

**Módulo empotrado del sistema SMART para la gestión de servicios de redes
inteligentes a través de ISUP del protocolo SS7**



**MAHDI SAFA DAOUD
RICARDO ANDRES VALLECILLA SIERRA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TELEMÁTICA
POPAYÁN
2004**

**Módulo empotrado del sistema SMART para la gestión de servicios de redes
inteligentes a través de ISUP del protocolo SS7**



MAHDI SAFA DAUD

RICARDO ANDRES VALLECILLA SIERRA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones**

Director

HECTOR FABIO JARAMILLO ORDOÑEZ.

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

DEPARTAMENTO DE TELEMATICA

POPAYÁN

2004



Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Ciudad y fecha (día, mes, año) _____



A mi gran familia, cuyo amor y dedicación han conseguido cosechar en mí los frutos esperados. Gracias por confiar en mis sueños, por hacerlos propios y darme el valor para entender que siempre podré realizarlos

Ricardo

A mi familia por apoyarme y guiarme en todo momento con su amor y sabiduría y a mis amigos con quienes compartimos tantos momentos durante todo este tiempo.

Mahdi



CONTENIDO

CAPITULO 1

MARCO DE REFERENCIA.....	5
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	5
1.1.1 Justificación.....	5
1.1.2 Avances a nivel de soluciones abiertas del protocolo SS7.....	7
1.1.2.1 SMART	7
1.1.3 Que existe de CTI-SS7	9
1.1.3.1 Artesyn Technologies	10
1.1.3.2 INAP GATEWAY.....	11
1.1.3.3 OPEN SS7	12
1.1.3.4 Otros Desarrollos a la fecha.....	14
1.2 BASE CONCEPTUAL DE SS7	15
1.2.1 Componentes de la red SS7	15
1.2.2 Estructura del protocolo SS7	18
1.2.3 Clases de tramas en el protocolo SS7	19
1.2.4 Estructura de las unidades de señalización del protocolo SS7.	21
1.2.5 Parte de usuario de RDSI.	23
1.2.5.1 Estructura del Mensaje ISUP.	23
1.2.5.2 Caso de una llamada básica ISUP	24

CAPITULO 2

ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	26
2.1 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS DEL MÓDULO DE SEÑALIZACION.....	26
2.1.1 Descripción.....	26
2.2 definicion de los propositos del sistema.....	27
2.2.1 Identificacion de las funciones del módulo de señalizacion.....	27
2.2.1.1 Funciones Básicas módulo de señalización	27
2.2.1.2 Funciones del módulo de señalización referentes al caso del negocio SMART.....	28



2.3	MODELO DE CASOS DE USO	31	
2.3.1	Diagrama Casos De Uso.	32	
2.3.2	Descripción de los casos de uso.....	32	
2.3.1.1	Actores.....	32	
2.3.1.2	Casos de uso	33	
CAPITULO 3			
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA			34
3.1	SUBSISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES.....	34	
3.1.1	Descripción del ambiente HW/SW de trabajo.....	34	
3.1.2	Descripción funcional del subsistema.	35	
3.1.3	Dificultades en la implementación.....	38	
3.2	SUBSISTEMA ISUP	39	
3.2.1	Descripción del ambiente HW/SW de trabajo.....	39	
3.2.2	Descripción en bloques del subsistema.	39	
3.2.2.1	Puerto Serial.	40	
3.2.2.2	Enrutador.	41	
3.2.2.3	Buffers de Tx y Rx.....	41	
3.2.2.4	Lógica ISUP.....	42	
3.2.2.5	Enlaces de señalización.....	42	
3.2.2.6	Interfaz gráfica de configuración.	43	
3.2.3	Descripción funcional del subsistema.	43	
3.3	SUBSISTEMA DE CASO DEL NEGOCIO E INTERFAZ ABIERTA.	46	
3.3.1	Descripción en componentes del sistema	46	
3.4	DIFICULTADES EN LA IMPLEMENTACIÓN.....	50	
3.4.1	Dificultad de obtención de los elementos hardware	50	
3.4.2	Imposibilidad de hacer uso del laboratorio central telefónica Ericsson AXE10.....	51	
CAPITULO 4			
PRUEBAS DEL SISTEMA			52
4.1	SUBSISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES.....	53	
4.2	SUBSISTEMA ISUP.....	53	
4.2.1	Interfaz gráfica de pruebas.	54	
4.2.2	Configuración de las pruebas.	55	
4.2.2.1	Llamada saliente.....	56	



4.2.2.2	Llamada entrante.	57
4.2.2.3	Fin de llamada simple desde el módulo de señalización.	57
4.2.2.4	Fin de llamada simple desde el terminal de la central telefónica.	58
4.2.2.5	Llamada ISUP-LOOPBACK.	58
4.2.2.6	Fin de llamada ISUP-LOOPBACK.....	58
4.2.2.7	Señalización de usuario a usuario.....	59
4.3	SUBSISTEMA DE CASO DEL NEGOCIO E INTERFAZ ABIERTA.	59
4.3.1	Interfaces gráficas de pruebas.....	59
4.3.1.1	Interfaz local.....	60
4.3.1.2	Interfaz Web.....	61
4.3.2	Configuración de las pruebas.	64
4.3.2.1	Llamada de Usuario	64
4.3.2.2	Llamada de proveedor	64
4.3.2.3	Llamada de proveedor para aumentar capacidad.	65
4.3.2.4	Disminuir capacidad.....	66
4.3.2.5	Terminación de sesión accionada por un terminal.....	66
4.3.2.6	Transferir señalización de usuario a usuario.	67
	CONCLUSIONES.....	68
	RECOMENDACIONES.....	71
	BIBLIOGRAFIA.....	72



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo del Dominio SMART	8
Figura 1.2 Manejo de Señalización.	9
Figura 1.3 Arquitectura INAP	12
Figura 1.4 Adaptación de capas OPEN SS7	13
Figura 1.5 Nodos de la red SS7	16
Figura 1.6 Estructura de la red SS7	17
Figura 1.7 Pila de protocolos SS7	18
Figura 1.8 Clases de SU	20
Figura 1.9 Estructura de la etiqueta de encaminamiento	22
Figura 1.10 Estructura del mensaje ISUP ITU-T	23
Figura 1.11 Llamada básica ISUP	24
Figura 2.1 Arquitectura Funcional de SMART III	29
Figura 2.2 Arquitectura Distribuida de la RI SMART II.	30
Figura 2.4 Modelo del despliegue SMART	31
Figura 2.5 Diagrama de casos de uso.....	32
Figura 3.1 Arquitectura HW del sistema.....	35
Figura 3.2 División Funcional del Sistema	36
Figura 3.3 Formato de trama HDLC.....	37
Figura 3.4 Ambiente de trabajo ISUP.....	39
Figura 3.5 Diagrama en bloques funcionales subsistema ISUP	40
Figura 3.6 Componentes Lógica ISUP	42
Figura 3.7 Procedimiento ISUP-LOOPBACK	43
Figura 3.8 Componentes Lógica del negocio	46
Figura 3.9 Arquitectura JMX	48
Figura 4.1 Panel de llamadas	54
Figura 4.2 Arquitectura física para pruebas.....	56
Figura 4.3. Interfaz de configuración del sistema.	60
Figura 4.4 Interfaz Web Del Adaptador De Protocolo.....	63



LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Técnicas de Codiseño para sistemas avanzados de Telecomunicaciones.

Anexo B. Códigos y formatos para los mensajes ISUP del módulo de señalización.

Anexo C. Listado de pruebas ITU-T para la validación de los protocolos ISUP y MTP.

Anexo D. Manual de Usuario.

Anexo E. Diseño del sistema.



GLOSARIO

- ACM: *Mensaje de dirección completa-SS7.*
- ANM: *Mensaje de respuesta-SS7.*
- ANSI: *Asociación Nacional de Estándares Internacionales estadounidense.*
- ASIC: *Circuito integrado de aplicación específica.*
- ATM: *Protocolo de transporte asíncrono.*
- AXE-10: *Central telefónica de fabricada por Ericsson.*
- CIC: *Código de identificación del circuito.*
- CORBA: *Arquitectura de la OMG para el mediador de requerimientos.*
- CRC: *código de redundancia cíclica*
- CTI: *integración de telefonía y computación.*
- DMS-MTX: *Central telefónica Móvil fabricada por Nortel.*
- E1: *Interfaz de troncal digital Europeo.*
- FISU: *Unidades de señalización de relleno.*
- GNU: *Licencia Pública General*
- HDB3: *Código de transmisión por doble violación.*
- IAM. *Mensaje inicial de dirección-SS7.*
- IC: *Circuito integrado.*
- INAP: *Intelligent Network Application Protocol.*
- INTERNET: *Red mundial de comunicación.*
- IOM-2: *Protocolo de conexión de electrodomésticos a RDSI.*
- IP: *Periférico Inteligente.*
- IR. *Implementación de referencia.*
- ISO: *Modelo de referencia para sistema abiertos.*
- ISUP: *Parte de usuario de RDSI.*
- ISUP-LOOPBACK: *Procedimiento de conexión usando un enlace de retorno controlado por el protocolo ISUP.*
- ITU: *Unión Internacional De Telecomunicaciones.*
- JMX: *Extensiones de gestión de JAVA.*
- JVM: *Maquina virtual de JAVA.*



Kernel: *Núcleo de un sistema operativo.*

Linux: *Conocido Sistema Operativo.*

LOOP: *Troncales de retornadas al mismo equipo.*

LSSU: *Unidades de estado del enlace.*

MGC: *Controlador De Pasarela intermedia.*

Microcontrolador (Uc): *Maquina electrónica que procesa instrucciones.*

MSU: *Unidades de Mensaje.*

MTP: *Parte de transferencia de mensajes.*

OMAP: *Parte de operaciones y mantenimiento.*

OMG: *Object Management Group, entidad normatizadora de las tecnologías de orientación a objetos.*

OSI. *Organización de estándares internacionales.*

PC: *Computador Personal.*

PCM: *Modulación por impulsos codificados.*

PYMES: *Pequeñas Y Medianas Empresas.*

R.U.P: *Proceso unificado de Racional.*

R2 digital: *Antiguo Sistema de señalización propuesto por la ITU.*

RAM: *Memoria de acceso aleatorio.*

RDSI: *Red digital de servicios integrados.*

REL: *Mensaje de Liberación-SS7.*

RI: *Red Inteligente.*

RLC: *Mensaje de liberación completa-SS7.*

ROM: *Memoria de solo lectura.*

RTPC: *Red Telefónica Pública Conmutada.*

S.O: *Sistema Operativo.*

SCCP *Parte de control de la conexión.*

SCP: *Punto de Control del Servicio.*

SDF: *Función de Datos del Servicio.*

SG: *Pasarela de señalización.*

SMART: *Sistema Modular Para Aplicaciones De Redes Inteligentes Y Telemáticas.*

SMS: *Sistema de Gestión del Servicio.*

SS7: *Sistema De Señalización Número 7.*

SSP: *Punto de Conmutación del Servicio.*

STACK SS7: *Pila de protocolos del SS7.*



STP: *Punto de transferencia de señalización.*

T1: *Interfaz de troncal digital Americano.*

TCAP: *Parte de capacidades de transacción.*

TCP/IP: *Protocolo de control de transporte.*

TPBC: *Plan básico de telefonía.*

TUP: *Parte de usuario de telefonía.*

V.R.I.: *Vicerrectora de inveztigaciones de la Universidad Del Cauca.*



INTRODUCCIÓN

Los paradigmas planteados por el mundo actual desde el surgimiento de la red mundial INTERNET han desencadenado grandes cambios en la cultura y en la forma de pensar de las personas, tanto en los países desarrollados como en los países en vía de desarrollo. Es así como han surgido muchas disciplinas orientadas a dar soporte tecnológico a estos cambios culturales. Pero si es verdad que el Internet ha traído grandes cambios culturales que han provocado la creación de nuevos servicios de valor agregado, también la telefonía como base de la red mas grande de telecomunicación se ve obligada a seguirlo pese a sus inconvenientes tecnológicos (Red de telecomunicaciones con bajo ancho de banda, difícil adaptación de nuevos servicios, entre otros). Por tales motivos se ve la necesidad de lograr la convergencia de estas dos redes en una red mixta que además de seguir prestando los servicios tradicionales con calidad, también sirva de soporte a nuevos servicios sin que por ello haya que desechar la infraestructura existente creada en base a las anteriores. Las nuevas tecnología CTI (*Computer Telephony Integration*) enfocadas a dar soporte a la integración entre computación (INTERNET) y telefonía prometen mucho, aunque algunas todavía son muy costosas.

En los últimos años el proyecto SMART (Sistema Modular Para Aplicaciones De Redes Inteligentes Y Telemáticas) en sus diferentes fases, ha brindado soluciones de bajo costo, que han permitido a algunas empresas Colombianas de Telecomunicaciones, adaptar sus centrales para poder prestar con ellas servicios básicos de redes inteligentes. Sin embargo han surgido nuevos requerimientos políticos y tecnológicos que obligan a los proveedores a actualizar todos sus procesos de señalización con el sistema SS7, hecho que ha tocado un punto crítico de SMART ya que la actual solución (Resultado del proyecto SMART II) [1, GIT Unícauca 2003], implementa el antiguo tipo de señalización llamado R2 digital, esto plantea el nuevo reto que SMART III pretende enfrentar aprovechando el recurso humano de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca y las nuevas herramientas tecnológicas a las que hoy se tienen acceso en ella.



El presente proyecto esta orientado a la creación de una plataforma CTI que con base en el protocolo ISUP de SS7 de soporte al proyecto SMART III del Grupo de Ingeniería Telemática – GIT, financiado por la V.R.I. para la creación de servicios avanzados de telecomunicaciones sobre redes conmutadas a través de líneas RDSI (Red digital de servicios integrados), lo cual busca aumentar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas del sector de las telecomunicaciones y brindar más comodidad para las comunidades usuarias de los servicios.

El Objetivo General planteado para este proyecto es el de diseñar y construir un sistema empotrado que implemente el nivel ISUP (Parte de usuario de la RDSI) como parte del modulo SS7 concebido por el proyecto SMART III, de modo que a través de una interfaz abierta de gestión permita procesar y generar mensajes ISUP para controlar los recursos de la red. Como objetivos específicos que conduzcan al cumplimiento satisfactorio del proyecto se encuentran, según naturaleza los siguientes.

- Evaluación: Estudiar y adquirir experiencia en el diseño de arquitecturas de Sistemas avanzados de telecomunicaciones y en la aplicación de circuitos integrados especializados en telecomunicaciones usando para ello metodologías de codiseño para el desarrollo de este proyecto.
- Formalización: Crear una arquitectura que genere y procese los mensajes de la parte ISUP del Sistema de Señalización No.7, para interactuar con la central telefónica y así permitir la gestión de sus capacidades mediante el uso de herramientas telemáticas para la prestación de servicios avanzados de telecomunicaciones soportados sobre una arquitectura de redes inteligentes.
- Aplicación: Desarrollar una interfaz de gestión que permita hacer el control sobre el módulo Hardware desde un sistema abierto e integrado para permitir que las pequeñas y medianas empresas de telecomunicaciones de la región que hagan uso de este sistema puedan aumentar su competitividad en el mercado brindando nuevos servicios sin necesidad de hacer grandes inversiones.



- Validación: Realizar pruebas con una central telefónica que permitan verificar las funcionalidades ISUP necesarias para dar soporte al sistema de gestión de señalización de SMART.
- Divulgación: Generar la correspondiente documentación acerca del sistema desarrollado que explique su función dentro del módulo SS7 del proyecto SMART III y promover su divulgación de forma que se dé a conocer los avances, éxitos y dificultades del proyecto. Promover la participación del proyecto en eventos.

El presente documento presenta el trabajo desarrollado durante la ejecución del proyecto planteado, que dio como resultado el modulo de señalización ISUP-SS7 del sistema SMART para la gestión de servicios. En el se hace un recuento el sistema de señalización numero 7 y de las causas que enmarcaron su utilización dentro del proyecto SMART, posteriormente, basándose en el modelo de construcción de soluciones de la Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Cauca, se realiza una descripción tecnológica detallada en cuanto a diseño e implementación del sistema desarrollado.

En el capítulo 1 se entrega la base teórica sobre la que se desarrolló el proyecto y se resalta su lugar dentro del proyecto de investigación SMART III. Se empieza con una breve descripción del Sistema de señalización número 7 como base del proyecto y posteriormente se observa el estado del arte de este tema y se resaltan los antecedentes que le dieron origen como parte un proyecto de investigación.

En el Capítulo 2 se empieza a describir el sistema construido con base en el modelo de construcción de soluciones de la FIET, en este capítulo se hace un análisis de requisitos teniendo en cuenta las necesidades de un módulo de señalización básico y las necesidades planteadas dentro del dominio del caso del negocio del proyecto de investigación SMART III.

En el capítulo 3, se presentan los detalles específicos de implementación, se hace referencia a las tecnologías utilizadas y se describe el sistema implementado de una manera funcional que ayuda a comprender mejor y de una manera más explicativa el comportamiento del sistema construido.



En el capítulo 4, se hace referencia a una parte de las pruebas estandarizadas por la ITU-T para la validación de un sistema convencional de señalización número 7 y se expone el plan de pruebas seguido, para validar que el sistema cumpla efectivamente con los requerimientos del proyecto SMART III. Finalmente se presentan las conclusiones y perspectivas del presente trabajo.



CAPITULO 1

MARCO DE REFERENCIA

1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1.1 Justificación.

Las tecnologías de telecomunicaciones evolucionan a pasos agigantados moviéndose hacia arquitecturas que permitan la prestación de servicios que les den valor agregado a sus sistemas y aprovechando al máximo las infraestructuras de telecomunicaciones existentes, sin embargo la gran cantidad de soluciones que se han desarrollado alrededor de esto, igual que en los demás sectores de la electrónica han generado una gran cantidad de estándares de facto que por su incompatibilidad no han permitido un avance mas acelerado del sector, como por ejemplo; la aparición de múltiples sistemas de acceso en redes celulares hace que éstas resulten poco compatibles entre ellas y que a la vez dificulten a los proveedores de servicio evolucionar hacia otros sistemas de acceso que en su momento podrían resultar mas convenientes. El surgimiento de los organismos internacionales generadores de estándares ha solucionado en gran parte este problema aunque no del todo, este hecho resulta normal teniendo en cuenta las nuevas necesidades del mercado y el gran avance de la tecnología que puede provocar que los esquemas hoy planteados mañana resulten no adecuados a las nuevas necesidades, un ejemplo de ello es el modelo de referencia OSI de ISO para sistemas abiertos el cual fue concebido en una época donde las condiciones tecnológicas eran distintas a las actuales y por esta causa casi ningún sistema tiene una correspondencia univoca con esta arquitectura de referencia, podemos citar por ejemplo al modelo de red TCP/IP y al modelo de red ATM.

Hoy en día los caminos de desarrollo tecnológico que ha tomado el hombre en su afán por comunicar al mundo, han generado dos grandes redes de telecomunicaciones principales teniendo en cuenta su gran difusión; estas son Internet y la RTPC (Red Telefónica Pública



Conmutada) que aún con sus diferencias tienen un objetivo común y es el de prestar sus servicios básicos con mayor calidad y menor costo, así como también buscan darle a estos servicios un valor agregado que de respuestas a la necesidades de cada cliente.

Uno de los aspectos más importantes cuando se habla de darle valor agregado a un servicio de telecomunicaciones se encuentra en su señalización, es decir que la capacidad que tiene un sistema de telecomunicaciones para prestar nuevos servicios con calidad sobre su infraestructura actual se encuentra en la capacidad que tiene ésta para gestionar estos servicios y los recursos que ellos utilizan. Es para ello que se usan los mensajes de señalización, es decir; prestar un servicio de voz sobre IP no sólo consiste en permitir el establecimiento de comunicación de voz sobre la red TCP/IP entre dos o más usuarios, para brindar este servicio y brindarlo con calidad de modo que genere ingresos, es necesario también gestionar sus terminales de abonado, gestionar el tráfico de la red, tarifificar etc. Para controlar esto se usan los protocolos de señalización. Hoy por hoy el sistema de señalización SS7 se considera el más popular de la RTPC y es un sistema muy difícil de desplazar por su gran difusión en el mercado (prueba de ello es la necesidad que han tenido otras redes de crear mecanismos para interactuar con el) [1, *McGraw Hill Series on Telecommunications, 1999*], eficiencia y el respaldo de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Por otro lado el protocolo IP es otro fuerte elemento que a través de la red mundial "INTERNET" ha integrado las computadoras de todo el mundo, soportando una cantidad de servicios inimaginables utilizando una misma infraestructura para transporte y gestión.

Es así como surge el reto de integrar las dos redes para aprovechar de ellas sus fortalezas y prestar así mejores servicios y es de ahí donde surge la tecnología CTI (*Computer Telephony Integration*) que busca aprovechar el gran potencial de las redes de computadores y a la vez la eficiencia que brinda la RTPC (*Red Telefónica Pública Conmutada*) para crear sistemas de telecomunicaciones mas completos y ricos en servicios. [2].

En realidad existen muchos desarrollos alrededor de CTI (Integración de Telefonía y Computación) usando varios tipos de señalización, sin embargo cuando se habla de desarrollos de SS7 sobre CTI el panorama cambia, ya que a pesar de que SS7 es un protocolo abierto, la mayoría de soluciones alrededor de esto han sido desarrolladas por



los mismos fabricantes de equipos de manera cerrada para que solamente sean compatibles con sus propios equipos y que así los proveedores de servicios tengan que continuar siguiendo su misma línea de productos. El mayor inconveniente para los proveedores de servicio está en los altos costos con los que se ofrecen estos desarrollos por parte de los fabricantes, hecho que evita que los pequeños proveedores de servicios de telecomunicaciones del país puedan actualizar sus equipos hacia la arquitectura de Red Inteligente que permitan prestación de servicios avanzados de telecomunicaciones a través de sus redes, y es aquí en donde la integración de telefonía y computación es fundamental. También existen en el mercado algunas soluciones más abiertas que en cierta forma ayudan a suplir las mismas necesidades pero el inconveniente de esto sigue siendo el costo con el cual son ofrecidas y por el momento no existe una solución con licencia GNU (General Public License) que se encuentre completamente desarrollada. Enseguida veremos algunos productos ofrecidos en el mercado y proyectos de solución que muestran caminos de posible solución.

1.1.2 Avances a nivel de soluciones abiertas del protocolo SS7.

1.1.2.1 SMART

El Departamento de Telemática de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca ha venido desarrollando el proyecto SMART con apoyo de la empresa privada. Este proyecto en los últimos años le ha brindado la posibilidad a pequeñas empresas de telecomunicaciones telefónicas ampliar sus servicios en pequeña escala migrando hacia sistemas de RI (Redes Inteligentes) con bajos costos. Sin embargo los sistemas desarrollados por SMART hasta el momento sólo manejan señalización R2 digital [22, CISCO 2003], el cual *no* es muy versátil y limita mucho las capacidades que este puede brindar. Además el Ministerio de Comunicaciones ha emitido una normativa nueva [Resolución 087 de 1997, ARTÍCULO 6.15. OBLIGACION DE LOS OPERADORES DE TPBC (Plan Básico de Telefonía) DE ATENDER LAS NORMAS TECNICAS OFICIALES PARA LAS REDES] exigiendo con esto el uso de señalización por canal común SS7 en toda la red nacional de telecomunicaciones, lo que plantea que todas Las empresas colombianas del sector de las telecomunicaciones deben acogerse a la implementación y uso en todos sus procesos de señalización, ésto ha dado lugar al planteamiento de una nueva fase para el proyecto



SMART llamada SMART III, la cual pretende utilizar la última tecnología de sistemas telemáticos para crear un sistema completo de prestación de servicios, que pueda ser controlado y gestionado haciendo uso del sistema de señalización SS7. Para que esto sea posible se hace necesario el uso de tecnologías CTI que permitan la integración de la telefonía y la computación. A pesar que existen varias soluciones CTI en el mercado que implementan el Stack SS7 y permiten el manejo de la señalización haciendo uso de los computadores, se ha decidido por razones económicas, que como parte del proyecto SMART se desarrolle el módulo CTI que cumpla las funcionalidades necesarias para el desarrollo del proyecto.

En la figura 1.1 podemos observar a grandes rasgos el planteamiento del proyecto SMART, en el encontramos 3 contextos o dominios principales en los cuales podemos enmarcarlos componentes del sistema de telecomunicaciones [3]:

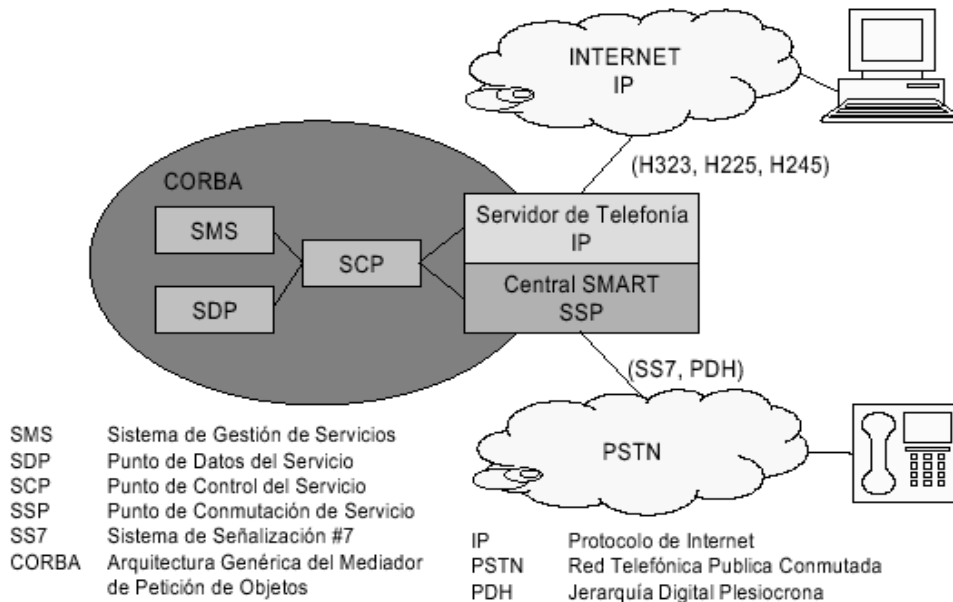


Figura 1.1 Modelo del Dominio SMART

- Dominio SMART.
- Dominio EXTERNO.
- Dominio CORBA.



El modelo planteado para SMART III pretende migrar a una arquitectura modular y funcional mejorada, planteada de la siguiente manera:

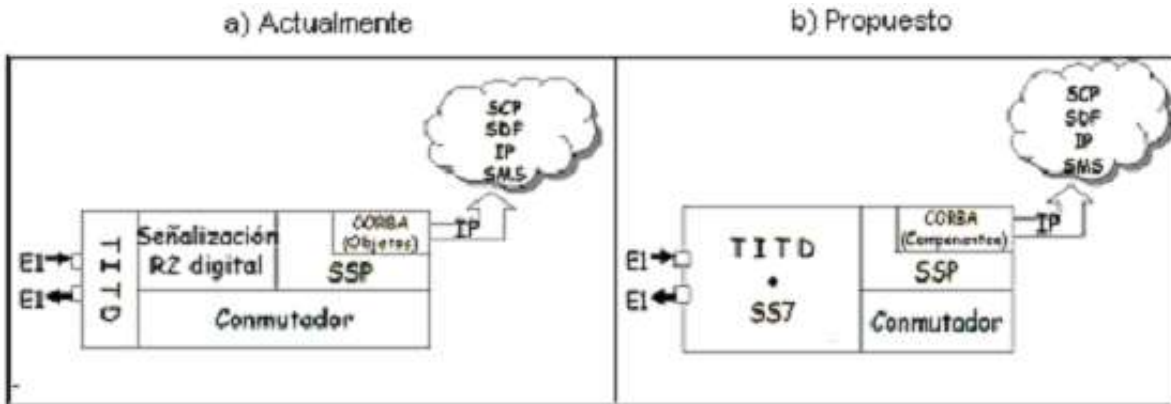


Figura 1.2 Manejo de Señalización.

Como se ve en la figura 1.2 se trata de reemplazar el módulo de señalización R2 y el módulo de interfaz de señalización por un módulo compacto que integre la interfaz de la señalización e implemente la parte de ISUP del STACK SS7. A la vez se trata de mejorar el esquema de gestión basado en el nuevo tipo de señalización que pretende ser más robusto [4].

1.1.3 Que existe de CTI-SS7

Aunque la tendencia del mercado esta enfocada a la producción de nuevos equipos de telecomunicaciones (en general centrales de conmutación) que integren en ellos mismos la telefonía conmutada y la computación para prestación de sus servicios; para muchas pequeñas empresas, en especial las PYMES (Pequeñas Y Medianas Empresas) de nuestro país, adquirir estos equipos implicaría unas grandes inversiones que no resultan muy atractivas desde el punto de vista económico. Aprovechando esto algunas compañías se han encargado de crear soluciones que permiten a las centrales actualizar sus sistemas, dándoles capacidades de prestar servicios de RI. Algunas de ellas son:



1.1.3.1 Artesyn Technologies [5]

Empresa norteamericana especializada en la creación de soluciones para redes de telecomunicaciones en general, para el caso particular de SS7 ofrecen una solución CTI llamada *Spider SS7*. *Spider SS7* es una implementación empotrada del Stack de protocolos SS7 (MTP1, MTP2, MTP3, ISUP, SCCP, TCAP) propuesto por la ITU. Además soporta STP (*Signalling Transfer Point*), SCP (*Service Control Point*), SSP (*Service Switching Point*), SG (*Signalling Gateway*), MGC (*Media Gateway Controller*) e IP SCP para integración con voz sobre IP.

SS7 fue en principio establecido para definir los mecanismos de control sobre las llamadas hechas entre dos usuarios de la PSTN y su alcance se extendió hasta abarcar los protocolos de esta red. Sus dos principales funciones son: señalización entre troncales y búsqueda de números.

Recientemente SS7 ha sido usada para proveer señalización entre redes IP para la configuración de voz sobre IP usando mezclas de IP y PSTN, además de esto, esta mezcla se presta para la creación de muchos mas servicios aprovechando las ventajas que cada una de estas redes puede brindar.

Para ello Spider SS7 ha adaptado las siguientes capas:

- Parte de transferencia de mensaje (MTP1, MTP2, y MTP3).
- Parte de conexión de señalización (SCCP).
- Parte de aplicación de capacidades de transacción (TCAP).
- Parte de usuario de ISDN.

La implementación de Spider SS7 está hecha en varios bloques funcionales empotrados que intercambian flujos de información lo que permite que las distintas capas trabajen sobre distintos dispositivos distribuidamente. Además esta disponible la implementación del código fuente sobre sistemas operativos de tiempo real como VxWorks y UNIX/Solares con sus respectivos controladores y documentación de programación. Spider SS7 puede ser licenciado como un paquete completo o como capas individuales.



Spider SS7 esta basado en los siguientes estándares:

- MTP1-ANSI T1.111, GR-246-CORE, ITU-T Recomendación Q.702
- MTP2-ANSI T1.111, GR-246-CORE, ITU-T RECOMENDACION Q.703
- MTP3-ANSI T1.111, GR-246-CORE, ITU-T Recomendación Q.704
- SCCP-ANSI T1.112, GR-246-CORE, ITU-T Recomendación Q.712, Q.713, Q.714.
- TCAP-ANSI T1.114, Telcordia GR-246-CORE, secciones T1.114, T1.114.3, T1.114.4, T1.114.5, ITU-T Recommendation Q.771, Q.772, Q.773, Q.774
- ISUP-ANSI T1.113, GR-246-CORE, ITU-T Recomendación Q.761, Q.762, Q.763, Q.764.

1.1.3.2 INAP GATEWAY [6, CTILABS Alemania 05.2002]

INAP GATEWAY (*Intelligent Network Application Protocol*) es un producto ofrecido por la compañía Alemana CTI LABS, cuyo objetivo es proveer un nodo inteligente con una herramienta flexible de creación de servicios, de modo que los proveedores de servicios puedan por si mismos darle valor agregado a sus centrales.

INAP provee una arquitectura en la que pretende que los servicios puedan ser desarrollados independientemente de la infraestructura de la red, esto se hace a partir de un componente central “*Call Manager*” el cual esta basado en una arquitectura de plataforma abierta.

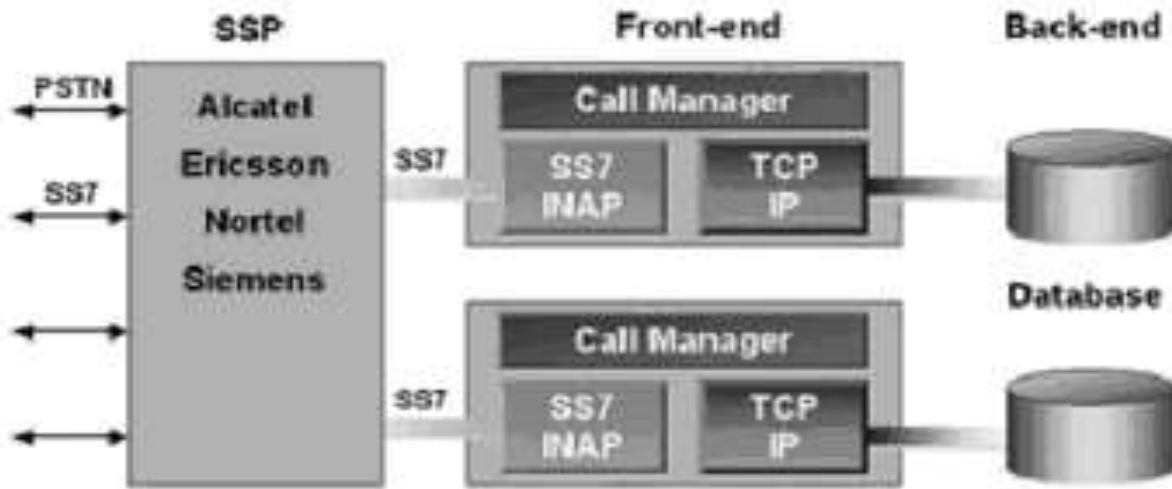


Figura 1.3 Arquitectura INAP

INAP esta basado en los siguientes estándares:

- ✓ R1: ETSI CS1 especificación ETS 300 374-1 (09/94), ETS 300 403-1, ETS 300 356-1
ITU-T rec. Q.1218, Q.850, Q.1214, X.208, X.209, X219 (1988), Q.773. (03/93), Q.1228 (09/97)
- ✓ R2: ETSI CS2 especificación EN 301 140-1 version 1.3.4 (06/99).

1.1.3.3 OPEN SS7 [7, OpenSS7 Corporation, 2002]

OpenSS7 es un proyecto que busca implementar STACK de SS7 especificado por la ITU-T, ETSI, ANSI, y otros. Este es un proyecto de GNU que busca hacer que el Standard SS7 pueda ser adquirido por muchas empresas sin que tengan que pagar por ello los exagerados costos con los que se ofrecen estos productos debido a su alta complejidad de desarrollo y mantenimiento.

OpenSS7 se empezó a desarrollar alrededor de 1996 y en ese entonces su principal interés era el de soportar la llegada de voz sobre IP y sistemas de conmutación SW. Ha sido desarrollado para algunos *kernel* de Linux, incluyendo algunas implementaciones para algunas tarjetas WAN populares para Linux.

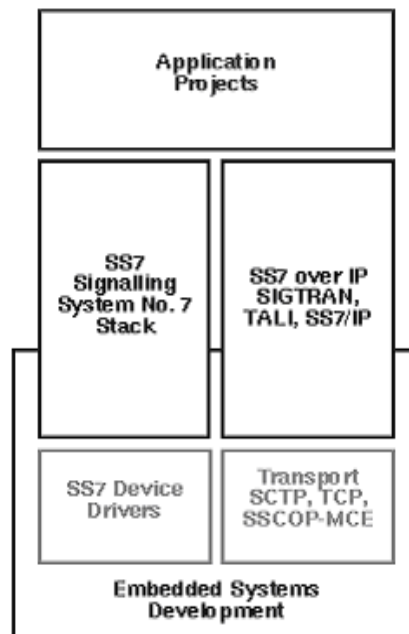


Figura 1.4 Adaptación de capas OPEN SS7

En la figura 1.4 se puede observar la adaptación de las capas del OPEN SS7 para su implementación:

- ✓ Aplicación: Aquí están incluidos proyectos de aplicación que incluyen y usan el Stack SS7.
- ✓ Stack SS7: Es el principal objetivo de OpenSS7, desarrollar por completo los componentes SS7 como son; MTP 2, MTP 3, SCCP, TCAP, ISUP.
- ✓ Stack IP SS7: También ha sido una de los principales componentes a desarrollar los protocolos que proveen soporte y SIGTRAN señalización y transporte de SS7 sobre IP pues como ya se sabe voz sobre IP ha sido una de las prioridades de OpenSS7.
- ✓ Manejadores de dispositivos SS7: Es necesario tener acceso directo de control a los dispositivos que hacen efectiva la comunicación SS7 pues es la única forma de intercambiar información con las centrales que la implementan.
- ✓ Transporte IP: Para poder dar soporte al SS7 sobre IP se debe tener un acceso eficaz a los protocolos de transporte.

Gran parte de estos componentes se deben encontrar embebidos debido a las características de tiempo real que deben soportar para que los sistemas trabajen adecuadamente.



Una de las ventajas que OpenSS7 plantea es la independencia del hardware. Se busca el uso de tarjetas de interfaz de red disponibles en el mercado para Linux de modo que sólo sea necesaria la adaptación de sus manejadores para SS7. Esto indica la necesidad de desarrollar el resto del Stack sobre el *kernel* de Linux como S.O de tiempo real. Sin embargo este no busca ofrecer una solución completamente desarrollada sino que lo que se quiere es desarrollar una plataforma que les permita a los usuarios que necesiten del sistema, trabajar sobre ella para el desarrollo de aplicaciones a la medida de sus necesidades.

En realidad el desarrollo de OpenSS7 no esta del todo terminado, hasta ahora se tiene solo el MTP1 y parte del MTP2 y su código no esta disponible precompilado pues la verdadera intención en parte es desarrollar la mayoría del Stack SS7 (MTP y SCCP) sobre los *kernel* de la serie 2.4.x de linux, sin embargo por la complejidad que esto implica el software desarrollado hasta el momento es aún inestable, hasta el punto que su ejecución puede dañar el sistema operativo, no pudiendo garantizar la fiabilidad de los procesos.

Sin embargo OpenSS7 continúa en la búsqueda de implementar un software GNU que mejore las características de mercado para los sistemas SS7.

1.1.3.4 Otros Desarrollos a la fecha

Dada la acelerada convergencia de redes conmutadas y servicios Web basados en el protocolo IP cuyo principal soporte es la computación distribuida. Durante el desarrollo del proyecto en el presente año han salido al mercado nuevos sistemas semejantes al sistema concebido por este proyecto, adaptados a las nuevas necesidades del medio y de hecho sus costos han disminuido considerablemente, lo que deja ver la clara necesidad de sistemas de este tipo.

Entre los nuevos desarrollos sucedidos a la fecha se encuentran el sistema “Hammer SS7-ISUP” de la empresa Emprix [8] y el “SS7 monitorig” de la empresa Telmar [9]. El primero es un sistema que implementa parte del protocolo ISUP sobre cuatro enlaces, para dar soporte a pequeños sistemas y para dar soporte de pruebas a otros, mientras



que el segundo es un sistema de monitoreo diseñado para optimizar los recursos de una red de telecomunicaciones.

Enseguida se trataran los detalles de desarrollo e implementación que dieron como resultado el prototipo del “Módulo de señalización ISUP” (producto esencial del presente trabajo de grado), como respuesta tecnológica a las necesidades planteadas por el proyecto SMART III. Para la descripción de este, se adapto la documentación sugerida por el modelo para la construcción de soluciones de la Universidad del Cauca.

1.2 BASE CONCEPTUAL DE SS7 [10, PERFORMANCE TECHNOLOGIES 2001]

El sistema de señalización número 7 es un protocolo abierto definido por la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones), para soportar las nuevas capacidades de servicio que esta adquiriendo la RTPC (red telefónica Pública conmutada). SS7 define los procedimientos y los protocolos por los cuales los elementos de la RTPC intercambian información sobre una red digital de telecomunicaciones, para una negociación efectiva de sus capacidades y servicios, la señalización se transmite en canales dedicados sobre el mismo medio de comunicación por el cual se envía la voz, por ello se dice que SS7 es un sistema de señalización por canal común.

1.2.1 Componentes de la red SS7

Una red de telecomunicaciones consiste en un número de nodos y conmutadores interconectados entre si para permitir transmitir información entre ellos con algún fin, (figura 1.5), La red definida por SS7 se encuentra inmersa en la red conmutada de telefonía digital y se encarga de controlar a esta misma y para ello realiza procesos tales como creación y procesamiento de transferencia de llamada, administración de la red y mantenimiento de varios componentes de red. Una red SS7 se compone de tres distintos tipos de “nodos” llamados SP (*signaling points*): [2, *NewNet product Family*].

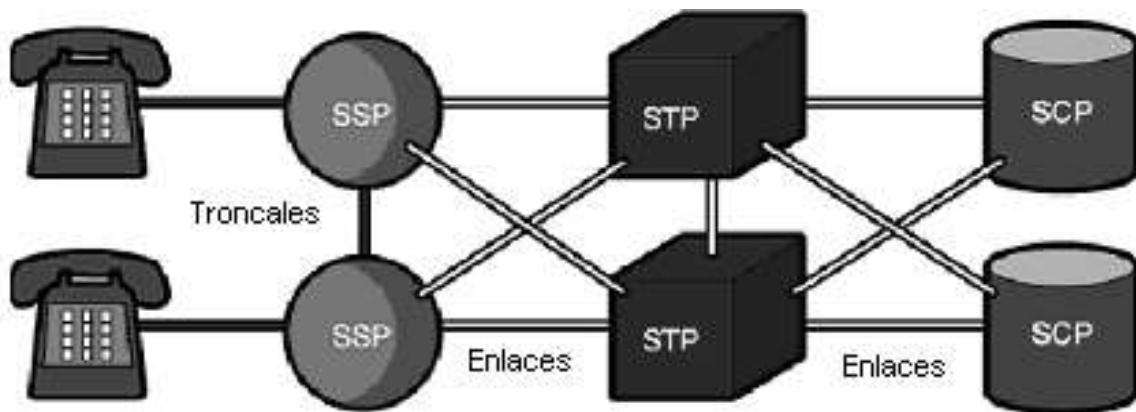


Figura 1.5 Nodos de la red SS7

- **SSP (Service Switching Point):** Estos son conmutadores que originan y terminan o simplemente transitan llamadas. Un SSP envía mensajes de señalización a otros SSPs para configurar, gestionar y liberar los circuitos de voz y datos requeridos para completar una llamada. Un SSP puede también enviar mensajes de requerimiento a una base de datos centralizada (SCP) con el fin de determinar como enrutar una llamada.
- **STP (Signal Transfer Points):** Un STP es un SP encargado de enrutar los mensajes de la red SS7 basado en la información contenida en sus tablas de enrutamiento o por medio de información obtenida como resultado de una consulta a un STP. Los STP eliminan la necesidad de tener enlaces directos entre todos los SP. Un STP puede llevar a cabo el procedimiento de “traducción de título global” el cual tiene la particularidad de identificar una red mediante un número telefónico (Ej.: servicios 800), un STP también puede actuar como “*firewall*” para filtrar mensajes de algunas redes.
- **SCP (Service Control Points):** Un SCP es básicamente una SP que contiene una base de datos que mantiene información referente a la red SS7 para entregarla los SP que la requieran. Cuando un punto de señalización no tenga directamente la información acerca de la red, el SCP debe proveer la información del enrutamiento.

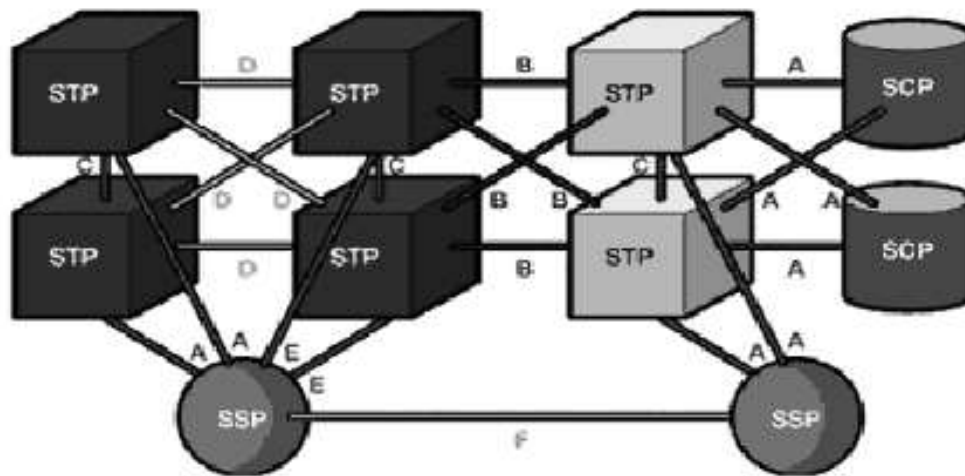


Figura 1.6 Estructura de la red SS7

Los SP a su vez son conectados entre ellos por los “*data links*”, (Figura 1.6) los cuales están clasificados de la siguiente manera:

- **Enlaces A:** Conectan extremos de la red (Ej. SCP o SSP), únicamente transmiten mensajes originados o destinados a estos extremos.
- **Enlaces B:** Los enlaces B o “*Bridge*” conectan un “STP” con otro “STP” de otra red, estos enlaces son conexiones primarias entre los STP’s.
- **Enlaces C:** Los enlaces C o “*Cross*” son cruces alternos de enlaces que se usan cuando no se tiene una ruta disponible hacia un SP de destino.
- **Enlaces D:** Los Enlaces D o “*Diagonales*”, conectan un STP secundario con un STP Primario, en general realizan las mismas funciones que los enlaces B pero se usan de manera alternativa.
- **Enlaces E:** Se usan como enlaces alternos a los enlaces A en caso de que sea necesario.
- **Enlaces F:** Se usan para conectar SP extremos directamente, solo cuando no existen STPs en la RED.



1.2.2 Estructura del protocolo SS7

SS7 esta definido como una familia de protocolos sintetizados como una jerarquía de niveles que tratan de seguir el esquema de capas planteada por el modelo de referencia OSI tal como se muestra en la figura 1.7. Estos protocolos en general definen exactamente cuando, como y cuales mensajes son enviados a través de los enlaces de señalización. El modelo esta compuesto por los siguientes niveles; MTP1, MTP2, MTP3, SCCP, TCAP, OMAP, ASE, ISUP, TUP, En donde los tres primeros niveles (los MTP) como se muestra en la figura 1.7 son totalmente correspondientes a los del modelo OSI, mientras que el resto de niveles siguen tres caminos verticales distintos, uno es el ISUP que da soporte completo a la Red Digital de Servicios Integrados el otro es el TUP que da soporte a las llamadas analógicas de la PSTN y TCAP sigue otro camino que da soporte a la prestación servicios avanzados.

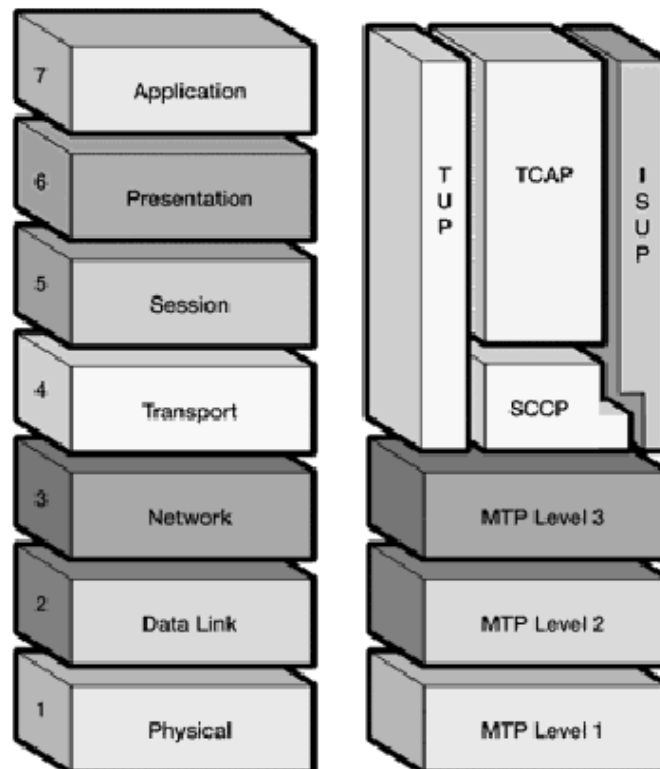


Figura 1.7 Pila de protocolos SS7



- **MTP1:** Define las características físicas y eléctricas del enlace de señalización como velocidad de datos, impedancias, código de transmisión tipo de sincronización.
- **MTP2:** Se encarga de las funciones necesarias para asegurar que los mensajes lleguen a su destino. Implementa control de flujo, chequeo y corrección de errores.
- **MTP 3:** Implementa funciones de enrutamiento, control de congestión, control de estado de los enlaces y gestión de los enlaces del SP.
- **ISUP (Parte de usuario de RDSI):** Define el protocolo usado para negociar los recursos del SP en una RDSI, tales como lo son los circuitos de voz y datos.
- **TUP (Parte de Usuario de Telefonía):** No es muy usada pues fue remplazada por ISUP y se encarga de manejar la negociación de circuitos analógicos.
- **SCCP (Parte de Control de la Conexión):** Provee servicios de red orientados a la conexión, no orientados a la conexión y traducción de titulo global, trabaja sobre los niveles MTP para proveer a ISUP Y TCAP, capacidades adicionales de servicio.
- **TCAP (Parte de capacidades de transacción):** Soporta intercambio de datos no relativos a la conexión a través de la red SS7, usando servicios no orientados a la conexión provistos por SCCP. Los requerimientos y respuestas entre SCPs y SSPs son transportados en mensajes TCAP. Además da soporte a capas superiores para manejo de redes móviles y redes inteligentes.
- **OMAP (Parte de operaciones y mantenimiento):** Es un protocolo todavía en estudio y desarrollo, actualmente son usados para gestión de enlaces y verificar información de enrutamiento en bases de datos.

1.2.3 Clases de tramas en el protocolo SS7

Un mensaje SS7 es llamado “SU” (*Signal Unit*) unidad de señalización, hay tres clases de SU como se muestra en la figura 1.8 y se clasifican de acuerdo a su longitud y a la función que realizan.



- **FISU (Unidades de relleno):** Son transmitidas continuamente sobre un enlace de señalización en ambas direcciones cuando no se esta transmitiendo ninguna otra unidad de señalización (Unidad de Mensaje (MSU) o Unidad de Estado del Enlace (LSSU)). Las FISUs únicamente transportan información de nivel 2, su finalidad es permitir el monitoreo de la calidad del enlace mediante el chequeo del campo de CRC y un mecanismo de monitor de tasa de errores basado en el conteo de SUs con CRC errado.

- **LSSU (Unidades de estado del enlace):** Transportan uno o dos octetos de información del estado del enlace entre los dos puntos pertenecientes a un enlace de señalización, esta información es usada para controlar el estado del enlace y para alineación inicial del mismo.

- **MSU (Unidades de Mensaje):** transportan todo el control de las llamadas, solicitudes y respuestas a bases de datos, gestión y mantenimiento de red. las MSU transportan información de nivel 3 (Etiqueta de encaminamiento) y de los niveles superiores.

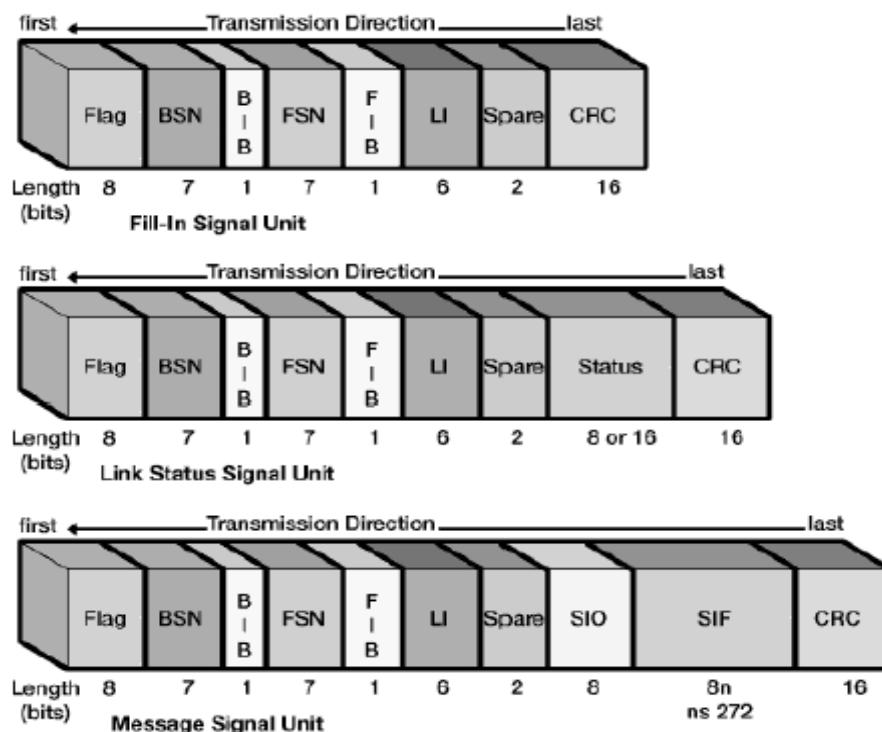


Figura 1.8 Clases de SU



1.2.4 Estructura de las unidades de señalización del protocolo SS7.

Las unidades de señalización independiente de su clase tienen un formato básico único que permite realizar las funciones de enlace de nivel 2, para esto usan los siguientes campos que también se pueden distinguir en la figura 1.4. La longitud máxima de una unidad de señalización es de 279 octetos.

- **FLAG:** Bandera que indica el comienzo de una unidad de señalización y el fin de la anterior. Esta corresponde siempre al valor binario “01111110”. Antes de transmitir una SU. El nivel 2 del MTP remueve las banderas falsas adicionando un BIT cero después de cada secuencia de cinco unos consecutivos, cuando la SU es recibida, los ceros son removidos para retornar al contenido original del mensaje.
- **BSN (Backward Sequence Number):** Es el número de secuencia hacia atrás, el cual es usado por el nivel dos para confirmar la recepción de una unidad de señalización numerada por el punto de señalización emisor.
- **BIB (Backward Indicador Bit):** Es el bit indicador hacia atrás, puede estar en cualquier valor “1” o “0”. En condiciones normales debe ser igual al FIB enviado, pero si en algún momento es trocado con respecto al “FIB”, indica acuse negativo.
- **FSN (Forward Sequence Number):** Es el número de secuencia hacia adelante, el cual contiene el número de secuencia dado por el emisor de la SU.
- **FIB (Forward Indicador Bit):** Es el BIT indicador hacia delante, es usado para recuperación de errores en conjunto con el BIB.
- **SIO (Service Indicador Octet):** Es el octeto indicador del servicio, los 4 bits altos corresponden al indicador del subservicio y los 4bits bajos corresponden al indicador del servicio
 - ✓ Indicador del subservicio: Contiene el indicador de la red (Ej. Nacional o internacional), la prioridad del mensaje.



- ✓ Indicador del servicio: especifica la capa alta hacia la cual esta dirigido el mensaje (Ej. SCCP ISUP, TUP etc.).
- **SIF (Service Information Field):** Sólo existe en las MSU y contiene la etiqueta de encaminamiento y la información de señalización.
- **CRC (Código de Redundancia Cíclica):** Contiene los bits de chequeo para detección de errores.
- **Etiqueta de encaminamiento:** En conjunto con el SIO, la etiqueta contiene la información necesaria para hacer llegar la SU a su destino final. Se compone del DPC (Destination Point Code), el OPC (Originating Point Code) y el SLS (Signaling Link Selection) tal como se muestra en la figura 1.9.
 - ✓ DPC: Es el código del SP de destino, identifica el destino en una red.
 - ✓ OPC: Es el código del SP de origen, identifica el origen en una red.
 - ✓ SLS: Selector del enlace de señalización, para compartición de carga

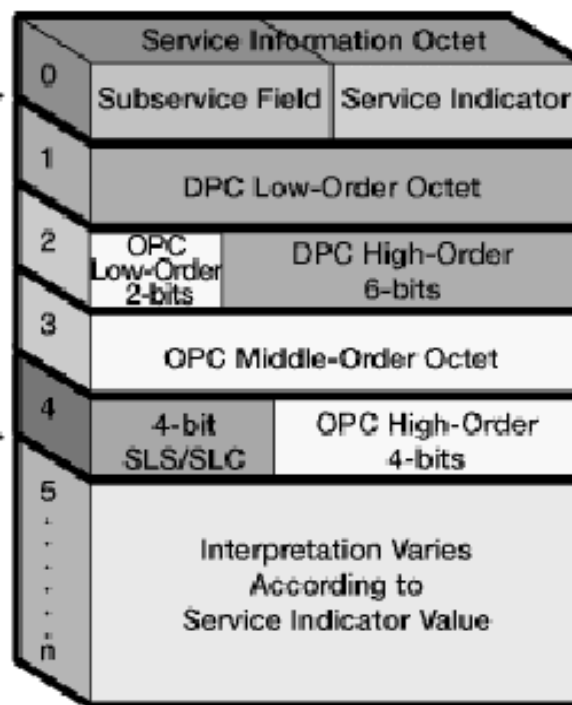


Figura 1.9 Estructura de la etiqueta de encaminamiento



1.2.5 Parte de usuario de RDSI.

La parte de usuario de RDSI define el protocolo usado para configurar, manejar y liberar troncales de circuitos que transportan voz y datos entre terminales de la red conmutada (Ej. Entre la parte llamante y la parte llamada). ISUP es usado tanto para llamadas RDSI como para llamadas no RDSI o llamadas básicas, es de aclarar que RDSI sólo es utilizado cuando las llamadas salen o entran a un nodo de conmutación, no cuando las llamadas se hacen internas a este.

1.2.5.1 Estructura del Mensaje ISUP.

La información ISUP es transportada en el SIF (Campo de Información de Señalización) de una MSU. El SIF como se muestra en la Figura 1.10, contiene la etiqueta de encaminamiento, seguida del CIC (código de identificación del circuito) el cual indica el canal o intervalo de tiempo reservado por el SP originante para transportar la voz o datos de la llamada. El CIC es seguido del tipo de mensaje (IAM, ACM, ANM, REL, RLC, etc.) el cual define el contenido del resto del mensaje que es distinto para cada tipo.

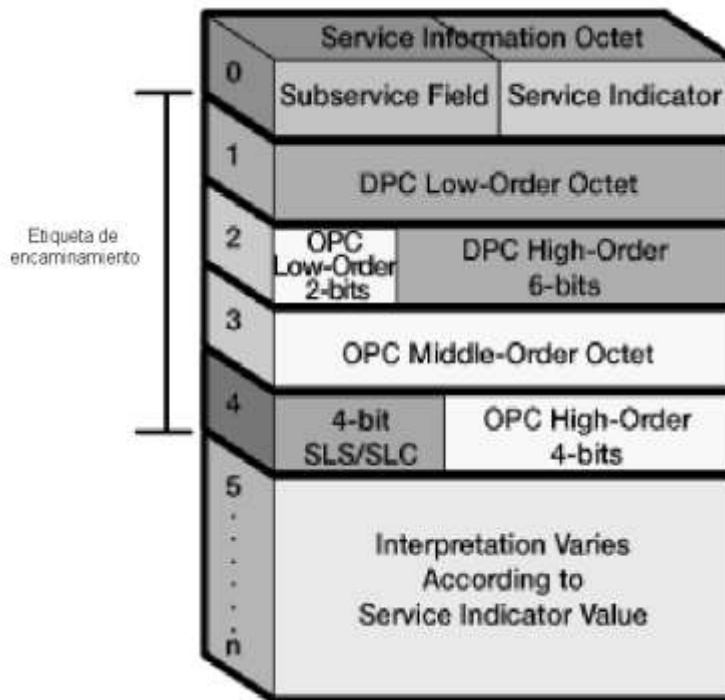


Figura 1.10 Estructura del mensaje ISUP ITU-T



Cada mensaje ISUP contiene una parte obligatoria fija la cual se compone de un número fijo de parámetros definidos según el tipo del mensaje, seguida de la parte obligatoria variable y de la parte opcional, estas dos últimas son referenciadas mediante el uso de punteros e indicadores de longitud que permiten extraer sus valores correctamente.

1.2.5.2 Caso de una llamada básica ISUP

En base a la figura 1.11 se describirá el proceso de una llamada básica SS7 usando el protocolo ISUP, con el fin de mostrar parte del funcionamiento básico del protocolo.

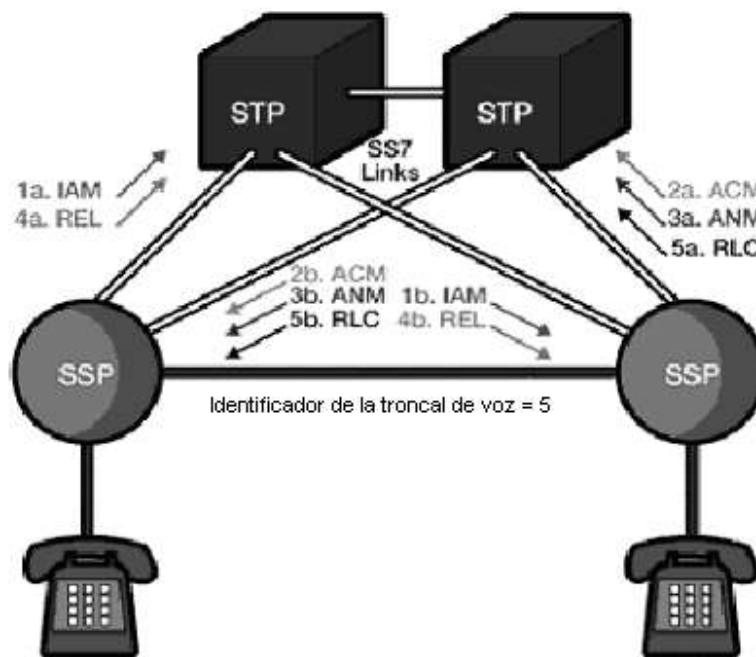


Figura 1.11 Llamada básica ISUP

- a. Cuando una llamada sale de un SSP, es enviado un mensaje de IAM para reservar un circuito libre en el origen y comunicar la necesidad de llamada al otro SSP el cual se identifica con la etiqueta de encaminamiento del mensaje y además contiene las cifras que identifican al terminal llamado dentro del SSP de destino, entonces de acuerdo a la etiqueta, este mensaje es enrutado hacia su correcto destino.



- b. El SSP de destino examina las cifras recibidas y determina si el destino esta disponible y en caso de que lo este le envía una señal de timbrado y a la vez devuelve hacia el origen un mensaje de ACM o dirección completa que indica la recepción exitosa del mensaje de IAM y la disponibilidad de los recursos para hacer la llamada.
- c. Cuando el terminal llamado contesta la llamada el SSP de destino (en el que se encuentra el terminal), envía un mensaje de ANM o respuesta de llamada que indica la conexión exitosa de los terminales de origen y destino.
- d. Cuando por algún motivo uno de los dos extremos termina la llamada, su correspondiente SSP envía un mensaje de REL o liberación el cual debe ser contestado por el SSP contrario con un mensaje de RLC o liberación completa, con el fin de dar por terminada la llamada y por liberados los recursos de los conmutadores.

Con base en la teoría expuesta, se considera que el protocolo SS7 en sí, define las funcionalidades básicas, necesarias para dar soporte a los requerimientos planteados por el proyecto SMART III, como se expondrá en el capítulo de análisis de requisitos, y además brinda un gran espacio para la creación de nuevas soluciones que permitan expandir la cobertura de servicios de la RTPC.



CAPITULO 2

ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

2.1 ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS DEL MÓDULO DE SEÑALIZACION.

2.1.1 Descripción

El módulo de señalización ISUP demanda un mínimo de dispositivos y/o módulos tanto hardware como software para poder ofrecer y soportar, con alto grado de confiabilidad, las funciones básicas de conmutación y comunicación que requiere un sistema de este tipo.

El sistema concebido debe tener la capacidad de conectarse a una central telefónica por un medio puerto Estándar e interactuar con ella usando capacidades SS7-ISUP, con las siguientes características:

- ✓ Código: HDB3.
- ✓ Tasa de bits: 2048 kbps.
- ✓ Sincronización: Doblé trama IT0, reloj esclavo.
- ✓ Impedancia: 75 ohms.
- ✓ Protocolos de capa baja: MTP (HDLC Modificado)
- ✓ Protocolo de capa alta: ISUP Libro Blanco de ITU-T.
- ✓ Intervalo de Tiempo para señalización: IT 16

Para soporte de lo anterior el sistema debe tener el HW y SW necesario que proporcione respaldo a los procedimientos de señalización del sistema número 7. Además se debe tener un medio de conmutación que permita la utilización efectiva de los recursos entregados por la central a nivel de circuitos de voz y datos, para ello no se implementara un conmutador como tal, si no que se hará uso del procedimiento ISUP-LOOPBACK que permite la introducción de una especie de conmutación virtual en el sistema, esto con el fin de simplificar el diseño.



2.2 DEFINICION DE LOS PROPOSITOS DEL SISTEMA

La fase tres del proyecto SMART pretende imponer un cambio radical en el soporte de su antigua plataforma de señalización mediante la introducción del protocolo SS7, de modo que su tecnología se ajuste a los requerimientos tecnológicos y políticos de este tiempo, para ello se busca la exploración dentro de las últimas técnicas de desarrollo de sistemas de telecomunicaciones y el uso de circuitos integrados de última generación.

El proyecto pretende proveer el soporte lógico y físico mínimo requerido para un SSP (Punto de Conmutación de Servicio) que realice una conmutación virtual básica, mediante las funciones que ofrecen el procedimiento ISUP-LOOPBACK, para lograr una eficiente y confiable comunicación entre la plataforma SMART y los usuarios telefónicos RDSI de una administración local quienes harán parte de una Red de servicios avanzados de telecomunicaciones.

Al mismo tiempo se busca la creación de una interfaz abierta de gestión que permita la utilización del módulo de señalización dentro de distintos, entornos para dar soporte a la creación de nuevos servicios que mejoren la productividad de los operadores de centrales telefónicas y a la vez mejoren la calidad de vida de sus usuarios, permitiéndoles acceder a servicios mas avanzados.

2.2.1 Identificación de las funciones del módulo de señalización

Las funciones del módulo de señalización están concebidas dentro de la norma ITU-T libro blanco de la serie Q, específicamente las recomendaciones Q700-Q704 Q707, Q710, Q737, Q760-Q764.

2.2.1.1 Funciones Básicas módulo de señalización [19. ITU-T 2000].

- ✓ Recepción de llamadas básicas desde una central telefónica mediante la atención y correcto tratamiento de los mensajes ISUP entrantes y salientes.
- ✓ Generación de llamadas básicas, obteniendo como resultado la activación de un terminal específico dentro de la central telefónica de destino.
- ✓ Terminación de llamadas.



- ✓ Transferencia de señalización usuario-usuario entre la interfaz abierta y la central telefónica.
- ✓ Manejo y configuración de los circuitos o canales disponibles.

2.2.1.2 Funciones del módulo de señalización referentes al caso del negocio SMART. [18, GIT 2001]

- ✓ Recepción de llamadas desde una central telefónica mediante la atención y correcto tratamiento de los mensajes ISUP entrantes y salientes.
- ✓ Conmutación virtual mediante el uso del procedimiento ISUP-LOOPBACK y el manejo adecuado de los mensajes ISUP para recepción y generación de llamadas.
- ✓ Terminación de llamadas.
- ✓ Transferencia transparente de elementos de Información RDSI entre llamadas asociadas con ISUP-LOOPBACK mediante el manejo adecuado de los mensajes ISUP.
- ✓ Control arbitrario del estado de las llamadas asociadas al módulo de señalización desde la interfaz de gestión.

La Figura 2.1 ilustra la Arquitectura Funcional del proyecto SMART III planteada desde octubre de 2001, la cual se ajusta a la Arquitectura Funcional de una Red Inteligente; en ella se muestran los diferentes dominios que componen el sistema a saber: [18 GIT-SMART-III-V0.5]

- ✓ Dominio SMART: Representa todo el sistema necesario para proveer servicios de Red Inteligente. Incluye parte de la Central SMART, encargada de permitir la comunicación entre los dominios de RI/CORBA y la señalización con las centrales de conmutación, y los componentes de Red Inteligente desarrollados sobre plataforma CORBA. Se muestra en el recuadro central de la gráfica.
- ✓ Dominio Externo: Conformado por las centrales locales a las que se encuentra conectada la central SMART.
- ✓ Dominio de Componentes: Hace referencia al sistema distribuido en componentes que contendrá las entidades funcionales de la RI, como son el SCP, SMS, y SDF, y la parte de interacción con el sistema distribuido del IP y el SSP.

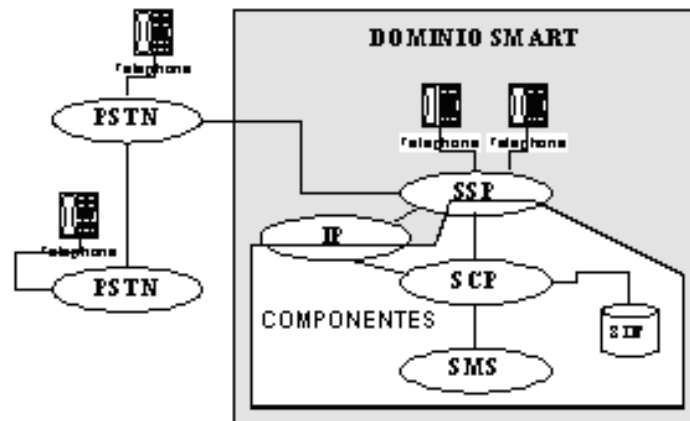


Figura 2.1 Arquitectura Funcional de SMART III

En la figura 2.2 se muestran también los componentes de la arquitectura de SMART, a saber:

- ✓ SSP: Punto de Conmutación del Servicio, Equivalente a la CENTRAL SMART. Consiste en un conmutador con capacidades de señalización ISUP que debe poder ser accedido local o remotamente desde una interfaz abierta de gestión
- ✓ SCP: Punto de Control del Servicio, Contiene la lógica de los servicios de RI.
- ✓ SMS: Sistema de Gestión del Servicio. Envuelve la lógica que permite tener control de un conjunto de servicios para validación del acceso a estos, tasación y control de calidad
- ✓ SDF: Función de Datos del Servicio. Entidad que almacena información respecto a los servicios y los usuarios
- ✓ IP: Periférico Inteligente, provee la funcionalidad de recursos especiales. Puede comunicarse con el SSP vía enlace(s) PCM y con el SCP.
- ✓ RTPC: Red Telefónica Pública Conmutada. Corresponde a los equipos de los proveedores locales de servicios de telecomunicaciones.

La superposición de la RI sobre la RTPC requiere contar con módulos SS7 para gestionar las llamadas, ya que la norma nacional exige la operación con este tipo de señalización para todas las centrales telefónicas. Es entonces, dentro del SSP, donde se encuentra ubicado el módulo de señalización como parte principal constituyente de la Central SMART de Conmutación virtual la cual se conecta a una central local utilizando un troncal digital de 32 canales empleando señalización número 7 ITU-T. Según la estructura



de RI el SSP debería tener enlace(s) PCM32 de comunicación con el Periférico Inteligente IP, con el fin de proveer la funcionalidad de recursos especiales (ver figura 2.2) tal como se realizó en la fase dos del proyecto.

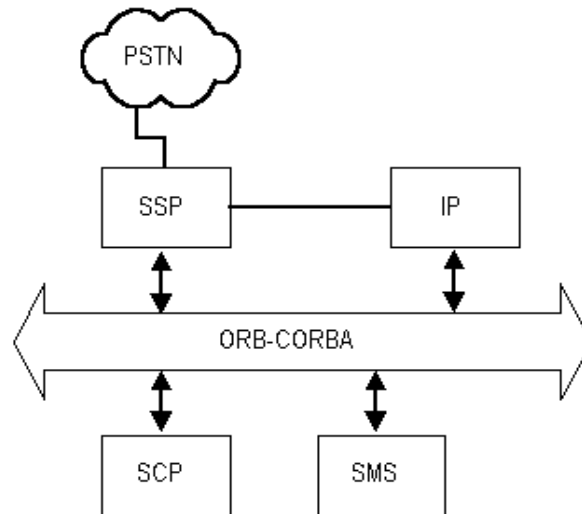


Figura 2.2 Arquitectura Distribuida de la RI SMART II.

Sin embargo, para inicio de la presente fase del proyecto no se usará un IP como tal sino que se usarán terminales RDSI convencionales que apoyadas en el procedimiento ISUP-LOOPBACK de conmutación virtual permitirán proveer recursos especiales relativos los servicios avanzados de telecomunicaciones tal como se observa en la figura 2.4.

El Módulo de señalización consiste en un sistema software que actúa sobre un hardware especializado en telecomunicaciones y es manipulado desde un PC por un sistema de configuración a través de una interfaz hombre máquina. Este módulo a su vez es manejado a través de su interfaz abierta (JMX), por el sistema de gestión SMART para poder soportar simultáneamente varios tipos de servicios avanzados, el primer servicio soportado por la plataforma SMART III será el servicio de “video por demanda” tal como lo muestra el modelo de despliegue (figura 2.3).

El modelo del despliegue muestra la arquitectura distribuida de SMART III para dar soporte al sistema de video por demanda, realizando la gestión de recursos con el módulo



de señalización que se comporta como un SSP-SS7 virtual gestionable a través de una red IP mediante el uso de interfaces JMX.

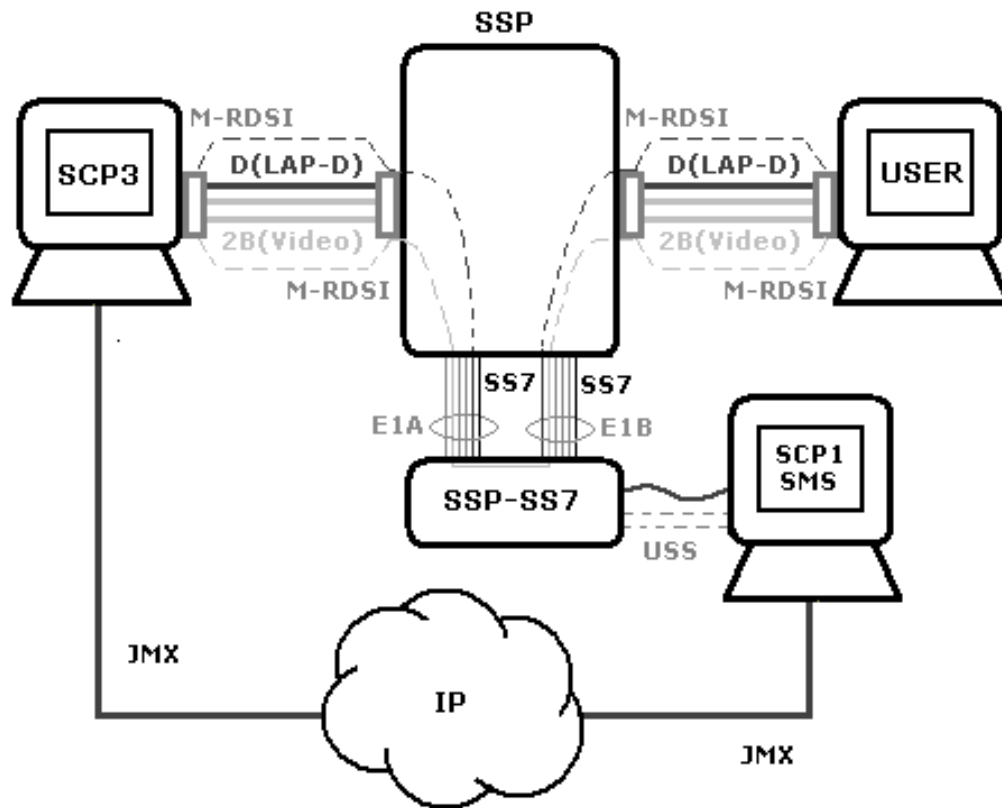


Figura 2.3 Modelo del despliegue SMART

2.3 MODELO DE CASOS DE USO

Los casos de uso planteados por el modelo unificado de racional son una herramienta muy potente para describir las funcionalidades de un sistema, a continuación se describirá las funcionalidades generales del sistema que permiten verificar los requerimientos planteados por el proyecto SMART III. Para una ver una descripción detallada del diseño del sistema, basado en el modelo de casos de uso, refiérase al anexo E de este documento.



2.3.1 Diagrama Casos De Uso.

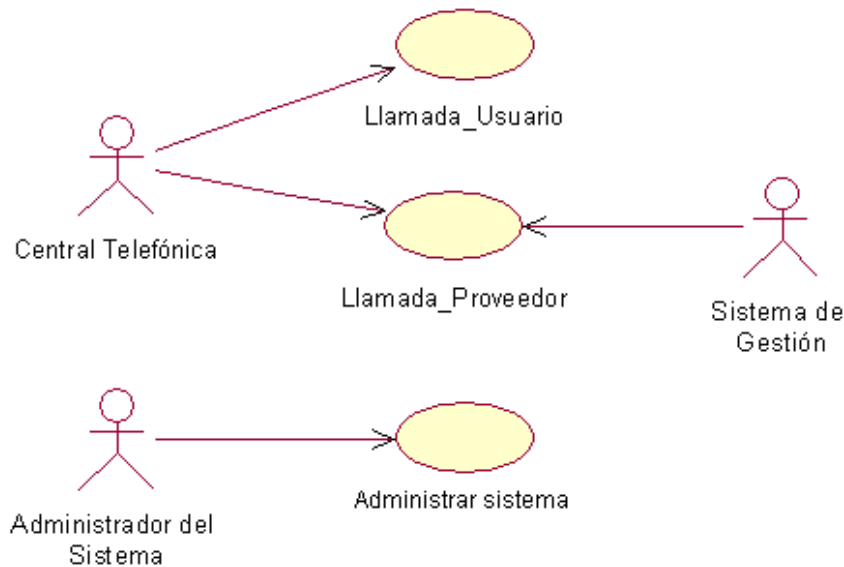


Figura 2.4 Diagrama de casos de uso.

2.3.2 Descripción de los casos de uso

2.3.1.1 Actores

- ✓ **Central telefónica:** Es un sistema completo de comunicaciones conmutadas. Implementa el sistema de señalización número 7 para comunicación con otros nodos de conmutación y servicios. Su función dentro de este contexto es generar y recibir llamadas hacia y desde el módulo de señalización respectivamente cuando uno de sus terminales o el módulo de señalización lo solicite. También esta dentro de sus funciones proveer los servicios suplementarios a sus propios terminales cuando estos o el módulo de señalización lo soliciten.
- ✓ **Sistema de Gestión:** Es un módulo del sistema SMART III, su función es gestionar la red de servicios avanzados que se encuentra montada sobre la central telefónica, usando para ello las capacidades SS7 que le brinda el módulo de señalización.



- ✓ **Administrador del sistema:** El administrador del sistema, también llamado operador en este documento, es una persona encargada de configurar los parámetros del mismo utilizando para ello la interfaz hombre maquina (interfaz gráfica), de modo que se ajusten a los requerimientos técnicos de la central telefónica y del sistema de gestión.

2.3.1.2 Casos de uso

- ✓ **Administrar sistema:** Permite al operador del sistema realizar funciones de configuración tales como administrar canales y configurar números de proveedor, usando la interfaz hombre máquina con el fin de ajustar el sistema a las requerimientos exigidos por la central telefónica y por el subsistema de gestión.
- ✓ **Llamada de proveedor:** Permite al proveedor del servicio SMART, establecer y terminar una conexión con un usuario que requiere de la prestación un servicio, proveyéndole al sistema de gestión SMART el control de la conexión para que pueda controlarlo en cualquier momento según las necesidades del sistema. Ofrece los mecanismos necesarios para proveer servicios suplementarios sobre la conexión.
- ✓ **Llamada de usuario:** Le permite a un usuario de un terminal de la central telefónica solicitar una conexión con el módulo de señalización y establecer el servicio suplementario RDSI de señalización usuario para efectos de configuración del servicio, también le permite al sistema de gestión SMART tener control de esta conexión.



CAPITULO 3 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Basados en el Modelo para la construcción de soluciones de la Universidad del Cauca, el cual está dirigido hacia el diseño de software orientado a objetos, se intentará describir el sistema como un conjunto de subsistemas distribuidos: subsistema de capas bajas o de transferencia de mensajes, subsistema ISUP y subsistema de caso del negocio e interfaz abierta. Estos niveles interactúan entre sí, manteniendo una interacción ordenada de acuerdo a lo planteado en el modelo de referencia OSI. La implementación del sistema se basó en un hardware especializando en telecomunicaciones RDSI y el lenguaje de programación JAVA.

3.1 SUBSISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES

3.1.1 Descripción del ambiente HW/SW de trabajo.

El Ambiente HW de desarrollo utilizado para obtener las funcionalidades de la Parte de Transferencia de mensajes del protocolo SS7 se basa en una tarjeta para prueba de prototipos, la Easy22554 orientada a la prueba de un IC (Circuito Integrado) especializado en Telecomunicaciones que funciona como interfaz de línea y permite la obtención de las tramas codificadas en HDB3 provenientes de un E1 estándar [23, *Easy25554. 2001*]. Sus funciones se encuentran divididas como una serie de bloques funcionales que interactúan a altas velocidades sobre un microcontrolador orientado a sistemas RDSI el cual cuenta con periféricos especializados como HDLC, interfaz de puertos Seriales, Interfaces IOM-2, [24, *c166 2002*] y trabaja a una velocidad de 30 MHZ suficientes para responder adecuadamente a los requerimientos de velocidad exigidos por el protocolo como se muestra en la Figura 3.1.

La arquitectura HW esta dividida en forma común, tal como lo especifican las técnicas de codiseño para sistemas de este tipo. Consiste de un Microcontrolador con expansión de memoria ROM (1MB) y RAM (1 MB) lo cual es suficiente para el manejo de un enlace de



señalización. Su principal componente es un ASIC o circuito integrado especializado, el cual es la interfaz con el mundo externo (Los E1 de TX) y realiza las labores más críticas en el tiempo. Su funcionamiento es sintetizado en HW y aunque el uso de estos circuitos no permite que el sistema sea muy evolutivo. Su justificación de uso esta en su gran velocidad, eficiencia y versatilidad, lo que reduce considerablemente los tiempos de desarrollo. Estos componentes principales están conectados por un bus de direcciones multiplexado en 16 segmentos de 64 kbytes y un bus de datos de 16 bits el cual transporta todo el flujo de información entre los componentes. El control del bus de datos esta centralizado totalmente sobre el microcontrolador, el cual es el maestro y el responsable del control de toda la información interna, mientras el “QuadFalc” trabaja en modo esclavo y se encarga del manejo y tratamiento de información PCM de acuerdo a las configuraciones hechas sobre él por el microcontrolador.

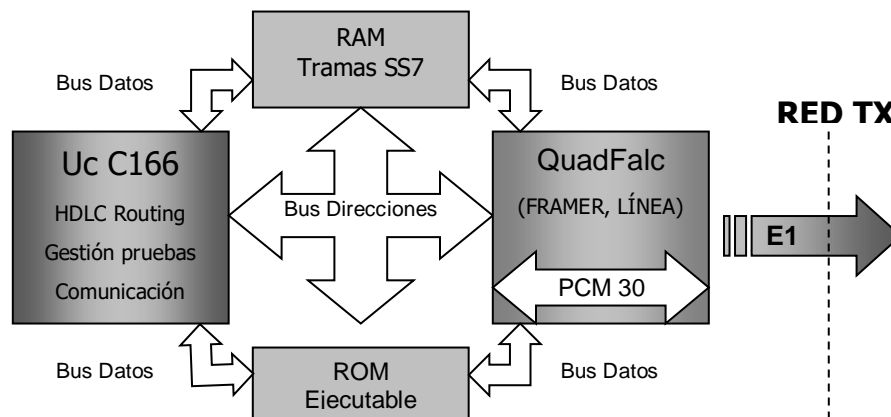


Figura 3.1 Arquitectura HW del sistema

3.1.2 Descripción funcional del subsistema.

Como se puede observar el sistema trabaja sobre una arquitectura HW que realiza las tareas críticas soportada en un microprocesador que ejecuta las funciones lógicas que pueden no resultar tan críticas. Aunque la estructura HW no pudo ser construida como parte del proyecto, en vez de esto fue adquirido un ambiente integrado que de reemplazo por razones logísticas, si se pueden analizar las razones que llevaron a los diseñadores a tomar las razones de Codiseño (ver anexo A). Antes de hacer la partición hardware/software del sistema.



Basados en el análisis de sistemas similares de acuerdo a la experiencia que se ha tenido en el análisis y desarrollo de otros sistemas, se llegó a la conclusión que las labores críticas de un sistema de telecomunicaciones tienden a residir en las capas uno y dos que corresponden a las interfaces físicas de transmisión y a los protocolos de enlace y que además siempre resulta conveniente sintetizar en HW aquellas labores que tienen un patrón constante es decir aquellas labores que comúnmente llamamos “mecánicas y repetitivas”, puesto que resultan procesos con patrones en su mayoría determinísticos que facilitan la labor del HW. Teniendo en cuenta que el nivel de enlace parte de un protocolo HDLC modificado, resultaría muy rígido implementarlo totalmente en HW lo cual lleva a la decisión de implementar solo las labores comunes a todas las derivaciones del protocolo y que en la misma manera resultan ser aquellas labores repetitivas como son control de errores entramado e inserción de banderas y ceros para evitar repetición de patrones clave. De allí en adelante se deja la responsabilidad de manejo del protocolo a entidades software que pueden correr tanto en una arquitectura monoprocesador o multiprocesador como es el caso.

A continuación veremos la división funcional del sistema Figura 3.2 y su correspondencia HW/SW dentro del sistema.

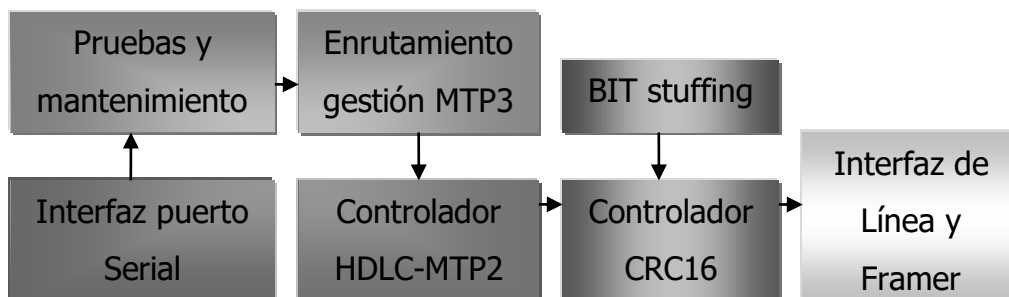


Figura 3.2 División Funcional del Sistema

➤ **Interfaz de línea y Framer.**

Entidad Hardware cuyos mecanismos permiten la generación del código de transmisión/recepción necesario para la comunicación con otra entidad del mismo tipo y el entramado de paquetes para su correcta transmisión. El código analógico generado es de tipo HDB3, sirve para transportar tramas digitales PCM de 2048 Mbps. El formato de



entramado es Dobletrama o Multitrama digital según sea el caso para el estándar Europeo.

➤ **Controlador CRC16.**

Esta entidad es una entidad hardware, pues aunque es factible su realización por software, reduciría el rendimiento de la máquina. Su función es generar un código de 16 bits calculado de acuerdo a un polinomio de chequeo de redundancia cíclica " $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ " que se aplica a la trama y se transmite al final de esta y que servirá para determinar si la trama transmitida llega sin errores a su destino [29] Tutorial de redes, 2003].

➤ **Controlador HDLC-MTP2.**

Esta entidad Hardware-Software esta encargada del nivel de enlace de las tramas SS7, el MTP-2 especificado por la ITU-T es un código HDLC (*High Speed Data Link Protocol*) modificado para una necesidad específica y presenta el formato que se muestra en la Figura 3.3. Está encargada de funciones HW como inserción de banderas, inserción de ceros, comparación de direcciones, eliminación de tramas repetidas y funciones SW como numeración de tramas, alineación inicial, retransmisión para corrección de errores y control de estado del enlace [30 SBEI, 2000].



Figura 3.3 Formato de trama HDLC

➤ **Enrutamiento gestión MTP3.**

La entidad de enrutamiento y gestión correspondiente al nivel MTP 3 del SS7, es una entidad software encargada principalmente de lograr que los mensajes lleguen a su destino correspondiente y de llevar a cabo acciones que eviten la pérdida permanente de mensajes por la caída de enlaces de señalización para lo cual posee mecanismos de gestión pertinentes. Dentro de sus funciones están, enrutamiento, control de enlaces, control de congestión entre otros.



➤ **Pruebas y mantenimiento.**

La entidad de pruebas y mantenimiento es una entidad software encargada de generar y contestar mensajes para la verificación del correcto funcionamiento de cada enlace.

➤ **Interfaz puerto Serial.**

La interfaz de puerto serial es una entidad HW/SW que trabaja sobre el protocolo RS-232 [25 DALLAS Semiconductor, 2000], a 19200 baudios con corrección de errores por paridad. Esta velocidad es suficiente para el manejo de un solo enlace de señalización, lo cual es suficiente para suplir los requerimientos del proyecto. Se espera evolucionar a interfaces seriales más veloces que permitan manejar mayor volumen de información.

3.1.3 Dificultades en la implementación

En este punto se quieren mostrar las dificultades encontradas en el desarrollo del módulo de transferencia de mensajes, el cual fue el más crítico pues su composición implicaba la consecución de múltiples elementos HW y SW los cuales no fue posible suplir del todo.

Las dificultades logísticas del proyecto SMART, no hicieron posible la obtención de todos los elementos necesarios para la implementación del subsistema (Ambiente MPC860, elementos discretos de montaje superficial, ASICs, software MTP en microcódigo), hecho por el cual se tomó la decisión de obtener un ambiente de desarrollo integrado que implementara la parte de transferencia de mensajes del sistema de señalización SS7 y de ella realizar la integración con el nivel ISUP desarrollado para el proyecto SMART. Esta decisión resultó muy conveniente para el proyecto en general y el próximo paso del proyecto SMART será realizar una adaptación HW del ambiente de desarrollo a la medida de las necesidades propias del sistema.

Por otro lado el sistema completo SS7 pensaba hacerse en arquitectura monoprocesador. Sin embargo, requisitos de memoria y la falta de dinamismo que esto implicaba, además de la experiencia estudiada en el desarrollo de sistemas similares, llevaron a que el sistema ISUP se realizara en un procesador distinto, lo que en últimas facilitó el manejo de tiempos y velocidades en el sistema.



En general los inconvenientes surgidos llevaron a que el sistema se desarrollara de acuerdo con las necesidades del mundo real, también sirvieron como experiencia pedagógica para entender la importancia del análisis en el desarrollo de un sistema de telecomunicaciones y en general de cualquier sistema.

3.2 SUBSISTEMA ISUP

3.2.1 Descripción del ambiente HW/SW de trabajo.

Como se muestra en la figura 3.4 el sistema HW/SW en el que se desarrolló el subsistema ISUP se refiere a un ambiente PC convencional con un puerto serial COM y protocolo RS-232 modificado, monitor a color preferiblemente, teclado, Mouse, con buenas capacidades de procesamiento y la JVM (Maquina virtual de JAVA) montada sobre una plataforma operativa Windows que permita la priorización de procesos como lo hacen las plataformas Windows derivadas de la arquitectura NT de Microsoft, las cuales permiten establecer prioridad de “Tiempo Real” para procesos críticos como lo es subsistema ISUP.

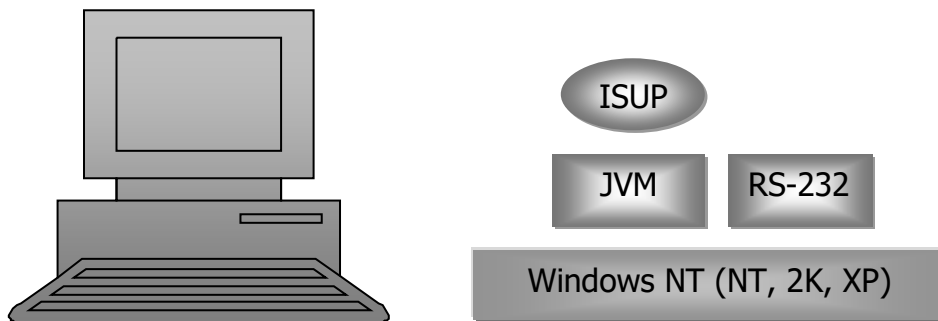


Figura 3.4 Ambiente de trabajo ISUP

3.2.2 Descripción en bloques del subsistema.

El subsistema ISUP se puede describir como un conjunto de entidades que interactúan entre sí con el fin de proveer las funcionalidades propuestas por la ITU-T para SS7. Desde el diseño el subsistema se concibió con una arquitectura de despachador de paquetes, que usa el método de comunicación por transferencia de mensajes tal como se



muestra en la Figura 3.5, basados en la experiencia que se tienen de sistemas de tiempo real [28, Rendón 2003] aplicados a sistemas de telecomunicaciones.

El subsistema desde el punto de vista arquitectural puede ser concebido como un conjunto de bloques entidad interactuando entre ellos, que permiten explicar su comportamiento de una manera relativamente sencilla.

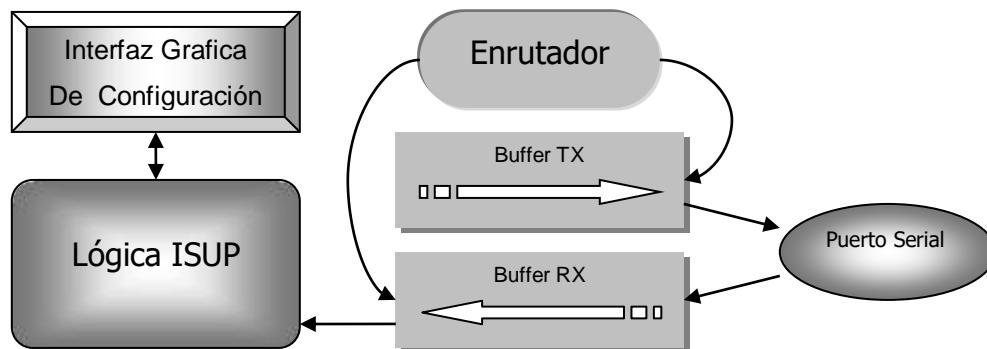


Figura 3.5 Diagrama en bloques funcionales subsistema ISUP

3.2.2.1 Puerto Serial.

Esta entidad funcional esta encargada de proveer los medios necesarios para lograr una comunicación fiable con el subsistema de transferencia de mensajes. Este proceso permanentemente esta estático a la espera de una interrupción generada por la llegada de datos desde la MTP o desde el módulo de lógica ISUP a través de los buffer. Dentro de las funciones que cumple el puerto serial están:

- ✓ Transrecepción a velocidad de 115200 baudios.
- ✓ Corrección de errores con paridad.
- ✓ Numeración de tramas.
- ✓ Chequeo de errores.
- ✓ Corrección de errores por retransmisión.
- ✓ Inserción de ceros.



3.2.2.2 Enrutador.

Basado en la arquitectura de despachador de paquetes, este módulo se encarga de enrutar los paquetes salientes de los buffers de transmisión y recepción a su destino correspondiente. Esta entidad se compone de un proceso dinámico (llamado hilo en java) que permanentemente esta chequeando la existencia de paquetes en la salida de los buffers, cuando obtiene un paquete de alguno de los dos buffers determina hacia donde se dirige el paquete y lo entrega a los submódulos correspondientes que se encargan de analizar y discriminar los paquetes y entregarlos a su destino correspondiente. Dentro de las funciones que cumple el módulo enrutador están:

- ✓ Enrutamiento.
- ✓ Discriminación.
- ✓ Transporte.

3.2.2.3 Buffers de Tx y Rx.

Las características de un sistema de comunicación por paso de mensajes generalmente implican la presencia de buffers de transferencia para salvar los problemas de sincronismo debidos a la no coincidencia de velocidad entre los sistemas que se quieren comunicar. Sin embargo también es necesaria la existencia de un mecanismo que sincronice los eventos de acceso a los buffers para evitar lecturas incorrectas o perdidas de mensajes dado el inconveniente que un proceso de lectura con uno de escritura estén accediendo directamente al recurso compartido, en este caso se usaron las funcionalidades propias de java para acceder a métodos sincronizados que eviten el acceso simultáneo a los buffers, estos fueron implementados como arreglos de vectores configurados como colas FIFO. Dentro de las funciones de los buffers están:

- ✓ Transporte.
- ✓ Almacenamiento.
- ✓ Sincronización.



3.2.2.4 Lógica ISUP.

Este bloque funcional esta encargado de implementar las funcionalidades del protocolo ISUP recomendado por ITU-T adaptadas para dar soporte al caso del negocio del proyecto SMART. Antes de entrar a explicar las funcionalidades del subsistema ISUP, a continuación se explicará brevemente los componentes que interactúan en la lógica ISUP tal como se ve en la Figura 3.6, con el fin de facilitar el entendimiento del esquema funcional.

3.2.2.5 Enlaces de señalización.

El entorno HW provee un soporte para cuatro enlaces simultáneos de señalización, para el caso sólo se utilizó uno pero la estructura ISUP se concibió de manera que fuera evolutiva. Por tal razón existen entidades que representan en forma lógica los cuatro enlaces de señalización y además definen sus parámetros y sus estados. Para que sean utilizados en el caso de una llamada ISUP.

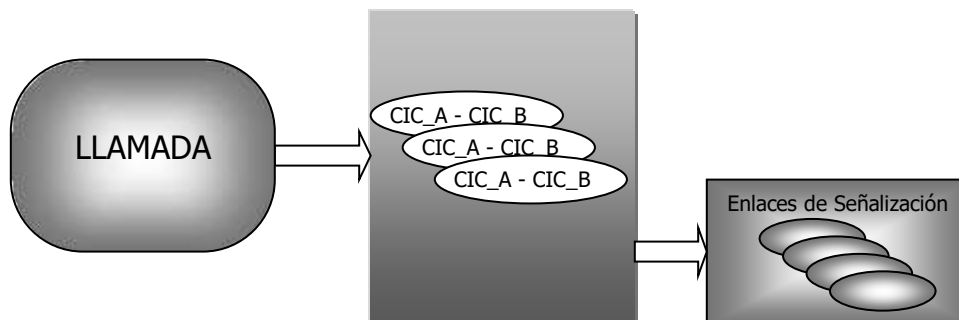


Figura 3.6 Componentes Lógica ISUP

- ✓ **Canales:** Los canales son entidades configurables que representan en forma lógica los parámetros del procedimiento ISUP-LOOPBACK, Figura 3.7. Cada canal está compuesto de dos CICs (Código de Identificación del Circuito), los cuales representan dos circuitos correspondientes de dos E1 distintos que se encuentran en LOOP físico. Estas parejas de CICs deben ser configurados en tiempo de



ejecución por el operador del sistema según un acuerdo bilateral con el operador de la central telefónica con la cual se comunica la plataforma.

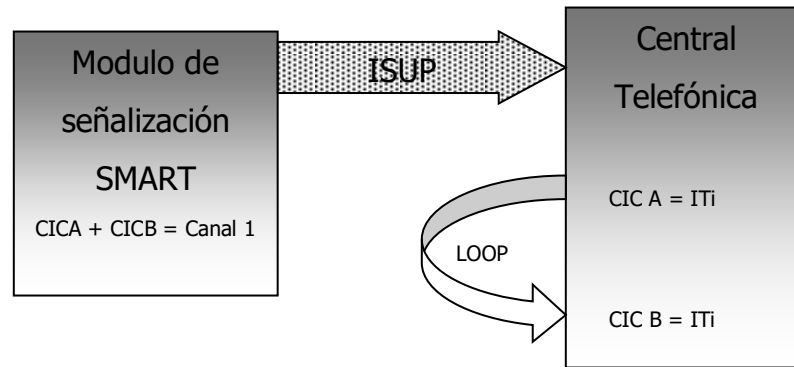


Figura 3.7 Procedimiento ISUP-LOOPBACK

- ✓ **Llamada:** Es una entidad software encargada de activar los procedimientos especificados por ISUP, para ello utiliza la información almacenada en los enlaces de señalización, en los canales y otra información proveída en tiempo de ejecución por la entidad que activa los eventos de llamada (Eventos Gráficos, Eventos Interfaz de Gestión). Llamada es un elemento estático que depende tanto de los eventos generados dentro del caso del negocio de ISUP, como de los eventos generados por la llegada de mensajes ISUP provenientes la central telefónica con la cual se está interactuando.

3.2.2.6 Interfaz gráfica de configuración.

La interfaz hombre_máquina está hecha para permitirle al operador configurar las condiciones en las que trabajará el sistema que usa el subsistema ISUP y en general el módulo de señalización. En general la interfaz gráfica permite crear y configurar canales, generar llamadas de prueba, asignar enlaces de señalización.

3.2.3 Descripción funcional del subsistema.

El subsistema ISUP se puede describir como un conjunto de funcionalidades que trabajan soportados sobre la máquina virtual de JAVA, esta particularidad hace que el sistema sea muy portable entre Sistemas Operativos, por lo pronto sólo consideraremos las



plataformas Windows NT que nos brindan capacidades de priorización de procesos y nos permiten asignar prioridad máxima a nuestro subsistema ISUP para lograr un funcionamiento eficiente del sistema.

Partiendo del caso del negocio planteado por el proyecto SMART se hizo necesaria y conveniente la implementación del sistema dividiéndolo en las siguientes funcionalidades:

- **Configuración de canales:** Los CICs son los identificadores de los circuitos del sistema de señalización No 7 en una central telefónica, los canales son entidades compuestas de dos CICs principalmente y de sus estados. Para que el sistema funcione correctamente, deben existir los canales necesarios correspondientes a los circuitos de los LOOPS puestos en la central telefónica, y por tal razón deben existir los mecanismos necesarios para que el operador del sistema pueda crear y configurar canales de acuerdo a las necesidades de configuración del sistema usuario del módulo de señalización. Para proveer esta funcionalidad los canales como entidades software deben ser modificables por una interfáz gráfica de usuario o por una interfaz simple de línea de comando, que para el caso es la primera.
- **Generación de llamadas:** Esta funcionalidad es llevada a cabo por la entidad “LLAMADA” cuando una operación propia es activada por un agente externo con el fin de hacer pruebas. “LLAMADA” utiliza la información almacenada en las entidades ENLACE DE SEÑALIZACION Y CANALES para generar y aceptar los mensajes pertinentes, y que sean transferidos hacia la central telefónica de destino y así conseguir una comunicación de voz o datos con cierto terminal de la central telefónica, a través de un circuito específico de una troncal determinada.
- **Recepción de llamadas:** Esta funcionalidad es atendida por la entidad “LLAMADA” cuando una operación de recepción de llamada es activada por causa de la recepción de un mensaje de inicio de llamada. “LLAMADA” debe responder adecuadamente de acuerdo a la información almacenada en “ENLACE DE SEÑALIZACION Y CANALES” para aceptar y generar los mensajes pertinentes, y que sean transferidos hacia la central telefónica de destino y así conseguir una comunicación de voz o datos con cierto terminal de la central telefónica, a través de un circuito específico de una troncal determinada.



- **Terminación de llamadas:** Cuando la operación de terminado de un llamada es activada por causa de la recepción de un mensaje de desconexión o por causa de un agente externo; La entidad “LLAMADA” debe responder con la generación de los mensajes ISUP necesarios para completar la finalización exitosa, de acuerdo a la información almacenada en “CANALES”. Esto con el fin de liberar los circuitos utilizados en la llamada que se esta llevando a cabo.

- **Transito de llamadas:** Mediante el procedimiento ISUP-LOOPBACK la entidad “LLAMADA” debe proveer los mecanismos necesarios mediante la generación de los mensajes ISUP pertinentes para lograr el transito de una llamada a través de un LOOP físico como se muestra en la Figura 3.7. Es decir, cuando se recibe una llamada entrante la entidad llamada debe recibirla y generar una nueva llamada por el circuito correspondiente de acuerdo los CICs almacenados en cada canal que previamente han sido configurados por el operador del sistema. Con esto, el sistema se habrá comportado como una central tandem virtual. Este procedimiento es realizado con el fin de dar soporte al subsistema del caso del negocio, de modo que se logre conectar un usuario con un proveedor del servicio dentro de la misma central telefónica, pero manteniendo el control de su comunicación desde el sistema SMART a través del módulo de señalización.

- **Transferencia de información usuario a usuario tipo 3:** La información de usuario a usuario es un servicio suplementario RDSI soportado por el SS7, existen 3 tipos distintos de señalización usuario a usuario. El tipo 3 de este servicio es el de interés para el proyecto SMART y se define como el servicio suplementario que permite el intercambio de información punto a punto entre dos usuarios, la característica del servicio de tipo 3 es que se efectúa cuando la conexión entre dos usuarios ya está establecida. La entidad “LLAMADA” tiene como función aceptar el requerimiento del servicio y empaquetar y desempaquetar información en mensajes especiales para su transporte dentro de la red SS7 hacia y desde la central de destino.



3.3 SUBSISTEMA DE CASO DEL NEGOCIO E INTERFAZ ABIERTA.

Este subsistema representa en sí el nivel de aplicación específico, para suplir los requerimientos del proyecto SMART III. Aprovechando las funcionalidades prestadas por el “Subsistema ISUP”, el cual se comporta como una centralita de tránsito, montamos sobre dicho subsistema una capa de aplicación que usará las funcionalidades prestadas por ISUP para implementar con ello las funcionalidades necesarias para suplir los requerimientos del proyecto SMART y así publicar estas funcionalidades sobre una interfaz abierta de gestión como JMX, de modo que las funcionalidades prestadas por el sistema puedan ser accedidas fácilmente por cualquier agente externo que use esta interfaz de gestión. Para el caso del proyecto SMART el agente externo es un sistema de gestión que maneja la red de servicios de SMART.

3.3.1 Descripción en componentes del sistema

El sistema básicamente se centra en el manejo de unos nuevos elementos llamados sesiones, los cuales representan la información referente al caso del negocio SMART. Estas sesiones son creadas y modificadas por “llamada” y por agentes externos a través de la interfaz abierta de gestión.

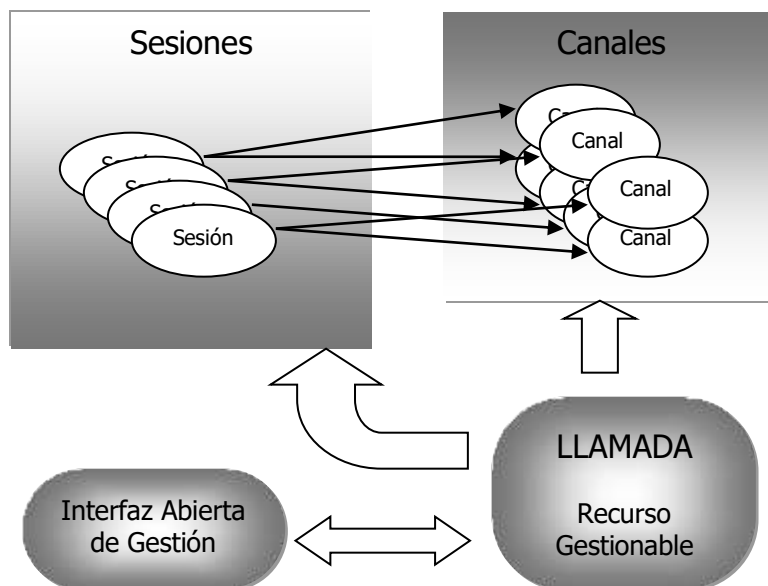


Figura 3.8 Componentes Lógica del negocio



➤ **Sesiones.**

Las sesiones son entidades que representan la prestación actual de un servicio o la solicitud de alguno, su principal objetivo es agrupar canales (Figura 3.8), como ya sabemos los canales representan dos circuitos que permiten la comunicación de dos terminales de la central usando el procedimiento ISUP-LOOPBACK. Una sesión puede tener desde *cero* hasta *dos* canales para una conexión básica y hasta 30 canales para una conexión primaria. Los canales se agregan dinámicamente a la sesión en tiempo de ejecución (Esta información es relevante para el sistema de gestión del proyecto SMART III). Cuando una sesión tiene CERO canales quiere decir que representa una llamada de solicitud del servicio y no debe ser tarificada por el Sistema de gestión de SMART. Cuando la sesión tiene uno o más canales, el uso del servicio se tarifica de acuerdo a los parámetros del sistema de gestión SMART. Las sesiones representan también un canal transparente de transferencia de elementos de información y facilidades ISUP a través del enlace de señalización.

➤ **Llamada.**

Además de activar los procedimientos especificados por ISUP, Llamada también controla la creación y actualización de las sesiones así como el reporte de sus eventos a la interfaz abierta de gestión. De acuerdo a los mensajes ISUP recibidos, Llamada actualiza los canales, crea las sesiones y relaciona estos elementos creando así una abstracción software de los recursos brindados por la central telefónica para prestar los servicios.

➤ **Interfaz Abierta de gestión.**

Teniendo en cuenta la gran versatilidad y el gran éxito que ha tenido JAVA en la construcción de sistemas distribuidos, resultó conveniente hacer uso de las extensiones de gestión de JAVA (JMX) [21, *Sun Microsystems 2003*], las cuales han sido creadas para reunir los requerimientos de gestión dinámica en el mercado y para ofrecer las herramientas correctas a los diseñadores y desarrolladores de soluciones de gestión.

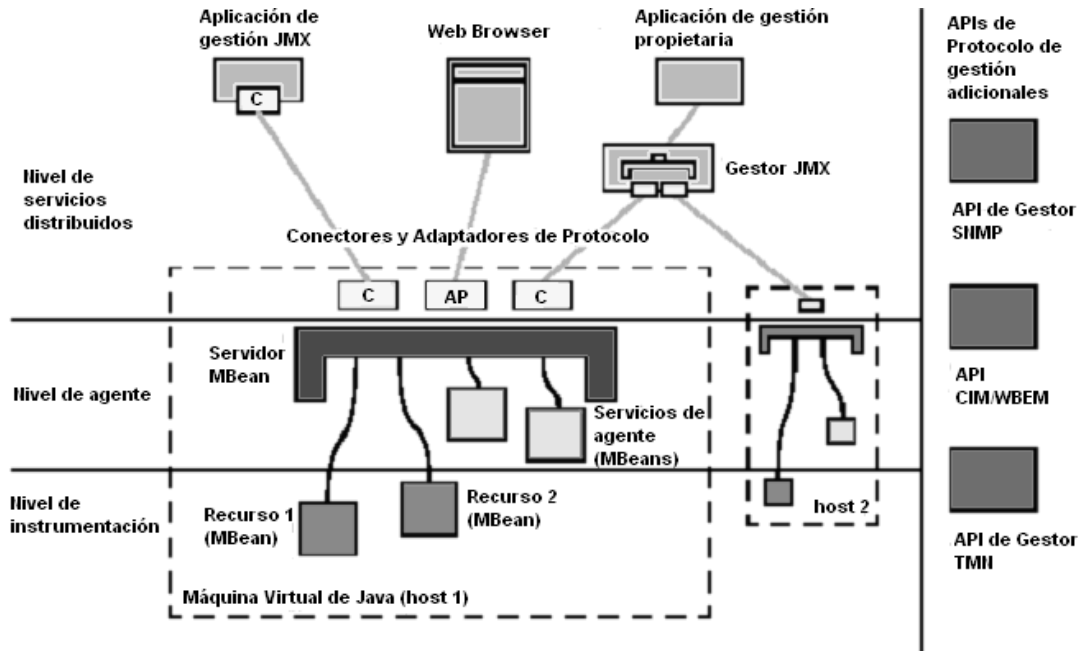


Figura 3.9 Arquitectura JMX

JMX da un camino simple y liviano para implementar objetos java gestionables. La implementación con JMX tiene muy pocos contratiempos porque es totalmente independiente de la infraestructura de gestión. Esto significa que un recurso puede ser administrable sin importar cómo está implementado su gestor.

Como se muestra en la figura 4.9, en la arquitectura de JMX, se aprecia la distribución de los componentes básicos que permiten la implementación de ésta, debe observarse que la parte de la gráfica que se encuentra encerrada en un cuadro punteado corresponde a la parte de la arquitectura implementada en el prototipo, usada para la publicación de las funcionalidades del sistema sobre la interfaz abierta de JMX:

- *Un recurso gestionable JMX* es un recurso que puede ser una aplicación comercial, un dispositivo, o la implementación software de un servicio o una política. Para ser implementado, un recurso puede escribirse totalmente en Java o simplemente ofrecer su capa superficial basada en Java. Para este caso el recurso gestionable es la entidad llamada, la cual controla los recursos de los subsistemas ISUP y caso del negocio.



- MBean, es un objeto Java que representa un recurso JMX gestionable. Por diseño, los MBeans también siguen el modelo de componentes de JavaBeans, proporcionando un mapeo directo entre los componentes de JavaBeans y la gestionabilidad. Debido a que los MBeans proporcionan una implementación de los recursos gestionados de una manera regularizada, ellos pueden ser introducidos en cualquier agente de JMX. Los MBean se caracterizan por seguir unas reglas de nombrado y por implementar un tipo de interfaz JMX, lo que le permite ser registrado abiertamente para ser gestionado.

- *Un gestor JMX* es una entidad de gestión que provee una interfaz para que las aplicaciones de gestión interactúen con el agente, distribuyan o consoliden información de gestión y proporciona seguridad. Los gestores JMX pueden controlar cualquier número de agentes, simplificando las estructuras de gestión, altamente distribuidas y complejas.

- *Un agente JMX* es una entidad compuesta de un servidor MBean, un juego de MBeans representando los recursos gestionables, y por lo menos un protocolo adaptador o conector. Un Agente de JMX también puede contener servicios de gestión, también representados como MBeans.

- *El servidor de MBean* es un registro para los MBeans en el agente, este es el componente que proporciona los servicios permitiendo la manipulación de MBeans. Todas las operaciones hechas sobre los MBeans se hacen a través de interfaces basadas en Java sobre el servidor MBean.

- *Las APIs adicionales del protocolo de gestión* están pensadas para proveer una manera estándar en la interacción de las aplicaciones de gestión Java con las tecnologías de gestión existentes. Típicamente, una aplicación usa una de estas APIs para acceder a un sistema heredado y exponer sus atributos como un recurso JMX gestionable. Este recurso permitirá que cualquier aplicación de gestión acorde con JMX gestione el sistema heredado a través de un agente JMX. Estas APIs, por lo tanto, crean un puente entre las tecnologías existentes y las futuras.



- *Los adaptadores de protocolo* y los conectores permiten que las aplicaciones de gestión accedan a un agente JMX y manipule los MBeans que contiene. Los adaptadores de protocolos dan una representación del MBeans directamente en otro protocolo, como HTML o SNMP. Los conectores incluyen un componente que provee comunicaciones extremo-a-extremo con el agente sobre una variedad de protocolos (por ejemplo HTTP, HTTPS, IIOP). Desde que todos los conectores tienen la misma interfaz basada en Java, las aplicaciones de gestión usan el conector más ajustado a su ambiente de red e incluso cambian los conectores transparentemente cuando necesitan evolucionar. Para hacer una prueba de las interfaces, se agregó un adaptador de protocolo HTTP a la aplicación.

Los agentes y gestores JMX integran servicios que les dan autonomía e inteligencia. Estos servicios habilitan a los agentes para manejar sus recursos y permiten a los gestores enviar información de un lado a otro entre agentes y aplicaciones de gestión. En la arquitectura JMX, los servicios están como MBeans que pueden ser adicionados y quitados según las necesidades. Esto brinda escalabilidad a agentes y gestores, que son críticos cuando son desplegados ante los clientes.

3.4 DIFICULTADES EN LA IMPLEMENTACIÓN

Las dificultades presentadas a continuación representan los hechos a nivel tecnológico y logístico que en un momento dado retrazaron el desarrollo del mismo y llevaron a la toma de decisiones alternativas para permitir la culminación satisfactoria del mismo.

3.4.1 Dificultad de obtención de los elementos hardware

A pesar del Internet, el fenómeno de la globalización y los avanzados medios de comunicación y de transporte, en la actualidad la capacidad de compra de la universidad no es muy flexible, lo que dificultó el entendimiento con los proveedores de tecnología electrónica a nivel mundial y representó un riesgo al tratar de adquirir los elementos necesarios para la fabricación del prototipo HW, este hecho llevó a la decisión de adquirir un ambiente integrado de desarrollo compuesto por los circuitos integrados especializados necesarios para el proyecto, de modo que las labores comerciales para



adquisición de este se hicieran con un solo proveedor y no con múltiples de ellos, lo que redujo el riesgo de consecución de elementos y permitió la rápida importación de este elemento.

3.4.2 Imposibilidad de hacer uso del laboratorio central telefónica Ericsson AXE10

El laboratorio AXE10 de la Universidad Del Cauca constituye una herramienta fundamental para el proyecto, desafortunadamente por la falta de algunos componentes (señalizadores) no se pudo en su momento hacer la instalación completa del sistema de señalización número 7. Como alternativa de solución se tomó la decisión de solicitar la colaboración de empresas de telecomunicaciones a nivel nacional que tuvieran disponibles equipos similares, de modo que permitieran tener acceso a ellos y llevar a cabo con éxito las pruebas del sistema.

3.4.3 Tiempos de estimación de desarrollo excedidos.

Es muy probable que se presente ya que todos los demás riesgos afectan en cierta medida estos tiempos de desarrollo. El análisis de los riesgos del proyecto y los criterios con que estos se atacan, hacen parte del desarrollo del proyecto y son evaluados dentro de la etapa de planeación del mismo.

3.4.4 Velocidades de procesamiento excedidas [12, HILL-PETERSON 1994].

Las características del sistema obligan al manejo de sistemas críticos en el tiempo y el principal inconveniente a superar es el de lograr llevar el procesamiento lógico hasta el punto de convertirlo en un procesamiento más tratable a bajas velocidades, lo que se superó con el uso de IC especializados en telecomunicaciones.



CAPITULO 4

PRUEBAS DEL SISTEMA

Este capítulo pretende describir los procedimientos llevados a cabo durante el desarrollo del proyecto, que permitieron verificar el correcto funcionamiento del sistema y lograr su puesta a punto.

Las pruebas se pueden describir como actividades repetitivas, enfocadas a verificar el correcto funcionamiento de los subsistemas o de todo el sistema construido, así como también orientadas a descubrir errores en la implementación del mismo. Cada prueba se realiza cíclicamente una y otra vez hasta lograr que el sistema entregue óptimos resultados y así continuar con la siguiente prueba.

El objetivo del desarrollo de estas pruebas es establecer mecanismos para recolectar información referente a la detección de problemas que pueden ser errores de diseño o implementación, fallas de operación o defectos de los componentes, que impliquen un posible defecto del sistema y que puedan incrementar los riesgos en la realización del proyecto; para hacer los respectivos correctivos, solucionar los inconvenientes y efectuar cambios o mejoras posiblemente no tenidas en cuenta.

Por las características del sistema, diseñado en capas según el modelo OSI se hizo conveniente dividir las pruebas comenzando desde el subsistema de capa más baja hasta la más alta, verificando cada uno para dar soporte al siguiente nivel implementado y verificando inmediatamente su integración para permitir la realización de las pruebas del siguiente nivel y así sucesivamente hasta tener el sistema completo.

Para la prueba y puesta a punto del sistema se hizo necesaria la utilización de herramientas avanzadas como el Analizador de protocolos SPECTRA de INET. También se hizo una verificación real con dos centrales telefónicas de distintos fabricantes, la DMS-MTX fabricada por Nortel y la AXE-10 fabricada por Ericsson.



4.1 SUBSISTEMA DE TRANSFERENCIA DE MENSAJES

Teniendo en cuenta que este subsistema se refiere a las capas bajas del Stack SS7, resulta necesario suplir los requerimientos más importantes de las recomendaciones de la ITU-T en cuanto al nivel de la Parte de Transferencia de Mensajes, consignadas en las recomendaciones Q.780, Q.781 y Q.782, sin embargo dado que no todas las funcionalidades son necesarias para el sistema propuesto, se limitará a hacer referencia al cumplimiento de las pruebas indispensables que permitan al nivel ISUP dar soporte a los requerimientos del proyecto SMART. Para conocer el listado de pruebas referentes a la parte de transferencia de mensajes, refiérase al numeral A del anexo C de este documento.

4.2 SUBSISTEMA ISUP

Al igual que para la parte de transferencia de mensajes, para la capa ISUP también existe un plan de pruebas propuesto por las recomendaciones Q.784 y Q.785 de ITU-T, en las cuales se consignan las pruebas para la realización de llamadas básicas y de los servicios suplementarios de RDSI respectivamente, esta última para probar sólo el servicio suplementario de señalización de usuario a usuario tipo 3. Para conocer el listado de pruebas referentes a la parte de transferencia de mensajes, refiérase al numeral B del anexo C de este documento. Además de las pruebas especificadas por la ITU-T este documento planteará un plan de pruebas adicionales en las cuales se busca comprobar que el subsistema ISUP quede completamente ajustado a las necesidades del sistema, especificadas para cumplir los requerimientos planteados por el proyecto SMART III.

Después de verificar las funcionalidades básicas, necesarias para que el subsistema ISUP ITU-T se encuentre adecuado para suplir los requerimientos básicos planteados por la norma, se plantean en igual forma una serie de pruebas que permiten verificar el funcionamiento global del subsistema de una manera mas práctica y funcional, así como también su adaptación para soporte del procedimiento ISUP-LOOPBACK y la transferencia de señalización usuario a usuario.



Estas pruebas tienen como objetivo, verificar los resultados percibidos por los usuarios finales de los servicios SMART, conseguidos por el módulo de señalización, mediante el manejo de los mensajes ISUP usados para acceder a los recursos de la central telefónica.

4.2.1 Interfaz gráfica de pruebas.

Para la realización de las pruebas de adaptación se construyó una interfaz gráfica (Figura 4.1), de modo que fuera posible a través de ella activar en forma manual las capacidades del módulo de señalización, para si obtener los resultados deseados. Esta interfaz gráfica consiste de botones y campos de texto, que permiten generar y recibir llamadas además de conocer su estado en todo momento.



Figura 4.1 Panel de llamadas



Con el fin de ilustrar el desarrollo de las pruebas de adaptación se explicará la función de cada uno de los componentes de la interfaz gráfica de pruebas Figura 4.1:

- ✓ *Cuadros de texto # Origen/Destino:* Permiten que el operador del panel de llamadas introduzca los números de origen y destino que serán insertados en el mensaje ISUP, también permiten desplegar el número identificado para llamadas entrantes.
- ✓ *Botones llamar:* Activan los procedimientos propios del módulo de señalización (generación de mensajes ISUP) necesarios para generar una llamada. Los parámetros de los mensajes ISUP, número de origen y número de destino son obtenidos de los cuadros de texto #Origen, #Destino respectivamente.
- ✓ *Tabla de reportes:* Permite al operador del sistema conocer los estados de los canales. Se compone de 3 campos; Canal, el cual identifica el CIC por el cual se esta haciendo una llamada, Estado, el cual puede tener tres valores (OCUPADO, LIBRE, RINGING).
- ✓ *Dirección:* Informa si la llamada es entrante o saliente.
- ✓ *Campos de texto CIC:* Permite escribir el código del circuito por el cual se desea realizar una llamada.
- ✓ *Mensajes de usuario:* Permiten desplegar e ingresar los mensajes de usuario recibidos y enviados.
- ✓ *Botones Enviar SX:* Accionan el envío de información de usuario escrita en el área de texto de mensajes de usuario de transmisión.

4.2.2 Configuración de las pruebas.

El objetivo final del subsistema ISUP dentro del marco de este proyecto, es dar soporte al caso del negocio propuesto para el proyecto SMART, por este motivo se planificaron una serie de pruebas, llamadas pruebas de adaptación, ya que buscan verificar en forma “manual” la correcta adaptación de las funcionalidades del protocolo ISUP a los requerimientos establecidos para su posterior automatización dentro del subsistema que implementa el caso del negocio de SMART. Las pruebas propuestas son realizadas sobre la arquitectura física que se muestra en la Figura 4.2. En las pruebas se hace referencia a los mensajes ISUP ITU-T configurados a las necesidades de servicio del sistema, para conocer los formatos de los mensajes utilizados, refiérase al anexo B de este documento.

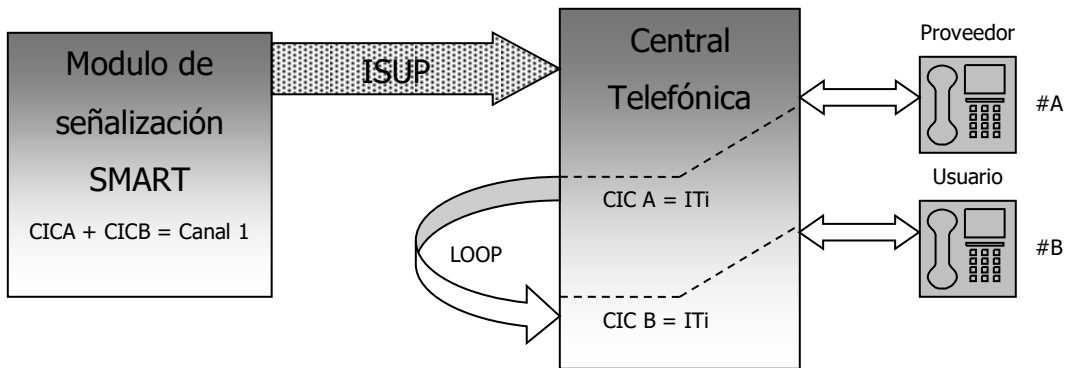


Figura 4.2 Arquitectura física para pruebas.

A continuación se explicara los procedimientos seguidos para cada prueba de adaptación:

4.2.2.1 Llamada saliente.

- Precondiciones: Ruta de señalización creada entre el módulo y la central, E1 y enlace de señalización en servicio, un circuito asociado a la ruta en estado IDLE, terminal telefónico B, libre.
- Acción esperada del módulo de señalización: Se debe hacer una llamada hacia un número B dentro de la central telefónica, desde el módulo de señalización a través de la ruta de señalización, haciendo uso del panel de llamadas; se debe accionar un botón de llamada y llenar adecuadamente sus respectivos campos de texto.
- Acción de la Central Telefónica: La central responde enviando un mensaje ISUP de dirección completa ACM (Addres Complete Message) y mensaje de respuesta ANM (Answer Message) con lo cual quedan los circuitos disponibles en el "E1" para conectar un circuito de voz.
- Resultado esperado del terminal: El terminal de telefonía debe timbrar y ser contestado, quedando conectado a un circuito disponible en el módulo de señalización del cuál debe escuchar silencio.
- Poscondición. Circuito ocupado asociado a la llamada, terminal ocupado escuchando silencio, reporte de conexión saliente en la tabla de reportes del panel de llamadas.



4.2.2.2 Llamada entrante.

- a) Precondiciones: Ruta de señalización creada entre el módulo y la central, E1 y enlace de señalización en servicio, un circuito asociado a la ruta en estado IDLE, terminal telefónico A, libre.
- b) Acción desde el terminal: Se debe hacer una llamada desde un número A hacia un número C saliendo por la ruta de señalización es decir el número C debe estar precedido por el indicativo que identifica la ruta de señalización.
- c) Acción de la Central Telefónica: La central responde enviando un mensaje ISUP de dirección inicial IAM con los parámetros correspondientes.
- d) Resultado esperado del módulo de señalización: Debe contestar la indicación de llamada con un mensaje de dirección completa ACM y mensaje de respuesta ANM con lo cual queda el circuito disponible en el "E1" para conectar un circuito de voz.
- e) Poscondición: Circuito ocupado asociado a la llamada, terminal ocupado escuchando silencio, reporte de conexión en el módulo de señalización, reporte de llamada entrante en la tabla del panel de llamadas e identificación de número llamante.

4.2.2.3 Fin de llamada simple desde el módulo de señalización.

- a) Precondición: Circuito ocupado asociado a una llamada, terminal ocupado escuchando silencio, reporte de conexión en el módulo de señalización.
- b) Acción esperada del módulo de señalización: Se Accionara la desconexión de la llamada en curso presionando el botón colgar respectivo a la llamada que se va a terminar y como resultado se deberá enviar un mensaje ISUP de liberación REL.
- c) Acción de la central Telefónica: La central responde enviando un mensaje ISUP de liberación completa RLC. Dejando libre el CIC respectivo.
- d) Resultado esperado del terminal: El terminal de telefonía debe quedar desconectado listo para ser colgado a la espera de otra llamada.
- e) Poscondición. Conexión terminada y circuitos libres.



4.2.2.4 Fin de llamada simple desde el terminal de la central telefónica.

- a) Precondición: Circuito ocupado asociado a la llamada, terminal ocupado escuchando silencio, reporte de conexión en el módulo de señalización.
- b) Acción esperada del terminal: El terminal de telefonía debe ser colgado.
- c) Acción de la Central Telefónica: La central envía un mensaje ISUP de liberación REL. Dejando libre el CIC respectivo.
- d) Acción esperada del módulo de señalización: Este responde enviando un mensaje ISUP de liberación completa RLC. Dejando libre el CIC respectivo.
- e) Poscondición. Conexión terminada y circuitos libres.

4.2.2.5 Llamada ISUP-LOOPBACK.

- a) Precondición: E1 y enlace de señalización en servicio, dos circuitos correspondientes en el tiempo asociados a la ruta en estado IDLE, terminales telefónicos A y B libres.
- b) Acciones: Recepción de llamada entrante desde el número A hacia el número B, Generación de llamada saliente desde número B hacia número A.
- c) Acción esperada del terminal A: Recibe Tono de progresión de llamada hasta que le contestan.
- d) Acción esperada del terminal B: Timbra hasta que es contestado.
- e) Poscondición: Dos circuitos ocupados asociados a la llamada, terminales ocupados conectados entre si, reporte de conexiones en el módulo de señalización e identificación de número del terminal llamado.

4.2.2.6 Fin de llamada ISUP-LOOPBACK.

- a) Precondición: E1 y enlace de señalización en servicio, dos circuitos correspondientes en el tiempo asociados a la ruta en estado BUSY, terminales telefónicos A y B ocupados.
- b) Acciones: Fin de llamada simple desde el terminal de la central telefónica, Fin de llamada simple desde el módulo de señalización.
- c) Acción Esperada de los terminales: reciben señal de colgado.



- d) Poscondición: Circuitos respectivos en estado IDLE, terminales desocupados, reporte de desconexiones en el módulo de señalización.

4.2.2.7 Señalización de usuario a usuario.

- a) Precondición: Circuito ocupado asociado a la llamada entrante, terminal ocupado escuchando silencio, reporte de conexión en el módulo de señalización.
- b) Resultado Esperado del terminal: El terminal debe solicitar la transferencia de señalización de usuario mediante una facilidad RDSI. Y cuando recibe aceptación transmite un mensaje de información de usuario.
- c) Acción de la central Telefónica: La central transforma la facilidad RDSI en un mensaje de SS7 FAR y cuando sea aceptada y reciba información de usuario la empaqueta en un mensaje de USR y lo envía al módulo de señalización.
- d) Acción Esperada del módulo de señalización: Este responde enviando un mensaje ISUP de aceptación de facilidad FAA. Y cuando recibe un mensaje de USR extrae la información y la muestra.
- e) Poscondición. Conexión establecida, circuito ocupado.

4.3 SUBSISTEMA DE CASO DEL NEGOCIO E INTERFAZ ABIERTA.

Dado que este subsistema fue concebido dentro del proyecto SMART con el fin propio de cumplir sus requerimientos y permitir la implementación de los servicios avanzados SMART, no puede existir una especificación ITU-T de referencia para dar soporte a las pruebas de este. Entonces se plantea una serie de pruebas de validación soportadas sobre las funcionalidades ya validadas del subsistema ISUP que permitirán verificar que el caso del negocio SMART para el módulo de señalización este correctamente implementado y comprobar que su manejo es posible a través de una interfaz abierta de gestión construida usando JMX.

4.3.1 Interfaces gráficas de pruebas

La configuración física para las pruebas es la misma que se muestra en la Figura 4.2, para el subsistema ISUP. Para las pruebas del caso del negocio se utilizaron dos tipos de



interfaces gráficas, una interfaz local de interacción directa con el sistema que permite verificar el caso del negocio y una interfaz proveída por un adaptador de protocolo HTTP para JMX que también comprueba el caso del negocio pero esta vez a través de la interfaz abierta de gestión en forma remota dentro de una Intranet.

4.3.1.1 Interfaz local.

Para la validación local del caso del negocio se usó el panel de configuración que a la vez presenta una representación gráfica de la información que debe ser gestionada por el sistema de gestión SMART (Figura 4.3). Esto con el fin de proveerle al operador una herramienta más potente de configuración y validación del sistema.

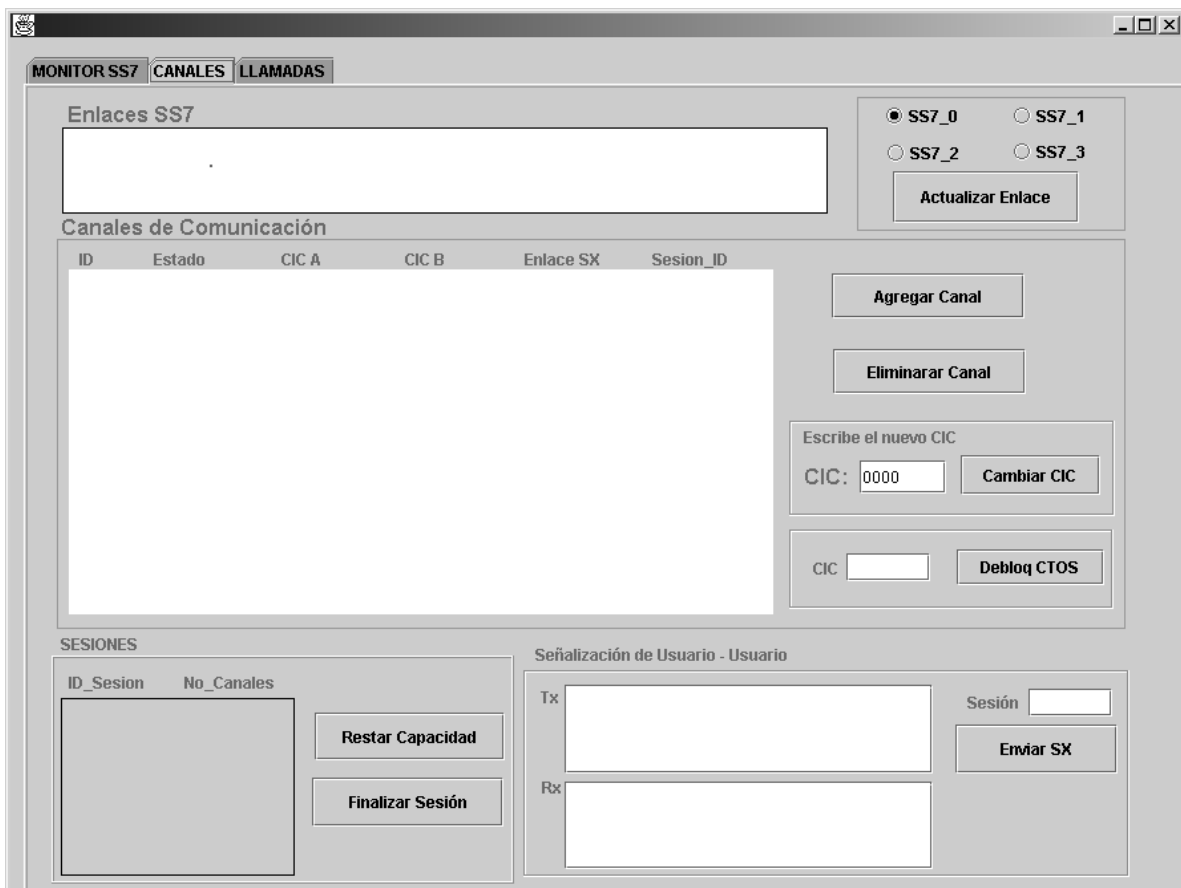


Figura 4.3. Interfaz de configuración del sistema.



Como puede observarse en la Figura 4.3, la interfaz gráfica de de configuración del sistema es una interfaz amigable, compuesta de los siguientes elementos:

- ✓ Tabla de sesiones: Muestra dinámicamente las sesiones actuales con su identificador (número telefónico del terminal de usuario) y el número de canales asociados a la sesión.
- ✓ Botón Finalizar sesión: Permite terminar arbitrariamente la sesión seleccionada en la tabla.
- ✓ Finalizar canal: Permite terminar arbitrariamente la conexión de un canal asociado a la sesión seleccionada.
- ✓ Cuadro de texto Señalización de usuario: Despliega la señalización de usuario recibida y permite escribir información de usuario para su envío.
- ✓ Botón Enviar UUS: Acciona el envío de señalización de usuario al terminal de usuario correspondiente a la sesión seleccionada.
- ✓ Tabla de Enlaces de señalización. Permite conocer el estado de los enlaces de señalización.
- ✓ La tabla de Canales de comunicación junto con los botones, agregar canal, eliminar canal, cambiar CIC (Código de Identificación del Circuito) y Actualizar enlace permiten configurar el sistema. Para mayor información acerca de la configuración del sistema, ver el anexo D - Manual de usuario.

4.3.1.2 Interfaz Web.

Para validar el caso del negocio SMART, haciendo uso de la interfaz abierta de gestión, implementada en base a la arquitectura JMX, se utilizó la interfaz Web de un adaptador de protocolos encontrado en la implementación de referencia de *Sun Microsystems* para la arquitectura JMX. Esta interfaz permite identificar y utilizar los atributos y las operaciones gestionables proveídas por el módulo de señalización, como se puede apreciar en la Figura 4.4.

La interfaz Web permite detallar en forma gráfica las operaciones a las que puede acceder el sistema de gestión SMART y también los reportes hechos por el módulo de señalización en cuanto a la Información de usuario a usuario, así como también los



reportes de creación y cambios en las sesiones, las cuales representan conexiones de prestación de servicios que el sistema de gestión SMART debe tarificar. Esta interfaz gráfica permite ejecutar las operaciones, escribiendo sus argumentos en los campos que se encuentran al frente de cada una y accionando su botón correspondiente. El reporte de los sucesos del módulo de señalización (Estado de las sesiones y señalización de usuario), se conoce leyendo la variable “reporte” que representa el último elemento de una cola de mensajes que almacena los reportes y los entrega secuencialmente al gestor cada vez que éste lee la variable. La variable “estado cola” permite conocer si hay mensajes sin leer cuando se encuentra en estado booleano “*true*”, este mecanismo es implementado con el fin de evitar la pérdida de datos por falta de sincronismo



MBean View [JDK5.1_r01]

- **MBean Name:** SMART:name=Acceso,number=1
- **MBean Java Class:** interfaz_abierta.Acceso

Reload Period in seconds:

[Back to Agent View](#)

MBean description:
 Information on the management interface of the MBean

List of MBean attributes:

Name	Type	Access	Value
Estado cola	boolean	RO	true
Reporte	java.lang.String	RO	SESION:0518236262:2

List of MBean operations:

Description of enviarUUS
 void (java.lang.String)p1

Description of terminarSesion
 void (java.lang.String)p1

Description of retirarCanal
 void (java.lang.String)p1

Figura 4.4 Interfaz Web Del Adaptador De Protocolo



4.3.2 Configuración de las pruebas.

Como punto final de las pruebas se plantea la realización de algunos procedimientos que permitan validar tanto el correcto funcionamiento de la interfaz abierta de gestión JMX, como la implementación de la lógica para el caso del negocio SMART, para este propósito se plantea una serie de pruebas que permitan validar el caso del negocio manejado a través de la interfaz JMX, soportado sobre el subsistema ISUP ya previamente validado:

4.3.2.1 Llamada de Usuario

- a) Precondición: subsistema ISUP en servicio, con recursos disponibles para recibir una llamada entrante terminal de usuario disponible en la central telefónica.
- b) Acción desde el terminal: se debe hacer una llamada desde un terminal de usuario hacia un número de proveedor saliendo por la ruta de señalización.
- c) Acción de la central Telefónica: la central responde solicitando una conexión de llamada entrante identificada con el número del proveedor al módulo de señalización.
- d) Acción Esperada del módulo de señalización: el módulo de señalización debe aceptar la llamada y reportar una nueva conexión identificando el número del usuario llamante.
- e) Acción de subsistema caso del negocio: a través de la interfaz abierta de gestión debe reportar una nueva sesión con número de canales cero.
- f) Poscondición: terminal ocupado en la central telefónica, conexión establecida por la central telefónica y recursos dedicados para esta.

4.3.2.2 Llamada de proveedor

- a) Precondición: subsistema ISUP y central telefónica en servicio, con recursos disponibles establecer una llamada ISUP-LOOPBACK, entre ellos. Dos Terminales disponibles en la central telefónica (Terminal de proveedor y terminal de usuario).
- b) Acción desde el terminal de proveedor: se debe hacer una llamada desde un terminal de proveedor hacia un número de usuario saliendo por la ruta de señalización.
- c) Acción de la central Telefónica: la central contesta solicitando una conexión con el número de usuario al módulo de señalización y responde después recibiendo hacia el terminal del usuario para completar el procedimiento ISUP-LOOPBACK.



- d) Acción esperada del módulo de señalización: el módulo de señalización debe aceptar la llamada identificar el número llamado y completar el procedimiento ISUP-LOOPBACK llamando al número identificado previamente y además debe reportar estas conexiones al subsistema del caso del negocio.
- e) Acción de subsistema caso del negocio: a través de la interfaz abierta de gestión debe reportar una nueva sesión con número de canales uno.
- f) Poscondición: terminales ocupados en la central telefónica, conexiones establecidas y recursos dedicados para ésta. Terminales conectados entre sí habilitados para transmitir voz o datos con capacidad de 64 kbps.

4.3.2.3 Llamada de proveedor para aumentar capacidad.

- a) Precondición: terminales ocupados en la central telefónica, conexiones establecidas y recursos dedicados para ésta. Terminales conectados entre sí habilitados para transmitir voz o datos. Reporte de sesión con número de canales uno por la interfaz abierta de gestión.
- b) Acción desde el terminal de proveedor: se debe hacer una segunda llamada ISUP-LOOPBACK, desde un terminal de proveedor hacia un número de usuario, saliendo por la ruta de señalización.
- c) Acción de la central Telefónica: la central responde solicitando una conexión con el número de usuario al módulo de señalización y responde después recibiendo hacia el terminal del usuario para completar el procedimiento ISUP-LOOPBACK.
- d) Acción esperada del módulo de señalización: el módulo de señalización debe aceptar la llamada, identificar el número llamado y completar el procedimiento ISUP-LOOPBACK llamando al número identificado previamente y además debe reportar estas conexiones al subsistema del caso del negocio.
- e) Acción de subsistema caso del negocio: a través de la interfaz abierta de gestión debe reportar una modificación en el número de canales asociados a la sesión, para el caso debe reportar la sesión con número de canales dos.
- f) Poscondición: Terminales ocupados en la central telefónica, conexiones establecidas y recursos dedicados para ésta. Terminales conectados entre sí habilitados para transmitir voz o datos con capacidad de 128 kbps.



4.3.2.4 Disminuir capacidad.

- a) Precondición: terminales ocupados en la central telefónica, dos conexiones ISUP-LOOPBACK establecidas y recursos dedicados para éstas. Terminales conectados entre sí habilitados para transmitir voz o datos con capacidad de 128 kbps.
- b) Acción desde los terminales: uno de los terminales acciona la desconexión de un canal.
- c) Acción de la central Telefónica: La central responde solicitando la desconexión de una llamada ISUP LOOPBACK.
- d) Acción esperada del módulo de señalización: el módulo de señalización debe aceptar y proceder con la desconexión de la llamada ISUP LOOP BACK.
- e) Acción de subsistema caso del negocio: a través de la interfaz abierta de gestión debe reportar una modificación (disminución de canales) en el número de canales asociados a la sesión, para el caso debe reportar la sesión con número de canales uno.
- f) Poscondición: terminal ocupados en la central telefónica, conexión establecida y recursos dedicados para ésta. Terminales conectados entre sí habilitados para transmitir voz o datos con capacidad de 64kbps.

4.3.2.5 Terminación de sesión accionada por un terminal.

- a) Precondición: terminales ocupados en la central telefónica, conexiones establecidas y recursos dedicados para ésta. Terminales conectados entre sí habilitados para transmitir voz o datos a 64 kbps. Reporte de sesión con número de canales uno por la interfaz abierta de gestión.
- b) Acción desde los terminales: uno de los terminales acciona la desconexión del canal.
- c) Acción de la central Telefónica: la central responde solicitando la desconexión de una llamada ISUP LOOPBACK.
- d) Acción esperada del módulo de señalización: el módulo de señalización debe aceptar y proceder con la desconexión de la llamada ISUP LOOP BACK.
- e) Acción de subsistema caso del negocio: a través de la interfaz abierta de gestión se debe reportar la terminación de la sesión asociada al número del usuario.
- f) Poscondición: terminales libres en la central telefónica, recursos liberados.



4.3.2.6 Transferir señalización de usuario a usuario.

- a) Precondición: sesión establecida.
- b) Resultado esperado del terminal: el terminal debe solicitar la transferencia de señalización de usuario. Y cuando recibe aceptación transmite un mensaje de información de usuario.
- c) Acción de la central Telefónica: la central solicita al módulo de señalización el servicio de señalización de usuario a usuario y después de su aceptación envía señalización de usuario.
- d) Acción esperada del módulo de señalización: este acepta la señalización de usuario, desempaqueta la información recibida y la transfiere al subsistema del caso del negocio.
- e) Acción de subsistema caso del negocio: A través de la interfaz abierta de gestión transfiere la información de usuario.
- f) Poscondición. Sesión establecida, recursos dedicados.



CONCLUSIONES

- La construcción de un módulo de señalización con una interfaz abierta de manejo, constituye la obtención de una herramienta fundamental para dar soporte a la convergencia de las redes conmutadas y de paquetes cuyo principal objetivo es la prestación universal de servicios. El buen uso que se haga de esta herramienta por parte del proyecto SMART III y otros, puede constituir un gran avance en la industria de las telecomunicaciones a nivel regional.
- La utilización de interfaces abiertas de gestión como JMX representa una buena opción para favorecer los procesos de gestión basados en SS7, dado que permite reducir los costos de la implementación de una red para dichos fines y garantiza su máxima penetración en la red debido a la gran aceptación y uso que tiene este protocolo de señalización a nivel mundial y de manera estandarizada para TODOS los proveedores de equipos de equipos de telefonía.
- Los ambientes integrados de desarrollo de prototipos, brindan una buena alternativa para el inicio en la construcción de sistemas complejos, pues disminuyen en principio, el riesgo en las etapas tempranas del desarrollo cuando no se tiene mucha experiencia en el uso de nuevas tecnologías y además trazan caminos confiables a seguir a la hora de construir el sistema completo.
- El avance de las tecnologías CTI ha significado la evolución hacia una estructura integrada e interoperable de las Telecomunicaciones conmutadas y la Computación, abriendo continuamente nuevas y mejores formas respecto a la prestación y explotación de servicios, la explotación eficiente que se haga de este tipo de tecnologías en el país, abre un camino visible hacia nuevas fuentes de productividad en lo que respecta a las telecomunicaciones.
- EL uso de lenguajes de alto nivel orientados a objetos como JAVA, para especificar sistemas de telecomunicaciones que manejan procesos críticos en el tiempo, puede



facilitar la concepción de estos tanto a nivel hardware como a nivel software, pues permiten percibir el sistema muy cercano a la realidad, como un conjunto de componentes HW/SW distribuidos con distintas funcionalidades que interactúan entre sí para cumplir un propósito.

- La experiencia aplicada como herramienta de desarrollo, y el codiseño (partición HW/SW del sistema) son los instrumentos fundamentales en la construcción de sistemas hardware/software, pues de la buena división que se haga acerca de la implementación de las funcionalidades del sistema, dependerá el buen desempeño que este tenga. De esto se concluye que es recomendable, a la hora de plantear un proyecto de este tipo, no tomar ninguna decisión de implementación por adelantado para garantizar que los procesos de codiseño tengan éxito.
- La decisión de implementar el sistema particionando su implementación sobre un ambiente multiprocesador (dos procesadores), para mejorar el desempeño del subsistema de transferencia de mensajes, resultó muy conveniente pues permitió obtener óptimos resultados en cuanto a las velocidades de respuesta. Además la implementación del subsistema ISUP sobre el sistema operativo de un PC convencional, de acuerdo a la experiencia obtenida y siguiendo la tendencia de sistemas similares, facilitó mucho la implementación de los procesos de gestión y operación del subsistema sin perjudicar el desempeño de éste, ya que su funcionamiento no requería tiempos de procesamiento severos (muy bajos) y además fue posible asignarle una alta prioridad dentro de las tareas del sistema operativo que se usó.
- La relación entre la industria y la Universidad juega un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del país. Fomentar espacios de colaboración mutua entre estos elementos de la sociedad puede traer como resultado un acelerado desarrollo tecnológico a nivel nacional.
- El éxito de productos competitivos en la industria, está directamente ligado a su calidad, al tiempo de desarrollo y salida al mercado del producto. Cuando se desarrollan proyectos de carácter académico, los tiempos de desarrollo no son tan críticos y llegan a extenderse demasiado, trayendo como consecuencia el desgaste



del conocimiento por su falta de impacto social. Por lo tanto es fundamental que la industria tome parte en los procesos de desarrollo tecnológico dentro de las universidades y se apodere del conocimiento académico a edad temprana, para que pueda hacer un uso efectivo de este.



RECOMENDACIONES

La vinculación de tesis de grado a proyectos de investigación es uno de los mejores mecanismos que tiene la Universidad para hacer aportes efectivos a la sociedad, Se recomienda la integración más frecuente de este tipo de proyectos a trabajos de grado que permitan resolver problemas reales del entorno regional.

El desarrollo y adaptación de tecnologías CTI es un campo muy extenso por explorar y muy útil, principalmente al entorno Colombiano, se recomienda que la Facultad de ingeniería siga profundizando en este tema y lo aplique a soluciones reales del entorno.



BIBLIOGRAFIA

- [1] McGraw Hill Series on Telecommunications. Telecommunications Protocols. 2 edition
McGraw Hill
- [2] <http://www.tmcnet.com/enews>
- [3] Documentation SMART II GIT FIET UNICAUCA.
- [4] Presentación SMART III GIT FIET UNICAUCA.
- [5] <http://www.artesyncp.com/index.html>
- [6] <http://ctilabs.de/en/prd>
- [7] <http://www.openss7.org>
- [8] <http://www.emprix.com>
- [9] <http://www.rad.com>
- [10] Performance Technologies, SS7 Tutorial 2000-2001
- [11] RENDON y OSPINA. Sistemas de conmutación digital. Conferencias. FIET Unicauca. 1992.
- [12] HILL-PETERSON Sistemas Digitales, Organización y Diseño de hardware, LIMUSA 1994.
- [13] LUIS JOYANES AGUILAR, Programación en C++, Mc Graw Hill 1996.



- [14] Byron Gottfried, Programación en C, Mc Graw Hill 1997.
- [15] AGUSTIN Froufe, JAVA 2, Alfa Omega, Ra-Ma 2003.
- [16] C166 Users Guide, Tasking software, 2000.
- [17] DMS-100 ETSI-ISUP & CEPT Features, 1995.
- [18] GIT-SMART-III-V0.5, Octubre de 2001.
- [19] Recomendaciones ITU-T Libro Blanco, marzo de 2000.
- [20] Getting Started Guide, ORCAD-Layout, 2002.
- [21] Sun Microsystems, "Java[Tm] Dynamic Management Kit",
<http://www.sun.com/products-nsolutions/nep/software/java-dynamic/index.html>, 2003
- [22] CISCO, "E1 R2 signalling theory". 2003.
- [23] Easy25554 toolbrief description 2001
- [24] C166 UTAH, datasheet 2002.
- [25] DALLAS Semiconductor, Selecting and Using RS-232, December 2000.
- [26] Juan A. de la Puente. "Real-Time Object-Oriented Design and Formal Methods." Real-Time Systems, vol. 18, no. 1, January 2000; pp.79-83
- [27] Ripoll José Ismael. "Tutorial de Real Time Linux". Universidad Politécnica de Valencia. 2001. <http://bernia.disca.upv.es/~iripoll/rt-linux/rtlinux-tutorial/>
- [28] Rendón Álvaro, Departamento de Telemática universidad del cauca, documentación Electiva Sistemas de Tiempo Real, 2003.
- [29] Tutorial de redes, <http://www.automatas.org/redes>, marzo de 2003



[30] HDLC Derived Protocols, <http://www.sbei.com>, 2000.