



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN  
SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL**

**Josué Emanuel Collado Salazar**

Asesorado por Ing. Immer Othoniel Collado González

Guatemala, julio de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN  
SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSUÉ EMANUEL COLLADO SALAZAR**

ASESORADO POR EL ING. IMMER OTHONIEL COLLADO GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

GUATEMALA, JULIO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

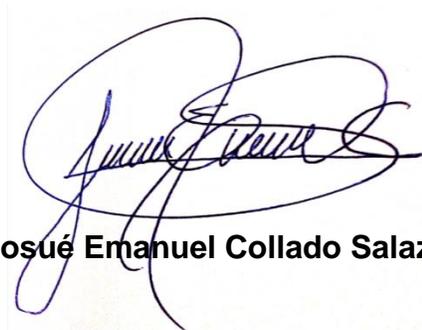
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADOR	Ing. Marvin Marino Hernández Fernández
EXAMINADOR	Ing. José Antonio de León Escobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 3 de mayo de 2013.



**Josué Emanuel Collado Salazar**

Guatemala, 23 de febrero de 2014

**Ingeniero**  
**Carlos Eduardo Guzmán Salazar**  
**Coordinador del Área de Electrónica**  
**Escuela de Mecánica Eléctrica**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Estimado Ingeniero Guzmán:

De acuerdo a lo establecido por parte de la Dirección de Escuela, me permito informarle que he tenido a bien asesorar el Trabajo de Graduación titulado: ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL, desarrollado por el estudiante JOSUÉ EMANUEL COLLADO SALAZAR, Carné: 2006 – 19415 y, encontrándolo satisfactorio en su contenido y resultados, me permito dar aprobación al mismo remitiéndole a esa coordinación para el trámite pertinente, en el entendido que el Autor y este Asesor somos responsables del contenido y conclusiones del trabajo.

Me es grato suscribirme, sin otro particular.

**Atentamente,**



Ing. Immer Othoniel Collado González

Asesor

*Immer Othoniel Collado González*  
Ingeniero Electrónico  
Colegiado 12107



Ref. EIME 22. 2014  
Guatemala, 3 de MARZO 2014.

Señor Director  
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL,** del estudiante **Josué Emanuel Collado Salazar,** que cumple con los requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,  
~~ID Y ENSEÑAD A TODOS~~

  
Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar  
Coordinador Área Electrónica



STO



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EIME 22. 2014.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; JOSUÉ EMANUEL COLLADO SALAZAR titulado: ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL, procede a la autorización del mismo.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



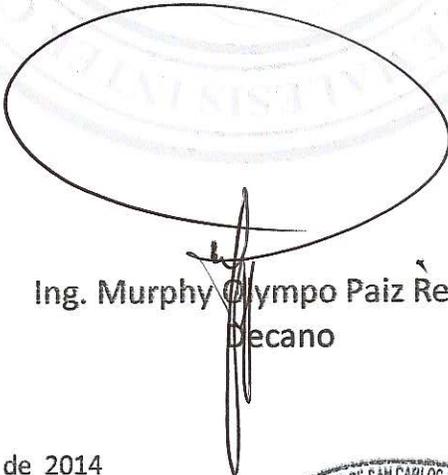
GUATEMALA, 26 DE MAYO 2014.



DTG. 333.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTUDIOS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN SOBRE LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN A NIVEL NÚCLEO EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL**, presentado por el estudiante universitario **Josué Emanuel Collado Salazar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 16 de julio de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por iluminar mi camino en mi carrera como en mi vida.
- Mis padres** Imelda Salazar y Saúl Collado. Por su incondicional amor y apoyo, que fue de motivación e inspiración en todas mis fases de la vida.
- Mis abuelos** Noelia de Salazar y Miguel Salazar, Hilda de Collado y Pedro Collado, por creer siempre en mí.
- Mis hermanos** Saúl Alejandro Collado y María del Pilar Collado, por ser una gran inspiración, apoyo y motivación en todos mis propósitos y logros en la vida.
- Mi primo** Ing. Immer Collado, por ser un apoyo incondicional en mi carrera y en todas las fases de mi vida.
- Mis tíos** Por sus consejos y buenos deseos.
- Mis primos** Por brindarme su apoyo y compartir grandes momentos.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa de estudios que me brindó la sabiduría, integridad para ser un hombre de bien.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser una importante influencia en mi carrera.
<b>Mis amigos</b>	Tulio Contreras, Sergio Quintana, Oscar Salguero y Sergio Batz, por su apoyo en toda la carrera y fases de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Por brindarme la oportunidad de estudios
<b>Mis tíos</b>	Vinicio Donis e Ingrid Salazar, por su apoyo en mi carrera universitaria.
<b>Mis compañeros</b>	Por compartir sus conocimientos conmigo.



	2.1.2.3.	Canal de tipo C ( <i>Cross Link</i> ) .....	19
	2.1.2.4.	Canal de tipo D ( <i>Diagonal Link</i> ).....	20
	2.1.2.5.	Canal de tipo E ( <i>Extended Link</i> ).....	21
	2.1.2.6.	Canal de tipo F ( <i>Full Associated Link</i> ) .....	22
2.2.		Capas del protocolo SS7.....	23
	2.2.1.	MTP 1 ( <i>Message transfer part</i> ).....	25
	2.2.2.	MTP 2 ( <i>Message transfer part</i> ).....	26
	2.2.2.1.	Monitorización de tasa de errores .....	27
	2.2.2.2.	Sincronización del enlace.....	27
	2.2.2.3.	Alineación inicial.....	27
	2.2.2.4.	Administración del flujo .....	28
	2.2.2.5.	Recepción, transmisión y reenvío de error de MSU .....	28
	2.2.3.	MTP-3 ( <i>Message transfer part</i> ) .....	29
	2.2.3.1.	Encabezado de encaminamiento .....	29
	2.2.3.2.	Flujo de mensajes de señalización por SPC.....	32
	2.2.3.3.	Distribución de carga entre los enlaces.....	34
	2.2.4.	Capa de usuario ISUP.....	35
	2.2.5.	Protocolo del SCCP .....	35
	2.2.6.	GTT (traducción de títulos globales) .....	36
	2.2.7.	TCAP (parte de aplicación de capacidades de transacción).....	38
	2.2.7.1.	Subcapa componente .....	39
	2.2.7.2.	Subcapa transacción.....	40
	2.2.8.	MAP (parte de aplicación de movilidad) .....	40

3.	SEÑALIZACIÓN SS7 SOBRE IP .....	41
3.1.	SIGTRAN.....	41
3.2.	Arquitectura de los protocolos de señalización sobre IP .....	42
3.3.	SCTP (RFC4960) .....	43
3.3.1.	Funciones del SCTP .....	43
3.3.2.	Paquetes SCTP .....	44
3.3.3.	Características principales.....	44
3.3.4.	Entrega del <i>Stream</i> dentro del SCTP .....	47
3.3.5.	Formato de encabezado de paquetes .....	48
3.3.6.	Confirmación de paquetes.....	49
3.3.7.	Gestión de conexiones .....	50
3.4.	M2PA.....	51
3.4.1.	Funciones empleados por M2PA.....	51
3.5.	M2UA.....	54
3.6.	M3UA.....	57
3.6.1.	Interpretación a través de códigos de punto de señalización.....	59
3.6.2.	<i>Routing keys</i> .....	61
3.6.3.	Encabezado de los mensajes de datos de usuario	61
3.6.4.	Implementación de M3UA .....	62
3.7.	SUA .....	63
3.7.1.	Ruteo de mensajes.....	64
4.	COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIONES TRADICIONALES Y SIGTRAN .....	67
4.1.	Redes equivalentes .....	67
4.2.	Soluciones integradas .....	68
4.2.1.	Soluciones alternativas de implementación .....	69

4.2.2.	Objetivos en la arquitectura de la red SIGTRAN .....	71
4.2.3.	Flujo IP en SGW.....	74
4.2.4.	Direccionamiento IP .....	76
4.2.5.	Configuración en MSC a través de SCCP.....	78
4.2.5.1.	Distribución de mensajes MTP .....	78
4.2.6.	Configuración en STP/SGW a través de SCTP.....	79
4.2.6.1.	Implementación de M3UA .....	80
4.2.6.2.	Implementación en HLR.....	81
4.3.	Comparación de soluciones .....	83
4.4.	Costeo de la red.....	84
4.5.	Comportamiento ante la congestión.....	85
4.6.	Red evolutiva SIGTRAN.....	86
4.7.	Resultados de la señalización SIGTRAN y SS7 .....	88
5.	GESTIÓN DE ALARMAS EN LA RED DE NUCLEO.....	91
5.1.	Alarmas en los nodos de núcleo .....	91
5.2.	Tipos de alarmas.....	97
5.2.1.	Alarmas de software.....	97
5.2.1.1.	Alarmas críticas (Apz A1) .....	97
5.2.1.2.	Alarmas mayores (Apz A2).....	98
5.2.1.3.	Alarmas menores (Apz A3) .....	99
5.2.1.4.	Alarmas observativas (Apz OA) .....	99
5.2.2.	Alarmas de hardware .....	101
5.2.2.1.	Alarmas críticas (Apt A1).....	101
5.2.2.2.	Alarmas mayores (Apt A2) .....	102
5.2.2.3.	Alarmas menores APT A3.....	103
5.3.	Gestión de la señalización .....	103
5.3.1.	Alarmas que representan afectación .....	104
5.4.	Reconocimiento y severidad de la afectación .....	104

5.4.1.	Intervención de fallas.....	104
5.4.1.1.	Verificación del VLR .....	111
6.	EFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN.....	113
6.1.	Ventajas en la migración de señalización SIGTRAN.....	114
6.2.	Números locales y SMS hacia SIGTRAN.....	115
6.3.	Ventajas de SIGTRAN.....	118
	CONCLUSIONES.....	119
	RECOMENDACIONES .....	121
	BIBLIOGRAFÍA .....	123
	APÉNDICES .....	125



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Compuestos básicos en la red GSM .....	1
2.	Topología de una red móvil GSM .....	4
3.	Diagrama de una red móvil basado en señalización SS7 .....	9
4.	Tipo asociado .....	12
5.	Tipo disociado .....	14
6.	El tipo cuasiasociado .....	15
7.	Señalización de STP par con los canales A, B y C .....	19
8.	Diagrama de canales tipo D .....	20
9.	Canales de tipo E y F .....	21
10.	Señalización de enlaces agrupada.....	23
11.	Capas del protocolo SS7 (basado la pila OSI) .....	24
12.	Flujo de MTP 1 .....	25
13.	Trasmisión TDM en la red SS7.....	26
14.	Estructura del encabezado de encaminamiento.....	30
15.	Estructura de los códigos de puntos internacionales.....	31
16.	Funcionamiento de traducción de GT.....	38
17.	Estratificación de TCAP.....	39
18.	Capas arquitectónicas de protocolo SIGRAN.....	42
19.	Formato paquetes SCTP con datos de usuario.....	49
20.	Punto de señalización IP con M2PA.....	53
21.	Trasporte de mensajes en nodos SS7 mediante SGW M2PA .....	54
22.	Flujo de MTP3 entre señalización IP con M2UA .....	55
23.	Flujo de MTP3 hacia una capa MTP2 remota con M2UA.....	56

24.	Flujo de transporte con M3UA de ISUP o SCCP hacia MTP3 .....	58
25.	Comunicación punto a punto entre dos nodos IP con M3UA. ....	59
26.	Acceso a red SS7 mediante dos SGW M3UA.....	60
27.	Encabezado estructural de los mensajes de datos M3UA .....	62
28.	Trasporte SUA de TCAP hacia una capa SCCP remota.....	63
29.	Red SS7 alternativa a la red de SIGTRAN.....	67
30.	Conexiones de los SGW a las redes IP de transporte .....	73
31.	MSC, SMSC y HLR a las redes IP de Transporte .....	73
32.	Mensajes MAP cursados en la interfaz IP en los SGW .....	75
33.	Jerarquía de direccionamiento IP de la red SIGTRAN.....	77
34.	Topología de una red de telefónica móvil implementando UMTS .....	87
35.	Aplicaciones de una AXE .....	92
36.	Jerarquía de un AXE .....	93
37.	Estructura funcional de una AXE .....	94
38.	Estructura de los RP .....	95
39.	<i>Inter Platform Network (IPN)</i> .....	96
40.	Comando de alarmas A1.....	97
41.	Comando para alarmas APZ A2 .....	98
42.	Comando para verificar alarmas APZ A3.....	99
43.	Comando para alarmas observativas.....	100
44.	Comando para alarmas APT A1 .....	101
45.	Comando para alarmas APT A2 .....	102
46.	Comando para alarmas APT A3 .....	103
47.	Capas de adaptación SIGTRAN .....	117

## TABLAS

I.	Identificador de NI para cada nación.....	31
II.	Encaminamiento de señalización MTP 3 .....	33
III.	Tráfico SS7 en SMSC .....	68
IV.	Comparación entre soluciones SS7 y SIGTRAN .....	88



## GLOSARIO

<b>GSM</b>	Global Switched Mobile Network. Red de conmutación móvil a nivel global.
<b>GT</b>	<i>Global Title</i> . Título Global.
<b>GTT</b>	<i>Global Title Translation</i> . Traducción de títulos globales.
<b>HLR</b>	<i>Home Location Register</i> . Registro de localización de usuarios de una red local.
<b>INAP</b>	<i>Intelligent Network Application Part</i> . Parte de aplicación de red inteligente.
<b>IP</b>	<i>Internet Protocol</i> . Protocolo de Internet.
<b>ISPC</b>	<i>International Signalling Point Code</i> . Código de punto de señalización nacional.
<b>ISUP</b>	<i>Integrated Services User Part</i> . Parte usuario de servicios integrados.
<b>IUA</b>	<i>ISDN Q.921-User Adaptation Layer</i> . Capa de adaptación del usuario, basado en el protocolo Q.921 de la red digital de servicios integrados.

<b>LINKSET</b>	Conjunto de enlaces de señalización entre dos nodos adyacentes.
<b>M2PA</b>	<i>MTP2-User Peer-to-Peer Adaptation Layer</i> . Capa de adaptación MTP2.
<b>M3UA</b>	<i>MTP3-User Adaptation Layer</i> . Capa de adaptación de usuario de MTP3.
<b>MAP</b>	<i>Mobile Application Part</i> . Parte de aplicación móvil.
<b>MSC</b>	<i>Mobile Switching Center</i> . Central de conmutación de telefonía móvil.
<b>MSISDN</b>	<i>Mobile Station Integrated Service Digital Network Number</i> . Número de línea de telefonía móvil.
<b>MTP</b>	<i>Message Transfer Protocol</i> . Protocolo de transferencia de mensajes de señalización.
<b>MTP3</b>	<i>Message Transfer Protocol layer 3</i> . Capa de red del protocolo de transferencia de mensajes de señalización.
<b>NI</b>	<i>Network Indication</i> . Indicador de Red.
<b>OPC</b>	<i>Originating Point Code</i> . Código de punto de señalización de origen.

<b>OSI</b>	<i>Open System Interconnection.</i> Interconexión de sistemas abiertos.
<b>RANAP</b>	Radio Access Network Application Part. Parte de aplicación de la red de acceso radio.
<b><i>Roaming</i></b>	Utilización por parte de un usuario de telefonía móvil de una red distinta de la suya.
<b>SCCP</b>	<i>Signalling Connection Control Part.</i> Parte de control de conexión de señalización.
<b>SCP</b>	<i>Service Control Point.</i> Punto de control de servicios.
<b>SCTP</b>	<i>Stream Control Transmission Protocol.</i> Protocolo de transmisión de flujos de control.
<b>SDP</b>	<i>Service Data Point.</i> Punto de datos del servicio.
<b>SGSN</b>	<i>Serving GPRS support node.</i> Nodo servidor de soporte de la red GPRS.
<b>SGW</b>	<i>Signalling Gateway.</i> Pasarela de señalización.
<b>SI</b>	<i>Service Indicator.</i> Indicador de servicio.
<b>SIGTRAN</b>	<i>Signalling Transport.</i> Transporte de señalización.
<b>SLC</b>	<i>Signalling link code.</i> Código de enlace de señalización.

<b>SLS</b>	<i>Signalling link selection.</i> Selección de enlace de señalización.
<b>SMS</b>	<i>Short Message Service.</i> Servicio de mensajes cortos.
<b>SMSC</b>	<i>Short Message Service Centre.</i> Central del servicio de mensajes cortos.
<b>SPC</b>	<i>Signalling Point Code.</i> Código de punto de señalización.
<b>SS7</b>	Sistema de señalización número siete.
<b>STP</b>	<i>Signalling Transfer Point.</i> Punto de transferencia de señalización.
<b><i>Stream</i></b>	Secuencia de mensajes de usuario de SCTP que debe entregarse al nivel superior de forma ordenada.
<b>SUA</b>	SCCP User Adaptation Layer. Capa de adaptación de usuarios de SCCP.
<b>TCAP</b>	<i>Transaction Capabilities Application Part.</i> Parte de aplicación de capacidades de transacción.
<b>TCP</b>	<i>Transmission Control Protocol.</i> Protocolo de control de transmisión.
<b>TDM</b>	<i>Time division multiplexation.</i> Multiplexación por división en el tiempo.

<b>UDP</b>	<i>User Datagram Protocol.</i> Protocolo de datagramas de usuario.
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System.</i> Sistema universal de telecomunicaciones móviles.
<b>USSD</b>	<i>Unstructured supplementary service data.</i> Datos no estructurados de servicios suplementarios.
<b>VLAN</b>	<i>Virtual local area network.</i> Red de área local virtual.
<b>VLR</b>	<i>Visitor Location Register.</i> Registro de localización de visitantes.



## RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se analizará la señalización SIGTRAN y su eficiencia, a nivel núcleo de una red de telecomunicaciones.

En el primer capítulo se determina los aspectos generales de una red de telecomunicaciones, consta de BTS, BSC, MGW, MSC, HLR y STP, son los nodos principales por los cuales genera una llamada, en su forma más simple en el entorno GSM. Se toma como base, para su expansión en las futuras tecnologías y nuevos servicios para las telecomunicaciones.

En el segundo capítulo, en la composición de una red de telefonía móvil la señalización es principal, dado que establece la comunicación y negociación de los protocolos a través de cada nodo. Basados en la señalización SS7 en la red de telefonía móvil, está construida bajo las capas del modelo OSI, siendo un protocolo más complejo en su implementación.

En el tercer capítulo, se ha establecido la señalización SS7 sobre IP, la cual se realiza una conversión del protocolo, asignación de IP y dominio a través de Media Gateway, para la comunicación con las MSC (centrales de telefonía) o viceversa, esta contiene la ventaja de utilizar protocolos como TCP y UDP, y menor utilización de recursos, lo cual lo vuelve un protocolo más eficaz y seguro.

En el cuarto capítulo, cabe mencionar que la comparación entre las soluciones tradicionales como SS7 y SIGTRAN, se relacionan a la utilización de las capas del modelo OSI, y las conversiones de TDM hacia IP, ampliando la

gama de servicios que pueden remontarse hacia IP, la solidificación de la red como de igual forma la seguridad de comunicaciones.

En el quinto capítulo, en el mantenimiento de una red estable se requiere de la gestión de alarmas, para este caso en la red de núcleo, para poder prevenir fallas y afectaciones severas en los servicios. Tener una determinación más específica del hardware, o software que está fallando, poder tratarlo y minimizar los tiempos de la red afectada.

En el sexto capítulo, la eficiencia de la señalización SIGTRAN, se da por la adaptación de los protocolos SS7 hacia una red IP, con ello un aprovechamiento del ancho de banda, como también protocolos menos complejos de utilizar, volviendo a la red más estable y segura dado que utiliza el SCTP como protocolo de aplicación basa en TCP.

# OBJETIVOS

## General

Realizar estudios de la eficiencia de la gestión sobre la señalización SIGTRAN a nivel de núcleo en la red de telefonía móvil.

## Específicos

1. Dar a conocer los aspectos generales de una red de telecomunicaciones estándar basada en GSM.
2. Presentar las características de la señalización SS7 en la red de telefonía móvil, y las composiciones de su protocolo.
3. Presentar los fundamentos de la señalización SS7 sobre IP, acoplamiento y conversión del protocolo SS7 hacia el núcleo de la red.
4. Realizar una comparación entre las soluciones tradicionales como SS7 y SIGTRAN, y determinar la solución más conveniente basada en IP.
5. Dar a conocer la gestión de alarmas en la red de núcleo, para garantizar estabilidad y eficiencia en la red, pudiendo determinar los tiempos de impacto.
6. Mostrar la eficiencia en la señalización SIGTRAN, utilizando protocolos más seguros SCTP, SCCP, y facilidad en la implementación y gestión.



## INTRODUCCIÓN

Una red de telecomunicaciones se vuelve eficiente al tener bien definida su arquitectura, topología y estructura lógica de su red. Con ello se puede identificar cada una de las fallas que se generen por agentes externos o internos a su red. De esta forma poder actuar de manera preventiva, minimizando los tiempos de afectación.

La señalización juega un papel importante dado que es el túnel de comunicación de los diferentes protocolos que proporcionarán un servicio al usuario final. La simplificación en cuanto a su protocolo como lo es SIGTRAN, ayuda a que su gestión se vuelva más eficiente y simple. Dado que SIGTRAN, utiliza protocolos basados en IP, al igual que SCTP y SCCP, que hacen que la señalización sea más confiable.

La conversión de la señalización SS7 hacia SIGTRAN la cual se encarga el MEDIAGATEWAY, es una de las ventajas de SIGTRAN dado que se puede acoplar a los protocolos de TDM y así poder comunicación con los equipos que tiene como base la señalización a través de TDM.

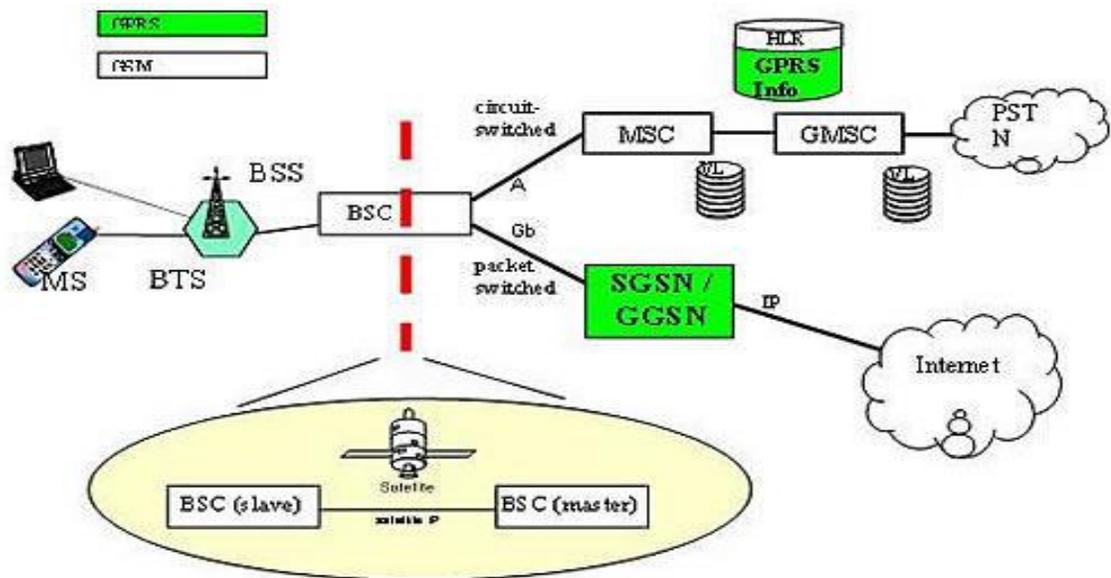
SIGTRAN se vuelve unos protocolos versátiles y eficaces recursos, a diferencia de TDM, y se acopla a protocolos que están basados en IP como TCP Y UDP, también por su estructura en la dedición de los *links* y los *link set*, siendo así un protocolo más cómodo de gestionar.



# 1. ASPECTOS GENERALES DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL

El sistema global para comunicaciones móviles (GSM) es una tecnología inalámbrica de segunda generación (2G), la cual otorga servicios de voz de alta calidad. El GSM es un estándar mundial que opera en las bandas de frecuencias de 900, 1800, 1900 y 850 MHz. El sistema está compuesto por cuatro subsistemas básicos y tres interfaces de forma abierta. Como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Compuestos básicos en la red GSM



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*. <[http://cecilia-urbina.blogspot.com/2012\\_02\\_01\\_archive.html](http://cecilia-urbina.blogspot.com/2012_02_01_archive.html)>. Consulta: 14 de mayo de 2013.

Entre los elementos básicos de la red GSM, se encuentra la estación móvil (MS), la cual se compone del equipo terminal (ET) y la terminación móvil (TM). El equipo terminal efectúa funciones semejantes a las de un terminal RDSI la cual realiza las siguientes funciones:

- Transmisión de radio
- Distribución de los canales de transmisión
- Codificación de voz
- Protección de errores
- Control de flujo de datos del usuario

Entre los tipos de terminación móvil se encuentran:

- TMO el cual realiza las funciones anteriores, sin incluir ninguna interfaz
- TM1 implementa interfaz RDSI
- TM2 utiliza interfaces CCITT series X y V (señalización)

En la implementación de estos tres tipos de TM, se asigna la configuración para poder acceder al sistema GSM. Una estación móvil puede además clasificarse en distintos tipos los cuales están caracterizados por:

- Equipo móvil
- Equipo portátil
- Por su utilización
- Potencia de salida

## 1.1. Implementación del módulo de identificación usuario (SIM)

En las redes móviles se implementa un módulo de identificación del usuario, para el funcionamiento de las estaciones móviles GSM, existen dos tipos:

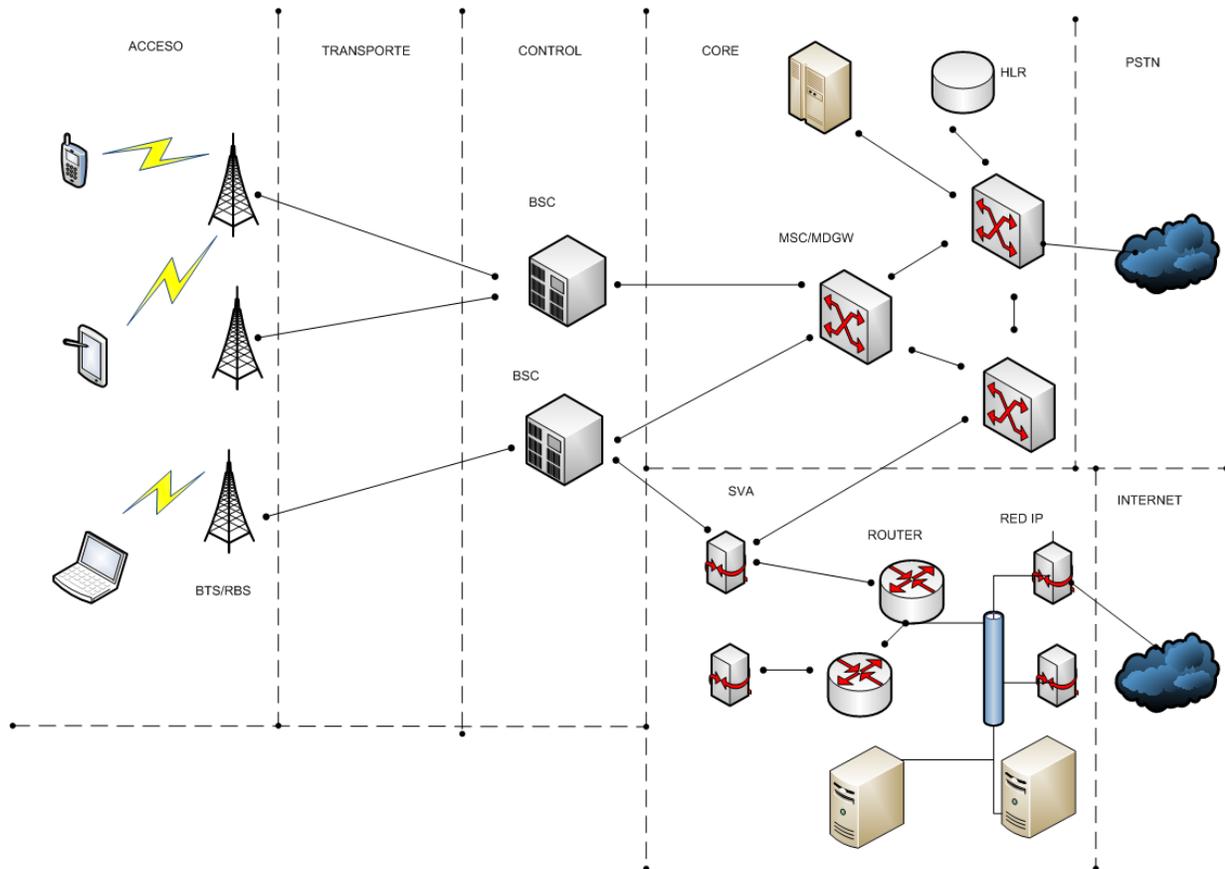
- La tarjeta inteligente, que puede ser retirada de la estación móvil, al momento que el usuario termina de utilizarla.
- Un módulo el cual, se incorpora dentro del móvil, con el fin de estar instalado permanentemente, el cual puede ser retirado de la terminal.

En una SIM posee toda la información necesaria para realizar la función de autenticación del usuario, además de otras informaciones como:

- Número de serie
- Estado del SIM (bloqueado o desbloqueado)
- Clave del algoritmo de autenticación
- Identificación internacional del usuario móvil (MSI)

La topología básica de una red móvil GSM es la que se muestra en la figura 2.

Figura 2. Topología de una red móvil GSM



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*. <<http://technored.com.ar/GSM.php>>. Consulta: 14 de mayo de 2013.

## 1.2. Sistemas de Conmutación (SS)

Este es el sistema el cual se encarga de llevar acabo el análisis del número marcado por el abonado celular y en rutar la llamada al destino final. Para el funcionamiento adecuado se tiene enlaces dedicados, conectados desde este sistema hacia otros MSC de la propia red. El sistema de conmutación móvil está constituido por los siguientes elementos:

- MSC (*mobile services switching center*)
- HLR (*home location register*)
- VLR (*visitor Location register*)
- AUC (*authentication center*)
- EIR (*equipment identity register*)
- VMS (*voice mail system*)
- SMS (*short message system*)
- BC (*billing center*)
- GMSC (*gateway MSC*)

### **1.3. Sistema de estaciones base**

En este sistema se efectúa el acceso a la parte de radio (interface de aire hacia suscriptores), y la conmutación de esta información hacia el SS. Los componentes de este sistema son:

- BSC (*base station controller*)
- BTS (*base transceiver station*)

### **1.4. MSC (*mobile services switching center*)**

Es el encargado del desempeño de la conmutación telefónica en una red GSM, aquí normalmente se cuenta con los accesos hacia otras redes de voz y datos. La funcionalidad de Gateway MSC (GMSC), normalmente está integrada en el mismo MSC, esta función permite hacer consultas en el HLR para hacer posible el enrutamiento de una llamada proveniente de otras redes hacia un suscriptor móvil y poder enrutar un abonado móvil a la red, hacia redes externas.

## **1.5. BSC (*Base Station Controller*)**

La BSC realiza las funciones administrativas de las radio bases (BTS), tomando el control de las interfaces entre la central (MSC) y las propias BTS que tiene a su cargo. En sus funciones está:

- Realizar el *hand-off* o *handover* de las MS
- Administrar los datos de las BTS
- Asignación de los canales de radio
- Obtener datos de desempeño de la parte de radio

### **1.5.1. BTS (*Base Transceiver Station*)**

Las BTS o estaciones base o radio bases proveen del enlace de radio (interface de aire) hacia los suscriptores móviles a través de un grupo de antenas de transmisión o recepción. El acceso de radio establecido con los suscriptores GSM se hace a través de tecnología TDMA.

## 2. SEÑALIZACIÓN SS7 EN LA RED DE TELEFONÍA MÓVIL

El mundo de las telecomunicaciones está en constantes cambios, acorde a las exigencias de los usuarios conjuntos a un crecimiento de servicios que demandan mayor estabilidad y fidelidad basándose en transferencias de datos. Para poder alcanzar la fidelidad, rapidez y confiabilidad del servicio se considera contar con una red de transporte de datos con orientación a la mensajería.

En los nodos de la telefonía móvil GSM implementan la señalización SS7 (sistema de señalización Núm. 7) para el intercambio de información en relación al control de llamadas, información de la movilidad del usuario como también el transporte de los mensajes de texto SMS (*short message service*).

La señalización SS7 fue emergiendo a través de la red de telefonía fija, el cual se compone de varios protocolos entorno al modelo OSI. Se vio la necesidad de implementar un nuevo protocolo como lo es MAP, en el cual es un protocolo enfocado a la parte de aplicaciones móviles, en el que su funcionamiento se ocupa específicamente al desplazamiento de la unidad móvil en diferentes áreas de su lugar de origen. MAP muestra la ubicación del móvil en la central de conmutación móvil (MSC). Tomando como base estas funcionalidades se implementa la mensajería corta (SMS). Entre las funcionalidades SS7 utiliza como base el protocolo de transporte MTP, el cual su diseño es basado en la redes con un tráfico de señalización de menor escala que las redes de telefonía móvil.

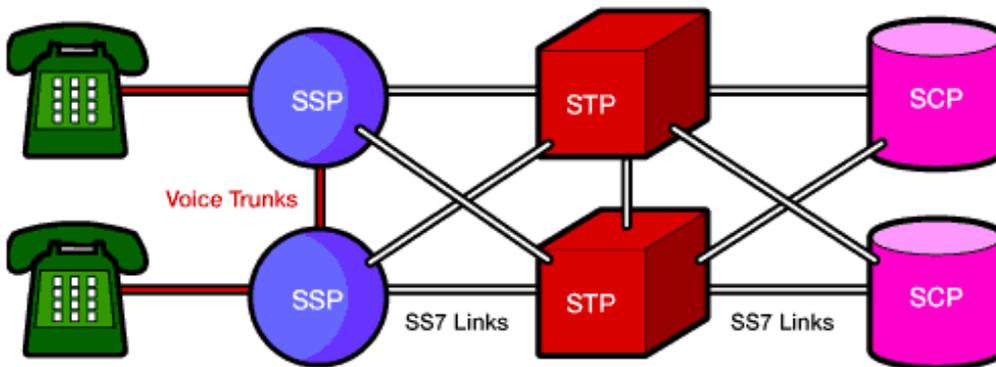
MTP presenta limitantes cuando la densidad de usuarios es alta, al momento de cursar la señalización de los nodos determinados. El aspecto importante en la red de transporte de la señalización es que tan fiable es. Dado que transporta el control de toda la comunicaciones. Un fallo considerable en el transporte de la señalización puede ocasionar la indisponibilidad de gran parte de la red, con gran afectación al servicio prestado al usuario, y pérdidas económicas.

Para aumentar la fidelidad del transporte de señalización se requiere de inversiones en la red de señalización, para contar con disponibilidad total y resguardo de la red. Se implementan nodos redundantes para la señalización para aumentar la fidelidad y contar con un respaldo del transporte de la señalización.

## **2.1. Estructura de la señalización SS7**

La señalización está basada en el transporte de mensajes, entre los nodos de conmutación, trabajando en paralelo con los conmutadores, que están basados en los nodos que lo utilizan. En la figura 3, se muestra el diagrama base de una red de telefonía móvil, basado en la señalización SS7.

Figura 3. Diagrama de una red móvil basado en señalización SS7



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*. <<http://free.7host01.com/ruben/5.asp>>.

Consulta: 14 de mayo de 2013.

Como lo demuestra la figura 3, los nodos en la red móvil están interconectados entre sí, teniendo conectividad redundante para la fidelización de la señalización, creando una red estable y versátil. La MSC tiene enlaces de señalización hacia los dos STP, en caso falla la señalización hacia un STP el segundo bloque retoma el tráfico hacia los *links* de señalización del otro STP, creando una sobrecarga, al retomar el tráfico pero garantizando el servicio. Los componentes en la estructura de una red de telefonía móvil basa en señalización SS7 son los siguientes:

- STP (Punto de transferencia de señalización): es el elemento encargado de encaminar la mensajería de la señalización SS7 hacia los nodos de conmutación tales como MSC Y GMSC en la red móvil, distribuyendo el encaminamiento de la señalización hacia las bases de datos para consultas de los abonados (HLR) Y hacia la red de inteligente (SCP).

- SCP (punto de control de servicios): en la red móvil, los servicios que no pueden ser procesados por las centrales, dado que necesitan un procesamiento más avanzado en las llamadas. Estos nodos se conectan con las centrales de conmutación, intercambiando mensajería de señalización y en ellos se desarrolla la lógica de servicio. un ejemplo de la red inteligente es el caso de una llamada con un único número, perteneciente a una sola empresa, este servicio identifica cual es el lugar más cercano de donde se origina la llamada hacia el centro de atención, y lo conmuta hacia el centro más cercano.
- SDP (punto de servicio de datos): es el nodo que contiene una base de datos, al cual llega a través de la red inteligente, gracias a la señalización SS7, en la cual se hacen consultas sobre servicios, de acreditación o débito (tal es el caso del servicio prepago), y verifica si un abonado consta de crédito para realizar la llamada que intenta ejercer, o si su crédito es insuficiente para poder realizar la operación. El SDP responde a las peticiones del abonado a través del SCP y verifica si se lleva a cabo la operación.
- HLR (registro de localización de usuario): en el HLR se puede encontrar el registro del usuario, su localización, la MSC en la que se encuentra y los servicios a los cuales puede acceder. El HLR obtiene las actualizaciones de las peticiones de localización, que el GMSC le hace al HLR. Tal es el caso que para el servicio de 2,5G el nodo SGSN hace consultas al HLR para la localización del cliente, y los servicios provisionados que el cliente posee. Todas estas peticiones de envío y recepción de mensajes, transportadas entre los nodos, van a través de la señalización SS7.

- VLR (registro de localización de visitante): en el VLR se encuentra la base de datos de registros de clientes, los cuales son atendidos por la MSC, el cual es un software que atiende la misma MSC, en el cual se tiene una imagen o espejo de los datos que posee el HLR, serán reflejados en el VLR. En el caso en que el cliente sale de la cobertura de la MSC el HLR manda un dato hacia el VLR, indicando que se borre el registro del cliente en el VLR. Esto con el fin de no tener saturaciones hacia el HLR, siendo el HLR el nodo principal del almacenamiento de los datos de los clientes en la red de telefonía móvil.
- BSC (base Station Control): es el elemento de la red encargada de la administración, de las radio bases y la distribución de potencia radial hacia las radio bases. La BSC realiza ciertas funciones de conmutación.
- SMSC (centro de mensajería corta): la central de mensajería se encarga de la distribución del envío y la recepción de los SMS, el MSC verifica el tipo de formato que posee el servicio y envía hacia el SMSC, el cual hace consultas hacia el HLR, para la verificación del posicionamiento y ubicación del usuario de destino. Al tener la localización del usuario destino, empieza una serie de intentos de SMS hacia MSC destinataria. Al obtener el MSC el dato que el mensaje fue entregado, este dato es borrado del SMSC. Al no tener éxito en la entrega el SMS se almacena para el próximo intento, de no ser exitoso los reintentos de envíos este SMS se borrará del SMSC, perdiendo así el SMS.

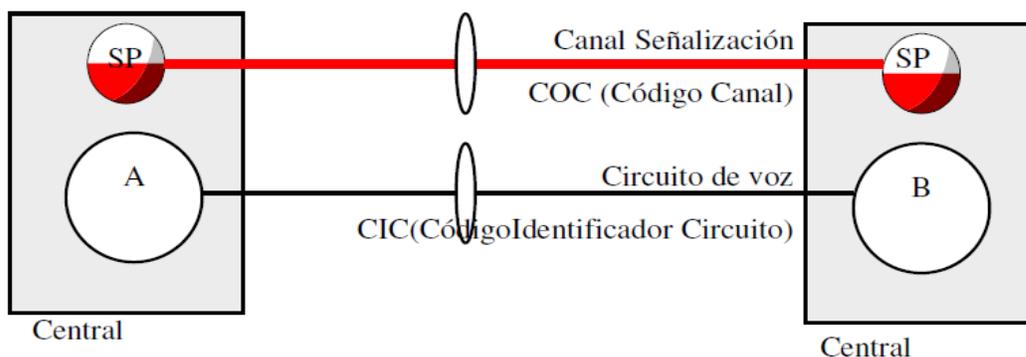
### 2.1.1. Tipos de señalización SS7

En la señalización SS7 existen tres tipos de señalización que se utilizan. Estos tipos de señalización dependen de la relación del canal y la entidad a la cual proveen el servicio.

#### 2.1.1.1. Tipo asociado

En el tipo más sencillo se encuentra el tipo asociado. En este tipo, la señalización es paralela al circuito de voz, permitiendo a su vez la interacción en la señalización (figura 4). Se crea el establecimiento directo entre dos puntos de la señalización. Este tipo de señalización, no es del todo ideas dado que dependen del requerimiento de un canal de señalización SP (*Signaling, Point*), y todos los demás SP. La mensajería de transporte de la señalización sigue la misma ruta que la voz, pero sobre distintos soportes.

Figura 4. Tipo asociado



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

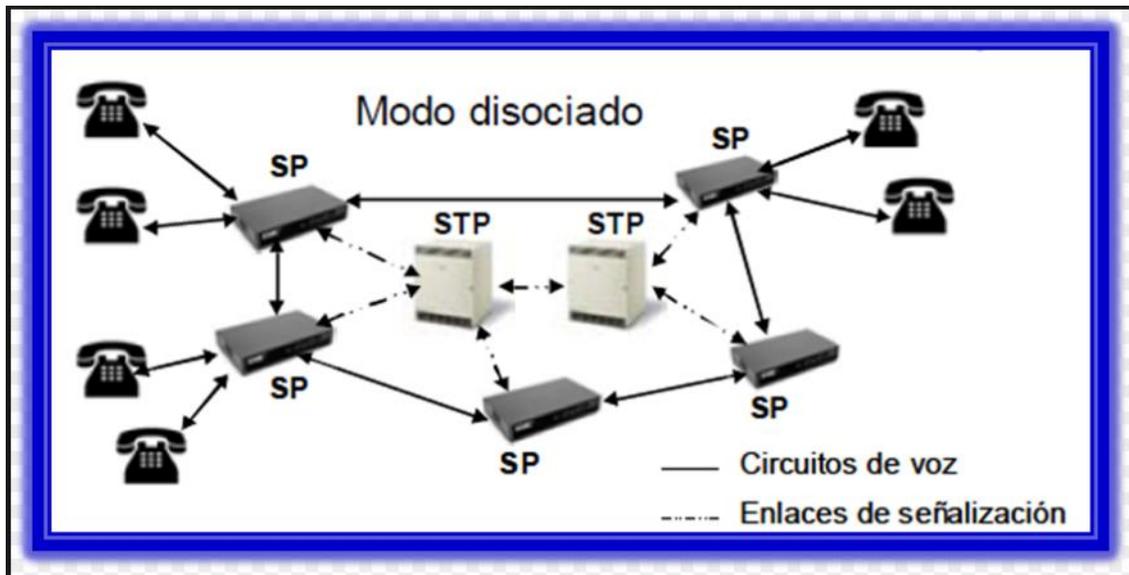
<<http://actividadtxdatosss7telefonía.blogspot.com/2013/01/arquitectura-y-senalizacion-ss7-en.html>>. Consulta: 14 de mayo de 2013.

En general es preferible el envío de la señalización a través de la red SS7, por su fidelidad, pero por otra parte se tiene los casos que no se pueden implementar los *link sets* hacia un STP. Una ejemplificación del caso, es un operador de telefonía básica, cuenta con una red pequeña en la que no se requiere STP dado que cuenta con un único punto de interconexión con el otro operador, mediante una central. Entre los nodos que envían señalización de forma directa entre ellos, no es necesaria una red de transmisión de señalización. Como es el caso de una BSC, la cual se conecta de forma directa con la MSC. Si la BSC falla, la MSC o la transmisión entre estos nodos, la BSC quedara fuera de servicio, por lo cual no se obtiene ganancia al establecer los enlaces de señalización redundantes.

#### **2.1.1.2. Tipo disociado**

El tipo disociado se caracteriza por tener caminos diferentes a la señalización de voz. Consta de un gran número de nodos intermediarios, a los cuales se le llamará puntos de transferencia de señalización (*STP signaling transfer point*), en los cuales están implicados en los caminos de la mensajería por señalización. STP son utilizados para el encaminamiento de los datos entre SP. Con este tipo, los mensajes que tiene como destino un SP, pueden tener varias rutas. Como analogía de este tipo, se puede relacionar al protocolo IP, para el direccionamiento de otras rutas en el caso que la ruta principal falle.

Figura 5. **Tipo disociado**

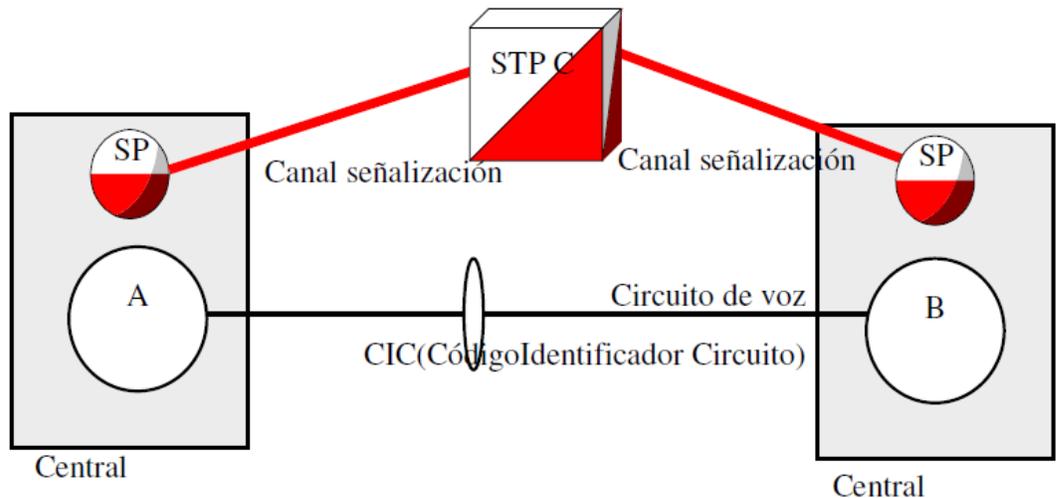


Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*. <<http://trptuva.blogspot.com/2013/06/sistema-de-senalizacion-de-canal-comun.html>>. Consulta: 14 de mayo de 2013.

### 2.1.1.3. **Tipo cuasiasociado**

En el tipo cuasiasociado tiene una similitud con el tipo disociado, con la utilización mínima de un STP para llegar al destino final. Este es el tipo más frecuente, porque utiliza un tiempo mínimo para encaminar el mensaje. Como se muestra en la figura 3. La mensajería de señalización del tipo asociado al establecer los circuitos de voz entre los conmutadores A y B utilizan el encaminamiento del STP C, pasando de A hacia C y de C hacia B. El STP C enlaza la mensajería emitida por SP A hacia SP B. Se puede indicar, el establecimiento de enlaces de la señalización, entre los nodos de conmutación A Y B y los STP de la red de señalización SS7.

Figura 6. **El tipo cuasiasociado**



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://actividadtxdatoss7telefonía.blogspot.com/2013/01/arquitectura-y-senalizacion-ss7-en.html>>. Consulta: 14 de mayo de 2013.

#### 2.1.1.4. **Punto de transferencia de señalización (STP)**

Toda la mensajería o paquetes que contiene datos y señalización son emitidos de un SP hacia otro SP, pasando así por un STP, en cual tiene un funcionamiento análogo al *router* de la red de señalización. La mensajería de señalización no es generada por un STP. El STP encamina la mensajería de señalización obtenida de un SP de origen y es encaminada hacia un SP de destino. Cabe mencionar que existen STP que originan SP y al mismo tiempo los transporta y lo en ruta tal es el caso de un STP integrado.

Entre los STP que no actúan como integradores cabe mencionar los siguientes tres tipos:

- El STP Nacional: se encuentra centralizado en la red de señalización nacional, y puede encaminar utilizando los protocolos de la red nacional. Este tipo de STP no tiene la disposición de la traducción a un protocolo distinto; esto es necesario cuando un SP de origen está destinado un SP de diferente red de señalización. Como es el caso de un STP francés dirigido a un STP Americano. La mensajería emitida por el STP francés contiene las direcciones de SP de 14 bits, mientras que las direcciones de un SP americano contiene 24 bits. Las conversiones de protocolos de nacional a internacional, se encuentran presentes en los STP internacionales, estos STP hacen la traducción de un SP nacional hacia un SP internacional. Este protocolo está definido por ITU-T.
- STP Internacional: el funcionamiento del STP internacional consta de los protocolos establecidos por ITU-T, el cual crea la red de interconexión internacional, a pesar de los diferentes protocolos y esquemas de las señalizaciones nacionales, definidos por cada país.
- EL STP Pasarela: este tipo de STP se caracteriza por la traducción de un protocolo nacional hacia un protocolo internacional, como de igual forma de un protocolo nacional hacia otro protocolo. En la red de telefonía móvil este STP se caracteriza por estar constituidos por los conmutadores móviles tales como MSC (*Mobil Switching Center*), a través de la interfaz de la base de datos y directamente con HLR, de igual forma a través de la red X.25.

En las redes privadas como X.25 tiene el funcionamiento en modo conectado, y en su contra parte la capa 3 en la red de señalización opera de manera no conectado. En la mayoría de los operadores de red celular integran el STP de pasarela para utilizar la red de señalización entre los conmutadores MSC y la base de datos. En los conmutadores MSC utiliza la red de señalización, por otro lado el STP pasarela es el intermediario a nivel de interfaz con la base de datos utilizando la red X.25.

El STP recibe los mensajes de la red de señalización de los SPs en el formato de paquetes. Los paquetes contienen las peticiones relacionadas con, el establecimiento y la liberación de las conexiones, o las conexiones hacia la base de datos. En el caso en el que las peticiones son de voz, estas son enlazadas hacia el SP, el cual enlaza directamente al SP de destino. Los SP tanto de origen como de destino se identifican por su número de marcación, es decir el número de identificación de origen y de destino. En el caso de paquetes de señalización de localización de un número, corresponde a un número verde el cual pasa como un parámetro de una transacción, por lo cual el destinatario es una petición de la base de datos, la cual se encuentra en la HLR.

### **2.1.2. Canales en señalización SS7**

La operación del canal de señalización es de forma bidireccional, permitiendo el transporte fiable de la mensajería de señalización entre los dos puntos de señalización que se encuentran directamente conectados. En los canales de señalización, sus funciones corresponden al nivel 2 en la pila del modelo OSI.

Los canales de señalización se clasifican a partir de las funciones en la red de señalización. Los canales son representaciones simbólicas, en la clasificación de los diferentes canales de señalización, los cuales no tiene ninguna diferencia entre los distintos canales. Se cuentan con seis tipos de canales de señalización asociados a la red SS7, los cuales son:

- Canales de tipo A (*Acces Link*)
- Canales de tipo B (*Bridge Link*)
- Canales de tipo C (*Cross Link*)
- Canales de tipo D (*Diagonal Link*)
- Canales de tipo E (*Extenden Link*)
- Canales de tipo F (Full-associated Link)

#### **2.1.2.1. Canal de tipo A (*Acces Link*)**

La funcionalidad del canal tipo A es enlazar un SP con otro STP. Al habilitar el canal permite que un SP pueda tener acceso sobre la red de señalización. Los STP que se encuentran en pares, con la finalidad de mantener la señalización fiable a través de las redes redundantes, existen por lo menos dos canales A para cada SP, un canal por cada STP. La cantidad máxima de canales que pueda enlazar un SP es de 16, por lo tanto un SP tendrá a su disposición 32 canales A por su par redundante de STP.

#### **2.1.2.2. Canal de tipo B (*Bridge link*)**

El canal de tipo B es implementado para la comunicación de los pares de STP, del mismo nivel jerárquico. La estratificación de una red de telecomunicaciones está dada de forma jerárquica, con sus STP nacionales, internacionales y regionales.

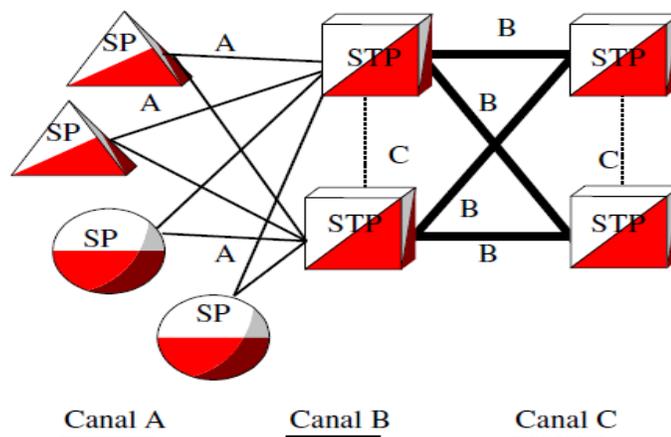
Se tiene un máximo de 8 canales, que pueden enlazar dos STP pertenecientes a pares de diferentes STP. Se cataloga la red de STP como una red mallada.

### 2.1.2.3. Canal de tipo C (Cross Link)

En el canal tipo C tiene conexión los STP par. Las transacciones de mensajes entre STP se establecen de forma normal, a excepción de periodos de congestión. La única mensajería que transcurre sobre el canal C son los mensajes de gestión de la red. Tiene un máximo de 8 canales, y cuenta con la capacidad de enlazar dos STP del mismo tipo.

En la figura 7 se ejemplifica el flujo de la señalización a través de los canales A, B y C, utilizando un par de STP.

Figura 7. Señalización de STP par con los canales A, B y C



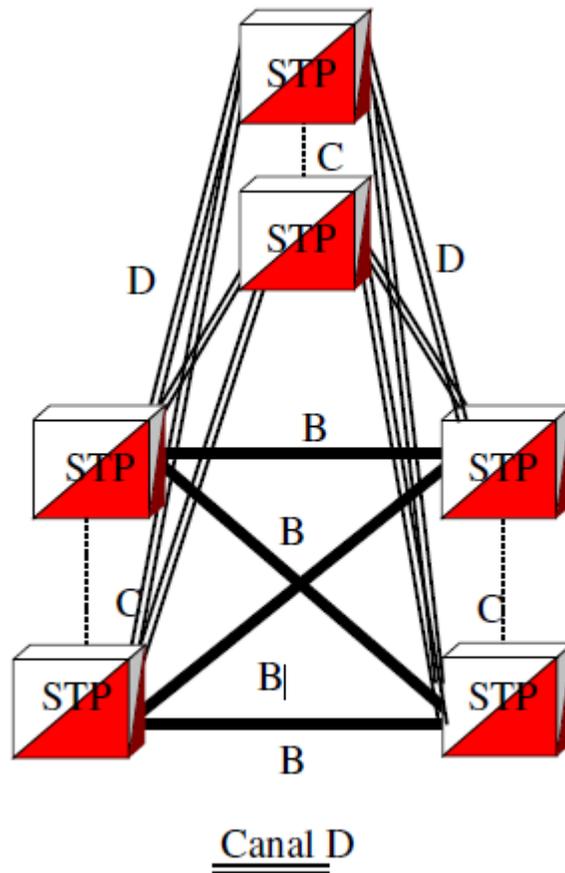
Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://actividadtxdatosss7telefonía.blogspot.com/2013/01/arquitectura-y-senalizacion-ss7-en.html>>. Consulta: 15 de mayo de 2013.

#### 2.1.2.4. Canal de tipo D (*Diagonal Link*)

En los canales tipo D tiene la funcionalidad de entrelazar los STP desde el primer nivel jerárquico, con el segundo nivel jerárquico de par de STP. Esta estructura no es aplicable para todas las redes, únicamente cuando la estructura cuenta con varios niveles jerárquicos es cuando se utiliza canales D.

Figura 8. Diagrama de canales tipo D



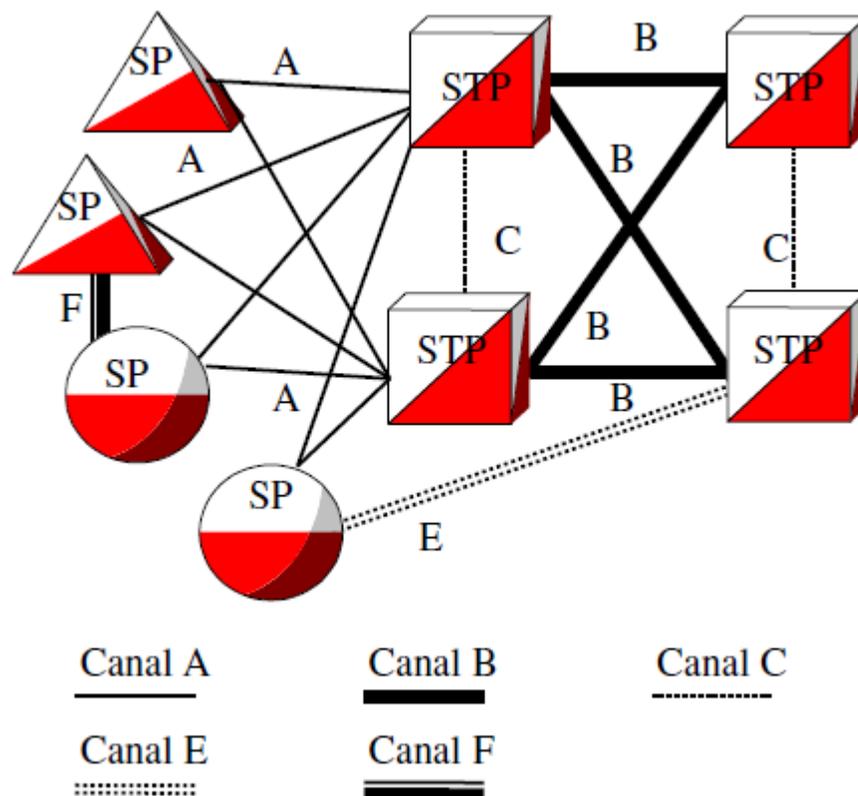
Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://actividadtxdatosss7telefonía.blogspot.com/2013/01/arquitectura-y-senalizacion-ss7-en.html>>. Consulta: 15 de mayo de 2013.

### 2.1.2.5. Canal de tipo E (*Extended Link*)

El canal de tipo E establece la conexión de un SP, con otro STP que no forma parte del par de STP locales en el SP. El canal E se encargará de convertir la rutas que siguen los mensajes emitidos por SP si el STP local, presencia alguna situación de sobrecarga. El canal E tiene un máximo de 16 canales, para establecer un SP con un STP.

Figura 9. Canales de tipo E y F



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://actividadtxdatoss7telefonía.blogspot.com/2013/01/arquitectura-y-senalizacion-ss7-en.html>>. Consulta: 18 de mayo de 2013.

#### **2.1.2.6. Canal de tipo F (*Full Associated Link*)**

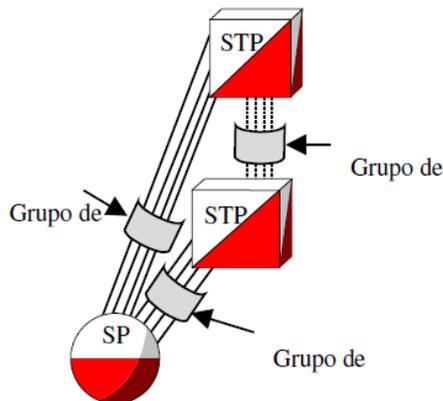
El canal tipo F se utiliza en el caso de un tráfico importante debe de comunicarse entre dos SP, o en el caso que un SP no se encuentra directamente conectado con un STP, como se muestra en la figura 10. Este tipo de canales utilizan el modo asociado.

Los *link set* son el conjunto de enlaces de señalización, emplazados de los canales de señalización, el nodo adyacente debe tener todos los canales dentro del mismo grupo de enlaces.

Para la señalización, los canales se deben encontrar en su total disposición, para poder encargarse del tráfico de señalización. En el caso de bloqueo o de caída para un canal, los otros canales pertenecientes al mismo bloque, retoman el tráfico del canal bloqueado o con daño. De igual forma para los STP, al presentar inconvenientes, los otros STP deben de retomar el tráfico del STP afectado. El canal puede haber presenciado alto tráfico de una forma anormal a diferencia de una situación normal. Para este caso el canal de señalización, no puede utilizar en situaciones normales más del 40 % de su flujo establecido. La otra parte que corresponde al 20 %, se utiliza con fines de gestión del canal.

En los grupos de enlace de la señalización, los canales son emplazados en conjuntos, llamados *link set*. Dentro de los grupos de señalización todos los canales deben tener el mismo nodo adyacente.

Figura 10. **Señalización de enlaces agrupada**



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

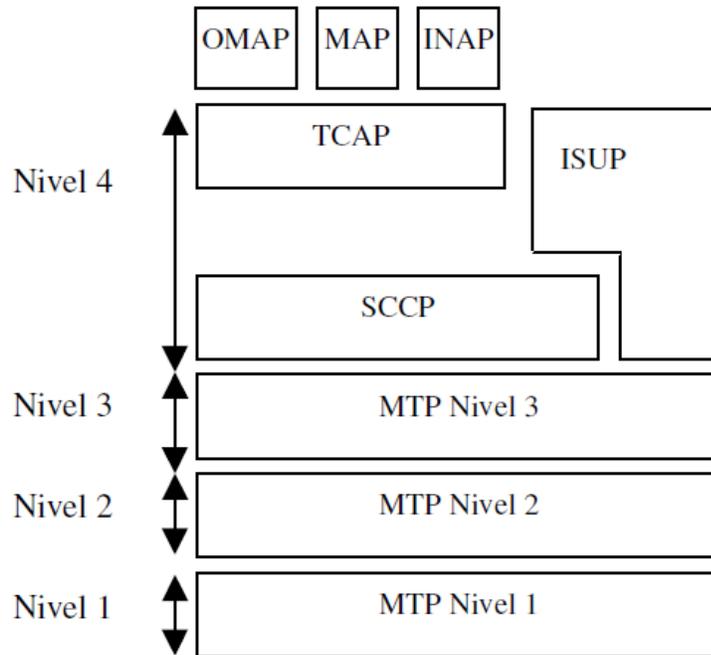
<<http://actividadtxdatoss7telefonía.blogspot.com/2013/01/arquitectura-y-senalizacion-ss7-en.html>>. Consulta: 18 de mayo de 2013.

## 2.2. Capas del protocolo SS7

En la red de señalización SS7, se compone de cuatro niveles, basados en el modelo OSI (*Open Systems Interconnection*). La esencia principal en la red SS7 es el protocolo de transferencia de mensajes de señalización (MTP). La base de este protocolo son los niveles dos y tres del modelo OSI, y con base en este protocolo se transmite toda la señalización de todas las redes conmutadas de circuitos, tanto para operadores móviles como para operadores de telefonía fija. Las capas que componen este protocolo son las siguientes:

- Nivel 1: físico
- Nivel 2: enlace de datos
- Nivel 3: red
- Nivel 4: la parte de usuarios

Figura 11. Capas del protocolo SS7 (basado la pila OSI)



Fuente: elaboración propia, con programa de Paint.

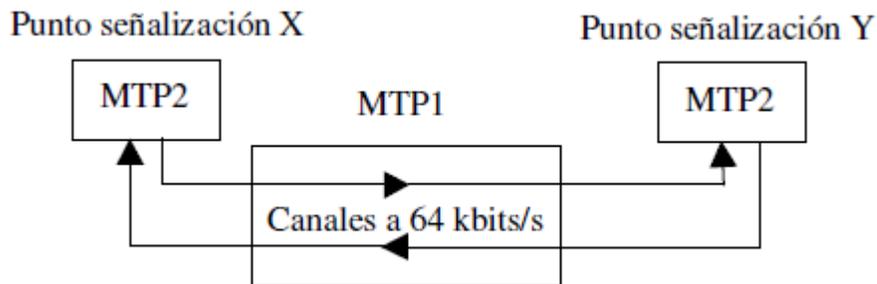
En la red de señalización SS7, las capas uno y tres son las encargadas del flujo de transferencias de señalización, de forma fiable. De igual forma, contribuyen en la gestión de la señalización. Se determinan los niveles uno y tres como los subsistemas de transferencia de mensajes (MTP, *Message transfer part*) de la red SS7.

En la capa cuatro, se encuentran los servicios de señalización. En varios bloques operan a nivel cuatro, que representan las aplicaciones específicas en los servicios MTP. Dado que estos bloques operativos, son usuarios MTP, se consideran como parte de usuario.

### 2.2.1. MTP 1 (*message transfer part*)

En la capa 1 del protocolo SS7, se encuentra la señalización de enlace de señalización de datos (SDL, *Signaling Data Link*) la cual está constituida de un par de canales de transmisión, que opera a 64 Kbits/s y trasporta la señalización SS7 de un punto hacia otro en tramas de 2 Mbps, teniendo un flujo en ambas direcciones. Está constituida por varios soportes físicos. Por lo particular, los enlaces de señalización son implementados con base en la transmisión TDM (multiplexación por división de tiempo)

Figura 12. Flujo de MTP 1

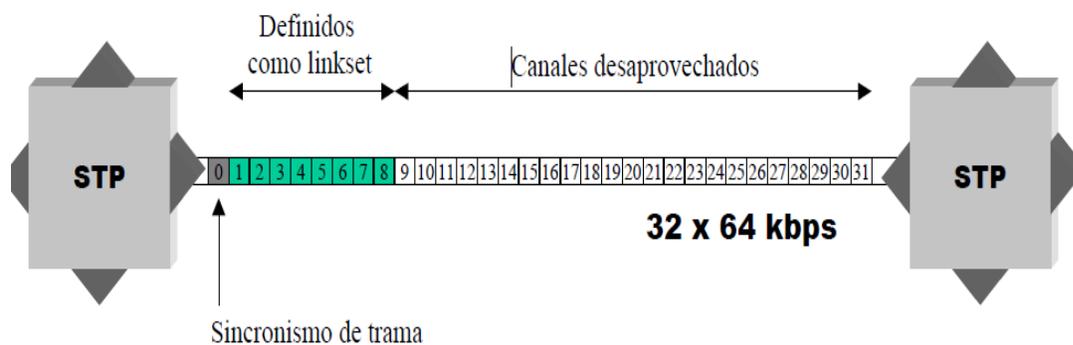


Fuente: elaboración propia, con programa de paint.

En la transmisión TDM sobre los enlaces de la señalización SS7 punto a punto son de 2 Mbps, de 32 canales de 64 Kbps, utiliza en el mejor de los casos un 25 %. Realmente, la utilización real con enlaces redundantes la carga de tráfico en uno de ellos, no supera el 50 %, con el fin de distribuir el tráfico, sobre el enlace redundante y evitar afectación en el servicio. El tráfico máximo que puede trasportar los E1s con 2 Mbps, es de 256 Kbps, como máximo 12,5 %.

Los E1 están compuestos por 32 canales de los cuales, uno pertenece a señalización y el otro canal, lleva la sincronización de señalización. Es evidente que en el consumo de los recursos en la transmisión de la red típica SS7 es distintivamente poco eficiente.

Figura 13. **Trasmisión TDM en la red SS7**



Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Power Point.

Con la disposición de multiplexores TDM es posible aumentar la eficiencia y el aprovechamiento de la transmisión, enviando distintos *link sets* entre los mismos nodos, utilizando la misma trama e incluso las tramas que son dedicadas al transporte de los canales de voz, con el fin de transportar los SLC (*single link code*), de uno solo o de varios *link sets*.

### 2.2.2. **MTP 2 (Message transfer part)**

Esta es la capa encargada de establecer, los procesos de enlace, de forma que asegura, la fiabilidad del enlace entre los dos extremos de la señalización SS7, entre sus funciones están:

- Monitorización de tasa de errores
- Sincronización del enlace
- Alineación inicial
- Administración del flujo
- Recepción, transmisión y reenvío de error de MSU

#### **2.2.2.1. Monitorización de tasa de errores**

Su función es la gestión y detección de errores, la cual implementa mediante 16 bits de control al final de cada trama en la señalización. Estos bits de gestión son generados por el emisor, dentro de la misma trama, excluyendo el bit de bandera. En la recepción, la trama es recalculada y el resultado se compara con los bits de control presentes. En el caso que no se cumpla la igualdad la trama se rechaza, y se indica un error, esta trama por consiguiente no pasa hacia la capa MTP 3. Se reenvía el acuse de recibido negativo hacia el emisor.

#### **2.2.2.2. Sincronización del enlace**

La sincronización de la trama se considera aceptable, si la secuencia es recibida con el número de bytes correctos en función del tipo de trama. Se tiene pérdida de sincronía cuando la señalización no está comprendida entre 6 y 279 bytes. El canal de señalización no se alarma, si la sincronía no excede el límite.

#### **2.2.2.3. Alineación inicial**

En la alineación inicial, es el primer procedimiento, en la inicialización de un canal de señalización, o cuando falle el canal de señalización en el restablecimiento del mismo.

Es necesaria la alineación inicial ya que la siguiente capa el MTP-3 necesita de la misma para la indicación “*Start*” a la capa MTP-2. La capa MTP-3 necesita la alineación inicial urgente, ya que si no existe la disponibilidad de ningún canal entre dos puntos de señalización. En su normalidad se establece cuando existe por lo menos un canal en servicio.

#### **2.2.2.4. Administración del flujo**

Se tiene un control del flujo en el nivel 2, para el control de la congestión. La congestión puede darse en la recepción, por un número demasiado elevado en las tramas de señalización, en el extremo del otro punto de recepción de un canal de señalización. En el extremo receptor, enviará una trama de congestión de señalización de estado (LSSU), o con la indicación “*Busy*”, al recibir la notificación se suspende la emisión de acuses de recibido de todas las tramas en la señalización de mensajes (MSU *Message Signal Unit*).

#### **2.2.2.5. Recepción, transmisión y reenvío de error de MSU**

En la supervisión del canal de señalización, la tasa de error en las tramas de señalización, al obtener información de tramas errores, se incrementará un contador correspondientes. Al momento de obtener 256 trama recibida sin ningún error, se decremento el contador, si el contador es superior a 0. En el momento en que el contador llega a 64, el canal se pone fuera de servicio, y empieza el procedimiento de alineamiento.

### **2.2.3. MTP-3 (*message transfer part*)**

En este nivel es el corazón de la red SS7. Este nivel es el encargado de proveer conectividad entre todos los nodos de la red, asegurando el intercambio de mensajes de señalización entre los dos nodos, independientemente si están conectados directamente o no.

Entre las funciones principales están:

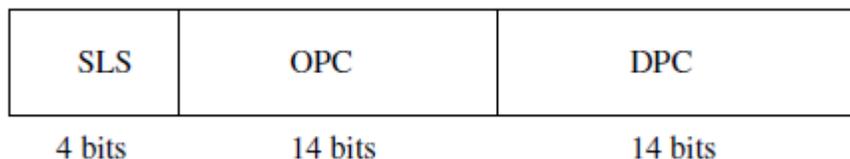
- Reconocimiento de todos los nodos de la red
- Rutas de reenvío de mensajes y distribución de cargas entre varios enlaces.
- Gestión del estado de enlaces

#### **2.2.3.1. Encabezado de encaminamiento**

El encabezado de encaminamiento está normalizado por el ITU-T en la recomendación Q.704 para la red de señalización internacional, tiene una longitud de 32 bits divididos en tres campos (ver figura 14).

- Código de punto de destino (DPC, *Destination Point Code*) de 14 bits
- Código de punto de origen (OPC, *Origination Point Code*) de 14 bits
- Selección de los canales de señalización (SLS, *Signaling Link Selection*) de 4 bits.

Figura 14. **Estructura del encabezado de encaminamiento**



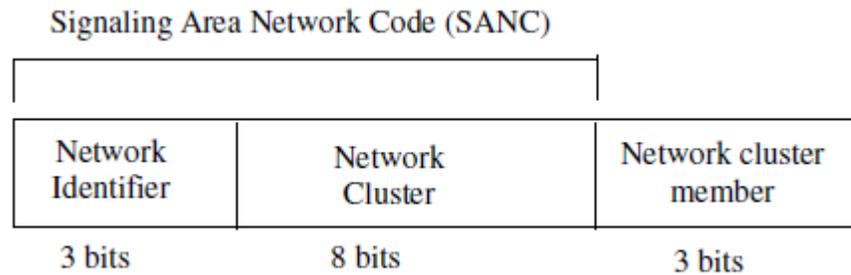
Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Excel.

El campo DPC identifica el SP destino del mensaje, mientras que el campo OPC indica el SP emisor del mensaje. El funcionamiento del campo SLS es de realizar una repartición de la carga entre canales de señalización.

Los campos OPC y DPC con 14 bits de longitud, la red de señalización internacional puede contener 16 344 SP. En el campo SLS es utilizado para seleccionar un canal de señalización en particular dentro de un conjunto de canales de señalización. En el STP cada SP es identificado por cada código de punto de señalización, utilizado para el enrutamiento de la capa MTP-3, para el encaminamiento de los mensajes de señalización.

Los OPC y DPC tiene una estructura de campos de 14 bits de longitud, los cuales se subdivide en tres subcampos (ver figura 12). Está constituido por el identificador de la zona geográfica mundial (*NI network identifier*) de 3 bits, identificación de la zona de red (*NC network cluster*) 8 bits, el punto de señalización (*networ cluster member*) que consta de 3 bits.

Figura 15. Estructura de los códigos de puntos internacionales



Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Excel.

Cada campo del *Network Identifier*, es un identificador que está asignado a cada país, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I. Identificador de NI para cada nación

	Europa	USA	Asia	Australia	África	América del Sur	Distribución futura.
NI	2	3	4	5	6	7	0 y 1

Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Excel 2007.

Entre los campos NI, según la UIT-T está dada de la siguiente forma:

- 00: Red internacional
- 01: Uso privado internacional
- 10: Red nacional
- 11: Uso privado nacional

Con este identificador es posible el intercambio de mensajes de un OPC hacia un DPC, si estos son internacionales, como de igual forma para las redes nacionales. Si se realiza el intercambio de mensajes de señalización nacional hacia uno internacional esto no se llevará a cabo por el NI, como por sus protocolos de señalización.

De tal forma un SPC de 14 bits, no identifica un nodo. Se necesita la especificación del NI, de la siguiente forma:

- NI=10 (Ámbito nacional) en binario, 2 en decimal
- SPC= 10010001110110 en binario; 9 334 en decimal
- Notación decimal: 2-9334

En los nodos de conmutación de cada red, se debe utilizar el conjunto de 14 bits, con el fin de identificar los nodos de comunicación en los ámbitos nacionales. En un ámbito en el que interactúa solo con el operador, concreta (sin interconexión) se puede utilizar también un ámbito de red nacional privado (NI=11 en binario, 3 en decimal).

#### **2.2.3.2. Flujo de mensajes de señalización por SPC**

La combinación del NI con el SPC, forman el punto de encaminamiento de la señalización SS7 y consiste en el conjunto de reglas que se aplican en el momento en que llega un mensaje MTP al nivel del protocolo (nivel 3). En estas reglas, se determina si el mismo nodo es el destino de un mensaje o, en caso de no ser así, por cual enlace de señalización de nivel MTP 2 está cursando el mensaje.

El nivel 3 MTP 3 de un nodo, es capaz de enviar mensajes hacia cualquiera de los niveles MTP 2, determinados por cada uno de sus enlaces de señalización. El encaminamiento de la señalización, en el nivel 2, es la toma de decisión del enlace el cual se utilizará para el envío de la señalización.

En el nivel 3 del MTP 3 de la MSC dispone en total de 20 enlaces de señalización a los cuales puede entregar los mensajes. Para poder determinar la central que mensaje se enviará por cada enlace, como primer paso se escoge el *link set* por el cual se entrega el mensaje. La capa MTP 3 dispondrá de una tabla donde indica las prioridades de *link set*.

Tabla II. **Encaminamiento de señalización MTP 3**

DPC (Destino MTP-3)	Linkset de salida	Prioridad	Bit del SLS de reparto de carga
SPC de la BSC	Linkset hacia BSC	1	-
SPC del HLR	Linkset hacia STPA	1	3
	Linkset hacia STPB	1	3

Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Excel 2007.

Con base en la tabla anterior, la MSC envía la mensajería MTP-3 cuyo destino es BSC por un *linkset* directo hacia la BSC, (por el momento no se ha determinado, cuál de los cuatro *linkset* hacia la BSC utiliza en cada mensaje concreto).

En el caso de la señalización hacia el HLR, la MSC dispone de dos *linkset* con la misma prioridad para enviarlos. En este caso, la mensajería se divide en dos, enrutando una señalización por el STP-A y la otra mitad por el STP B (repartimiento de carga entre STP). De nuevo, quedaría por determinar que enlace dentro del *linkset* utilizar para enviar un mensaje MTP concreto.

Si el *linkset* que va hacia el STP-B tuviera, prioridad dos, se enviarían todos los mensajes hacia el STP-A, y solo se enviarían hacia el STP-B en caso de fallo en la entrega por el *linkset* hacia el STP-A.

### **2.2.3.3. Distribución de carga entre los enlaces**

Para el protocolo MTP-3 (Norma UIT-T Q.704) consta de una serie de mecanismos normalizados de encaminamiento de mensajes, con distribución de carga entre los *linksets* y entre SLC dentro de cada *linkset*. Cuando un mensaje de MTP-3 se origina, se asigna un número de cuatro bits, del 0000 a 1111, en general de forma secuencia, aunque con restricciones. Ese número será el valor de SLS del mensaje MTP-3. En la distribución de la carga entre los *linkset*, es decir para utilizar la mitad de los mensajes MTP-3 de un destino y la otra mitad por otro destino, el protocolo se finca en el valor de un bit del SLS determinado en la tabla de encaminamiento de señalización MTP-3. Los mensajes con el valor de bit igual a 0 se envía por un *linkset* y los mensajes con el bit igual a 1 se envía por otro.

En un *linkset*, se utiliza los bits menos significativos del campo SLS para escoger el SLC por el que se envía el mensaje. Para la distribución de la carga entre los enlaces de los *linkset* de dos SLC se utiliza el bit menos significativo.

Para el repartimiento de carga entre cuatro SLC se utilizará los tres bits menos significativos del SLS. Vista desde la numeración decimal, cuando un SLC que no posea potencia de 2, no se repartirá bien la carga entre ellos.

Se debe considerar en la utilización de SLS para repartir carga entre enlaces es que con cuatro bits solo se puede repartir carga entre 16 rutas distintos. Al utilizar un bit para escoger entre dos *linksets*, solo quedan tres bits disponibles para elegir SLC dentro del *linkset*, por lo que en este caso el máximo número de SLC en los *linkset* es ocho.

#### **2.2.4. Capa de usuario ISUP**

ISUP es un protocolo, que establece y libera las sesiones de llamadas de voz y datos sobre redes de conmutación de circuitos de 64 kbps. La mensajería ISUP se transporta directamente sobre MTP 3. En el momento de marcar un número telefónico, la central MSC decide cual es el siguiente tramo del circuito de voz que se debe establecer entre el usuario que marca el número y el destino de la llamada. Una vez la central toma la decisión del canal a utilizar, para comunicarse con la otra central, envía a la central de destino un mensaje ISUP de petición de canal, con la información del número A (origen), número B (destino), y el servicio el cual se desea utilizar.

#### **2.2.5. Protocolo del SCCP**

El protocolo SCCP consta de dos funciones, las cuales carecen de MTP. En la primera función, posee la facilidad de discriminar aplicaciones dentro de un nodo con un único punto de señalización.

MTP solo reconoce los nodos completos, y no distingue entre las diferentes aplicaciones software dentro de un único nodo físico. Los subsistemas son software que se ejecutan en los nodos de conmutación.

Esta es la forma en la cual una MSC puede operar como HLR, y distinguiría la aplicación a la que entrega los mensajes por el número de subsistema enviado por el mensaje SCCP.

### **2.2.6. GTT (traducción de títulos globales)**

Son los identificadores únicos, sobre los nodos de conmutación. Los títulos globales son los identificadores de una aplicación unívocamente de un nodo de conmutación en todo el mundo. Con este espacio de direccionamiento, se encuentran todas las redes SS7 en común, es posible enviar mensajes desde un HLR de una red a una MSC de otra red, incluso en otro país.

La secuencia de los GT consiste en dígitos decimales con formato según la Norma UIT-T E.164, esto quiere decir que, idénticos en su codificación a los números de teléfono habituales. Como es de esperarse el número de teléfono es el identificador de la línea en cualquier parte del mundo. Es decir, el rango de direcciones de líneas de teléfono tiene ámbito global, y las centrales de conmutación telefónica, son diseñadas para interpretar estas secuencias. Es por ello que se utiliza este identificador, en vez de utilizar líneas telefónicas, para la identificación de los propios nodos de las redes de conmutación.

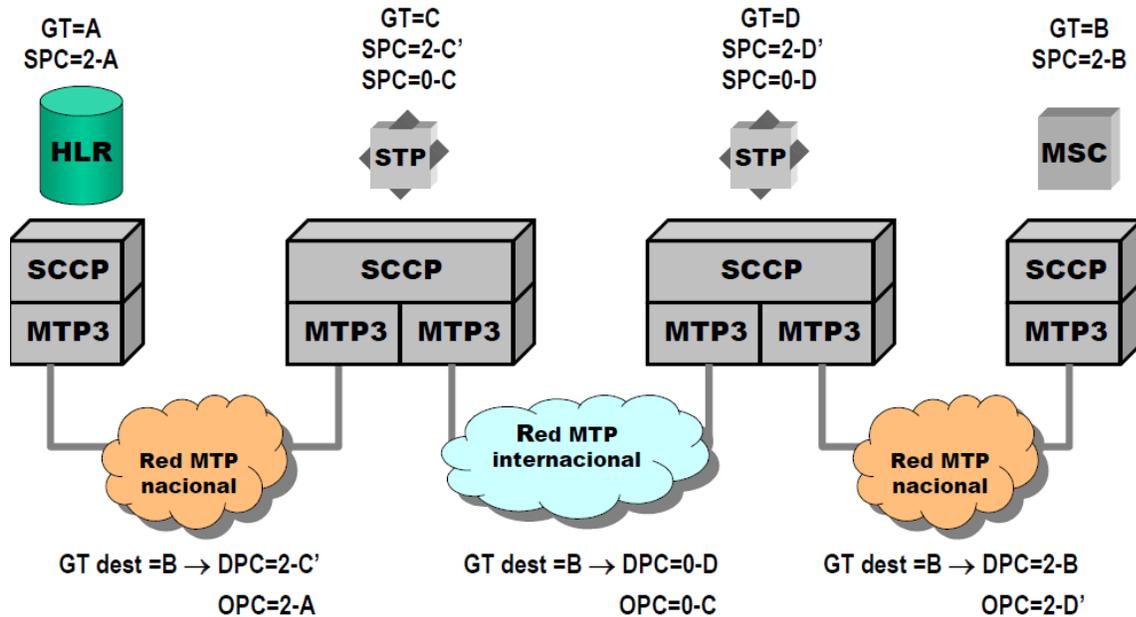
Cada red de telecomunicaciones, debe reservar su propio rango de numeración de líneas de abonado, o MSISDN, para la implementación de GT de sus propios nodos de conmutación.

En el momento de envío de un mensaje de SCCP a través de la red MTP, se debe realizar una traducción de dirección SCCP (GT) a la dirección MTP (SPC). Está claro que un nodo está en la capacidad de realizar una traducción “parcial” del GT a SPC.

La dirección MTP a la que se envía el mensaje puede corresponder con un nodo intermedio. Tal es el caso que, el nodo intermediario recibe un mensaje con su dirección MTP. De tal forma, lo abre y lo entrega a su nivel SCCP, y a este nivel de dirección destino (GT) no es el propio nodo, por lo que nuevamente se traduce de GT a SPC, pero en esta ocasión en el nodo intermediario.

Con fines ilustrativos del funcionamiento de los títulos globales, se verán desde el punto de vista de una red GSM en la que todos sus HLR deben tener la capacidad de enviar mensajes SCCP a las MSC de las redes en donde sus usuarios pueden hacer *roaming* internacional. El caso típico será que los HLR, únicamente pertenezcan a una red MTP nacional (NI=2) y no pertenezcan a la red MTP internacional (NI=0). Para este caso, los HLR deberán traducir el GT de la MSC destino al SPC de un STP que pertenezca a la vez a la red nacional e internacional. El STP se encargará de abrir el mensaje MTP y realizar la segunda traducción del GT de destino a una dirección MTP de la red internacional, que seguramente corresponderá con los STP, internacionales de la operadora destino. En el otro lado vista desde el STP de la operadora de destino, volverá a abrir el mensaje MTP y realizarán una última traducción del GT al SPC de la MSC destino del mensaje.

Figura 16. Funcionamiento de traducción de GT



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

En la parte final del tramo, la red nacional destino puede enviar el mensaje SCCP tanto al GT destino como al DPC+SSN del nodo destino.

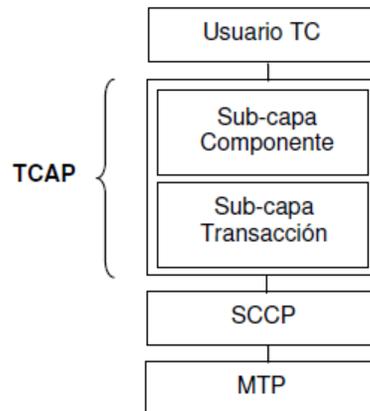
### 2.2.7. TCAP (parte de aplicación de capacidades de transacción)

En la necesidad de orientar los nodos de conmutación no orientados a la toma de circuitos de voz, surge el protocolo TCAP. Este protocolo está constituido por el concepto de transacción, de forma que ofrece al nivel superior el control de comunicaciones basadas en instrucciones y respuestas, relacionándolas entre sí. Con la implementación de TCAP, los protocolos de nivel superior (INAP, CAMEL y MAP), son capaces de enviar órdenes a otros nodos, y recibir las respuestas correspondientes de su contra parte.

TCAP es un protocolo de transporte de instrucciones entre los nodos de conmutación. En los protocolos de nivel superior, son donde se implementa la verdadera funcionalidad de consulta de base de datos, o del control avanzado de llamadas. La estructura del TCAP está constituida de dos subcapas:

- Subcapa componente
- Subcapa transacción

Figura 17. **Estratificación de TCAP**



Fuente: elaboración propia, con programa paint.

### 2.2.7.1. **Subcapa componente**

Un componente se refiere al lanzamiento de un resultado, ya sea positivo o negativo o un rechazo de operación. En la subcapa de componente, tiene a su disposición el servicio de gestión de componentes.

En la parte interna de un diálogo establecido, este servicio modela la interacción entre dos entidades a partir de un concepto de operación. En la entidad emisora, solicita a la entidad receptora la ejecución de una operación; en la recepción interpreta la petición, ejecuta la operación si la interpretación ha sido posible, e informa del resultado positivo o negativo de esta ejecución.

#### **2.2.7.2. Subcapa transacción**

Es la subcapa encargada de las transacciones que ofrece un servicio de gestión de diálogo. Este es el servicio que permite el establecimiento, mantenimiento y terminación de los diálogos, e interacciona entre ellas en el interior de un diálogo establecido intercambiando componentes.

#### **2.2.8. MAP (parte de aplicación de movilidad)**

El protocolo MAP está constituido entre la estratificación del nivel cuatro, en la capa aplicativa del protocolo SS7, es utilizado en las redes de telefonía móvil, con el fin de intercambiar información de gestión en la movilidad de los usuarios, controlar el traspaso de llamadas (*handover*) entre centrales y para enviar mensajes de texto de usuario.

El protocolo MAP especifica una serie de flujos de información y servicios que facilitan la posibilidad de un usuario se conecte a cualquier central que le brinde cobertura, y puede acceder a todos sus servicios independientemente de su localización. MAP se encarga a su vez, de definir mecanismos de autenticación de usuarios y terminales, consecuentes del acceso radio de los usuarios.

### **3. SEÑALIZACIÓN SS7 SOBRE IP**

La implementación de las redes de voz sobre IP, se implementaron con el fin de reducir el ancho de banda, mediante una compresión vocal y a su vez con fines de disminución de los precios en el transporte internacional. Estas redes convergieron, de manera rápida a una red de servicios integrados sobre la misma LAN (*Local Area Network*).

La señalización SS7 sobre redes IP, se refieren a una pila de protocolos para el transporte de protocolos de señalización, en la red conmutada, utilizando la red IP. A través del protocolo IP la señalización SS7 evoluciona, definiendo adaptadores y una capacidad de transporte básico, donde interactúan protocolos SS7 y paquetes que brindan a los usuarios mejora en ambas tecnologías.

#### **3.1. SIGTRAN**

SIGTRAN (*Signalling Transport*) es el protocolo encargado de estructurar una arquitectura para el transporte de señalización en tiempo real, basándose sobre redes IP. Tomando como base la señalización SS7, con un conjunto de protocolos de comunicaciones para el transporte de mensajes SS7 sobre IP.

### 3.2. Arquitectura de los protocolos de señalización sobre IP

SIGTRAN está constituido por tres componentes importantes los cuales son:

- IP estándar como protocolo de red
- Protocolo común de transporte de señalización. SIGTRAN es basado en nuevos protocolos de transporte sobre IP, el cual es SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*).
- Capas de adaptación específicas para cada capa en la torre SS7 que necesite transportar.

Figura 18. Capas arquitectónicas de protocolo SIGTRAN



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 19 de mayo de 2013

### **3.3. SCTP (RFC4960)**

El SCTP se visualiza como una capa entre la aplicación de usuario y un servicio de red de paquetes sin conexión, como IP. El servicio básico que ofrece SCTP es la transferencia fiable de usuario/mensajes entre usuarios de pares SCTP. Se lleva a cabo este servicio en el contexto de una asociación entre dos puntos finales de SCTP.

El SCTP es orientado a la conexión en la naturaleza, pero la asociación SCTP es un concepto más amplio que la conexión TCP. SCTP proporciona los medios para cada parámetro SCTP para proporcionar el otro extremo con una lista de direcciones de transporte a través del cual dicho punto final se puede alcanzar y de la que se originan paquetes SCTOP. La asociación se extiende sobre la totalidad de las transferencias las posibles combinaciones de origen/destino que pueden ser generados de las listas de cada punto final.

#### **3.3.1. Funciones del SCTP**

El SCTP es un protocolo de control de la transmisión el cual funciona a la altura de la capa de aplicación. Este protocolo utiliza funciones similares a sus pares UDP y TCP, pero adicional a esas funciones, el SCTP tiene la funcionalidad práctica como el *multi-homing* y el *multi-streaming*, lo cual mejora la seguridad, siendo este un protocolo confiable. El SCTP a diferencia del TCP es un protocolo orientado a conexiones.

### **3.3.2. Paquetes SCTP**

Cada mensaje de SCTP tiene asignado un número secuencial de transmisión (TSN), fragmentado o no. El identificador TSN es independiente del *stream* por el que se envía el mensaje. En el extremo del receptor envía un acuse de recibido (ACK) de todos los TSN recibidos, independientemente del orden que lleguen los mensajes. Es así como, la fiabilidad en la entrega de los mensajes se mantiene funcionalmente separada de la entrega ordenada dentro del *stream*.

Si un tiempo determinado, no se recibe el acuse de ACK de un mensaje, este es retransmitido aunque con condiciones determinadas por procedimiento de control de congestión.

### **3.3.3. Características principales**

Con el protocolo TCP, se ha realizado un inmenso servicio, como el principal medio de transferencia de datos segura en redes IP. Sin embargo, un número cada vez mayor de aplicaciones recientes han encontrado TCP demasiado limitado, se tiene a incorporar su propio protocolo de transferencia de datos fiable sobre UDP. Las limitaciones que los usuarios han querido pasar por alto incluyen las siguientes características:

- TCP proporciona transferencia de datos fiable y riguroso, orden de entrega de transmisión de datos. Algunas aplicaciones necesitan fidelidad en la transferencia de datos, sin mantenimiento secuencial, mientras que otros serían satisfechos con ordenación parcial de los datos. En cualquiera de los dos casos, el bloque del encabezado de línea ofrecidos por TCP hace innecesario el retardo.

- La naturaleza orientada al flujo de TCP es a menudo una molestia. Las solicitudes deberán añadir su propio record marcado para delinear sus mensajes, y deben hacerse de uso explícito de la instalación de pulsaciones para asegurar que un mensaje completo se trasfiere de manera razonable en el tiempo.
- TCP es relativamente vulnerable a los ataques de denegación de servicio, tales como ataques SYN.

El transporte de señalización PSTN a través de la red IP es una solicitud para que todas estas limitaciones de TCP sean relevantes. Si bien, esta solicitud es motivada directamente del desarrollo de SCTP, otras aplicaciones pueden encontrar el protocolo SCTP una solución para sus necesidades.

Entre las características que vuelven inadecuada el UDP para el transporte de la señalización SS7 son las siguientes:

- No posee acuse de recibido de los mensajes (ACK)
- Sin garantía de entrega ordenada de los mensajes
- No incorpora mecanismos de seguridad
- Protocolo de “mejor intento”

Tomando en cuenta los inconvenientes de TCP y UDP, y basándose en la motivación de incorporar una mejora de los protocolos para la señalización SIGTRAN con base en TCP, UDP y SS7, se define el protocolo SCTP, con las siguientes características principales:

- Es un protocolo punto a punto. Establecimiento de intercambio de datos entre dos extremos conocidos.
- Los tiempo de reintento (*time-outs*) son mucho menores que los de TCP
- Asegura el transporte fiable de datos de usuario, detectando y reparando los datos erróneos o fuera de secuencia.
- Adaptación de la tasa de transferencia, teniendo mayor eficiencia en la velocidad de envío de datos en caso de congestión.
- Definición en un mismo extremo SCTP en varios servidores físicos. Un único extremo SCTP se puede definir en varias direcciones IP. Hacia cada una de ellas se encamina los mensajes de forma independiente, de tal forma que si uno de los nodos físicos queda fuera de servicio, el resto de comunicaciones no se ven afectadas.
- Implementación de los procedimientos de inicialización basado en *cookies*, para evitar ataques de negación de servicio tipo SYN.
- Comparación de varios mensajes de señalización en un mismo mensaje SCTP.
- Fragmentación de la mensajería de señalización, de tal forma que un mismo mensaje se divida en varios mensajes SCTP.
- Orientado a mensajes y define tramas de datos estructurados, a diferencia de TCP, que transporta trenes de octetos no estructurados.

- La habilidad de dividir los datos en múltiples trenes (*streams*), cada uno con un orden de entrega de mensajes independiente.

Las dos últimas características, son las que hacen que SCTP sea mucho más adecuado para el transporte de señalización, independientemente de la mayor protección frente a ataques de este protocolo. El poder establecer diversos trenes de datos (*stream*) entre dos aplicaciones, permite que exista un proceso de nivel de aplicación SCTP que gestione la señalización ISUP. La mensajería relacionada a una llamada se envía por un *stream* concreto. En el caso de la pérdida de un mensaje ISUP, este mensaje debe ser retransmitido, el resto del *stream* no se verán afectados por el retardo.

En el caso de la transmisión en base a TCP, si fallara el mensaje ISUP esto provocaría el retardo en la entrega de los mensajes y por lo tanto atrasaría los mensajes del resto de la llamada.

#### **3.3.4. Entrega del *Stream* dentro del SCTP**

Dentro del protocolo de SCTP, se utiliza el término *stream* para indicar una secuencia de mensajes de usuario que debe ser entregada al nivel superior en forma ordenada.

La cantidad de *streams* que son enviados a través de las asociaciones, son definidos como el establecimiento de la misma, de forma negociada entre ambos extremos de la comunicación. Los *streams* son unidireccionales, esto quiere decir que para la comunicación se deben definir dos *stream* como mínimo en una asociación SCTP.

Los mensajes de usuario se asocian a cada *streams* determinado, de forma que el extremo receptor SCTP entrega al nivel superior todos los mensajes de un mismo *stream* en el mismo orden en que han sido enviados. Es importante tomar en cuenta que no existen restricciones de entrega ordenada entre mensajes de distintos *streams* de la misma asociación. Es así como los *stream* se pueden seguir entregando aun cuando uno de ellos, se encuentre bloqueado o a la espera del siguiente mensaje

SCTP proporciona un mecanismo para no utilizar el servicio de entrega ordenada de mensajes, de forma que los mensajes enviados mediante dicho mecanismo se entrega a nivel superior del destino SCTP tan pronto como se reciba.

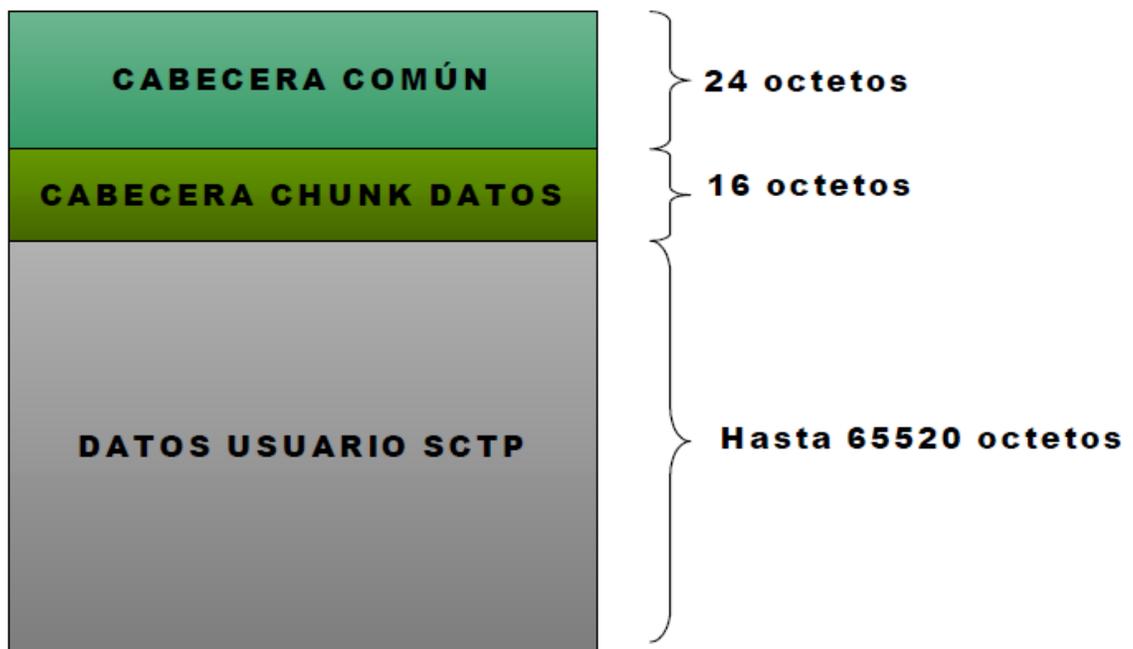
### **3.3.5. Formato de encabezado de paquetes**

La cabecera de un paquete SCTP está compuesto por 24 octetos y una serie de unidades de información, denominadas *chunks*. En las unidades *chunks* poseen información sobre datos de usuario, o instrucciones de control del propio protocolo SCTP (establecimiento y liberación de asociaciones, control de flujo, retransmisiones, etc. En el encabezado). Los *chunks* tienen su propia estructura, y presentan una serie de campos, dependiendo del tipo de *chunk* que sean.

En el diseño y planificación de la red SS7 sobre IP, el dato más importante es el tamaño de las cabeceras de los datos de usuario. La cabecera de un *chunk* de datos de usuario mide 16 octetos, y puede contener hasta 65 520 octetos de información del nivel superior. Esto refiere que, en principio, cualquier mensaje de cualquier operación ya sea MAP, ISUP o CAMEL cabe en un *chunk* de datos SCTP.

Tomando en cuenta las cabeceras de los protocolos de adaptación intermedios. De igual forma SCTP trasporta varios mensajes de usuario en un único mensaje SCTP, utilizando los distintos *chunks* de datos dentro del mismo mensaje.

Figura 19. **Formato paquetes SCTP con datos de usuario**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point

### 3.3.6. Confirmación de paquetes

En la cabecera común de SCTP se incluye un campo de verificación obligatorio, sin tomar en cuenta el campo de 32 bits, con una suma de comprobación (*checksum* frente a errores).

El dato del campo de verificación obligatorio lo decide el extremo de la comunicación SCTP al establecer la asociación. De esta forma, se da más seguridad y protección, contra ataques de suplantación de identidad.

La comprobación de la suma del *checksum* se calcula a partir de los datos de la propia cabecera SCTP y la protege frente a errores en la comunicación.

### **3.3.7. Gestión de conexiones**

A nivel de usuario de SCTP tiene la capacidad de manipular el conjunto de direcciones de transporte destino de los mensajes. El funcionamiento de la gestión en las conexiones SCTP, escoge la dirección de transporte destino para cada paquete SCTP que se envía, tomando como base las instrucciones del usuario de SCTP y en las direcciones disponibles alcanzables para ese destino SCTP.

En lapsos de inactividad, la gestión de conexiones mantiene un control sobre la disponibilidad de los extremos de la comunicación mediante mensajes de comprobación (*heartbeats*). En dado caso el SCTP percibe en alguno de sus extremos como inalcanzable, informa a su usuario de nivel superior, mostrando así fallas como *heartbeats failure*.

Por otro lado, en el extremo receptor, la gestión de conexiones se encarga de comprobar la existencia de una asociación SCTP válida a la que pertenece cada paquete SCTP recibido.

### **3.4. M2PA**

El M2PA proviene de *MTPS2-User peer-to-peer adaptation*. Es el protocolo de adaptación de MTP-3 hacia el SCTP, con la característica fundamental que es entre pares. Esto se refiere a que el mensaje MTP3 enviado por M2PA tiene como destino otra capa de MTP3 de un nodo con capa M2PA, y todas las características, órdenes y primitivas, de MTP3 las procesa la capa M2PA del mismo nodo, como lo trabajaría MTP2. Por otro lado, dos pares M2PA se pueden intercambiar información de estado e informar a sus respectivos niveles superiores.

Al ser un protocolo punto a punto, es el protocolo más correspondiente para el transporte de señalización entre dos nodos SS7 puros a través de una red IP, ya que reemplaza completamente la capa MTP2, y permite comunicaciones entre SGW.

#### **3.4.1. Funciones empleados por M2PA**

Entre el funcionamiento característico, es la transmisión transparente entre pares como protocolo MTP3 a través de una conexión sobre red. Para el protocolo de señalización SS7, MTP2 envía tres tipos característicos de mensajes:

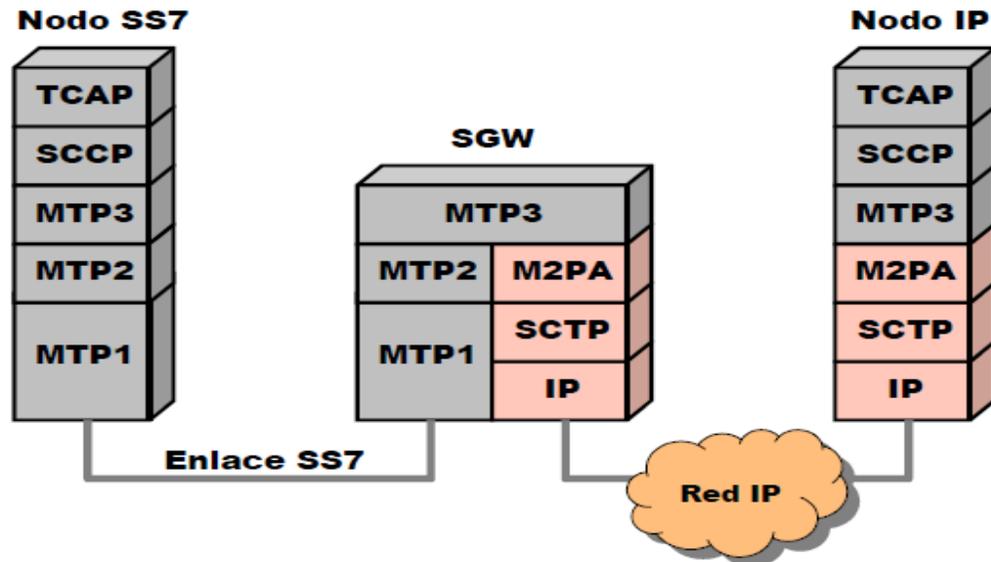
- MSU
- LSSU
- FISU

Para el MSU encapsula los datos provenientes de MTP3, y en M2PA se corresponden con mensajes de usuario (*User Data*). En el mensaje LSSU, corresponde al transporte de información de estado entre dos pares MTP2. Para M2PA los mensajes de estado de enlace (*Link Status*) son implementados en esta capa. Para los mensajes FISU de MTP2, sirven como asentimiento de mensajes y como comprobación del estado activo de un nodo. Para ambas funciones son ejecutadas por SCTP, por lo que no se implementan en el protocolo M2PA.

Para MTP3/MTP2, es la misma interfaz que MTP3, sin embargo para M2PA gestiona asociaciones SCTP en lugar de enlaces MTP2. Se le informa a MTP3 de los cambios de estado de forma asíncrono. M2PA procesa las primitivas que le indican a la capa MTP3, de forma que reemplaza completamente la capa MTP2.

En la siguiente figura 20 ilustra un punto de señalización SS7 conectado a una pasarela de señalización (SGW) con enlaces IP. El SGW actúa de hecho como un STP, ya que necesita realizar reenvío de mensaje MTP3.

Figura 20. Punto de señalización IP con M2PA



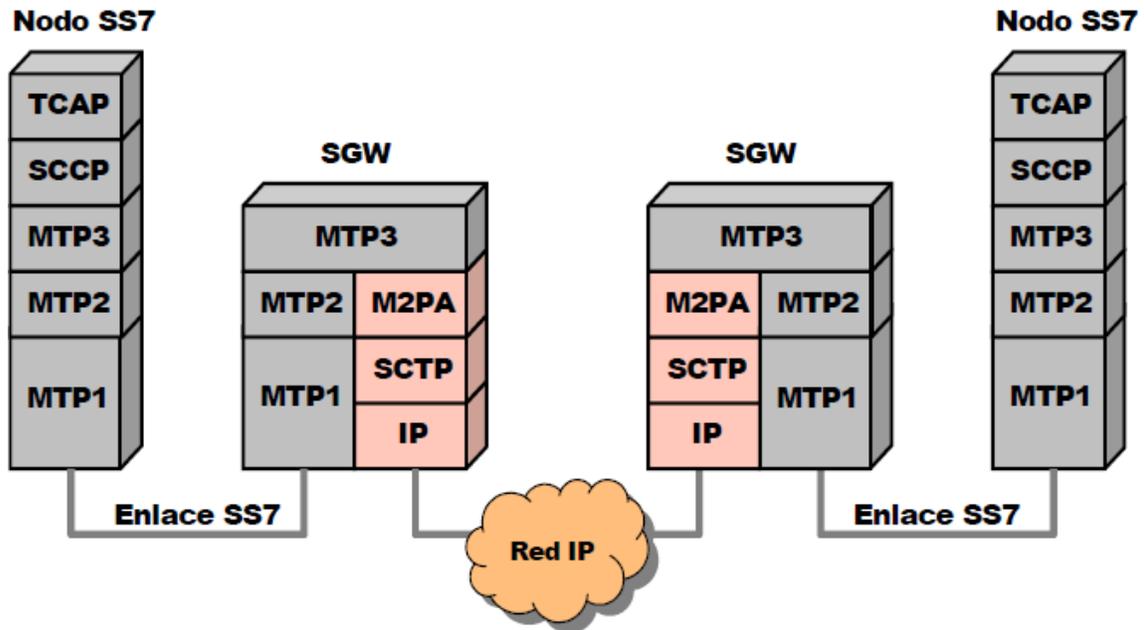
Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtm>>.

Consulta: 19 de mayo de 2013.

La especificación de MTP solicita que todos los nodos con capa MTP3, incluyendo SGW M2PA, cuenten con un punto de señalización en común. Otra forma de ejemplificarlo sería, utilizando M2PA, como diferenciador respecto a otros protocolos de adaptación a SCTP. En este caso, se utiliza la red IP para transportar señalización SS7 entre dos nodos SS7 no IP.

Figura 21. Transporte de mensajes en nodos SS7 mediante SGW M2PA



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

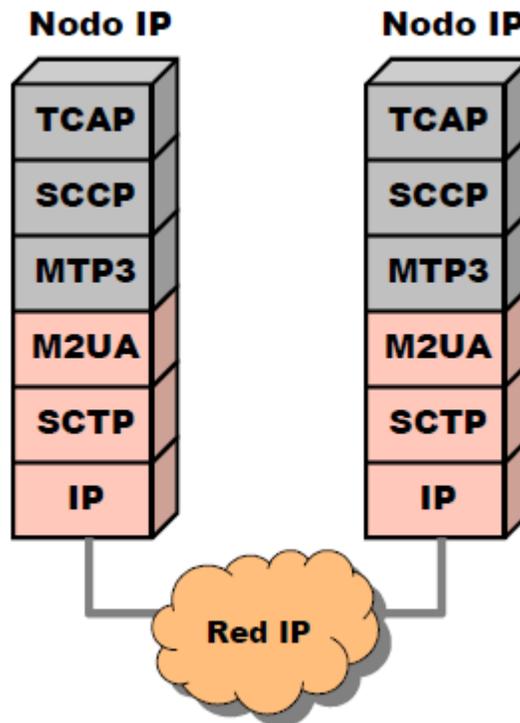
Consulta: 21 de mayo 2013.

### 3.5. M2UA

El M2UA proviene de MTP2 *User Adaptation*. El protocolo M2UA, como de igual forma M2PA, acopla MTP3 hacia el SCTP, como también las gestiones asociadas al SCTP en vez de enlaces MTP3. Con el M2UA permite el intercambio de mensajes de señalización MTP3 entre dos puntos de señalización IP o entre punto de señalización IP y una pasarela IP-SS7.

El M2UA corresponde al protocolo entre pares en caso de que la comunicación comience y termine en dos puntos de señalización IP, excluyendo SGW como intermediarios. Tal y como se ilustra en la figura 22.

Figura 22. Flujo de MTP3 entre señalización IP con M2UA



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 21 de mayo de 2013.

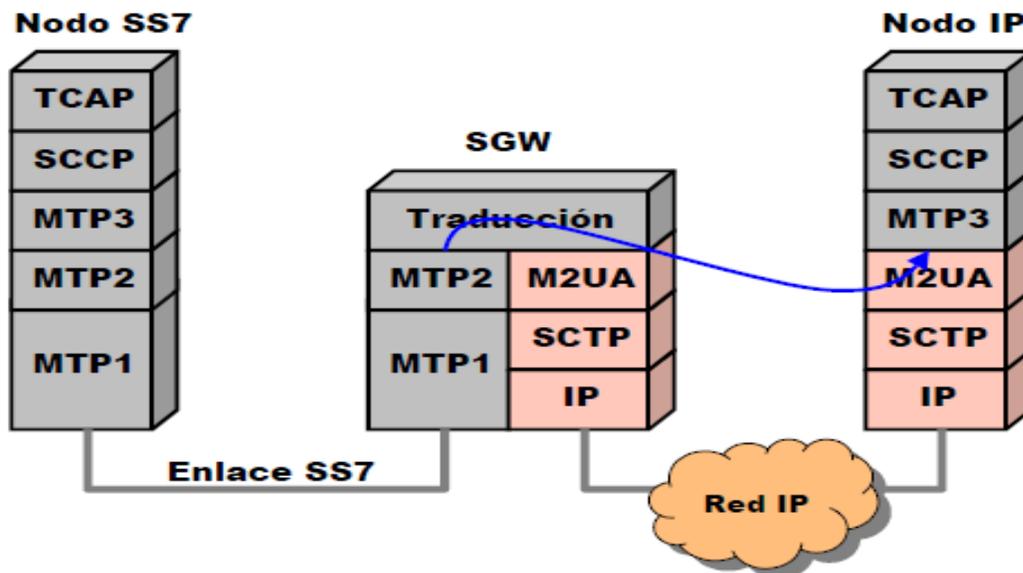
Está claro que, M2UA no es un protocolo entre pares, si se implementa en una pasarela de señalización. Tal es el caso de M2UA no procesa las órdenes que le llegan desde la capa superior (MTP3), estos mensajes son enviados hacia un nodo remoto, mediante SCTP.

Dado que M2UA no procesa las primitivas de MTP3, sino que estas son reenviadas, en tal caso se utilice un SGW se debe entender este protocolo como un medio que comunica la capa MTP3 de un nodo IP con la capa MTP2 de un SGW. Es así como varios puntos de señalización IP con MPT3 sobre

M2UA pueden acceder a la red SS7 utilizando los mismos enlaces MTP2 físicos.

Cabe mencionar la importancia de tomar en cuenta que, debido al propio comportamiento del protocolo, solo puede existir un SGW y M2UA en una misma comunicación MTP3, por lo cual no se puede utilizar para el transporte de mensajes MTP3 entre dos nodos SS7 puros a través de una red IP. Si se implementa M2UA, alguno de los extremos es un punto de señalización IP.

Figura 23. Flujo de MTP3 hacia una capa MTP2 remota con M2UA



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 22 de mayo de 2013.

Se puede implementar varios SGW, utilizando funciones de STP, referente con el protocolo MTP3. De esta forma, el SGW sería el fin de la comunicación MTP3 vía M2UA.

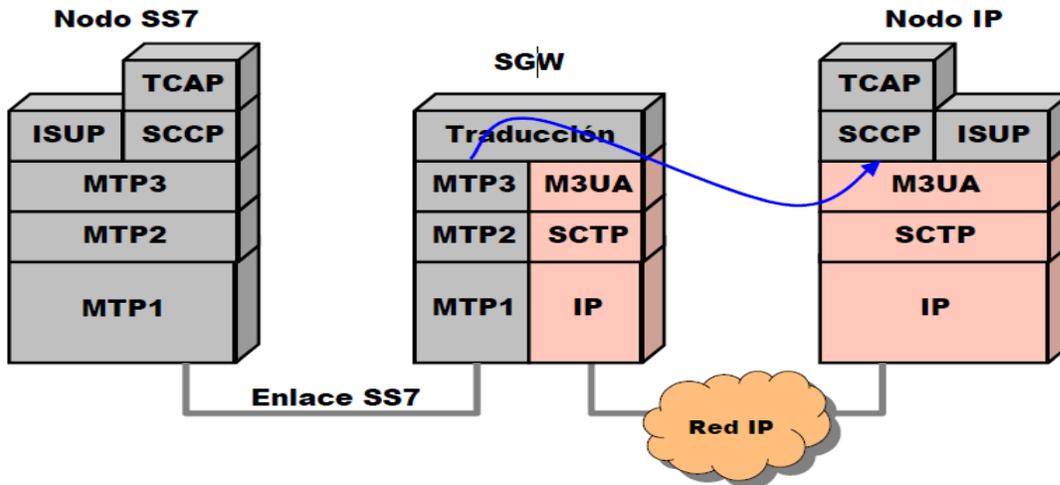
En otro caso, si se implementa SGW con capa MTP3, es más recomendable utilizar M2PA, dado que es un protocolo diseñado para operar como reemplazo de MTP2. En tal caso, M2UA es más recomendado si no se requiere que los SGW dispongan de nuevos puntos de señalización SS7.

### **3.6. M3UA**

El M3UA está referido con *MTP3-User Adaptation*. El transporte de mensajería por M3UA, es procedente de usuarios como MTP3 (ISUP, TUP, o SCCP), a través de una red SCTP/IP hacia un nodo remoto. De igual forma a M2UA, M3UA simplemente transporta los mensajes hasta el destino, pero no realiza por sí mismo las funciones de la capa MTP3. Esto se refiere que por parte de M3UA no dispone de tablas de encaminamiento basadas en puntos de señalización, ni realiza ninguna otra función propia de MTP3.

En términos generales, M3UA opera como medio de transporte de primitivas entre la capa usuaria de MTP-3 (SCCP, o ISUP) desde un punto de señalización en IP y la capa MTP3 de un SGW, como se muestra en la figura 24.

Figura 24. Flujo de transporte con M3UA de ISUP o SCCP hacia MTP3



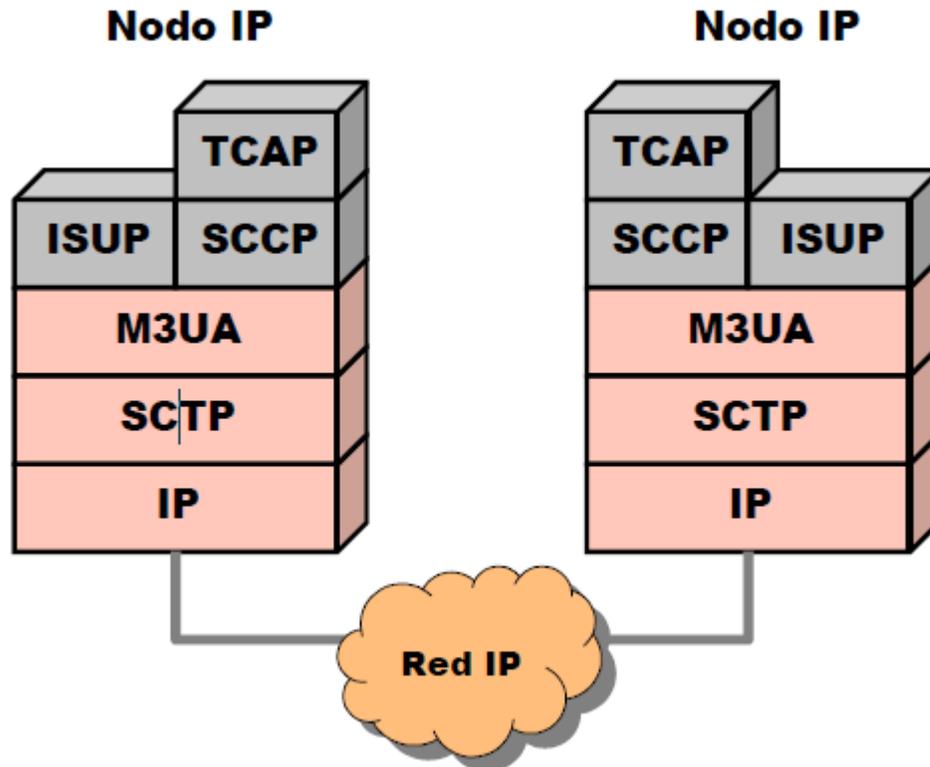
Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 24 de mayo de 2013.

Como una simplificación en la comunicaciones entre dos puntos de señalización IP, como se ilustra en la figura 25, M3UA puede realizar el encaminamiento de los mensajes SCCP o ISUP hasta su destino, ya que la red percibida por SCCP o ISUP se limita a una línea punto a punto y no necesitan encaminamiento MTP3.

Figura 25. Comunicación punto a punto entre dos nodos IP con M3UA



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 25 de mayo de 2013.

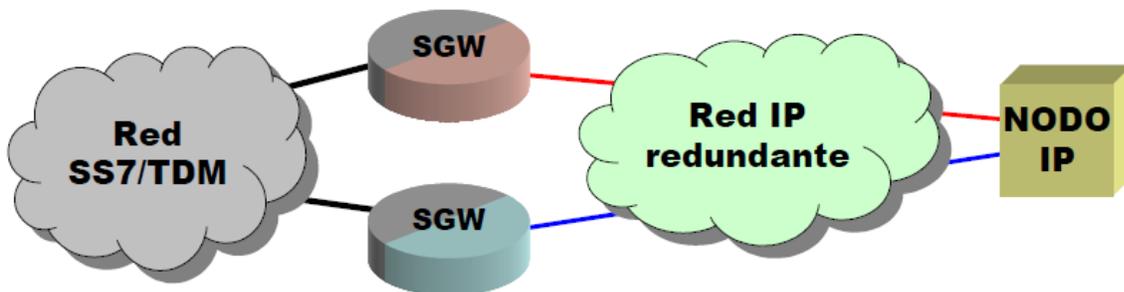
### 3.6.1. Interpretación a través de códigos de punto de señalización

En los SGW con M3UA donde reside la capa MTP3 de los puntos de señalización IP. Los puntos de señalización de los nodos IP residirán, por lo tanto, en los SGW mediante los que accedan a la red SS7. En el SGW, tiene la capacidad de procesar los niveles MTP3, y por ende los códigos de punto de señalización, de varios nodos IP.

Los mismos SGW cuentan con la capacidad de contar con un código de punto de señalización, y este se puede compartir con uno o con varios nodos IP.

En el caso en el que un nodo IP acceso a la red de señalización SS7 a través de dos SGW M3UA, es ideal que a dicho nodo se acceda mediante un SPC distinto de los SGW. Ubicado desde el punto de vista de SS7, los SGW sería STP con rutas hacia el SPC del nodo IP. Con esta implementación es posible utilizar los métodos tradicionales de redundancia de acceso a la red SS7.

Figura 26. **Acceso a red SS7 mediante dos SGW M3UA**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

En este caso es posible que un nodo IP pueda compartir el mismo punto de código de señalización, dado que M3UA puede discriminar el nodo destino mediante distintos parámetros.

### **3.6.2. Routing keys**

Los *routing keys* se conocen como la distribución de los mensajes SS7 entre los SGW y los nodos IP. Un *routing key* es un conjunto de parámetros SS7 en función de los cuales se decide el encaminamiento de un mensaje desde un SGW hacia un nodo IP. Los *routing key* contienen OPC, DPC o SIO presentes en la cabeza MTP3, a lo cual incluyen parámetros específicos de la capa usuaria de MTP3, como el GT de SCCP o El CIC de ISUP.

En M3UA se asigna cada *routing key* un identificador (*routing context*), el cual se utiliza como índice de entrada a una tabla de encaminamiento de salida. El concepto de *routing key* en un SGW debe permitir determinar el destino de todos los mensajes SS7 recibidos por el nodo.

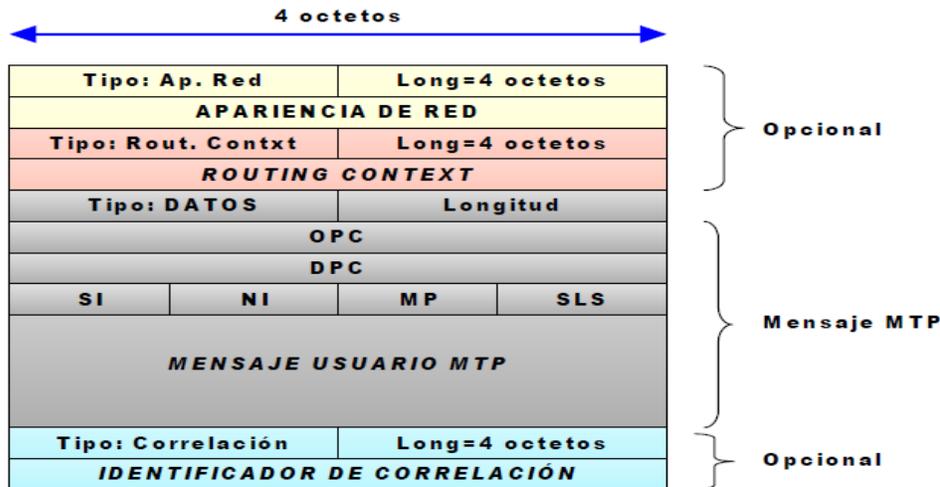
### **3.6.3. Encabezado de los mensajes de datos de usuario**

La composición del transporte de datos de usuario de M3UA, está compuesta por tres campos opcionales y uno obligatorio. En los campos opcionales se tienen:

- Apariencia de red
- Routing context
- Identificador de correlación

En los campos obligatorios, está ligado a los datos del protocolo, y en este campo transporta el mensaje MTP-3 entero, tomando en cuenta la cabecera de encaminamiento (OPC, DPC, SI, NI y SLS). Los campos de mensaje de datos de M3UA se componen de la siguiente manera:

Figura 27. Encabezado estructural de los mensajes de datos M3UA



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 25 de mayo de 2013.

Como se aprecia en la figura 27, la cabecera M3UA consta de 16 octetos obligatorios sobre el mensaje SCCP o ISUP, y hasta 24 octetos más variables. Por otro lado, en la estructura de la red no se utiliza en redes con nodos dedicados, y se considera para cálculos de tráfico, en la que la cabecera M3UA añade 32 octetos al mensaje SCCP o ISUP que transporta.

### 3.6.4. Implementación de M3UA

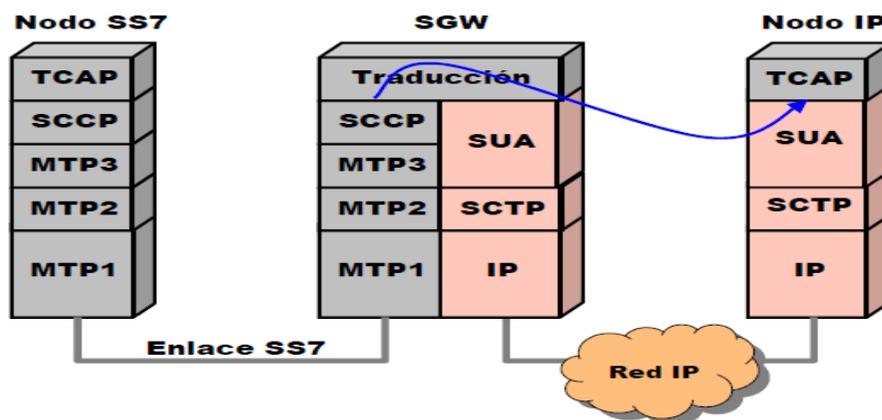
Dado que M3UA transporta primitivas desde la capa ISUP o SCCP de un nodo, hasta la capa MTP3 de otro, este protocolo solo puede ser utilizado en conexiones con nodos que utilicen señalización IP a una red SS7. Queda claro que, no se puede utilizar M3UA para descargar tráfico SS7 entre dos nodos TDP a través de red IP, a menos que se utilice SGW con SCCP. En esta

aplicación, es más adecuado utilizar SGW con M2PA. Un claro ejemplo de la implementación de M3UA, es la tecnología 3GPP. Esta tecnología utiliza este protocolo, como adaptación en las siguientes versiones de UMTS, lo que hace que sea especialmente interesante utilizarlo para adaptarlo a nodos UMTS o GSM, basado en señalización IP a la red de señalización de una red GSM ya establecida con un operador con licencia GSM y UMTS. Esto es con el fin, de poder utilizar los mismo HLR para los usuarios UMTS y GSM.

### 3.7. SUA

SUA (*SCCP User Adaptatio Layer*). Este es el protocolo de adaptación de los usuarios SCCP (TCAP, RANAP, entre otros) a SCTP. SUA está orientado al transporte de primitivas desde un nodo IP hasta un SGW en donde se encuentra el nivel SCCP, como analogía a M2UA y M3UA. Se representa de la siguiente forma:

Figura 28. Transporte SUA de TCAP hacia una capa SCCP remota



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*.

<<http://www.monografias.com/trabajos33/telecomunicaciones/telecomunicaciones2.shtml>>.

Consulta: 25 de mayo de 2013.

Otra característica de SUA, es que permite la comunicación extremo a extremo entre dos nodos IP, debido a la simplicidad del caso punto a punto. La capa SUA tiene a su disposición los siguientes servicios:

- Transferencia de mensajes de usuarios de SCCP
- Servicio orientado y no orientado a conexiones SCCP. Permite la utilización de las cuatro clases del protocolo SCCP.
- Total comunicación entre pares de usuarios de SCCP
- Reenvío de mensajes SCCP, e incluye la función de traducción de títulos globales (GTT).
- Gestión de asociaciones SCTP entre un SGW y uno o varios nodos con señalización IP.
- Opera con nodos de señalización IP distribuidos
- Reporte de cambios de estado de manera asíncrona

### **3.7.1. Ruteo de mensajes**

Para determinar la asociación SCTP destino por la que envía un mensaje de nivel superior, SUA realiza una traducción de direcciones a asociaciones SCTP. SUA selecciona la asociación de destino, empleando en *routing key* equivalentes a los M3UA.

SUA posee la capacidad de reenviar un mensaje hacia otro nodo con la misma capa SUA, toda vez no sea el destino final del mensaje, una forma similar a la traducción de GT de SCCP, y contar con la distribución resolutive de direcciones de forma flexible amplia y eficaz. Esto resulta interesante, en redes de gran tamaño con muchos nodos con señalización sobre SUA, para simplificar las tablas de traducción de direcciones.

Un punto determinado de SUA puede ser empleado en varios SGW para enviar mensajes hacia una red SS7. Eligiendo el SGW concreto, dependerá de la dirección del nodo destino y del estado de los SGW percibido desde el nodo IP, del mismo modo que M3UA, aunque SUA deberá enviar todos los mensajes pertenecientes a la misma transacción por el mismo SGW.



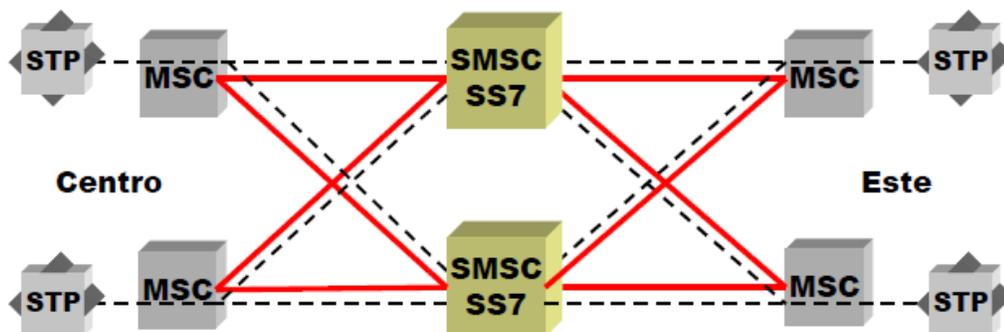
## 4. COMPARACIÓN ENTRE SOLUCIONES TRADICIONALES Y SIGTRAN

Se efectuará la evaluación referente a las ventajas e inconvenientes que presenta la red SIGTRAN, contra las soluciones tradicionales (SS7 sobre red TDM). Los aspectos a considerar son, la facilidad de gestionar la red, la eficiencia de las redes SIGTRAN, el coste de los nodos, la resistencia frente a situaciones de congestión o fallos de elementos de red, la capacidad de crecimiento y el compartimiento de recursos de transmisión de voz.

### 4.1. Redes equivalentes

Como ejemplo de la red de señalización, se empleará la red tradicional, en la que consiste en utilizar dos SMSC con señalización SS7, cada central de mensajería con capacidad de 300 SMS/seg en hora de alto tráfico, y ambos *linksets* directos hacia los dobletes de STP, como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Red SS7 alternativa a la red de SIGTRAN



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

Tomando en cuenta la topología estipulada por la figura 26, el tráfico originado en MSC, el tráfico en los enlaces SS7 de los SMSC es el que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. **Tráfico SS7 en SMSC**

SMSC	(SMS MO)/s	FSM/s	FSM/s	FSM-ack/s	SRLFSM ack/s	Tráfico total en SMSC (Kbps)
Centro	147,6	295,2	295,2	147,6	147,6	440
Este	142,2	284,5	284,5	142,2	142,2	420

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2007.

Para este caso, dado que los enlaces SS7 son bidireccionales, el tráfico se ha calculado en el sentido en que este es máximo. En horas de alto tráfico, se puede comprobar que con *linksets* de 4 SLC, la carga en los enlaces es en torno al 28 %.

#### **4.2. Soluciones integradas**

La red de inicio cuenta con HLR, SCP, MSC y STP, basados en la misma plataforma hardware, el cual se puede extender para poder enviar señalización M3UA. Se utiliza la señalización IP basado en M3UA para facilitar la convergencia de sus nodos con las normas del 3GPP sobre la red UMTS. Los SMSC de la red anterior, se puede usar para ampliar la señalización hacia SIGTRAN, tanto con M3UA como con SUA.

#### **4.2.1. Soluciones alternativas de implementación**

Como primer instancia de implementación de una red de descarga de señalización de SMS sobre IP consistiría en extender una red IP a la que accedieran todas las MSC y todos los SMSC. Por lo tanto, también existe tráfico debido a SMS entre SMSC y HLR (mensaje SFIFSM de consulta para determinar la MSC destino del mensaje), de tal modo los HLR, deberán ingresar a la red IP de transporte de tráfico SMS.

Los STP realizan consultas a la base de datos de portabilidad, o bien los propios STP acceden a la red IP, por otro lado, se traslada la funcionalidad SRF a las MSC o HLR.

Al implementar todas las MSC, todos los HLR, y los dos SMSC con señalizadores M3UA, será necesario realizar la siguiente inversión:

- 2 ampliaciones M3UA en SMSC
- 49 ampliaciones M3UA en MSC
- 15 ampliaciones M3UA en HLR

Es importante considerar que, los enlaces de señalización entre MSC de acceso y STP se implementan sobre canales pertenecientes a las tramas dedicadas al transporte de voz entre MSC de acceso y MSC de tránsito. Con esta arquitectura, la reducción del tráfico en estos enlaces no va a repercutir en la reducción del coste de la transmisión entre emplazamientos. Sin embargo, puede ocurrir que no existiera ancho de banda IP disponible entre dos emplazamientos y que hubiera que contratar más capacidad en caso de desviar tráfico SS7 hacia una red IP.

Si se considera ampliar las MSC, al centralizar el acceso a la red IP en los STP, transformándolos en SGW, se reduce fuertemente la inversión necesaria en equipo. Con el mismo coste en transmisión que en el caso anterior. En este caso la inversión de equipo se reduciría de la siguiente manera:

- 2 ampliaciones M3UA en SMSC
- 15 ampliaciones M3UA en HLR
- 8 ampliaciones M3UA en STP

Con un total de 25 ampliaciones con estructura M3UA.

Tomando estas consideraciones de implementación en la red IP, esta es la opción más viable a implementar. Cabe mencionar que la base de datos de portabilidad, residente en los STP, se seguirá realizando de la misma manera.

En lo que respecta a los HLR de la red IP son los únicos nodos que cuentan con tramas E1 dedicadas a señalización. Por este lado, se considera ampliar todos los HLR con señalización M3UA. En esta fase se rebajaría una pequeña parte del tráfico de estos nodos, pero sobre todo quedarían preparados para que, en las siguientes fases posteriores de desarrollo de la red SIGTRAN, sean nodos de acceso único IP, lo que la convierte factible desde el principio en una futura red UMTS.

#### **4.2.2. Objetivos en la arquitectura de la red SIGTRAN**

Tomando en cuenta la estructura mencionada en el apartado 4.2.1, la red SIGTRAN se basa en los siguientes aspectos:

- Conversión de los STP a STP/SGW M3UA
- El acceso de la MSC a la red SIGTRAN se realizará a través de los STP/SGW.
- Los HLR se convierten en nodos duales, tanto nativos IP como nativos SS7.
- Los SMSC pasan a ser nodos con acceso exclusivo a través de IP.

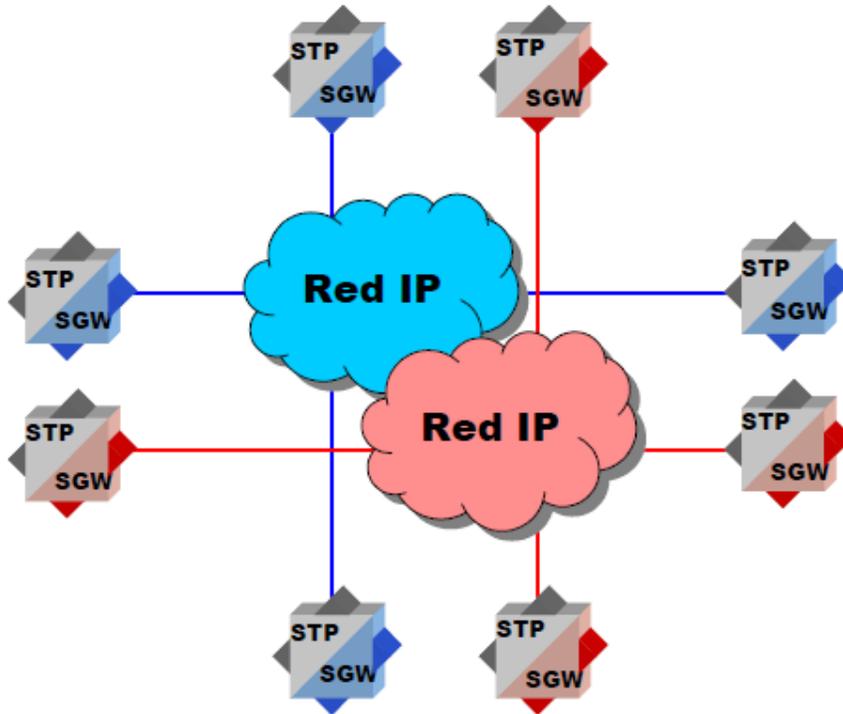
En el caso del tráfico SMS no es tan crucial, como el resto del tráfico de control de la red, la evolución hacia una red SS7 completamente transportada sobre IP, se decide desde el principio de una red SIGTRAN implementada sobre dos redes de transporte IP físicamente separadas, cuyos únicos nodos comunes son los nodos usuarios de ambas redes. Con este esquema de transporte de señalización sin puntos únicos de fallo utilizado en las redes SS7 tradicionales.

En términos generales la red SIGTRAN se resume de la siguiente manera:

- Los SGW, tiene configuraciones en parejas idénticas, denominadas dobletes o redundancias.

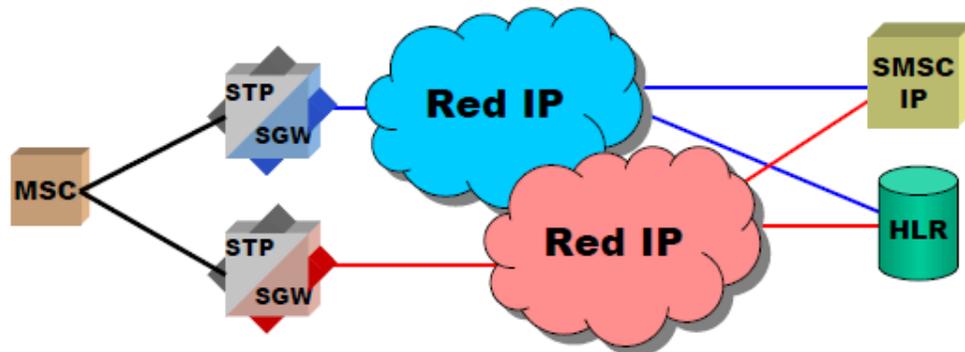
- Todos los nodos SS7 que accedan a la red SIGTRAN lo harán a través de al menos un doblete de SGW, de forma que en caso de fallo de uno de los SGW, todo el tráfico se pueda entregar a través del nodo redundante. De igual forma, todos los nodos SIGTRAN accederán a los nodos SS7 empleando al menos un doblete de SGW, de forma que en caso de fallo de uno de los SGW, todo el tráfico se puede entregar a través del otro.
- Como ejemplo, se establecen dos redes IP de transporte, denominadas “Azul” y “Roja”. Estas redes IP no tienen ningún punto en común, ni equipos ni medios de transmisión (ver figura 30).
- Cada SGW de un doblete o redundancia, se conecta a una red IP de transporte distinta. De esta forma, cuatro SGW se conectarán a la red “Azul” y los otros cuatro a la red “Roja” (ver figura 30).
- Los nodos SIGTRAN nativos (SMSC y HLR en esta primera fase), se conectarán tanto a la red IP “Azul” como a la red IP “Roja”.

Figura 30. Conexiones de los SGW a las redes IP de transporte



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

Figura 31. MSC, SMSC y HLR a las redes IP de Transporte



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

En cada distribución que albergue nodos con señalización SIGTRAN se establecerán dos VLAN, una perteneciente a la red “Azul” y otra perteneciente a la red “Roja”. En cada VLAN se accederá al resto de distribuciones a través de un *router* diferente. Por tanto, existirá en cada una de estas distribuciones una pareja de *routers*, uno perteneciente a la red “Azul” y otro a la red “Roja”.

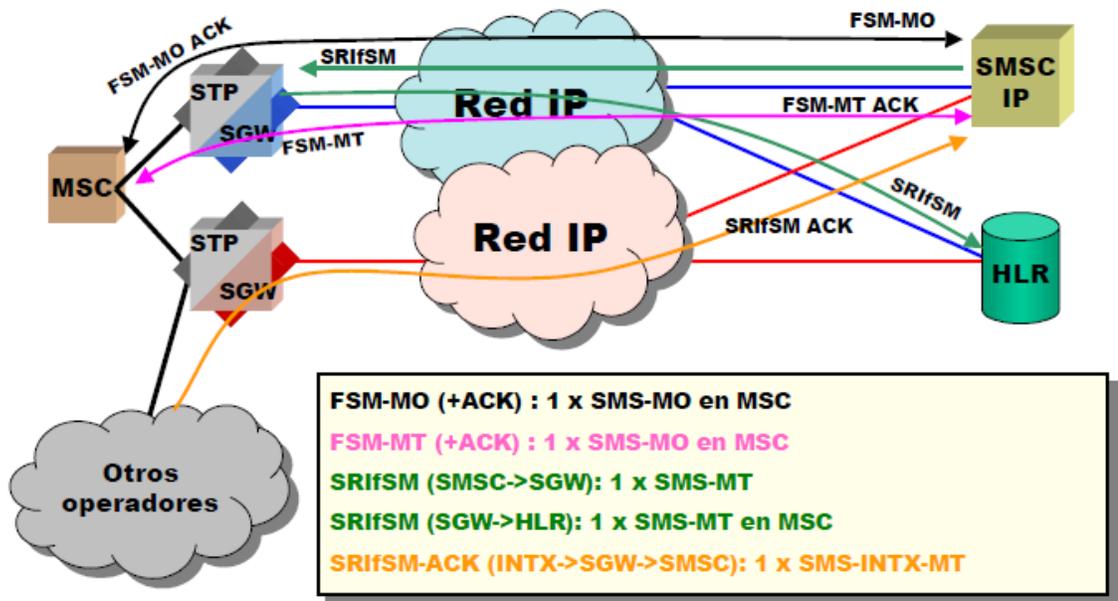
### 4.2.3. Flujo IP en SGW

Tomando como base la red del ejemplo anterior mencionada en el apartado 4.2.2, y considerando que únicamente se cursará el tráfico de señalización debido al servicio de SMS, el tráfico IP que fluye los SGW hacia y desde la red SIGTRAN es la suma de los siguientes componentes descritos:

- Mensaje *Forward Short Message* (originado en móvil), desde la MSC hasta los SMSC.
- Mensaje *Forward Short Message* (originado en móvil), desde los SMSC de la red hasta los MSC, tanto las de la red propia como las de otros operadores. Después del STP/SGW, los mensajes hacia MSC de otros operadores se enviarán por la interconexión correspondiente.
- Mensaje *Forward Short Message acknowledgement*, confirmación de entrega desde las MSC, hasta los SMSC de la propia red. Los mensajes hacia los SMSC de otros operadores no se cursarán por la red IP, sino que se enviarán directamente a la interconexión de señalización correspondiente.
- Mensaje *Send Routing Info for Short Message*, preguntas desde el SMSC acerca de la MSC en la que se encuentra el usuario destino SMS.

- Mensaje *send Routing Info for Short Message response*, respuesta de los HLRs a la pregunta anterior, que incluyen la dirección SCCP de la MSC en la que el usuario destino está ubicado.

Figura 32. Mensajes MAP cursados en la interfaz IP en los SGW



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

Para el cálculo del número total de SMS originados en la MSC y el total que se envía a cada SMSC de la red, se emplea la siguiente ecuación:

### Ecuación 1. Cálculo del tráfico en SMSC.

$$\text{Tráfico total SMSC} = \text{N}^\circ \text{ SMS-MO} \times [2 \times \text{Tamaño}(\text{FSM}) + 2 \times \text{Tamaño}(\text{FSM-ack}) + \text{Tamaño}(\text{SRIfSM}) + \text{Tamaño}(\text{SRIfSM-resp})]$$

#### **4.2.4. Direccionamiento IP**

En la red SIGTRAN, todos los nodos de señalización sobre IP deben contar con una dirección IP en cada una de su interfaz. En este caso, los SMSC y HLR contarán con una interfaz hacia la red IP “Roja” y otro hacia la red IP “Azul”, por otro lado los SGW, únicamente contarán con una interfaz, esto puede ser hacia la red IP “Roja” o viceversa.

Con fines prácticos en el enrutamiento de las redes IP de transporte, las direcciones IP de las interfaces de los nodos, se deben asignar de acuerdo a ciertos criterios de agrupamiento.

En la estructura del direccionamiento IP depende del número de direcciones IP de la red y de la localización de dichas interfaces IP. Con fines prácticos para esta red se utilizarán los siguientes criterios:

- Se tiene una división de inicio entre las direcciones IP de la red “Roja” y “Azul”, de forma que el resto de divisiones se aplicarán igualmente a ambas redes. Contará con dos subrangos, para este caso se necesitarán cuatro bits para poder diferenciar los dos rangos y contar además con una dirección de red y otra de difusión.
- Con la segunda división, se realizará en función del emplazamiento en el que se situó el nodo. Dado que la primera fase solo existen ocho emplazamientos con red IP, el plan de direccionamiento debe realizarse de forma que sea aplicable en el futuro. Para este caso, dado que la red de ejemplo cuenta con 24 emplazamientos, se estima que una división en 126 subrangos, será suficiente incluso para el futuro de la red, en el

que previsiblemente se utilizarán más emplazamientos con nodos IP si se despliega a una red UMTS. En este caso se empleará 7 bits.

- Dentro de cada red SIGTRAN (“Roja” o “Azul”) y en cada emplazamiento, se realizará una tercera división que distinga entre VLAN. Como punto inicial en la propuesta de la red solo existe una VLAN y emplazamiento. Sin embargo, en el futuro puede que algún nodo, por falta de capacidad de transmisión en sus señalizadores SIGTRAN, necesite conectarse a varias VLAN. De cualquier forma, un límite de seis VLAN de un mismo tipo, en un mismo emplazamiento no parece fácilmente alcanzable ni tan siquiera a largo plazo. Se creará una tercera división en 6 VLAN, para lo que se necesitara utilizar ocho bits más.
- Al momento de efectuar estas tres divisiones, se cuenta con un rango de direcciones disponibles suficientemente grande. Se estipula que 254 direcciones IP por cada VLAN SIGTRAN es suficiente. Para este caso se emplearan 8 bits más.

En la figura 33 se muestra visualmente las divisiones en el direccionamiento IP estipuladas en los puntos anteriores.

Figura 33. Jerarquía de direccionamiento IP de la red SIGTRAN



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel.

En toda la red SIGTRAN se empleará el direccionamiento IPv4 privado, por lo que se tienen 32 bits como máximo de encabezado de direccionamiento. Por lo menos se necesita 19 bits, será necesario contar con una parte de una clase A de las reservadas para direccionamiento privado. Para este caso se utiliza una parte de la red 10.0.0.0/8.

#### **4.2.5. Configuración en MSC a través de SCCP**

En la configuración de la MSC en la red, se establece de tal forma que los mensajes MAP *forward short message, mobile roginated*, modifican el centro de servicios configurado por el usuario en su terminal, si es un usuario propio. Sin importar de las configuraciones hechas por el usuario, la MSC enviará el mensaje SCCP utilizando como GT destino uno de los dos definidos en los SMSC. Posteriormente, las MSC de la red realizarán la traducción de los títulos globales (GTT) de los SMSC a punto de señalización.

En las configuraciones de las terminales se deberá configurar una dirección de centro de servicio (GT de un SMSC) para poder utilizar el servicio SMS estando en *roaming* en otra red.

##### **4.2.5.1. Distribución de mensajes MTP**

Al momento de la traducción del GT por parte de la MSC de los SMSC, al punto de señalización del SMSC concreto al que se envía el mensaje, se debe de definir el STP al que la MSC envía el mensaje MTP.

#### 4.2.6. Configuración en STP/SGW a través de SCTP

Se asigna una asociación SCTP entre cada HLR, SGW y SMSC. Puesto que se utiliza M3UA, no existirá comunicación entre SGW y, por tanto, no se definirán asociaciones SCTP entre ellos. Inicialmente, bastaría con definir dos *streams* de datos dentro de cada asociación entre nodos, uno para cada sentido de la comunicación.

Sin embargo, para reducir el riesgo de fallo a nivel de transmisión de SCTP, es conveniente disponer de varios *stream* para cada sentido de comunicación, de forma que se bloquee el mínimo número de comunicaciones en caso de retransmisión en un *stream* SCTP concreto. En el caso en que se tenga únicamente un *stream*, y el inconveniente de bloqueo por retransmisiones de mensaje, todas las comunicaciones de la asociación entre nodos quedan bloqueadas.

Si se tiene  $n$  *streams*, y una traducción uniforme de transacciones de nivel superior a *stream* de salida, en caso de bloqueo de un *stream* se bloquearán  $1/n$  de las transacciones asociadas.

La cantidad de *streams* que va a transitar, depende de la elección del nivel superior de SCTP que *stream* utilizar en cada envío de datos. Por el mismo *stream* se enviarán los mensajes pertenecientes a la misma transacción, ya que son los que se deben entregar de forma ordenada. Sin embargo, en este el nivel superior es M3UA, que a su vez transporta únicamente SCCP, los parámetros con los que cuentan para decidir que *stream* utilizar, son los códigos de punto de señalización origen y destino (OPC Y DPC), la numeración del subsistema (SSN) y el valor del campo de selección de enlace (SLS).

En el caso de la red de ejemplo, para cada nodo únicamente se implementa un subsistema (HLR, SMSC, SGW), y el valor del campo SLS puede variar desde 0 hasta 15, aunque se definan más de 16 *streams*, en una asociación SCTP que transporta SCCP basado en M3UA entre dos nodos, no se implementará más que 16 bits, dado que M3UA no dispone de más mecanismos, aparte del valor del campo SLS, para distinguir a que transacciones de nivel superior pertenece un mensaje concreto.

En el caso de la red de ejemplo, en cada SGW hacia los HLR y SMSC, se definirán 16 *streams* de sentido saliente en cada asociación hacia otros nodos SIGTRAN, dedicados a tráfico SCCP sobre M3UA. Se define todas las asociaciones SCTP, además, dos *streams*, uno de sentido entrante y otro saliente, dedicado al transporte del tráfico de gestión generado por el propio protocolo M3UA de los SGW, HLR y SMSC. Para tener un control, monitoreo y mantenimiento de la red, estos *streams* de gestión se identificarán en la red de ejemplo siempre como *streams* 0 en cada sentido de la asociación.

#### **4.2.6.1. Implementación de M3UA**

Por el lado del SGW se deben establecer las rutas de los mensajes, entre el nivel MTP3 del propio SGW y el nivel SCCP del nodo IP remoto. Para este caso, el protocolo M3UA en el SGW asocia mensajes MTP3 a asociaciones SCTP, que en el nodo destino se entregan al nivel M3UA y después al nivel SCCP remoto.

El protocolo provee la disponibilidad de varias asociaciones SCTP para entregar mensajes a un mismo destino, entregando el tráfico tanto distribuido como con prioridad. Esto resulta útil si el mismo servicio está implementado

sobre varios servidores idénticos, o si en dado caso, el servidor consta con varias interfaces hacia la red IP.

La funcionalidad de envío a servidores redundantes a nivel M3UA, se utilizará en caso de que los nodos SMSC o HLR, individuales desde el punto de vista funcional de MTP3, se implemente físicamente mediante plataformas hardware duplicado.

Considerando lo anterior, bastará con definir como *routing keys* correspondencias simples entre el DPC de los nodos destino y las asociaciones SCTP terminadas en dichos nodos.

#### **4.2.6.2. Implementación en HLR**

Las traducciones de los títulos globales son efectuadas en el HLR (direcciones SCCP) de las MSC y SMSC de la propia red a los códigos de punto de señalización (direcciones MTP3) de los nodos remotos. Sin embargo, los títulos globales asociados a los SMSC se traducirán al SPC de uno de los dos en primera opción, y al SPC del otro en segunda opción, ya que uno de los SMSC puede asumir el tráfico de otro SMSC en caso de fallo o inconvenientes en la red de este último.

En la traducción de los títulos globales de otros operadores, ya sea nacional o extranjero, los HLR delegarán esta traducción en los STP de interconexión. Como ejemplo, se establece la existencia de cuatro STP de interconexión, en los HLR se establecerán cuatro grupos de títulos globales de otros operadores, de forma que cada grupo se enviará en primera opción a un STP de interconexión distinto, y en segunda opción a su STP redundante. Estos

grupos serán el mismo que los definidos en los SMSC, para simplificar la gestión de la red.

Como se ha observado, los HLR, contarán con asociaciones SCTP hacia los SMSC y los SGW. Hacia los SMSC se definirán dos asociaciones SCTP, una a través de la “Red Azul” (para este caso) y otra a través de la “Red Roja”. Hacia los SGW solo se definirá una asociación, a través de la red a la que esté conectado el SGW remoto.

Para intercambiar la señalización SCCP sobre M3UA, se definirán ocho *streams* en cada asociación hacia SMSC y SGW en sentido saliente.

El protocolo SCCP de los HLR puede enviar mensajes, mediante M3UA, al nivel MTP3 remoto situado en cualquiera de los ocho SGW de la red, para enviar mensajes hacia las MSC. Será el protocolo M3UA de los HLR el encargado de seleccionar el SGW remoto, para cada mensaje SCCP.

La selección de SGW remoto se realiza utilizando tablas de correspondencias (*routing keys*) entre parámetros de encaminamiento destinados al protocolo MTP3 (OPC, DPC, SLS, CIC si se enviara ISUP) y asociaciones SCTP salida. Tomando en cuenta la red de ejemplo y su topología, en la que una MSC está directamente conectado a dos STP/SGW, se enrutan todos los mensajes destinados a una MSC en reparto de carga a través de la redundancia de SGW a los que está directamente conectados.

Para una entrega garantizada y ordenada de mensajes extremos a extremos, todos los mensajes pertenecientes a la misma transacción utiliza el mismo valor en el campo SLS. Para este caso, se repartirá la carga entre los

dos SGW de un doblete, se utilizará el valor de un bit del campo SLS, de forma análoga al reparto de carga MTP3.

En la comunicación entre HLR y un SMSC, existen dos asociaciones SCTP disponibles hacia cada SMSC, una a través de la “Red Roja” y otra a través de la “Red Azul” (para este caso). En esta topología se utiliza el modelo de redundancia 2+0 de M3UA (dos en reparto de carga en primera opción y cero en segunda opción). Para la distribución de carga entre las dos asociaciones se empleará el valor de un bit del campo SLS, de forma análoga al reparto de carga MTP.

#### **4.3. Comparación de soluciones**

La razón por la cual es de interés la implementación de señalización M3UA o SUA en lugar de SS7 tradicional, se encuentra en la mayor simplicidad de los nodos únicamente conectados a la red SIGTRAN. Las interfaces *Ethernet*, gracias a su producción en masa, son mucho más baratos que las interfaces de tipo TDM, como pueden ser los controladores de tramas de 2 Mbps, y los procesadores de señalización MTP, ya que estos últimos se han desarrollado para un mercado mucho menor, como son los operadores de telefonía.

Sin embargo, cualquier nodo con las pilas del protocolo de M3UA (sobre SCTP/IP) y SCCP y un par de tarjetas *Ethernet* es capaz de enviar señalización al resto de la red a través de una red SIGTRAN. Esto quiere decir que se puede encargar a terceros el desarrollo de funcionalidades específicas, implementadas simplemente sobre ordenadores industriales con tarjetas *Ethernet*, en lugar de verse obligado a adquirir las soluciones cerradas que tradicionalmente ofrecen los fabricantes de equipos de conmutación.

#### 4.4. Costeo de la red

Para el caso de las soluciones integradas, aparte de los SMSC no se necesitan nuevos nodos de red. Únicamente se consumen en la red SS7 dos tarjetas controladoras de transmisión TDM y ocho controladores de señalización en los cuatro STP a los que se conectan los SMSC (para la topología de ejemplo).

La solución con red SIGTRAN requiere realizar inversión, ya que se deben montar equipos nuevos y ampliar los actuales. En concreto, dejando aparte los SMSC las inversiones requeridas son las siguientes:

- 8 ampliaciones *hardware* M3UA en STP para convertirlos en STP/SGW.
- 16 *routers* dedicados
- 16 *switches* dedicados
- 15 ampliaciones *hardware* M3UA en HLR.
- Para el caso de algún nodo conectado a la red SIGTRAN se conectarán a su vez a otra red IP externa, directa o indirectamente, sería necesario adquirir elementos de seguridad (*firewalls*).

La implementación de plataformas abiertas conectadas a la red de señalización, supone poder desarrollar servicios a medida, y no limitarse a comprar la funcionalidad de un determinado fabricante ofrezca.

Para el caso de los SMSC se ha desarrollado en una plataforma abierta y se puede reprogramar la funcionalidad del centro, se puede implementar servicios de valor agregado (SVA) añadidos exclusivos de cada operadora, lo que puede resultar decisivo para diferenciarse de la competencia.

Sin embargo, si se implementa un SMSC “estándar”, al ser la solución definitiva de su funcionalidad tiende a ser limitada, y normalmente se tiene una dependencia con otras plataformas conectadas a los SMSC para implementar diferentes servicios, y aun así, se tendrán con las restricciones de conectividad que imponga el SMSC.

#### **4.5. Comportamiento ante la congestión**

Tomando en cuenta la simplicidad y eficiencia de SIGTRAN, no existen tráficos más prioritarios que otros en la red de señalización basada en IP. Todos se deben a SMS. Por ello, no es necesario implementar en los *routers* frontera de las VLAN SIGTRAN, o mecanismos de ingeniería de tráfico. En este caso de congestión en la red IP se descartarán paquetes indiscriminadamente.

En las soluciones equivalentes para la red SS7 tradicional, un aumento excesivo del tráfico SMS provocaría un aumento importante en la señalización intercambiada entre las redundancias de STP, afectando al tráfico de señalización no debido a SMS.

En caso de que se enviaran otro tipo de señalización a través de la red SIGTRAN, la red IP de transporte permite utilizar protocolos intermediarios que implementan diferenciación de tráfico y aseguramiento de calidad de servicio para ciertos tráficos prioritarios. Estos protocolos de ingeniería de tráfico IP no

existen en la red SS7, de forma que si un enlace se congestiona se descartan paquetes indiscriminadamente, sin posibilidad de priorizar ciertos tráficos.

#### **4.6. Red evolutiva SIGTRAN**

Toda vez se cuente con una infraestructura básica de transmisión de señalización sobre IP mediante protocolos M3UA, se cuenta con ventajas a corto plazo. Por una parte, se pueden integrar nuevas plataformas de servicios basadas en señalización o mensajería SMS muy rápidamente, ya que no es necesario desplegar transmisión TDM hacia los STP. Por otra parte, se puede desarrollar servicios nuevos sobre servidores de propósito general, consiguiendo diferenciación respecto de la competencia y reduciendo los costos de la red.

Sin embargo, además de las ventajas a corto plazo, la principal ventaja reside en el largo plazo. Una vez que se haya adquirido experiencia en la nueva tecnología, en lugar de ampliar la red SS7 sobre TDM ya instalada, será más rentable ampliar la red SIGTRAN. Además, progresivamente se podrá migrar toda la señalización hacia nodos ampliables con señalizadores SIGTRAN hacia una nueva red móvil.

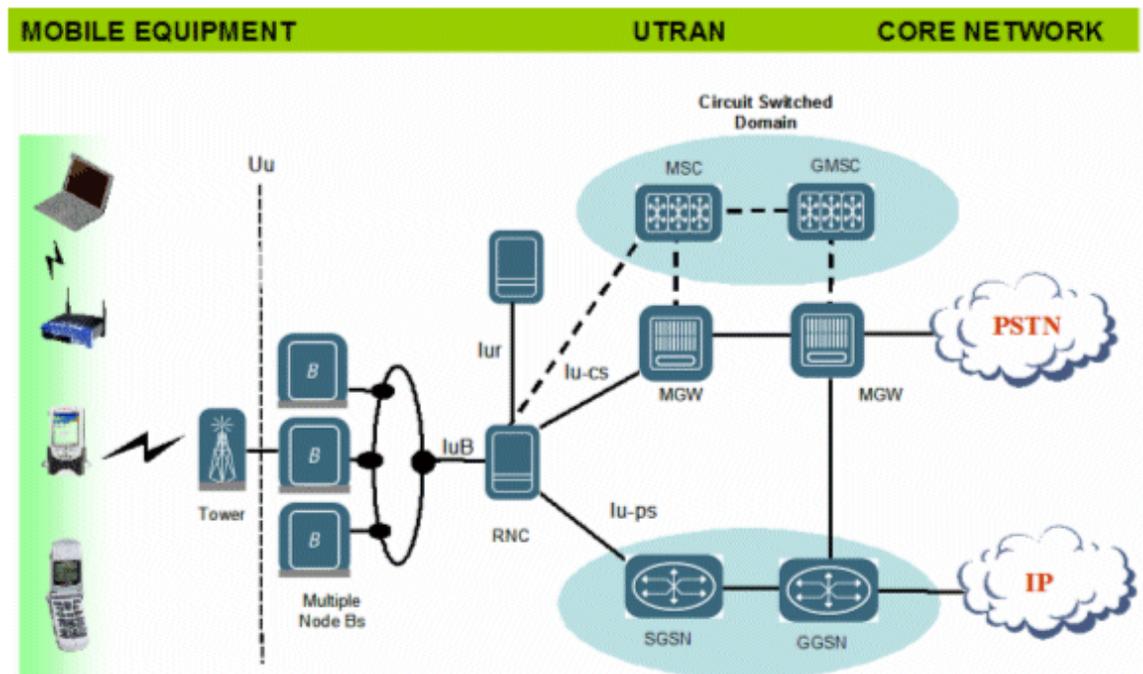
La red SIGTRAN instalada, permite el transporte de las comunicaciones de control entre los nodos de la futura red UMTS y su compactibilidad con esta tecnología. De esta forma, se consigue desde un primer momento contar con plataformas de servicios y nodos de red accesibles a través de la red GSM y de la red UMTS.

Como ejemplo, todos los nodos HLR de la red podrían utilizarse para definir usuarios UMTS sin ningún problema. Otros nodos de red como EIR o el

AUC también podrían utilizarse en ambas redes, de igual forma que los nodos de red inteligente, SMSC, o los nodos en donde resida la funcionalidad de consulta de portabilidad.

Como largo plazo es inevitable contar con señalización SIGTRAN, ya que previsiblemente los nodos de conmutación UMTS, a partir de un cierto momento no se fabricarán con acceso TDM, y por lo tanto la implementación indispensable de la señalización SIGTRAN. En la siguiente figura se muestra la topología de una red UMTS/GSM utilizando señalización SS7 y la implementación de SIGTRAN

Figura 34. **Topología de una red de telefónica móvil implementando UMTS**



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*. <<http://kunaytec.blogspot.com/>>. Consulta: 28 de mayo de 2013.

#### 4.7. Resultados de la señalización SIGTRAN y SS7

Tomando en cuenta los costos se considera que únicamente, puede resultar en la conveniencia de una u otra solución en función de los costos concretos de los equipos a instalar en cada caso y del alquiler de la transmisión. Por otro lado, aparte del costo de la instalación de las dos plataformas, existe un valor añadido mayor para la operadora si utiliza red SIGTRAN, y es la posibilidad de desarrollar servicios o funcionalidades a medida. En la siguiente tabla se muestra las características de ambas soluciones.

Tabla IV. Comparación entre soluciones SS7 y SIGTRAN

<b>SOLUCIONES</b>		
<b>Características</b>	<b>Señalización SS7</b>	<b>Señalización SIGTRAN</b>
Ancho de banda entre emplazamientos.	El doble que la solución SIGTRAN.	En media la mitad que en la solución tradicional.
Coste de los SMSC.	Plataformas más caras.	Plataformas más baratas.
Coste de la red.	Utiliza hardware ya instalado en STP. Coste menor.	Necesario ampliar hardware y adquirir <i>routers</i> y <i>switches</i> .
Flexibilidad de la plataforma.	Soluciones cerradas. Poco flexibles.	Plataformas abiertas, con flexibilidad.
Capacidad de la Red.	Ancho de banda más limitado. Sólo encaminamientos estáticos.	Gran ancho de banda. Encaminamientos dinámicos.
Comportamiento ante congestión.	Descarta paquetes sin distinguir tipo de tráfico.	Es posible descartar tráfico en función de distintos tipos.
Experiencia en la tecnología.	Amplia. No se requiere formación.	Ninguna. Necesaria formación.
Evolución de la red.	A largo plazo tendrá al desuso.	La red UMTS necesitará contar con una red de transporte de tráfico de control sobre IP.

Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Excel 2007.

Con una red SIGTRAN básica, se puede derivar el crecimiento de la red SS7 hacia la red nueva, lo que redundará en un menor coste de transmisión y de nodos y una mayor capacidad de crecimiento. Como finalidad, dado que la tendencia de la transmisión TDM es que quedará en desuso en el futuro, puede resultar una ventaja adquirir experiencia cuanto antes en la nueva tecnología y facilitar la evolución de la red hacia una arquitectura con una red de transmisión de tipo “*All-IP*” y el despliegue de la futura red UMTS, que es convergencia de la nueva era.



## **5. GESTIÓN DE ALARMAS EN LA RED DE NUCLEO**

En la red de telefonía móvil a nivel de núcleo es indispensable la identificación, interpretación y severidad de las alarmas que se presentan en los distintos nodos, dado que representan un diagnóstico de la falla y el tipo de falla.

En las diversas partes de un equipo de telecomunicaciones puede gestionarse, diferentes clases y severidades de alarmas. Como es el caso de alarmas a nivel de software y alarmas a nivel de hardware, como también el caso de advertencias, que indican el excesivo uso en la carga de CPU para una plataforma, o falta de espacio en una partición del disco duro.

### **5.1. Alarmas en los nodos de núcleo**

Para mantener un óptimo servicio, se debe tener en cuenta el comportamiento de los equipos, y el estado en el que se encuentran. Diferenciar y analizar las diversas fallas y alarmas que se presentan en cada uno de los nodos, como de igual forma la criticidad de las mismas, y los servicios que pueden afectar al presentarse una falla en los nodos. Para este capítulo se tomará la central MSC *Blade Cluster* del fabricante Ericsson, en la gestión de Centro América para el operador Telefónica.

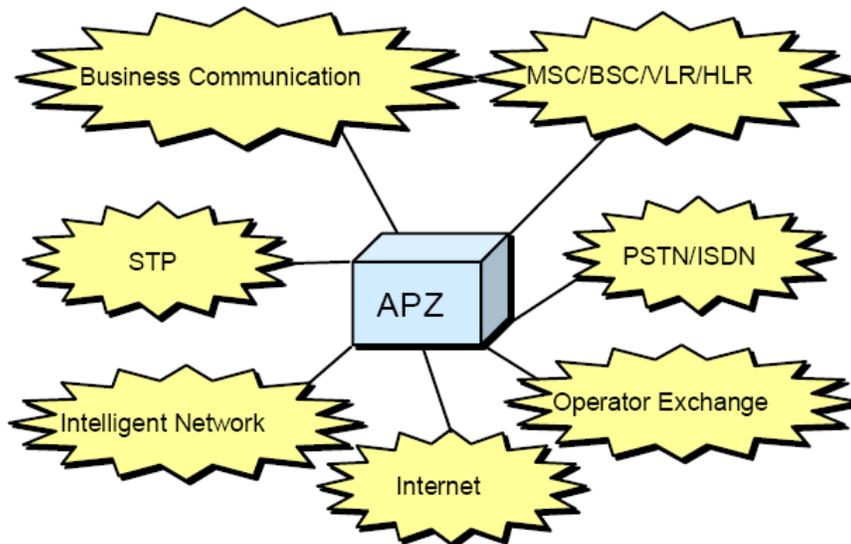
En los nodos como MSC, HLR, STP y BSC, cuentan con procesadores de los nodos, el cual verifica la carga de los procesos que están corriendo en el nodo. Los procesadores cuentan con su redundancia, para asegurar el funcionamiento óptimo del nodo.

En una central AXE, se estructura jerárquicamente en una serie de niveles funcionales. En el nivel superior del sistema AXE se divide en dos partes:

- APT: la parte de conmutación que maneja todas las funciones de telecomunicaciones.
- APZ: la parte de control que contiene los programas de *software*, necesaria para controlar el funcionamiento de la parte de conmutación APT.

Entre las aplicaciones que soporta la AXE se encuentran:

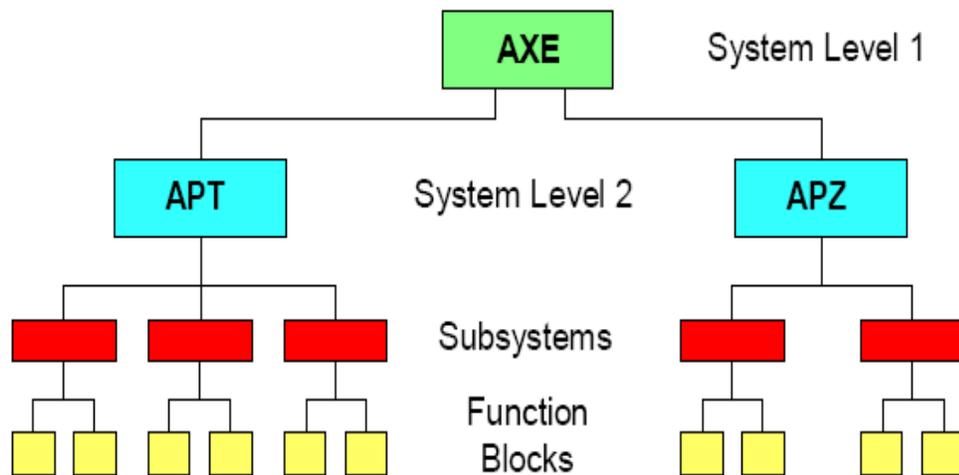
Figura 35. **Aplicaciones de una AXE**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

Su arquitectura se estructura en dos niveles, el sistema de Nivel 1 y Nivel 2. En el nivel 2 del sistema se encuentra el control de elementos que se llama el APZ, y la parte de telefonía, la cual se llama APT. Tanto para APZ y APT se dividen en subsistemas, que se subdividen en bloques de función.

Figura 36. Jerarquía de un AXE



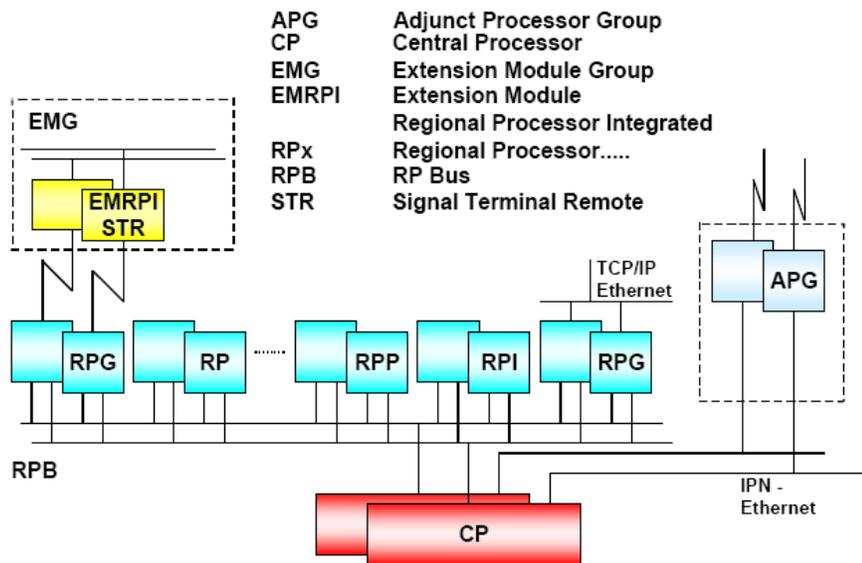
Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

Para la estructura del software es similar a una base de datos distribuidos, en la que cada módulo u objeto, opera con sus propios datos. Los principales módulos de software se clasifican como unidades de software regional, central y adjunto, que se almacenan en el procesador regional (RP), el procesador central (CP), y el procesador adjunto (AP), respectivamente.

Un factor importante detrás de la flexibilidad de AXE es la arquitectura del control del sistema APZ, que es una arquitectura de dos niveles incluyendo ambos, control central y control distribuido.

El APZ, es la base de la plataforma AXE, se ha desarrollado para proporcionar un sistema de control flexible y poderos, para una amplia gama de aplicaciones de comunicación.

Figura 37. Estructura funcional de una AXE

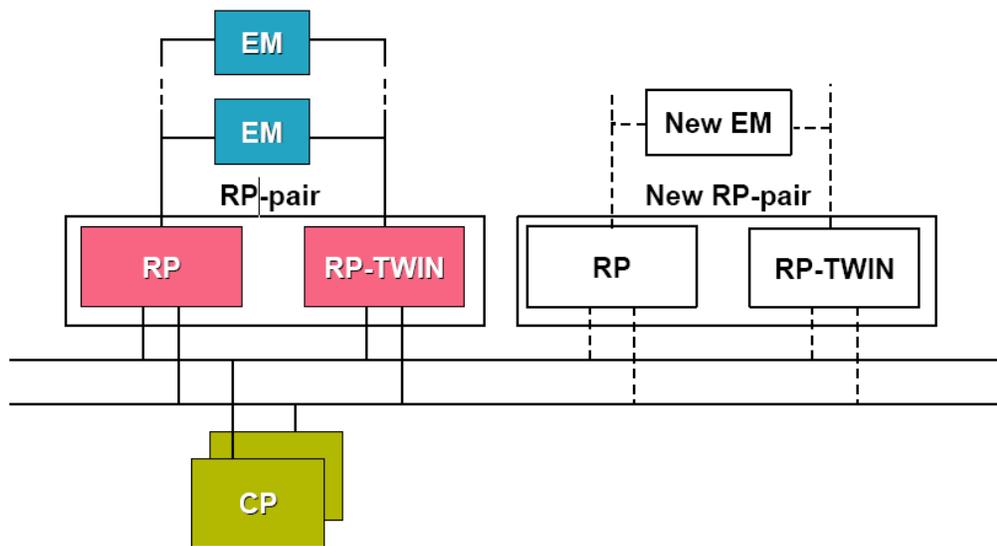


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

- El procesador central (CP): se duplica, ofreciendo una alta tolerancia a fallos. En el caso de una falla, el control puede ser intercambiado con el otro lado del CP, con un impacto mínimo o nulo sobre la capacidad de manejo de tráfico.
- Los procesadores regionales (RP): se utilizan para el procesamiento de rutinas repetitivas y para el procesamiento de tareas intensivas como la terminación de las capas de protocolo inferiores.

- El RPP: está enfocado a apoyar la comunicación de datos relacionados con las aplicaciones de telecomunicaciones. Los RPP ofrecen una gama de interfaces de hardware abierto y de aplicaciones de software.
- Una de las primeras aplicaciones fue la PCU (Unidad de Control de paquetes), que se encuentra en el controlador de estación base, BSC. Este uso se relaciona con el soporte de GPRS en la red GSM las redes móviles.

Figura 38. Estructura de los RP

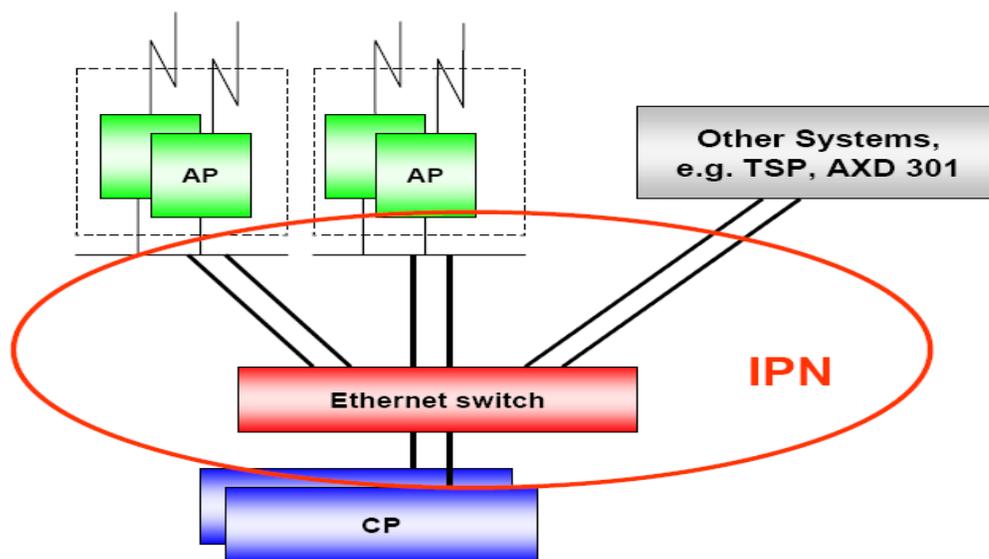


Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

La IPN tiene una diversidad de aplicaciones entre las cuales esta:

- Comunicaciones CP AP
- La comunicación entre AXE/CP y otras plataformas (como ejemplo TSP)
- Comunicación CPCP

Figura 39. **Inter Platform Network (IPN)**



Fuente: elaboración propia, con programa Microsoft Power Point.

En un nodo como el HLR puede configurar en una central, el cual puede tener dos funciones, el trabajo como central y como HLR. En los equipos como los *Blade Cluster*, cuentan con esta particularidad. Utilizando una dirección diferente para poder acceder al HLR. Para observar el funcionamiento de los nodos de *core*, el funcionamiento de los comandos para la gestión y el despliegue de los mismo, (ver apéndice 1).

## 5.2. Tipos de alarmas

Las alarmas se caracterizan según su criticidad, descripción, y nodo en el que se encuentran. Ocurren por un evento en el nodo, ya sea por saturación de llamadas, o por fallas en los equipos físicos. Dependiendo la criticidad de la falla es así como se representan las alarmas

### 5.2.1. Alarmas de software

Las alarmas de software representan la falla en un proceso determinado por el lado del AP, es la parte de control que contiene los programas de *software* necesarios para controlar el funcionamiento de la parte de conmutación APT.

#### 5.2.1.1. Alarmas críticas (Apz A1)

En esta sección se encuentran todas las alarmas críticas del nodo a nivel de software. Estas representan alarmas de saturación en los bloques de memoria virtual, reinicios de los nodos ocasionados por eventos independientes de los procesos del nodo. Para listar las alarmas de criticidad “A1” en un nodo *Ericsson*, como lo es una MSC server, es de la siguiente manera:

Figura 40. Comando de alarmas A1

```
<allip:alcat=apz,ACL=a1;  
ALARM LIST  
NONE  
END
```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

### 5.2.1.2. Alarmas mayores (Apz A2)

Son alarmas mayores, e indican que ha ocurrido una falla en el nodo por la parte del AP, pero no repercuten en una afectación directa. En esta sección se puede encontrar las aparas de RP las cuales pertenecen al procesador regional. Un procesador regional controla procesos específicos en los nodos del AP, como pueden ser señalizaciones SS7 hacia destinos específicos. Para enlistar las alarmas en criticidad "A2" en los nodos de Ericsson, en este caso será para un HLR, es de la siguiente manera:

Figura 41. Comando para alarmas APZ A2

```
<allip:alcat=apz,ACL=a2;
ALARM LIST

A2/APZ "PANSL1M 713I08E" 015 130628 0011
AP FAULT
AP      APNAME      NODE      NODENAME
 1      PANSL1MAPG1C  B         PANSL1MAPG1B
PROBLEM
MIRRORED DISKS NOT REDUNDANT

A2/APZ "PANSL1M 713I08E" 035 130628 0053
AP REBOOT
AP      APNAME      NODE      NODENAME
 1      PANSL1MAPG1C  A         PANSL1MAPG1A
CAUSE      DATE      TIME
Fault initiated 20130628 005310

A2/APZ "PANSL1M 713I08E" 358 130829 0232
RP FAULT
RP      TYPE
 231    RPPS1

A2/APZ "PANSL1M 713I08E" 559 130831 1609
RP FAULT
RP      TYPE
 230    RPPS1

A2/APZ "PANSL1M 713I08E" 129 130917 0407
RP FAULT
RP      TYPE
 43     RPG3A
```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

### 5.2.1.3. Alarmas menores (Apz A3)

Las alarmas de categoría A3 indican que son menores en las cuales se pueden encontrar una notificación del cambio de un direccionamiento IP de activo a pasivo, o se puede encontrar la desconexión hacia un servidor de estadísticos, como también el encolamiento de archivos de carácter estadístico. Para visualizar las alarmas menores, se utiliza el comando siguiente:

Figura 42. Comando para verificar alarmas APZ A3

```
<allip:alcat=apz,ACL=a3;  
ALARM LIST  
  
NONE  
  
END
```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

### 5.2.1.4. Alarmas observativas (Apz OA)

Las alarmas observativas indican una advertencia de un evento que ha ocurrido o de un proceso que ha dejado de correr, pero que no es de relevancia para el funcionamiento del nodo. En este caso se pueden presentar la desactivación de un *backup*, que no ha sido restablecido y la causa puede ser por la alteración de un SAE. Los *backup* se desactivan en la presencia de un SAE porque este debe de ser alterado, y ampliado. Se restablece el *backup*, para que pueda ejecutarse y grabarse en las horas programadas. Estas alarmas no presentan ninguna afectación al servicio. Para determinar las alarmas observativas se ejecuta el siguiente comando en el nodo STP.

Figura 43. Comando para alarmas observativas

```

<allip:alcat=apz,ACL=01;
ALARM LIST

01/APZ "PANSL1M 713I08E" 005 130628 0008
EXTERNAL ALARM RECEIVER BLOCKED

AP      APNAME      NODE      NODENAME
 1      PANSL1MAPG1C  B        PANSL1MAPG1B

BLOCK   NDU      BLO
ALEC    -        -

01/APZ "PANSL1M 713I08E" 132 130724 0357
AP SCHEDULED BACKUP FAILURE

AP      APNAME      NODE      NODENAME
 1      PANSL1MAPG1C  A        PANSL1MAPG1A

Not enough disk space to perform auto archive backup.

01/APZ "PANSL1M 713I08E" 322 130828 2208
RP MANUALLY BLOCKED
RP      RP      RP      RP      RP      RP      RP      RP      RP      RP
 37

01/APZ "PANSL1M 713I08E" 570 130922 0318
AP SCHEDULED BACKUP FAILURE

AP      APNAME      NODE      NODENAME
 1      PANSL1MAPG1C  B        PANSL1MAPG1B

Not enough disk space to perform auto archive backup.

END

```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

## 5.2.2. Alarmas de hardware

En la gestión de los nodos de *core*, dependen de una interface física. Esta parte controla la conmutación que maneja todas las funciones de telecomunicaciones.

### 5.2.2.1. Alarmas críticas (Apt A1)

Las fallas de hardware pueden ocasionarse, por fallas en las interfaces de comunicación debido a cortes de fibra, saturación en los enlaces de transmisión, o degradaciones en el medio. En la categoría de alarmas críticas, se observan las *Virtual Connection* (VC 12), que son E1 de interconexión entre las BTS y la BSC, las cuales llevan la comunicación hacia las radio bases. Los *links* señalización son alarmados por fallas en los *slots* de las tarjetas en las que están configurados. La forma de visualizar estas alarmas es con el siguiente comando:

Figura 44. Comando para alarmas APT A1

```
<allip:alcat=apt,ACL=a1;
ALARM LIST

A1/APT "PANSL1M 713I08E" 585 121014 0752
BLOCKING SUPERVISION
R      LUB      NDU      BLO
SOWCH1I      16      60      60

A1/APT "PANSL1M 713I08E" 586 121014 0752
BLOCKING SUPERVISION
R      LUB      NDU      BLO
SOWCH10      16      60      60
```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

### 5.2.2.2. Alarmas mayores (Apt A2)

En esta sección se verifican todas las alarmas provenientes de la parte de conmutación, dedicadas a los canales de conmutación como también las fallas a nivel de transmisión de los E1. para su verificación se utiliza el siguiente comando:

Figura 45. Comando para alarmas APT A2

```
<allip:alcat=apt,ACL=a2;
ALARM LIST

A2/APT "PANSL1M 713I08E" 445 130520 0931
DIGITAL PATH FAULT SUPERVISION

DIP      DIPEND  FAULT    SECTION  HG  DATE    TIME
UPD34    DIPEND  AIS      SECTION  HG  130520  093131

A2/APT "PANSL1M 713I08E" 981 130528 0413
DIGITAL PATH FAULT SUPERVISION

DIP      DIPEND  FAULT    SECTION  HG  DATE    TIME
UPD176   DIPEND  AIS      SECTION  HG  130528  041312

A2/APT "PANSL1M 713I08E" 417 130618 0928
DIGITAL PATH FAULT SUPERVISION

DIP      DIPEND  FAULT    SECTION  HG  DATE    TIME
UPD178   DIPEND  AIS      SECTION  HG  130618  092808
```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

### 5.2.2.3. Alarmas menores APT A3

En las alarmas menores se puede encontrar, advertencias o degradaciones de la calidad del servicio de los E1, o se encontrará cuando se ha conmutado de una asociación SCTP de una IP activa hacia una pasiva. El comando para su verificación es el siguiente:

Figura 46. Comando para alarmas APT A3

```
<allip:alcat=apt,ACL=a3;
ALARM LIST

A3/APT "PANSL1M 713I08E" 758 130911 0847
DIGITAL PATH UNAVAILABLE STATE FAULT

DIP      UAS      UASR      UASB      SECTION      BLOCKING      DATE      TIME
45GAMG                                     130911      084741

END
```

Fuente: elaboración propia, con programa Snipping tool.

### 5.3. Gestión de la señalización

En el funcionamiento y la verificación de la señalización SS7 en los nodos a nivel núcleo en la red de telefonía móvil, se utilizan comandos que demuestran la funcionalidad y estado de la señalización, en el despliegue de la información, se verifica el destino y la ruta redundante del *link*. En SIGTRAN se determinan por asociaciones, las cuales al igual que SS7 tiene un código de origen y destino, se determinan las asociaciones que apuntan a las direcciones IP (ver apéndice 2).

### **5.3.1. Alarmas que representan afectación**

El reconocimiento e interpretación de los elementos, que presentan inconsistencias o fallas ya sea debido a saturación o problemas en el medio de transmisión, pueden afectar severamente el servicio de la telefonía, tanto en la parte de voz (GSM), como también en la parte de datos.

Las alarmas de congestión afectan el bloque de memoria virtual, los cuales pueden ocasionar inconsistencias e inestabilidad en la realización de una llamada. Como por ejemplo, el caso de un SAE 501, 502 en los bloques ASD, el cual se presenta en el apéndice 3.

## **5.4. Reconocimiento y severidad de la afectación**

Para lograr que una gestión de nivel de núcleo sea óptima, se deben reconocer el tipo de alarma que presenta, y la severidad de la alarma, e interpretar sobre que nodo se está teniendo la falla, y lo que puede provocar. Por ejemplo, se utilizará el gestor *TeMIP*, para ilustrar las alarmas que se presentan, sus acrónimos y a que nodo pertenece cada nodo, como también la ubicación geográfica del nodo. El gestor *TeMIP* es la unificación de los nodos, centralizando las alarmas a un solo software, que muestra los distintos tipos de alarmas, independientemente de la marca de los equipos.

### **5.4.1. Intervención de fallas**

Las fallas en los equipos, pueden ocasionarse por diversas circunstancias, como lo es el medio de transmisión, fluctuaciones de voltaje, errores de software. Considerando el escenario de la afectación, se debe intervenir

identificar e intervenir las fallas con el fin de minimizar el impacto en el servicio. Para ello se considera las siguientes intervenciones descritas a continuación.

- *High utilization de link set*: para atender esta falla lo que se hace es que se bloquean los SLC de las BSC conectadas a los MSC, también esta falla se puede adherir a la falla de *High processor load*, haciendo esto la carga de tráfico que sube a los SCP, se gradúa por los SLC bloqueados, esto se hace con el comando “C7LAE;”.
  
- *Link set down por RP fault*: esta falla se presenta cuando la carga en los LS del STP es alta, provocando que el RP que controla los *link set* se bloquee automáticamente, ocasionando un FCODE 6 en los *link set* del STP en cuestión. Para resolver esta falla las acciones que se deben de llevar a cabo son:
  - Bloquear manualmente los destinos que controla el LS, esto se hace enviando el comando:  
C7RAE: DEST=X-XXXX, LS=Y-YYYY;  
Donde;  
X-XXXX es el DPC del Destino a bloquear y  
Y-YYYY es el LS con FCODE 6.
  
  - *Mirrored disks not redundant*: si se presenta esta alarma, pueden utilizar el comando “Hwver” desde el APG, para agilizar el diagnóstico.
  
  - Dependiendo el tipo de hardware, se usan los siguientes comandos: “Check APG40C/2 Raid status”.

- Verificación de *Restart pending*: para la verificación de *restarts* pendientes se utiliza el siguiente procedimiento:
  - Se verifica *restart* pendientes en el nodo, utilizando el comando “SYRTP;”.
  - El *print* de un estado normal, sin *restart* pendientes es el siguiente:
 

```
<SYRTP;
TIME FOR PENDING RESTART
NO RESTART IS PENDING
END
```
  - En caso contrario se pueden presentar las siguientes opciones:
 

```
<SYRTP;
TIME FOR PENDING RESTART
TIME   TYPE OF RESTART
0200   SMALL  !SMALL RESTART!
0300   REALOAD !LARGE RESTART WITH RELOAD!
END
```
- Sincronía de reloj: para la verificación del estado de referencias de sincronismo, se utiliza el comando “NSDAP;”.
- Supervisión de datos de referencias de reloj: se ejecuta el comando “NSDAP;” el cual la información y estado del reloj:

CLOCK-REFERENCE SUPERVISION DATA

SYNCHMODE STATE

SINGLE OPERATING

STATIC DATA

REF	CLREFINL	REFGRP	PRI	FDL	WDL	ACL
EXT-0	0	1 1	10000	25	A2	
0080DN3	1	1 2	10000	25	A2	
RCM-0	9	4	2000	10	A2	
RCM-1	10	5	2000	10	A2	

DYNAMIC DATA

REF	FD	WD	FREQMEM
EXT-0	0	0	
0080DN3			
RCM-0	-2	0	13183
RCM-1	0	0	-580

END

- Estado de un E1 (DIP): se debe verificar el estado del E1 al que pertenece la señalización, o si es un E1 dedicado a una PBX. Verificación de DIP (*digital path* "trayecto digital"), cada DIP corresponde a un E1 de 32 canales. El estado normal es que estén WO, sino será de MBL=bloqueo manual, o ABL=automáticamente bloqueado. Para determinar el estado se procede de la siguiente manera:

```

<DTSTP:DIP=ALL;
DIGITAL PATH STATE
DIP          TYPE  STATE  LOOP  TSLOTL  DIPEND  FAULT
SECTION
0000DN3 IEX  WO
0001DN3 IEX  WO
0002DN3 IEX  WO
0003DN3 IEX  MBL
0004DN3 IEX  MBL
0005DN3 IEX  MBL
0006DN3 IEX  MBL
0007DN3 IEX  MBL
0008DN3 IEX  MBL
0009DN3 IEX  MBL
0010DN3 IEX  MBL
0011DN3 IEX  MBL

```

En caso de presentar alguna falla, se procede a realizar un reinicio al DIP, utilizando el siguiente procedimiento:

- Se bloquea el DIP.  
Dtbli:dip=0076dn3;  
DTBLI:DIP=0076DN3;  
<;
- Se desbloquea el DIP.  
<Dtble:dip=0076dn3;  
EXECUTED

- Se verifica el estado del DIP.

```
<Dtstp:dip=0076dn3;
```

```
DIGITAL PATH STATE
```

```
DIP      TYPE  STATE  LOOP  TSLOTL  DIPEND  FAULT
SECTION
```

```
0076DN3 IEX  WO
```

```
END
```

- Verificación de las tarjetas del CP (hardware): en caso falle el CP, se debe determinar el origen de la falla, la cual puede ser por hardware, o software. En caso de una falla física, se realiza el siguiente diagnóstico.

- Ver tarjetas del CP (hardware): se utiliza el comando “dhip;”, el cual despliega lo siguiente:

```
ORDERED
```

```
EX-B  SVBSC2 SVR08ACPA03PA20  AD-426  TIME 120802
```

```
CP HARDWARE IDENTITY
```

POS	MAG	PCB	PRODUCT NUMBER	REV	SERIAL
2	FANC-A	FAN-0	BFB14004/12	R1D	S773193472
30	FANC-A	FAN-1	BFB14004/12	R1D	S773194539
58	FANC-A	FAN-2	BFB14004/12	R1D	S773194461
8	CPU-A	STUD-0	ROJ 212 215/1	R2A	TD32874837
13	CPU-A	STUD-1	ROJ 212 215/1	R2A	TD32874838
18	CPU-A	STUD-2	ROJ 212 215/1	R2A	TD32874846
23	CPU-A	STUD-3	ROJ 212 215/1	R2A	TD32874930

- Se busca la posición del RP, utilizando los siguientes comandos:
  - `exhwp:rp=999;`
  - `dbtsp:tab=rpsrpbspos,rpaddr=999;`
  - `exhwp:rp=999,slot=6;`
  
- Bloquea la interfaz Gb, con el siguiente comando:
  - `RRVBE:NSVCI=38010;`
  
- Verificación de las interfaces IP: en caso de fallas en el servicio de datos, por cobertura en las BSC, o en parte de las RNC, se realiza el siguiente procedimiento:
  - Se desbloquea la interfaz Gb, con el siguiente comando:
    - `RRVBI:NSVCI=38010;`
  
- En caso de no exitoso, se reinicia la PAPU en el SGSN. Se busca la interfaz IP, y se ve el estatus de la interface, sus IP'S y los DEV (Dispositivos), utilizando el comando "RRINP:NSEI=all;".
  
- Para ver la configuración de la interface GB, se utiliza el siguiente comando:
  - `RRBVP:NSEI=ALL;`
  
- Para poner activa o desactiva la interface (*passive*), se utiliza el siguiente comando:
  - `RRINC:NSEI=XXXXX,NSSTATE=ACTIVE; (o PASSIVE)`

#### 5.4.1.1. Verificación del VLR

En caso de reportes de casos, que no puedan realizar llamadas, pueda ser ocasionado porque el abonado no se esté agregando a la red, y esto puede ser por el VLR. Para la verificación se efectúan los siguientes procedimientos:

- Para ver el VLR:

MGSVP;

AUTENTICACION:

WO NICMA2M 913I06E73M3S02 AD-513 TIME 120913 1237

PAGE

<MGBSP:BSC=NICMA1B;

MT BASE STATION CONTROLLER DATA

BSC R1 R2 MGG

NICMA1B N1MA1BO N1MA1BI N1MGG1

N2MA1BO N2MA1BI N2MGG2

BSCMGG PBSO

N2MGG3 BACKD

BSCDATA

PHASE2-1

MSLOT-4

END



## 6. EFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN SIGTRAN

SIGTRAN es un protocolo que permite a los usuarios móviles que se enrutan a través de la PSTN, así como hacer posible un mayor servicio tales como llamadas gratuitas, identificador de llamadas, 911. Los transportistas suelen desplegar los servicios SS7 a través de una red dedicada de 56 o 64 Kbits/seg por división de tiempo multiplexado (TDM) líneas. Sin embargo, los transportistas también utilizan alta velocidad T1 (1,5 Mbits/seg) e incluso OC-3 (155 Mbits/seg) con líneas ópticas. SS7 ofrece a los operadores una serie de claves ventajas sobre otras soluciones de señalización.

Desde que SS7 es aislado de los usuarios finales y aplicado en una red dedicada, es muy difícil para los hackers irrumpir en la red SS7 y defraudar a la compañía de teléfonos. SS7 es también un protocolo muy maduro, bien entendido, y regido por normas. Esto ha permitido que evolucionar con un rico conjunto de características que lo hace posible una gama de red inteligente servicios para redes alámbricas e inalámbricas. La Madurez SS7 también ha dado lugar a una gran base de la aplicación, por lo que los fabricantes de equipos de telecomunicaciones y las compañías pueden implementar nuevos servicios.

## **6.1. Ventajas en la migración de señalización SIGTRAN**

Las infraestructuras de SS7 y de voz existentes complementan entre sí muy bien, con ambos compartiendo un bajo nivel común la tecnología TDM. Como las compañías migran servicios de voz de TDM a IP gestionados redes, sin embargo, naturalmente va a querer hacer lo mismo con su señalización, una razón para migrar de señalización es simplificar la red general mediante el uso de un común Red IP para los servicios y el transporte de señalización.

La simplificación de la red se hace más fácil y menos costoso de construir operar y mantener. De igual importancia utilizando IP para transportar la información de señalización puede mejorar la eficiencia de la transmisión en un 50 %. En una red TDM, toda la transmisión segmentos (es decir, 64 Kbits / seg) debe ser reservado para cada llamada, incluso si esa llamada ocupa a una porción de los segmentos, ancho de banda e incluso si la conexión TDM está inactivo.

Las Redes IP basadas en paquetes pueden tener la capacidad de brindar un servicio a las nuevas llamadas. El agrupamiento permite a las redes IP transportar más señalización y el tráfico de un determinado ancho de banda, lo que reduce los costos y beneficios de explotación se maximizan. Las redes de señalización basados en IP son también inherentemente más fiable, Tradicional a otras redes de señalización TDM redundante porque ofrecen sólo una ruta alternativa si hay es un problema con un circuito.

Con las redes IP, por otro lado realizar cambios de ruta y recuperación con mayor flexibilidad a diferencia de las redes TDM. Los transportistas pueden confiablemente implementar redes IP con menos infraestructuras que las redes TDM requieren.

## 6.2. Números locales y SMS hacia SIGTRAN

Dos tecnologías han aumentado considerablemente: uso de SS7 y la necesidad de un más eficiente transporte de señalización. Estas tecnologías son portabilidad de números Locales (LNP) y el servicio de mensajes cortos (SMS). LNP permite que un abonado cambie de proveedor de servicios y mantener el mismo número de teléfono, el ancho de banda considerable ambos SMS y LNP ocupen ha creado una tensión en el Infraestructura SS7.

Para implementar LNP, los proveedores de servicios pueden simplemente heredar un número de teléfono de otro servicio y cambiar de proveedor. El nuevo servicio del proveedor debe traducir el número marcado en un número que se puede encaminar y llegar a su destino. Esta traducción requiere una traducción de SS7, el aumento del tráfico SS7 hasta a 70 %. SMS y LNP han aumentado considerablemente de tráfico SS7, estimulando la demanda de un transporte más eficiente que puede descargar la red SS7 y reducir la infraestructura general costos.

La red IP reúne esta demanda con un mejor ancho, haciendo que sea más rentable para los transportistas, construir y escalar su red de señalización como aumenta el tráfico SS7. SCTP proporciona transporte en tiempo real la alternativa a TCP Mudando de señalización SS7 a las redes IP, los proveedores de servicios de retos para mantener las ventajas de SS7 y proteger su inversión en código de aplicación SS7 mientras sigue aprovechando las IP en aumento de la eficiencia y fiabilidad. SIGTRAN, es un conjunto de los estándares definidos por la Internacional *Engineering Task Force* (IETF), que puede de forma fiable transportar el protocolo de señalización SS7 sobre una red IP.

Los diseñadores no estructuran las IP con modalidades como una red troncal de transporte de señalización. De hecho, el control de transmisión Protocolo (TCP), que proporciona el transporte de la propiedad intelectual no es muy adecuado en absoluto para el transporte de señalización de los datos temporales.

Concretamente, el protocolo de bytes transmitidos TCP, ideales para la entrega de grandes piezas no estructuradas de datos tales como archivos, es ultra sensible a los retrasos causados por la pérdida de bytes, mensajes, violaciones de secuencia, u otros errores de red. Cuando los errores ocurren, TCP sostiene la entrega de toda la señalización de datos dentro del flujo de la delincuencia hasta que se restablezca la secuencia correcta. Si esa corriente contiene información de señalización para varias conexiones, después de perderse, o dañarse y éstas fueran de orden, los datos de señalización para una conexión retrasará todas las conexiones hasta que se corrija el error.

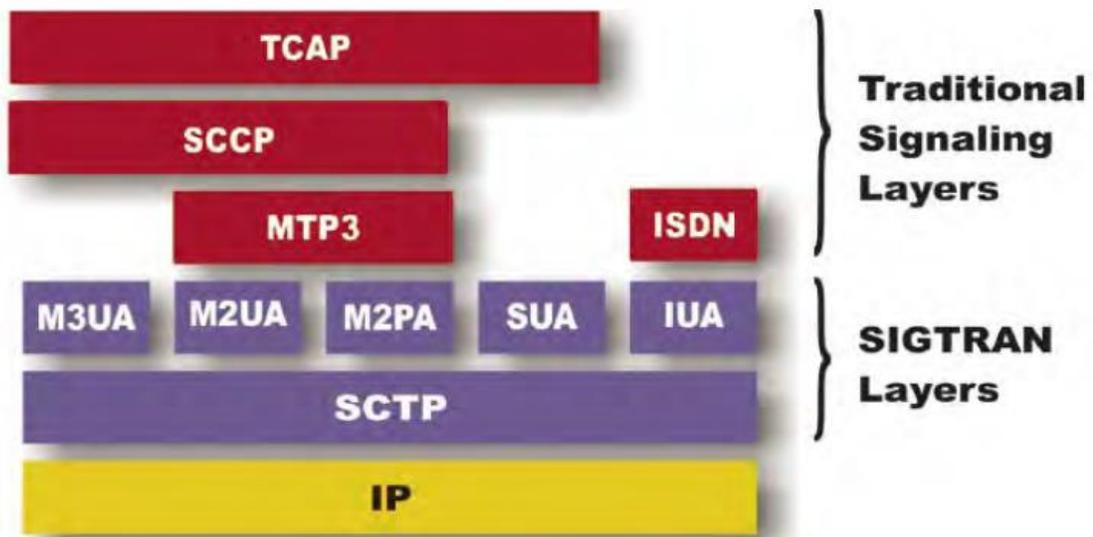
Con el fin de hacer que las redes IP utilizable como un transporte de mensajes SS7, el IETF decidió crear un nuevo protocolo de transporte para SIGTRAN para reemplazar TCP. Este nuevo protocolo, conocido como Control de Flujo, Protocolo de Transmisión (SCTP), proporciona una capacidad de ultra transmisión que permite a un conexión IP única que se divide en múltiples flujos lógicos, cada uno asignado a una aplicación o recurso en particular.

En este escenario, la corrupción de los datos especifica que ninguna corriente en particular afecta, solo esa corriente lógica. El resto de las corrientes que comparten esa conexión física no se ven afectadas.

En la adaptación del usuario (UA) las capas como M2UA, se encuentran por encima de la capa de transporte SCTP, en sustitución de capas SS7 equivalentes como MTP2 (SS7 capa de enlace de datos). Juntos, SCTP y la UA las capas forman un *IP friendly*, plataforma que permite a los de más alto nivel, capas de software de SS7 tales como MTP3, ISUP, y SCCP para ejecutar sin modificar la red basada en IP señalización SIGTRAN. La señalización de puertos de enlace, como *Artesyns SpiderWareSG*, puente soportar SS7 y SIGTRAN en las redes de forma transparente, conectando las redes SS7 MTP2 capa y el equivalente SIGTRAN y la capa M2UA.

Esto permite una conexión perfecta de portadores a utilizar aplicaciones SS7 existentes ya sea a través de TDM tradicional o transporte IP infraestructuras (ver figura 47).

Figura 47. Capas de adaptación SIGTRAN



Fuente: RUSSEL, Travis. *Signaling System #7*. <<http://xtca-systems.com/pdfs/Artesyn.Apr04.pdf>>. Consulta: 20 de junio de 2013.

### **6.3. Ventajas de SIGTRAN**

SIGTRAN está optimizado para soportar SS7 e información de señalización entre la señalización de *gateways* y controladores *Media Gateway* (SGR), Megaco está optimizado para llevar señalización entre las SGR y *gateways* de medios. Las sesiones SIP, por otro lado, controla las llamadas entre, SGR y teléfonos IP. El consumo de sesiones SIP es un mínimo de recursos de cómputo, es relativamente simple de implementar, y puede utilizar una infraestructura existente en Ethernet, proporcionando de este modo una solución rentable para la empresa usuarios de VoIP que no utilizan señalización SS7 existente.

## CONCLUSIONES

1. Con base en la cantidad de usuarios se determina la topología y el funcionamiento de una red de telefonía móvil en GSM.
2. Con base en los requerimientos y cantidad de nodos, se establece los *links* SS7, el compartimiento de carga y sus redundancias.
3. Con la conversión de SS7 hacia IP a través de MediaGateway, se utiliza la señalización SIGTRAN como modo de transporte para las redes IP.
4. SIGTRAN es un protocolo más seguro, utilizando protocolos de IP como TCP y UDP, llevándolos hacia el SCTP y SCCP para señalización SIGTRAN.
5. La simplificación de los capas en la señalización SIGTRAN hacen que la gestión de los *links* y *linkset* sean más eficientes y fáciles de intervenir, en los nodos de conmutación.
6. Se determina que SIGTRAN se convierte en un protocolo eficiente, dado que puede acoplar la señalización SS7 y convertirla a IP, acoplando los nodos que manejan TDM a una red IP.
7. Poder transportar la data y el *streaming*, a través de la conversión de protocolos SS7 hacia IP, para los diferentes servicios como video conferencias.



## RECOMENDACIONES

1. Tener bien definida la topología, lógica y física de la red de telefonía móvil, tomando como base la red GSM.
2. Acoplar los *links* TDM hacia una red IP utilizando el Media Gateway como nodo de conversión y asignación de media.
3. Establecer y definir los *links* a convertir y mantener redundancias a través de *links* SIGTRAN.
4. Se considera establecer una cantidad de ocho *links* SIGTRAN por cada nodo importante como lo es el HLR, el STP y el Media Gateway, para el compartimiento de carga y estabilidad de la red móvil.
5. Diagnosticar la capa y el nodo en la cual se encuentra alarmada la señalización.
6. Interpretar adecuadamente la categoría de las alarmas el tipo de severidad e impacto que pueda provocar en cada uno de los servicios.
7. Corroborar la redundancia, en la parte de SIGTRAN y de SS7, utilizando las conexiones seguras hacia cada uno de los nodos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 155 p.
2. ETSI. *Digital Cellular telecommunications system (Phase 2) (GSM)*. [en línea] *Universal Mobile specification (3gPP TS 29.992 version 5.1.0 release 5)*. <<http://www.etsi.org>>. [Consulta: 18 de mayo de 2013].
3. GRADISCHNIG, K.D. *Loadsharing key to the reliability for SS7 - networks* [en línea]. [http://www.c7.com/ss7/whitepapers/loadsharing\\_drcn2000.pdf](http://www.c7.com/ss7/whitepapers/loadsharing_drcn2000.pdf). [Consulta: 2 de junio de 2013].
4. IEEE 802.3. *Telecommunications and information exchange between systems: Specific requirements*. [en línea]. *Part 3* <<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.3-2002.pdf>>. [Consulta: 21 de mayo de 2013].
5. MORNEAULT, K. *Signaling System 7 (SS7) Message Transfer part 2 (MTP2)-User Adaptation Layer*. [en línea]. <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3331.txt>>. [Consulta: 18 de mayo de 2013].

6. MORNEAULT, K. *ISDN Q.921 Adapttion Layer*. [en línea]. <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2960.txt>>. [Consulta: 21 de mayo de 2013].
7. MOULY, Michel; PAUTET, Marie Bernadette. *The GSM System for Mobile Communications*. Estados Unidos: Artech House, 1992. 701 p.
8. REDL, Siegmund M; WEBER, Matthias K; OLIPHAN, Malcolm W. *An Introduccion to GSM*. Estados Unidos: Artech House, 1995. 379 p.
9. SCOURIAS, John. *Overview of the Global System for Mobile Communications*. Estados Unidos: University of Waterloo, 1995. 26 p.
10. SIDEBOTTOM, G. *Signaling system 7 (SS7) Message transfer part 3 (MTP3)-User adaptation layer (M3UA)*. [en línea]. <<http://www.ietf.org/rfc/rfc3332.txt>>. [Consulta: 24 de mayo de 2013].
11. STEWART, R. Request for comments 2960: *Stream Control Transmission Protocol*. [en línea]. <<http://www.ietf.org/rfc/rfc2960.txt>>. [Consulta: 18 de mayo de 2013].

## APÉNDICES

### Apéndice 1. **Gestión de alarmas los nodos de core para *Ericsson Blade-Cluster*.**

Comando para desplegar el funcionamiento de los nodos AP en una central *blade-cluster*.

```
c:\winnt\profiles\Administrator>cluster node
Listing status for all available nodes:
```

Node	Node ID	Status
PANSL1MAPG1B	2	Up
PANSL1MAPG1A	1	Up

Fuente: elaboración propia con programa snipping tool.

En caso se desea observar los procesos que corren sobre los nodos de *CORE*, se ejecuta;

## APÉNDICES

```
c:\winnt\profiles\Administrator>cluster res
Listing status for all available resources:
```

Resource	Group	Node	Status
Disks K: L: M:	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Disks R: S: U: G:	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Disks Q: Y: I:	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share K	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Images	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
DHCP Service	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Diskeeper	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share LOGS	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share FMS	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share CPS	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share MCS	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share R	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
Share S	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
stsprov	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
stsconv	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
stsopcf	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
stsmain	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
gatherer	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
PES_CLH_server	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
OCS_IPNAADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_ALEC_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_MTS_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_ADH_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_MSS_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_ALIS_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_ALDA_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MCS_AIAP_ADM	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MAS_MODT_Handler	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MAS_MODAL_Handler	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MAS_CPTASP_cptheartbeat	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MAS_CPTASP_cptcentral_A	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MAS_CPTASP_cptcentral_B	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
MAS_CPTASP_cptcentral	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
FMS_CPF_server	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
CPS_BUSRU	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
CPS_BUAP_parmgr	Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online

Fuente: elaboración propia con programa snipping tool.

Para un resumen del comportamiento de cada uno de los nodos en forma de grupo se ejecuta de la siguiente forma en el STP de *Ericsson*.

```
c:\winnt\profiles\Administrator>cluster group
Listing status for all available resource groups:
```

Group	Node	Status
Disk Group	PANSL1MAPG1B	Online
RGAPM_1	PANSL1MAPG1B	Online
Cluster Group	PANSL1MAPG1B	Online
PMC860 Group	PANSL1MAPG1B	Online
RGAPM_0	PANSL1MAPG1A	Online

Fuente: elaboración propia con programa snipping tool.

Con este comando se puede observar que los procesos que ejecuta el AP en cada uno del grupo se encuentran “*online*”, en correcto funcionamiento.

En los nodos de *core*, se corren procesos o *script*, determinados para cumplir funciones específicas como lo son estadísticos de funcionamiento de cada nodo, o un *log*, sobre los comandos que se ejecutan en el nodo. Para este caso se muestra los errores de *software*. La forma de interpretación es dependiendo la eventualidad que han tenido, y la cantidad de veces que se han repetido, se observa cuando un evento ha ocurrido y el tipo de elemento que se ha alarmado.

```

c:\winnt\profiles\Administrator>ml
WD      PANSL1M 713108E98M3S02  AD-987  TIME 131008 1121  PAGE    1
<syrip:survey;
ORDERED

<

WD      PANSL1M 713108E98M3S02  AD-987  TIME 131008 1121  PAGE    1
SOFTWARE RECOVERY SURVEY

EVENT TYPE          EXPLANATION                      EVENTCNT  FRDEL
  7 APPLERR         ERROR REPORTED BY PROCEDURE FLERROR      3
  6 APPLERR         ERROR REPORTED BY PROCEDURE FLERROR
  5 APPLERR         ERROR REPORTED BY PROCEDURE FLERROR
  1 APPLERR         ERROR REPORTED BY PROCEDURE FLERROR      3
 50 RELOAD          PROGRAM HANDLING ERROR

EVENT CODE  INF1  INF2  INF3  INF4  SIDE STATE  DATE  TIME  ACTIVE
  7 H'4300 H'2A08 H'13A5 H'0000 H'0000 A-EX PARAL 130831 1549 NO
  6 H'4300 H'2A08 H'13A5 H'0000 H'0000 A-EX PARAL 130830 0202 NO
  5 H'4300 H'2A08 H'139E H'0000 H'0000 A-EX PARAL 130829 0223 NO
  1 H'4301 H'A007 H'3936 H'0001 H'DB94 A-EX PARAL 111111 0934 NO
 50 H'9000 H'000B H'0000 H'0000 H'0000 A    SINGLE 000000 0000 NO

END

```

Fuente: elaboración propia con programa snipping tool.

Para la determinación de la carga del procesador se utiliza el comando PLLDP; en modo MML (*Machine Male Language*).

```

<p11dp;
PROCESSOR LOAD DATA
INT PLOAD CALIM OFFDO OFFDI FTCHDO FTCHDI OFFMPH OFFMPL FTCHMPH FTCHMPL
1 6 15000 5 58 5 58 0 10 0 10
2 6 15000 4 52 4 52 0 10 0 10
3 6 15000 3 52 3 52 0 11 0 11
4 5 15000 3 54 3 54 0 10 0 10
5 5 15000 2 38 2 38 0 12 0 12
6 5 15000 1 54 1 54 0 10 0 10
7 6 15000 3 55 3 55 0 10 0 10
8 6 15000 1 48 1 48 0 11 0 11
9 5 15000 3 55 3 55 0 10 0 10
10 6 15000 2 55 2 55 0 12 0 12
11 6 15000 7 48 7 48 0 10 0 10
12 5 15000 2 47 2 47 0 10 0 10

INT OFFTCAP FTDTCAP
1 0 0
2 0 0
3 0 0
4 0 0
5 0 0
6 0 0
7 0 0
8 0 0
9 0 0
10 0 0
11 0 0
12 0 0
END
<

```

Fuente: elaboración propia con programa snipping tool.

En donde se puede observar, el nodo toma muestras de las cargas del procesado, en donde la última muestra es el dato promedio de la carga del procesador en tiempo real. En la columna CALIM se muestra la cantidad de llamadas que trascurren por la central en tiempo real.

En el caso que el promedio de llamas no sea similar en el muestreo, indica que se está perdiendo tráfico de las llamadas, eso ocasiona afectación en el servicio, dado que se encuentran clientes que no pueden conectar la llamada.

Los nodos de *core*, cuentan con bloques de memoria virtuales los cuales son SAE (*size alteration of data file*), en los cuales tiene procesos específicos, como lo son los de GPRS o de datos. Una sobrecarga en los bloque de memoria virtual, ocasiona sobrecarga en el procesador, como también afectación en el servicio dado que sobre carga el tráfico de llamadas. Estos bloques de memoria virtual pueden ser locales o globales.

El procesador empieza a tener congestión en individuos en memoria, ocasionando que afectación en las llamadas hacia la red inteligente que no se lleven a cabo o no se concreten. Para la solución de esta falla, se verifica la tabla, con el comando SAACTIONS, que indica las acciones que se deben realizar para el incremento de los SAE alarmados.

Los SAE globales, impactan todos los servicios del nodo, mientras que los SAE locales únicamente los bloques indicados. La acción para eliminar estas fallas es incrementar el tamaño del SAE alarmado con el comando SAAII. Se procede de la siguiente forma:

**DBTSP:TAB=SACTIONS;**

SAE Globales APT (0 / 299, 430 ”/ 499, 900 / 1799)

SAE Globales APZ (300 / 429, 462, 1800 / 1899)

SAE Locales APT (500 / 799)

SAE Locales APZ (800 / 899)

En el caso de tener alarmas en los bloques de memoria virtual (SAE), de carácter global, indica que el bloque total de la memoria virtual se encuentra por arriba del umbral, esto puede ocasionar una severa afectación en el servicio si el SAE no se amplía de forma inmediata.

Para diagnosticar un CP, la alarma aparece cuando existen disturbios de *software* en el procesador de la central o cuando una parte del *hardware* del CP presenta anomalía. Para la detección, se lleva a cabo los siguientes pasos:

- Se verifica que no existan RP con falla, si los hubiera se procede a su reparación. Utilizando el comando EXRPP:RP=ALL;
- Verificación del estado de los procesadores. Se utiliza el comando DPWSP; en la sección del *prompt*. En el estado de STATE=HA(HASTED) o SE (Separado), se repara inmediatamente, si el estado es WO-FM, entonces se repara en horas de bajo tráfico.

## Apéndice 2. Comandos en la Señalización SS7 y SIGTRAN

Los links de señalización SS7 se pueden determinar por links de alta y de baja velocidad. El estado del *link*, el cual si se muestra como *Reastoring*, indica que el link es inalcanzable y está fuera de servicio. Para estos casos en particular, la gestión se hace sobre los equipos del proveedor *Ericsson, Blade-Cluster*, los cuales son señalización a nivel Centro América, para el operador Telefónica. Para determinar si un link es de alta o de baja velocidad se utiliza el siguiente comando:

**<C7LDP:LS=ALL;**

CCITT7 LINK SET DATA

LS	SPID	ASP	SPID	
0-6184		TORTG1P		
SLC ACL PARMG ST			SDL	SLI
0 A2 0	C7ST2C-31		UPD-1476/C7ST2C-31	
SLC ACL PARMG ST			SDL	SLI
0 A2 0	C7ST2C-128		UPD-25/GUAZA1PINT-0	
1 A2 0	C7ST2C-160		UPD-26/GUAZA1PINT-1	
LS	SPID	ASP	SPID	
0-14440		SSASA1P		
SLC ACL PARMG ST			SDL	SLI
0 A2 0	C7ST2C-136		UPD-1561/SSASA1PINT-0	
LS	SPID	ASP	SPID	
0-14453		SSASA2P		
SLC ACL PARMG ST			SDL	SLI
0 A2 0	C7ST2C-152		UPD-825/SSASA2PINT-0	
1 A2 0	C7ST2C-184		UPD-826/SSASA2PINT-1	
2 A2 0	C7ST2C-2		UPD-961&C7ST2C-2	

3	A2	0	C7ST2C-6	UPD-962&C7ST2C-6
4	A2	0	C7ST2C-14	UPD-963&C7ST2C-14
5	A2	0	C7ST2C-22	UPD-964&C7ST2C-22
6	A2	0	C7ST2C-25	UPD-965&C7ST2C-25
7	A2	0	C7ST2C-34	UPD-966&C7ST2C-34
8	A2	0	C7ST2C-38	UPD-967&C7ST2C-38
9	A2	0	C7ST2C-42	UPD-968&C7ST2C-42
10	A2	0	C7ST2C-65	UPD-969&C7ST2C-65
11	A2	0	C7ST2C-69	UPD-970&C7ST2C-69
12	A2	0	C7ST2C-77	UPD-971&C7ST2C-77
13	A2	0	C7ST2C-85	UPD-972&C7ST2C-85
14	A2	0	C7ST2C-88	UPD-973&C7ST2C-88
15	A2	0	C7ST2C-97	UPD-974&C7ST2C-97

Para determinar el estado de un *link*, si este se encuentra activo o se encuentra con falla se utiliza el siguiente comando:

```

<c71tp:ls=all;
GCITT7 LINK SET STATE
LS          SPID      SLC      STATE      INHIBST  FCODE  INFO
0-14849    BOGOTAN  00      RESTORING  INHIBST  206    H'0
0-14856    BOGOTAC  00      ACTIVE
2-516      PANSL2M  00      ACTIVE
           01      ACTIVE
           02      ACTIVE
           03      ACTIVE
2-517      PANSL1P  00      FAULTY     5
           01      ACTIVE
           02      ACTIVE
           03      ACTIVE
           04      ACTIVE
           05      ACTIVE
           06      ACTIVE
           07      ACTIVE
           08      ACTIVE
           09      ACTIVE
           10      ACTIVE
           11      ACTIVE
           12      ACTIVE
           13      ACTIVE
           14      ACTIVE
           15      ACTIVE
2-518      DAUTE1M
2-1169     C&WDAU1
2-1173     JFMGW1   00      ACTIVE
           01      ACTIVE
2-1285     C&WJFR1  00      ACTIVE
           01      ACTIVE
2-1793     GCCMCOR  00      ACTIVE
           01      ACTIVE
2-2049     OPTXMF1  01      DEACTIVE

```

Fuente: elaboración propia con programa snipping tool.

El *log* de los *links* de señalización, como la cantidad de *links* redundantes tiene como destino un nodo en específico (un STP o un Proveedor de servicios), en el *print* muestra la columna *state* la cual indica el estado de link.

Si el link se encuentra en estado ACTIVE, este se encuentra en servicio y sin fallas, en el caso que el link se encuentre como RESTORING, indica que tiene una falla y este no se encuentra en servicio. En la columna de FCODE, indica la falla del link de señalización, para este caso es una falla 206 la cual es falla en la transmisión del link.

Si el estado del link es DEACTIVE, indica que el link ha sido dado de baja, y este no se encuentra en servicio. Se observa que para el link 2-517 el cual es un link que tiene como destino el STP 1 de Panamá, y son 16 links con ese destino, en caso de que falle la mitad, los otros 8 links retoman el tráfico, para evitar afectación de servicios.

En la verificación de las rutas se utiliza el siguiente comando:

- **EXDEP** prints device data
- **EXDRP** prints RP/EM device data
- **STRSP** prints a Route State Survey
- **STRDP** prints a Device State Survey
- **EXROP** prints route parameters
- **STRSP:R=ALL;** Estado de Individuos por RUTA

Verificación de estado de troncales por rutas, donde NDV=número de troncales, NOCC=número de troncales ocupadas, NIDL=número de troncales libres, NBLO=número de troncales bloqueadas, RSTAT estado de la ruta. Lo normal es que no se tengan troncales BLK, el cual indica que están bloqueadas, se verifica de la siguiente forma:

```

DEVICE STATE SURVEY
R   NDV NOCC NIDL NBLO RSTAT
CCD   128  0 128  0 NORES
CSFSK  64  0  32  32 NORES
CSFSKT  0  0  0  0 NORES
CSKD   64  0  64  0 NORES
CSKDT  0  0  0  0 NORES
KRDD   64  0  32  32 NORES

```

```

EXROP:R=ALL;
ROUTE DATA
R    ROUTE PARAMETERS
AUIF  DETY=AUIF
CCD   DETY=CCD
CL    DETY=CLCOF
COF   DETY=CLCOF  FNC=1
CSFSK DETY=CSFSK  FNC=1
CSFSKT DETY=CSFSK  FNC=2
CSKD  DETY=CSKD   FNC=1
CSKDT DETY=CSKD   FNC=2
IA    DETY=IA
KRDD  DETY=KRD    FNC=1

```

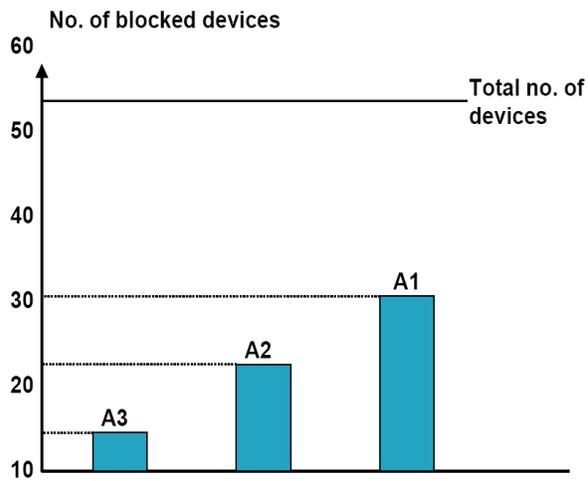
Los comandos utilizados en la gestión de señalización SS7, son los siguientes:

- Comandos de señalización SS7

c7ldp:ls=all;	Datos de los componentes de todos los Link.
c7ltp:ls=2-2095;	Estado actual del link en mención.
c7ldp:ls=2-2095	Datos de los componentes del Link en mención.
c7stp:ST= C7ST2C-47;	Estado de la terminal de señalización.
c7rsp:dest=2-2095;	Para verificar el estado del enrutamiento actual del link en mención.
FAIAP:R=ALL;	Dispositivos con falla de señalización (link).
FAIAR:R=sv1bs1o&sv1bs1i;	<i>Reset</i> a la alarma de señalización.

Fuente: elaboración propia con programa Microsoft Excel.

- *Blocking Supervision* en rutas: esta función de supervisión de bloqueo comprueba que el número de dispositivos bloqueados en un recorrido no supere un valor preestablecido. La función cuenta el número de forma manual, automática y controlar los dispositivos bloqueados.



Fuente: elaboración propia con programa Microsoft excel.

- Estado Enrutamientos de Señalización N7 ISUP

Verificación de los estados de rutas de señalización. LAS COLUMNAS IMPORTANTES A VERIFICAR SON DST Y RST, EL ESTADO NORMAL ES DST=ACC--RST=WO.

**<C7RSP:DEST=ALL;**

#### **CCITT7 MTP ROUTING DATA**

DEST	SPID	DST	PRIO	LSHB	LS	SPID	RST
0-14406	GWGTINT	ACC	1	0-14406	GWGTINT	WO	

0-14436	GWESINT	ACC	1	0-14436	GWESINT	WO
2-2078	GWES	ACC	1	2-2078	GWES	WO
2-2079	MSC1ES	ACC	1	2-2079	MSC1ES	WO
2-2081	MSC2ES	ACC	1	2-2081	MSC2ES	WO
2-2570	GWGUT	ACC	1	2-2570	GWGUT	WO
2-2654	MSC1GUT	ACC	1	2-2654	MSC1GUT	WO
2-2656	MSC2GUT	ACC	1	2-2656	MSC2GUT	WO

END

En la columna DEST indica el *point code* de destino y la columna REST indica el estado del *link* el cual debe de encontrar en WO (*working*).

- Comandos en la señalización SIGTRAN: de igual forma que la señalización SS7, se cuenta con comandos específicos en la configuración y gestión de la señalización SIGTRAN. Para enlistar el estado de los links SIGTRAN se utiliza el siguiente comando:

**<M3RSP:DEST=ALL;**

M3UA ROUTING DATA

DEST	SPID	DST	SAID	PRIO	RST
0-14534	SJLIN1P	AVA	SLIN1P_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			SLIN1P_SCTP8	1	EN-ACT-AVA

0-14588	PANSL1P	AVA	PANSL1P_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			PANSL1P_SCTP8	1	EN-ACT-AVA
			PANSL1P_SCTP9	1	EN-ACT-AVA
1-11020	GUAAB1N	AVA	GUAAB1N_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			GUAAB1N_SCTP8	1	EN-ACT-AVA
1-12003	CCNSV	AVA	CCNSV_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			CCNSV_SCTP8	1	EN-ACT-AVA
			SSASA2P_SCTP7	2	DIS-ACT-AVA
			SSASA2P_SCTP8	2	DIS-ACT-AVA
1-14002	NICMA1P	AVA	NICMA1P_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			NICMA1P_SCTP8	1	EN-ACT-AVA
			NICMA1P_SCTP9	1	EN-ACT-AVA
1-14008	SMSB_NI	AVA	SMSB_NICA_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			SMSB_NICA_SCTP8	1	EN-ACT-AVA
1-14453	SSASA2P	AVA	SSASA2P_SCTP7	1	EN-ACT-AVA
			SSASA2P_SCTP8	1	EN-ACT-AVA
			SSASA2P_SCTP9	1	EN-ACT-AVA
2-103	GUAAB1M	AVA	GUAAB1M_GARP02	1	EN-ACT-AVA
			GUAAB1M_GARP03	1	EN-ACT-AVA
2-2101	SSASA2P	AVA	SSASA2P_SCTP1	1	EN-ACT-AVA
			SSASA2P_SCTP2	1	EN-ACT-AVA
			SSASA2P_SCTP3	1	EN-ACT-AVA

Apéndice 3. **Alarmas que presentan afectación**

**<dbtsp:tab=SAactions;**

DATABASE TABLE

BLOCK TAB TABLE WRAPPED

SAFTAB1 SAACTIONS YES

ACTNUM SAE BLOCK TYPE CNTRTYP CURRNI NEWNI

2 501 ASD LOCAL THRESH1 1000000 1010967

NIE NIR STATUS NCONG

0 0 REG 0