



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RESPUESTA INTERACTIVA (IVR) VIRTUAL EN EL LENGUAJE ABIERTO PREPROCESADOR DE HIPERTEXTO (PHP) SOBRE LINUX PARA EL INGRESO Y CONSULTA DE SALDOS PARA ABONADOS PREPAGO EN UNA RED CELULAR A TRAVÉS DEL PROTOCOLO DE APLICACIÓN DE RED INTELIGENTE (INAP)”

INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

INGENIERO EN TELEMÁTICA

PRESENTADO POR:

LENIN ISAAC MONTES ACOSTA

DIANA CAROLINA KICHIMBO FARÍAS

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Este primer gran paso que se dará es debido a los esfuerzos diarios y las convicciones que si algún día se alteraron fueron dirigidas hacia el camino del bien gracias a muchas personas que siempre estuvieron.

A Dios por sus infinitas bendiciones y por enseñarnos a esforzarnos y ser valientes.

A nuestros padres, por su apoyo emocional que sobrepasa al económico.

A nuestros profesores quienes nos incentivaron a ser mejores día a día.

A nuestros amigos que fueron una pieza fundamental en nuestra corta vida universitaria.

DEDICATORIA

Este escalón académico y profesional obtenido va dedicado a nuestros padres por la comprensión y apoyo que se mostró a lo largo de tantos años de vida escolar, colegial y universitaria.

Este título es dedicado para nuestros amigos y familiares que en su mayoría mostraban apoyo y orgullo por nuestra elección profesional.

Así también va dedicado para todos esos excelentes profesores de esta gran universidad que tuvieron la virtud de enseñarnos y hacernos aprender mucho más que un examen o lección tomada.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. José Menéndez, Msc.

PROFESOR DE LA MATERIA DE GRADUACIÓN

Ing. Néstor Arreaga, Mg.

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este informe, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Art. 12 del Reglamento de Graduación de la ESPOL)

LENIN ISAAC MONTES ACOSTA

DIANA CAROLINA KICHIMBO FARÍAS

RESUMEN

Al ser este un proyecto orientado al protocolo INAP, su utilización en este informe se fundamenta exclusivamente en cómo una compañía telefónica, puede brindar servicios interactivos al abonado de una red celular prepago al momento de llamar al *282.

Cuando un cliente que pertenece a una red prepago llama al *282 para el ingreso y consulta de saldos, este espera una pronta y eficiente respuesta por parte de su proveedor de servicios celulares el cual administra uno o varios sistemas de respuesta de voz interactiva (IVR) que emplea el protocolo INAP.

Para lograr con éxito dichos servicios como el ingreso y consulta de saldos, se realiza una simulación del IVR el cual interactúa con el cliente por medio de los tonos de las teclas del celular donde se explica los flujos de mensajes de señalización que hacen posible estos servicios.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IV
DECLARACIÓN EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
INDICE DE TABLAS	XIX
INTRODUCCIÓN	XX
CAPÍTULO 1	1
1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	1
1.1 Antecedentes de Sistema de Señalización Número 7	1
1.2 Justificación	3
1.3 Descripción del proyecto	4
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivo específicos	5

1.4 Alcance.....	6
1.5 Limitaciones	7
1.6 Metodología.....	8
CAPÍTULO 2.....	10
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	10
2.1 Sistema de señalización SS7	10
2.1.1 Introducción a SS7.....	11
2.1.2 Punto de conmutación de servicio	12
2.1.3 Punto de control de servicio	13
2.1.4 Punto de transferencia de señalización	14
2.2 Operación SS7.....	15
2.2.1 Protocolos SS7	15
2.2.2 Parte de Transferencia de Mensaje	16
2.2.3 Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP)	18
2.2.4 Capacidades de transacción parte de aplicación (TCAP).....	20
2.3 Redes inteligentes.....	23
2.3.1 Servicios.....	24
2.3.1.1 Servicio de lógica.....	24
2.3.1.2 Servicio de datos	24
2.3.2 Arquitectura de la red.....	25
2.4 SIGTRAN	28
2.5 ROSE	36

2.6 INAP	37
2.6.1 Arquitectura INAP	38
2.6.2 Procedimientos y operaciones	39
2.6.3 Procedimientos de error	42
2.7 Linux.....	43
CAPÍTULO 3.....	45
3 DESARROLLO DEL PROYECTO	45
3.1 Descripción.....	45
3.2 Mensajes de señalización del IVR.....	46
3.3 Esquema general del proyecto.....	49
3.4 Requisitos para el desarrollo del proyecto.....	55
3.4.1 Software	55
3.4.1.1 Sistema Operativo utilizado	56
3.4.1.2 Postman.....	57
3.4.1.3 NetBeans	58
3.4.1.4 XAMPP	60
3.4.1.5 PhpMyAdmin.....	62
3.4.2 Lenguaje de programación.....	63
3.4.3 Hardware.....	65
3.5 Proceso de implementación	65
3.5.1 Sistema Operativo.....	66
3.5.1.1 Instalación del Sistema Operativo Ubuntu	66

3.5.1.2 Configuración del sistema operativo	68
3.5.2 Programación de mensajes PHP	70
CAPÍTULO 4.....	74
4 ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
4.1 Resultados obtenidos	74
4.2 Interpretación de los resultados obtenidos	75
4.2.1 Señalización gráfica al consultar saldo	77
4.2.2 Señalización gráfica al ingresar saldo	83
4.3 Discusión.....	89
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	95

ABREVIATURAS

ANM	Mensaje de Respuesta (Answer Message)
ACM	Mensaje de Dirección Completa (Address Complete Message)
AE	Entidad de Aplicación (Application Entity)
ANSI	Instituto Nacional Estadounidenses de Estándares (American National Standards Institute)
ARI	Instrucción de Petición de Asistencia (Assist Request Instructions)
ASE	Elemento de Servicio de Aplicación (Application Service Element)
ASP	Procesos del Servidor de Aplicaciones (Application Server Process)
ATM	<i>Modo de Transferencia Asíncrona (Asynchronous Transfer Mode)</i>
CAMEL	Aplicaciones a medida para redes móviles con lógica mejorada (Customised Applications for Mobile networks Enhanced Logic)
CAP	Parte de Aplicación Camel (Camel Application Part)
CCS6	Señalización por canal común número seis (Common Channel <i>Signaling</i> 6)

CIC	Código de Identificación de Circuito (<i>Code Identification Circuit</i>)
CS	Conjunto de Capacidades (Capability Set)
DPC	Punto de Código de Destino (Destination Point Code)
DMTF	Tono Doble Multifrecuencial (Dual Tone Multi Frequency)
GNU	Licencia Pública general (General Public License)
GTT	Traducción de Título global (Global Title Translation)
IAM	<i>Mensaje de Dirección Inicial (Initial Address message)</i>
IDE	Entorno de desarrollo integrado (Integrated Development Environment, IDE)
IE	Elementos de Información (Information Elements)
IETF	Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force)
IN	Red Inteligente (Intelligent Network)
INAP	Protocolo de Aplicación de la Red Inteligente (Intelligent Network Application Part)
INSC	Circuito de Servicio de una Red Inteligente (Intelligent Network Service Circuit)
IP	Protocolo de Internet (Internet Protocol)
IP	Periférico Inteligente (Intelligent Peripheral)
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados (Integrated Services Digital Network)

ISUP	Red Digital de Servicios Integrados de la Parte de Usuario (Integrated Services Digital Network User Part)
ITU-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunication Union – Telecommunication)
LNP	Portabilidad del Número Local (Local Number Portability)
M2PA	Capa de Adaptación punto a punto para usuario MTP-2 (MTP2-User Peer-to-Peer Adaptation Layer)
M2UA	La Capa de Adaptación de Usuario para MTP-2 (MTP-2 User Adaptation Layer)
MACF	Función de Control de Asociación Múltiple (Multiple Association Control Function)
MAP	Parte de aplicación móvil. (Mobile Application Part)
MG	Puerta de Enlace de Medios (Media Gateway)
MGC	Puerta de Enlace de Medios de control (Media Gateway Control)
MGCP	El protocolo de control de puerta de enlace de medios (Media Gateway Control Protocol)
MSC	Central Móvil de Conmutación (Mobile Switching Central)
MTP-1	Parte de Transferencia de Mensajes nivel 1 (Message Transfer Part level 1)

MTP-2	Parte de Transferencia de Mensajes nivel 2 (Message Transfer Part level 2)
MTP-3	Parte de Transferencia de Mensajes nivel 3 (Message Transfer Part level 3)
OR	Petición de operación (Operation Request)
OPC	Originario punto de código
OSI	Interconexión de sistemas abiertos (Open System Interconnection)
PA	Anuncio de reproducción (Play Announcement)
PE	Entidad física (Physical Entity)
PHP	Preprocesador de Hipertexto (Hypertext Preprocessor)
PP	Plataforma Prepago
PSTN	Red Telefónica Conmutada Pública (Public Switched Telephone Network)
ROSE	Elemento de servicios de operaciones a distancia (Remote Operation Service Element)
SACF	Función de Control de Asociación Simple (Single Association Control Function)
SAO	Objeto de Asociación Simple (Single Association Object)
SCP	Punto de Control de Señalización (Signaling Control Point)

SCCP	Parte de Control de Conexión de Señalización (Signaling Connection Control Part)
SCF	Función de Control de Servicios (Service Control Function)
SCTP	Protocolo de Transmisión de Control de Flujo (Stream Control Transmission Protocol)
SDF	Función de Datos de Servicio (Service Data Function)
SG	Puerta de Enlace de Señalización (Gateway Signaling)
SIGTRAN	Transporte de Señalización (Signaling Transport)
SLP	Programas de servicio de lógica. (Service Logic Program)
SMH	Mensajes de Señalización de Manejo
SNM	Gestión de la Red de Señalización
SP	Punto de Señalización
SRF	Función de Recursos Especializados (Specialized Resource Function)
SRR	Reporte especializado de recursos (Specialized Resource Report)
SS7	Sistema de Señalización número 7 (Signaling System #7)
SSN	Gestión de la Red de Señalización
SSP	Punto de Servicio de Señalización (Signaling Service Point)
STP	Punto de Transporte de Señal (Signal Transport Point)

SUA	Parte Usuario de Control de Conexión de Señalización (SCCP User Part)
TCAP	Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción (Transaction Capabilities Application Part)
TCP	Protocolo de Control de Transmisión (<i>Transmission Control Protocol</i>)
TDM	Multiplexación por División de Tiempo (Time Division Multiplexing)
UDP	Protocolo de datagramas de usuario (User Datagram Protocol)
URL	Localizador Uniforme de Recursos (Uniform Resource Locator)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura de la pila de protocolos SS7	15
Figura 2.2 Niveles de protocolo SS7.....	22
Figura 2.3 Modelo SS7 sobre TDM con la pila de protocolo SIGTRAN	294
Figura 2.4 Arquitectura del protocolo INAP.....	393
Figura 2.5 Conexión directa entre IP y SCP	404
Figura 2.6 Interacción de usuario de extremo.....	415
Figura 3.1 ARI consulta de saldo	47
Figura 3.2 ARI Ingreso de código secreto.....	48
Figura 3.3 Argumento del SRR	49
Figura 3.4 Topología.....	51
Figura 3.5 Flujo de mensajes entre MSC, Plataforma Prepago e IVR consulta de saldos	53
Figura 3.6 Flujo de mensajes entre MSS, Plataforma Prepago e IVR Recarga de Saldos.....	55
Figura 3.7 Instalación de Ubuntu	57
Figura 3.8 Creación de un nuevo proyecto en NetBeans	60
Figura 3.9 Configuración básica de Ubuntu	67
Figura 3.10 Instalación completa de Ubuntu.....	68
Figura 3.11 Código iam.php primera parte	71
Figura 3.12 Código iam.php segunda parte	72

Figura 3.13 Código iam.php tercera parte	72
Figura 4.1 Señalización al consultar el saldo del abonado	76
Figura 4.2 Información de los mensajes de señalización.....	77
Figura 4.3 Señalización INAP al consultar el saldo del abonado.....	79
Figura 4.4 Información del primer ARI enviado al consultar el saldo	80
Figura 4.5 Información del primer SRR al consultar el saldo	81
Figura 4.6 Información del segundo ARI al consultar el saldo	82
Figura 4.7 Información del segundo SRR al consultar el saldo	82
Figura 4.8 Señalización INAP al ingresar saldo	84
Figura 4.9 Información del primer ARI enviado al recargar el saldo	85
Figura 4.10 Información del primer SRR al recargar el saldo	85
Figura 4.11 Información del segundo ARI enviado al recargar el saldo.....	86
Figura 4.12 Información del segundo SRR al recargar el saldo.....	87
Figura 4.13 Información del tercer ARI enviado al recargar el saldo	88
Figura 4.14 Información del tercer SRR al recargar el saldo	89

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Campos del mensaje ARI	47
--------------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

Dado que todos los esfuerzos del día a día de las operadoras celulares es brindar servicios además múltiples facilidades al usuario, esto puede dificultar con la forma que se realizan los métodos de estudio y la manera de comprender la señalización de los sistemas inalámbricos en este caso explícito la red celular.

El sistema de señalización por canal común número 7 (SS7) se impone en las redes de telecomunicaciones celulares ya que permiten el paso de tráfico de voz y datos independientemente del tráfico de control o señalización dado que el sistema de señalización número 7 (SS7) permite al paso de llamadas con destino a una red inteligente y cuyos protocolos no necesitan establecer una conexión real de voz y datos como es el caso del Protocolo de Aplicación de Red Inteligente (*Intelligent Network Application Part INAP*).

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Es en este capítulo en donde el lector logra obtener ideas muy específicas a cerca del proyecto.

1.1 Antecedentes de Sistema de Señalización Número 7

Para facilitar la convergencia y necesidades de las nuevas redes digitales integradas, el Sistema de Señalización número 7 (SS7) está capacitado a las nuevas tecnologías en países cuya infraestructura está siendo reemplazada por esta señalización de canal común donde se garantiza el control interno y una red inteligente superior a la señalización intra-canal.

Para comprender a fondo la importancia del Sistema de señalización número 7 (SS7) en primer lugar se debe entender la ineficiencia que existe en métodos de señalización anteriores implementados en una red telefónica pública conmutada (PSTN) donde la señalización de control de llamadas y el tráfico de voz y datos utilizan la misma ruta física es decir señalización intra-canal.

La señalización por canal común que utiliza SS7 mejora la velocidad de intercambio de señalización proporcionando dos redes en una:

Primero la red de tráfico de voz y datos es decir la ruta física y en segundo lugar una red exclusiva de señalización, donde se lleva el tráfico de control mediante un protocolo de conmutación que orienta las tramas de señalización sin necesidad de un establecimiento real de circuito de comunicación.

De esta forma bajo la recomendación ITU Q.1228 se conoce que por las características de INAP puede brindar diferentes servicios, los cuales no existían ni en la red telefónica conmutada pública ni en SS7 hasta que INAP entró en acción como: desvío de llamada, servicio de acceso personal, además conocer los destinos de llamadas y crear

una copia de seguridad en caso de desastres, consulta e ingreso de saldos de una red prepago.

1.2 Justificación

La tecnología va avanzando y con ello la forma de instruir a los estudiantes familiarizados con el estudio de las telecomunicaciones, es así como hoy en día se adoptan nuevos procedimientos para ilustrarlos, se realiza este proyecto con el fin de llenar ciertos vacíos que quedan al momento que los profesores imparten su cátedra relacionada con sistemas de comunicaciones móviles y los protocolos que estas involucran ya que no cuentan con el material didáctico necesario que ayude al estudiante a visualizar de una forma real el caso de estudio, con enfoque en el tema de aplicaciones SS7 para una red celular, específicamente basada en el diseño del software con el debido estudio e implementación del Protocolo de Aplicación de Red Inteligente (*Intelligent Network Application Protocol, INAP*).

Gracias a esto se les brinda tanto al catedrático como al estudiante una potente herramienta que servirá para dar una mejor explicación y a la vez lograr entender el funcionamiento real del protocolo INAP, describiendo el flujo de señalización que lleva consigo este protocolo.

1.3 Descripción del proyecto

Para poder describir el proyecto es necesario expresar que en una red inteligente celular los servicios se han diseñado de una manera donde cada uno de los tales sea independiente de los otros utilizando la tecnología basada en conmutación de paquetes bajo un canal común es decir el sistema de señalización número 7 (SS7) que brinda servicios tan básicos actualmente como identificación del número de llamadas o acceso a la base de datos.

Las redes inteligentes (*IN*) tradicionalmente constan de tres partes fundamentales para una correcta y eficiente señalización: el centro de conmutación móvil (*Mobile Switching Center, MSC*) el punto de control de servicio (*Signaling Control Point, SCP*) y el sistema de respuesta de voz interactiva (*IVR*) donde la comunicación entre estos tres periféricos son enlaces SS7 por los cuales se manejan diferentes protocolos de señalización por canal común.

Para cada una de estas especificaciones físicas y protocolos a usarse entre aquellos dispositivos debe existir un enlace rápido, robusto pero como finalidad de este proyecto la información debe ser correcta y sintetizada ya que los mensajes transmitidos entre los protocolos

dependen de alguna interacción externa en este caso con la acción que realiza el abonado al digitar alguna tecla de su móvil.

La correcta simulación del envío y recepción de mensajes entre el IVR, MSC y el SCP es lo que se pretende lograr desarrollar en esta materia de integración, para esto se complementará dicha simulación con la explicación de los citados mensajes que estarán en los enlaces SS7 donde se describirá el flujo de señalización con el que se trabaja en INAP.

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar a nivel de software un sistema de telefonía automatizado que logre una comunicación confiable entre la central de conmutación móvil y la red prepago para lograr mantener una interacción con el abonado brindando una respuesta correcta a su solicitud.

1.3.2 Objetivo específicos

Entre los objetivos se encuentran:

- Describir el funcionamiento y operación del protocolo INAP.

- Implementar un IVR que procese los mensajes del protocolo de señalización INAP para los servicios de ingreso de *voucher* y consulta de saldos en una red telefónica móvil.
- Describir los principales flujos de señalización que intervienen en una comunicación INAP y determinar el alcance en una red de telefonía móvil.

1.4 Alcance

La implementación de un IVR a nivel de software tiene como alcance detallar los respectivos procedimientos para instalar y compilar un servidor Linux que mantenga una comunicación bajo el protocolo INAP en una red inteligente que en este caso será una red prepago de abonados donde se puede realizar la consulta e ingresos de saldos.

Sin embargo la implementación de un IVR puede llegar a tomar un alcance mucho más didáctico es decir que facilite la comprensión e incentive a futuras simulaciones con redes móviles de cuarta o quinta generación.

Por otro lado, se presenta una explicación oportuna de los componentes de cada nivel del modelo SS7 además poder visualizar la interacción de las tramas de señalización logrando así un ambiente muy cercano a la realidad donde la captura de paquetes es fundamental para mostrar las bondades de la operación de mensajes INAP.

1.5 Limitaciones

El sistema de respuesta de voz interactiva consta con la capacidad de establecer una conexión de múltiples llamadas al mismo tiempo, las cuales dependen de los canales de voz que estén sin utilizarse, este proyecto presenta esta limitación ya que los canales de voz y la asignación de los mismo no son estrictamente simulados, dado que el formato de transmisión digital E1 que utiliza un IVR se lo realiza a través de descargas web de audios o *prompts*.

El Sistema de respuesta de voz interactiva consta de varios servicios orientados a las diferentes necesidades del abonado, pero en este caso específico se cuenta únicamente con dos servicios que son el de consulta de saldos al presionar el número uno y el de ingreso de saldos al digitar el número dos.

Actualmente el sistema de respuesta de voz de interactiva logra entender la solicitud del abonado mediante reconocimiento de voz, pero este IVR sólo reconoce órdenes dadas mediante la marcación de tonos al digitar las teclas del móvil.

1.6 Metodología

Nuestro estudio se basa en el protocolo INAP y en definir el formato de los mensajes del mismo para de esta forma lograr establecer la comunicación entre las diferentes entidades.

Se optó por dividir la redacción de la tesis en 5 partes, como se especifica a continuación:

La primera parte que corresponde al capítulo uno se explica el propósito del proyecto y de una manera poco invasiva se da información con respecto al protocolo de estudio y a la plataforma SS7 para que se tenga un conocimiento previo al capítulo dos en donde se profundizan los fundamentos teóricos que se debe tener claros para la realización del proyecto y de esta manera se tendrá una mejor comprensión del mismo; para de esta forma dar paso a lo que es el capítulo tres en donde se comienza con el desarrollo del

proyecto, aquí ya se puede observar con que herramientas de software se cuenta para la implementación del IVR y así obtener la aplicación deseada para dar paso al capítulo cuatro; donde se redacta el análisis de resultados en donde se estudia las señales transmitidas dentro del protocolo INAP. Para finalizar el informe con las debidas conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado.

CAPÍTULO 2

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Se detalla a lo largo de este capítulo la teoría que se hace participe en el desarrollo completo del proyecto.

2.1 Sistema de señalización SS7

Define diversas instrucciones y protocolos, por medio del cual elementos de la Red Celular intercambian la información necesaria a través de un enlace de señalización digital, permitiendo la comunicación inalámbrica, enrutamiento y control.

2.1.1 Introducción a SS7

El sistema de señalización número 7 (SS7) es una estandarización internacional que brinda una señalización por canal común, es decir que las señales que son destinadas al control se transmiten por un canal complemente independiente con respecto a los canales de voz.

Las ventajas de la señalización por canal común para satisfacer las necesidades de las redes digitales de servicios integrados (*RDSI*) son la flexibilidad y lo potente que puede ser para el control interno, comunicación con bases de datos, control de tráfico y demás servicios donde se reducen tiempos de transacción y costo de hardware.

Una red celular con tecnología SS7 normalmente consta de 3 puntos de señalización (*SP, Signaling Point*) es decir son los nodos en la red con la capacidad de entender y crear mensajes de protocolos SS7 [1]

- Punto de Transferencia de Señal (*Signal Transfer Point, STP*)
- Punto de Servicio de Señalización (*Signaling Service Point, SSP*)
- Punto de Control de Señalización (*Signaling Control Point, SCP*)

2.1.2 Punto de conmutación de servicio

Es un conmutador de voz que representa el punto final de una comunicación que trabaja con la funcionalidad de SS7. El SSP ejecuta el tráfico (voz, fax, módem, etc.) y realiza la señalización de SS7, es decir tiene la potestad de crear, reproducir, enviar y recibir mensajes SS7, citando ejemplos como CAMEL, ISUP o INAP además se puede comunicar independientemente con otros SSP.

El SSP llevará el procesamiento de llamadas, sea de la misma operadora o diferentes, dado que debe consultarlo con el SCP. También es capaz de enviar consultas para el proceso de una solicitud de servicios al STP [2]

La funcionalidad de un SSP representa grandes ventajas dado que su conmutación es de alta eficiencia que combina las características de una red inteligente con otros servicios como Voz sobre IP.

El SSP también es conocido como el MSC (*Mobile Switching Center*) en una red celular inteligente.

2.1.3 Punto de control de servicio

Un punto de control de servicios participa en una red celular inteligente como la interfaz o la vía de acceso entre las bases de datos y la red SS7. Las telefónicas y otros proveedores de servicios de telecomunicaciones utilizan bases de datos donde se puede consultar los datos que normalmente son saldos o modificar estos datos mediante recargas de saldo.

La base de datos del SCP funciona en tiempo real para cualquier servicio que necesite de información o aplicaciones que están desarrolladas en cualquiera de las plataformas, cuando el SCP procesa las consultas realizadas, las envía de

vuelta al SSP para que pueda continuar con la llamada y pueda informar al cliente.

Los SCP tienen la responsabilidad de controlar los datos que son para facturación y generalmente se implementan en pares y son geográficamente separados para la redundancia [3]

2.1.4 Punto de transferencia de señalización

El punto de transferencia de señalización (*Signaling Transfer Point*, STP) actúa como un conmutador donde se envía y recibe paquetes de señalización, los cuales los encaminan hacia el SCP o el SSP dependiendo de la solicitud que se esté atendiendo.

Este concentrador de señalización realiza las veces de un conmutador ya que puede intercambiar algunos mensajes de diferentes protocolos como CAMEL, ISUP e INAP.

2.2 Operación SS7

El Sistema de Señalización SS7 contiene una pila de protocolos los cuales están ordenados por niveles y en el último nivel se encuentra INAP que en próximos capítulos se detalla con profundidad.

2.2.1 Protocolos SS7

En la figura 2.1 mostrada a continuación se observan los protocolos SS7 y sus niveles.

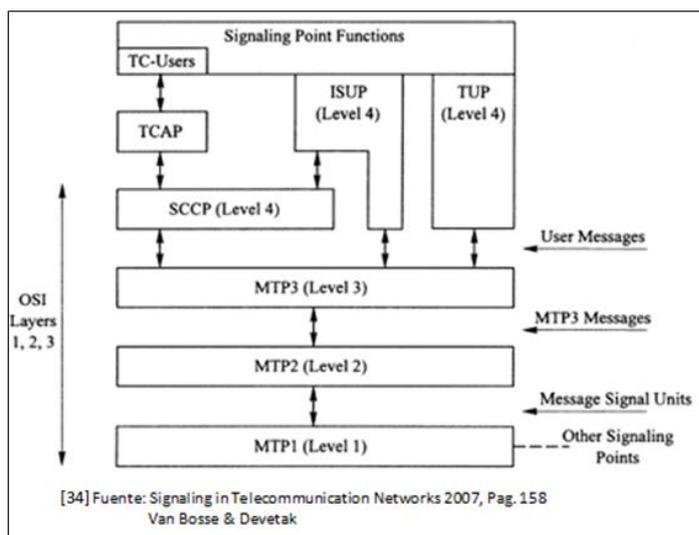


Figura 2.1 Estructura de la pila de protocolos SS7

Los niveles de la arquitectura del sistema de señalización número 7 se asemejan un poco al modelo de Interconexión de

sistemas abiertos o modelo OSI dado que necesitan lograr una capacidad de adaptación o bien manejar el crecimiento tecnológico sin perder credibilidad.

Los 4 niveles que maneja SS7 con los 7 niveles de capas que trabaja el modelo OSI es una comparación algo cuestionada pero para fines siempre didácticos es correcta y aceptada.

2.2.2 Parte de Transferencia de Mensaje

MTP-1

Es el nivel 1 de la jerarquía SS7 en analogía con el modelo OSI, sería la capa física, esto nos indica que MTP 1 se refiere a los enlaces físicos, es decir enlaces E1 con canales de transmisión digital de 64Kbps [4]

MTP-2

MTP2 asegura de manera confiable la transferencia de mensajes de señalización, estos se encapsulan en los mensajes de señalización de longitud variable es decir paquetes SS7 [5]

Los paquetes SS7 se llaman unidades de señalización (*SU*), MTP2 garantiza la delimitación, la alineación, señalización de supervisión de errores de enlace, corrección de errores por retransmisión y control de flujo.

MTP 3

MTP3 realiza dos funciones:

- Mensajes de Señalización de Manejo (*SMH*)

En el nivel de red de SS7, SMH se implementa para identificar el nodo correcto para la entrega de mensajes. Cada mensaje tiene tanto un Originario punto de código (*OPC*) y un punto de código de destino (*DPC*). La OPC se inserta en mensajes MTP3 para poder identificar el punto de señalización (*SP*) donde se inició el mensaje. El DPC se inserta para identificar la dirección de la SP destino. Se utilizan las tablas de enrutamiento dentro de un nodo de SS7 para enrutar los mensajes.

- **Gestión de la Red de Señalización (SNM)**

Son conjuntos de enlaces que están proporcionando el estado de los nodos de la red para que el tráfico pueda ser desviado cuando sea necesario. SNM también proporciona las medidas de corrección cuando se producen errores, facilitando un mecanismo de auto reparación para la red SS7 [6]

2.2.3 Parte de Control de Conexión de Señalización (SCCP)

Es el encargado de orientar y encaminar las conexiones punto a punto y servicios no orientados a conexión sobre el nivel MTP-3.

SCCP tiene como responsabilidad de proveer números que son del subsistema para poder acceder a mensajes que son destinados a las aplicaciones o servicios.

SCCP es como la capa de transporte para facilitar sus mensajes a la parte de aplicación de la Parte de Aplicación de Capacidades de Transacción (*Transaction Capabilities Application Part, TCAP*), brinda de servicios a capas superiores como TCAP mediante SSN (*números de*

subsistemas) como ejemplo los números gratuitos que comúnmente son 1800 u 800. [10]

SCCP sirve además como el medio para que el STP pueda utilizar números de directorio que son para el enrutamiento global (*GT*) y sirve como un alias para una dirección física, esta dirección consiste en un punto de código (*CP*) y el número de subsistema (*SSM*), el proceso de convertir una dirección *GT* a una dirección física se denomina título global (*GTT*), esto abastece la concesión de números tradicionales de telefonía en direcciones *PC* y *SSN*, es decir en direcciones para una red *SS7*.

Como analogía se puede decir que cuando se trabaja en el nivel tres, en *MTP-3* los números de las direcciones que se utilizan con el Punto de Código de Origen (*Origination Point Code, OPC*) y Punto de Código de Destino (*Destination Point Code, DPC*) en cambio en *SSCP* que es el nivel cuatro el encaminamiento, direccionamiento o enrutamiento se lo trabaja mediante la traducción de título global (*Global Title Traslation, GTT*) [7]

2.2.4 Capacidades de transacción parte de aplicación (TCAP)

TCAP es el nivel donde se accede entre dos nodos buscando que exista comunicación entre las llamadas aplicaciones, subsistemas o al elemento de servicio de aplicación (ASE) en una red SS7, mediante elementos de información [8]

En estos elementos de información están en los campos abstractos o lógicos de los mensajes TCAP, es decir esta codificado a nivel de bits según la terminología de la ASN. (*Notación sintáctica abstracta*). Para concluir como son los elementos de información en TCAP se debe citar que pueden ser de dos tipos de elementos de información (*Information Elements, IE*) [9]

- Primitivos IE
- Constructor IE

Es preciso comentar que estos Primitivos IE no se deben confundir con los primitivos que pasan información al siguiente nivel del modelo jerárquico que se aplica en SS7.

Este protocolo realiza esta comunicación entre dos nodos es decir entre dos ASE que están realizando alguna tarea remota u operación a distancia.

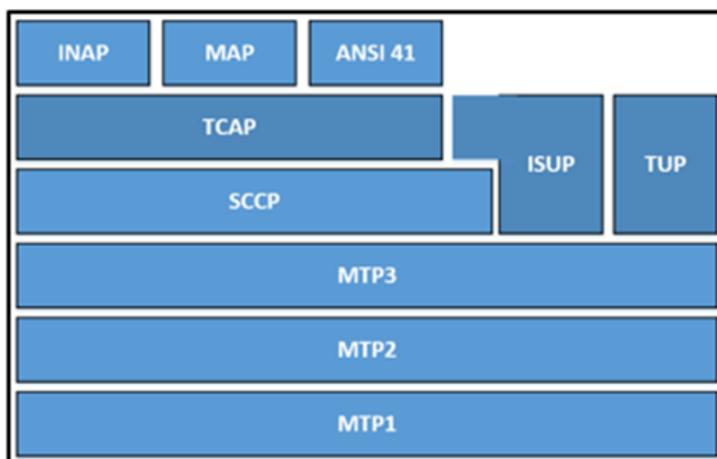
Algunos ejemplos de ASE son los servicios de la red inteligente como:

- Protocolo de aplicación de red inteligente (*INAP*).
- Parte de aplicación móvil (*MAP*).
- Aplicaciones personalizadas para móvil lógica mejorada (*CAMEL*).

Se puede dar una explicación adecuada para poder mostrar cómo funciona TCAP entre dos nodos.

Mediante una pregunta y una respuesta se puede explicar cómo TCAP permite que un SSP cuando requiere información mediante los ASE antes mencionados como MAP, INAP o CAMEL el SCP es una base de datos que puede responder gracias a que TCAP que puede traducir números de servicios como la línea gratuita.

Debe ser inconfundible que con TCAP se logra entregar información relevante a los SSP además de establecer control de llamada, esto no quiere decir que TCAP forma parte de los procedimientos respectivos cuando existe una llamada en tiempo real, si se quiere referir al circuito de voz se debe hablar de ISUP ya que es quien realiza la llamada. Dentro del SSP existe un software que conmuta los procesos de llamada quien interactúa paralelamente con TCAP como con ISUP para poder ejecutar completamente la llamada, en la figura 2.2 se logra apreciar los niveles del protocolo SS7.



[35] Fuente: Adaptado de Signaling System No.7, Pag 73
Russel Travis

Figura 2.2 Niveles de protocolo SS7

2.3 Redes inteligentes

Una red inteligente logra establecer la comunicación entre un SSP y SCP con el fin de obtener información sobre el servicio que requiere el abonado, se puede citar como ejemplo cuando necesita ingresar su saldo marcando a un número en especial.

Una red inteligente es aquella que permite la funcionalidad de la red de manera flexible ya que su arquitectura ha sido desarrollada para que pueda modificar y mejorar los servicios sin tener que rediseñar los equipos de conmutación.

Servicios como:

- Agilizar procesos de pago y facturación.
- Datos sobre historiales de llamadas.
- Llamada a números de autocontrol.
- Entre otros servicios que implican información de la base de datos.

2.3.1 Servicios

Entre los servicios se encuentran dos que son los listados a continuación:

2.3.1.1 Servicio de lógica

Son algoritmos se han efectuado en programas de servicio de lógica (*SLP*) y son quienes toman las decisiones de procesamiento de llamada que normalmente son ejecutados por el SCP, para lograr así que el SSP no contenga exceso de tráfico por procesamiento ya que de por sí mismo ya es compleja su tarea de funciones y procesos por llamadas.

2.3.1.2 Servicio de datos

Es la información que se debe procesar en una llamada o una aplicación que solicita el cliente, información básica necesaria como código de línea y código de función.

Como los servicios celulares están constantemente en crecimiento esto causa algunas dificultades como

el aumento de las demandas de las bases de datos o la sincronización de datos que se han replicado, como ventaja de la red inteligente es que cada SSP tiene información desde un SCP cada vez que lo necesite es decir actúan los servicios de datos, esto ayuda que la sobrecarga de administración sea menor [11]

2.3.2 Arquitectura de la red

Una red inteligente está conformada de algunos componentes para así satisfacer la demanda de servicios como el SSP, el SCP y un periférico inteligente (*IP*).

La red inteligente como estructura no ha cambiado drásticamente sino los cambios mayormente se han desarrollado en la funciones de cada punto de señalización (*SP*), es decir el software implementado en cada uno de los nodos ha sido mejorado además hay nodos adicionales que se integraron para complementar y mejorar la arquitectura de la red inteligente [12]

El SSP en una red inteligente debe corresponder adecuadamente a las exigencias por lo tanto se debe actualizar su software para cumplir con las tres principales funciones.

El SSP requiere de una aplicación mediante su software ya que se debe comunicar con otros SP como: el IP y el SCP.

El SSP debe comprobar si una llamada necesita de una asistencia por parte del SCP. Esto se realiza gracias a un proceso dentro de su software conocido como *triggering*. Las transacciones de llamada generalmente terminan cuando se recibe una respuesta por parte del SCP, el software para realizar esto debe estar en el SSP.

Como parte del hardware el SSP debe poseer circuitos de servicio de una red inteligente (INSCs) entre las funciones se menciona que pueden recibir DTMF o tono doble multifrecuencial para solicitudes personalizadas del abonado.

El SCP es aquel que tiene como función principal el procesamiento de datos que poseen la lógica y el acceso a la base de datos para los servicios de una red inteligente.

Se debe señalar que su comunicación no solo es con el SSP sino también con el IP y presenta dos de sus ventajas principales en una red inteligente.

El SCP interviene sobre la solicitud que le envía el SPP mediante un protocolo de señalización actualmente CAMEL, el SCP recupera los datos que fueron solicitados y responde con la información necesaria al SSP sobre como continuar con la llamada, es importante mencionar que el SCP puede ser especializado en un solo servicio o implementar más de uno [12]

El periférico inteligente (IP)

Es aquel SP que permite el acceso a las técnicas de procesamiento de llamadas, reconocimiento de tono doble

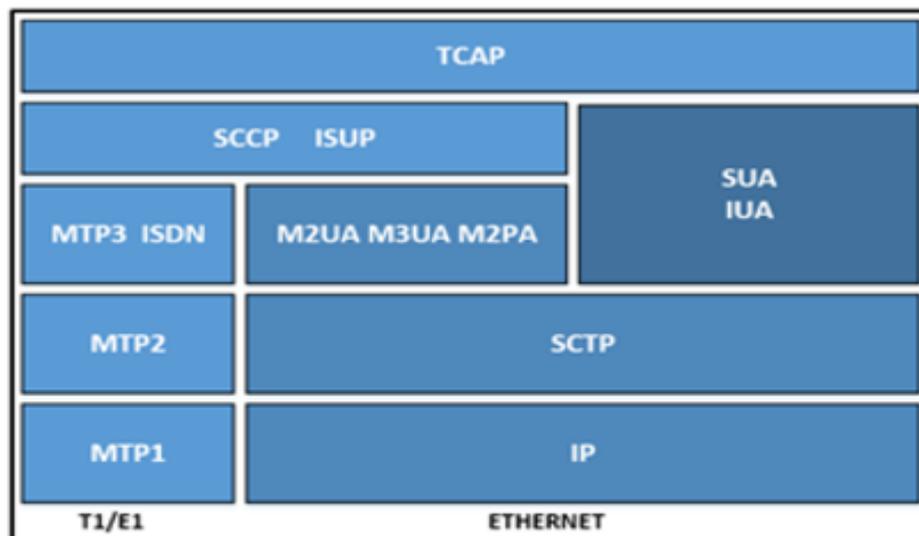
multifrecuencial (DTMF) y donde se solicita la información al usuario.

Algunos servicios que necesitan interacción con el abonado y ofrecen un diseño de opción de mensajes de voz en el que el cliente toma las decisiones sobre que opción escoger mediante DTMF en el teclado o el mejor de los casos un reconocimiento de voz.

Esta función el IP anteriormente se encontraba en el SSP pero esta opción no es tan rentable, por eso mover el IP como SP independiente permite ahorrar recursos al SSP [13]

2.4 SIGTRAN

Las redes SS7 están migrando de TDM a una red convergente que utiliza TCP/IP de modo que existe cambios en la pila tradicional de SS7 dando lugar a nueva infraestructura física y lógica a las operadoras telefónicas para lograr esto los protocolos utilizados en SS7 serán transportados en internet esta adaptación responde al nombre de SIGTRAN, en la figura 2.3 se logra apreciar el modelo SS7 sobre TDM con la pila del protocolo SIGTRAN.



[36] Fuente: Adaptado de Signaling System No.7, Pag 202
Russel Travis

Figura 2.3 Modelo SS7 sobre TDM con la pila de protocolo
SIGTRAN

En la pila de SS7 adoptando SIGTRAN aparecen nuevos niveles que en resumen son la adaptación principalmente de MTP que difieren en los procedimientos y la gestión de conexiones.

El aporte en la seguridad por parte de SIGTRAN es un valor adicional frente a la red tradicional sobre TDM [14]

El Gateway de medios (*MG*) proporciona acceso para el abonado y hace la conversión de la voz analógica en voz digitalizada para transmisión de través de la red TCP / IP [o la red de Modo de Transferencia Asíncrona (*ATM*) en algunos casos.

El control de llamada se divide por toda la red para reducir el costo de éstos conmutadores de red. El control de llamadas está más centralizado en la puerta de enlace de medios de control (*Media Gateway Control, MGC*), eliminando la necesidad de costosos recursos de procesamiento en las puertas de enlace de medios, (*Media Gateway, MG*). El protocolo de control de puerta de enlace de medios (*Media Gateway Control Protocol, MGCP*) se utiliza para comunicar información de control entre la MG y el MGC.

La diferenciación de estas dos tecnologías es en los protocolos utilizados y en sus estructuras. La Señalización por canal común número seis (*Common Channel Signaling 6, CCS6*) utilizó muy exactas estructuras que tenía unidades de señalización de longitud fija. Esto no permitía una longitud variable unidades de señalización. Fue por eso que SS7 se estructuró la forma en que es actualmente ya que al brindar una estructura básica en la que algunos protocolos

dependen en la capa de transporte y esto permite a los protocolos de nivel superior ser menos estrictos.

Esto quiere decir que pueden crecer y evolucionar con la red sin afectar el mecanismo de transporte [15]

MTP2-User Peer-to-Peer Adaptation Layer

La Capa de Adaptación punto a punto para usuario MTP-2 (MTP2-User Peer-to-Peer Adaptation Layer, M2PA) es parte del MTP-3 en mensajes de señalización sobre internet.

Mediante conexiones IP M2PA se incluye la comunicación de mensajes entre un SG y un MGC (*Media Gateway Controller*), y la transferencia de mensajes entre un SG y un IP o punto de señalización.

Un SG tiene la facultad de conectarse a otros nodos acomodándose solo a las conexiones IP. Cuando ocurre esto en SIGTRAN, se comporta de forma parecida que a STP en una red SS7 convencional sin usar las desventajas de TDM [16]

Este protocolo se utiliza en lugar de MTP2 e incluso soporta funciones que le competen a MTP3, tales como datos de recuperación de procedimientos.

MTP-2 User Adaptation Layer.

La Capa de Adaptación de Usuario para MTP-2 (*MTP-2 User Adaptation Layer, M2UA*) fue puesta en desarrollo por la IETF y se convirtió en el soporte para el tráfico posterior de SS7 a través de una instalación de IP.

Este protocolo se fundamentará en SCTP como el nivel de transporte, un ejemplo en donde sería necesario utilizar este protocolo es entre un Gateway de señalización (SG) y un Media Gateway Controllers (MGC), donde en el SG, el protocolo M2UA enviaría mensajes a dispositivos en una red IP ya que es el encargado de mantener el estado de todos los procesos que son configurados en ese SG que pueden ser direcciones de destino además de poder ejecutar los procesos del servidor de aplicaciones múltiples (ASP). M2UA además puede realizar implementaciones cliente/servidor.

M2UA

Puede brindar servicios como soporte para la frontera entre MTP2 y MTP3 también sirve para comunicarse entre los módulos de manejo en una SG y MGS.

M3UA

Este protocolo sirve con las funciones de nivel 3 de MTP en redes TCP / IP utilizadas para SS7 además mapeo de direcciones de los códigos de punto SS7 para a las direcciones IP es proporcionada por esta protocolo.

El enrutamiento se basa en varios parámetros dependiendo de si el mensaje es ISUP o TCAP ya que utiliza los servicios de SCTP como protocolo base de transporte de señalización.

En el caso de mensajes ISUP, el enrutamiento se fundamenta en el código de punto de destino (*DPC*), origen código de punto (*OPC*) y el código de identificación de circuito (*Circuit Identification Code, CIC*). De estos parámetros se sirve para conocer la dirección IP relacionada con los MGC en la red IP.

Para SCCP o mensajes de TCAP, el enrutamiento se basa en el DPC, OPC, SIO, y el subsistema número (SSM). Estos parámetros se utilizan para saber la dirección IP asociada con el punto de control de servicio (SCP).

Una diferencia marcada entre MTP3 y M3UA es la ausencia de limitaciones. MTP3 está limitada a 256 bytes, mientras que M3UA soporta longitudes más largas. Los protocolos de banda ancha como ISUP permiten estas longitudes más largas para aplicaciones de banda ancha.

El mayor tamaño del mensaje sólo se utiliza cuando la interconexión es dentro de IP con M3UA que utiliza los servicios de la SCTP.

SCCP de adaptación del usuario (SUA)

Este protocolo brinda el soporte para el transporte de mensajes TCAP oriundos o con destino a la red SS7 a través de una red de señalización basado en IP. El protocolo proporciona un fuerte apoyo a la SCCP sin conexión y los servicios orientados a la conexión en función de los protocolos en los niveles superiores como MAP e INAP.

SUA fue diseñado además para poder ser manejado en las bases de datos de teléfonos que están conectados a SGS y que utilizan IP en lugar de enlaces de señalización fundamentados en TDM.

Este es un enfoque eficiente en muchas redes, debido a la limitación actual que existe en TDM con enlaces de 32 enlaces que pueden ser compatibles con cualquier plataforma de base de datos o servicios tales como Portabilidad del Número Local (*LNP*). Mediante el uso de IP, esta limitación es eliminada. El protocolo SUA proporciona servicios a TCAP a cualquier otro usuario de la SCCP [17]

Protocolo de transmisión simple de control (*SCTP*)

La IETF que es un grupo de expertos que conforma la organización Internet Engineering Task Force desarrolló este protocolo que sirve como el medio de transporte en las redes IP y es implementado para la asociación de los protocolos como M2UA y M3UA.

SCTP se funciona en lugar de TCP o el Protocolo de datagramas de usuario (UDP) y ha sido desarrollado específicamente para su uso en SS7 en redes en IP es el transporte.

La diferencia entre TCP y SCTP está en el mecanismo de entrega ya que SCTP usa la entrega orientada paquetes, mientras que TCP

utiliza entrega corriente orientada. SCTP brinda además un medio para proteger contra ataques de disfraces o “*masquerade attacks*” que es un tipo de ataque en el que el atacante se hace pasar por un usuario autorizado de un sistema con el fin de tener acceso a él.

Inundaciones de la red es otro motivo de intranquilidad en las redes IP esto podría suceder cuando una red es atacada por fuentes desconocidas mediante el envío de miles de mensajes, SCTP lo detecta y evita la inundación de la red.

2.5 ROSE

El elemento de servicios de operaciones a distancia ROSE (Remote Operation Service Element) definido por la ITU-T es un protocolo que se encuentra definido dentro de la subcapa de componentes de la parte de aplicación de capacidades de transacción TCAP (Transaction Capability Applications Part) [18]. Una operación remota se considera como una acción o un conjunto de acciones que han sido bien definidas y que se envían desde una aplicación de usuario hacia un proveedor de aplicaciones con el propósito de solicitar que dicha acción o conjunto de acciones se ejecuten. ROSE proporciona una definición de los parámetros que se utilizan para la comunicación entre nodos, es decir va a definir la forma de los mensajes de

invocación. Las operaciones de petición y de respuesta de ROSE se basan en cinco parámetros: código de operación, argumento, resultado, errores y vinculación [19]

2.6 INAP

Para comenzar con una breve estudio del protocolo INAP (*Intelligent Network Application Part*), primero se debe citar que es un protocolo usuario del elemento de servicio de operaciones a distancia (ROSE), y que es un protocolo estándar de señalización usado para la comunicación entre entidades de aplicación (*Application Entities, AEs*) en una red inteligente. INAP provee la señalización requerida por la aplicación de la red inteligente para alcanzar los servicios alojados en elementos físicos distribuidos [20]. INAP brinda regular la comunicación entre distintas entidades funcionales que han sido implementadas en entidades físicas independientes que necesitan comunicarse entre sí para poder desempeñar diferentes funciones [21]

Gracias a la red inteligente se lograron obtener servicios que han sido diseñados con una estructura modular lo que permite crearlos y modificarlos de una manera sencilla. INAP al principio fue desarrollado para líneas fijas y con el pasar del tiempo fue usado

como base para el desarrollo de un protocolo aún más completo como lo es CAMEL y sus diferentes fases a mencionar (CAP fase I, CAP fase II, CAP fase III), teniendo esto claro, al momento de ahondar en INAP notaremos que se encuentran el conjunto de capacidades CS-1, CS-2 el mismo que lo define la ITU-T e indica que sus funcionalidades están orientadas a evolucionar hacia un conjunto de capacidades más avanzado.

2.6.1 Arquitectura INAP

A continuación se ilustra la arquitectura INAP en la figura 2.4, en donde se logra apreciar en el lado derecho una interacción simple y en el lado izquierdo una interacción múltiple.

Al analizar el caso a, se observa que la función de control de aplicación simple (*Single Association Control Function, SACF*) por medio de los elementos de servicio de aplicación (*ASE*), provee una función de coordinación para saber de esta forma cuales son las operaciones soportadas por los ASE a utilizarse. El objeto de asociación simple (*SAO*) representa la SACF más un conjunto de los ASE que se van a utilizar en una interacción simple entre un par de entidades físicas (*Physical Entity, PE*).

Mientras que al analizar el caso b, la Función de Control de Asociación Múltiple (*Multiple Association Control Function, MACF*) proporciona una función coordinadora entre varios SAO, cada uno de los cuales interactúa con un SAO en una PE distante [22]

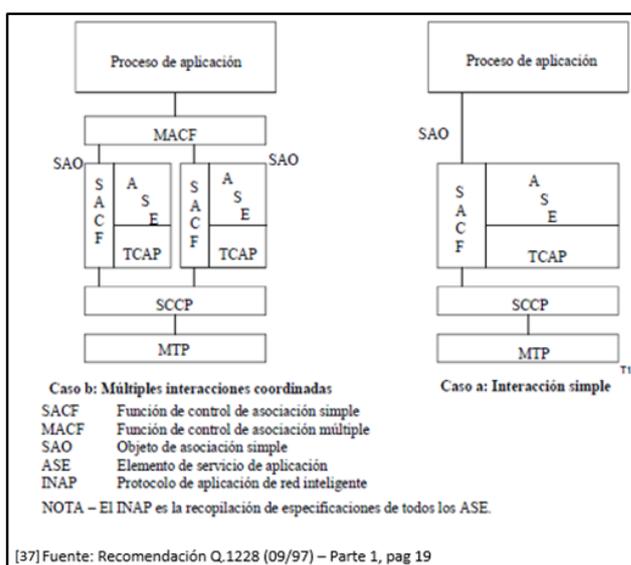


Figura 2.4 Arquitectura del protocolo INAP

2.6.2 Procedimientos y operaciones

Por lo general cada elemento de servicio de operación (ASE) sustenta una o más operaciones y la descripción de cada una de ellas está vinculada a la acción del modelo de entidad funcional. INAP usa el ITU TCAP para encapsular la entrega

de las operaciones remotas, de hecho INAP define su propio conjunto de operaciones remotas y de parámetros.

Existe el procedimiento de conexión a la SRF en donde el punto de control de señalización (*Signaling Control Point, SCP*) se conecta directamente al periférico inteligente (*Intelligent Peripheral, IP*), dando como resultado una reducción del número de mensajes, un ejemplo de esta conexión directa se observa en la figura 2.5

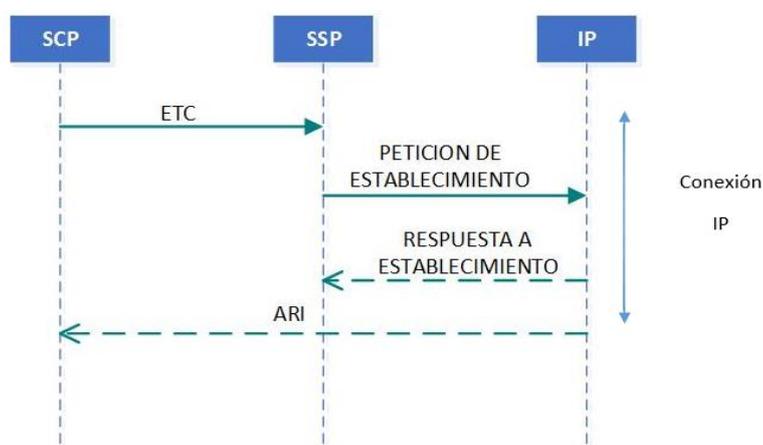


Figura 2.5 Conexión directa entre IP y SCP

Dentro del procedimiento de conexión a recurso se encuentran definidas las siguientes operaciones:

- Instrucción de Petición de Asistencia (*Assist Request Instructions, ARI*)
- Mensaje de Dirección Inicial (*Initial Address message, IAM*)

También existe el procedimiento de interacción de usuario de extremo en SRF, mostrado en la figura 2.6, el cual permite el envío de uno o múltiples mensajes al usuario de extremo mediante las operaciones:

- Anuncio de Reproducción (*Play Announcement, PA*)
- Reporte de Recursos Especializados (*Specialized Resource Report, SRR*)

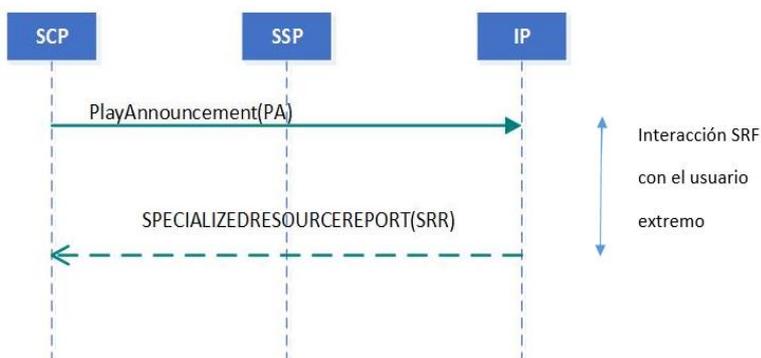


Figura 2.6 Interacción de usuario de extremo

2.6.3 Procedimientos de error

A continuación en la figura 3.1 se listan algunos procedimientos de error, estos errores son enviados como una respuesta a una petición de operación (OR), es decir son los que se han originado con la recepción de una operación y son los siguientes:

- Missing Customer Record: No podría hallarse la lógica de servicio en la SCF, puesto que no existe el registro del cliente requerido [23]
- Improper Caller Response: El formato de entrada del usuario ha sido revisado por la SRF y no corresponde al formato requerido [24]
- Missing Parameter: Indica que existe un error en el argumento de la operación recibida. La entidad respondedora no puede empezar a procesar la operación solicitada porque el argumento es incorrecto [25]
- Parameter Out Of Range: El valor de un parámetro del argumento está fuera de margen [26]

- **Unexpected Component Sequence:** La entidad respondedora no puede comenzar el procesamiento de la operación solicitada porque se ha violado una regla SACF o MACF, o la operación no puede ser procesada en el estado actual [27]
- **Unavailable Resource:** La SRF no es capaz de desempeñar su función (como, reproducir un determinado anuncio y/o recoger información de usuario específica), y no puede ser reemplazada [28]

En lo que respecta a errores O.R, durante la decodificación del mensaje TCAP ya pueden ser detectados los posibles errores y a la vez son señalados por alguna indicación de error.

2.7 Linux

Linux es un sistema operativo de libre distribución que posee todas las características que hoy en día se pueden encontrar en cualquier sistema operativo moderno, este sistema está formado por el núcleo o *kernel*, aplicaciones y además una serie de librerías. Se lo considera un sistema operativo multiusuario y multitarea.

Es considerado como el sistema operativo más confiable y estable ya que se realizan actualizaciones que son fáciles de implementar por el usuario. Necesita de pocos recursos para poder funcionar correctamente, por tal motivo no necesitaremos de un hardware potente.

CAPÍTULO 3

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

A lo largo de este capítulo se describen los mensajes que intervienen en el proyecto así como también las herramientas que se utilizaron y que fueron de ayuda para programación del mismo.

3.1 Descripción

Esta simulación se la ha desarrollado en Ubuntu, que es una distribución de código abierto y libre distribución que garantiza un sistema operativo de buen funcionamiento dado que su enfoque es a cualquier tipo de computadoras, además se encarga de brindar soporte y al desarrollo de servidores.

El entorno de desarrollo integrado (*Integrated Development Environment, IDE*) NetBeans IDE es utilizado en esta simulación ya que permite el desarrollo gratuito en muchos lenguajes de programación como: Java, C/C++ y preprocesador de hipertexto (Hypertext Preprocessor, PHP).

3.2 Mensajes de señalización del IVR

El IVR que se simula en este proyecto tiene como facultad enviar mensajes a la plataforma prepago dado que se necesita la información y actualización de la base de datos de los saldos de un abonado.

La operación bajo el protocolo INAP por parte del IVR envía un mensaje llamado instrucción de solicitud de ayuda (*Assist Request Instructions, ARI*), este mensaje tiene parámetros y campos que son números binarios y números hexadecimales además de campos opcionales, el ARI tiene el siguiente estándar:

Operación INAP Instrucción de Solicitud de Ayuda (Assist Request Instructions, ARI)

IVR→PP

Tabla 1 Campos del mensaje ARI

Argumento	Tipo	Especificación
Identificador de correlación (Correlation ID)	Binario Cadena	Este atributo puede ser especificado como datos binarios. Como alternativa, se especifican los componentes individuales más adelante. Dado que es un identificador binario es concatenado con el número del circuito que se está utilizando.
Dígitos del identificador de correlación (Correlation ID_digits)	Dígito	Hexadecimal Dígitos (0-9/ A-F). Es en este campo donde se guarda el número del llamante (calling party number). Representa el número del abonado que está realizando la llamada.
Valor (Value)	Dígito	Hexadecimal Dígitos (0-9/ A-F). Representa el código secreto de la tarjeta prepago que el cliente digita vía tono doble de frecuencia múltiple (Dual Tone Multi-Frequency, DTMF)

Cuando se envía una consulta a la base de datos, es decir una llamada al *282 y el cliente digita el uno el ARI tiene el formato mostrado en la figura 3.1

ARI

CorrelationID	CorrelationID_digits
---------------	----------------------

Figura 3.1 ARI consulta de saldo

Cuando se envía una consulta a la base de datos, es decir una llamada al *282 con la opción número dos y el cliente digita el código de su tarjeta prepago el ARI que envía IVR hacia PP tiene la estructura mostrada en la figura 3.2.

ARI

CorrelationID	CorrelationID_digits	Value
----------------------	-----------------------------	--------------

Figura 3.2 ARI Ingreso de código secreto

Operación - Anuncio de Reproducción (*Play Announcement, PA*)**PP→IVR**

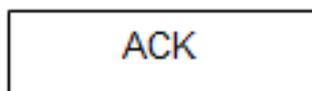
Como respuesta al ARI enviado, la plataforma prepago envía un mensaje llamado anuncio de reproducción (Play Announcement, PA), el PA indica cual es la dirección del audio que el IVR reproduce para que el abonado pueda escuchar la información solicitada. Cabe recalcar que este mensaje es propio de la señalización de la plataforma prepago, pero cabe mencionarlo ya que el IVR debe ser capaz de reconocerlo.

Operación – Reporte de Recursos Especializados (*Specialized Resource Report, SRR*)

IVR→PP

Este mensaje es enviado por el IVR en cuando se simula la función del servicio de cambio de plataforma segura (SSP) o el papel de una plataforma de recursos especializado externa (SRP).

La operación del Reporte de Recursos Especializados (*Specialized Resource Report, SRR*) no requiere ningún argumento ya que es una confirmación a un Anuncio de Reproducción (*Play Announcement, PA*), el mismo que se envía de forma inmediata (ver figura 3.3).



ACK

Figura 3.3 Argumento del SRR

3.3 Esquema general del proyecto

Los dispositivos que actúan son MSC, IVR, PP y el celular, estos pueden ser vistos en la figura 3.4, dichos dispositivos están

conectados sobre una misma red local inalámbrica mediante IEEE 802.11n estándar WiFi.

Donde la MSC se encarga de proporcionar la conectividad entre el celular, la red telefónica de conmutación pública y la red digital de servicios integrados, es decir de este periférico se envía solicitudes requeridas por el abonado al momento de llamar al *282. Además es el originador de los mensajes que comienzan con la señalización con los diferentes protocolos como CAMEL e ISUP.

La plataforma prepago tiene como función almacenar la información de los abonados de la red celular en una base de datos que se actualiza constantemente conforme llegan solicitudes del celular. Además establece una comunicación con el protocolo INAP para decidir que archivos deben reproducirse en el celular del abonado que se encuentra en la red celular prepago.

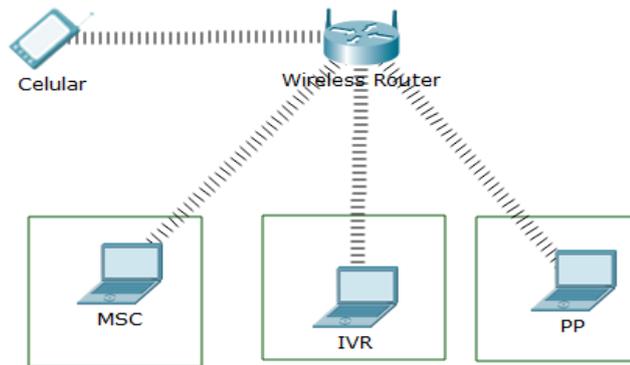


Figura 3.4 Topología

Dado que la comunicación del sistema de Respuesta de Voz Interactiva (*Interactive Voice Response, IVR*) se realiza mediante flujos de mensajes INAP con la Plataforma Prepago (*PP*). A continuación se presenta dos esquemas de señalización donde también está la central de conmutación móvil (*Mobile Switching Center, MSC*).

El primer escenario lo describe la figura 3.5, la cual muestra el flujo de mensajes cuando se realiza la llamada al *282 en busca de consultar el saldo del abonado la central de conmutación móvil (MSC) envía un mensaje IDP a la Plataforma Prepago (PP) la misma que responde con un mensaje ETC para establecer la conexión, inmediatamente la central de conmutación móvil levanta el protocolo parte de usuario de

la red digital de servicios integrados (*ISDN User Part, ISUP*) y envía un mensaje IAM al sistema de respuesta de voz interactiva (IVR) el cual responde con los mensajes ACN y ANM, es en ese momento donde empieza la comunicación INAP entre el sistema de respuesta de voz interactiva y la plataforma prepago, el sistema de respuesta de voz interactiva envía un ARI, el ARI-1 se envía hacia la plataforma prepago pidiendo la posición de un audio en este caso se espera el audio “Bienvenido al sistema amigo, para información sobre tu cuenta presiona uno, para ingresar una tarjeta amigo en tu celular digita 2”, por lo cual la plataforma prepago envía un mensaje PA con la posición del audio a tocar, al recibirse este mensaje en el sistema de respuesta de voz interactiva este responde con un SRR que no es más que una actualización de que se ha recibido correctamente el PA hacia la plataforma prepago, luego se envía un ARI-2 y se espera el audio “El saldo de tu cuenta es x dólares y centavos“, es aquí donde se pide información sobre el abonado en este caso el saldo que tiene disponible, la plataforma prepago busca en su base de datos el número que recibe en el ARI para que una vez habiendo encontrado el saldo disponible envíe un mensaje PA hacia el sistema de voz interactiva con la posición del audio a tocar con respecto al saldo del abonado, enviándose de inmediato un mensaje SRR, por último al finalizar la consulta se desconecta la llamada.

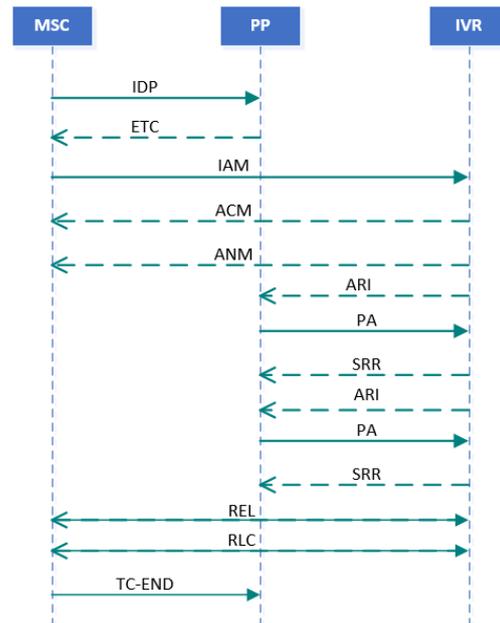


Figura 3.5 Flujo de mensajes entre MSC, Plataforma Prepago e IVR
consulta de saldos

El segundo escenario es el mostrado en la figura 3.6, es aquí en donde se lleva a cabo la recarga de saldos también conocido como el ingreso de tarjetas, este escenario es muy parecido al escenario anterior, con la diferencia de que existen mayor número de mensajes ARI en este caso son tres, el ARI-1 se envía hacia la plataforma prepago pidiendo la posición de un audio en este caso se espera el audio “Bienvenido al sistema amigo, para información sobre tu cuenta presiona uno, para ingresar una tarjeta amigo en tu celular digita 2” la plataforma prepago responde con la posición del mismo en un mensaje PA, como se recibió el mensaje correctamente enseguida el

sistema de respuesta de voz interactiva envía un mensaje SRR hacia la plataforma prepago, cabe recalcar que por cada PA que se recibe se envía un mensaje SRR, el abonado presiona la opción 2 y luego de esto se envía un ARI-3 en donde se espera la posición del audio “Por favor ingrese el número de serie de su tarjeta seguido del símbolo numeral” así que la plataforma prepago responde con un mensaje PA hacia el sistema de respuesta de voz interactiva, el cual envía de forma inmediata un mensaje SRR, el abonado ingresa el número de serie de su tarjeta y se envía el ARI-4 en donde se espera según sea el caso el audio “Tu cuenta ha sido acreditada con x dólares” si se realizó de forma correcta la recarga, o el audio “El código secreto que ingresaste es invalido” si no se realizó la recarga, la plataforma prepago revisa si el código de la tarjeta enviado en el ARI-4 es válido realizando una búsqueda en su base de datos y responde con el mensaje PA, esperando recibir un mensaje SRR, luego de esto se finaliza la llamada.

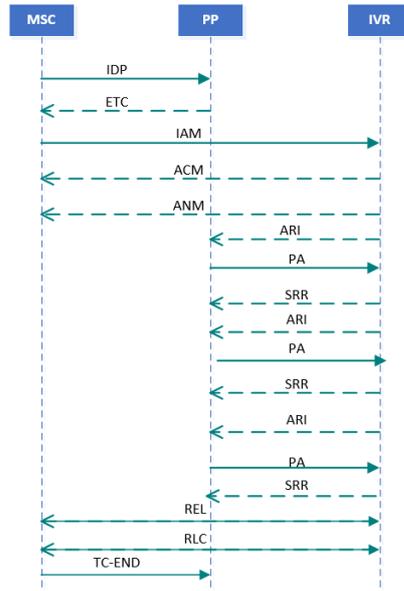


Figura 3.6 Flujo de mensajes entre MSS, Plataforma Prepago e IVR

Recarga de Saldos

3.4 Requisitos para el desarrollo del proyecto

Para llevar a cabo la implementación para la simulación del sistema de Respuesta de Voz Interactiva (Interactive Voice Response, IVR) en esta sección se da una explicación un poco más detallada sobre requisitos a nivel de software y hardware y el lenguaje de programación utilizado.

3.4.1 Software

El software es un elemento imprescindible para el funcionamiento del IVR. Está formado por una serie de

procedimientos, que permiten optimizar todos los recursos que el computador posee.

3.4.1.1 Sistema Operativo utilizado

Como se mencionó al inicio de este capítulo en lo que es la implementación para la simulación del IVR se considera el sistema operativo Ubuntu, debido a la sencillez de la instalación, además de necesitar requerimientos mínimos de hardware para un buen funcionamiento, como los siguientes:

- Procesador 1GHz (Pentium 4 o superior).
- Al menos 2 GB de memoria (RAM).
- Mínimo 10 GB de espacio en disco
- Soporte de video con resolución de 1024x768.

Se recomienda descargarlo directamente del sitio web oficial de Ubuntu donde se selecciona descargar e instalar con la versión 32 bits en este caso muy particular, además se creó un dispositivo USB arrancable con las referencias a la memoria USB para realizar la debida instalación, en la figura 3.7 se

puede observar la pantalla principal al momento de comenzar la instalación del sistema operativo.



Figura 3.7 Instalación de Ubuntu

3.4.1.2 Postman

Postman es una aplicación gratuita para el navegador Google Chrome que permite probar servicios web fácilmente, se indica el localizador uniforme de recursos (*Uniform Resource Locator, URL*), el método HTTP (POST, GET, etc.) y los parámetros de la petición.

Cuando se usa la aplicación Postman de manera automática se van guardando las peticiones más recientes en el historial. Postman permite definir

colecciones en donde se logra guardar una serie de métodos para reutilizarlos fácilmente, en este caso son archivos con extensión PHP los que se simulan.

Además se puede definir variables específicas para los casos explícitos como son: el número del abonado que realiza la llamada o el tipo de servicio que se requiere de la plataforma prepago [29]

En el proyecto fue de gran ayuda, ya que gracias a él se logró visualizar en el explorador web cada mensaje enviado junto con sus correspondientes parámetros hacia la entidad específica en este caso la plataforma prepago y con esto lograr hacer las respectivas pruebas.

3.4.1.3 NetBeans

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado (Integrated Development Environment, IDE) modular,

normalizado que se basa en un IDE de código abierto y una plataforma de aplicación.

Se utiliza NetBeans IDE ya que el sistema interactivo de respuestas se desarrolla en el lenguaje PHP y NetBeans ayuda a la creación del ambiente para PHP además ofrece plantillas de código, herramientas de generación de códigos como '*getter*' y '*setter*', cuenta con la integración completa de estándares web decodificación y además cuenta con un depurador Xdebug en donde se inspeccionan las variables y se logra evaluar el código o establecer puntos de interrupción, por lo general para poder visualizar de una mejor manera los errores de sintaxis presentes en el código [32]. Luego de esta introducción es solo cuestión de crear un nuevo proyecto como se muestra en la figura 3.8 y comenzar con la elaboración del código.

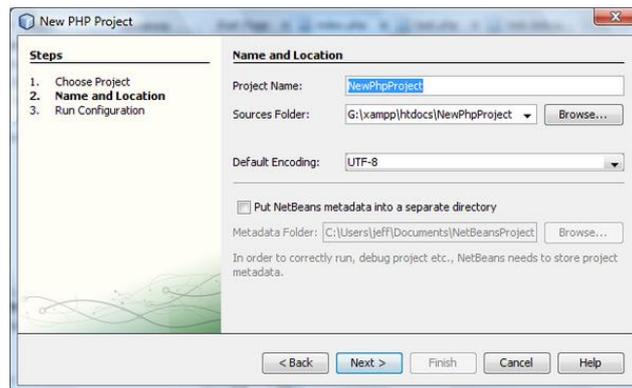


Figura 3.8 Creación de un nuevo proyecto en
NetBeans

Toda la elaboración del código del proyecto fue desarrollada en este entorno, como se verá más adelante es allí donde se programaron los diferentes mensajes php que utiliza el sistema interactivo de respuesta para su correcto funcionamiento [30]

3.4.1.4 XAMPP

Es un servidor independiente de plataforma y de software libre que integra un servidor web Apache, servidor de base de datos MySQL con su respectivo gestor que en este caso es phpMyAdmin, intérpretes de lenguajes de scripts PHP, cuenta con una licencia publica general (General Public License, GNU) [31].

Gracias a XAMPP se logra instalar de forma sencilla un servidor web libre, ya que una vez descargado se descomprime y se ejecuta realizando configuraciones mínimas, fácil de usar e interpreta páginas web dinámicas.

Para iniciar XAMPP basta con escribir el siguiente comando desde la terminal:

```
Sudo /opt/lampp/ lampp start
```

Para comprobar que está funcionando de forma correcta se abre un navegador y se escribe en la URL: `Http: //localhost`

En donde deberá aparecer la página principal de XAMPP.

Debido a que el sistema de voz interactiva es parte de una red celular, necesita tener una comunicación con los otros elementos, por tal motivo es

imprescindible el contar con un servidor web que es quien proveerá conexiones bidireccionales y de esta forma lograr enviar y recibir mensajes.

3.4.1.5 PhpMyAdmin

Es una herramienta escrita en PHP, multiplataforma que cuenta con licencia publica general y permite administrar la base de datos MySQL, realizando consultas, además de crear, eliminar o modificar tablas a través del uso de páginas web, además permite administrar usuarios, exportar e importar datos, para obtener phpMyAdmin es solo cuestión de descargar los ficheros de la aplicación y colocarlos en el servidor web. Es una de las aplicaciones PHP más populares que ofrece una interface web y existen varias versiones disponibles.

En este proyecto se utiliza una base de datos en donde se almacena el número del llamante y el código del circuito, es así que gracias a PhpMyAdmin se la puede gestionar de una forma sencilla [32]

3.4.2 Lenguaje de programación

De manera muy oportuna se explicó que se utiliza como lenguaje de programación PHP para esta simulación ya que cuenta con diversas ventajas para este proyecto ya que los flujos de mensajes siempre son por una respuesta del sistema o por una interacción externa.

Ventajas de PHP.

- El código fuente no es visible al navegador web y al cliente ya que el servidor web (Apache) es el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador, por lo tanto la programación es segura en PHP.
- La facilidad para la conexión con bases de datos, donde se destaca la conectividad con MySQL.
- Se puede utilizar módulos llamados extensiones que pueden potenciar la capacidad en PHP.
- Cuenta con una gran variedad de funciones nativas dando una menor complejidad a la simulación.

Funcionamiento de un Servidor Web

Para entender cómo funciona PHP en primer lugar se debe comprender de manera muy clara cómo funciona el servidor web que se implementa, en este caso el Apache.

Cuando un usuario solicita una página web con lenguaje de marcas de hipertexto (Hyper Text Markup Language, HTML) para resolver esa petición el navegador del usuario establece una conexión HTTP, es decir una conexión HTTP para la página HTML. Este caso es cuando se solicita páginas estáticas.

En otro caso para páginas dinámicas, cuando se solicita una página web que contiene código dentro de la página HTML escrito en PHP u otro lenguaje de programación similar, este código tiene como nombre *script*, el servidor web o el Apache antes de devolver dicha página HTML, el Apache ejecuta ese código como si de un programa se tratase y devuelve un resultado. Ese resultado es un documento HTML devuelto al usuario.

El intérprete de scripts para ejecutar dicho código script y devolver un resultado puede acceder a una base de datos o servicios de correo [33]

3.4.3 Hardware

En lo que respecta al hardware utilizado para implementar el proyecto se utilizó una laptop con las siguientes características:

- Modelo DELL Inspiron 14R5420
- Procesador Intel Core i5 a 2.5 GHz.
- Sistema operativo Dual Windows 8.1 Pro 64 bits y Ubuntu 14.04 LTS 64 bits.
- RAM DE 6 GB

3.5 Proceso de implementación

El proceso de implementación es transcendental en el funcionamiento de IVR en el cual se desarrollan distintos aspectos entre ellos el sistema operativo Ubuntu y el hardware necesario.

3.5.1 Sistema Operativo

El sistema operativo de Ubuntu suministra una plataforma de software encima de cualquier otro programa, llamados aplicaciones. Las aplicaciones se programan para que trabajen arriba del sistema operativo.

3.5.1.1 Instalación del Sistema Operativo Ubuntu

Una vez que Ubuntu esté en marcha, si no está conectado a internet el instalador pide que se elija una red inalámbrica. El siguiente paso es particionar, es decir dividir el disco duro en secciones para utilizar diferente tipo de información. Ubuntu facilita este proceso ya que automáticamente detecta si existe otro sistema operativo instalado en la computadora, en este caso se selecciona la opción de Instalar junto a Windows.

Ubuntu muestra facilidades al momento de configuraciones básicas como ubicación geográfica, hora, distribución del teclado, nombre del equipo,

nombre de usuario, contraseña, se muestra en la figura 3.9

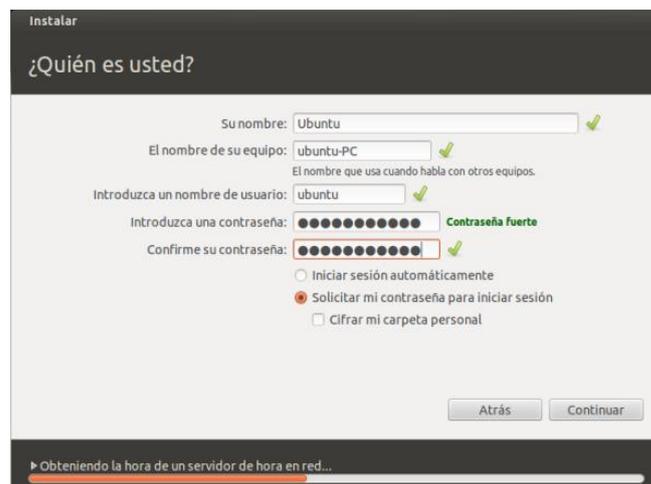


Figura 3.9 Configuración básica de Ubuntu

Como resultado final se obtiene lo mostrado en la figura 3.10 que nos indica que se instaló de forma correcta el sistema operativo.

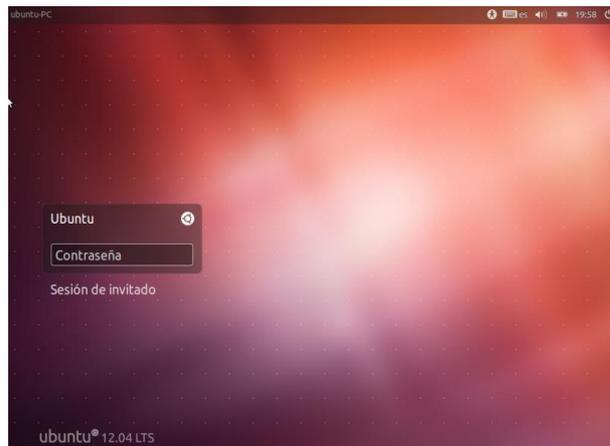


Figura 3.10 Instalación completa de Ubuntu

3.5.1.2 Configuración del sistema operativo

Una vez instalado el sistema operativo Ubuntu se tiene la base sobre la cual se van a instalar y configurar las diferentes aplicaciones y servicios necesarios para implementar el sistema de respuesta interactiva.

Lo primero que se realizara es la instalación de XAMPP la misma que es muy sencilla como se muestra en los pasos a continuación:

- Se descarga XAMPP desde el sitio web llamado apache friends

- Se descomprime y a la vez se instala usando el comando `sudo tar xvzf xampp-linux-1.7.3a.tar.gz -C /opt`
- De esta forma queda instalado XAMPP y solo basta con escribir la línea `/opt/lampp/lampp start` para dar inicio al servidor.

Se procede con la instalación de NetBeans que se da mediante los siguientes pasos:

- Se descarga el IDE desde la página oficial de NetBeans.
- Luego se descarga el kit de desarrollo oficial del lenguaje de programación java (Java Development Kit, JDK)
- Se siguen los pasos para instalar el JDK
- Luego se instala NetBeans PHP con el uso de estos comandos:

```
# chmod +x netbeans-7.4-php-linux.sh
```

```
# sh netbeans-7.4-php-linux.sh
```

- Se abrirá una ventana en donde solo se tiene que dar click en next y aceptando los términos se concluye con la instalación.

3.5.2 Programación de mensajes PHP

La programación de este proyecto tiene sus bases en PHP, por lo que se utilizó el IDE NetBeans para la realización del código como ya se ha mencionado con anterioridad. El proyecto consta de varios archivos PHP los que al unirlos conforman la lógica completa del programa.

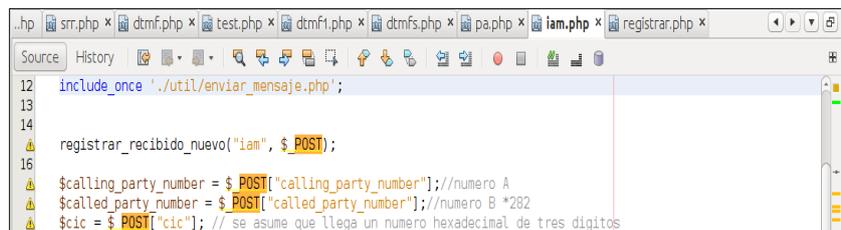
Por nombrar algunos de los archivos PHP que se encuentran están:

- iam.php
- dtmf1.php
- dtmf2.php
- dtmfs.php

Para dar una breve explicación de cómo se desarrolló la programación del proyecto se muestran a continuación una serie de pasos descritos para cada mensaje:

Mensaje iam.php

- 1) Al iniciar la consulta o recarga de saldos siempre es enviado un mensaje iam.php de la MSC al IVR, del cual se extraen los parámetros número del llamante (*Calling Party Number*) y código de identificación de circuito (*Circuit Identification Code, CIC*), se tiene acceso a estos parámetros por medio del método POST utilizando la variable `$_POST` como se observa en la figura 3.11



```
12 include_once './util/enviar_mensaje.php';
13
14 registrar_recibido_nuevo("iam", $_POST);
15
16 $calling_party_number = $_POST["calling_party_number");//numero A
17 $called_party_number = $_POST["called_party_number");//numero B *282
18 $cic = $_POST["cic"]; // se asume que llega un numero hexadecimal de tres digitos
```

Figura 3.11 Código iam.php primera parte

- 2) Se procede a almacenar el número del llamante y el código de identificación del circuito en una base de datos, debido a que esta información se utiliza en los mensajes que se envían a la plataforma prepago, los que se narran posteriormente, esto se muestra en la figura 3.12



```

39
40 //////////////Guardando numero de Abonado
41
42 // Create connection
43 $conexion= mysql_connect($servidor,$user,$password) or die(mysql_error());
44 //echo "Conexión con Mysql exitosa.<br>";
45 mysql_select_db($database,$conexion) or die(mysql_error());
46 //echo "Conexión con la base de datos: ".$database." exitosa.<br>";
47 //inserta informacion a ciertos campos
48 $sql= "INSERT INTO ".$tabla."(callingPartyNumber,cic) values ('$calling_party_number','$cic)";
49 mysql_query($sql,$conexion) or die(mysql_error());
50 mysql_close($conexion);
51

```

Figura 3.12 Código iam.php segunda parte

- 3) Como tercer paso se envía un mensaje ARI mediante la función `enviar_nuevo` a quien se le especifica: la dirección IP de la plataforma prepago con la ayuda de `get_parametro_ip_pp_camel`, `correlationId` que es la concatenación de un número binario con el número del cic y el `calling_party_number`, se observa en la figura 3.13



```

51 ////////////////
52 $correlationId = "001$cic"; // formato binario
53
54
55 $sari_ack = enviar_nuevo("pp", get_parametro_ip_pp_camel(), "ari", array("correlationId" => $correlationId,
56                                     "calling_party_number" => $calling_party_number));
57
58
59 $srr_ack = enviar_nuevo("pp", get_parametro_ip_pp_camel(), "srr", array("request" => "ok"));
60
61
62
63 enviar_respuesta($sari_ack);
64
65

```

Figura 3.13 Código iam.php tercera parte

De esta manera se logra visualizar en parte la estructura del código, que es similar para los demás archivos programados, recalcando el uso de librerías en el proyecto

que cuentan con más archivos programados con funciones específicas como enviar nuevo, la cual se encarga de enviar un mensaje nuevo al destinatario del mensaje.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de terminar el proyecto es indispensable dejar en claro los resultados que se obtuvieron, los mismos se narran a continuación.

4.1 Resultados obtenidos

Luego de realizar la debida implementación del proyecto a nivel de software, se obtiene como resultado el sistema de respuesta interactiva, el mismo que funciona sobre el sistema operativo Linux precisamente sobre la distribución Ubuntu, para consulta e ingreso de saldos mediante comunicación con la plataforma prepago (PP), todo

esto fundamentado en una red celular conformada por abonados prepago.

A lo largo de este capítulo se logra apreciar los resultados que se obtuvieron al finalizar con el desarrollo del proyecto, mostrando principalmente la interfaz gráfica y dentro de ella cada uno de los mensajes que se transmiten bajo el protocolo INAP.

4.2 Interpretación de los resultados obtenidos

Es gracias a la interfaz gráfica que se logran observar los mensajes que se intercambian entre el IVR y PP al momento de realizar una consulta o ingreso de saldos.

En la figura 4.1 se observan todos los componentes que interactúan cuando se establece una llamada hacia el *282 con el fin de conocer el saldo del abonado, además se ven todos los mensajes que se envían a través de cada uno de dichos componentes.

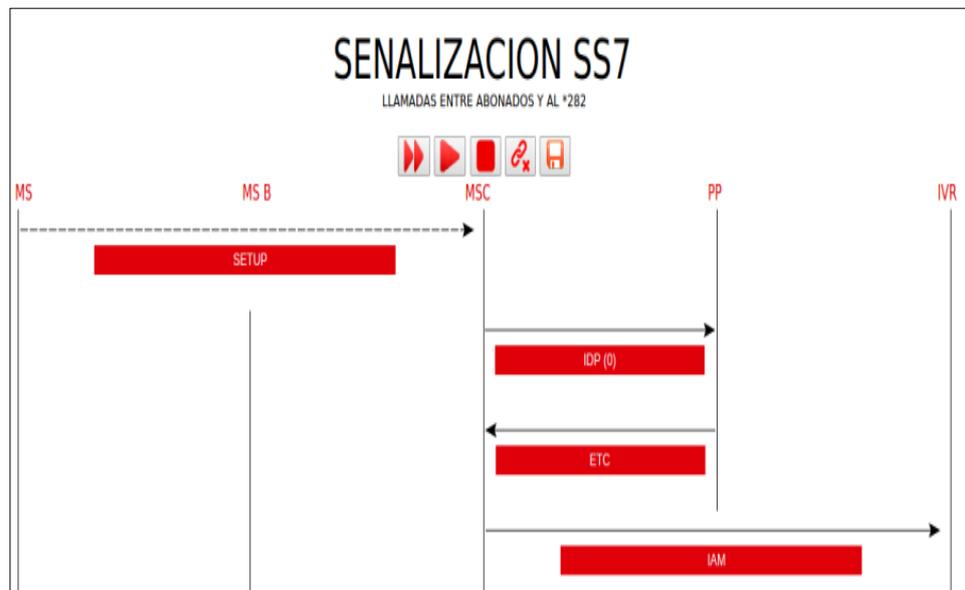


Figura 4.1 Señalización al consultar el saldo del abonado

Cada mensaje de la señalización cuenta con información valiosa (ver figura 4.2) que se logra observar al dar *click* sobre la flecha correspondiente al mensaje, en donde se especifica:

- El tipo de señalización
- La fecha en la que se creó dicho mensaje “Fecha”
- La hora en que se envió el mensaje “Hora”
- El componente donde se origina el mensaje “Origen”
- El componente hacia donde se envía el mensaje “Destino”
- El nombre del mensaje “Mensaje”
- Los parámetros que se envían en el mensaje “Parámetros”



Figura 4.2 Información de los mensajes de señalización

4.2.1 Señalización gráfica al consultar saldo

Es necesario centrarse en la señalización INAP y es en la figura 4.3 donde se observan los mensajes que se transmiten entre el sistema de respuesta de voz interactiva y la plataforma prepago al momento que el abonado realiza una llamada al número de servicio *282 requiriendo consultar su saldo, al llegarle una indicación al sistema de respuesta de voz interactiva, INAP inicia su señalización enviando como primer mensaje un ARI requiriendo el audio de bienvenida a la plataforma prepago, el IVR se encuentra a la espera de un mensaje denominado anuncio de reproducción, etiquetado como PA (*Play announcement*, anuncio de reproducción), (este mensaje forma parte de la señalización de la plataforma

prepago); como ya se ha mencionado en el capítulo anterior siempre que el sistema de respuesta de voz interactiva reciba un mensaje de anuncio de reproducción de forma correcta y completa enseguida enviará un mensaje llamado reporte de recursos especializados etiquetado como SRR. Luego se observa un nuevo mensaje ARI que establece una comunicación con la plataforma prepago esta vez requiriendo la consulta del saldo que el abonado dispone, nuevamente se espera un mensaje PA con la información requerida y de forma inmediatamente se envía un SRR indicando que la información contenida en el mensaje PA se ha enviado de este de manera correcta, es decir el anuncio ha sido completado.

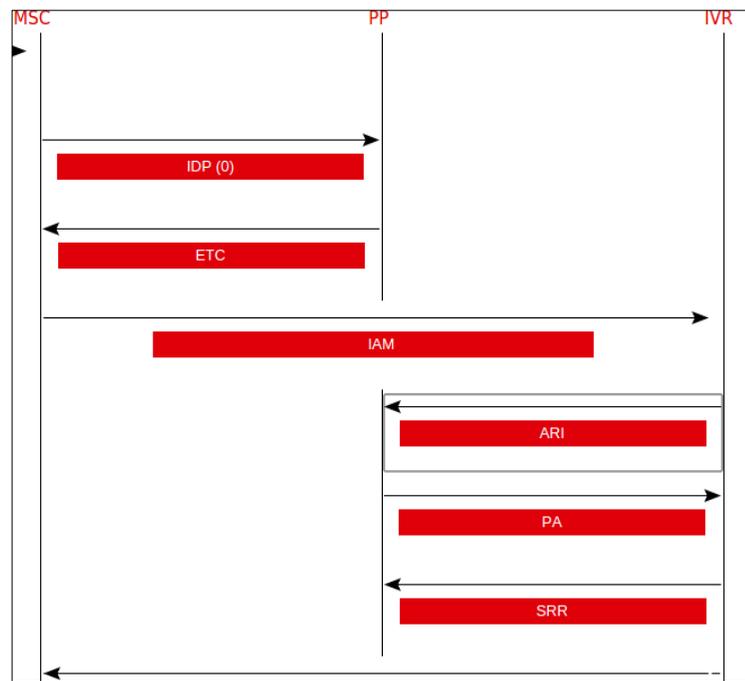


Figura 4.3 Señalización INAP al consultar el saldo del abonado

Entre los mensajes que se encuentran en el flujo y que forman parte de la señalización INAP están: el de instrucción de petición de asistencia (ARI) y el mensaje denominado reporte de recursos especializados (SRR) cada uno de ellos puede ser observado con la respectiva información con la que viajan hacia la plataforma prepago al dar un *click* sobre la flecha que indica el nombre del mensaje involucrado cuando se realiza la consulta de saldo.

En la figura 4.4 se muestra el primer mensaje ARI enviado hacia la plataforma prepago con su información respectiva en donde claramente se visualiza que es un mensaje que viaja desde el IVR hacia el PP y cuenta con los parámetros *correlation_id* y *correlation_id_digits* donde respectivamente se almacena el identificador de la petición que realiza el abonado y el número del abonado.



Figura 4.4 Información del primer ARI enviado al consultar el saldo

En la figura 4.5 se muestra la información contenida en el mensaje SRR que no es más que una confirmación de que el anuncio de reproducción (PA) se ha recibido sin errores

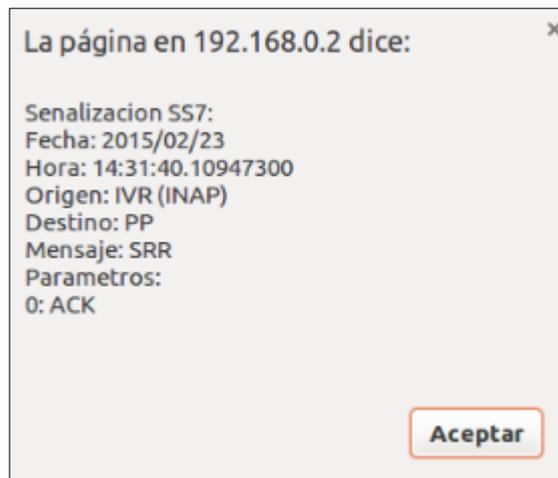


Figura 4.5 Información del primer SRR al consultar el saldo

Es el mensaje mostrado en la figura 4.6 que envía la petición de consulta de saldo a la plataforma prepago una vez que el usuario presionó la tecla 1 requiriendo conocer el saldo actual que tiene disponible en donde se observa que el parámetro que corresponde al identificador de correlación (*correlation_id*) cambia de valor debido a que es con este parámetro que PP logra reconocer que se trata de una consulta de saldos.

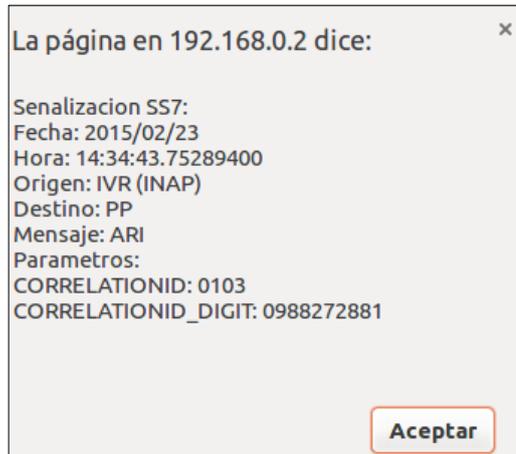


Figura 4.6 Información del segundo ARI al consultar el saldo

En la figura 4.7 nuevamente se observa el mensaje SRR el cual anuncia a la plataforma prepago que se ha reproducido con éxito el mensaje indicando el saldo disponible del abonado.

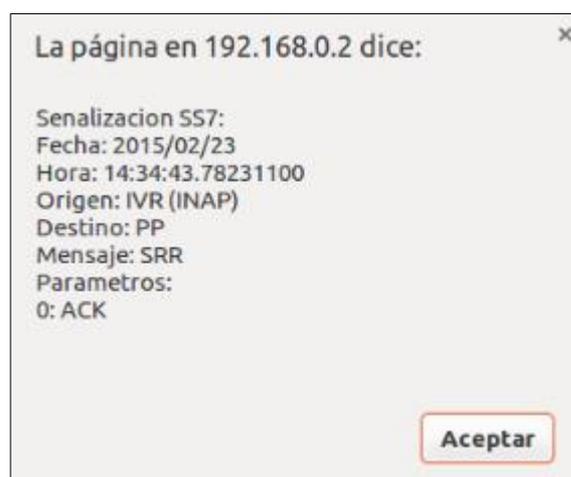


Figura 4.7 Información del segundo SRR al consultar el saldo

4.2.2 Señalización gráfica al ingresar saldo

Se muestra a continuación en la figura 4.8 la señalización basada en el protocolo INAP al momento de ingresar saldo en la cuenta de un abonado prepago. Como inicio se envía un mensaje ARI hacia la plataforma prepago para que se envíe el anuncio de bienvenida al abonado que realiza la llamada, el sistema de respuesta de voz interactiva al recibir el mensaje reproducción de anuncio (PA) de forma inmediata envía hacia la plataforma prepago el SRR que indica que ha sido satisfactorio la reproducción del mensaje, el usuario esta vez presiona la tecla 2 para realizar una recarga de saldos y es allí que se envía una nueva asistencia de requerimiento (ARI) hacia la plataforma prepago esperando el anuncio (PA) que indique que se pueden digitar los dígitos de su tarjeta para la recarga de saldo, nuevamente se envía un SRR desde IVR hacia PP y por último se envía el ultimo ARI hacia la plataforma prepago indicando el número del código de la tarjeta para realizar la recarga, IVR espera el mensaje de reproducción de anuncio (PA) para enviar un SRR hacia la plataforma prepago, confirmando que se ha reproducido el anuncio.

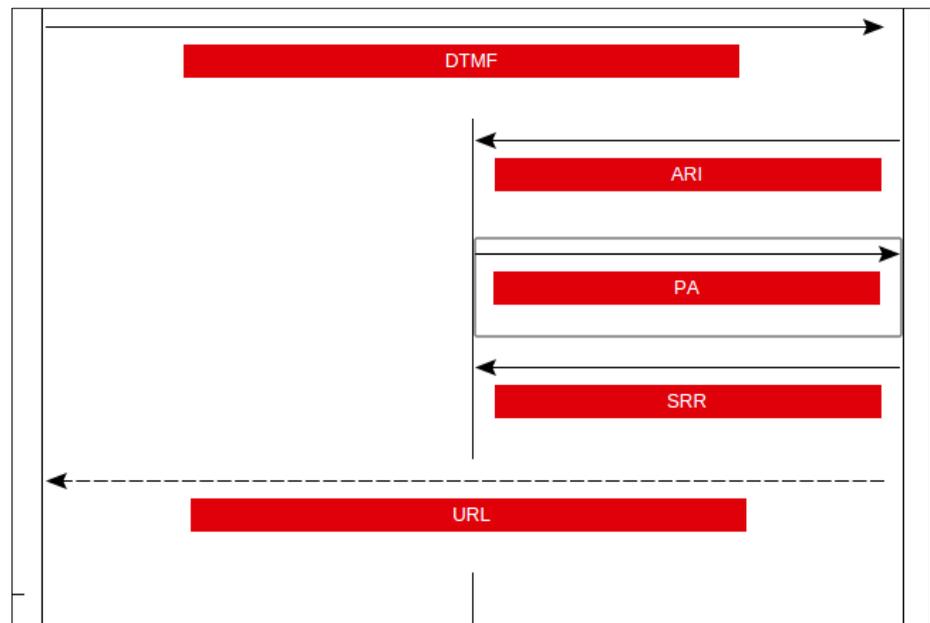


Figura 4.8 Señalización INAP al ingresar saldo

Se puede obtener información adicional de cada uno de los mensajes que forman parte de la señalización INAP cuando se realiza la recarga de saldo, esta información va a ir variando de acuerdo a la petición que se realice.

En la figura 4.9 se visualiza la información del primer mensaje ARI donde se ve que el origen es el IVR y el destino PP, el parámetro identificador de correlación (*correlation_id*) es único y pide a la plataforma prepago el mensaje de bienvenida para que el abonado logre escucharlo.



Figura 4.9 Información del primer ARI enviado al recargar el saldo

En la figura 4.10 se observa por consecuencia a que se recibió un mensaje de reproducción de anuncio (PA) se envía hacia la plataforma prepago un mensaje SRR confirmando que se ha recibido el mensaje con éxito.



Figura 4.10 Información del primer SRR al recargar el saldo

En la figura 4.11 se visualiza nuevamente un mensaje ARI con destino a PP pero esta vez al fijarse en el campo de identificador de correlación (*correlation_id*) se visualiza que ha cambiado debido a que esta vez se espera el anuncio que pida al usuario ingresar el código de su tarjeta.



Figura 4.11 Información del segundo ARI enviado al recargar el saldo

En la figura 4.12 se observa que el mensaje SRR es enviado a la plataforma prepago debido a que el IVR recibió de forma correcta el mensaje de anuncio de reproducción (PA)

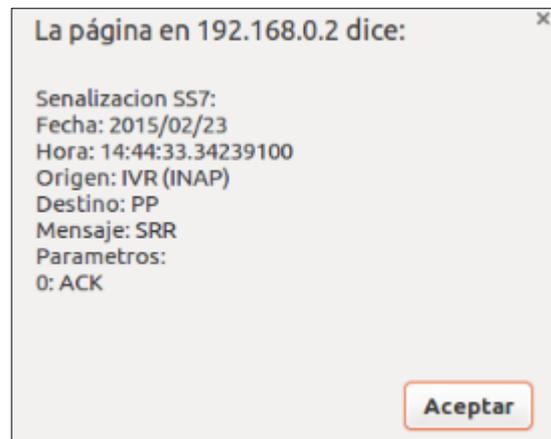


Figura 4.12 Información del segundo SRR al recargar el saldo

En la figura 4.13 se envía el último ARI el cual contiene un campo adicional llamado *value* en donde se almacena el código de la tarjeta que permite realizar la recarga de saldo, este número es de suma importancia, ya que sin este la plataforma prepago no tiene noción de cuánto saldo recargar a la cuenta del abonado



Figura 4.13 Información del tercer ARI enviado al recargar el saldo

En la figura 4.14 se visualiza el último mensaje SRR que marca el cierre de la comunicación INAP ya que indica que el sistema de respuesta de voz interactiva recibió de forma correcta el mensaje de reproducción de anuncio que indica el saldo que ha sido recargado al abonado.

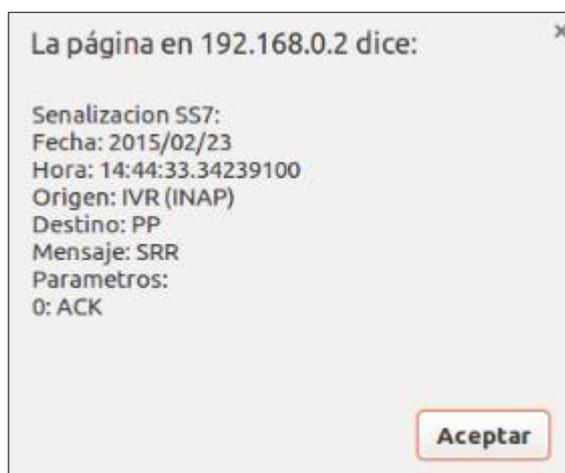


Figura 4.14 Información del tercer SRR al recargar el saldo

4.3 Discusión

Es preciso analizar diversos casos y aspectos que no han sido apreciados en capítulos anteriores:

En primer lugar se debe tomar en cuenta que, para realizar cualquier prueba eficaz y oportuna de la simulación es necesario hacerlo con la red celular completa, es decir con el IVR, PP y la central móvil conmutada (MSC) ya que el intercambio de información y mensajes de los distintos protocolos (INAP, ISUP o CAMEL) solo funciona cuando están presentes todas las entidades físicas de la red prepago.

En segunda instancia con respecto a los problemas encontrados a lo largo del desarrollo del proyecto se listan los siguientes:

El trabajar en Linux supone dar permisos a la mayoría de archivos y directorios que deseen ser manipulados los mismos que se logran dar gracias al comando *chmod* que permite cambiar los permisos de acceso.

Al momento de enviar la URL respectiva para que el abonado pueda escuchar el audio esperado, en ocasiones dichos audios no se reproducían de forma correcta, esto se logró superar borrando la caché del navegador y luego realizando todo el procedimiento de la llamada al *282 se verificó que el error se había eliminado.

CONCLUSIONES

A partir del siguiente Informe se puede concluir varios aspectos con información exquisita relacionada con el desarrollo e implementación a nivel de software del IVR mediante el protocolo INAP.

1. El correcto diseño y configuración de un IVR manejando las especificaciones del protocolo INAP, permite describir de manera clara y fidedigna el flujo de mensajes de dicho protocolo, para lo cual se desarrolló una interfaz gráfica que concede una visualización amigable para el usuario que sienta curiosidad por conocer la señalización que interviene en una red celular prepago.

2. El sistema de respuesta de voz interactiva (IVR) ha permitido automatizar de manera adecuada cada transacción que el usuario ha realizado bajo la modalidad de tonos duales de multi-frecuencia (DTMF), proporcionando una respuesta a cada solicitud que el abonado prepago requiere logrando así una correcta señalización del protocolo INAP.

3. Se describe apropiadamente el funcionamiento del protocolo INAP cuando el abonado solicita una consulta de saldo o cuando necesita una recarga de saldo, ya que la señalización entre el IVR y la plataforma prepago en ambos casos es muy parecida y solamente cambia un parámetro del mensaje ARI llamado *value*, que es donde se almacena el código secreto de la tarjeta.

RECOMENDACIONES

1. Es importante tener en cuenta la versión del sistema operativo con el que se está trabajando, sea esta de 32 bits o 64 bits, porque al momento de elegir el software que se va instalar en el equipo, este debe coincidir con la versión actual del sistema para que no existan conflictos.
2. Es recomendable mencionar que para una correcta simulación, es decir un correcto envío y recepción de mensajes, en primer lugar siempre se debe ejecutar el comando para iniciar el servidor web llamado XAMPP cada vez que arranque el sistema operativo Ubuntu o en su defecto para evitar que siempre se ejecute dicho comando en cada inicio de sesión se puede modificar el archivo *rc.local* que se encuentra dentro de la carpeta *etc*.

3. También se debe garantizar la correcta conectividad de todas las entidades físicas que conforman la red celular prepago, esto se puede alcanzar comprobando que se haya realizado el direccionamiento adecuado, además de verificar el correcto cableado a la red LAN y la adecuada elección de la red inalámbrica.

4. Se recomienda crear un respaldo del código que se ha desarrollado, ya sea en un dispositivo externo o en la nube porque existe la posibilidad de que se presente algún desperfecto con el computador que se está utilizando.

5. Es una buena práctica tener conocimientos profundos de CAMEL dado que este protocolo posee iguales e incluso superiores características que INAP de modo que para futuras aplicaciones como ingreso y consulta de saldos la señalización implementada sobre dichos servicios será CAMEL.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Stallings, *William*, “*Comunicaciones y Redes de Computadores*”, Séptima Edición, *Madrid*: Editorial Pearson Prentice Hall, 2004.
- [2] Lee Dryburgh. Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 63.
- [3] Lee Dryburgh Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 64.
- [4] John G. Van Bosse, “Signaling in Telecommunication Networks”, Second Edition, USA: Series Editor, 2011, Pp. 167.
- [5] Lee Dryburgh Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 74.
- [6] Lee Dryburgh Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 75.
- [7] Lee Dryburgh Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 76.
- [8] Lee Dryburgh Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 267.
- [9] Lee Dryburgh Jeff Hewett, “Signaling System No. 7”, USA: Cisco Press, 2010, Pp. 268.

- [10] Javvin Technologies, "Network Protocols handbook", Saratoga, USA: 2004, Pp. 314.
- [11] Lee Dryburgh Jeff Hewett, "Signaling System No. 7", USA: Cisco Press, 2010, Pp. 312.
- [12] John G. Van Bosse, "Signaling in Telecommunication Networks", Second Edition, USA: Series Editor, 2011, Pp. 519.
- [13] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006.
- [14] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006, Pp. 202.
- [15] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006, Pp.120.
- [16] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006, Pp. 124.
- [17] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006.
- [18] UIT-T, Q1228 "Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 1", Pp 9.
- [19] John G. Van Bosse, "Signaling in Telecommunication Networks", Second Edition, USA: Series Editor, 2011, Pp. 459.
- [20] John G. Van Bosse, "Signaling in Telecommunication Networks", Second Edition, USA: Series Editor, 2011, Pp. 564.

- [21] María Carmen España Boquera, “Servicios avanzados de telecomunicación”, España: 2003, Pp. 564.
- [22] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 1”, Pp. 18.
- [23] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 2”, Pp. 416.
- [24] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 2”, Pp. 414.
- [25] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 2”, Pp. 424.
- [26] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 2”, Pp. 437.
- [27] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 2”, Pp. 462.
- [28] UIT-T, Q1228 “Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 2”, Pp. 460.
- [29] Postman, cliente HTTP para probar servicios web, <http://www.notasdesoftware.com/2014/04/postman-cliente-http-para-probar.html>, consultado en Enero 2015.

- [30] Información de NetBeans IDE 6.1, https://netbeans.org/community/releases/61/index_es.html, consultado en Enero 2015.
- [31] XAMPP, [http://www.textpattern.net/wiki/?title=Using_XAMPP_\(Apache-MySQL-PHP-Perl\)_for_Windows](http://www.textpattern.net/wiki/?title=Using_XAMPP_(Apache-MySQL-PHP-Perl)_for_Windows), consultado en Enero 2015.
- [32] Desarrollador web, phpMyAdmin, <http://www.desarrolloweb.com/articulos/844.php>, consultado en Enero 2015.
- [33] NetBeans IDE PHP, <https://netbeans.org/features/php>, consultado en Enero 2015.
- [34] John G. Van Bosse, "Signaling in Telecommunication Networks", Second Edition, USA: Series Editor, 2011, Pp. 158.
- [35] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006, Pp. 73
- [36] Russel Travis, "Signaling System #7", Fifth Edition, New York: McGraw-Hill, 2006, Pp. 202.
- [37] UIT-T, Q1228 "Recomendación sobre interfaces para el conjunto de capacidades 2 de red inteligente Parte 1", Pp. 19.