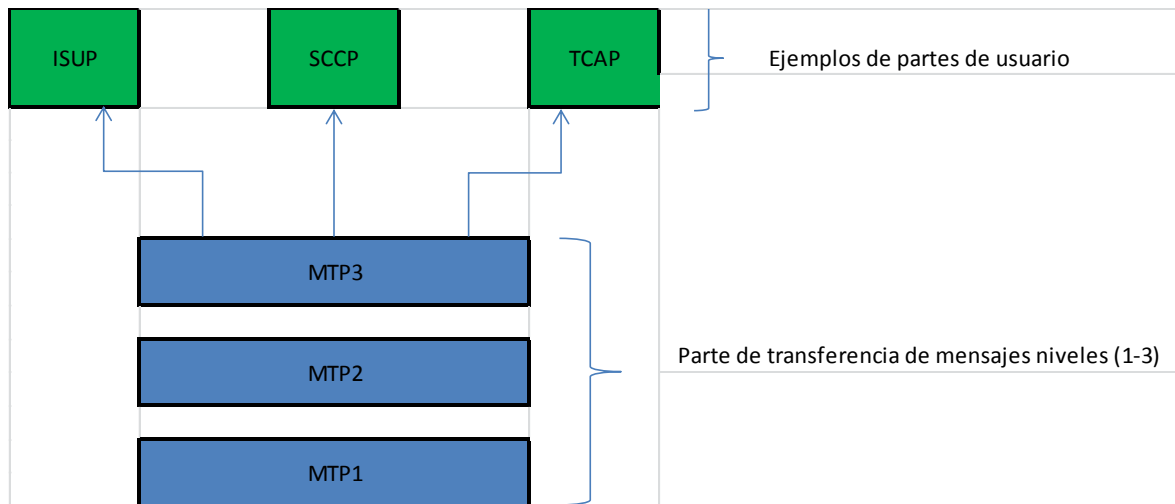


Figura 2 Capas funcional de SS7

NOTA: la parte de usuario de telefonía (TUP, Telephone User Part) no es tenida en cuenta en este trabajo de grado, ya que esta capa ha sido remplazada por servicios integrales como RDSI; la parte de usuario de RDSI es ISUP.

- MTP (Message Transfer Part): Parte de transferencia de mensajes.
- ISUP (Integrated Services User Part): Parte usuario de telefonía
- SCCP (Signalling Connection Control Part): Parte control de conexión de señalización
- TCAP (Transaction Capabilities Application Part): Parte de aplicaciones de capacidades de transacciones.

4.1 PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES MTP1¹

4.1.1 DEFINICIÓN

El MTP1 representa la capa física de SS7; define las características físicas, eléctricas y el mantenimiento de los enlaces físicos; esto, con el objetivo de proveer el correcto funcionamiento a la capa de enlace de datos de señalización.

El enlace de datos de señalización es un camino bidireccional para la señalización, esta compuesto de dos canales de datos que van a la misma velocidad de transferencia de datos.

4.1.2 VELOCIDAD PARA EL ENLACE DE DATOS DE SEÑALIZACIÓN

EL MTP1 utiliza normalmente una velocidad binaria en conmutadores digitales de 64 kbits/s, aunque se pueden adoptar velocidades menores, teniendo en cuenta las exigencias en la parte de usuario, la velocidad mínima que se puede utilizar para la parte de usuario es de 4.8 kbits/s; en una llamada telefónica, se pueden utilizar menores velocidades; por ejemplo, para información de gestión de red.

Para velocidades mayores deben adaptarse estructuras de multiplexación.

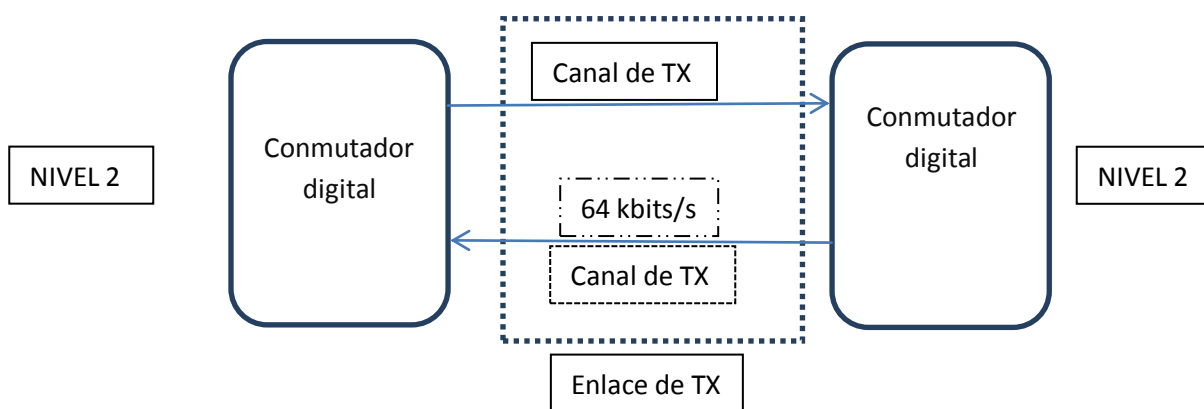


Figura 3 Esquema de transporte de señalización

¹ UIT-T Q.702, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, ENLACE DE DATOS DE SEÑALIZACIÓN, Noviembre/1993

4.2 PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES MTP2¹

4.2.1 DEFINICIÓN

El MTP2 asegura la transferencia confiable de los mensajes de señalización; este encapsula los mensajes de señalización, mediante unidades de señalización de longitud variable, que contienen información de señalización y control de transferencia.

4.2.2 UNIDADES DE SEÑALIZACIÓN

Existen tres tipos de unidad de señalización, estas son: unidades de señalización del mensaje, unidades de señalización de relleno y unidades de señalización del estado del mensaje, en caso de error de transmisión, el único tipo que se retransmite es el tipo de unidades de señalización del mensaje.

F	CK	SIF	SIO		LI	FIB	FSN	BIB	BSN	F	A
8	16	8n, n≥2	8	2	6	1	7	1	7	8	
	F	CK	SF		LI	FIB	FSN	BIB	BSN	F	B
	8	16	8 ó 16	2	6	1	7	1	7	8	
		F	CK		LI	FIB	FSN	BIB	BSN	F	C
		8	16	8	6	1	7	1	7	8	

Figura 4 (A) formato de unidad de señalización del mensaje (MSU), (B) formato de unidad de señalización del estado del mensaje (LSSU) y (C) formato de unidad de señalización de relleno (FISU)

- BIB: Bit indicador inverso (backward indicator bit)
- BSN: Número secuencial inverso (hacia atrás) (backward sequence number)
- CK: Bits de control de errores (check bits)
- F: Bandera (flag)

¹ UIT-T Q.703, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, ENLACE DE SEÑALIZACIÓN, JULIO/1996

- FIB: Bit indicador directo (forward indicator bit)
- FSN: Número secuencial directo (hacia adelante) (forward sequence number)
- LI: Indicador de longitud (length indicator)
- n: Número de octetos en el SIF
- SF: Campo de estado (status field)
- SIF: Campo de información de señalización (signalling information field)
- SIO: Octeto de información de servicio (service information octet)

4.2.2.1.1 BANDERA (F, FLAG)

Existen dos banderas para delimitar las unidades de señalización, la que indica el comienzo de una unidad de señalización y la bandera de cierre de una unidad de señalización, para esta última la configuración de bits siempre es 01111110.

4.2.2.1.2 BITS DE CONTROL DE ERRORES (CK, CHECK BITS)

Corresponden a 16 bits de control que tienen como objetivo la detección de errores

4.2.2.1.3 CAMPO DE INFORMACIÓN DE SEÑALIZACIÓN (SIF, SIGNALLING INFORMATION FIELD)

Este campo está conformado por un número entero de octetos, que la recomendación Q.703 lo define desde 2 hasta 272, este último permite que una unidad de señalización de mensaje tenga un campo de información de hasta 268 octetos, estos octetos son definidos para cada parte de usuario.

4.2.2.1.4 OCTETO DE INFORMACIÓN DE SERVICIO (SIO, SERVICE INFORMATION OCTET)

Este octeto está conformado por el indicador de servicio y el campo de subservicio; el primero se utiliza para relacionar información de señalización con el tipo de servicio de la parte de usuario; se emplea solamente con unidades de señalización de mensaje.

4.2.2.1.5 INDICADOR DE LONGITUD (LI, LENGTH INDICATOR)

Este se utiliza para indicar el número de bits que siguen después del campo correspondiente al indicador de longitud, hasta el campo correspondiente a los bits de control; se representa por medio de un número binario comprendido entre 0 y 63.

El indicador de longitud identifica el tipo de unidades de señalización de la siguiente forma: cuando el valor es igual a '0' corresponde a la unidad de señalización de relleno, cuando es igual a '1' ó '2', corresponde a la unidad de señalización del estado del mensaje, cuando es mayor a '2', corresponde a la unidad de señalización del mensaje.

4.2.2.1.6 NUMERACIÓN SECUENCIAL (BSN Y FSN)

- El FSN indica el número secuencial de la unidad de señalización en la cual está incluido.
- El BSN indica el número secuencial de una unidad de señalización de la que hubo una confirmación de recibo.

La especificación Q.703 de la ITU estandariza los números secuenciales hacia adelante y hacia atrás, en una secuencia cíclica que va de 0 a 127.

4.2.2.1.7 BITS INDICADORES (FIB Y BIB)

El FIB y BIB, junto con el FSN y BSN, se emplean en el control de errores, ya que con estos indicadores, se puede tener el control de las secuencias en las unidades de señalización, para las funciones de confirmación de recibo.

4.2.3 FUNCIONES DEL MTP2

4.2.3.1 Delimitación de las unidades de señalización

Las unidades de señalización se delimitan utilizando banderas que precisan el inicio y el fin, con una configuración de 8 bits, la pérdida de delimitación sucede cuando se rebasa una determinada longitud ya definida.

4.2.3.2 Detección de errores

La detección de errores se realiza con 16 bits nulos que están ubicados al final de cada unidad de señalización; estos 16 bits se generan en el emisor del enlace de señalización; la comprobación de redundancia cíclica se hace por el método de redundancia (CRC- 16).

El proceso consiste en tomar los bits de señalización junto con los 16 bits nulos, es decir, todos en '0', menos el último bit de la bandera de apertura y el primero de los bits de control, y dividirlos por un polinomio ya definido por la especificación Q.703 de la ITU-T, luego el residuo es concatenado a la trama y el emisor envía estos bits, el receptor hace el mismo proceso: coge los bits de la trama los divide por el polinomio generador y, si el resultado es cero, este determinará que no hay errores.

4.2.3.3 Corrección de errores

El método que se utiliza es, verificando el orden en la secuencia, en la cual si hay un error se realiza una retransmisión.

Se utilizan acuses de recibo positivos, para indicar la entrega correcta de las unidades de señalización; también acuses de recibo negativos, para indicar retransmisión de unidades de señalización erróneas.

Con el FSN y BSN, junto con el FIB y BIB que lleva cada unidad de señalización, el método de corrección de errores funciona independientemente en ambos sentidos de transmisión, el FSN y el FIB en un sentido y el BSN y BIB en el sentido contrario; los anteriores se relacionan con el flujo de unidades de señalización de mensaje.

La transmisión de las próximas unidades de señalización de mensaje se detiene en un periodo de tiempo, que corresponde al tiempo de las retransmisiones o cuando se ha excedido el número secuencial hacia adelante para asignar.

Las unidades de mensaje de relleno se utilizan, habitualmente, cuando no hay transmisiones o retransmisiones de unidades de señalización de mensaje.

4.2.3.4 Procedimiento de alineación inicial

Corresponde a la activación y, también al restablecimiento del enlace, para esta activación se necesita un periodo de tiempo que, según se requiera, puede ser un periodo normal o de emergencia.

En el procedimiento de alineación inicial hay cuatro indicadores de estado:

- Estado “O” significa fuera de alineación.
- Estado “N” significa alineación normal.
- Estado “E” significa alineación de emergencia.
- Estado “OS” significa fuera de servicio.

Los anteriores estados se transmiten por medio del campo SF campo de estado.

4.3 PARTE DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES MTP3²

4.3.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONES

La capa MTP3 cumple las funciones del tratamiento de mensajes de señalización y la gestión de la red de señalización.

En cuanto al tratamiento de mensajes de señalización, el objetivo es garantizar que los mensajes de señalización procedentes de un usuario en un punto de señalización, lleguen a un punto de señalización de destino, esto se hace mediante etiquetas de encaminamiento que especifican el origen y el destino.

En cuanto a la gestión de la red de señalización, el objetivo es la configuración y control en casos de problemas o congestión en la red de señalización, para este deber, los puntos de señalización y puntos de transferencia deben estar correctamente comunicados. La gestión se ejerce sobre el tráfico, los enlaces de señalización y las rutas de señalización.

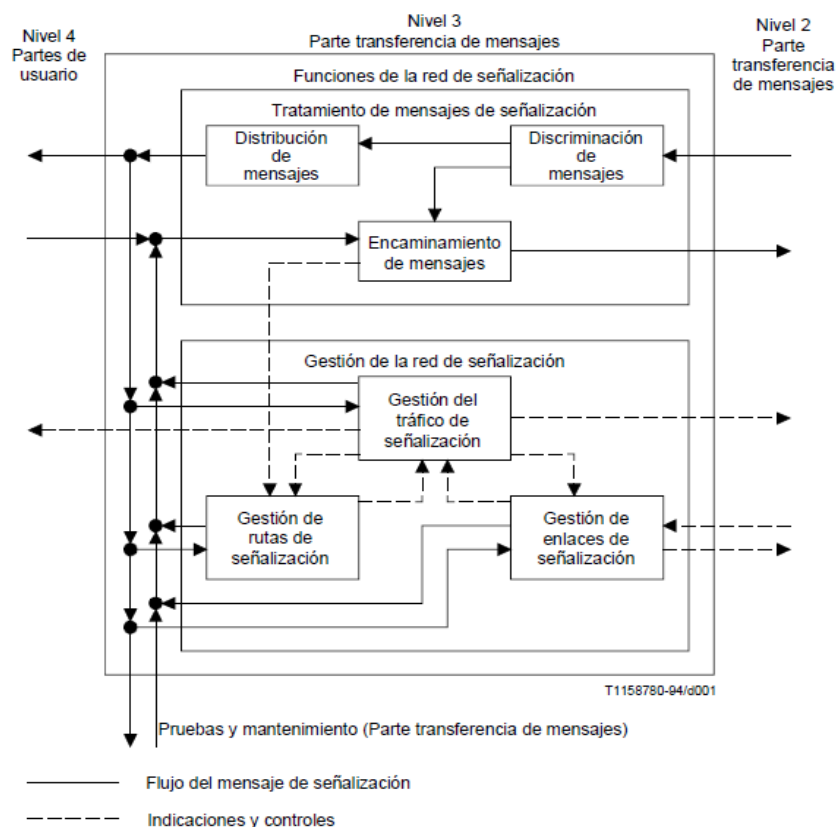


Figura 5 Funciones de la red de señalización tomada de Recomendación Q.704 Figura 1

² UIT-T Q.704, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Funciones y mensajes de red de señalización, JULIO/1996

4.3.2 ENCAMINAMIENTO DISCRIMINACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LOS MENSAJES DE SEÑALIZACIÓN

Las funciones de encaminamiento, discriminación y distribución de los mensajes de señalización, tienen determinadas tareas, según se requiera, el encaminamiento tiene la función de elegir un enlace de señalización en específico, por el cual se debe enviar el mensaje, la discriminación tiene función cuando un punto de señalización recibe un mensaje que no era destinado para él y se transfiere nuevamente; la función de distribución tiene función cuando el mensaje va destinado al punto de señalización correcto; entonces es el encargado de la entrega del mensaje.

4.3.2.1 Etiqueta de encaminamiento

La etiqueta de encaminamiento contiene la información precisa para entregar el mensaje desde un punto de origen a un punto de destino.

La etiqueta de encaminamiento tiene una longitud de 32 bits y es ubicada al comienzo del campo de información de señalización.

Longitud (bits) nx8	SLS	OPC	DPC
	4	14	14
	Etiqueta de encaminamiento		

Figura 6 Formato etiqueta de encaminamiento MTP3

- OPC (Originating Point Code): indica el punto de origen del mensaje.
- DPC (Destination Point Code): indica el punto de destino del mensaje.
- SLS (Signalling link selection): se utiliza para los mensajes producidos por cualquier tipo de usuario y que este necesite varios enlaces de señalización; entonces se hará el procedimiento de equilibrio de carga.

Para la compartición de carga se definen dos casos:

- Compartición de carga entre enlaces pertenecientes al mismo conjunto de enlaces.
- Compartición de carga entre enlaces que no pertenecen al mismo conjunto de enlaces.

4.3.2.2 Distribución del mensaje

Cuando el DPC del mensaje identifica el punto de señalización del receptor, se activa la función de distribución del mensaje, esta examina el indicador de servicio y, el mensaje es entregado a la parte de usuario, si el usuario no está disponible y el mensaje no se puede entregar, automáticamente se enviara una respuesta al extremo en donde fue originado el mensaje y, se le informará a la parte de usuario de origen, el estado del mensaje; estos son los estados de mensaje posibles:

- Congestión en la red
- indisponibilidad de la parte de usuario: desconocido
- indisponibilidad de la parte de usuario: usuario distante inaccesible
- indisponibilidad de la parte de usuario: usuario distante no equipado

4.3.3 GESTIÓN DE LA RED DE SEÑALIZACIÓN

Son los procedimientos necesarios para mantener en óptimas condiciones la red de señalización, como también, para restablecer las condiciones normales de la red, si ha sucedido algún evento que cause perturbación en los enlaces de señalización, puntos de señalización y en las rutas de señalización.

4.3.3.1 Gestión sobre los puntos de señalización

Cuando un punto de señalización está transmitiendo demasiados mensajes de señalización, el tráfico en los enlaces y rutas de señalización será muy alto; la gestión debe hacer el procedimiento adecuado para desviar el tráfico por enlaces y rutas de señalización distintas y, en el peor de los casos reiniciar la transferencia de mensajes MTP2

Un SP puede tener dos estados: disponible e indisponible.

Cuando todos los enlaces de señalización conectados a un SP están indisponibles; entonces el SP esta indisponible.

Cuando al menos un enlace de señalización conectado a un SP está disponible; entonces el SP está disponible.

4.3.3.2 Gestión sobre los enlaces de señalización

La gestión de los enlaces de señalización se utiliza para activar enlaces en reposo, restablecer enlaces averiados, desactivar y activar enlaces según su estado de alineación.

4.3.3.3 Gestión sobre las rutas de señalización

La gestión de rutas de señalización se utiliza para distribuir información útil sobre el estado de la red de señalización, con el objetivo de bloquear o desbloquear rutas de señalización.

Una ruta de señalización puede tener tres estados correspondientes al tráfico; estos son: disponibles, restringidos e indisponibles.

Se considera una ruta indisponible, cuando se recibe un mensaje de transferencia prohibida informando que, el tráfico de señalización que va dirigido a un destino conocido no se puede transferir por el STP.

Se considera una ruta restringida, cuando se recibe un mensaje de transferencia restringida informando que, el tráfico de señalización hacia el destino conocido se está transfiriendo con intermitencias de servicio por el STP.

Se considera una ruta disponible, cuando se recibe un mensaje de transferencia permitida por el STP.

4.3.4 CONGESTIÓN DE LA RED DE SEÑALIZACIÓN

En el ambiente de la red de señalización, se debe tener en cuenta, el nivel de transmisiones y retransmisiones de las unidades de señalización, ya que la red puede estar entrando en estado de congestión; este estado es informado por un campo en la unidad de señalización de mensaje MTP2. El criterio para la fijación de los niveles normales de transmisión y retrasmisión, están dados por la

capacidad total de almacenamiento presentes en los buffers de transmisión y retransmisión.

En cada SP de origen, se fija un estado de congestión, el cual está asociado a cada conjunto de ruta de señalización que esté conectado; si un enlace que, forma parte de una ruta de señalización hacia un destino conocido, se congestiona, el estado del conjunto de la ruta hacia el destino en mención pasa a estado de congestión.

4.3.5 INDICADOR DE SERVICIO

El octeto de información de servicio (SIO) en MTP2 contiene el indicador de servicio y también el campo del subservicio.

El indicador de servicio se utiliza para efectuar la distribución de mensajes; los códigos para el indicador de servicio para la red de señalización internacional se atribuyen así:

Bits	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 control de la conexión de señalización (SCCP)
	0	1	0	0	Parte de usuario de telefonía (TUP)
	0	1	0	1	Parte usuario de la RDSI (PU-RDSI)
	0	1	1	0	Parte usuario de datos (mensajes relativos a llamadas y circuitos) (DUP)
	0	1	1	1	Parte usuario de datos (mensajes de registro y cancelación de facilidad) (DUP)
	1	0	0	0	Reservado para la parte de usuario de prueba de MTP
	1	0	0	1	Parte usuario de la RDSI de banda ancha (PU-RDSI-BA)
	1	0	1	0	Parte usuario de la RDSI (PU-RDSI) por satélite
	1	0	1	1	Reserva
	1	1	0	0	Reserva
	1	1	0	1	Reserva
	1	1	1	0	Reserva
	1	1	1	1	Reserva

Tabla 1 Codificación del octeto Indicador de servicio (SIO)³

³ UIT-T Q.704, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.º 7, Funciones y mensajes de red de señalización, JULIO/1996, 14.2.1 Indicador de servicio

4.3.6 CAMPO DE SUBSERVICIO⁴

Este campo contiene el indicador de red bits (C, D) y dos bits de reserva (A, B), el indicador de red es utilizado para las funciones de encaminamiento de red; el indicador de red permite distinguir entre los mensajes nacionales e internacionales; los códigos de red se atribuyen según la recomendación Q.704 así:

Bits	D	C	
	0	0	Red internacional
	0	1	De reserva (Solo para uso internacional)
	1	0	Red nacional
	1	1	Reservado solo para uso nacional

Tabla 2 codificación del campo correspondiente al campo de subservicio

Por su parte cuando los bits de indicador de red se ponen en, “00” ó “01”, los bits de reserva (A,B), quedan disponibles para soluciones que puedan exigir las partes de usuario, lo mismo cuando los bits de indicador de red se ponen en “10” ó “11”, quedan disponibles para uso nacional.

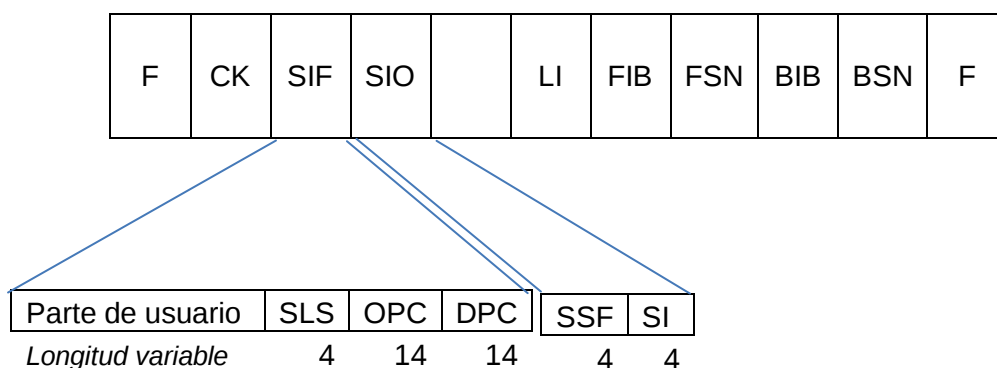


Figura 7 Campos correspondientes SIO y SIF de la trama MSU

⁴ UIT-T Q.704, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Funciones y mensajes de red de señalización, JULIO/1996, 14.2.2 Indicador de subservicio

4.4 PARTE CONTROL DE CONEXIÓN DE SEÑALIZACIÓN (SCCP, SIGNALING CONNECTION CONTROL PART)⁵

4.4.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONES

Esta capa proporciona funciones adicionales a la parte de transferencia MTP, con el objetivo de prestar servicios de red con y sin conexión, relacionada con la conmutación de circuitos y de paquetes; la combinación entre SCCP y MTP se define parte de servicio de red (NSP, Network Service Part).

El SCCP tiene por objeto mediar con las conexiones de señalización lógicas de la red SS7 y, mediar la capacidad de transferencia de unidades de datos de red ó la transferencia de datos sin conexión lógica.

Todos los mensajes de la parte de control de la conexión de señalización se utilizan en el protocolo entre entidades pares y se identifican mediante un código.

4.4.2 INDICADOR DE TÍTULO GLOBAL (GTI, GLOBAL TITLE INDICATOR)

En SCCP aparece una nueva capacidad de direccionamiento definida cómo, el indicador de título global (GTI), los títulos globales, son cadenas numéricas cuyo significado viene dado por los niveles de parte de usuario y no por el nivel de la parte de transferencia MTP; cuando un SP origina un mensaje, sin conocer la dirección del destinatario, éste es encaminado al STP junto con una solicitud de GTI, al llegar al STP, es este quien decide hacia dónde debe dirigirse el mensaje, ya sea al SP que lo inició o a algún otro SP de la red. Con esta nueva forma de direccionamiento, se evita que cada uno de los SP's, que pueden originar una llamada, tenga que conocer cada una de las direcciones a las que puede dirigirse un mensaje.

La parte SCCP utiliza interfaces para comunicar a la parte de transferencia MTP con partes de usuario mediante primitivas.

⁵ UIT-T Q.711, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.º 7, Descripción funcional de la parte control de la conexión de señalización, MARZO/2001

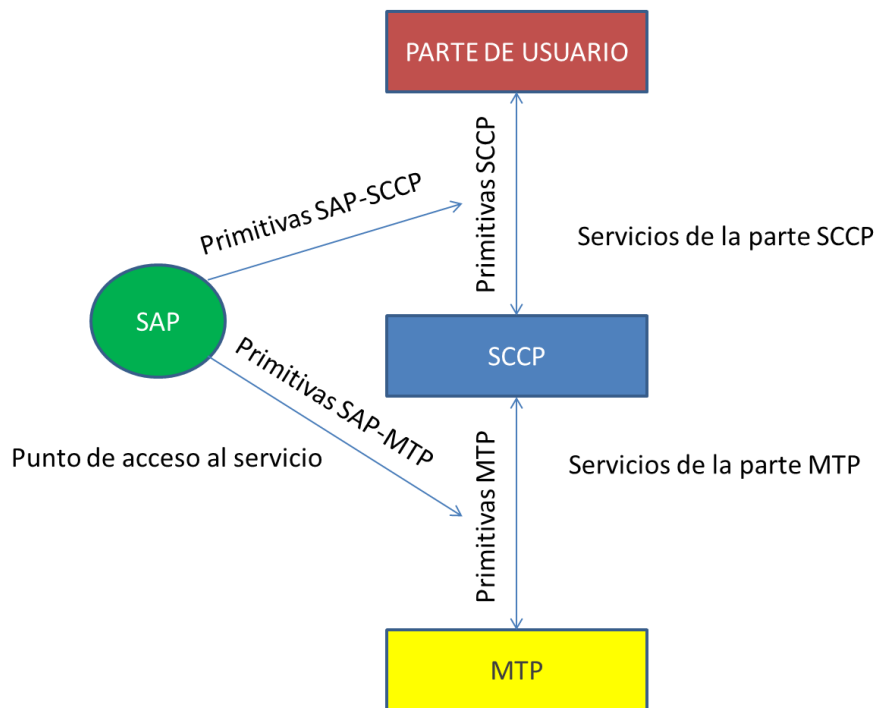


Figura 8 Primitivas SCCP para la parte de transferencia y parte de usuario

4.4.3 PRIMITIVAS SCCP

En la escena de una llamada, el usuario SCCP local llamante, inicia el establecimiento de la conexión enviando la primitiva MTP-transferencia, que se utiliza para proporcionar el servicio de transferencia de mensajes por medio de la parte MTP al destino; si el destino especificado esta inaccesible, la primitiva MTP-Pused indica a la SCCP la incapacidad para suministrar el servicio al destino, cuando el destino esté accesible, la primitiva MTP-Reanudación indicará a la SCCP la capacidad para suministrar el servicio a la MTP de destino; este evalúa la petición, e indica a capa superior; entonces ambos extremos pasan a un estado pendiente, luego que hay una respuesta del usuario SCCP remoto, esta se envía por medio de la MTP y, el usuario local recibirá una confirmación; en este momento hay una conexión establecida lista para le transferencia de datos.

Existe otra primitiva llamada MTP-Estado, la cual indica a la SCCP la incapacidad parcial para suministrar el servicio MTP a un destino; también se utiliza esta primitiva para indicar un cambio de nivel de congestión.

En la escena de una sesión de datos, el usuario SCCP local hace una petición que es enviada por la parte MTP hacia el usuario SCCP de destino y, este evalúa la petición e indica a capa superior; sólo se utilizan los anteriores dos pasos, aunque esta primitiva puede ser bidireccional.

4.4.4 COMUNICACIÓN ENTRE PARES

El protocolo de comunicación entre pares es, un conjunto de reglas y formatos que tienen información de control y datos de usuario; la cual es intercambiada entre dos entidades pares, la función del protocolo, es el establecimiento de conexiones lógicas de señalización, la liberación de conexiones lógicas de señalización y la transferencia de datos con y sin conexiones lógicas de señalización.

4.4.4.1 Servicio de red con conexión

Para el servicio de red con conexión; el usuario del servicio de red que utiliza SCCP y que se quiere comunicar con otro nodo SCCP, lo hace por medio de colas diferentes, una cola del nodo de origen y una cola del nodo de destino.

4.4.4.2 Servicio de red sin conexión

Para el servicio de red sin conexión, el usuario SCCP interactúa con otro usuario SCCP por una asociación virtual temporal dada por un proveedor de servicio, es decir, que se pueden transferir mensajes de señalización por la red de señalización, sin el establecimiento de una conexión de señalización; esto se hace con una relación entre la función de encaminamiento de la SCCP y los códigos de punto de señalización de MTP. Esta relación tiene función en puntos especiales de la red los cuales son llamados centros especiales de traducción.

4.4.4.3 Clases de servicio de la capa SCCP

SERVICIO	CLASE	DESCRIPCION
Servicio sin conexión	Clase 0	No se garantiza la entrega de las unidades de datos de servicio (SDU) con una secuencia que esta fijada por control
Servicio sin conexión	Clase 1	Se garantiza una entrega de la unidad de datos de servicio con una función de control de secuencia
Servicio con conexión	Clase 2	Se establece un circuito virtual entre los extremos SCCP que se identifican mediante una referencia. No se realiza control de secuencia ni se

		soportan procedimientos de recuperación de errores (sólo notificación), siendo estas funciones responsabilidad de la aplicación superior.
Servicio con conexión	Clase 3	Se establece un circuito virtual entre los extremos SCCP que se identifican mediante una referencia. Se numeran las unidades de datos de servicio de red (NSDU) para control de flujo, aunque no se soportan procedimientos de recuperación de errores (sólo notificación), siendo estas responsabilidades de la aplicación superior.

Tabla 3 Clases de servicio en SCCP

4.4.5 MENSAJES DE LA PARTE SCCP⁶

Los mensajes de la parte control de la conexión de señalización utilizan el protocolo entre entidades pares. Todos los mensajes están identificados por medio de un código de tipo de mensaje.

Un mensaje SCCP tiene las siguientes partes:

- Parte libre, la cual puede contener campos de longitud fija y de longitud variable.
- Parte variable obligatoria.
- Parte fija obligatoria.
- El código del tipo de mensaje.

Un mensaje SCCP se ubica junto a la etiqueta de encaminamiento de la parte MTP3 y hace referencia al campo de información de señalización (SIF); los cuales corresponden al formato de unidad de señalización del mensaje (MSU).

4.4.5.1 Tipos de mensaje

4.4.5.1.1 PETICIÓN DE CONEXIÓN (CR)

⁶ UIT-T Q.713, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.º 7, Formatos y códigos de la parte control de la conexión de señalización, MARZO/2001

Cuando en un escenario de llamada ocurre que, la SCCP (local) solicita el establecimiento de una conexión de señalización a una SCCP (remota), la SCCP remota evalúa la petición, según las características exigidas a la conexión de señalización; las cuales están incluidas en varios campos de parámetros.

Se utiliza para la fase de establecimiento de la conexión para las clases 2 ó 3.

4.4.5.1.2 CONFIRMACIÓN DE CONEXIÓN (CC)

Cuando en un escenario de llamada ocurre el establecimiento de conexión por parte de las primitivas se inicia un mensaje de “confirmación de conexión”; esto con el fin de indicar a la SCCP llamante (local) que se ha realizado el establecimiento de la conexión de señalización.

Se utiliza para la fase de establecimiento de la conexión para las clases 2 ó 3.

4.4.5.1.3 CONEXIÓN RECHAZADA (CREF)

Cuando en un escenario de llamada ocurre que, la SCCP (local) solicita el establecimiento de una conexión de señalización a una SCCP (remota); la SCCP (remota) o nodo intermedio preparan un mensaje “conexión rechazada”, para indicar a la SCCP llamante que se ha rechazado el establecimiento de la conexión de señalización.

Se utiliza para la fase de establecimiento de la conexión para las clases 2 ó 3.

4.4.5.1.4 LIBERADO (RLSD)

Cuando en un escenario de llamada, la SCCP (local) o la SCCP (remota) envía el mensaje “liberado”; esto con el fin de indicar que desea liberar una conexión de señalización y que los recursos asociados en dicha SCCP están en la condición de espera de desconexión. También indica que el SCCP (remoto) debe liberar la conexión y todos los recursos asociados a la misma.

4.4.5.1.5 LIBERACIÓN COMPLETA (RLC)

Cuando en un escenario de llamada, ocurre que la SCCP (local) o SCCP (remota) envía un mensaje de “liberación” y se tiene una respuesta; esta respuesta es un mensaje “*liberación completa*”, indicando que éste se ha recibido y que se ha completado el procedimiento correspondiente.

Se utiliza durante la fase de liberación de conexión en protocolos de las clases 2 y 3.

4.4.5.1.6 FORMA DE DATOS 1 (DT1)

Cuando en un escenario de sesión de datos bidireccional, un mensaje de “*forma de datos 1*”, es enviado por cualquier extremo, para pasar datos de usuario de la parte control de la conexión de señalización (SCCP) entre dos nodos de la SCCP.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos sólo en protocolos de clase 2.

4.4.5.1.7 FORMA DE DATOS 2 (DT2)

Cuando en un escenario de sesión de datos bidireccional, un mensaje de “*forma de datos 2*”, es enviado por cualquier extremo, para pasar datos de usuario de la parte control de la conexión de señalización (SCCP) entre dos nodos de la SCCP y para acusar recibo de mensajes cursados en el sentido opuesto.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos sólo en protocolos de clase 3.

4.4.5.1.8 ACUSE DE RECIBO DE DATOS (AK)

Cuando en un escenario de sesión de datos; un mensaje de “acuse de recibo de datos”, se utiliza para el control de flujo de ventana seleccionado, para la fase de transferencia de datos.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos en protocolos de clase 3.

4.4.5.1.9 DATO UNIDAD (UDT)

Se utiliza para enviar datos sin conexión por SCCP local o remoto, puede utilizar el mensaje de “dato unidad”.

Se utiliza en protocolos sin conexión de las clases 0 y 1.

4.4.5.1.10 SERVICIO DE DATO UNIDAD (UDTS)

Se utiliza para indicar al SCCP (local) que un dato unidad que ha enviado no puede entregarse a su destino; también, podría utilizarse en respuesta un servicio de dato unidad (UDTS); como mensaje dato unidad ampliado o dato unidad largo.

Se utiliza en protocolos sin conexión de las clases 0 y 1.

4.4.5.1.11 DATOS ACELERADOS (ED)

Cuando en un escenario de sesión de datos bidireccional; un mensaje de “datos acelerados”, es enviado por cualquier extremo y este funciona como un mensaje de “forma de datos 2”, pero no incluye el mecanismo de control de flujo seleccionado para el control.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos sólo en protocolos de clase 3.

4.4.5.1.12 ACUSE DE RECIBO DE DATOS ACELERADOS (EA)

Un mensaje de “acuse de recibo de datos acelerados” es utilizado para confirmar recibo de un mensaje de “datos acelerados”; todo mensaje “datos acelerados” deberá ser objeto de un acuse de recibo por medio de un mensaje “acuse de recibo de datos acelerados”, antes de que pueda enviarse otro mensaje “datos acelerados”.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos sólo en protocolos de clase 3.

4.4.5.1.13 PETICIÓN DE REINICIALIZACIÓN (RSR)

Cuando en un escenario de llamada, ocurre que la SCCP (local) o SCCP (remota) envía un mensaje de “petición de reinicialización”, para indicar que desea iniciar un procedimiento de reinicialización de los números de secuencia con la SCCP remota.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos sólo en protocolos de clase 3.

4.4.5.1.14 CONFIRMACIÓN DE REINICIALIZACIÓN (RSC)

Cuando en un escenario de llamada, ocurre que la SCCP (local) o SCCP (remota) envía un mensaje de “petición de reinicialización” y este tiene la respuesta de “confirmación de reinicialización”; esto indica que éste se ha recibido y que se ha completado el procedimiento correspondiente.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos sólo en protocolos de clase 3.

4.4.5.1.15 ERROR EN UNIDAD DE DATOS DE PROTOCOLO (ERR)

Cuando en un escenario de sesión de datos bidireccional, se envía un mensaje “error en unidad de datos de protocolo”, sí se detecta algún error de protocolo.

Se utiliza durante la fase de transferencia de datos en protocolos de las clases 2 y 3.

4.4.5.1.16 PRUEBA DE INACTIVIDAD (IT)

En un escenario para servicios orientados a conexión o sin conexión, se utiliza la “prueba de inactividad”, para comprobar si la conexión de señalización se encuentra activa en ambos extremos y, para comprobar la coherencia de los datos de conexión en ambos extremos.

Se utiliza en protocolos de las clases 2 y 3.

4.4.5.1.17 DATO UNIDAD AMPLIADO (XUDT)⁷

La parte control de la conexión de señalización (SCCP) que desee enviar datos junto con parámetros facultativos en un modo sin conexión, utiliza el mensaje de “dato unidad ampliado”.

Se utiliza en protocolos sin conexión de las clases 0 y 1.

⁷ UIT-T Q.712, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN. N.º 7 Definición y funciones de los mensajes de la parte control de la conexión de señalización JULIO/1996, 1.22 dato unidad ampliado (XUDT, extended unitdata)

4.4.5.1.18 SERVICIO DE DATO UNIDAD AMPLIADO (XUDTS)⁸

El mensaje de “servicio de dato unidad ampliado” se utiliza para indicar a la parte control de la conexión de señalización (SCCP) de origen que un dato unidad ampliado (XUDT) no puede entregarse en su destino. Excepcionalmente, y sujeto a consideraciones de interfuncionamiento de protocolos, podría igualmente utilizarse en respuesta un mensaje de servicio de dato unidad ampliado (XUDTS) como mensaje dato unidad o dato unidad largo (LUDT). Un mensaje UDTs sólo se envía cuando se pone la opción de retorno en el UDT (o posiblemente el LUDT).

Se utiliza en protocolos sin conexión de las clases 0 y 1.

4.4.5.1.19 DATO UNIDAD LARGO (LUDT)⁹

La parte control de la conexión de señalización (SCCP) utiliza un mensaje de “dato unidad largo” para enviar datos (junto con parámetros opcionales) en un modo sin conexión. Cuando estén presentes las capacidades de la parte transferencia de mensajes de acuerdo con la Recomendación Q.2210, permite el envío de unidades de datos de servicio de red con un tamaño de hasta 3952 octetos sin segmentación.

Se utiliza en protocolos sin conexión de las clases 0 y 1.

4.4.5.1.20 SERVICIO DE DATO UNIDAD LARGO (LUDTS)¹⁰

El mensaje de “servicio de dato unidad largo” se utiliza para indicar a la parte control de la conexión de señalización (SCCP) de origen que un dato unidad largo (LUDT) no puede entregarse en su destino. Un mensaje servicio dato unidad largo sólo se envía cuando se pone la opción de retorno mensaje con error en el LUDT.

Se utiliza en protocolos sin conexión de las clases 0 y 1.

⁸ UIT-T Q.712, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.º 7, 1.23 servicio de dato unidad ampliado (XUDTS, unitdata service)

⁹ UIT-T Q.712, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.º 7 Definición y funciones de los mensajes de la parte control de la conexión de señalización JULIO/1996, 1.25 dato unidad largo (LUDT, long unitdata).

¹⁰ UIT-T Q.712, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN.º 7, 1.26 servicio de dato unidad largo (LUDTS, long unitdata service)

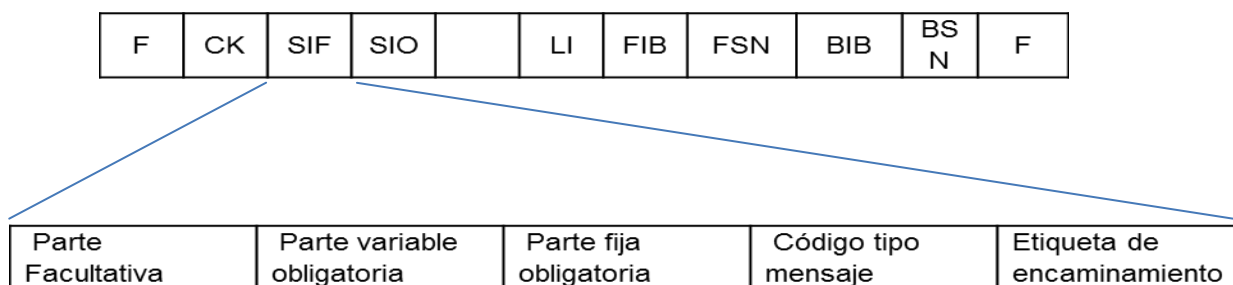


Figura 9 Campo SIF especificando las partes de mensaje para SCCP

4.4.5.2 Código del tipo de mensaje¹¹

El código de tipo de mensaje es un campo que tiene longitud de un octeto, este octeto es obligatorio para todos los tipos de mensaje y, define el formato y la función de cada mensaje de SCCP.

TIPO DE MENSAJE	CODIFICACIÓN
Petición de conexión (CR)	0 0 0 0 0 0 0 1
Confirmación de conexión (CC)	0 0 0 0 0 0 1 0
Conexión rechazada (CREF)	0 0 0 0 0 0 1 1
Liberado (RLSD)	0 0 0 0 0 1 0 0
Liberación completa (RLC)	0 0 0 0 0 1 0 1
Forma de datos 1 (DT1)	0 0 0 0 0 1 1 0
Forma de datos 2 (DT2)	0 0 0 0 0 1 1 1
Acuse de recibo de datos (AK)	0 0 0 0 1 0 0 0
Dato unidad (UDT)	0 0 0 0 1 0 0 1
Servicio de dato unidad (UDTS)	0 0 0 0 1 0 1 0
Datos acelerados (ED)	0 0 0 0 1 0 1 1
Acuse de recibo de datos acelerados (EA)	0 0 0 0 1 1 0 0
Petición de reinicialización (RSR)	0 0 0 0 1 1 0 1
Confirmación de reinicialización (RSC)	0 0 0 0 1 1 1 0
Error en unidad de datos de protocolo (ERR)	0 0 0 0 1 1 1 1
Prueba de inactividad (IT)	0 0 0 1 0 0 0 0
Dato unidad ampliado (XUDT)	0 0 0 1 0 0 0 1
Servicio de dato unidad ampliado (XUDTS)	0 0 0 1 0 0 1 0
Dato unidad largo (LUDT)	0 0 0 1 0 0 1 1
Servicio de dato unidad largo (LUDTS)	0 0 0 1 0 1 0 0

Tabla 4 Codificación para los tipos de mensaje¹²

¹¹ UIT-T Q.713, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Formatos y códigos de la parte control de la conexión de señalización, MARZO/2001, 2 Codificación de las partes generales

4.4.5.3 Parte fija obligatoria

Esta parte contiene los parámetros que son obligatorios y de longitud fija para determinado tipo de mensaje; entonces los nombres de los parámetros y los indicadores de la longitud, no son incluidos en el mensaje, ya que siempre son los mismos.

4.4.5.4 Parte variable obligatoria

Esta parte contiene los parámetros obligatorios de longitud variable; el nombre de cada parámetro y longitud de los mismos se envían en punteros que, están determinados para cada tipo de mensaje. Se utilizan punteros para indicar el comienzo de cada parámetro; estos están codificados en un octeto para el caso de dato de unidad larga (LU DT) ó un servicio de dato de unidad larga (LU DTS) que utiliza dos octetos.

4.4.5.5 Parte Facultativa

Esta parte es la encargada de poder hacer la función del parámetro, esta parte está formada por solo un bloque de parámetros adyacentes, los cuales pueden estar presentes en un determinado mensaje; cada parámetro debe incluir el nombre del parámetro y el indicador de longitud.

4.4.5.6 Orden de transmisión de los octetos

Todos los parámetros están configurados para tener un número fijo de octetos, los cuales están configurados en un formato de pila, donde el bit más significativo que está en la parte superior de la pila, se transmite de primeras y el bit menos significativo que esta al final de la pila, se transmiten de últimas.

4.4.5.7 Parámetros de mensaje de SCCP¹³

4.4.5.7.1 NÚMERO DE REFERENCIA LOCAL (ORIGEN)

Es un número interno de referencia elegido por cada nodo local independientemente del nodo de destino; es utilizado para identificar la sección de conexión, después del establecimiento de la misma; tiene un campo de 3 octetos.

4.4.5.7.2 NÚMERO DE REFERENCIA LOCAL (DESTINO)

Es un número de referencia que ha sido atribuido a la sección de conexión por el nodo distante e identifica unívocamente una conexión de señalización; tiene un campo de tres octetos.

4.4.5.7.3 DIRECCIÓN DE LA PARTE LLAMANTE Ó LLAMADA

Es el campo que sirve para identificar el punto de señalización origen ó destino y/o el punto de acceso del servicio en la parte (SCCP); es un parámetro de longitud variable; para la identificación del tipo de información de dirección contenido en el campo de dirección se utiliza el indicador de dirección.

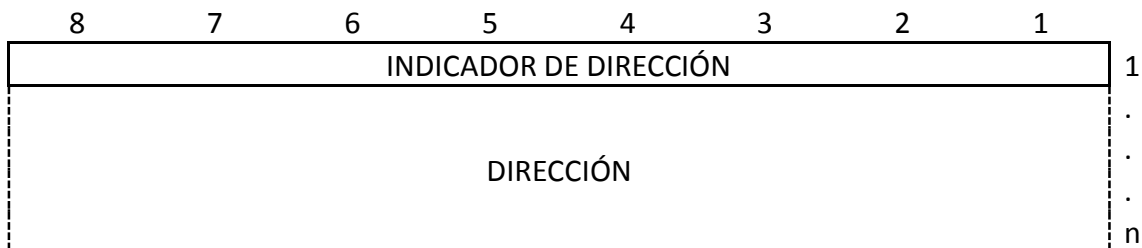


Figura 10 Formato de dirección de la parte llamante o llamada

En un mensaje del servicio con conexión, el campo de dirección identifica y proporciona información del sentido del establecimiento del mensaje, en un mensaje del servicio sin conexión, el campo de dirección identifica y proporciona información del sentido de la transmisión del mensaje, es decir, por cuales puntos de origen o destino o STP pasara el mensaje.

¹³ UIT-T Q.713, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN. ° 7, Formatos y códigos de la parte control de la conexión de señalización, MARZO/2001, 3 Parámetros de la SCCP

4.4.5.7.3.1 Indicador de dirección

El indicador de dirección es un campo de 8 bits, que sirven para codificar el direccionamiento, ya que el direccionamiento puede constar de uno de los elementos que se indican a continuación o cualquier combinación de los mismos:

8	7	6	5	4	3	2	1
Reservado para uso nacional	Indicador de encaminamiento	Indicador de Título Global				Indicador de número de subsistema	Indicador de código de punto

Figura 11 Codificación del indicador de dirección

- Un "1" en el bit 1 indica que la dirección contiene un código de punto de señalización.
- Un "1" en el bit 2 indica que la dirección contiene un número de subsistema.
- Los bits 3 a 6 contienen el indicador del título global (GTI) que se codifica de la siguiente manera:

Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	DESCRIPCIÓN
0	0	0	0	No incluye título global
0	0	0	1	El título global incluye el indicador de la naturaleza de la dirección.
0	0	1	0	El título global incluye el tipo de traducción
0	0	1	1	El título global incluye el tipo de traducción, el plan de numeración y el esquema de codificación.
0	1	0	0	El título global incluye el tipo de traducción, el plan de numeración y el indicador de naturaleza de dirección.
0	1	0	1	Reserva internacional
0	1	1	0	Reserva internacional
0	1	1	1	Reserva internacional
1	0	0	0	Reserva nacional
1	0	0	1	Reserva nacional
1	0	1	0	Reserva nacional
1	0	1	1	Reserva nacional
1	1	0	0	Reserva nacional
1	1	0	1	Reserva nacional
1	1	1	0	Reserva nacional
1	1	1	1	Reserva para ampliación.

Tabla 5 Codificación del indicador de título global

- Un '1' en el bit 7 indica el elemento de dirección que se utilizará para el encaminamiento por SSN y un '0' por GT.
- El bit 8 siempre debe estar en '0', cuando la señalización pása por una red internacional, está reservada para uso nacional.

4.4.5.7.3.2 Campo Dirección

8	7	6	5	4	3	2	1	
Indicador de dirección								1
Código de punto de señalización								2 - 3
Número de subsistema								4
Título global								5 - n

Figura 12 Octetos correspondientes a la dirección

- Código de punto de señalización

El código de punto de señalización identifica un punto de señalización donde se sitúa la parte control de la conexión de señalización (SCCP); recordemos que este campo es de 14 bits. En el primer octeto del campo perteneciente a código de punto de señalización se ubican los bits menos significativos y en el segundo octeto de este campo se ubican los bits más significativos.

8	7	6	5	4	3	2	1	
Indicador de dirección								1
LSB								2
0	0	MSB						3
Número de subsistema								4
Título global								5 - n

Figura 13 Ubicación del código de punto de señalización dentro del campo de dirección

- Número de subsistema

Este número es una identificación de una función específica de la parte de usuario dentro de cierto SP; se utiliza para identificar las aplicaciones dentro de la red que utilizan las entidades de la parte SCCP. Este número se codifica por medio de un octeto como se muestra a continuación:

Bits	SUBSISTEMA
8 7 6 5 4 3 2 1	
0 0 0 0 0 0 0 0	SSN no sabe / no utilizado
0 0 0 0 0 0 0 1	La gestión SCCP
0 0 0 0 0 0 1 0	Reservado para la atribución de la ITU-T
0 0 0 0 0 0 1 1	ISUP (parte usuario RDSI)
0 0 0 0 0 1 0 0	OMAP (Parte de Operación, Mantenimiento y Administración)
0 0 0 0 0 1 0 1	MAP (parte de aplicación móvil)
0 0 0 0 0 1 1 0	HLR (Home Location Register)
0 0 0 0 0 1 1 1	VLR (Visitor Location Register)
0 0 0 0 1 0 0 0	MSC (Mobile Switching Centre)
0 0 0 0 1 0 0 1	EIR (Equipment Register Identifier)
0 0 0 0 1 0 1 0	AUC (Authentication Centre)
0 0 0 0 1 0 1 1	RDSI servicios complementarios
0 0 0 0 1 1 0 0	Reservado para uso internacional
0 0 0 0 1 1 0 1	RDSI de banda ancha aplicaciones de extremo a extremo
0 0 0 0 1 1 1 0	Respondedor de prueba TC
0 0 0 0 1 1 1 1	Reservado para uso internacional
a	
0 0 0 1 1 1 1 1	Reservado para las redes nacionales
0 0 1 0 0 0 0 0	
a	
1 1 1 1 1 1 1 0	Reservado para la expansión nacional e internacional SSN
1 1 1 1 1 1 1 1	

Tabla 6 Codificación del número de subsistema

- Título Global

En la codificación (0010), el título global incluye el tipo de traducción, el cual es un campo con tamaño de un octeto que, es utilizado para enviar el mensaje a la función de traductor de la capa SCCP

Cuando no se utilice traducción, el octeto tendrá el valor de '00000000'; para traducción de servicios entre redes, es decir, redes de diferente aplicación, se asignan los valores desde '00000001' y, para traducción de servicios específicos de red, es decir, con misma aplicación, se asignan valores desde '11111110' en orden descendente; cabe afirmar que esta codificación es solo para uso nacional.

8	7	6	5	4	3	2	1	
Indicador de dirección								1
LSB								2
0	0	MSB						3
Número de subsistema								4
Tipo de traducción								5

Figura 14 Ubicación del tipo de traducción en el campo dentro del campo de dirección

En la codificación (0011), el título global incluye el tipo de traducción, el esquema de codificación y el plan de numeración; el esquema de codificación, se codifica con 4 bits LSB del sexto octeto y es utilizado para que el SP ó STP receptor sepa cómo traducir los dígitos de código binario; el plan de numeración se codifica con 4 bits MSB del sexto octeto y se utiliza para identificar los indicativos; el número de abonado según el país en el que el servicio este activo.

B3	B2	B1	B0	Esquema de codificación
0	0	0	0	Desconocido
0	0	0	1	Decimal codificado en binario en dígitos impares
0	0	1	0	Decimal codificado en binario en dígitos pares
0	0	1	1	Específico Nacional
0	1	0	0	Libre
0	1	0	1	Libre
0	1	1	0	Libre
0	1	1	1	Libre
1	0	0	0	Libre
1	0	0	1	Libre
1	0	1	0	Libre

1	0	1	1	Libre
1	1	0	0	Libre
1	1	0	1	Libre
1	1	1	0	Libre
1	1	1	1	Reservado

Tabla 7 Codificación de los bits del campo de esquema de codificación

B7	B6	B5	B4	Plan de numeración
0	0	0	0	Desconocido
0	0	0	1	Plan de numeración de telefonía/ RDSI
0	0	1	0	Plan de numeración genérico
0	0	1	1	Plan de numeración de datos
0	1	0	0	Plan de numeración de télex (Dispositivo telegráfico)
0	1	0	1	Plan de numeración móvil marítimo
0	1	1	0	Plan de numeración móvil terrestre
0	1	1	1	Plan de numeración del servicio móvil/RDSI
1	0	0	0	Libre
1	0	0	1	Libre
1	0	1	0	Libre
1	0	1	1	Libre
1	1	0	0	Libre
1	1	0	1	Libre
1	1	1	0	Plan de numeración de red privado ó específico de la red
1	1	1	1	Reservado

Tabla 8 Codificación del plan de numeración

8	7	6	5	4	3	2	1	
Indicador de dirección								1
LSB								2
0	0	MSB						3
Número de subsistema								4
Tipo de traducción								5
Plan de numeración				Esquema de codificación				6

Figura 15 Ubicación del esquema de codificación y del plan de numeración dentro del campo de dirección

En la codificación (0100), se incluye el tipo de traducción, el plan de numeración y el indicador de la naturaleza de la dirección (NAI); este último define el rango de

direcciones para un determinado plan de numeración; depende del plan de numeración de cada país, no de valores GTI.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	NAI
0	0	0	0	0	0	0	Desconocido
0	0	0	0	0	0	1	Número de abonado
0	0	0	0	0	1	0	Resevado para uso nacional
0	0	0	0	0	1	1	Número nacional significativo
0	0	0	0	1	0	0	Número internacional
0	0	0	0	1	0	1	Libre
a							
1	1	0	1	1	1	1	
1	1	1	0	0	0	0	Libre
a							
1	1	1	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	1	1	Reservado

Tabla 9 Codificación del indicador de número de naturaleza

- Señales de dirección del Título Global

Las señales de dirección contienen los dígitos reales del título global, es decir, los dígitos de la dirección real que, se utilizan para identificar el nodo de destino, se codifican en BCD de la siguiente manera:

B7	B6	B5	B4	Señal de dirección
0	0	0	0	Cifra 0
0	0	0	1	Cifra 1
0	0	1	0	Cifra 2
0	0	1	1	Cifra 3
0	1	0	0	Cifra 4
0	1	0	1	Cifra 5
0	1	1	0	Cifra 6
0	1	1	1	Cifra 7
1	0	0	0	Cifra 8
1	0	0	1	Cifra 9

Tabla 10 Codificación de las señales de dirección

8	7	6	5	4	3	2	1	
Indicador de dirección								1
LSB								2
0	0	MSB						3
Número de subsistema								4
Tipo de traducción								5
Plan de numeración				Esquema de codificación				6
Segunda señal de dirección				Primera señal de dirección				7
Cuarta señal de dirección				Tercera señal de dirección				8
.....								
				Enésima señal de dirección				n

Figura 16 Ubicación de las señales de dirección dentro del campo de dirección, formato completo de este campo

4.4.5.8 Gestión de los mensajes SCCP

Los mensajes para la gestión de SCCP son enviados por medio del servicio sin conexión, es decir, la clase 0; en el parámetro correspondiente a la dirección del llamante o llamado se tendrá que poner el campo de subsistema en '0001' y, el indicador de encaminamiento tendrá que poner su valor en '1', para trasladar la información como tal, se tendrá en cuenta el mensaje tipo unidad o el mensaje tipo unidad ampliado.

4.4.5.9 Gestión en la congestión de SCCP

Un parámetro correspondiente a la gestión de SCCP consta de un octeto que, esta codificado con los 4 bits menos significativos, los cuales indican el nivel de congestión de SCCP; la recomendación fija estos valores de 1 a 8, el valor de 8 indica el estado mas congestionado y el 1 el estado menos cogestionado.

El parámetro anterior se puede definir dentro de los campos de los mensajes UDT, XUDT y LUDT.

4.5 PARTE DE USUARIO DE RDSI (ISUP, USER PART RDSI)

4.5.1 RDSI (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS)

Se define como una red que, puede tener varios servicios asociados, tales como: conexiones de telefonía fija, conexiones de extremo a extremo para datos, conmutación de circuitos y datos; también puede integrar diferentes codecs para la mejora de la calidad del servicio y puede adaptarse a varias tasas de transmisión con diferentes anchos de banda.

4.5.2 RELACIÓN ENTRE ISUP Y SS7

RDSI y SS7 cumplen diferentes funciones dentro de la arquitectura de red de señalización, pero estos están relacionados; por su parte RDSI cuenta con que SS7 iniciara conexiones dentro de la red, por otro lado SS7 cuenta con que RDSI iniciará las conexiones en las fronteras de la misma, es decir, fuera de la red SS7, entonces, RDSI se puede definir como una interface de red que, comunica el dispositivo del usuario con algún punto de señalización de la red SS7.

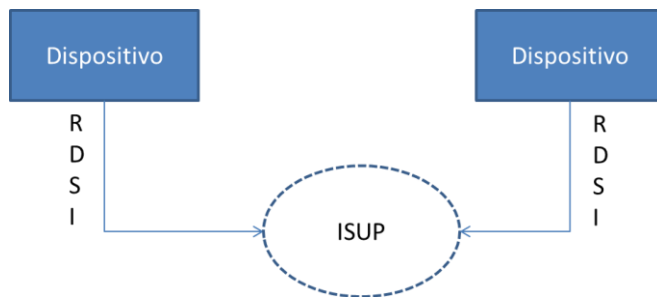


Figura 17 Relación de componentes ISUP y SS7

4.5.3 PARTE DE USUARIO ISUP¹⁴

ISUP es un protocolo de señalización que, suple funciones de señalización necesarias para el establecimiento de conexiones en redes de conmutación de circuitos nacionales e internacionales, actualmente, suple todas las funciones de señalización de RDSI, es decir, ISUP es la parte de usuario de la RDSI.

¹⁴ UIT-T Q.761, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Sistema de señalización N.º 7 – Descripción funcional de la parte usuario de la RDSI, DICIEMBRE/1999

ISUP soporta señalización para redes telefónicas fijas, cómo también, para redes de datos con conmutación de circuitos; para poder cumplir con esto ISUP utiliza los servicios aportados por la parte de transferencia MTP, como también, en algunos casos, los servicios aportados por SCCP.

ISUP es responsable del control de llamadas, haciendo el establecimiento de la llamada, gestionando la transferencia de información de usuario y finalmente haciendo la liberación de la llamada; aunque como lo decía antes, ISUP no solamente soporta conmutación de circuitos para llamada, también puede tener control sobre otro tipo de servicios con diferentes tipos de mensajes.

Los mensajes ISUP son transportados en la trama MSU, que en su campo correspondiente a SIO, es codificado con '0101', lo que indica que, esta trasportando información proveniente del subsistema de la parte de usuario ISUP

4.5.4 SERVICIOS OFRECIDOS POR PARTE DE MTP PARA ISUP

La interfaz ofrecida por MTP para ISUP, para la transferencia de información de la parte de usuario RDSI, se define cómo, parámetros trasportados por primitivas.

Las primitivas utilizadas para la transferencia de información utilizan un servicio que proporciona la parte de transferencia MTP; este servicio tiene un nombre genérico para ISUP que, indica la acción que realizará la parte MTP; esto se traduce en un nombre en específico que, indica el propósito mismo de la primitiva, cómo lo es, una petición, indicación, respuesta o confirmación; para así poder transferir los parámetros que contienen la información como tal de interés.

4.5.4.1 Primitivas

4.5.4.1.1 MTP-TRANSFERENCIA

Se utiliza para tener acceso a la función de tratamiento de mensajes de señalización de la parte MTP, se puede ver como una solicitud a capas inferiores y como una notificación a la parte de usuario de destino.

4.5.4.1.2 MTP-PAUSA

Se utiliza por parte de MTP para indicar la imposibilidad de transferir mensajes hacia un punto de destino determinado, es una notificación que, se hace a la parte de usuario de destino.

4.5.4.1.3 MTP-REANUDACIÓN

Se utiliza por parte de MTP para indicar su capacidad de reiniciar la transferencia de mensajes hacia un punto de destino determinado; es una notificación que se hace a la parte de usuario de destino.

4.5.4.1.4 MTP-ESTADO

Se utiliza por parte de MTP para indicar que una ruta de señalización hacia un SP esta congestionada ó, que la parte de usuario RDSI esta indisponible; es una notificación que se hace a la parte de usuario del estado de la ruta o del usuario distante

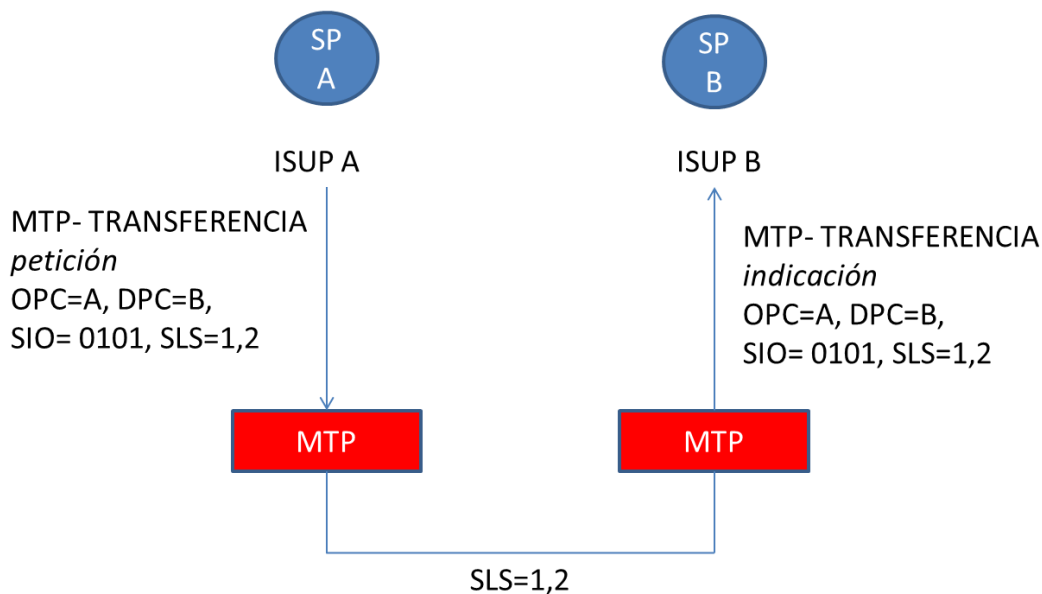


Figura 18 Ejemplo de comunicación de la primitiva de Transferencia en la indicación y petición a la parte de usuario ISUP

4.5.5 MÉTODOS DE SEÑALIZACIÓN DE EXTREMO A EXTREMO PARA ISUP¹⁵

ISUP puede operar de dos formas para la señalización de extremo a extremo; una es llamada el método de paso largo y otra el método por SCCP; la señalización de extremo a extremo, significa que, la información relacionada con algún servicio se

¹⁵ UIT-T Q.730, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Sistema de señalización N.º 7 – Servicios suplementarios de la parte usuario de la RDSI, DICIEMBRE/1999

está transfiriendo entre SP's de origen y destino, con el objetivo de, proporcionar a un usuario solicitante un servicio que soporte RDSI; cómo lo son los servicios básicos o complementarios.

4.5.5.1 Método de paso largo

En este método, siempre debe haber una conexión física entre los dos puntos extremos y, la conexión de señalización, siempre debe estar paralelo a los circuitos determinados en la conexión física; en esta conexión de señalización pueden haber varios SP's o STP's involucrados, los cuales cambian la etiqueta de encaminamiento adecuada al mensaje, para su optima entrega; pero el contenido de este mensaje solo puede ser cambiado por los puntos extremos; este mensaje se llama Pass Along Message (PAM).

4.5.5.2 Servicios ofrecidos por parte de SCCP para ISUP

El método SCCP utiliza los servicios ofrecidos por SCCP para transferir información de señalización de extremo a extremo. SCCP ofrece un número interno de referencia que, es elegido por cada extremo independientemente del extremo de destino; luego, estos números de referencia se intercambian; en una llamada de un SP origen a un SP destino, el primero selecciona una identidad de llamada y lo transfiere junto con su código de punto al SP de destino, el SP de destino, hace el mismo proceso, cuando se ha establecido la llamada, los mensajes siempre contendrán el número de referencia del SP de origen y el número de referencia del SP de destino, encaminados por sus respectivos puntos de código; cuando se tiene una petición de conexión SCCP, con conexión por parte de la parte de usuario RDSI se omite la referencia.

4.5.6 MENSAJE ISUP¹⁶

El mensaje ISUP esta compuesto por los siguientes campos:

- Etiqueta de encaminamiento.
- Código de identificación del circuito (CIC).
- Código de tipo de mensaje.
- Parte obligatoria de longitud fija.
- Parte obligatoria de longitud variable.

¹⁶ UIT-T Q.763, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Sistema de señalización N.º 7 – Formatos y códigos de la parte usuario de la RDSI, DICIEMBRE/1999

- Parte facultativa.

Etiqueta de encaminamiento.
Código de identificación del circuito (CIC).
Código de tipo de mensaje.
Parte obligatoria de longitud fija.
Parte obligatoria de longitud variable.
Parte facultativa

Figura 19 Campos del mensaje ISUP

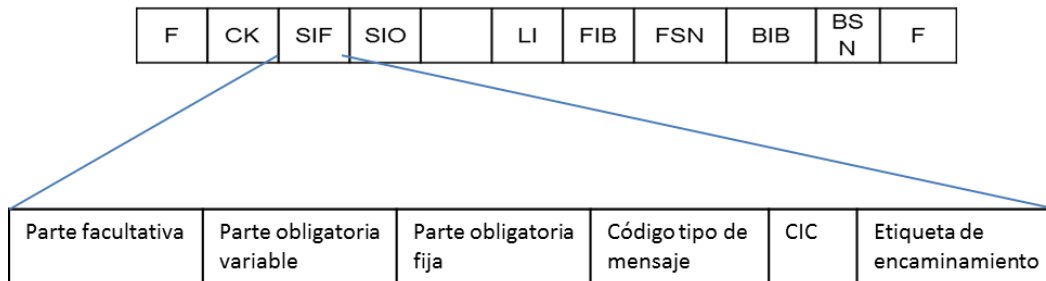


Figura 20 Ubicación de los campos del mensaje ISUP en una unidad de señalización (MSU)

4.5.6.1 Etiqueta de encaminamiento

La etiqueta de encaminamiento contiene la información precisa, para entregar el mensaje desde un punto de origen a un punto de destino; este contiene los datos de punto de código de origen y destino; el campo correspondiente a SLS, toma el valor de los cuatro bits menos significativos del CIC.

4.5.6.2 Código de identificación del circuito

Este código posee 12 bits y determina el circuito que se va a establecer o liberar. El CIC tiene la función de identificar un circuito de voz; para la atribución de estos códigos de identificación de circuito, deben tomarse medidas bilaterales entre las partes comprometidas.

4.5.6.2.1 APLICACIONES PARA LOS CIC'S

- Velocidad digital a 2048 kbits/s

Para circuitos derivados a un E1 y un T1 correspondientes a la jerarquía digital plesiócrona, en donde el CIC se identifica en los 5 bits menos significativos

- Velocidad digital 8448 kbits/s

Para circuitos derivados a un E2 y un T2 correspondientes a la jerarquía digital plesiócrona, en donde el CIC contiene en los bits menos significativos la identificación del circuito que se asignó para el trayecto de la comunicación.

4.5.6.3 Código tipo de mensaje

El código tipo de mensaje está constituido por un campo de longitud de un octeto, este define, la acción que debe ser efectuada por cada SP y también define la estructura del mensaje, según los parámetros asociados de la parte de usuario RSDI.

4.5.6.3.1 TIPO DE MENSAJE

La recomendación Q.763 de la ITU-T define más de 50 tipos de mensaje; describiré los tipos de mensaje que más se utilizan en un ambiente cotidiano de una red de señalización.

Tipo de mensaje	Código
Mensaje inicial de dirección (IAM)	00000001
Mensaje de dirección subsiguiente (SAM)	00000010
Mensaje petición de información (INR)	00000011
Mensaje de información (INF)	00000100
Mensaje de continuidad (COT)	00000101
Mensaje de dirección completa (ACM)	00000110
Mensaje de conexión (CON)	00000111
Mensaje de respuesta (ANM)	00001001
Mensaje de liberación (REL)	00001100
Mensaje de reanudación (RES)	00001110
Mensaje de petición de prueba de continuidad (CCR)	00010001
Mensaje de reinicialización de circuito (RSC)	00010010
Mensaje de bloqueo (BLO)	00010011

Tabla 11 Codificación de los tipos de mensaje

4.5.6.4 Parte fija obligatoria

Es una parte constituida de parámetros de longitud fija; esta parte siempre está presente para cualquier tipo de mensaje. La longitud, la posición y orden de los parámetros están determinados por el mismo tipo de mensaje, por lo cual no es necesario incluir los nombres y la longitud de los parámetros.

4.5.6.5 Parte variable obligatoria

Es una parte constituida de parámetros de longitud variable que son obligatorios; dada una determinada longitud, un puntero codificado, es el que se encarga de indicar el principio de cada parámetro; este puntero es codificado con un octeto. No es necesario indicar el nombre de los parámetros, ya que, están implícitamente definidos en cada tipo de mensaje. El número de punteros y parámetros también están implícitamente definidos por cada tipo de mensaje.

4.5.6.6 Parte facultativa

La parte facultativa esta compuesta por parámetros de longitud fija y/o variable, estos parámetros pueden estar, o no estar, presentes en un tipo de mensaje y, se pueden transmitir en cualquier orden, especificando el nombre del parámetro el indicador de longitud y el contenido del mismo

4.5.6.7 Octeto de fin de parámetros facultativos

Si en el mensaje existen parámetros facultativos; el octeto de fin de parámetros facultativos se enviará, si no hay ningún parámetro facultativo en el mensaje, no se transmite este octeto.

4.5.6.8 Orden de transmisión de los octetos

Todos los parámetros están configurados para tener un número fijo de octetos, los cuales están configurados en un formato de pila, en donde el bit más significativo que, esta en la parte superior de la pila, se transmite de primeras y el bit menos significativo que esta al final de la pila se transmiten de últimas.

4.5.6.9 Parámetros de señalización

La recomendación Q.763 define 100 parámetros de señalización, se referenciarán los formatos de los parámetros que son obligatorios al momento de llevar un mensaje de SP a SP, ya sea de servicios complementarios o llamadas de la parte de usuario RDSI.

4.5.6.10 Principales tipos de mensajes de señalización ISUP

4.5.6.10.1 MENSAJE INICIAL DE DIRECCIÓN (IAM, INITIAL ADDRESS MESSAGE)

Este mensaje es necesario para empezar una llamada, inicia la captura del circuito saliente; el receptor asume que el origen ya ha reservado un circuito. Todos los códigos y dígitos que son requeridos para el establecimiento de la llamada serán enviados en este tipo de mensaje. La codificación de este tipo de mensaje, como lo muestra la tabla 11 es '00000001'; el parámetro del número de la parte llamada contiene el número telefónico de la parte llamada, y se codifica de la siguiente manera:

4.5.6.10.1.1 Formato de la referencia de llamada

Recordemos que la referencia de llamada, es aquella información que tiene cada SP de origen o destino, la cual identifica la llamada, siendo independiente del circuito utilizado.

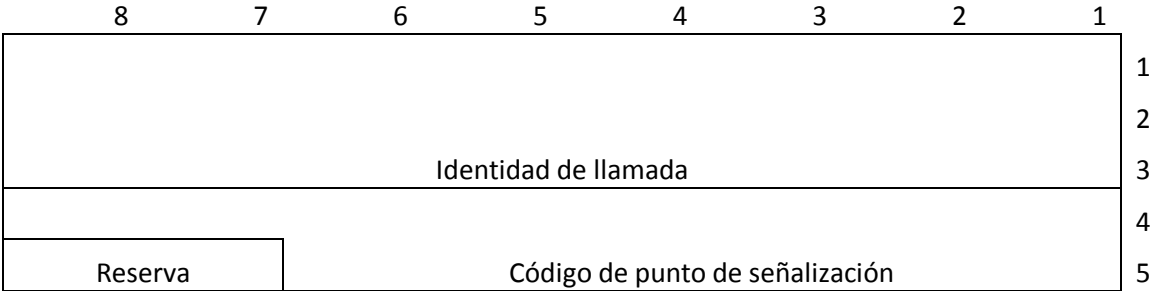


Figura 21 formato del parámetro de referencia de llamada

- Identidad de llamada

Es un conjunto de números en binario el cual determina la identificación que le atribuirá a la llamada.

- Código de punto de señalización

Es el código que identifica al SP y que es enviado por cada SP y así conformar la referencia de llamada.

4.5.6.10.1.2 Formato del parámetro la parte llamada¹⁷

El parámetro correspondiente a la parte llamada es aquel que identifica la parte que llama. El formato del parámetro en mención se describe a continuación:

8	7	6	5	4	3	2	1	
Par/ impar	Indicador de la naturaleza de la dirección							1
INN	Indicador de plan de numeración			reserva				2
Segunda señal de dirección				Primera señal de dirección				3
								
Relleno				enésima señal de dirección				m

Figura 22 Formato de octetos del parámetro de la parte llamada

- Indicador par/impar

Es información enviada en compañía con una dirección, para indicar si el número de señales de dirección es impar o par, el campo con un '0', indica que el número de señales es par y con un '1', indica que el número de señales es impar.

- Indicador de naturaleza de dirección

Es información enviada que determina el rango de números del plan de numeración utilizado.

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	
0	0	0	0	0	0	0	Reservado
0	0	0	0	0	0	1	Número de abonado (nacional)
0	0	0	0	0	1	0	Desconocido para uso nacional
0	0	0	0	0	1	1	Número nacional significativo

¹⁷ UIT-T Q.763, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Sistema de señalización N.º 7 – Formatos y códigos de la parte usuario de la RDSI, DICIEMBRE/1999, 3.9 Número de la parte llamada

0	0	0	0	1	0	0	Número internacional
0	0	0	0	1	0	1	Número específico de la red (nacional)
0	0	0	0	1	1	0	Número de encaminamiento de red en formato de número (nacional)
0	0	0	0	1	1	1	Número de encaminamiento de red, en formato de número específico de red (nacional)
0	0	0	1	0	0	0	Número de encaminamiento de red concatenado con numero de guía (Nacional)
0	0	0	1	0	0	1	Libre
a							
1	1	0	1	1	1	1	
1	1	1	0	0	0	0	Reservado para uso nacional
a							
1	1	1	1	1	1	1	

Tabla 12 Codificación del campo de indicador de naturaleza de dirección

- Indicador de número de red interna

Es información que es enviada al SP de destino que indica si el número contenido en el parámetro es generado por la red

- Indicador de plan de numeración

B2	B1	B0	Plan de numeración
0	0	0	Reserva
0	0	1	Plan de numeración de telefonía/ RDSI
0	1	0	Reserva
0	1	1	Plan de numeración de datos
1	0	0	Plan de numeración de télex (Dispositivo telegráfico)
1	0	1	Reservado para uso nacional
1	1	0	Reservado para uso nacional
1	1	1	Reserva

Tabla 13 Codificación del plan de numeración para ISUP

- Señales de dirección

Es el elemento que lleva consigo el número de información de dirección real, la señal de dirección que empieza en el bit (MSB, most significant bit), es transmitido de primeras, las señales de dirección siguientes se envían en campos sucesivos de 4 bits

B7	B6	B5	B4	Señal de dirección
0	0	0	0	Cifra 0
0	0	0	1	Cifra 1
0	0	1	0	Cifra 2
0	0	1	1	Cifra 3
0	1	0	0	Cifra 4
0	1	0	1	Cifra 5
0	1	1	0	Cifra 6
0	1	1	1	Cifra 7
1	0	0	0	Cifra 8
1	0	0	1	Cifra 9

Tabla 14 Codificación de las señales de dirección

- Relleno

Este campo es utilizado para señales de dirección que son impares, el campo que queda faltante en el octeto se rellena con '0000', después de la última señal de dirección.

4.5.6.10.1.3 Parámetro de categoría de la parte que realiza la llamada

Otro parámetro a tener en cuenta, es el de categoría de la parte que realiza la llamada, el cual es un campo de un octeto, que contiene información acerca del tipo de lenguaje utilizado por el operador de la parte llamante, es codificado por los 8 bits del octeto.

4.5.6.10.1.4 Parámetro indicador de llamada hacia adelante

Este parámetro provee información relativa a las características de la conexión y la ruta de señalización, es un campo que utiliza dos octetos, que contienen campos usados para informar al receptor acerca de los servicios que deberán asociarse con la llamada, es codificada para informar si:

- Indicador de llamada nacional o internacional (1 bit).
- Indicador del método de transferencia de extremo a extremo (2 bits).
- Indicador de interfuncionamiento (1 bit).
- Indicador de información de extremo a extremo (nacional) (1 bit).
- Indicador de la parte de usuario RDSI (1 bit).
- Indicador de acceso RDSI (1 bit).
- Indicador del método SCCP (2 bits).
- Indicador de tasación (2 bits).
- Libre (1 bit).
- Reservados para uso nacional (2 bits).

4.5.6.10.1.5 Parámetro indicador de la naturaleza de la conexión

Este campo provee información relativa al trayecto de transmisión utilizado en la conexión; es un campo de un octeto y se codifica de la siguiente forma

- Los circuitos satelitales están presentes en la conexión (2 bits)
- Los dispositivos de eco están presentes (1 bit)
- Indicador de revisión de continuidad (2 bits)

4.5.6.10.1.6 Parámetro de información de servicio de usuario

Es un campo con información que indica la capacidad de la portadora, es un campo de 3 a n octetos; contiene las características de informar.

- Tasa de transferencia de la información
- Modo de transferencia (Circuito/Paquete)
- Esquemas de adaptación
- Operaciones síncronas o asíncronas.

4.5.6.10.2 MENSAJE DE DIRECCIÓN COMPLETA (ACM, ADDRESS COMPLETE MESSAGE)

Este tipo de mensaje es enviado por parte del destino, como respuesta al origen, para indicar que se ha recibido la petición correctamente y que están listos los parámetros de llamada de la parte llamada.

Este mensaje se codifica como tipo de mensaje '00001101' y contiene un parámetro obligatorio, el cual es el indicador de llamada hacia atrás; éste indicador es de dos octetos de longitud, contiene los mismos datos del parámetro de llamada hacia adelante; adicionando los siguientes indicadores que se decodifican así:

- Indicador de estados de la parte llamada (2 bits)
- Indicador de la categoría de la parte llamada (2 bits)
- Indicador de la retención (1 bit)
- Indicador de dispositivo de protección contra el eco (1 bit)

4.5.6.10.3 MENSAJE DE RESPUESTA (ANM, ANSWER MESSAGE)

Mensaje enviado de la parte de destino, a la parte llamante que indica que la llamada ha sido respondida, es en este momento, donde se empieza la tasación de la llamada y algunas supervisiones como la duración de la llamada.

Este mensaje se codifica como tipo de mensaje '00001001'; los parámetros que se tiene en cuenta en este tipo de mensaje: es el parámetro de referencia de llamada, qué es aquella información que, es independiente del circuito que identifica la llamada; tal información es la identidad de llamada y el código de punto de señalización. El parámetro de referencia de llamada es codificado para la representación binaria en dos o tres octetos, según la cantidad de bits y, dos octetos para el campo de código de punto de señalización.

Otro parámetro a tener en cuenta es el indicador de información, el cual representa aquella información que identifica los parámetros facultativos incluidos en el mensaje; este parámetro se codifica en dos octetos de la siguiente manera:

- Indicador de respuesta sobre la dirección de la parte llamante. (2 bits)
- Indicador de conexión retenida (la parte llamada puede retener la conexión, para después liberarla o rechazarla). (1 bit)
- Indicador de respuesta sobre la categoría de la parte llamante. (1 bit)
- Indicador de respuesta sobre la información de tasación (1 bit)
- Solicitud de indicador de información. (1 bit)
- Resto de bits son de reserva.

4.5.6.10.4 PARÁMETROS DEL MENSAJE DE LIBERACIÓN (REL, RELEASE MESSAGE)

Este mensaje es enviado ó por el destino ó por el origen, para indicar que, el circuito se libera por algún motivo y que se encuentra preparado para pasar recibir el mensaje de liberación completa (RLC, Release complete Message); en este proceso los recursos utilizados para la llamada son liberados, el único parámetro obligatorio para este mensaje es el parámetro de indicador de causa; este parámetro es especificado en la recomendación ITU-T Q.850, en donde el campo de valor de causa identifica la causa exacta de la liberación del circuito.

El campo de valor de causa es un octeto, en donde los bits del (0 al 3) van a codificar la información de causa y, los bits de (6-4) codifican la clase de causa.

Clase	Definición	Ejemplo (información de causa)
000	Suceso normal	No hay ruta hacia el destino (0011)
001	Suceso normal	Liberación normal de la llamada (0000)
010	Recurso indisponible	Red fuera de servicio (0110)
011	Servicio u opción no disponibles	Prohibición de llamadas salientes dentro de un grupo cerrado de usuarios (0101)
100	Servicio u opción no implementado	Capacidad de portadora no implementada (0001)
101	Mensaje no valido	Identidad de llamada en uso (0100)
110	Error de protocolo	Contenido de elemento de información no valido (0100)
111	interfuncionamiento	No especificado (1111)

Tabla 15 Codificación de las causas y ejemplos del mensaje de liberación

4.5.6.10.1 PARÁMETRO DEL MENSAJE DE LIBERACIÓN COMPLETA (RLC, RELEASE COMPLETE MESSAGE)

Este mensaje es enviado por el destino ó el origen, como respuesta del mensaje de liberación (REL), y significa que el circuito vuelve a su estado de reposo y queda a esperas de otra llamada, en este punto, la tasación ya ha terminado. El único parámetro obligatorio en este mensaje, es el fin de parámetros facultativos que, es un mensaje que va seguido del octeto de fin de parámetros facultativos.

4.5.6.10.2 PARÁMETRO DEL MENSAJE DE DIRECCIÓN SUBSIGUIENTE (SAM, SUBSEQUENT ADDRESS MESSAGE)

Este mensaje puede enviarse después de un mensaje IAM, para comunicar información adicional a la dirección de la parte llamada, tiene un parámetro obligatorio que, es el número subsiguiente; este número contiene dígitos adicionales de la dirección de la parte llamada y se codifica en varios octetos que, varían según la cantidad de señales de dirección.

4.5.6.10.3 PARÁMETRO DE CONTINUIDAD DE MENSAJES (COT CONTINUITY MESSAGE)

Este mensaje es enviado por la parte de origen, para indicar si hay ó no continuidad en el circuito, entonces, se puede definir como una prueba de que, el canal está siendo utilizado, tiene continuidad; tiene solo un parámetro que es el indicador de continuidad; este parámetro provee información del resultado de la prueba de continuidad, sí la prueba es exitosa, se puede decir con certeza que, el trayecto de la comunicación tiene continuidad; este parámetro se codifica en un octeto, el cual utiliza solo un bit para indicar sí la prueba fracaso o tuvo éxito, '0' si fue fracaso, '1' si fue exitosa.

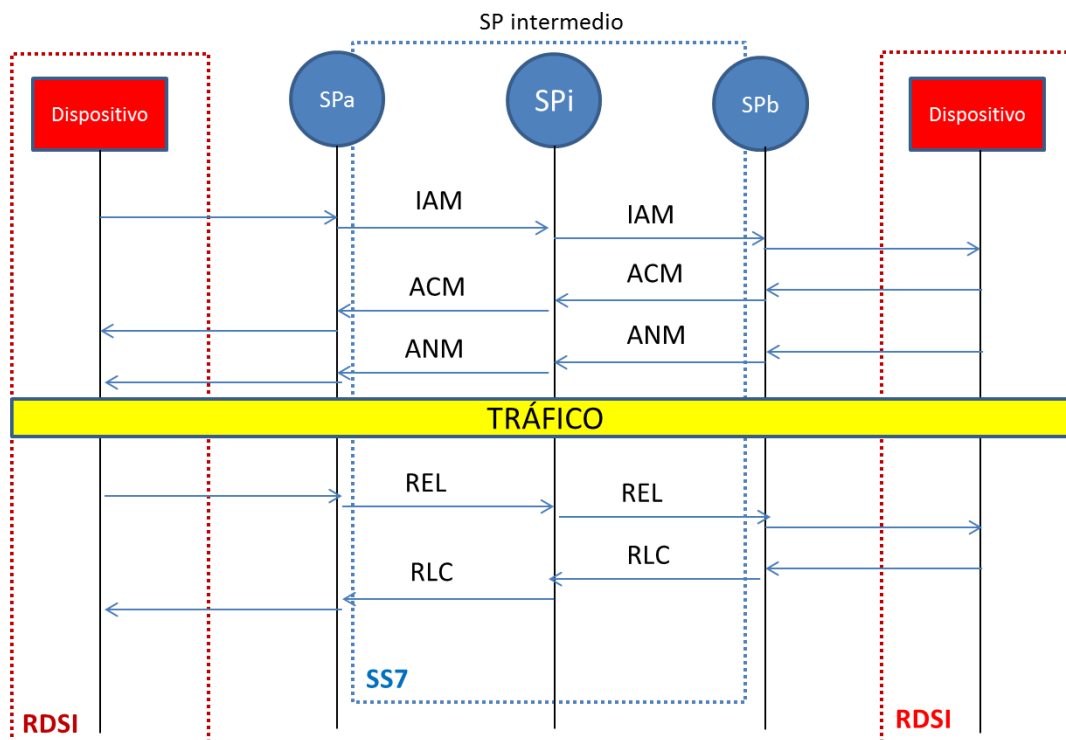


Figura 23 Ejemplo de interacción de puntos de señalización con el tipo de mensajes ISUP y la parte RDSI

4.5.7 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS¹⁸

RDSI ofrece mensajes y parámetros que fueron creados para el soporte de servicios complementarios, a través de la red SS7; ISUP proporciona la

¹⁸ UIT-T Q.730, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Sistema de señalización N.º 7 – Servicios suplementarios de la parte usuario de la RDSI, DICIEMBRE/1999, 11 Lista de los servicios suplementarios

flexibilidad para acomodar diferencias entre proveedores de servicios RDSI, utilizando un conjunto de mensajes y parámetros opcionales, algunos de estos servicios complementarios son:

- Servicios suplementarios de identificación de número
- Servicios suplementarios de ofrecimiento de llamadas
- Servicios suplementarios de completación de llamada
- Servicios complementarios multipartitos
- Servicios complementarios con comunidad de intereses
- Servicios complementarios relacionado con la tarificación

Parte de estos servicios son utilizados hoy en día, especificaré uno de los más importantes que están en auge hoy en día como lo es la portabilidad numérica.

4.5.8 PROCEDIMIENTO DE LA PORTABILIDAD NUMÉRICA

Un número de directorio es un esquema de numeración nacional que, es atribuido al cliente para el servicio telefónico, a la vez ese número de directorio, es atribuido por la autoridad del plan de numeración al cliente ó, también, indirectamente, cuando los proveedores de servicio gestionan varios bloques de números; esto quiere decir que, un rango de números son atribuidos internacionalmente para un país en específico, y este país atribuye parte de los números a los proveedores; los proveedores conservan estos números en una base de datos que, está directamente conectada con la central de conmutación del proveedor. El número de directorio cuenta con parámetros especiales que identifican el proveedor y la red del proveedor a la cual pertenece.

En el proceso de la portabilidad numérica, el cliente posee un número telefónico el cual pertenece a un proveedor en específico, el cliente solo debe indicar a cual proveedor quiere cambiarse, este proveedor, también tiene su central de conmutación y su red de identificación, a esta central se le llamara central iniciante, para hacer el traspaso del número, es necesario saber cuál es el número de encaminamiento de red; pues, este es, la identificación como tal de la red; sí se hace el borrado de ese número de identificación, el número del cliente ya no pertenecerá a una red en específico, entonces, un nuevo número de identificación será donado por la central de iniciación y así pertenecerá esta número a otra red pero con el mismo número.

En telefonía móvil celular, es necesario hacer el borrado del número de identificación IMSI, el cual se encuentra en la base de datos del operador y, también hacer una relación de número en el STP del operador, para indicarle al usuario la portabilidad del número.

4.6 PARTE DE APLICACIONES DE CAPACIDADES DE TRANSACCIONES (TCAP).

4.6.1 DEFINICIÓN

TCAP se define como la interfaz entre la parte de red (MTP-3 SCCP) y la parte de aplicación del usuario, TCAP tiene la capacidad de hacer transacciones con el objetivo de suministrar servicios prestables a aplicaciones que requieran medios de transferencia, TCAP se encuentra en dos subniveles: el subnivel de componente y el subnivel de transacción.

TCAP define el formato y campos que permiten a un SP ó a un Punto de control de servicio (SCP) formular una solicitud de acceso TCAP hacia otro nodo que, pueda interpretar señalización y que tenga una base de datos; TCAP es convergente a diferentes tipos de arquitectura.

4.6.2 EJEMPLOS DE TCAP

- Ofrece el servicio de transacciones con el protocolo MAP para la movilidad del usuario GSM.
- Ofrece el servicio de llamada en espera y repique distintivo.
- Ofrece servicio de desvío de llamadas para la parte de usuario RDSI.
- Ofrece el servicio para acceder a bases de datos que contienen información de perfiles de usuario.
- Ofrece servicios de gestión en conmutadores de líneas telefónicas para poder acceder a este sin un servicio de conexión.

4.6.3 SUBNIVELES DE TCAP¹⁹

TCAP realiza peticiones de procedimientos remotos, es decir, sin conexión. TCAP está dividida en dos subniveles: el subnivel de transacción y el subnivel de componente; el subnivel de transacción, tiene la capacidad de traspaso de información entre usuarios TCAP de una misma transacción, esta información está contenida dentro de mensajes TCAP con sus respectivos parámetros, el otro subnivel es el de componente que, es el encargado de emitir una operación de invocación, esto por medio de unidades de datos de protocolo de aplicación

¹⁹ UIT-T Q.771, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Descripción funcional de las capacidades de transacción, JUNIO/1997.

(APDU application protocol data unit), con el objetivo de enviar operaciones a la aplicación remota.

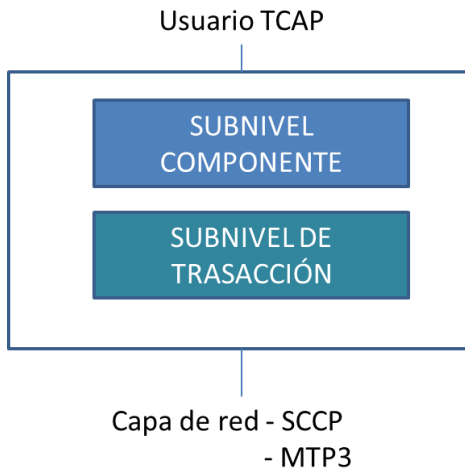


Figura 24 Subniveles de TCAP

4.6.3.1 Subnivel Componente

El servicio proporcionado por este subnivel define a un componente, cómo el agente que emite una operación, la cual es una acción que, debe transportarse al lado de destino, esta emisión de operación debe identificarse por medio de una identificación; el lado de destino debe emitir una respuesta por cada operación. Estas operaciones y respuestas van dentro del mensaje TCAP y, es entregado individualmente, identificados por un número ID; cuando se tienen intercambio seguido de componentes; esto con el objetivo de cumplir la comunicación de una aplicación, a este proceso se le denomina diálogo; puede existir el diálogo estructurado y el diálogo no estructurado, este último es un conjunto de operaciones que no esperan respuestas, es decir, que el diálogo es unidireccional; el diálogo estructurado es el flujo bidireccional entre dos usuarios TCAP.

En el dialogo estructurado utiliza 4 tipos de APDU para su comunicación estos son:

- Empieza un diálogo
- Se confirma un diálogo
- Se continua el diálogo, cuando hay dialogo estructurado
- Termina el diálogo

La instrucción “empieza diálogo”, es usada cuando una aplicación desea comunicarse con otra, la instrucción “se confirma diálogo”, reporta el resultado de la operación entre aplicaciones y, la instrucción “termina el diálogo” es utilizada para emitir al lado de destino que no envíe más componentes.

Se utilizan cuatro unidades de datos de protocolo (PDU, protocol data units), estas son: la Invocación, el retorno de resultado, el retorno de error y el rechazo; la invocación hace la gestión para solicitar la realización de una operación; el retorno de resultado se utiliza para transportar cada parte del resultado, salvo el último, ya que, se debe asegurar de alguna medida la recomposición de datos de usuario; el retorno de error se utiliza para informar que una operación no ha sido completada con éxito y el rechazo se utiliza para informar sobre un componente incorrecto.

4.6.3.1.1 IDENTIFICADOR DE INVOCACIÓN

Se utiliza un ID de invocación, para identificar de manera única la invocación de una operación o respuesta, esto permite relacionar la respuesta con la operación y viceversa.

4.6.3.1.2 CÓDIGO DE OPERACIÓN

Este código indica la operación exacta que se va a invocar, está presente en un tipo de componente de invocación.

4.6.3.2 Subnivel de transferencia

La comunicación de esta subcapa se describe por medio de primitivas de transacción las cuales son:

4.6.3.2.1 TR-UNI

Esta primitiva envía una solicitud y también una notificación de información de un usuario a otro, sin establecer una asociación de conexión.

4.6.3.2.2 TR-COMIENZO

Esta primitiva indica el comienzo de una transacción entre dos usuarios, se envía como una solicitud al usuario de destino y también como una notificación de los datos de usuario de origen

4.6.3.2.3 TR-CONTINUACIÓN

Esta primitiva permite el intercambio de mensajes de transacciones entre dos usuarios, en sentido bidireccional, haciendo continuamente solicitudes y notificaciones en mensajes de usuario.

4.6.3.2.4 TR-FINALIZACIÓN

Esta primitiva es utilizada para finalizar una transacción entre dos usuarios, existen tres tipos de finalización: la finalización preconcebida, la finalización básica y el aborto; la finalización preconcebida es una decisión del usuario local o destino que puede ocurrir en cualquier momento, sin tener en cuenta en qué estado se encuentre la transacción; la finalización básica es una decisión de cualquier parte origen o destino, pero se tiene que hacer una petición e indicación para la confirmación de la comunicación, y la finalización aborto, puede ser concebida por cualquier parte de usuario, la cual tiene información del aborto, en esta primitiva solo se envía la solicitud sin importar si se pierden datos de transacción.

4.6.4 MENSAJE TCAP²⁰

Antes de definir un mensaje TCAP, definiré que es un “elemento de información”, el cual debe entenderse cómo la forma de representar la codificación de la estructura del mensaje; según el contenido del elemento de información, se clasifica en dos tipos de elementos de información: cuando el contenido de cada elemento de información es sólo un valor se llama primitivo y cuando el contenido de cada elemento de información es uno ó más elementos de información, es un elemento de información constructor.

Un mensaje de TCAP se define como un sólo elemento de información constructor, que se conforma de tres porciones: la de transacción, de dialogo y de componente; la porción de transacción contiene los elementos del subnivel de transacción que, corresponde al control y comunicación de los pares al realizar una transacción; la porción de componente contiene elementos del subnivel de componentes y se encarga de las operaciones y respuestas en aplicaciones y finalmente la porción de dialogo corresponde al intercambio de información de usuario y negociación del contexto de la aplicación.

²⁰ UIT-T Q.771, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Formatos y codificación de las capacidades de transacción, JUNIO/1997.

4.6.4.1 Codificación del mensaje TCAP

La codificación de la estructura del mensaje está conformada por el rótulo, la longitud y el contenido; el rótulo se encarga de identificar el tipo de mensaje; la longitud especifica la longitud del contenido y el contenido es la información significativa del mensaje; la estructura se codifica en uno ó más octetos, en donde el bit más significativo (MSB, most significant bit) del primer octeto es transmitido de último lugar y el bit menos significativo (LSB, least significant bit) del último octeto es transmitido en primer lugar.

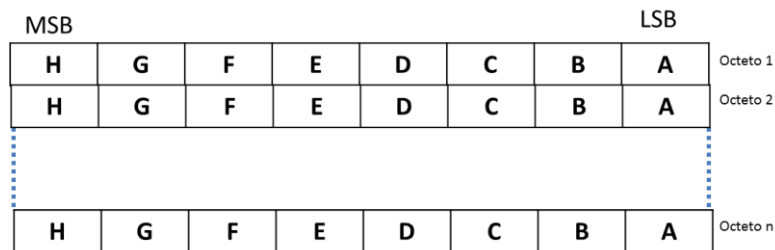


Figura 25 Orden de octetos en el mensaje TCAP

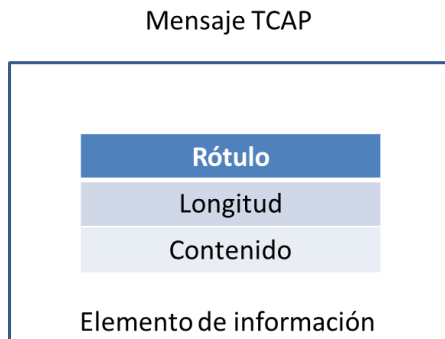


Figura 26 Campos del Mensaje TCAP

4.6.4.1.1 RÓTULO

El rótulo es el identificador del tipo de mensaje, debe ir de primeras en el mensaje, con el objetivo de que el receptor pueda interpretar el contenido; el rótulo está compuesto de la clase la forma y el código de rótulo así:

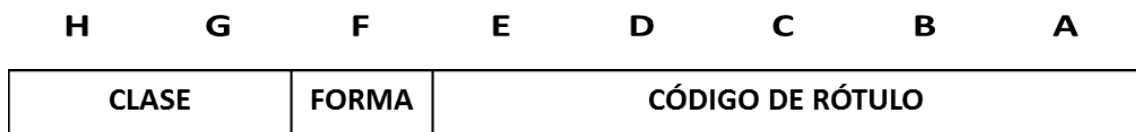


Figura 27 ubicación de la clase, forma y código del Rótulo

4.6.4.1.1.1 Clase de rótulo

Es el identificador que distingue entre tipos de datos y específica como el resto del elemento es interpretado, hay cuatro clases de clases de rótulo, que se codifican de la siguiente manera:

Clase de rótulo	Codificación
Universal	00
Propio de la aplicación	01
Contexto específico	10
Uso privado	11

Tabla 16 Codificación de la clase de rótulo

- Clase Universal

Estos son los rótulos que están normalizados por la ITU-T y que son independientes de una aplicación.

- Clase propio de la aplicación

Esta clase corresponde a elementos de información de aplicaciones que ya están normalizadas y que son acogidas por normas internacionales.

- Clase de contexto específico

Esta clase hace referencia a elementos de información que se definen dentro del contexto de la misma aplicación, es decir, están limitados por la aplicación.

- Clase de uso privado

Esta clase se reserva para elementos de información están reservados para uso privado, se utiliza para identificar elementos de información que no están normalizados por la ITU-T.

4.6.4.1.1.2 Formato de rótulo

Este bit es utilizado para identificar si el elemento de información es primitivo ó constructor, cuando tiene el valor de '0', es primitivo y, quiere decir que es un elemento que no tiene estructura interna de datos, es constructor cuando tiene el valor de '1' y, quiere decir que el elemento posee uno o más elementos de información.

Forma de rótulo	Codificación
Primitivo	0
Constructor	1

Tabla 17 Codificación del Formato de rótulo

4.6.4.1.1.3 Código de rótulo

El código de rótulo está conformado por cinco bits, el objetivo de estos bits es distinguir entre tipos de datos de la misma clase, un ejemplo, es poder distinguir entre un tipo de dato (STRING) a un (INTEGER), los códigos de rótulo se codifican entre '00000' hasta '11110'.

Cuando el sistema requiere más octetos, los cinco bits presentes en el código de rótulo del primer octeto, se codifican en '11111', además, el bit H del siguiente octeto se pone en '1' para indicar que continúan más octetos y cuando este bit se pone en '0', indica que es el último octeto

4.6.4.1.2 LONGITUD

La longitud del contenido especifica la dimensión en términos de número de octetos del contenido, puede tomar tres formas: corta, larga o indefinida, la primera se define en el rango 1 a 128 octetos, si el rango es de superior a 127 octetos, se utiliza la forma larga; la forma indefinida, puede tener una longitud de un octeto y se utiliza para sustituir formas cortas y largas.

4.6.4.1.2.1 Codificación de longitud

- Forma corta

Los 7 bits de G-A representan en número binario la longitud de los contenidos y el bit H se pone en '0'.

- Forma Larga

El bit H del primer octeto se pone en '1' y los bits de G-A de este octeto se codifican en número binario que, indica el número de octetos, este número binario debe codificarse con el menor número de octetos posibles.

4.6.4.1.3 CONTENIDO

Es la información significativa actual del elemento; tiene una longitud variable que, es interpretada en base a la codificación, es decir, el tipo de mensaje de acuerdo al valor del rótulo.

4.6.4.2 Estructura de un mensaje TCAP

- Rótulo del tipo de mensaje: especificado en 4.6.4.1.1.
- Longitud total del mensaje: en 4.6.4.1.2.
- Rótulo del tipo de transacción: Este contiene la identificación de cada transacción, es codificado como “uso privado” nacional y primitivo
- Contenido de la transacción: Este campo contiene uno o más rótulos de transacción, estos rótulos de transacción son asignados por el iniciador del mensaje, y respondidos por el receptor del mensaje con el mismo valor que asignó la transacción generadora.
- Rótulo de la porción de componente: Esta campo identifica una secuencia de componentes y es codificado como constructor.
- Rótulo de tipo de componente: Este campo identifica el tipo de componente, recordémoslos: invocar, retorno de resultado, retorno de error y el rechazo.
- Identificador del componente: Este campo es utilizado para identificar que componentes siguen el mensaje.
- Código de operación: Son códigos específicos de la aplicación que no son compilados por TCAP.

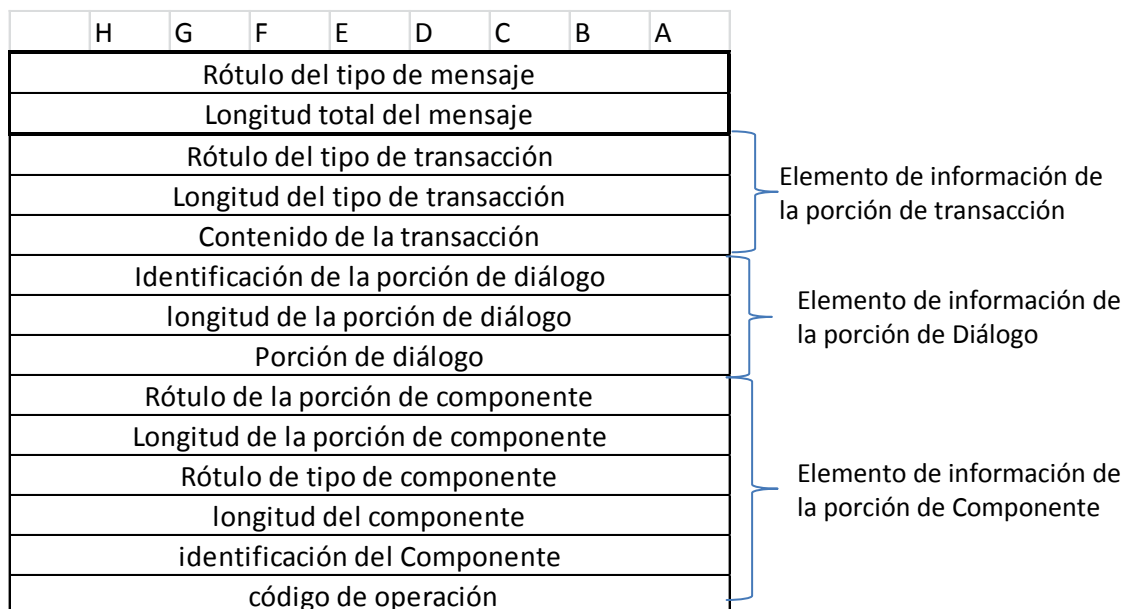


Figura 28 Estructura del mensaje TCAP

4.6.5 OPERACIÓN DE TCAP

En una operación TCAP, se debe tener en cuenta los procesos de aplicación y el de la parte TCAP. El proceso de aplicación pasa una primitiva a la parte TCAP, la cual contiene el tráfico de la aplicación; este tráfico es codificado en parámetros y ubicado en una transacción TCAP, esta transacción puede ocupar más de un mensaje TCAP ejecutándose, entre los procesos de aplicación de origen y destino, estos procesos pueden involucrar una acción llamada acción de traspaso (handover).

El handover en TCAP involucra un tercer nodo por donde pasará la transacción, este traspaso puede ser permanente o temporal; en el escenario de 3 nodos, TCAPa, TCAPb y TCAPc; en donde el nodo TCAPa decide iniciar el proceso, enviando un mensaje de invocación al nodo TCAPc, que debe ser traspasado por el TCAPb. El nodo TCAPa debe especificar que una operación de traspaso temporal está teniendo lugar, luego de esto el nodo TCAPa, envía los componentes que este desea que procese el nodo TCAPb, tales parámetros deben especificar la identificación de transacción entre el TCAPa y TCAPc y también la dirección en la etiqueta SCCP del nodo TCAPa.

Las transacciones pueden ser intercambiadas en una o ambas direcciones; la elección de la ruta de comunicación es determinada por el proceso de las aplicaciones, cuando el proceso inicia la transacción. Cuando se inicia una transacción, la parte originadora asigna un ID y este es utilizado para todos los mensajes pertenecientes a la transacción en curso hasta que finalice.

5 Redes de nueva generación (NGN, Next Generation Networks)

5.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

SS7 no se podía quedar atrás ante la aparición de redes de nueva y próxima generación (NGN, Next Generation Network) que, se sustentan sobre el protocolo IP y evoluciona sus capas de la parte de: transferencia, control y usuario, para que puedan converger a IP.

La recomendación ITU-T Y.2001 define a NGN cómo: “una red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicaciones, en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas para la calidad de servicio, y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin dificultades a redes proveedores de servicios y/o servicios de su elección”¹

NGN es un modelo de arquitectura de red dividido en 4 capas, estas con el objetivo de soportar toda la gama de servicios IP, tales como: video, audio, imagen; con soluciones como IPTV, VoIP, streaming, servidores de mensajería instantánea integrados, entre otros.

5.2 REQUISITOS NGN

- Red basada en paquetes.
- Control de todo tipo de servicios por capas de funcionalidad.
- Interoperabilidad entre redes con “interfaces abiertas” con otro tipo de redes.
- Soporte de tecnologías última milla.
- Soporte de convergencia para redes móviles y redes fijas.

5.3 CAPAS FUNCIONALES DE NGN

- Aplicación
- Control

¹ UIT-T Y.2001, INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN, Visión general de las redes de próxima generación, DICIEMBRE/2004

- Transporte
- Acceso

5.4 PORTOCOLOS DE NGN

NGN utiliza varios protocolos para la gestión de los servicios, estos se reparten en: protocolos de señalización, protocolos de sesión de llamadas y para el control de tráfico; en la figura 30 se especifican estos protocolos. Los protocolos como SS7 e ISUP no son propiamente de NGN, pero uno de los requisitos de una red NGN, es poder dar convergencia, por esta razón este tipo de protocolos son tenidos en cuenta.

PROTOCOLOS NGN	
Protocolos de señalización	SS7
	SIGTRAN
Protocolos de sesión de llamadas	ISUP
	SIP
	H.323
Protocolos de control de tráfico	H.248
	MGCP

Figura 30 Protocolos utilizados en las redes de nueva generación

5.5 ELEMENTOS DE RED QUE HACER LA CONVERGENCIA DE UNA RED NGN

Para que la red NGN pueda tener convergencia con las antiguas redes de conmutación y, pueda manejar el tráfico sobre IP, tres nuevos elementos de red son tenidos en cuenta, estos son: la Media Gateway (MG), la Media Gateway controller (MGC) y el Signalling Gateway (SG).

5.5.1 MEDIA GATEWAY

Este elemento se ocupa principalmente de los medios de comunicación, este convierte los medios de comunicación que, tienen un formato en otro formato, por ejemplo, la Media Gateway puede tomar las troncales TDM, desde la telefonía pública básica conmutada (TPBC), hacer una recodificación y compresión de estas señales y empaquetarlas para enviarlas por la red IP; esto utilizando el protocolo de tiempo real (RTP, Real Time Protocol).

La MG también suple funciones de señalización, cómo lo es: la generación de tonos y ruidos de confort, detección de frecuencias de señalización y hacer pruebas de continuidad en las líneas, es decir, la Media Gateway es el elemento de red que hace la convergencia entre las redes de comunicaciones.

5.5.2 MEDIA GATEWAY CONTROLLER

Tiene el control de la MG, es el encargado del procesamiento de la llamada, además gestiona los recursos de la misma.

La MGC controla a la MG utilizando el protocolo H.248 (Megaco, Media gateway controller), este protocolo separa el procesamiento lógico de la llamada y hace el control de la misma, entonces la MGC envía los mandos de conversión de un protocolo de origen a un protocolo que maneja una red de destino.

5.5.3 SIGNALLING GAYEWAY

Este elemento traduce protocolos de señalización entre diferentes redes, es decir, que convierte protocolos de señalización entre redes, por ejemplo, en una red de conmutación de circuitos, puede tomar la señalización SS7 y convertirla en señalización SIGTRAN que es utilizada por redes IP.

5.6 ARQUITECTURA DE CONVERGENCIA ENTRE CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS Y PAQUETES

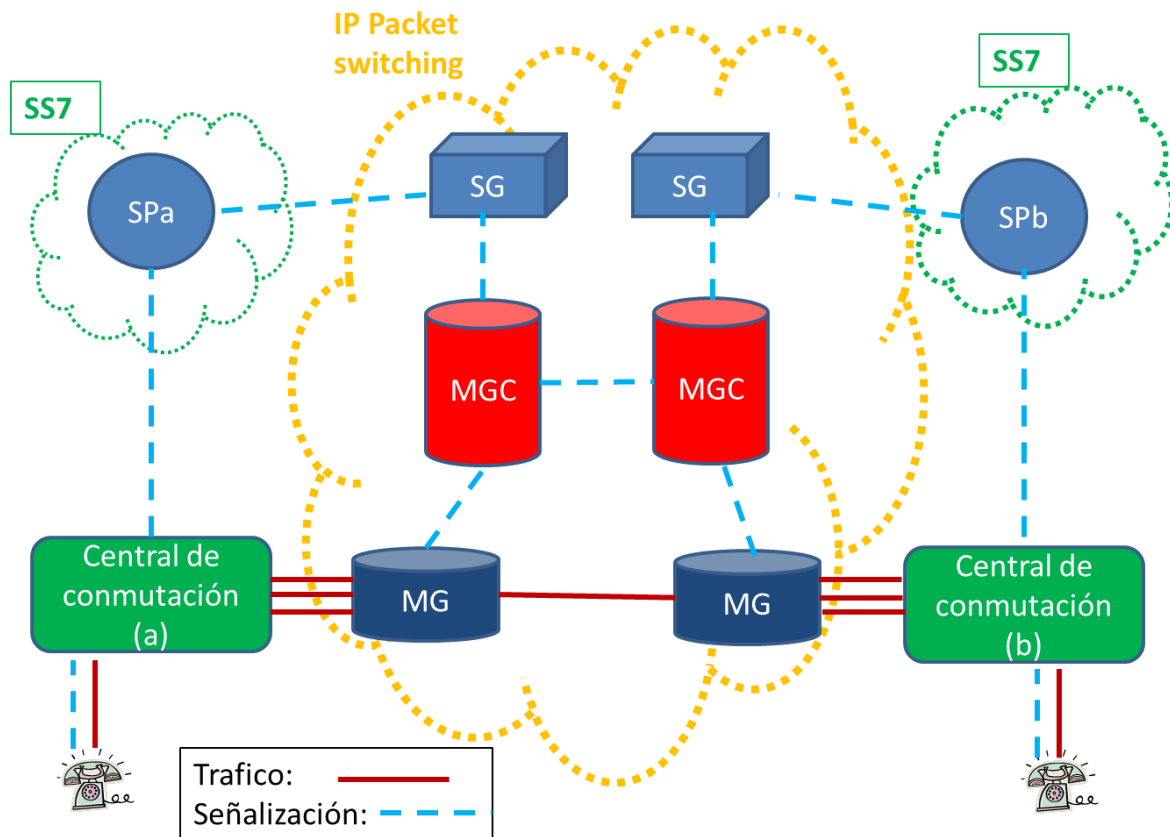


Figura 31 Arquitectura de convergencia SS7 sobre IP

El encaminamiento de llamadas sobre IP se conoce como VoIP, el procesamiento de estas llamadas se hace mediante una central de conmutación llamada softswitch, un softswitch, es lógicamente la unión de un MGC y un SG; es prácticamente un servidor en donde el usuario inicia sesión y gestiona la señalización del tráfico del mismo.

6 SIGTRAN

6.1 DEFINICIÓN

SIGTRAN se define como la pila de protocolos encargada de trasportar señalización SS7 sobre redes IP; se debe aclarar que, SIGTRAN no es un protocolo.

SIGTRAN utiliza un conjunto de capas de adaptación que, soportan las primitivas de los protocolos anteriormente estudiados; para las redes de conmutación de circuitos, también debe proveer un protocolo de transporte de señalización común y el encaminamiento por redes IP.

6.2 EL CONJUNTO DE CAPAS DE SIGTRAN

CAPAS DE APAPTACIÓN
PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSPORTE DE FLUJO (SCTP, STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL)
INTERNET PROTOCOLO IP

Figura 32 Capas de SIGTRAN

6.2.1 PROTOCOLO DE CONTROL DE TRANSPORTE DE FLUJO (SCTP, STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL)¹

El protocolo de trasporte de señalización implementado en SIGTRAN es Stream Control Transmission Protocol (SCTP); ya que los protocolos convencionales de trasporte IP, cómo lo son: Transmission Control Protocol (TCP) y User Datagram Protocol (UDP), no soportaron los requerimientos de transporte de señalización de SIGTRAN; UDP se descartó por su falta de requisitos para el orden de transmisión, ya que no garantiza la entrega ordenada de los mensajes, por tanto, no satisface las necesidades de seguridad que impone SS7 y, TCP se descartó por sus grandes tiempos que requiere para recuperar la perdida de paquetes, ya que cuando detecta la perdida de algún paquete, pára la transmisión, hasta que el

¹IETF, RFC 2960, Stream Control Transmission Protocol

paquete sea entregado; análogo a un escenario en SS7, un mensaje de llamada mal entregado retrasaría todos los mensajes de llamada del canal común.

6.2.1.1 Características de SCTP

- Acuse de recibo libre de errores.
- Define tiempos de reintento menores que TCP.
- Segmentación de datos para conformar el tamaño de un MTU (Maximum transmission unit).
- Orden secuencial en la entrega de mensajes, gestionado por una base de flujo.
- Agrupación y fragmentación de datos de usuario.
- Evasión de congestión en la transmisión de datos de usuario.
- Mecanismo de gestión y monitoreo para controlar el acceso del usuario.

6.2.1.2 Funciones de SCTP

6.2.1.2.1 FUNCION DE NODOS EXTREMOS

SCTP es un protocolo orientado a conexión, cada extremo de la conexión es un nodo final de SCTP; cada nodo final se representa por la dirección que, asocia STCP al proceso de transporte, esta dirección consta de una o más direcciones IP, con solo un puerto SCTP.

6.2.1.2.2 ASOCIACIÓN SCTP

Una comunicación de los extremos SCTP se define como asociación, en una asociación los nodos deben pasar información de estados para los diferentes procedimientos de comunicación, después de que esta asociación ha sido creada, los datos correspondientes a cada usuario pueden ser intercambiados

La asociación se define cómo la combinación de las direcciones IP, con un solo puerto relacionado, con un nodo final

6.2.1.2.3 CONTROL DE ENTREGA DE MENSAJES

Una de las principales características de SCTP es que utiliza secuencias para la transferencia de datos, estas secuencias son asignadas por el número de secuencia de stream (SSN₁, Stream Sequence Number) y por el número de secuencia de transmisión (TSN, Transmission Sequence Number), los cuales

están relacionados; por su parte el TSN, es independiente del Stream por el cual se está enviando el mensaje; el extremo receptor envía acuses de recibo de todos los TSN's recibidos, aunque no lleguen de forma ordenada, entonces la fiabilidad en la entrega de los mensajes, se mantiene funcionalmente separada de la entrega ordenada del Stream.

6.2.1.2.4 STREAM

No hay traducción exacta para Stream, de aquí en adelante lo nombraré como 'stream', un stream es un canal unidireccional dentro de una asociación de dos extremos. Por medio de los stream's se pueden enviar mensajes en secuencias ordenadas y separadas independientemente de la asociación, es decir que, SCTP tiene la capacidad de tener varios stream's dentro de una sola asociación, análogo a SS7, la señalización de una llamada o servicio se envía por los llamados stream's, si un mensaje no es entregado correctamente, esto no atrasará a los stream's, ya que pueden haber más stream's dentro de una asociación y será eventualmente retransmitido.

Esta característica de SCTP hace que los mensajes puedan ser enviados en orden y que la pérdida de algún mensaje no afecte el orden de la secuencia original, ni el tiempo en la recuperación del mensaje.

6.2.1.2.5 MECANISMOS DE DETECCIÓN DE FALLAS

Como cualquier otro protocolo de transporte SCTP tiene que garantizar la entrega de mensaje, SCTP proporciona dos mecanismos para la detección de fallas, estas son:

6.2.1.2.5.1 El número máximo de retransmisiones que se permiten en la conexión

El método del número máximo de retransmisiones que se permiten en la conexión se refiere a que, si un acuse de recibo no ha sido transmitido por el destino, se iniciará un temporizador, al expirar este temporizador, el extremo origen incrementa un contador de errores y vuelve a intentar; esto con el fin de detectar cuantos eventos de reintento de mensaje han pasado; después de exceder un umbral de reintentos el destino se considera inalcanzable.

6.2.1.2.5.2 Pulsos de respuesta de confirmación.

El método de respuesta de confirmación, es útil para detectar errores de destinos que no han recibido comunicación por largos periodos de tiempo, lo que hace este

método es: configurar estos periodos de tiempo de inactividad en un rango determinado y esperar confirmación de respuestas de los destinos, si se excede el tiempo de respuesta, un contador empezara a enumerar los eventos hasta exceder un umbral determinado, cuando pasa esto el destino se considera como inalcanzable.

6.2.1.3 Formato de cabecera común SCTP

El formato de cabecera común SCTP está compuesto por 32 bits de cabecera principal, en donde se codifica el número de puerto de origen y el número de puerto de destino, seguido a esto, otros 32 bits son utilizados para una etiqueta de verificación, la cual es utilizada para validar el remitente del paquete; seguido a esta va un código CheckSum y después de estos este, sigue he llamado “chunk”, las cuales son unidades de información que, pueden contener datos de usuario o instrucciones del propio protocolo, estos tienen estructura propia y presentan una serie de campos dependientes de la función, que determinan el tipo de “chunk”.

6.2.1.4 Procedimiento SCTP

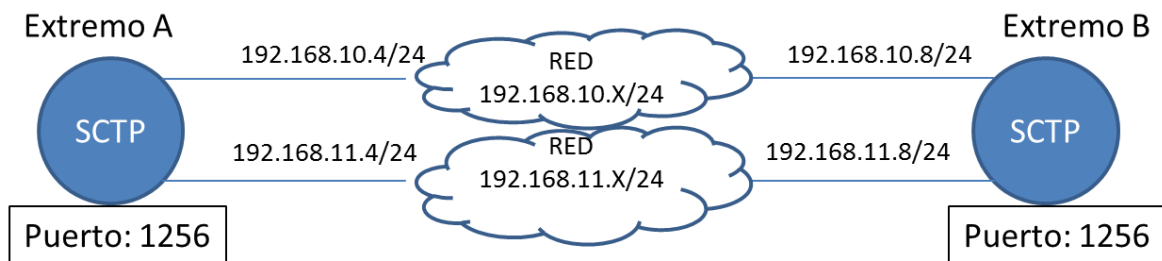


Figura 33 Ejemplo de asociaciones SCTP

En la figura 31 el extremo A y el extremo B tienen cada uno dos direcciones IP, esto significa que, cada extremo tiene dos caminos diferentes para enviar y recibir datos a través de la red; los extremos A y B pueden enviar y recibir datos por la red (192.168.10.X); si se establece esta red como el camino principal, y si es necesario retransmitir algún mensaje; se puede utilizar la red alternativa (192.168.11.X), y así sucesivamente, si los extremos tuvieran más direcciones IP asociadas, esto sería totalmente transparente para la aplicación que utilice SCTP. El puerto SCTP asignado por la Autoridad de asignación de números en internet (IANA, Internet Assigned Numbers Authority) es el 2905.

6.2.2 CAPA DE ADAPTACIÓN DE USUARIO

6.2.2.1 Definición y características

Como sabemos SIGTRAN es desarrollado para poder encaminar señalización SS7 sobre IP, la capa de adaptación de usuario encapsula las diferentes capas del protocolo SS7 para el transporte a través de IP por SCTP.

Las capas de adaptación de usuario deben dar soporte para el perfecto funcionamiento de la señalización SS7 sobre IP, deben también converger a la gestión de las asociaciones SCTP y, soportar absolutamente todas las primitivas utilizadas por la parte de transferencia en SS7, así como el control de la señalización.

SIGTRAN es una pila de protocolos que da soporte a SS7 sobre IP, el grupo de trabajo de ingeniería de internet (IETF, Internet Engineering Task Force), proporciona a la comunidad de internet las peticiones por comentarios (RFC, Request For Comments), los cuales describen, especifican y asisten en la implementación, estandarización y discusión de la mayoría de las normas, los estándares, las tecnologías y los protocolos relacionados con Internet y las redes en general; el modelo funcional de SIGTRAN es proporcionada por la RFC 2719.

6.2.2.2 Modelo funcional de señalización sobre IP²

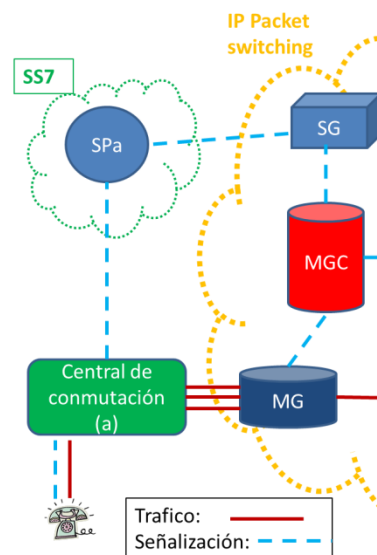


Figura 34 Transporte de señalización SS7 sobre IP

² IETF, RFC 2719, Framework Architecture for Signaling Transport

En la figura 34, observamos el agente que recibe la señalización SS7 es el SG, a la vez, este es el encargado de enviar la recodificación de SS7 a IP, el SG debe encaminar los mensajes entrantes de las señales SS7 al camino apropiado; esto se hace a través de un servidor de aplicaciones AS, el cual se especifica en RFC 3331; este es un conmutador virtual que sirve para procesos de enrutamiento ya sea dinámico o estático; como por ejemplo encaminar los mensajes SS7 con OPC y DPC establecidos, también con el indicador de servicio SIO o con el número del subsistema (SSN), los cuales por medio de las capas de adaptación, se encapsulan en un contexto de encaminamiento que consta de 32 bits.

6.2.2.3 Terminología³

6.2.2.3.1 SERVIDOR DE APLICACIONES (AS, APPLICATION SERVER)

Este es una entidad lógica que atiende determinadas instancias de aplicación, se puede ubicar en un SG como una lista ordenada de una o más aplicaciones relacionadas, cómo lo son los registros de localización HLR.

6.2.2.3.2 PROCESOS DEL SERVIDOR DE APLICACIONES (ASP APPLICATION SERVER PROCESS).

Es un proceso instanciado por una aplicación del servidor, por ejemplo los procesos activos o en espera de un MGC, se pueden configurar varios ASP para un AS.

6.2.2.3.3 PROCESO DE PUERTA DE ENLACE DE SEÑALIZACIÓN (PEC)

Es una proceso instanciado que utiliza M2PA para comunicarse desde y hacia un terminal de enlace de señalización; este terminal posee todas las funciones de MTP2.

6.2.2.3.4 PROCESO DE SERVIDOR IP (IPSP)

Es una instancia de proceso basado en aplicaciones IP. Utiliza M3UA punto a punto; en esta comunicación punto a punto, no interviene ningún servicio de traducción, es decir no intervienen Gateway's.

³ IETF, RFC 3332, Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) - User Adaptation Layer (M3UA)

6.2.2.4 Capa de adaptación M2PA (M2PA, Peer to peer User Adaptation)

6.2.2.4.1 DEFINICIÓN

Esta capa se ocupa de adaptar las funciones de la capa MTP2 en SS7 a nivel de las comunicaciones “peer to peer”, es decir, a nivel de único usuario de MTP2 hacia MTP3, recordemos que, la característica fundamental de este nivel de usuario MTP2 es la comunicación entre pares, entonces un mensaje MTP3 enviado por MTP2 (nivel único usuario) tendrá como destino otro usuario MTP3 con una capa MTP2 (nivel único usuario); en donde MTP2 procesa todas las primitivas de MTP3, entonces todas estas funciones MTP2 (nivel único usuario) las hace M2PA, además de poder intercambiar información de estado. Recordemos que MTP2 envía tres tipos de unidades de mensaje: MSU, LSSU y FISSU, M2PA se encarga de llevar estos mensajes mediante IP en una sola asociación al nivel MTP3.

6.2.2.4.2 FUNCIONES DE M2PA

- Transmisión transparente entre pares a MTP3 a través de una conexión a nivel de IP.
- Informa a MTP3 cambios de estado de enlaces de señalización.
- Hace el proceso de alineación de unidades de mensajes.
- Apoyo a la gestión de SCTP para las asociaciones de links a IP.

6.2.2.4.3 RELACIÓN ENTRE SCTP Y M2PA

Estas dos capas trabajan en conjunto, ya que la capa M2PA debe mantener un espacio para cada uno de las unidades de mensaje de SS7, para que luego SCTP haga una asociación de cada link a IP, a la vez es responsabilidad de M2PA de mantener los flujos permitidos para cada asociación.

M2PA utiliza dos tipos de flujos en cada dirección para cada asociación, el flujo en ‘0’, se asigna para designar los mensajes de estado del mensaje, en SS7 llamados LSSU y, se utilizan para indicar el estado del link a nivel de IP; los estados posibles son: alineación normal, link ocupado, fuera de servicio, entre otros.

El flujo en ‘1’, se asigna para designar los mensajes de datos de usuario que van en los campos: SIO y SIF de MTP2.

6.2.2.4.4 MENSAJE M2PA

6.2.2.4.4.1 Formato de mensaje M2PA

Un mensaje M2PA tiene la siguiente estructura:

- Encabezado de mensaje común
- Encabezado de mensaje M2PA
- Datos de mensaje

- Encabezado de mensaje común

Se establece el mismo encabezado común para todas las capas de adaptación

0	7	8	31
VERSION	LIBRE	CLASE DE MENSAJE	TIPO DE MENSAJE
LONGITU DEL MENSAJE			

Figura 35 Formato del encabezado de mensaje común para todas las capas de adaptación

- Campo versión

Este campo contiene la versión de M2PA, normalmente se pone '0000001' lo cual indica que la versión es el Release 1.0 de M2PA protocol

- Campo libre

Este campo debe ser enviado por el emisor en '00000000' e ignorado por el receptor, este campo se utiliza para poner información adicional que no sea confidencial.

- Clase de mensaje

Este campo indica si el mensaje es válido y se determina por la clase del mensaje, se codifica con '00001011' indicando que es una clase de mensaje M2PA.

- Longitud de mensaje

Este campo define la longitud del mensaje en octetos, esto incluyendo el encabezado común de mensaje.

- Tipo de mensaje

Como lo mencionaba en la relación SCTP y M2PA este campo puede ser codificado en dos valores:

- '00000001' para indicar que el tipo de mensaje es de usuario
- '00000010' para indicar que el tipo de mensaje es de estado del enlace

6.2.2.4.4.2 Encabezado de mensaje M2PA

No usado	BSN
No usado	FSN

Figura 36 Formato del encabezado M2PA

Recordemos:

- Backward sequence number (BSN, Número secuencial inverso hacia atrás)
- Forward sequence number (FSN, Número secuencial directo hacia adelante)

6.2.2.4.4.3 Datos de usuario

Este campo corresponde a los datos que son enviados a MTP3, los datos de usuario contienen los espacios SIO y SIF de la unidad de mensaje de información MSU en MTP2, para proveer información de señalización y de usuario.

0	7	8		31
VERSION	LIBRE	CLASE DE MENSAJE	TIPO DE MENSAJE	
LONGITU DEL MENSAJE				
No usado	BSN			
No usado	FSN			
DATOS DE USUARIO SIO y SIF				

Figura 37 Formato de mensaje completo de M2PA

6.2.2.5 Capa de adaptación M2UA (M2UA, MTP2 User Adaptation)⁴

6.2.2.5.1 DEFINICIÓN

Esta capa adapta todas las funciones de señalización de la parte de transferencia MTP2, la cual tiene el objetivo de dar soporte al mensaje que se va a encaminar hacia y desde la capa MTP3; desde la capa MTP3 gestionando asociaciones SCTP en lugar de enlaces MTP3 y, hacia la capa MTP3 permitiendo el intercambio de mensajes MTP3 entre dos IPSP's o entre un IPSP y un SG.

Cuando el mensaje MTP3 es transferido por dos IPSP, M2UA se comporta como M2PA, es decir, se comunica entre pares, pero cuando el mensaje MTP3 es transferido por un SG, M2UA pasa transparentemente el mensaje a SCTP y, se entendería a M2UA, cómo el protocolo que comunica directamente a MTP3 y SCTP; entonces varios ISPS's con MTP3 que van sobre M2UA tienen la capacidad de acceder a la red SS7 hasta la capa MTP2 transparentemente.

M2UA se diferencia de M2PA, al ser no ser un protocolo entre pares, que da soporte a MTP3 para comunicación hacia y desde un IPSP, entonces M2UA no podría funcionar en la comunicación de dos SP's SS7.

En SS7 los mensajes de señalización son enviados hacia y desde un SP ó un STP, análogo a esto, el SG suple las funciones de un SP o STP haciendo la función de conversión de protocolos y del transporte de señalización sobre IP. Un SG transporta los mensajes de señalización de la MTP2 desde o hacia un AS, en donde el MTP2 a nivel de comunicación punto a punto es utilizado.

En un esquema de red M2UA es utilizado en la interfaz entre un SG y un MGC, el SG recibe la señalización procedente de SS7, mediante la parte de transferencia MTP, que es suministrado por un STP, después de esto el SG ofrece el servicio de convergencia entre protocolos, esto mediante un Nodo de funciones de inter funcionamiento (NIF, Nodal Interworking Function) ,para poder transportar la señalización por SCTP y encaminarlas por IP, con el objetivo de transferir esta señalización a la MGC; en la siguiente figura se describe este proceso.

⁴IETF, RFC 3331, Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 2 (MTP2) - User Adaptation Layer

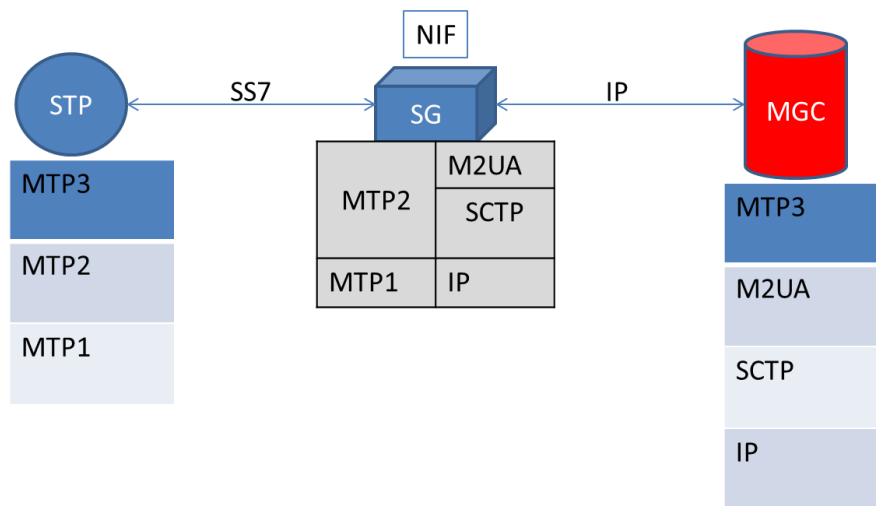


Figura 38 Convergencia a nivel de M2UA de SS7 e IP

6.2.2.5.2 MENSAJES M2UA

Un mensaje M2UA tiene la siguiente estructura:

- Encabezado de mensaje común
- Encabezado de mensaje M2UA TLV
- Datos de mensaje

6.2.2.5.2.1 Encabezado de mensaje común

El encabezado de mensaje común tiene la misma estructura que la capa M2PA, pero varían las posibilidades de los campos de la siguiente forma

- Campo versión

Este campo contiene la versión de M2UA, normalmente se pone '0000001' lo cual indica que la versión es el Release 1.0 de M2UA protocol

- Campo libre

Este campo debe ser enviado por el emisor en '00000000' e ignorado por el receptor, este campo se utiliza para poner información adicional que no sea confidencial.

- Clase de mensaje

Este campo indica si el mensaje es válido y se determina por la clase del mensaje, se codifica con '00000110' indicando que es una clase de mensaje M2UA.

- TIPO DE MENSAJE

Bits (0-7)	Mensaje
00000000	Reservado
00000001	Datos
00000010	Establecer solicitud
00000011	Establecer confirmación
00000100	Petición de liberación
00000101	Confirmación de liberación
00000110	Indicación de liberación
00000111	Estado de solicitud
00001000	Confirmación del estado
00001001	Indicación de estado
00001010	Petición de recuperación de datos
00001011	Confirmación de recuperación de datos
00001100	Indicación de recuperación de datos
00001101	Indicación de recuperación de datos completa
00001110	Indicación de congestión
00001111	Reconocimiento de datos
00010000 A 01111111	Reservado por IETF
10000000 A 11111111	Reservado para extensiones definidas por el IETF

Tabla 18 Codificación del tipo de mensaje de M2UA

6.2.2.6 Capa de adaptación M3UA (M3UA, MTP3 User Adaptation)⁵

6.2.2.6.1 DEFINICIÓN

Esta capa de adaptación transporta mensajes procedentes de parte de usuario SS7 a través de la red IP; recordemos que, MTP3 provee señalización desde y hacia la parte de usuario de SS7 como lo puede ser ISUP o SCCP, M3UA hace esta misma función pero trasportando esta señalización a través de IP. M3UA puede atender a todas las partes de usuarios que antes estaban definidas en SS7, esto adoptando las primitivas de MTP3 con la parte de usuario, pero no posee la capacidad de encaminar mensajes como lo hacía MTP3, con los OPC's y DPC's, entonces M3UA se utiliza como un medio de transporte de primitivas entre la parte de usuario MTP3 de un IPSP y la parte de transferencia MTP3 en un SG.

M3UA funciona de la siguiente manera: el SG recibe la señalización MTP3 SS7 por parte de un SP o un STP, recordemos que, MTP3 hace funciones de distribución, encaminamiento y discriminación, estas funciones también las hace M3UA, pero mediante funciones de encaminamiento provistas en el SG hacia o desde un MGC o bases de datos que manejen IP.

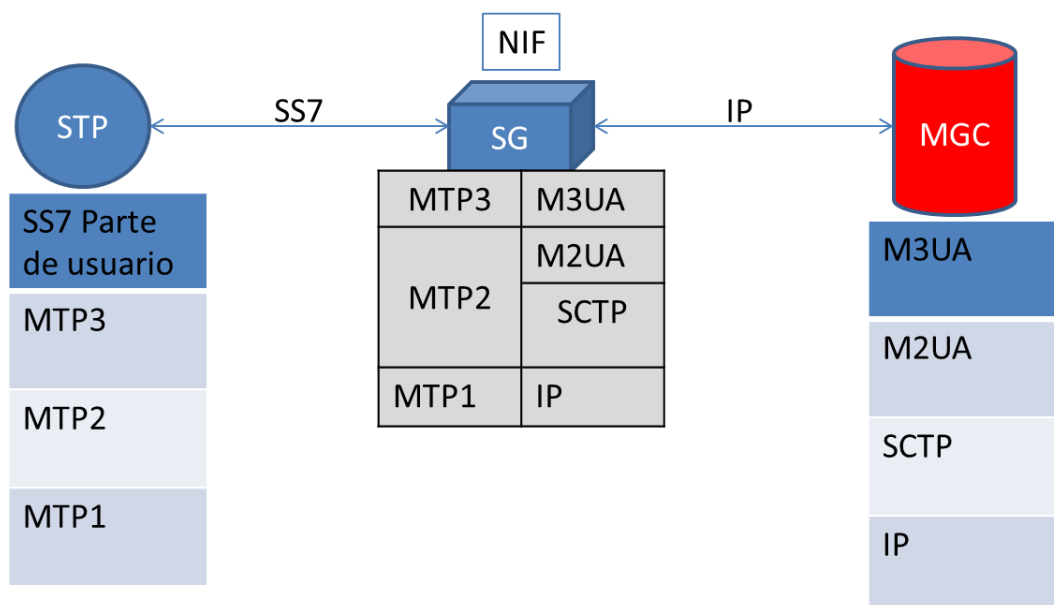


Figura 39 Convergencia a nivel de M3UA de SS7 e IP

⁵IETF, RFC 3332, Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) - User Adaptation Layer (M3UA)

6.2.2.6.2 INTER OPERATIVIDAD MTP3 M3UA

M3UA soporta perfectamente las primitivas ofrecidas por parte de MTP3 a la parte de usuario, recordemos que estas primitivas son:

- MTP-Transferencia
- MTP-Pausa
- MTP-Reanudación
- MTP-Estado

La primitiva MTP-Transferencia se utiliza intercambiar datos de usuario, la primitiva MTP-Pausa informa que un código de punto esta afectado y no está disponible, la primitiva MTP-Reanudación indica que un código de punto que estaba afectado pasa a estado de espera, la primitiva MTP-Estado ofrece la información de congestión y la información de disponibilidad en un código de punto afectado.

6.2.2.6.3 LLAVES DE ENCAMINAMIENTO

La distribución de mensajes SS7 entre el SG y MGC, es establecida por las llaves de encaminamiento “Routing Keys”, una llave de encaminamiento es un conjunto de parámetros de SS7 que se utilizan para filtrar mensajes SS7, en función de estos, un SG decide el encaminamiento hacia un IPSP.

Una llave de encaminamiento incluye el OPC, DPC y SIO que son proporcionados por la cabecera MTP3, o por partes de usuario cómo el título global de SCCP o la identificación del circuito en ISUP CIC; el SG provee dos tipos de aprovisionamiento de llaves de encaminamiento: configuración de llaves de encaminamiento estáticas y dinámicas.

M3UA asocia a cada llave de encaminamiento un identificador llamado contexto de encaminamiento, este es un parámetro de 4 bytes, el contexto de encaminamiento es un índice de entrada a una tabla de encaminamiento de salida que, está presente en el SG que envía el mensaje, este índice contiene las tablas de entradas de llaves de encaminamiento.

6.2.2.6.4 DISTRIBUCIÓN DEL MENSAJE

Cuando un mensaje MTP3 de la red SS7 llega a un SG, este hace la función de distribución utilizando la información dada por MTP3, con esta información hace

una comparación con las tablas de direcciones de red, hace la conversión del mensaje SS7 y hace una asociación para enviarla a la MGC.

6.2.2.6.5 RELACIÓN ENTRE M3UA Y SCTP

La capa M3UA, en el SG y en la MGC mantiene el estado de cada asociación SCTP, esta información de estado se hace mediante peticiones de la MGC hacia el SG y viceversa, el MGC es responsable de establecer la asociación; recordemos que en la asociación se relacionan varios streams de entrada y salida. La capa M3UA se encarga de poner tráfico en estos streams y de la correcta secuencia y agrupación de los mismos. El puerto SCTP asignado por la Autoridad de asignación de números en internet (IANA, Internet Assigned Numbers Authority) es el 2905

6.2.2.6.6 MENSAJE M3UA

Un mensaje M3UA tiene la siguiente estructura:

- Encabezado de mensaje común
- Encabezado de mensaje M3UA
- Datos de mensaje

6.2.2.6.6.1 Encabezado de mensaje común

El encabezado de mensaje común tiene la misma estructura que la capa M2UA, pero varían las posibilidades de los campos de la siguiente forma

- Campo versión

Este campo contiene la versión de M3UA, normalmente se pone '0000001' lo cual indica que la versión es el Release 1.0 de M2UA protocol

- Campo libre

Este campo debe ser enviado por el emisor en '00000000' e ignorado por el receptor, este campo se utiliza para poner información adicional que no sea confidencial.

- Clase de mensaje

Bits (0-7)	Mensaje
00000000	Mensaje de Gestión
00000001	Mensajes de transferencia
00000010	Mensajes de gestión en SS7
00000011	Mensajes de estado de mantenimiento en procesos de servidores de aplicaciones
00000100	Mensajes de tráfico de mantenimiento en procesos de servidores de aplicaciones
00000101	Reservado para capas de adaptación SIGTRAN
00000110	Reservado para capas de adaptación SIGTRAN
00000111	Reservado para capas de adaptación SIGTRAN
00001000	Reservado para capas de adaptación SIGTRAN
00001001	Mensajes de gestión de llaves de encaminamiento
00001010 A 01111111	Reservado por IETF
10000000 A 11111111	Reservado para extensiones definidas por el IETF

Tabla 19 Codificación de Clase de mensaje de M3UA

- Tipo de mensaje⁶

i. Mensajes de Gestión (MGMT)

Estos mensajes proporcionan las fallas en procesos de servidores de aplicaciones, como lo es inactividad en estos mismos.

00000000	Error
00000001	Notificación
00000010 A 01111111	Reservado por el IETF
10000000 A 11111111	Reservado para extensiones definidas por el IETF

Tabla 20 Codificación del tipo de mensaje de gestión (MGMT) en M3UA

ii. Los mensajes de transferencia

⁶IETF, RFC 3332, Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) - User Adaptation Layer (M3UA)

Este tipo de mensaje esta directamente relacionado con la información de encaminamiento de MTP3 como lo es: OPC, DPC, SIO, SLS y también información de parte de usuario como lo es los CIC's, también contiene información de contexto de encaminamiento.

00000000	Reservado
00000001	Datos de carga útil
00000010 A 01111111	Reservado por el IETF
10000000 A 11111111	Reservado para extensiones definidas por el IETF Transferencia

Tabla 21 codificación del tipo de mensaje de transferencia en M3UA

iii. Mensajes de administración de redes de señalización SS7 (SSNM)

Estos mensajes se asignan a las primitivas MTP3 MTP-Pausa, MTP-Reanudación y MTP-Estado, además información de los estados de procesos de servidores de aplicaciones.

00000000	Reservado
00000001	Destino no disponible
00000010	Destino disponible
00000011	Destino auditoría del estado
00000100	Congestión de señalización
00000101	Parte usuario no disponible
00000110	Destino restringido
00000111 A 01111111	Reservado por el IETF
10000000 A 11111111	Reservado para extensiones definidas por el IETF

Tabla 22 Codificación del tipo de mensaje de administración de redes de señalización SS7 (SSNM) en M3UA

iv. Mensajes de estado de mantenimiento en procesos de servidores de aplicaciones (ASPSM)

Estos mensajes proporcionan la gestión del estado de los procesos de servidores de aplicaciones (ASP), como también la gestión de los estados de los servidores de aplicaciones (AS).

00000000	Reservado
00000001	Proceso de servidores de aplicaciones arriba
00000010	Proceso de servidores de aplicaciones abajo
00000011	Heartbeat
00000100	Proceso de servidores de aplicaciones Reconocimiento arriba
00000101	Proceso de servidores de aplicaciones Abajo Acuse de recibo
00000110	Heartbeat acuse de recibo
00000111 A 01111111	Reservado por el IETF
10000000 A 11111111	Reservado para extensiones definidas por el IETF ASPSM

Tabla 23 Codificación del tipo de mensaje de estado de mantenimiento en procesos de servidores de aplicaciones

6.2.2.6.7 FORMATO DE PARÁMETROS DE LONGITUD VARIABLE

Los mensajes M3UA se caracterizan porque después de los octetos de cabecera común, siguen los parámetros de longitud variable, estos parámetros son definidos por el tipo de mensaje y, tienen el formato TLV (Tag Length Value); todos los parámetros contenidos en un mensaje se definen por una etiqueta de parámetro y el valor de la longitud del mismo. Cuando más de un parámetro es incluido en el mensaje, estos se organizan de cualquier manera, salvo si hay mandato de orden por parte del receptor.

6.2.2.6.7.1 Etiqueta de parámetro

Es un campo de 16 bits que identifica el tipo de parámetro, es un valor de 0 a 65534, M3UA especifica parámetros que tienen etiquetas en el rango de 0x0200 a 0x02ff.

6.2.2.6.7.2 Longitud de parámetro

Este campo contiene el tamaño del parámetro en bytes, incluyendo la longitud de la etiqueta del parámetro y el campo del valor del parámetro.

6.2.2.6.7.3 Valor de parámetro

Este campo contiene la información real que tiene el parámetro, este valor debe ser múltiplo de 4 bytes, si no es múltiplo se hace un relleno de 4 bytes después de los últimos bytes correspondientes al valor del parámetro.

7 APLICACIONES DE SEÑALIZACIÓN A UNA RED MÓVIL DE TELEFONÍA

7.1 TOPOLOGÍA DE UNA RED CELULAR MÓVIL⁷

Una red móvil de telefonía necesita de los siguientes elementos para suplir a los clientes los servicios que se demandan.

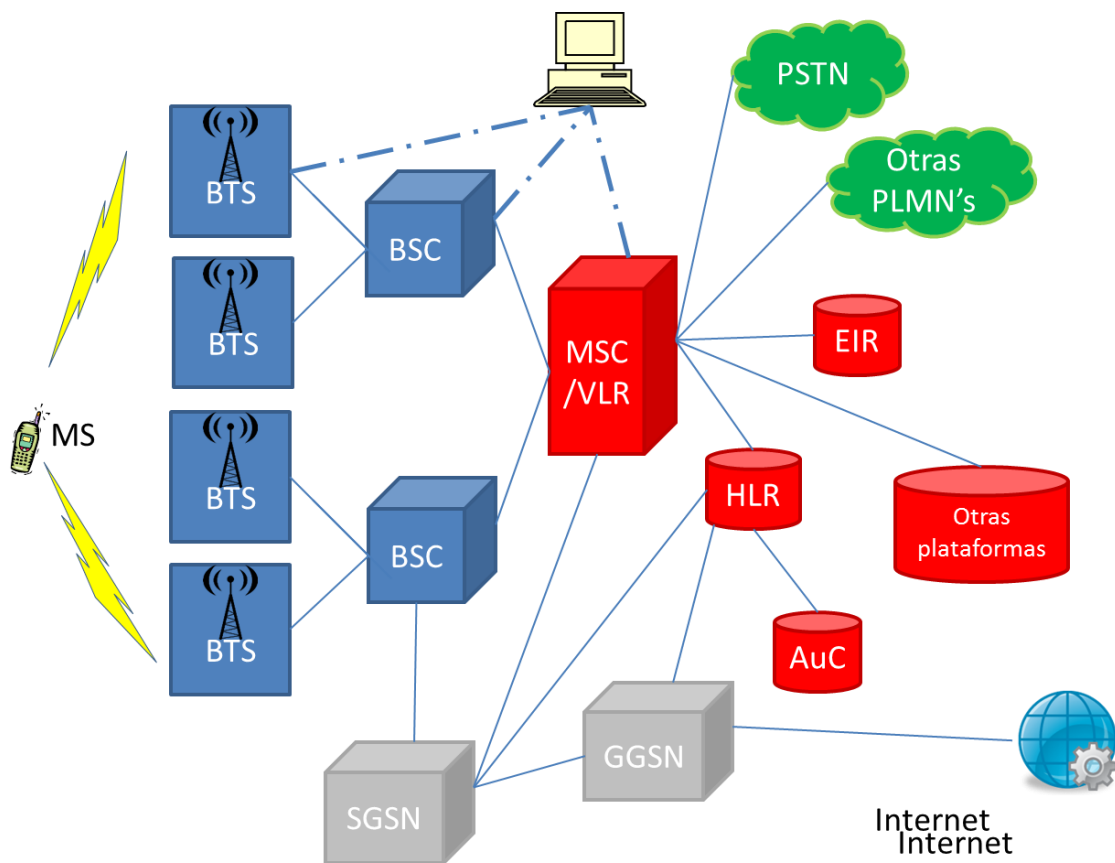


Figura 40 Topología de una red móvil 2.75 G

7.2 SUBSISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO⁸

Una red móvil de telefonía se divide en tres subsistemas que se diferencian por sus funciones y elementos de red asociados, los subsistemas son: el subsistema de estación base (BSS, Base Station Subsystem), el subsistema de apoyo a las

^{7,8}Campos, Hugo Polo, Redes móviles celulares, Universidad Santo Tomás, 1ª Edición, 2009

operaciones (OSS, Operation Support Subsystem) y el subsistema de conmutación y red (NSS, Network and Switching Subsystem). En la siguiente figura se encuentran ubicados los subsistemas dentro de la topología de red propuesta.

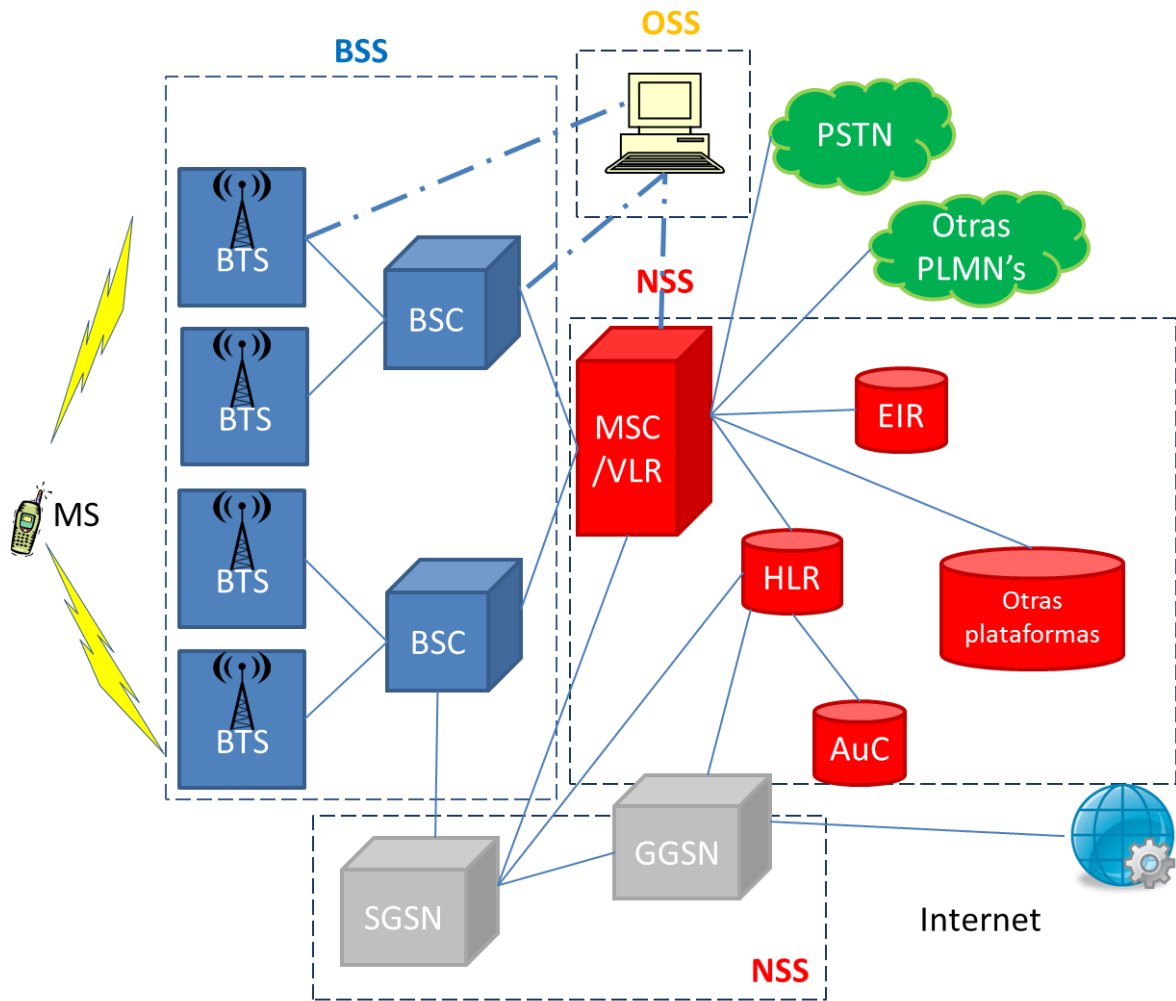


Figura 41 Topología de red propuesta mostrando los subsistemas asociados a los elementos de red

7.2.1 SUBSISTEMA DE ESTACIÓN BASE

El subsistema de estación base esta conformada por la estación transceptora base (BTS, Base Transceiver Station), y por la controladora de estaciones base (BSC, Base Station Controller).

Las funciones del subsistema de estación base es proporcionar la interfaz física y lógica a las estaciones móviles (MS, Mobile Station), como también gestionar

estas interfaces para llevar el tráfico correspondiente al subsistema de conmutación y red (NSS).

7.2.2 SUBSISTEMA DE CONMUTACIÓN Y RED

El subsistema de conmutación y red esta principalmente conformado por el centro de conmutación móvil (MSC, Mobile switching Center), también por el registro de localización de visitantes (VLR, Visitor Location Register), por el registro de localización interior (HLR, Home Location Register), por el registro de identidad del equipo (EIR, Equipment Identity Register), por el centro de autenticación (AUC, Authentication Center), también pueden existir otras plataformas como lo es el centro de servicios de mensajería corta (CSMS, Center Short Message Service) o el servicio de correo de voz (SVM, Mail Voice Service).

El subsistema NSS es el encargado de encaminar todo el tráfico proveniente del subsistema BSS, también se encarga de suplir de servicios e identificar a los usuarios, es la parte inteligente de la red.

7.2.3 SUBSISTEMA DE APOYO DE OPERACIONES

El subsistema de apoyo de operaciones OSS es el encargado de proveer gestión sobre los elementos de red a nivel de operación y mantenimiento; este subsistema necesita de un software, de una interfaz y de un protocolo para poder administrar y controlar los elementos de red.

Los proveedores de elementos de red, deben siempre suministrar al cliente de un software donde se pueda gestionar el elemento en cuestión, un ejemplo de esto, es el gestor de operación y mantenimiento del proveedor HUAWEI M2000, el cual tiene la característica de poder gestionar elementos de BSS y NSS en una red GSM y UMTS.

7.3 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DE ELEMENTOS DE RED BSS⁹

7.3.1 ESTACIÓN MÓVIL (MS)

La estación móvil es el equipo físico del cliente que se utiliza para acceder a una red de telefonía móvil, consta de una tarjeta identificadora de usuario llamada (SIM, Subscriber identity module), con la cual se hacen la mayoría de transacciones en la red.

7.3.1.1 Funciones de la estación móvil

- Gestión de la codificación y decodificación del canal.
- Esquemas de protección para la información que viaja a través de radio.
- Gestión para adaptar la velocidad de transmisión de la BTS.
- Control del flujo de datos de señalización del usuario.

7.3.2 ESTACIÓN TRANSCÉPTORA BASE (BTS, BASE TRANSCIVER STATION)

Este elemento de red proporciona la conectividad entre el MS y la red de telefonía móvil, a través de la gestión de recursos en la interfaz aérea.

Contiene los transceptores (TRX) que son los encargados de transmitir y recibir las portadoras configuradas en las celdas que estén asociadas.

7.3.2.1 Funciones de la BTS (Base Transceiver Station)

- Codificación y decodificación de los canales lógicos que van dentro de una trama o multitramas.
- Gestión de los códigos de encriptamiento asociados a la única identificación del usuario.
- Modulación y demodulación de la portadora en radio frecuencia.
- Gestión del Paging.

Nota: El “Paging” es el procedimiento por el cual se ubica a la estación móvil dentro de un área local.

⁹Heine, Gunnar, GSM Networks: Protocols, Terminology, and implementation, Artech House, 1ª Ed

7.3.3 CONTROLADORA DE ESTACIONES BASE (BSC, BASE STATION CONTROLLER)

Como su nombre lo indica la BSC es la controladora de las BTS's, se encarga de dar recursos y gestión a sus BTS's asociadas y, algunos procedimientos de interacción con el subsistema NSS.

7.3.3.1 Funciones de la BSC (Base Station Controller)

- Control de las BTS's asociadas.
- Gestión de los canales lógicos en la interfaz de radio acceso.
- Gestión del control de potencia recibida y transmitida desde el usuario, para la buena calidad de la señal.
- Gestión de las velocidades a manejar con el subsistema NSS
- Gestión del handover, frequency hopping

Nota: El "handover", es el procedimiento que ocurre cuando un MS pasa de una BTS a otra BTS y se mantiene una misma comunicación en curso; el "Frequency Hopping" es el procedimiento de pasar de una frecuencia a otra, dentro de una misma celda, para una misma comunicación en curso.

7.4 DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DE ELEMENTOS DE RED NSS

7.4.1 CENTRO DE CONMUTACIÓN MÓVIL (MSC, MOBILE SWITCHING CENTER)

Este elemento de red es el componente central del subsistema NSS. Pueden haber cientos de BSC's conectadas a este elemento y, lo que hace es conmutar los canales asignados de las BSC's, para encaminar el tráfico de llamadas y servicios complementarios a los destinos asociados, tales destinos pueden ser otras redes de telefonía móvil u otras redes de conmutación de circuitos como RDSI. La MSC puede tener funciones de SG y MGC para la convergencia de señalización IP.

7.4.1.1 Funciones de MSC

- Gestión de llamadas y servicios complementarios
- Gestión de conmutación para abonados móviles
- Capacidad de funciones en Roaming

- Traspaso de llamadas a diferentes BSC's

7.4.2 REGISTRO DE LOCALIZACIÓN INTERIOR (HLR, HOME LOCATION REGISTER)

Este elemento de red es en donde se guardan la gran mayoría de datos correspondientes a los usuarios de la red de telefonía móvil, se puede considerar una gran base de datos y, puede ser implementada como una base de datos distribuida, es decir, se pueden tener dentro de la misma red varios HLR's.

Los datos que pueden contener estas bases de datos, es información de identificación de usuario, como: restricciones de servicios de red, listas negras de números deudores, información de tarificación, historial, planes asociados y ubicación física del usuario.

7.4.2.1 Funciones del HLR

- Base de datos estática de información de usuario que lo identifican dentro de la red.
- Base de datos de servicios suministrados al usuario.
- Interacción con el VLR para poder ser una base de datos dinámica.

7.4.3 REGISTRO DE LOCALIZACIÓN DE VISITANTES (VLR, VISITOR LOCATION REGISTER)

Este elemento de red también es considerado como una base de datos, pero dinámica, ya que solo contiene información específica del usuario, que es necesaria para el control de la llamada, el VLR ocupa solo una zona determinada por el MSC, es decir, que cuando un usuario cambia de zona y lo atiende otro MSC, este informa a el VLR y este último pide información al HLR, para que la información del abonado no siempre tenga que ir hasta el HLR, sino que, se quede en una base de datos dinámica y temporal como lo es el VLR.

7.4.3.1 Funciones de VLR

- Contiene la información temporal del usuario como la ubicación de la BTS que lo está atendiendo.

- Contiene información del área local que lo está atendiendo, esto con la información de la BSC
- Contiene información de identificación del usuario
- Contiene información de las últimas actualizaciones que ha hecho en la red, tales como última vez que se conectó o ultima vez que hizo cambio de celda.

7.4.4 CENTRO DE AUTENTICACIÓN (AUC, AUTHENTICATION CENTER)

El centro de autenticación es el elemento de red que contiene los códigos de cifrado y autenticación que, se le asignan a una comunicación en la interfaz aérea, estos códigos están presentes tanto en el AUC como en la SIM.

7.4.5 REGISTRO DE IDENTIDAD DEL EQUIPO (EIR, EQUIPMENT IDENTITY REGISTER)

Este elemento de red se puede ver como una base de datos estática que, contiene una lista de todos los equipos móviles que han sido activados en la red de telefonía móvil, cada equipo móvil se identifica por un número identidad llamado IMEI; esta base de datos también contiene listas negras de equipos robados.

7.4.6 NODO DE SOPORTE DE SERVICIO GPRS (SGSN, SERVICE GPRS SUPPORT NODE)

Este elemento de red es el responsable de la entrega y recepción de datos para las estaciones móviles, dentro de la zona de servicio en que esta configurada, es muy importante tener en cuenta que, este elemento gestiona la conexión y desconexión de contextos de identificación de usuario, el cual constantemente se encuentra en movimiento.

7.4.6.1 Funciones del SGSN

- Gestión de la conexión cuando el usuario se está desplazando.
- Enrutamiento de paquetes.

- Gestión del enlace lógico en la interfaz con la BSC.
- Funciones de autenticación cortafuegos y de carga para los paquetes.

7.4.7 NODO DE PASARELA DE SERVICIO GPRS (GGSN, GATEWAY GPRS SUPPORT NODE)

Este elemento de red crea los contextos de usuario para mantener activa una sesión de usuario o para desconectar la misma, esto se logra haciendo túneles que mantienen los contextos de usuarios; el GGSN también intercambia comunicación con la red de internet y la gestión de las direcciones IP a utilizar

7.5 INTERFACES DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL¹⁰

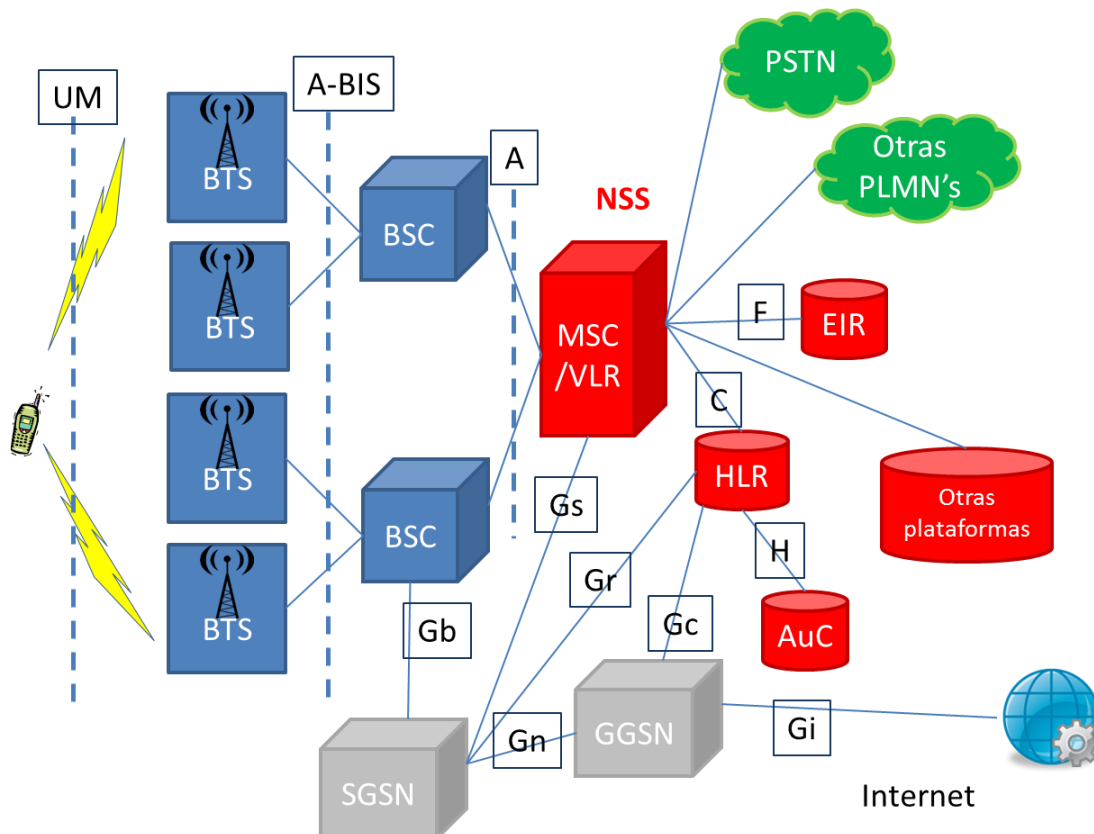


Figura 42 Topología de una red 2.75 G con el nombre de cada interfaz

¹⁰ Campos, Hugo Polo, Redes móviles celulares, Universidad Santo Tomás, 1ª Edición, 2009

INTERFACE	PUNTO A	PUNTO B	PROTOCOLOS
UM	MS	BTS	- Capa física (radio) - LAPDm - Capa3 (RR, MM, CN)
A-Bis	BTS	BSC	- Canales de 64 kbps - LAPD - Capa3
A	BSC	MSC	BSSAP, DTAP, SCCP
C	MSC	HLR	MAP (SCCP-TCAP)
F	MSC	EIR	MAP (SCCP-TCAP)
H	HLR	Auc	IP
Gb	BSC	SGSN	Frame relay
Gc	GGSN	HLR	MAP (SCCP-TCAP)
Gi	GGSN	Internet	IP
Gn	SGSN	GGSN	IP
Gr	SGSN	HLR	MAP (SCCP-TCAP)
Gs	SGSN	MSC	MAP (SCCP sin conexión)

Tabla 24 Interfaces entre los elementos de red destacando los protocolos utilizados

Las interfaces de la red de telefonía móvil que se describen gráficamente en la figura 42 y textualmente en la tabla 24, deben cumplir con un modelo de referencia de capas, en donde cada capa compromete varios protocolos ya previstos, para la organización de las capas, el modelo de referencia a tener en cuenta es el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open System Interconnection), el cual define 7 capas para la interconexión entre dos sistemas que manejen protocolos de comunicaciones.

El modelo OSI se define dentro de su misma arquitectura de capas, siete capas, estas son: capa física, capa de enlace de datos, capa de red, capa de transporte, capa de sesión, capa de presentación y capa de aplicación.

7.5.1 INTERFAZ UM

7.5.1.1 Definición

En esta interconexión se utiliza el aire como medio de transmisión para establecer el camino de la comunicación; describiré la capa física de esta interfaz entre el MS y la BTS, teniendo como referencia el modelo OSI; se definen tres capas para la intercomunicación de los protocolos para esta interfaz

7.5.2 INTERFAZ UM (CAPA FISICA)

7.5.2.1 Codificación del canal¹¹

Los canales de voz, señalización y datos deben cumplir un proceso de redundancia, esto con el fin de que la información que viaja por el aire pueda ser recuperada correctamente, para esto se tiene que hacer uso de algoritmos para detectar y corregir, si es posible, los errores de transmisión.

7.5.2.1.1 CODIFICACIÓN DE LA VOZ¹²

El estándar GSM en la recomendación de la 3GPP 05.03 referencia el códec de voz RPE-LTP (Regular Pulse Excitation Long-Term Prediction). El cual cumple la función de tomar muestras de la voz cada 20 ms, de este modo, la voz se esta convirtiendo de ser una señal análoga a ser una señal digital, la cuantificación de esas muestras de voz son representadas por 260 bits, obteniendo una velocidad de transmisión de la voz en la interfaz de radio de 13 kbits/s.

7.5.2.1.2 CODIFICACIÓN DEL CANAL PARA CANALES DE DATOS

En el proceso de codificación se toman bloques de 60 bits que son tramas de datos con una periodicidad de 5 ms, como el códec toma muestras cada 20ms, en el proceso de codificación se juntan los 4 bloques de 60 bits, es decir, 240 bits, y se añaden 4 bits de cola iguales a 0 al final del bloque.

7.5.2.1.2.1 Codificador Convolutacional

Un codificador convolutacional se integra con el objetivo de brindar redundancia al bloque de 244 bits, como también para poder corregir errores, este codificador convolutacional es un sistema con memoria, esta definido por tres variables: “n”, “k” y “K”.

- n= corresponde al número de bits de salida del codificador.
- k= corresponde al número de bits de entrada al codificador.
- K= corresponde a la memoria del codificador

¹¹ GSM 05.03 V8.4.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+);Channel coding, Abril/2000

¹²ETSI TS 146 010 V9.0.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full-rate speech; Transcoding. Febrero/2010

El codificador convolucional que se utiliza para dar protección a la información de los datos se define con una relación "R" (relación entrada salida) de $\frac{1}{2}$ con $k = 1$, $n = 2$ y $K = 5$, entonces luego de que el bloque de 244 bits pase por este, se generará a la salida un bloque de 488 bits. De estos 488 bits no se transmiten 32, así finalmente queda un bloque de 456 bits.

7.5.2.1.3 CODIFICACIÓN DEL CANAL PARA CANALES DE VOZ

Los 260 bits se reparten en 3 bloques, estos 3 bloques son asignados según la probabilidad de error en los bits:

- Primer bloque: 50 primeros bits (mas probabilidad de error)
- Segundo bloque: 132 bits siguientes a los 50 bits (moderadamente a la probabilidad de error)
- Tercer bloque: 78 bits siguientes a los 132 bits (menos probabilidad de error)

El primer bloque de 50 bits se le aplica un CRC (comprobación de redundancia cíclica) de 3 bits, con el fin de poder detectar rápidamente si hay errores, ya que si luego de hacer la comprobación cíclica en el receptor, el resultado que se compara con el CRC de transmisión es erróneo, el sistema sabrá que hay un error. Con la aplicación del CRC el bloque queda con un total de 53 bits.

El segundo bloque de 132 bits se le suma el primer bloque y se le aplica un codificador convolucional, esto con el fin poder corregir errores de manera eficiente, el codificador convolucional añade un bit de redundancia por cada bit de los últimos cuatro bits en la secuencia, estos últimos 4 bits se suman, en un sumador de módulo 2, entonces el resultado de la codificación será 1 bit de entrada en 2 bits de salida. De este modo el bloque total tendrá un total de bits de 378, pues:

- Primer bloque mas redundancia=53 bits
- Segundo bloque más el primer bloque más 4 bits de cola que se utilizan para la codificación: $(53+132+4)= 189$
- Resultado de la codificación de 1 bit de entrada en dos bits de salida: $(2 \times 189) = 378$.

Finalmente a los 78 bits menos sensibles a error no se les hace ningún proceso, solo se añaden a los 378 bits anteriores, teniendo como resultado un total de 456 bits por cada 20 ms, con una velocidad de transmisión de 22,8 kbits/s.

7.5.2.1.4 CODIFICACIÓN DEL CANAL PARA CANALES DE SEÑALIZACIÓN

El bloque correspondiente para la señalización consta de 184 bits de información, estos bits también tienen que ser protegidos; el proceso comienza por adicionar 40 bits que son utilizados para la corrección y detección de errores. Estos bits se añaden a los 184 bits de acuerdo con un código binario cíclico acortado (código de fuego), el cual utiliza un polinomio generador definido en la recomendación 3GPP TS 05.03, el cual usa una longitud de 40 bits de paridad para la comprobación y detección de errores, luego de este proceso se añaden 4 bits de cola con valor binario igual '0', para un total de 228 bits.

Después los anteriores 228 bits pasan por un codificador convolucional idéntico al utilizado para la codificación de canales de datos ($k = 1$, $n = 2$ y $K = 5$), teniendo a la salida del codificador un total de 456 bits.

7.5.2.2 Intercalado¹³

El proceso de codificación no termina en este punto, es necesario hacer un proceso de intercalado de bits; esto con el fin de reorganizar los bits de una manera específica, que sean independientes del tiempo, pues durante la transmisión puede haber secuencias de bits erróneos, si se intercalan se romperán estas secuencias permitiendo dar rendimiento a los algoritmos de corrección de error.

Las siguientes profundidades de intercalado son los que se utilizan en GSM

- Para el intercalado de canales de voz: 8 bloques
- Para el intercalado de canales de voz: 4 bloques
- Para el intercalado de canales de voz: 22 bloques

7.5.2.2.1 INTERCALADO PARA CANALES DE DATOS

Después de la codificación de canal. El bloque de 456 bits se divide en 16 bloques de 24 bits, 2 bloques de 18 bits, 2 bloques de 12 bits y 2 bloques de 6 bits. Los cuales se extienden en 22 Burst's de la siguiente forma:

- El burst número 1 y 22 llevan un bloque de 6 bits cada uno.
- El burst número 2 y 21 llevan a un bloque de 12 bits cada uno.

¹³GSM 05.03 V8.4.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+);Channel coding, Interleaving, Abril/2000

- El burst número 3 y 20 llevan a un bloque de 18 bits cada uno.
- Del burst 4 hasta el 19, llevan un bloque de 24 bits.

La organización de los bits se hace de la siguiente manera, teniendo el bloque que sale de la codificación del canal de 456 bits se divide en 4 bloques de 114 bits, de esta manera los primeros 6 bits de cada uno de los bloques de 114 bits son repartidos en cada Trama, los siguientes 6 bits de cada bloque de 114 bits en la siguiente Trama, y así sucesivamente hasta llegar a los 22 Burst's.

En otras palabras el bloque de datos codificados es intercalado en forma "diagonal", donde un nuevo bloque de datos codificados comienza cada cuarto Burst y se distribuye en 22 Burst's.

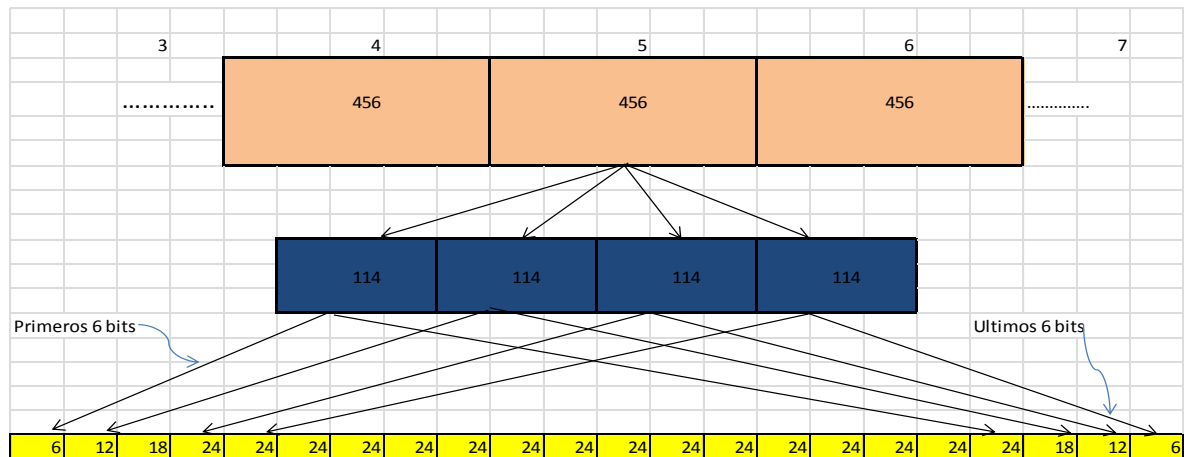


Figura 43 Flujo del intercalado para canales de datos

7.5.2.2.2 INTERCALADO PARA CANALES DE VOZ

Los 456 bits de salida se dividen en 8 bloques de 57 bits, los bit's (0, 8,16....448) son los pertenecientes al primer bloque, los bits (1, 9, 17,449), son los pertenecientes al segundo bloque y así sucesivamente para los 8 bloques. Los primeros 4 bloques de 57 bits son ubicados en las posiciones pares de 4 Burst's consecutivos, los otros 4 bloques de 57 bits son ubicados en las posiciones impares de los siguientes 4 Burst's, de este modo, cada cuarto Burst empieza un nuevo proceso, en donde el intercalado es diagonal dando así un intercalado de 8 bloques.

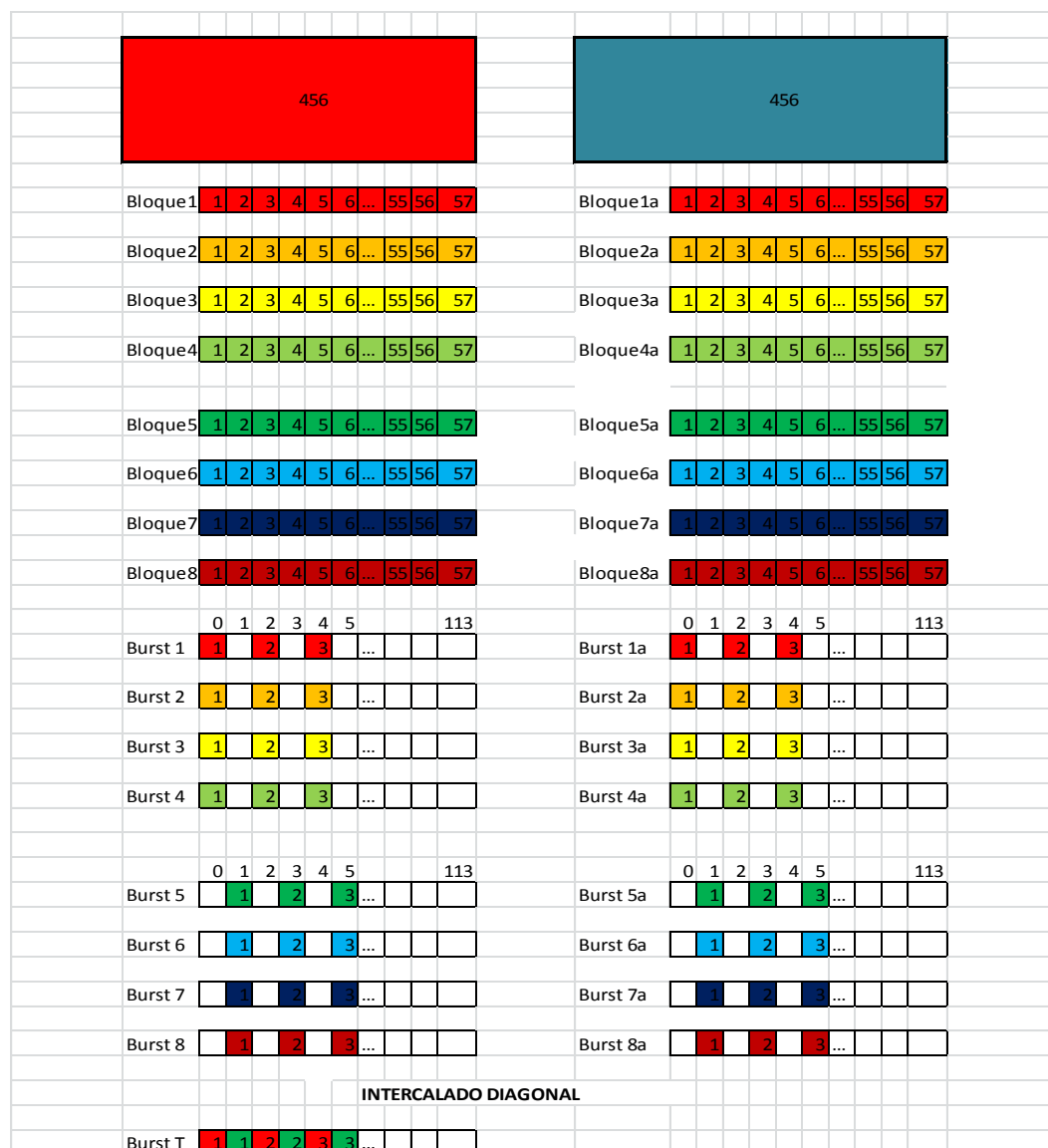


Figura 44 Flujo del intercalado para canales de voz

7.5.2.2.3 INTERCALADO PARA CANALES DE SEÑALIZACIÓN

Los 456 bits de salida se dividen en 8 bloques de 57 bits, los bits (0, 8,16....448) son los pertenecientes al primer bloque, los bits (1, 9, 17,449), son los pertenecientes al segundo bloque y así sucesivamente para los 8 bloques. Después de esto se forma el “Burst” en el cual los bloques se organizaran por paridad, de este modo las posiciones de los bits pertenecientes a los 4 primeros bloques serán pares y las posiciones de los bits pertenecientes a los 4 últimos bloques serán impares, esta sola trama de bits se reorganizará empezando con la primera posición de primer bloque el bit ‘1’ seguido con la primera posición del quinto bloque el bit ‘1’, así se dará cumplimiento a la paridad.

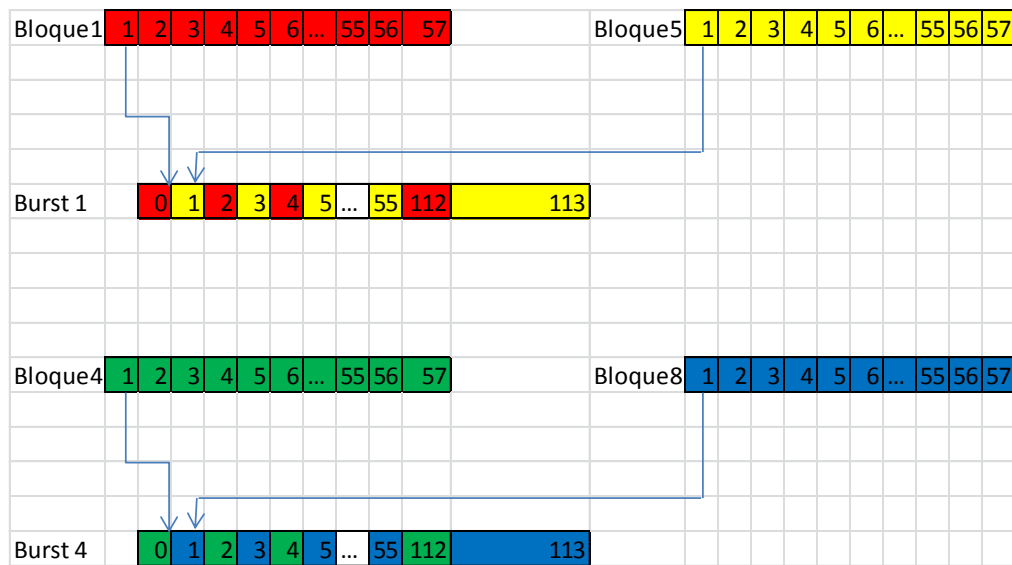


Figura 45 Flujo del intercalado para canales de señalización

7.5.2.3 Mapeo del burst¹⁴

La unidad fundamental de transmisión en GSM es llamada ‘Burst’, la emisión de un “Burst” se hace dentro del espacio temporal correspondiente a un time slot. En GSM se definen varios tipos de “Burst”, esto dependiendo de la duración, el estándar define los Burst Normal, de sincronización, de acceso y de corrección de frecuencia.

El conjunto de bits que conforman un “Burst” son los siguientes:

- Los bits de información.

¹⁴Heine, Gunnar, GSM Networks: Protocols, Terminology, and implementation, Artech House, 1ª Ed, 5.6.2 The data Link Layer

- Secuencia de entrenamiento.
- Los bits de cola.
- Bits de guarda

$$TS(Time\ slot) = 156,25bits = 577\mu s$$

$$TS(Time\ slot) = Busrt + Tiempo\ de\ guarda$$

Ecuación 1 tiempo de un Time Slot

Los bits de información contienen los bits correspondientes a la codificación e intercalación de los canales de voz, señalización y datos. La secuencia de entrenamiento es un conjunto de bits que son conocidos por el transmisor y el receptor, lo cual hace que el receptor haga una estimación del canal, para poder realizar una correcta ecualización, pues las ondas que viajan por el aire sufren varios fenómenos como los desvanecimientos y la multitrayectoria. Los bits de cola son utilizados para evitar la pérdida de eficiencia espectral en la demodulación de los bits de información, que están en los extremos y los bits de guarda sirven para compensar el tiempo gastado en la transición de potencia en los equipos involucrados.

7.5.2.3.1 TIPOS DE BURST

7.5.2.3.1.1 Burst Normal

Este Burst se utiliza en los enlaces ascendente y descendente. GSM ha definido 8 secuencias diferentes de entrenamiento que se asignan a células vecinas; esto con el objetivo de disminuir el efecto de las señales interferentes, en la estimación de la señal procedente de la comunicación en curso. Con este propósito, las secuencias de entrenamiento se han diseñado bajo criterios que minimizan la correlación entre ellas.

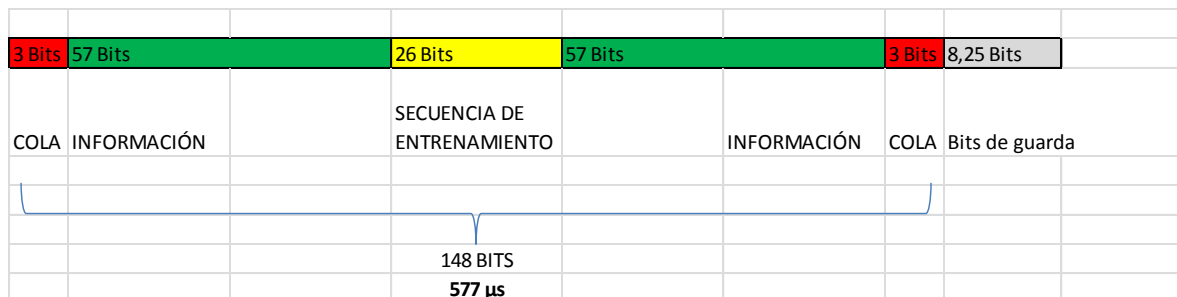


Figura 46 Conformación del Burst Normal

7.5.2.3.1.2 Burst de sincronización

Se usa en enlace descendente y el objetivo es que, el móvil se sincronice en tiempo con la estación base; es la primera ráfaga que detecta el sistema. Los bits de información contienen el identificador de la estación base (BSIC) y la información del número de trama y de supertrama para la sincronización.

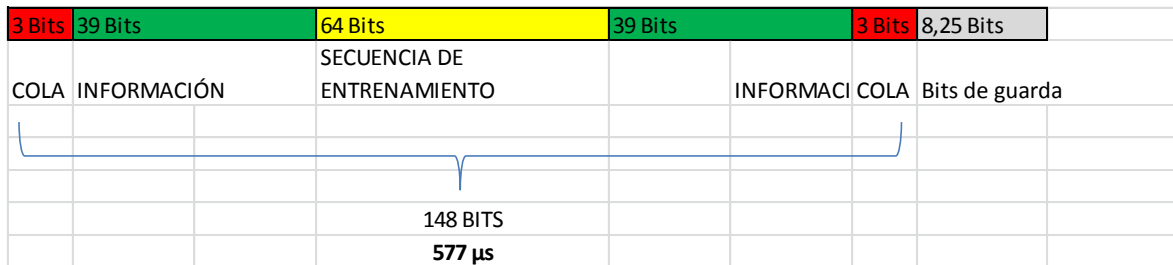


Figura 47 Conformación del Burst de Sincronización

7.5.2.3.1.3 Burst de Acceso

Permiten el acceso del móvil a la red. Sólo se usan en enlace ascendente, contienen artos bits de sincronización con el objetivo de facilitar la sincronización del móvil. Los Burst de acceso tienen un elevado tiempo de guarda lo cual sirve para asegurar la recepción de móviles alejados de la estación base.

El estándar GSM indica que cualquier móvil puede recibir correctamente y establecer conexión desde cualquier punto con una estación base a 35 km ya que:

$$Tiempo\ de\ bit = \frac{577\mu s}{148 + 8,25}$$

$$Tb = 3,69\mu s$$

$$Tiempo\ Guarda\ Extendida = Tb \times Bits\ Guarda\ extendida = (3,69 \times 68,25)$$

$$TGE = 252,03\mu s$$

$$Radio\ maximo = TGE \times v_L = 300 \times 10^6 m/s$$

$$rm = 252,03\mu s \times 300 \times 10^6 m/s$$

$$rm = 75.610,1\ m$$

$$rm = \frac{75.610,1m}{2}$$

$$r_m = 37.805,04m$$

Ecuación 2 Distancia máxima en la que un móvil puede tener acceso a la red

Estándar GSM fija el radio máximo en 35 km

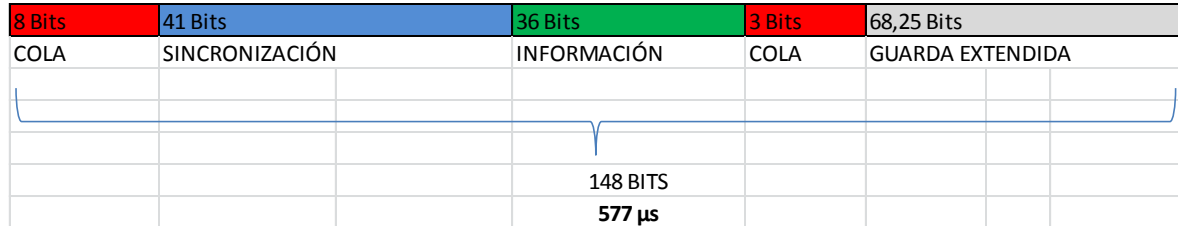


Figura 48 Conformación del Burst de Acceso

7.5.2.3.1.4 Burst de corrección de frecuencia

Sólo es usado en enlace descendente y el objetivo de este Burst, es que el móvil sincronice su oscilador a la frecuencia exacta de la estación base, ya que la estación base transmite una señal sinusoidal pura desplazada de la frecuencia portadora a 67,7 kHz, entonces el móvil realiza la estimación de la frecuencia recibida de acuerdo a su propio oscilador y, como este ya sabe la frecuencia transmitida, determinará la diferencia, a continuación corrige su frecuencia propia para compensar esa diferencia y empezar a transmitir.

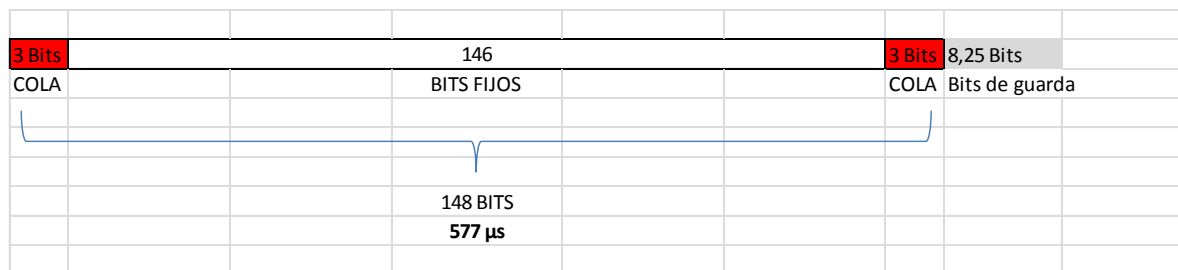


Figura 49 Conformación del Burst de corrección de frecuencia

7.5.2.4 Canales lógicos en GSM^{15,16}

Los canales lógicos son combinaciones ordenadas de Burst dentro de una estructura de trama.

En GSM existen canales lógicos de TRÁFICO y de CONTROL.

7.5.2.4.1 CANALES LÓGICOS DE TRÁFICO

Transmiten información generada por el usuario (voz y/o datos), son canales bidireccionales que utilizan el mismo Time Slot (TS) tanto en la portadora del enlace ascendente como el descendente, estos se transmiten dentro de un Burst normal

Hay dos clases de canales de tráfico: de velocidad total (TCH/FS) y de velocidad mitad (TCH/HS), que difieren en la periodicidad del canal. El TCH/FS ocupa un TS por trama, mientras que el TCH/HS ocupa un TS cada dos tramas.

- TCH/FS (*Traffic Channel Full-Rate Speech*)
- TCH/HS (*Traffic Channel Half-Rate Speech*)

Para canales de tráfico que transmiten datos en modo circuito a 9,6 kbps, 4,8 kbps y 2,4 kbps a velocidad total (full rate) y a 4,8 kbps y 2,4 kbps para velocidad mitad (half rate)

- TCH/F9.6, TCH/F4.8, TCH/F2.4 (*Traffic Channel Full-Rate Data*)
- TCH/H4.8, TCH/H2.4 (*Traffic Channel Half-Rate Data*)

7.5.2.4.2 CANALES LÓGICOS DE CONTROL

7.5.2.4.2.1 Canales lógicos de control (radiodifusión)

Dentro del conjunto de portadoras que transmite una celda en específico, hay una portadora que funciona como señal piloto para los móviles, utilizándose su TS numero '0' para transmitir todos los canales comunes de señalización. Esta portadora se identifica generalmente con el nombre de uno de los canales lógicos que transmite Broadcast Channel's (BCH) y se denomina portadora Broadcast Control CHannel (BCCH)

¹⁵ GSM 05.03 V8.4.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Channel coding, , Abril/2000

¹⁶ 3GPP TS 05.02 V8.11.0, Radio Access Network; Multiplexing and multiple access on the radio path, Junio/2003.

- BCCH (Broadcast Control channel)

Es utilizado para informar al móvil de los parámetros del sistema necesarios para identificar y acceder a la red, se transmite en un 1 TS cada 4 tramas consecutivas, se utiliza un Burst Normal. La información que contiene este canal lógico es:

De la información red

- Country Code
- Mobile Network Code (MNC).
- Location Area Identity (LAI).
- Frecuencias de las celdas vecinas (beacon frequencies).
- Secuencia de frecuencias asignadas por celda (Frequency hopping).

De acceso a la red

- Nivel de potencia en acceso.
- Algoritmo de acceso.
- Período de actualización de la posición (Location Update).

De sondeo para ubicación

- Configuración de los canales de concesión de acceso.
- Configuración de los canales de paging.

- FCCH (Frequency Correction Channel)

Informa al móvil de la frecuencia portadora de la estación base, de este modo se hace un proceso de sincronización entre los osciladores. Se transmite en un TS cada 10 tramas. Se transmite dentro de un Burst de corrección de Frecuencia.

- SCH (Synchronization Channel)

Permite identificar la estación base ya sintonizada con el FCCH y sincronizarse con la estructura de trama pues envía información de los parámetros de posición de cada bit para ubicarse en la misma, también transmite el Base Transceiver Station Identity Code (BSIC) el cual permite distinguir las celdas que estén transmitiendo en las mismas frecuencias. Se transmite en un TS después del FCCH cada 10 tramas. Se transmite en un Burst de Sincronización.

7.5.2.4.2.2 Canales lógicos de control (dedicados)

Se utilizan para transmitir información de control entre la red y el móvil, como lo es la autenticación y la propia señalización.

- SACCH (Slow Associated Control Channel)

Este canal transmite información bidireccional que tiene que ver con el mantenimiento del enlace en un canal de tráfico; como la potencia que se está transmitiendo, los valores de retardo, como también medidas utilizadas para la gestión de un handover. Se transporta en un Burst Normal en un 4 TS cada 51 tramas

- FACCH (Fast Associated Control Channel)

Este canal transmite información bidireccional de control que no se puede esperar, para esto se reemplaza a un canal de tráfico, por este canal junto con bits bandera que indican control urgente como por ejemplo la gestión de handover. Se transporta en un Burst Normal en un 4 TS cada 51 tramas

- SDCCH (Stand-alone Dedicated Control Channel)

Este canal es bidireccional se utiliza para intercambiar mensajes entre el móvil y la base, una vez el móvil ha accedido a un slot y antes de establecer la comunicación. Se transporta en un Burst Normal en 8 TS cada 51 tramas

7.5.2.4.2.3 Canales lógicos de control (comunes)

Permiten establecimiento del enlace entre el móvil y la base. Se transmiten en el slot 0 de una multitrama de 51 tramas.

- RACH (Random Access Channel)

Este canal es ascendente utilizado por el móvil para solicitar un canal para realizar una petición de llamada. Se transporta en un Burst de acceso.

- PCH (Paging Channel)

Este canal es descendente y avisa al móvil de las llamadas entrantes procedentes de la estación base. Se transporta en un Burst normal.

- AGCH (Access Grant Channel)

Este canal es descendente y concede o niega la llamada solicitada por el móvil. En caso de concesión de llamada también informa del valor de la sincronización entre la estación y el móvil. Se transporta en un Burst normal.

- BCH (Cell Broadcast Control channel)

Este canal es descendente y se emplea para enviar mensajes cortos a todos o a un grupo de móviles de la red. Se transporta en un Burst normal.

- NCH (Notification Channel)

Este canal es descendente y se emplea para avisar de la llegada de mensajes de difusión de voz a todos o a un grupo de móviles de la red. Se transporta en un Burst normal.

7.5.2.5 Canales lógicos en GPRS¹⁷

7.5.2.5.1 CANALES LÓGICOS DE TRÁFICO

En GPRS, existe un software llamado Packet Control Unit, el cual está ubicado en la estación base; este reserva un canal lógico que es llamado Packet Data Traffic Channel (PDTCH), el cual contiene información del Temporal Block Flow (TBF) asignado al móvil, el Temporal Flow Identifier (TFI) y el esquema de codificación (CS) a utilizar, también una primera estimación de la sincronización y del control de potencia.

- TBF (Temporary Block Flow):

Consiste en la transmisión unidireccional de paquetes de datos hacia o desde un móvil. Cada TBF se identifica con un TFI asignado por la PCU y se codifica con 5 bits. Para que varios móviles puedan utilizar los mismos time slots en el enlace descendente, en la fase de establecimiento de la conexión, la red asigna dos

¹⁷3GPP TS 05.02 V8.11.0, Radio Access Network; Multiplexing and multiple access on the radio path, Junio/2003,

parámetros al móvil el TFI (Temporary Flow Identifier) y el USF (Uplink State Flag). En el enlace descendente, el móvil escucha el comienzo de cada bloque y si reconoce el TFI, en ese momento ya sabe que los datos van destinados a él. También escucha el USF para saber en qué bloque puede transmitir.

- CS(Coding Scheme)

En GPRS se utilizan diferentes esquemas de codificación, y se dividen así

Esquema	Code Rate	Data Rate kb/s
CS-1	0,50	9,05
CS-2	0,6	13,4
CS-3	0,75	15,6
CS-4	1	21,4

Tabla 25 Esquema de codificación en GPRS

Los móviles deben poder utilizar cualquiera de los 4 métodos de codificación. Para la red sólo es obligatorio el CS1. En el PDTCH se puede emplear cualquiera de los CS. El CS seleccionado se modifica dinámicamente por decisión de la estación base. El CS utilizado se indica por medio de los bits USF.

7.5.2.5.2 CANALES LÓGICOS DE CONTROL (COMUNES)

- PPCH (Packet Paging Channel)

Este es un canal de enlace descendente y utiliza para informar al móvil de una llamada entrante y también para alertar al móvil a estar listo para recibir datos. Se utiliza para la señalización de control antes de establecimiento de llamada o sesión de datos. Una vez que la llamada o la sesión están en curso el canal lógico PACCH se hace cargo.

- PAGCH (Packet Access Grant Channel)

Este es un canal de enlace descendente y es utilizado en la fase de establecimiento para asignar recursos a un móvil antes de la transferencia de datos.

- PNCH (Packet Notificación Channel)

Este es un canal de enlace descendente y es usado para enviar las notificaciones de multidifusión a un grupo antes de comenzar la transferencia de datos.

- PRACH (Packet Random Access Channel)

Este es un canal de enlace ascendente que permite al móvil iniciar la transferencia de datos o señalización en el enlace ascendente.

7.5.2.5.3 CANALES LÓGICOS DE CONTROL (DEDICADOS)

- PTCCH (Packet Timing Advance Common Control Channel)

Este canal es bidireccional y se utiliza para ajustar el la sincronización, lo cual es necesario para garantizar que los mensajes estén sincronizados con la estación base, independientemente de la distancia del móvil.

- PACCH (Packet Associated Control Channel)

Este canal es bidireccional y se utiliza para el control de señalización mientras una llamada está en progreso. Se toma el canal lógico común PPCH una vez que la llamada se establece y lleva información tal como las asignaciones de canal, mensajes de control de potencia y acuses de recibo de los datos recibidos.

7.5.2.5.4 CANAL LÓGICO DE CONTROL (RADIODIFUSIÓN)

- PBCCH (Packet Broadcast Control Channel)

Este es un canal de enlace descendente y se utiliza para difundir información al móvil, como por ejemplo parámetros de control de potencia, métodos de acceso, modos de operación, parámetros de red. Es muy similar en operación del canal BCCH utilizado para GSM.

7.5.2.6 JERARQUIA DE TRAMAS

7.5.2.6.1 TRAMA

Una trama en TDMA está conformada por 8 Time Slot's

7.5.2.6.2 MULTITRAMA

Existen dos tipos de multitramas:

- Multitramas de canales dedicados de tráfico:

Consta de 26 tramas y su duración es de 120 ms.

- Multitramas de canales de señalización y control:

Consta de 51 tramas, se ha elegido de este modo para asegurar que los móviles activos pueden escuchar los canales SCH y FCCH de las celdas vecinas lo cual es necesario para decodificar el BSIC de esas celdas, que se utiliza para realizar el traspaso de una celda a otra.

7.5.2.6.3 SUPERTRAMA

Las multitramas de señalización y de tráfico siguen ciclos que corren en paralelo sobre una estructura superior denominada supertrama.

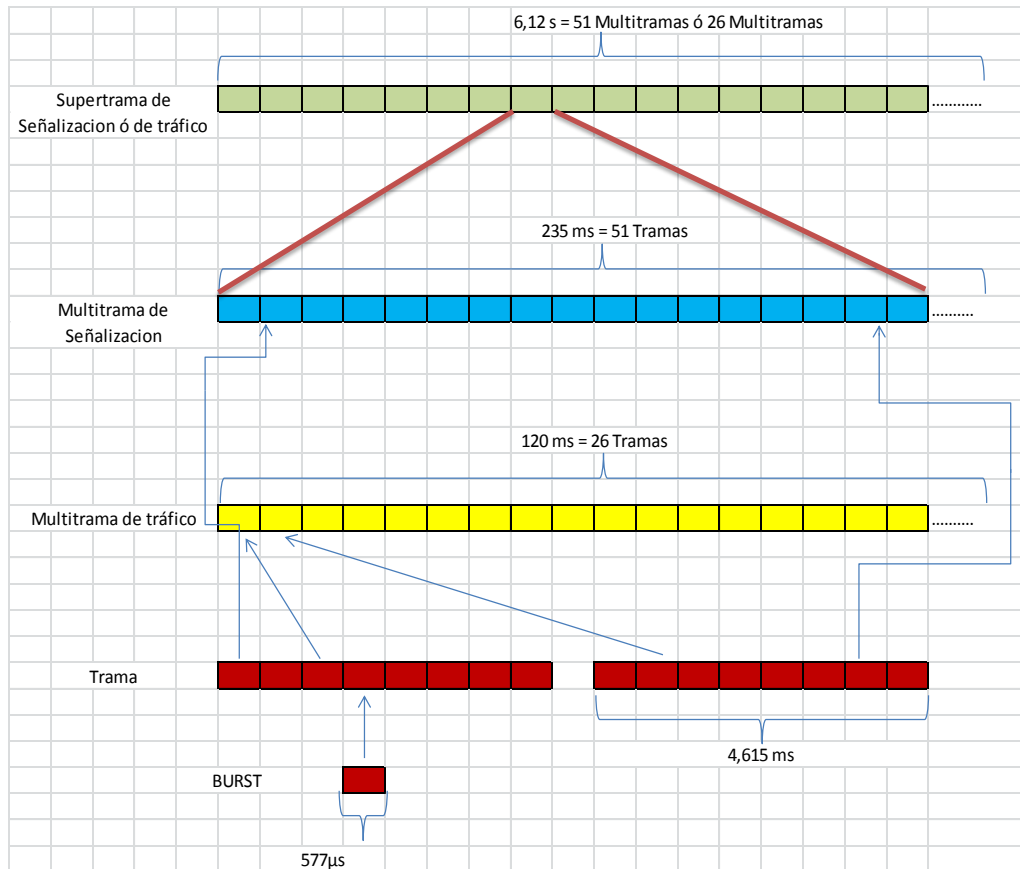


Figura 50 Esquema de jerarquía de tramas

7.5.3 INTERFAZ UM (CAPA DE ENLACE DE DATOS)

La información anterior hace parte de la capa física de la interfaz entre el móvil y la estación base. En este numeral se explicará como aquellos canales lógicos de tráfico y señalización suben a una capa superior llamada (Link Access Procedure) en la interfaz Um, para esta interfaz el protocolo LAPD es conocido como LAPDm, con “m” referido a la Um.

7.5.3.1 LAP-Dm

LAP-Dm es un protocolo tiene el propósito de transmitir información entre la capa 3 de la red GSM y la interfaz de radio utilizando el canal Dm; LAPDm es un protocolo que opera en la capa de enlace de datos de la arquitectura OSI. Funciona de forma “peer to peer” en la transmisión de señalización en tramas a la capa 3.

7.5.3.2 LAP-Dm debe soportar

- Enlace de datos para las entidades de la capa 3
- Enlace de datos para las entidades de la capa física
- Señalización del canal lógico (BCCH)
- Señalización del canal lógico (PCH)
- Señalización del canal lógico (AGCH)
- Señalización del canal lógico (SDCCH, FACCH, SACCH).

7.5.3.3 Funciones de LAP-Dm

- Notificación a la capa 3 de errores que no se pueden corregir
- Detección de errores
- Secuencia de control, esto para mantener el orden secuencial de las tramas.
- Permitir el reconocimiento de tramas.
- Establecimiento de enlaces para los canales de señalización

Existen dos tipos de operación en la capa de enlace de datos, están definidas en cómo se transfiere información a la capa 3, estas son operación desconocida y operación conocida, estas pueden coexistir en el canal Dm

El canal lógico BCCH, PCH y AGCH solo pueden ir por la operación desconocida, los canales lógicos SDCCH, SACCH y FACCH pueden ir en ambos tipos de operación.

7.5.3.4 Operación desconocida

En esta operación, a la capa 3 la información es transmitida en información no numerada en tramas (UI). Las tramas UI no son conocidas. Se aplican los mecanismos de flujo de control y error.

7.5.3.5 Operación conocida

En esta operación, la forma de transmisión a la capa 3 es en tramas que son conocidas por el receptor en la capa de enlace de datos

Los procedimientos de corrección de errores son basados en retransmisiones de tramas sin acuse de recibo se especifican. En caso de errores que no se pueden corregir por la capa de enlace de datos, un reporte es hecho para la entidad de la capa 3. Los procedimientos de flujo de control también están definidos

Solo una forma de información conocida es definida, esto en la operación de múltiples tramas

Para la operación de múltiples tramas, la información que es enviada a la capa 3 es enumerada y se forman tramas (I). En principio, un número de tramas I pueden ser resueltas en el mismo tiempo. Sin embargo para muchas aplicaciones como la señalización una ventana de tamaño 1 es requerida. Múltiples tramas de operación iniciadas por un procedimiento de establecimientos de múltiples tramas.

7.5.4 INTERFAZ UM (CAPA3)

Esta capa no se puede comparar con la capa 3 del modelo OSI, pues no hay funciones de encaminamiento, en esta capa se definen algunas subcapas de gestión en cuanto a los recursos de radio acceso, la movilidad y la conexión

7.5.4.1 Subcapas de gestión

7.5.4.1.1 SUBCAPA DE GESTIÓN DE RECURSOS DE RADIO ACCESO (RR, RADIO RESOURCES MANAGEMENT)

En esta subcapa se tienen en cuenta algunos procedimientos para poder gestionar los recursos de radio acceso; como lo es el llamado “handover” para que el usuario pueda mantener la llamada así cambie de BTS, también la gestión del control de potencia; con el fin de mantener los parámetros establecidos de recepción y transmisión de la potencia de la señal desde y hacia la BTS, además

la gestión de “Frequency hopping” con el fin de que el usuario pueda cambiar de frecuencia en un determinado momento sin que la llamada se desconecte, es decir, que esta subcapa se encarga de mantener todos los procedimientos necesarios para establecer, mantener, liberar todas las conexiones de radio acceso dedicadas, esta subcapa se comunica directamente con la BSC

7.5.4.1.2 SUBCAPA DE GESTIÓN DE MOVILIDAD (MM, MOBILITY MANAGEMENT)

Después de que hay una conexión establecida, MM hace algunos procedimientos que tiene que ver con la posibilidad de la gestión de localización y la seguridad de los usuarios, como es indicar a la red que el MS esta encendido y también de la disponibilidad, se comunica directamente con los centros de autenticación encriptación e identificación como lo son el VLR, HLR, AUC.

7.5.4.1.3 SUBCAPA DE GESTIÓN DE CONEXIÓN (CN, CONNECTION MANAGEMENT)

Esta subcapa se utiliza para la gestión de señalización de las llamadas en servicios suplementarios, cómo el renvío de llamadas y de gestión de servicios como el servicio de mensajería corta (SMS), para las llamadas se encarga de establecer, mantener y liberar el canal. Esta subcapa se comunica directamente con la MSC.

7.5.5 INTERFAZA-BIS (CAPA FISICA)

En esta interfaz los mensajes intercambiados entre la BTS y BSC pueden ser de señalización o de tráfico, los canales que llegan a la BTS con una velocidad de 13 kbit/s se adaptan a 16 kbits/s, después pasa a un dispositivo llamado Transcoder and Rate Adaptation Unit (TRAU) que tiene la capacidad de multiplicar la velocidad de estos 16 kbits/s por 4, para tener finalmente una velocidad de 64 kbit/s que se ajustan perfectamente al modelo PCM para transmitir E1's entre la BTS y BSC.

7.5.6 INTERFAZ A-BIS (CAPA DE ENLACE DE DATOS)

Para el enlace de datos en esta capa se utiliza el protocolo LAPD, este protocolo tiene las mismas funciones de LAPDm, aunque tiene algunas diferencias, LAPD si hace una comprobación de secuencia de trama, además dentro de su trama

posee identificadores de terminal de destino para comunicarse con la BTS, esto con el objetivo de saber a cuál TRX esta asociado.

7.5.7 INTERFAZ A-BIS (CAPA 3)

En esta capa la interfaz hace uso de la subcapa de gestión de recursos de Radio acceso, la cual se explicó en 7.5.3.1.1. Recordemos que esta capa se comunica directamente con la interfaz Um en la capa 3 y subcapa RR.

7.5.8 INTERFAZ A (CAPA FÍSICA)

Esta interfaz comunica a la BSC con la MS, mediante el mismo canal recibido por parte de la interfaz A-Bis, estos canales conforman E1's con velocidades individuales de 64 kbits/s.

7.5.9 INTERFAZ A (CAPA PARTE DE USUARIO)

En esta capa se hace uso de la parte de transferencia MTP (1, 2,3) de SS7 para la gestión y transporte de enlaces de señalización y para el control de la conexión de extremo a extremo, la parte SCCP de SS7, la parte MTP y SCCP se utilizan para apoyar la comunicación entre el MSC, con dos entidades conceptuales dentro del BSS, estos son:

7.5.9.1 La parte de aplicación de operación y mantenimiento para BSS (BSSOMAP)

Los mensajes de operación y mantenimiento son transferidos por mensajes SCCP; SCCP se ocupa del encaminamiento y direccionamiento hacia la MSC como también al subsistema de apoyo a las operaciones OSS.

7.5.9.2 La parte de aplicación para BSS (BSSAP)

La parte de aplicación para BSS (BSSAP) se divide en dos sub aplicaciones:

- La parte de aplicación de gestión de BSS (BSSMAP).
- La parte de aplicación de transferencia directa (DTAP).

Las diferencias entre los mensajes BSSOMAP y BSSAP son dadas por el número de subsistema en el protocolo de control de conexión SCCP.

7.5.9.3 Parte de aplicación de transferencia directa (DTAP)

DTAP proporciona básicamente un mecanismo de retransmisión para la transferencia de mensajes de gestión de movilidad (MM) y mensajes de control de llamada (CN), a través del subsistema BSS. En otras palabras, el BSS no interpreta los mensajes de movilidad y gestión, los transfiere transparentemente entre la MS y el MSC.

Los mensajes que son recibidos desde la MS hacia el MSC son identificados por DTAP en el campo de información Protocolo Discriminador, excepto para los mensajes de capa 3. La mayoría de los mensajes de la interfaz de radio se transmiten a través de la interfaz BSS MSC por el DTAP, con la excepción de algunos mensajes que pertenecen a la subcapa de gestión de recursos de radio acceso (RR), como lo son SCH y RACH.

7.5.9.3.1 MENSAJE DTAP

Un mensaje DTAP tiene la siguiente estructura:

- Protocolo discriminador
- Identificador de Transacción
- Tipo de mensaje
- Otros elementos de información

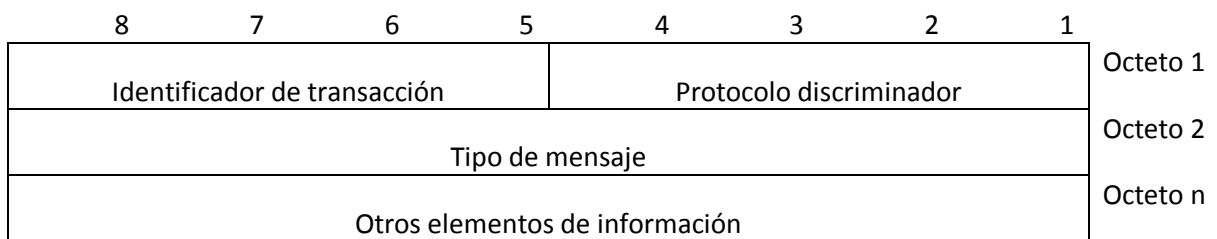


Figura 51 Formatos de mensaje DTAP

- Identificador de transacción

Los bits 5 a 8 del primer octeto del mensaje correspondiente a la gestión de recursos y a la gestión de la movilidad contiene el indicador de transacción, un mensaje recibido con indicador de transacción diferente de '0000' se ignorará y un mensaje recibido con el indicador de transacción codificado en '0000' no será ignorado, es decir, que siempre que una entidad de protocolo envíe un mensaje

de gestión de recursos de radio RR o un mensaje de gestión de la movilidad MM se codifica el indicador de transacción en '0000'.

- Protocolo discriminador

El protocolo discriminador es el encargado de identificar el estándar del mensaje.

B4	B3	B2	B1	Valores del protocolo
0	0	0	0	Reservado para control de llamada en grupo
0	0	0	1	Reservado para control de difusión de llamada
0	0	1	0	Reservado para PDSS1 (1 servicio de señalización sobre paquetes de datos)
0	0	1	1	Reservado para control de llamadas en el servicio de señalización
0	1	0	0	Reservado para PDSS1 (2 servicio de señalización sobre paquetes de datos)
0	1	0	1	Mensajes de gestión de movilidad MM
0	1	1	0	Mensajes de gestión de recursos de radio acceso RR
1	0	0	1	Mensajes SMS
1	0	1	1	No relacionado con servicios de señalización de llamada
1	1	1	0	Reservado para extensión de valor de protocolo discriminador
1	1	1	1	Reservado para otros procedimientos

Tabla 26 Codificación del protocolo de discriminación

- Tipo de mensaje

El tipo de mensaje define de la función y el formato de cada mensaje DTAP. El tipo de mensaje es obligatorio para todos los mensajes. El formato del tipo de mensaje es el siguiente:

8	7	6	1
0	N (SD)	Tipo de mensaje	
Mensaje			

Figura 52 formato de tipo de mensaje DTAP

- El bit 8 se utiliza para próximas ampliaciones de los tipos de mensajes.

- El bit 7 N (SD) se utiliza para saber el estado del envío de mensajes MM y CM, el estado debe ser el mismo recibido.
- Los bits de 1-6 se utilizan para codificar los diferentes tipos de mensaje.

7.5.9.4 Parte de aplicación de gestión de BSS (BSSMAP).

Esta parte de aplicación se ocupa de todos los procedimientos entre la MSC y la BSS que requieren interpretación y procesamiento para la gestión de llamadas y gestión de recursos de radio acceso.

Esta parte de aplicación facilita las operaciones de señalización entre el subsistema BSS y la MSC; cómo operaciones de manejo de llamadas y gestión de recursos de radio acceso como por ejemplo el “paging”, el “handover” la operación de “frequency hopping”.

7.5.9.4.1 PRINCIPALES PROCEDIMIENTOS BSSMAP

7.5.9.4.1.1 Asignación y liberación de recursos

La MSC asigna y libera recursos para el MS a través de comandos de peticiones de asignación y solicitudes de liberación respectivamente, el BSC asigna los recursos de radio apropiados. El acceso aleatorio inicial del MS por la 'asignación inmediata' se maneja de manera autónoma por el BSS sin participación alguna del MSC.

7.5.9.4.1.2 Handover

La parte de aplicación BSSMAP permite varios intercambios de mensajes para facilitar el “Handover”. El MS envía el mensaje de indicación requerida “Handover” al MSC para solicitar una “Handover externo”. Este procedimiento se inicia cuando el subsistema BSS detecta que hay problemas de radio acceso como una congestión y debe haber un “Handover”, esto implica hacer un cambio de celda en el transcurso de la llamada. La MSC inicia un procedimiento de indagación para elegir la celda a la cual se realizará el “Handover” y la BSC solo se encargaría de elegir el MS para hacer el procedimiento del “Handover”. Tras la petición de indicación de “Handover”, la MSC envía la petición de “Handover” al subsistema BSS para indicar que el MS tiene que ser mantenido por la nueva BSC. También envía un mensaje de comando “Handover” a la antigua BSS para que esta sepa que el canal que estaba asignado ya está libre.

7.5.9.4.1.3 Bloqueo y Desbloqueo

El procedimiento de bloqueo es usado por la BSC o por la MSC para colocar cualquier circuito físico en el estado fuera de servicio e indicar al punto de destino el estado del mismo, cuando los circuitos están habilitados nuevamente, La BSC o La MSC se encargan de indicar el nuevo estado del circuito.

7.5.9.4.1.4 “Paging”

El procedimiento llamado “Paging” es iniciado por la MSC, cuando un MS tiene que hacer un “Paging”, la MSC envía un mensaje de “Paging” hacia la BSC con el IMSI o el TMSI del MS, entonces la BSC se encarga de calcular una localización para el MS.

7.5.9.4.1.5 Modo de control de cifrado

Después de una correcta autenticación del MS en la red, la MSC pasa la información del cifrado a la BSS de tal manera que la información del usuario y los datos señalización puedan ser intercambiados de manera cifrada.

7.5.9.4.1.6 Indicación de recursos

La parte de aplicación BSSMAP habilita al MSC para que tenga conocimiento de la cantidad de recursos de radio acceso que están libres en el subsistema BSS y disponibles para transportar tráfico, así la MSC puede saber cuándo asignar recursos y cuando liberar

7.5.9.4.2 MENSAJE BSSMAP

Los mensajes utilizados para soportar procedimientos globales, cómo la re inicialización de la BSC o MSC se transportan utilizando los servicios sin conexión de la parte de control de señalización SCCP, y los mensajes utilizados para soportar procedimientos específicos, cómo los de asignación de recursos se transportan utilizando los servicios orientados a conexión de la parte de control de señalización SCCP

7.5.9.4.2.1 Formato de mensaje BSSMAP

El formato de mensaje BSSMAP cuenta con los siguientes campos:

- Tipo de mensaje
- Elemento de información
- longitud

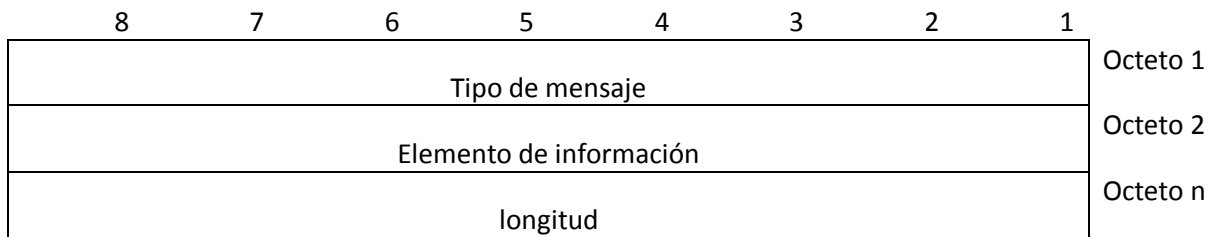


Figura 53 Formato de mensaje BSSMAP

- Tipo de mensaje

El tipo de mensaje define cual mensaje será utilizado, como por ejemplo mensajes de asignación, mensajes de handover, mensajes de liberación, entre otros.

- Elemento de información

Los elementos de información son parámetros establecidos para el tipo de mensaje que pueden ser obligatorios, condicionales, no condicionales.

- Longitud

La longitud define el número de octetos que tiene el elemento de información.

7.5.9.5 Relación entre DTAP y BSSMAP

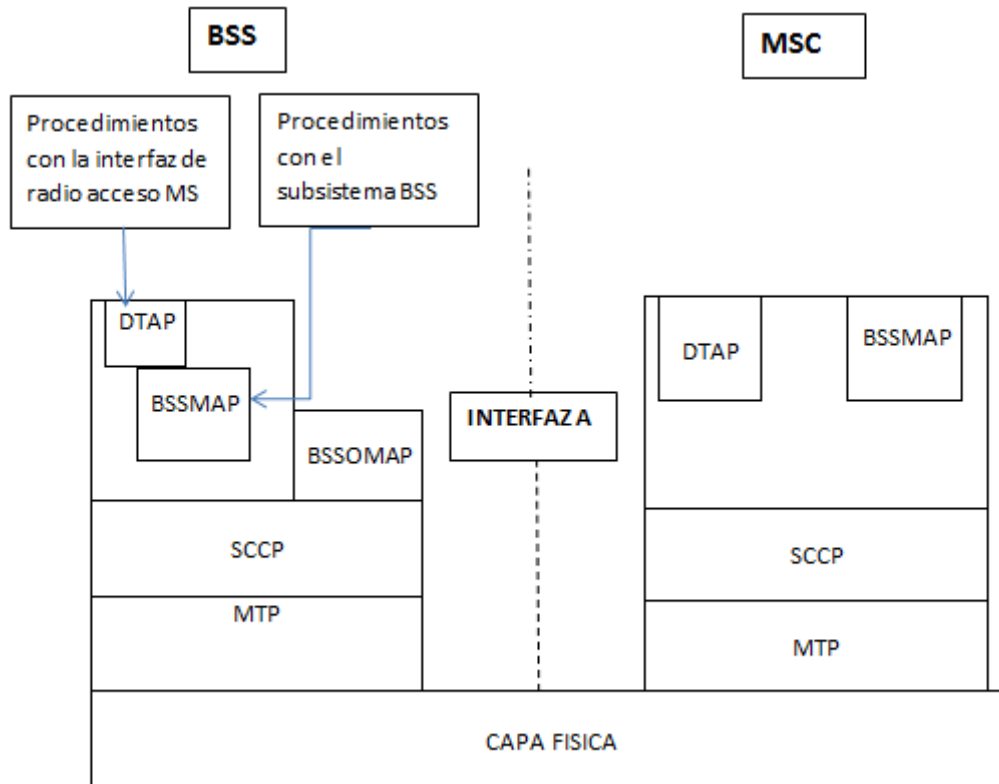


Figura 54 DTAP y BSSMAP en relación con las capas de la interfaz A

7.6 Parte de aplicación móvil (MAP, Mobile Application Part)

7.6.1 DEFINICIÓN:

La parte de aplicación móvil fue creada para dar soporte a las redes móviles, es decir, las redes donde el usuario este cambiando constantemente de posición.

Cuando un usuario cambia de posición constantemente, es necesario de una robusta señalización en la red para poder dar seguimiento al usuario y que el servicio esté disponible, si el usuario está cursando una llamada todos los subsistemas de la red móvil deben estar procesando la gestión de la señalización en continuo sincronismo; por esta razón MAP es el protocolo que se utiliza para permitir que todos los subsistemas de una red de telefonía móvil puedan comunicarse entre sí, con el objetivo de proporcionar los servicios que se ofertan, algunos ejemplos de servicios son los de Roaming, mensajería de texto (SMS),

autenticación e identificación del usuario, llamada en espera, servicios multimedia y de interacción.

MAP es transportado y encapsulado con los protocolos SS7 MAP, SCCP y TCAP.

7.6.2 FUNCIONES DE MAP

- Gestión de la señalización del usuario cuando esta en movimiento.
- Operación y Mantenimiento para funciones de soporte al usuario.
- Gestión de llamadas entre de señalización entre la red interna y otras redes que tengan convergencia.
- Servicios Complementarios como acceso a portales web.
- Servicio de mensajes cortos SMS.

7.6.3 RELACIÓN ENTRE MAP Y SCCP¹⁸

7.6.3.1 Clases de conexión

La parte de aplicación móvil solo usa las clases de conexión definidas en SCCP como la clase 0 y 1

SERVICIO	CLASE	DESCRIPCION
Servicio sin conexión	Clase 0	No se garantiza la entrega de las unidades de datos de servicio (SDU) con una secuencia que esta fijada por control
Servicio con conexión	Clase 1	Se garantiza una entrega de la unidad de datos de servicio con una función de control de secuencia

Tabla 27 Clases de servicios 0 y 1 de SCCP

7.6.3.2 Número de subsistema

MAP utiliza el Campo de dirección del mensaje SCCP para definir las entidades de aplicación que puede soportar, el nombre de estas aplicaciones son conocidas en MAP como Elementos de servicios de aplicaciones (ASE's, Application Service Elements), estas se definen específicamente por el número de subsistema SSN.

¹⁸ GSM 09.02, Mobile Application Part (MAP) specification, Version 5.3.0, Agosto/1996

SSN	ASE's
0 0 0 0 0 1 0 1	MAP (parte de aplicación móvil), Reservado
0 0 0 0 0 1 1 0	HLR (Home Location Register)
0 0 0 0 0 1 1 1	VLR (Visitor Location Register)
0 0 0 0 1 0 0 0	MSC (Mobile Switching Centre)
0 0 0 0 1 0 0 1	EIR (Equipment Register Identifier)
0 0 0 0 1 0 1 0	AUC (Autenticación Centre)

Tabla 28 Número de subsistemas SCCP utilizados para las entidades de MAP

7.6.3.3 Direccionamiento SCCP

En la red de telefonía móvil es necesaria la convergencia de la comunicación entre todas las entidades dentro de la misma red y también con otras redes de telefonía móvil, esto implica que MAP utilice la parte de capacidades de transacción (TCAP) y la parte de control de conexión de señalización (SCCP).

7.6.3.3.1 DIRECCIONAMIENTO ENTRE LAS ENTIDADES DE LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL

Para el direccionamiento de la parte que es llamada se deben incluir el número de subsistema, también el título global o el punto de código, para el direccionamiento de la parte que llama se incluyen los parámetros anteriores, si no esta el título global ni el punto de código se puede usar direcciones a nivel de MTP3

7.6.3.3.2 DIRECCIONAMIENTO DE ENTIDADES ENTRE DIFERENTES REDES DE TELEFONÍA MÓVIL

El direccionamiento de la parte que es llamada se debe incluir el número de subsistema, el indicador de título global codificado en '0100', recordemos que en este tipo de codificación el título global debe incluir el tipo de traducción, el plan de numeración y el indicador de naturaleza de dirección, el campo del tipo de traducción no es usado y debe ir codificado como '00000000' y el indicador de encaminamiento con el valor '0', referido a que el encaminamiento se hará por el título global.

Para la parte llamante se utilizan los mismos parámetros anteriores pero el indicador de código de punto debe ir en '0'.

7.6.4 RELACIÓN ENTRE MAP Y TCAP

Recordemos que TCAP es un protocolo que se ubica entre la capa de red, por encima de SCCP y la capa de la parte de aplicación, en donde TCAP utiliza los elementos que hacen parte de los servicios de la aplicación para poder comunicarse con la capa baja que es SCCP, además TCAP se compone de un subnivel de componente y un subnivel de transacción especificados en 4.6.3.

TCAP se encarga de la relación entre las operaciones individuales de cada entidad que utiliza MAP, el subnivel de transacción se encarga de gestionar las transacciones desde el origen hasta el destino y el subnivel de componente proporciona dos tipos de servicios: servicios de aplicaciones para el control de los diálogos de extremo a extremo y servicios para el manejo de operaciones a distancia, los servicios para el control de diálogo intercambian la información relacionada con la negociación del contexto de aplicación, así como también de los datos de inicialización y los servicios, para el manejo de operaciones a distancia que notifican el intercambio de unidades de datos e informan de los resultados en del traspaso de mensajes como lo pueden ser errores de protocolo.

7.6.5 APLICACIONES DE MAP¹⁹

La parte de aplicación móvil es utilizado para definir las operaciones entre los componentes de la red móvil, como lo puede ser el MSC el HLR o la BSC; estas operaciones implican la transferencia de información entre los diferentes componentes con señalización que no estará relacionada a enlaces permanentes, es decir, la señalización en MAP permite actualizar constantemente el control de los mensajes de señalización, para cumplir los requerimientos de la red de telefonía móvil.

Todas las interfaces que van conectadas al conmutador central MSC que puede ser también un softswitch usan protocolos basados en SS7, las interfaces B, C, D, F, se conocen como interfaces MAP.

7.6.5.1 Interfaz B

La interfaz B maneja la señalización entre el MSC y el VLR, cabe anotar que casi siempre los proveedores de estos equipos unifican estos equipos y la interfaz es

¹⁹3GPP TS 29.002, Technical Specification Group Core Network and Terminals; Mobile Application Part (MAP), Septiembre/2012

manejada internamente por el equipo; esta interfaz maneja el protocolo MAP para cuando el MSC necesita acceder a la información relacionada con la localización del móvil.

El direccionamiento de esta interfaz debe tener en cuenta el punto de código de señalización de MTP3 y el título global que tenga implícito el número de subsistema, si el direccionamiento se hace con otra red de telefonía móvil se debe enviar solo el título global, ya que el punto de código de MTP3 es unificado en la red interna.

7.6.5.2 Interfaz C

La interfaz C comunica el MSC con el HLR, el MSC utiliza esta comunicación para obtener todos los datos del usuario, para poder hacer el proceso de identificación en la red.

El direccionamiento debe tener en cuenta el punto de código de señalización dado por MTP3 y el título global que debe tener implícito el número de subsistema, si el direccionamiento se hace con otra red de telefonía móvil solo se debe incluir el título global.

7.6.5.3 Interfaz D

La interfaz D comunica el HLR con el VLR, se utiliza el protocolo MAP para intercambiar datos relacionados con la información dinámica que el MSC requiere dentro de la VLR, ya que el VLR es una base de datos dinámica.

El direccionamiento debe tener en cuenta el punto de código de señalización dado por MTP3 y el título global que debe tener implícito el número de subsistema, si el direccionamiento se hace con otra red de telefonía móvil solo se debe incluir el título global y el número del VLR.

7.6.5.4 Interfaz F

La interfaz F comunica el MSC con el EIR, se utiliza el protocolo MAP para hacer los procesos correspondientes de verificar los Améis de los equipos de usuarios.

El direccionamiento debe tener en cuenta el punto de código de señalización dado por MTP3 y el título global que debe tener implícito el número de subsistema, si el

direccionamiento se hace con otra red de telefonía móvil solo se debe incluir el título global y el número del EIR.

7.6.5.5 Interfaz Gc

La interfaz Gc comunica al GGSN con el HLR, el GGSN se comunica con el HLR para tener información de la localización y de los servicios soportados para un usuario, esto con el fin de habilitar una dirección de paquetes de datos de red.

Si el protocolo SS7 es montado sobre esta interfaz, la señalización entre el GGSN y el HLR usará MAP, que a su vez utiliza TCAP para la gestión de transacciones entre cada extremo.

7.6.5.6 Interfaz Gr

La interfaz Gr comunica al SGSN con el HLR, es utilizada para intercambiar datos relacionados con la ubicación del usuario y gestión del mismo; el SGSN provee el servicio de transferir paquetes dentro de la zona de servicio, a la vez informa la ubicación del usuario al HLR, y este último envía toda la información que necesita el SGSN para soportar el servicio de usuario.

La señalización utilizada en esta interfaz es MAP que también utiliza TCAP para la gestión de las transacciones de cada extremo.

7.6.5.7 Interfaz Gs

La interfaz Gs comunica al SGSN con la MSC, el SGSN envía información de localización al MSC/VLR a través de esta interfaz, también el SGSN recibe peticiones de "Paging" desde el MSC/VLR por esta misma interfaz.

La señalización utilizada en esta interfaz utiliza el protocolo SCCP orientado a no conexión, para el direccionamiento es utilizado el título global.

7.6.6 INTERFAZ GB

La interfaz Gb comunica al SGSN con el subsistema BSS, la gran diferencia de esta interfaz es la implementación en su capa física del protocolo orientado a conexión Frame Relay; el resto de protocolos que competen a esta interfaz son en

la capa de red la capa llamada servicio de red (NS, Network Service) y en capa de aplicación el protocolo GPRS del subsistema BSS (BSSGP, Base Station Subsystem GPRS Protocol).

7.6.6.1 Interfaz GB (capa enlace de datos)²⁰

7.6.6.1.1 FRAME RELAY

Este protocolo funciona como técnica de conmutación de paquetes pero orientado a conexión, esto lo hace con la creación de circuitos virtuales (VC, Virtual Circuits); en la interfaz Gb Frame Relay la información que llega al subsistema BSS es llevada por los circuitos virtuales hacia el SGSN.

7.6.6.1.2 SERVICIO DE RED

La capa de servicio de red proporciona el mecanismo de retransmisión de datos, NS se divide en dos subcapas que son la subred de servicio (SNS, Subnetwork Service) y la subred de control (SNC, Subnetwork Control), la principal diferencia entre una y otra es que SNS hace la tarea propia de retransmisión y NSC tiene el control de estas retransmisiones independientemente de la red de transmisión.

Esta capa es responsable de la gestión de las conexiones virtuales entre el subsistema BSS y el SGSN, cómo lo es la verificación de disponibilidad de los VC's, inicialización y restauración de un VC, también el control de errores que informa a capa superior. Cuando recibe unidades de paquetes de datos (PDU's) de la capa superior, NS se encarga de la distribución de los PDU's hacia los VC's, entonces SNS proporciona el acceso a la red Frame Relay y NSC se encarga de la gestión con la capa superior en la tarea de la compartición de carga con la gestión de la conexión virtual.

7.6.6.1.3 CAPA BSSGP

Esta capa es la responsable de la gestión de la comunicación desde y hacia el subsistema BSS y el SGSN, tiene la tarea de administrar la señalización de la movilidad del usuario como también la señalización en el control de flujo de los enlaces. Esta capa debe estar conectada por conexiones virtuales a las celdas de las BTS's, en donde cada conexión virtual es soportada por la capa de enlace de datos entre el SGSN y el BSS.

²⁰ 2nd National Conference on Information and Communication Technology (NCICT) 2011, Implementation of GB Interface using InternetProtocol, Kshipra Chowdhary, Indraneil Deshmukh, Sangeeta Kurundhkar

7.6.7 INTERFAZ GN

La interfaz Gn es la encargada de comunicar al SGSN y al GGSN, esta interfaz es muy importante, ya que da soporte a la salida y entrada de paquetes hacia la red de redes internet; el modelo OSI es tenido como referencia para manejar la comunicación entre la pila de protocolos: la capa física, de enlace de datos, de red y de transporte, se sustentan en OSI, pero aparece una nueva capa entre la aplicación y el transporte gestionada con el protocolo de túneles de GPRS (GTP, GPRS Tunnelling Protocol), que tiene la principal característica de mantener a los usuarios conectados a internet mientras se movilizan.

El protocolo GTP utiliza dos tipos de conexiones una a nivel de usuario (GTP-U) y otra a nivel de control (GTP-C).

7.6.7.1 Protocolo GTP²¹

7.6.7.1.1 TERMINOLOGÍA:

- Path: Trayectoria entre UDP e IP usada para multiplexar túneles GTP.
- Packet Data Protocol (PDP): Es un protocolo de red usado por una red externa hacia la interface de GPRS.
- Packet Data Network (PDN): Es el conjunto de paquetes de datos que es suministrado por un nombre de punto de acceso (APN, Access Point Name).
- Access Point Name: es el nombre de la puerta de enlace entre el nodo de soporte GPRS y otra red como lo es internet.
- PDP Context: Es la información que el SGSN le da a un usuario para poder tener tráfico en internet, es manejada por dos tipos de direcciones IP.
- PDN Connection: es la asociación entre un MS que se representa por una dirección IP y un PDN que se conecta a un APN.
- Túnel GTP: en el plano de usuario (GTP-U) el túnel es definido por cada contexto PDP, y en el plano de control (GTP-C) el túnel es definido por todos los contextos PDP que estén la misma conexión PDN.

²¹ 3GPP TS 29.060, Technical Specification Group Core Network and Terminals; General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunnelling Protocol (GTP), Septiembre/2012

7.6.7.2 **GTP-C**

El plano de control GTP-C gestiona el control del túnel que permite al SGSN brindar acceso a la PDN para un MS, la señalización entre estos elementos se utiliza para crear, modificar y eliminar túneles, tal señalización es gestionada por el protocolo MAP.

7.6.7.3 **GTP-U**

El plano de usuario GTP-U se utiliza el túnel para transportar paquetes de datos de usuario, este túnel identifica la interfaz entre el SGSN y el GGSN, cada PDP de usuario es gestionado por el SGSN que a la vez maneja la señalización por el protocolo MAP dentro de la red de telefonía móvil.

8 Alarmas de señalización presentes en una red de telefonía móvil

En esta sección describiré y analizaré algunas alarmas correspondientes a señalización, las cuales fueron tomadas de un gestor de un operador de telefonía móvil real, el gestor al que hago referencia es el iManager M2000 de la empresa Huawei Technologies Co, LTDA; este gestor tiene la capacidad de administrar los subsistemas BSS y NSS de una red con capacidad 2G y 3G.

Las centrales que se gestionan tienen el nombre de MSoftx3000 las cuales son soluciones para redes 2G y 3G de telefonía móvil de la empresa Huawei Technologies Co, LTDA; este elemento funciona como un conmutador convencional y también como un softswitch.

8.1 Alarma #1 MTP LINK FAILED

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBAQ2	MTP LINK FAILED	Office Name=SBSC01(7), Board Type=WBSG, Shelf No.=1, Frame No.=2, Slot No.=14, Location No.=0, Module No.=139, Link Name=SBSC01_14(24), Link Type=M2UA 64K, NI=National network, DPC=H'003FEE, OPC=H'003FB2, DSP Name = SBSC01(3), SLC=14, Alarm Reason=Link failed because M2UA link failed

Tabla 29 Alarma #1 tomada del gestor Huawei iManager M2000 MTP LINK FAILED

8.1.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA:

- La central de conmutación “MSXBAQ2”
- Nombre de la oficina que entrega la señalización “SBSC01”
- Ubicación de la Tarjeta “WBSG”, Shelf No.=1, Frame No.=2, Slot No.=14, Location No.=0, Module No.=139,
- Información del enlace de señalización: Link Name=SBSC01_14 (24), Link Type=M2UA 64K, NI=National network, DPC=H'003FEE, OPC=H'003FB2, DSP Name = SBSC01 (3), SLC=14, Alarm Reason=Link failed because M2UA link failed.

Nota: La tarjeta “WBSG” es la encargada de la codificación y decodificación de SS7 a SIGTRAN

8.1.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma como se puede observar es la central de conmutación, el nombre de la alarma define señalización a nivel de la parte de transferencia MTP en falla, el enlace de señalización va hacia el elemento de red “SBSC01”, que corresponde a una BSC la cual es el DSP (Destination Signalling Point), y se identifica con el código “14”.

En esta ocasión la central se ve como un punto de señalización IP que se está comunicando con la BSC por la interfaz A con el protocolo de adaptación M2UA, recordemos que M2UA da soporte a MTP3, y permite el intercambio de mensajes entre dos puntos MTP3, tales mensajes MTP3 llevan información de encaminamiento como lo es el OPC, DPC y el tipo de red, además como se observa que en el campo de subservicio se tiene una red Nacional (NI).

En conclusión la alarma se presenta porque hay una falla en el nivel de adaptación M2UA, por lo que no se puede transportar señalización de la BSC hacia la MSC o central.

8.2 Alarma #2 SCCP DSP Inaccessible

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBAQ2	SCCP DSP Inaccessible	Office Name=SBSC01(7), NI=National network, DPC=H'003FEE, OPC=H'003FB2, DSP Name=SBSC01(18)

Tabla 30 Alarma #2 tomada del gestor Huawei iManager M2000 SCCP DSP Inaccessible

8.2.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: “MSXBAQ2”
- Punto de señalización de destino “SBSC01”

8.2.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es la central “MSX”, el nombre de la alarma define que la parte del control de la conexión de la señalización esta inaccesible hacia el punto de señalización de destino “SBSC01”, el cual es una BSC.

Entonces la parte de aplicación que define este tipo de señalización MSX hacia la BSC no podrá ser transferido, por lo tanto toda la señalización de la parte de transferencia no podrá ser conectada, se considera una alarma crítica.

8.3 Alarma #3 M3UA destination entity is inaccessible

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBOG3	M3UA destination entity is inaccessible	Office Name=NULL(65535), Destination Entity Name=HLRHBOG3_N1(59), Local Entity Name=MSOFTBOG03_N1(1), NI=National reserved network, OPC=H'003FC0, DPC=H'003F98

Tabla 31 Alarma #3 tomada del gestor Huawei iManager M2000 M3UA destination entity is inaccessible

8.3.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: "MSXBOG3"
- Entidad de destino: "HLRBOG03"

8.3.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es la central "MSXBOG3", el nombre de la alarma define que la entidad de destino esta inaccesible a través de la comunicación M3UA, se determina que se tiene una comunicación a nivel de IP, entre dos entidades la central y el HLR.

Entonces la capa de adaptación M3UA no puede hacer la función de soporte para el transporte de mensajes MTP3 a la parte de usuario SS7, ni tampoco la asociación IP con las dos entidades en curso, se observa los códigos de punto de señalización para el punto de origen y destino.

8.4 Alarma #4 SCCP SSN Paused

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBAQ2	SCCP SSN Paused	NI=National network, SPC=H'003FEC, OPC=H'003FB2, SSN=0xFE, SSN Name=XBSC04_BSSAP(15)

Tabla 32 Alarma #4 tomada del gestor Huawei iManager M2000 SCCP SSN Paused

8.4.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: "MSXBAQ2"
- Nombre del Subsistema: "XBSC04_BSSAP"

8.4.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es la central "MSXBAQ2", el nombre de la alarma define que el subsistema de la parte de control de la conexión de señalización se encuentra inaccesible, ya que "Paused" como se mencionó en 4.4 es una primitiva que indica a la incapacidad de suministrar el servicio al destino.

El destino se identifica con el SSN='11111110' que según la codificación es un subsistema reservado para redes nacionales, en este caso se refiere a la parte de aplicación para BSS, hacia la "XBSC04".

8.5 Alarma #5 M3UA route is unavailable

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBAQ1	M3UA route is unavailable	Destination Entity Name=MSXBOG3_N1(25), Linkset Name=MSXBAQ1_MSXBOG3_N1_ST(22), Route Name=MSXBAQ1_MSXBOG3_N1_RT(24), Adjacent Entity Name=MSXBOG3_N1(25)

Tabla 33 Alarma #5 tomada del gestor Huawei iManager M2000 M3UA route is unavailable

8.5.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: "MSXBAQ1"
- Nombre de la entidad de destino: "MSXBOG3"

8.5.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es la central "MSXBAQ1", el nombre de la alarma define que hay una ruta indisponible hacia un destino M3UA, se observa que la entidad de destino es otra central "MSXBOG3".

EL grupo de enlaces que identifican la señalización de la ruta tienen como nombre: "MSXBAQ1_MSXBOG3_N1_ST", entonces todo el grupo de enlaces de

señalización de la ruta “MSXBAQ1_MSXBOG3_N1_RT” esta indisponible, cabe afirmar que hay muchas más rutas identificadas por otro grupos de enlaces.

8.6 Alarma #6 M3UA SCTP Path Alarm

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBOG3	M3UA SCTP Path Alarm	Board Type=WBSG, Shelf No.=1, Frame No.=4, Slot No.=15, Location No.=0, Module No.=142, Link Name = MSXBOG3_USSDGW_TIGOMONEY_LK3(16), Local Port=4083, Peer Port=2905, Local IP=10.23.28.28, Peer IP=10.65.136.234

Tabla 34 Alarma #6 tomada del gestor Huawei iManager M2000 M3UA SCTP Path Alarm

8.6.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: “MSXBOG3”
- Nombre de plataforma: “USSDGW_TIGOMONEY”
- Nombre del enlace de señalización: “MSXBOG3_USSDGW_TIGOMONEY_LK3”

8.6.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es la central “MSXBOG3”, el nombre de la alarma define que la alarma se presenta en el “path” o trayecto entre SCTP y M3UA, entre la central y una plataforma llamada “USSDGW_TIGOMONEY”. Uno de los enlaces de señalización para la comunicación de estos nodos es el enlace ‘3’ y es el que tiene la alarma.

La asociación de “Streams” involucra las IP’s 10.23.28.28 y 10.65.136.234 para los puertos correspondientes al origen ‘4803’ y el puerto estándar de M3UA sobre SCTP el ‘2905’, entonces la alarma se refiere a que el trayecto tiene algún problema.

8.7 Alarma #7 The path status of M3UA SCTP association fault

Alarm Source	Name	Location Information
STPBOG3	The path status of M3UA SCTP association fault	Reason=Unavailable transmissin addreess AssociationIndex=136 AssociationDesc=CCOLLECT2_LK1 IP=10.23.26.135

Tabla 35 Alarma #7 tomada del gestor Huawei iManager M2000 The path status of M3UA SCTP association fault

8.7.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Punto de transferencia de señalización “STPBOG3”
- Plataforma de aplicación para SCTP: CCOLLECT

8.7.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es un STP, el cual es configurado en una red móvil para poder recibir y transferir señalización de otros SP's; por ejemplo que sean de otro operador. El nombre de la alarma define que hay una falla de asociación entre los pares SCTP y la parte de adaptación M3UA no puede comunicarse por esta causa.

La razón da esta alarma de falla indica que la dirección de transmisión no está disponible, entonces no puede haber asociación de los extremo SCTP, se observan las asociaciones que hacen parte de los índices en las tablas de entrada para un SG.

8.8 Alarma #8 M3UA link fault

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBOG3	M3UA link fault	Board Type=WBSG, Shelf No.=1, Frame No.=4, Slot No.=14, Location No.=0, Module No.=141, M3UA Link Name=IVRXURPAS_LK0(30), Local IP1/IP2=10.23.28.26/255.255.255.255, Local Port=4090, Peer IP1/IP2=10.23.26.196/255.255.255.255, Peer Port=4090, Destination Entity Name.=IVRXURPAS(97).

Tabla 36 Alarma #8 tomada del gestor Huawei iManager M2000 M3UA link fault

8.8.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: “MSXBOG3”
- Nombre de la Plataforma de aplicación: “IVRXURPAS”

8.8.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es el “MSXBOG3”, el nombre define que el enlace de señalización a nivel de la capa de adaptación M3UA esta en falla, es decir, que a nivel de M3UA no es posible la comunicación con la plataforma de aplicación “IVRXURPAS”.

La razón es que la asociación entre los dos elementos esta desconectada, es decir, que la central no alcanza a la plataforma a nivel de IP, si se hace un ‘ping’ entre uno y otro, lo más posible será que los elementos aparezcan como inaccesibles; se resalta que en esta ocasión la asociación involucra dos IP’s para recepción y transmisión de cada elemento con un solo puerto de destino y origen.

8.9 Alarma #9 M3UA link overload

Alarm Source	Name	Location Information
MSXBAQ1	M3UA link overload	Board Type=WBSG, Shelf No.=0, Frame No.=1, Slot No.=14, Location No.=0, Module No.=138, Link Name=UMGBAQ3_1(10), Local IP1/IP2=10.23.76.26/10.23.76.28, Local Port=17033, Peer IP1/IP2=10.23.76.19/10.23.76.21, Peer Port=17033, Recieving Load=40, Sending Load=38, Overload Start Threshold=40, Overload End Threshold=20

Tabla 37 Alarma #9 tomada del gestor Huawei iManager M2000 M3UA link overload

8.9.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Central de conmutación: “MSXBAQ1”
- Ubicación de la Tarjeta “WBSG”: Shelf No.=0, Frame No.=1, Slot No.=14, Location No.=0, Module No.=138.
- Nombre de la pasarela de adaptación y conversión de protocolos: UMGBAQ
- Umbral de sobrecarga en recepción y transmisión de señalización: Recieving Load=40, Sending Load=38, Overload Start Threshold=40, Overload End Threshold=20.

8.9.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma es el MSXBAQ, el nombre de la alarma define que hay una sobrecarga en la capa de adaptación M3UA, es decir, en los enlaces de señalización, esta señalización es entregada a la pasarela “UMG” que se encarga de recibir todos los enlaces de señalización SS7 o por IP y transcodificarlos.

La sobrecarga esta definida para un umbral determinada por el operador móvil, cuando sucede un evento de sobrecarga de señalización quiere decir que hay congestión en la red, es decir, que hay muchos procesos activos de tráfico que requieren de señalización, en esta alarma puntual la UMG está entregando demasiada información por los enlaces a la central, esto puede provocar perdida de señalización. Se evidencia la relación entre SS7 e IP y sus asociaciones con los puertos.

8.10 Alarma #10 LAPD Link Fault

Alarm Source	Name	Location Information
BSCBUC04H	LAPD Link Fault	Subrack No.=1, Slot No.=3, Subsystem No.=1, Link No.=5165, Port No.=13, Bearing Subrack No.=1, Bearing Slot No.=14, Interface Type=Pb, PbSL Logical Index=5165

Tabla 38 Alarma #10 tomada del gestor Huawei iManager M2000 LAPD Link Fault

8.10.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Estación controladora: “BSCBUC04”
- Ubicación del módulo que gestiona las unidades de paquetes en 2G: Subrack No.=1, Slot No.=3, Subsystem No.=1, Link No.=5165, Port No.=13, Bearing Subrack No.=1, Bearing Slot No.=14.
- Tipo de interfaz: Pb

Nota: la interfaz Pb es la que intercomunica a la BSC con la unidad de control de paquetes (PCU, Packet Control Unit)

8.10.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma se produce en la “BSCBU04”, el nombre de la alarma define que hay una falla de señalización a nivel del protocolo de enlace de datos LAPD en la interfaz Pb.

El enlace de señalización está conectado físicamente a la posición de la PCU, desde la BSC.

8.11 Alarma #11 FR NS-VC Link Fault

Alarm Source	Name	Location Information
SGSNBOG03HW	FR NS-VC Link Fault	Subrack No.=0, Slot No.=1, Process Type=GBP, Process No.=3, Subrack No. of BC=0, Slot No. of BC=3, Port No.=13, BCID=1, DLCI=91, NSVCI=14612, NSVC Name=To BSCBOG06

Tabla 39 Alarma #11 tomada del gestor Huawei iManager M2000 FR NS-VC Link Fault

8.11.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Nodo de soporte GPRS: “SGSNBOG03HW”
- BSC conectada al nodo de soporte GPRS: “BSCBOG06”
- Ubicación del módulo en el nodo de soporte GPRS en el que esta el enlace asociado a la BSC: Subrack No.=0, Slot No.=1, Process Type=GBP, Process No.=3, Subrack No. of BC=0, Slot No. of BC=3, Port No.=13, BCID=1, DLCI=91.

8.11.2 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma se produce en el “SGSNBOG03HW”, el nombre de la alarma define que ay una falla en el enlace de señalización entre el servicio de red (NS) y el circuito virtual (VC) que se transmiten por Frame Relay (FR).

La información de la alarma nos da los parámetros correspondientes al servicio de red y al circuito virtual que se ha establecido para la conexión entre la BSC y el SGSN, la identificación del circuito virtual (DLCI) es el #91 y el servicio de red (NSVC) que identifica la celda en sí de la BTS que la BSC está atendiendo en este caso la BSCBOG06.

8.12 Alarma #12 GTPU Tunnel Path Broken

Alarm Source	Name	Location Information
SGSNBOG03HW	GTPU Tunnel Path Broken	Local IP=190.102.199.208, Peer IP=135.211.252.14, Path Interface type=GTP path EPC, Subrack number=2, Slot number=10, Process type=PCP, Serial number in board=0

Tabla 40 Alarma #12 tomada del gestor Huawei iManager M2000 GTPU Tunnel Path Broken

8.12.1 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA ALARMA

- Nodo de soporte GPRS: “SGSNBOG03HW”
- Ubicación del módulo en el nodo de soporte GPRS que gestiona las conexiones por tunes GTP: Subrack number=2, Slot number=10, Process type=PCP, Serial number in board=0.
- IP publica del usuario: 135.211.252.14.

8.12.1 ANÁLISIS DE LA ALARMA

La fuente de la alarma se produce en el “SGSNBOG03HW”, el nombre de la alarma define que hay la trayectoria entre el SGSN y el GGSN está quebrado, es decir, que el usuario se desconectó de la red y no tiene contextos PDP’s o que la red por algún motivo desconecto el túnel, también puede suceder que el usuario cambio de SGSN por otro SGSN que lo está atendiendo.

9 Capítulo Humanista

Teniendo en cuenta que, como precedente en la formación profesional y personal desde la óptica de Ingeniero, puedo afirmar con la benevolencia absoluta que, durante mi paso por la Universidad Santo Tomás cumpliendo cabalmente con el programa establecido académicamente solidifiqué valores que desde el seno de mi casa, mi familia sembró desde mi niñez; los cuales puedo describir como hombre íntegro que soy de manera transparentemente, siendo completamente consciente que la convergencia cultural que viví a través de todos estos años y ahora, precisamente cuando sentí que estaba llegando a incursionar en esa etapa tan sutil de la vida, cuando la vanidad deja de influenciar las cosas simples de la misma y las ambiciones profesionales tienen mucho peso y me guía menos la pasión y los sentimientos a cambio de una más y madura racionalidad construida con dificultades que forjaron mi carácter y de alguna manera mi corazón.

Por las razones anteriormente expuestas el proceso de sensibilización que tuve, que he tenido y que seguiré teniendo como Ingeniero marca la pauta como humano, como persona y por supuesto como profesional de la mano del Respeto hacia mí mismo y hacia el otro como regla general, y en este sentido cito una frase de E. Kant donde él afirma que “darse cuenta de sí mismo no es igual de ser consciente de sí mismo”, por lo tanto, me siento en la capacidad de llegar al límite ofreciendo mis conocimientos, para contribuir de manera integral al desarrollo de mis semejantes porque sé que abrir los cajones del conocimiento, es como abrir las rendijas del cerebro del otro, en un proceso del cual lo defino como una autopista de doble vía, pero también sé que un sentimiento moral muy elevado corre el riesgo de desbordarse y caer en la exaltación del activismo frenético como lo dice Héctor Abad Faciolince en su libro “El Olvido que seremos” y cuando estoy ahí., para evitar este tipo de situaciones recurro a mi esencia y a mi carisma evocando pensamientos desde el punto más lógico con sentido crítico y racional posible, para estar en el justo medio sin la necesidad de tocar los puntos extremos - nefastos para cualquier situación.

El Amor construido por mí mismo, hacia y por mi familia, por mi carrera y por las circunstancias que me rodean hace parte de la columna vertebral de la construcción de mi éxito como persona desde y hacia lo emocional y lo social, también aferrándome al diálogo y la buena comunicación en toda circunstancia

porque esto conlleva inevitablemente a la Solidaridad como mi principal valor, porque es, en buena medida una cualidad que hace parte de la imaginación: consiste en la capacidad de ponerse en el lugar del otro y al servicio del otro, en imaginarse lo que sentiríamos en caso de estar padeciendo una situación similar, por lo tanto, siempre me ha parecido que este valor es tan importante como el Respeto y por eso lo tengo listo para el momento que sea necesario, ya es tan común, que es un hábito que he venido desarrollando en mi práctica empresarial.

Durante mi práctica empresarial profesional, confirmé que la formación recibida como persona integral y como estudiante de ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Santo Tomas, cumple completamente con las necesidades actuales que exigen la optimización, la crítica, el desarrollo de soluciones e infraestructura para el campo de las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC's del país, también confirmé que las necesidades antes mencionadas deben ser cumplidas sin dejar atrás la ética, ya que antes de profesionales somos personas y debemos cumplir con la misión de ser seres integrales, que antes de pensar en un bien individual, se debe pensar en el bien de la sociedad en general.

En mi practica pude hacer parte de un equipo de ingenieros que desarrollaban las mismas funciones que me fueron asignadas, para el monitoreo de alarmas y notificación de las mismas; el espacio físico encargado de la supervisión de los indicadores de alarmas y también del desempeño de una red de telecomunicaciones es llamado (NOC, Network Operations Center).

En esta área se hace el proceso de gestión de alarmas, haciendo escalamientos al personal encargado de las operaciones y mantenimientos de la red interna, también a terceros como proveedores "carrier's" y otro tipo de operadores de telefonía fija y móvil.

La gestión de notificación de alarmas de una red de telefonía móvil debe ser un proceso donde prime la organización, la responsabilidad y disciplina de cada integrante que interviene en el proceso de escalamiento de fallas.

El cargo era desarrollado por dos personas al mismo tiempo durante ocho horas seguidas, nuestro objetivo primordial es el de monitorear una red de telefonía móvil; como lo mencionaba antes el cargo que desempañamos es de dos personas que debe estar constantemente sincronizadas para gestionar diferentes fallas de la red que se pueden presentar en cualquier momento, esta sincronización de funciones de trabajo consiste en repartirse labores; el respeto, la buena comunicación, la solidaridad, la tolerancia, la sinceridad, entre otros valores tienen que estar constantemente presentes para el correcto trabajo en

equipo, los dos valores que recalco para el trabajo en equipo son el respeto y la solidaridad, respeto porque por encima de cualquier situación debe estar presente y la solidaridad lo considero como el valor más importante, ya que en la situación en que cualquiera de los dos integrantes estuviera más ocupado, siempre estaba esa ayuda extra por parte del otro integrante.

Y hablando un poco sobre racionalidad, independientemente de nuestra profesión, en nuestro incipiente proceso de humanización soy un defensor de la naturaleza, o la calidad humana terminará deteriorada en su máximo pico de esplendor de desastre, porque está totalmente demostrado que las especies que no cambian “socialmente”, ecológicamente, inclusive a nivel biológico tienen un destino consecuentemente anunciado cuando cambia su habitat y es el llamado a perecer. La Ingeniería de las Telecomunicaciones cambia, transforma al mundo y a todos sus habitantes y como Ingenieros debemos tener sentido y consciencia ecológica y social.

Por eso a hoy en día gracias a la formación educativa y familiar soy un ser solidario, cuidadoso, tolerante, autónomo y equilibrado, tengo responsabilidades, hábitos, costumbres, lenguaje, normas y valores, memoria histórica y soy consciente de la igualdad de derechos con mis semejantes porque también se estar con mi contorno social, con mi intimidad, con mis espacios de encuentro y con mis ámbitos de pertenencia porque también aprehendí a descansar cuando se debe, a cooperar, prevenir y cuidar, cultivar, apreciar, proponer, compartir, dialogar, acordar y a opinar, a reconocermme como persona, como individuo, como humano, también se crecer, se reconocermme, se diferenciarme y aprendí a optar porque estoy totalmente convencido que si queremos todos, de todos aprendemos.

10 Conclusiones

1. En las redes de telecomunicaciones, en general, siempre tendrá que haber el camino dedicado para los canales de señalización de la red, ya que en toda red, la señalización es utilizada para lograr que cada elemento de la red, se pueda entender con el resto de elementos que conforman de manera unificada la red, y así poder proveer de una manera eficiente el servicio que es ofrecido; si los elementos de red no tienen el camino para hacerse entender, no se lograría el objetivo mismo de la interconexión de la red, es decir, si este camino no existiera, como podría saber el MSC a donde conmutar un servicio o de donde sacar la información que requiere para identificar un usuario, por esto y más razones la señalización en absolutamente todas las redes debe ser tomada como el mecanismo más importante, para que se pueda lograr la convergencia de los elementos que interconectan una misma red y también otras redes; como es el caso de la intracomunicación de una red de telefonía móvil y una red de telefonía fija.
2. La revolución de las redes de nueva generación, específica en su definición que son redes basadas en paquetes, se infiere qué, no soportan las redes que conmutan circuitos, y estas últimas redes utilizan los protocolos SS7 para la señalización; tal es la estabilidad de la señalización SS7, que no se creó otro protocolo de señalización, para dar convergencia a redes basadas en paquetes, si no que se hicieron capas que adaptaban la señalización SS7 a IP como lo es SIGTRAN.
3. La creación de una pila de protocolos dentro de una misma arquitectura de protocolo como los es SS7, hace que este protocolo soporte las aplicaciones de la parte de usuario que se necesiten implementar, pues la misma arquitectura permite que las capas sean transparentes unas con otras y funcionen de manera independiente.
4. La gestión de alarmas de señalización, en un centro de operaciones de red, debe ser un proceso en el que se entienda totalmente el tipo de alarma que se presenta, pues en la red, se diversifican los protocolos utilizados en la señalización de las interfaces que comunican a los diferentes elementos de red, como lo puede ser una alarma de M3UA Link Fault o una alarma de

LAPD link fault, pues ambas son alarmas de señalización, pero se encuentran en diferentes interfaces de comunicación entre elementos de red.

5. Una red de telefonía móvil es bastante compleja, ya que tiene que gestionar los recursos, para que siempre estén disponibles de acuerdo a la movilidad de sus usuarios; esto, hace que se le preste más importancia al sistema de señalización mismo, pues este sistema va a ser el encargado de comunicarle a la red en donde esta el usuario en todo momento.
6. Los servicios como: una llamada o una sesión de datos o complementarios también manejan señalización, la cual es utilizada para controlar propiamente el servicio, a través de un EDR, como un HLR o un EIR, pues el primero se encarga de que el usuario se pueda identificar en la red y el ultimo para saber si el IMEI del equipo es válido; entonces el usuario esta siendo constantemente controlado; otras funciones pueden ser los cobros y tasaciones que se le cargan al usuario por el consumo de recursos. En este punto hago hincapié resaltando que, la señalización de una red es la encargada de hacer las operaciones más importantes de la misma; esto, dando control sobre las utilidades que recibirá el operador de telefonía móvil.
7. Un operador de telefonía móvil en Colombia ha llegado al punto de poder denominarse red de cuarta generación o LTE (Long Term Evolution), queda por analizar, si este tipo de redes se sigue utilizando la arquitectura de capas de adaptación a SS7, o si por el contrario este tipo de redes ya no hace uso de este tipo de señalización. Dentro del auge de las redes de telecomunicaciones, se quiere crear la total convergencia de los servicios ofrecidos por estas mismas, esta convergencia se conoce como IMS (IP Multimedia Subsystem); queda por analizar la señalización que se implementará en estas redes tan robustas.

Bibliografía

1. Rodríguez Lara Domingo, Sistemas inalámbricos de comunicación personal, Alfa omega, 1^a Edición.
2. Forester Tom, Sociedad de alta Tecnología, Siglo veintiuno editores s.a, 1^a Edición, 1992
3. Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann, GSM – Architecture,
- 4.
5. Protocols and Services, Wiley, 3^a Edición
6. Campos, Hugo Polo, Redes móviles celulares, Universidad Santo Tomás, 1^a Edición, 2009
7. Huidobro Moya José Manuel, Redes Y Servicios de Comunicaciones, Paraninfo, 4^a Edición
8. UIT-T Q.700, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Marzo/1993
9. UIT-T Q.702, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7, ENLACE DE DATOS DE SEÑALIZACIÓN, Noviembre/1993
10. UIT-T Q.703, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7, ENLACE DE SEÑALIZACIÓN, JULIO/1996
11. UIT-T Q.704, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Funciones y mensajes de red de señalización, JULIO/1996, 14.2.1 Indicador de servicio
12. UIT-T Q.711, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Descripción funcional de la parte control de la conexión de señalización, MARZO/2001
13. UIT-T Q.713, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7, Formatos y códigos de la parte control de la conexión de señalización, MARZO/2001
14. UIT-T Q.712, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMADE SEÑALIZACIÓN N.º 7 Definición y funciones de los mensajes de la parte control de la conexión de señalización JULIO/1996, 1.22 dato unidad ampliado (XUDT, extended unitdata)

15. UIT-T Q.712, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7
Definición y funciones de los mensajes de la parte control de la conexión de señalización JULIO/1996, 1.25 dato unidad largo (LUDT, long unitdata).
16. UIT-T Q.713, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7,
Formatos y códigos de la parte control de la conexión de señalización,
MARZO/2001, 3 Parámetros de la SCCP
17. UIT-T Q.761, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7,
Sistema de señalización N.º 7 – Descripción funcional de la parte usuario de la
RDSI, DICIEMBRE/1999
18. UIT-T Q.730, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7,
Sistema de señalización N.º 7 – Servicios suplementarios de la parte usuario de la
RDSI, DICIEMBRE/1999
19. UIT-T Q.763, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7,
Sistema de señalización N.º 7 – Formatos y códigos de la parte usuario de la
RDSI, DICIEMBRE/1999
20. UIT-T Q.771, ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN N.º 7,
Descripción funcional de las capacidades de transacción, JUNIO/1997.
21. UIT-T Y.2001, INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN,
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET Y REDES DE LA PRÓXIMA
GENERACIÓN, Visión general de las redes de próxima generación,
DICIEMBRE/2004
22. IETF, RFC 2960, Stream Control Transmission Protocol
23. IETF, RFC 2719, Framework Architecture for Signaling Transport
24. IETF, RFC 3332, Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) -
User Adaptation Layer (M3UA)
25. IETF, RFC 3331, Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 2 (MTP2) -
User Adaptation Layer
26. Heine, Gunnar, GSM Networks: Protocols, Terminology, and implementation,
Artech House, 1ª Ed
27. GSM 05.03 V8.4.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+);
Channel coding, Abril/2000

28. ETSI TS 146 010 V9.0.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Full-rate speech; Transcoding. Febrero/2010
29. GSM 05.03 V8.4.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Channel coding, Interleaving, Abril/2000
30. GSM 05.03 V8.4.0, Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Channel coding, , Abril/2000.
31. 3GPP TS 05.02 V8.11.0, Radio Access Network; Multiplexing and multiple access on the radio path, Junio/2003.
32. GSM 09.02, Mobile Application Part (MAP) specification, Version 5.3.0, Agosto/1996
33. 3GPP TS 29.002, Technical Specification Group Core Network and Terminals; Mobile Application Part MAP), Septiembre/2012
34. 2nd National Conference on Information and Communication Technology (NCICT) 2011, Implementation of GB Interface using Internet Protocol, Kshipra Chowdhary, Indraneil Deshmukh, Sangeeta Kurundhkar
35. 3GPP TS 29.060, Technical Specification Group Core Network and Terminals; General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunnelling Protocol (GTP), Septiembre/2012