

Simulación de la Operación de un Servicio de Red Inteligente para Telefonía Fija

Erick Sagnay García⁽¹⁾, Erwin Sagnay García⁽²⁾, Washington Medina⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral, Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
edsagnay@espol.edu.ec ⁽¹⁾, esagnay@espol.edu.ec ⁽²⁾, wmedina@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo, definido en el primer capítulo, simular la operación de un servicio de red inteligente para telefonía fija y mostrar visualmente la manera de autenticar el usuario en un sistema de señalización SS7, utilizando la herramienta de simulación libre OMNET++, para producir un tema de estudio completamente gráfico, capaz de ser comprendido por los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones, para la creación de una futura asignatura. El segundo capítulo se enfoca en conceptos del Sistema de Señalización SS7, la arquitectura, componentes y protocolos. En el tercer capítulo se tratan conceptos básicos de los Sistemas de Redes Inteligentes, principalmente se enfoca en la arquitectura funcional que utiliza el Sistema de Señalización SS7 y se modela un prototipo básico de llamadas que explica los elementos que intervienen en el proceso de señalización y tipos de mensajes. Finalmente en el cuarto capítulo se muestra la Simulación de la operación de un servicio de red inteligente para telefonía fija, mostrando visualmente los conceptos expuestos en los capítulos anteriores y analizar los diferentes tipos de mensajes de señalización y los campos que contiene, cumpliendo con los objetivos.

Palabras claves: SS7, telefonía fija, redes inteligentes, simulación, OMNET++.

Abstract

This work aims defined in the first chapter , simulate the operation of an intelligent network service for fixed and visually show how to authenticate the user on a system SS7 signaling , using the tool -free simulation OMNET++ to produce a study topic completely graphic, able to be understood by students of engineering degree in telecommunications, to create a future course. The second chapter focuses on concepts SS7 Signaling System , architecture, components and protocols. In the third chapter the basics of Smart Grid systems are discussed , mainly focuses on the functional architecture using SS7 Signaling System and a basic prototype of calls that explains the components involved in the signaling process is modeled and types message . Finally, in the fourth chapter shows the simulation of the operation of an intelligent network service for fixed , visually showing the concepts presented in the previous chapters and analyze the different types of signaling messages and the fields it contains , meeting the objectives .

Keywords: SS7, fixed telephony, intelligent networks, intelligent networks, simulation, OMNET++.

Introducción

Las redes de telecomunicaciones han evolucionado a través de los años para brindar servicios de alta calidad a los usuarios. Hoy en día una red de telefonía es usada para brindar desde servicios básicos hasta el envío de datos para poder acceder a internet, convirtiéndose en una red inteligente. Las empresas de telecomunicaciones, en su administración de las redes, y gracias al sistema de señalización, tienen el control sobre el nivel de complejidad y tarifas que se cobran a los usuarios por utilizar su servicio, mediante la autenticación.

1. Objetivos

Simular la operación de un servicio de red inteligente, para telefonía fija y mostrar visualmente la manera de autenticar el usuario en un sistema de señalización SS7.

Producir un tema de estudio completamente gráfico, capaz de ser comprendido por los estudiantes de la carrera de ingeniería en telecomunicaciones, para la creación de una futura asignatura de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación.

1.1 Objetivos específicos

Estudiar y comprender, que es una red inteligente, cómo funciona y qué servicios se pueden brindar en la telefonía fija.

Analizar el sistema de señalización SS7 implementado en la red inteligente de telefonía fija y comprender la función de autenticar.

Seleccionar un programa eficiente que nos permita simular la señalización de la red inteligente para telefonía fija.

Simular la autenticación en un sistema de señalización SS7 para un servicio de red inteligente en telefonía fija.

Comprender gráficamente la manera de autenticar el usuario en el sistema de señalización SS7.

2. Sistema de señalización SS7

El sistema de señalización SS7 permite el establecimiento de llamadas, enrutamiento, facturación y el intercambio de información de la red telefónica pública conmutada mediante su arquitectura destinada a la realización de la señalización fuera de banda; una red de sistema de señalización identifica las funciones a

realizar y un protocolo permite su rendimiento constituyéndose así un soporte básico de las redes inteligentes. [11]

2.1 Arquitectura de la red SS7

Este sistema está constituido por nodos llamados puntos de señalización (SPs) los cuales se encuentran conectados entre sí por enlaces de transmisión que aportan la máxima fiabilidad al sistema gracias a su configuración. [11]

Para comunicarse fácilmente y comprender la arquitectura del sistema de señalización, un conjunto estándar de símbolos fue adoptado para representar las redes SS7, mostradas en la Figura 2.01.



Figura 2.01. Elementos de la red de señalización SS7.

Signal Switching Point (SSP). Punto de conmutación de señal, es un centro de conmutación telefónico que permite la manipulación de la señalización troncal, servicios de transacciones con las bases de datos fuera y dentro de la red y la señalización de servicios; transfiere también mensajes SS7 a otros puntos de señalización y es generalmente en los puntos de conmutación donde se originan, mantienen y terminan las llamadas. [3]

Signal Transfer Point (STP). Punto de transferencia de señal, es un conmutador de alta fidelidad que enruta los mensajes SS7 entre los nodos de la red basándose en la información del mensaje o en información almacenada en tablas de encaminamiento. Para asegurar la duplicidad del software, los STP se despliegan de forma separada permitiendo también mayor fiabilidad al sistema. [3]

Signal Control Point (SCP). Punto de control de señal, Un punto de control de señal SCP es una base de datos que proporciona información necesaria en el procesamiento de llamadas con capacidades avanzadas, esta base de datos es multifuncional, on-line y centralizada que almacena datos de los clientes y la lógica del servicio para responder a las peticiones que provienen de SSPs. [3]

2.2 Tipos de protocolos

La red SS7 es un conjunto interconectado de elementos de red que se utiliza para intercambiar mensajes en apoyo de funciones de telecomunicaciones. El protocolo SS7 está diseñado tanto para facilitar estas funciones y para mantener la red en la que se les proporciona. Como protocolos más modernos, el protocolo SS7 es en capas que cubre la comunicación entre nodos inteligentes en la red como se observa en la Figura 2.02. [3]

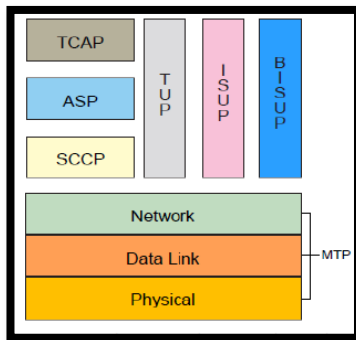


Figura 2.02. Pila del protocolo SS7 [11]

El protocolo MTP (Message Transfer Part) realiza las funciones de transporte de las capas inferiores comunes a todas las aplicaciones de los niveles superiores, selección del enlace de señalización, detección y corrección de errores, conexión física a los enlaces. También proporciona gestión de red para el control de flujo en caso de congestión de la red. [2]

El protocolo SCCP (Signaling Connection Control Part) cumple con las funciones de encaminamiento adicionales al MTP, tiene también las funciones de traducir direcciones, traducir dígitos marcados a un código de punto de destino, el cual es utilizado por el MTP3 para rutear entre puntos de señalización y permitir la transferencia de datos entre nodos. [2]

El protocolo ASP fue un protocolo teórico ya que no es usado en la actualidad.

El protocolo TCAP (Transaction Capabilities Application Part) soporta el intercambio de información entre puntos de señalización con lo cual habilita los servicios avanzados de la Red Inteligente (IN) utilizando los servicios no orientados a conexión del SCCP. [2]

El protocolo TUP (Telephone User Part) controla el inicio y el fin de las llamadas además de definir los procedimientos y formatos para características extra como desvío o identificación de llamadas. [2]

El protocolo ISUP (ISDN User Part) define funciones y procedimientos que permiten incluir en la red circuitos conmutados para llamadas de voz y datos. Proporciona varios servicios tales como Grupo Cerrado de Usuarios, Identificación de Llamadas, Re direccionar llamadas, Llamada en espera; ISUP es una versión mejorada de TUP. [2]

3. Sistema de redes inteligentes

Las Redes inteligentes han sido fruto de la revolución de la informática y de las telecomunicaciones, consisten en plataformas de cómputo y telecomunicaciones con la capacidad de introducir y crear nuevos servicios adicionales para satisfacer a los clientes en sus necesidades específicas, sin necesidad de utilizar otra red, lo que hace que la red inteligente que es de uso público, proporcione servicios privados para cada cliente. [10]

Son una aplicación del sistema de señalización SS7, y es independiente de una red de telecomunicaciones ya que la inteligencia no se encuentra dentro de los conmutadores sino que se localiza en nodos computarizados que se encuentran en la red, gracias a esto los operadores de red tienen la facilidad para desarrollar mejores servicios y más eficientes introduciendo más capacidades a la red, para luego ser personalizados de acuerdo con la necesidad de cada cliente. [10]

La red es desarrollada con el motivo de maximizar los beneficios para el operador dado que los ingresos y el tráfico telefónico aumenta debido a las suscripciones de los usuarios a los nuevos servicios. Esta red con ordenadores integrados permite obtener una inteligencia de red y optimizar el rendimiento gestionando mejor los recursos del sistema consiguiendo así reducir los costos del servicio. [10]

3.1 Servicios de la red inteligente a simular.

El Servicio de Cobro Revertido Automático, este servicio es conocido por la llamada 1-800 que factura la llamada al abonado al servicio de cobro revertido automático que la recibe en lugar del abonado que lo efectúa. [10]

El Servicio Correo de Voz Almacena y envía mensajes de voz, permite a sus abonados disponer de un contestador con un mensaje pregrabado que se reproduce cuando el abonado no se encuentra disponible. [10]

4. Simulación de un sistema de red inteligente para telefonía fija.

Para realizar la simulación del sistema de llamadas en una red inteligente para telefonía fija, utilizamos como herramienta el programa de simulación grafica OMNET++. Se encuentra disponible en varias versiones en el enlace [8], es gratuito mientras se utilice en fines investigativos o académicos, sin obtener ganancias monetarias. Caso contrario se debe obtener la versión comercial llamada OMNEST.

4.1 Simulación del servicio 1-800 en un sistema de red inteligente para telefonía fija

Se simula un grupo de personas o clientes conectados a un teléfono o equipo final, para parecer que clientes están recibiendo alertas de timbre y tono, también cuando contestan llamadas.

Se simula, gráficamente en forma de balón, los SSPs "A", "B" y "C" que contienen las líneas donde se originaran las llamadas, y el SSP "D" que contiene las líneas de los abonados que reciben las llamadas.

Se simula, gráficamente en forma de cubo, los STP "X" y "W" en pares, que contienen los SSPs "A", "B" y "C", y la tabla de direcciones. Estos STP también estarán conectados a los SCP "L" y "M", simulados gráficamente en forma de cilindros, para realizar consultas de teléfonos y tarifas a llamadas especiales en este caso de una llamada al 1800. Este par de STP a la vez estarán conectados al par de STP "Y" y "Z", para dirigir la llamada a sus respectivos destinos a través del SSP de destino "D" para las líneas de abonados que recibirán las llamadas.

Es de importancia resaltar las voice trunks que conectan entre SSPs, adicional al tema del proyecto, se simulan varios canales al azar desde 2 a 5 (se pueden aumentar) para hacer más real y semejar una red donde pueden saturarse las redes de voz, al realizarse varias llamadas al mismo tiempo.

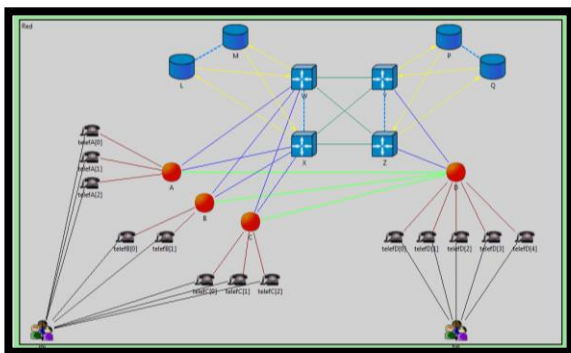


Figura 4.01. Escenario de la simulación

En la Figura 4.02 se presenta la señalización de una llamada 1800 desde el abonado C[0]. Este envía los dígitos marcados a su respectivo SSP, en el "paquete llamando" el cual simula estos dígitos iniciándose en el teléfono del abonado, y enviados al SSP "C".

El SSP "C" reconoce que es una llamada especial y necesita asistencia, para esto crea un mensaje de consulta 1-800, el "paquete consulta", que también incluye datos del numero que llamo. Y lo envía a uno de sus STP.

El STP "X" determina que la consulta recibida es una consulta 1-800 y selecciona una base de datos adecuada para responder a la consulta, la consulta es enviada al SCP "L", manteniendo siempre la información del número que realizó la llamada.

El SCP "L" recibe la consulta y basada en sus registros almacenados extrae la información de este servicio especial y selecciona el número de teléfono al cual la llamada deba ser enrutada. El SCP "L" genera el mensaje de respuesta "paquete Response" con la información necesaria para que la llamada sea procesada correctamente, y lo envía al STP el cual reconoce que está dirigido hacia el SSP "C", para empezar la llamada ya con los datos de destinatario, como una llamada común.

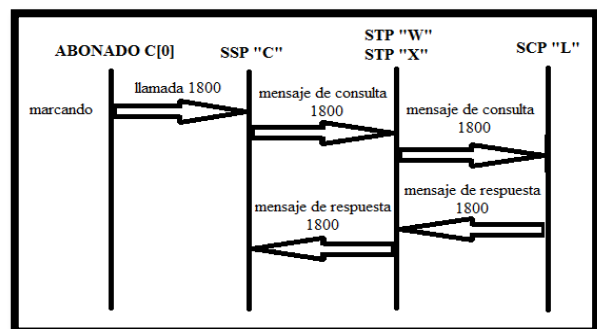


Figura 4.02. Señalización de la consulta del servicio 1-800.

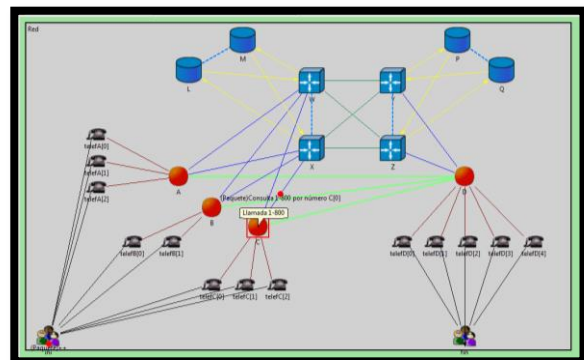


Figura 4.03. Reconocimiento y generación del mensaje de consulta 1800 en el SSP "C".

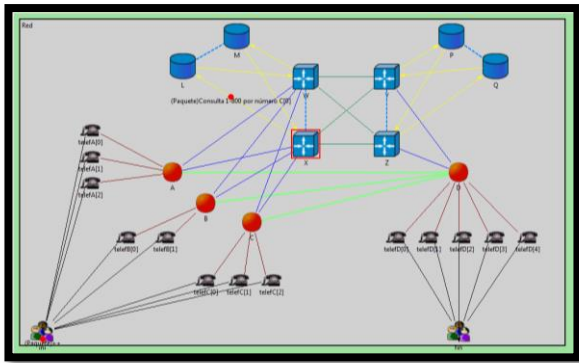


Figura 4.04. Mensaje de consulta enviada del STP "X" hacia el SCP "L".

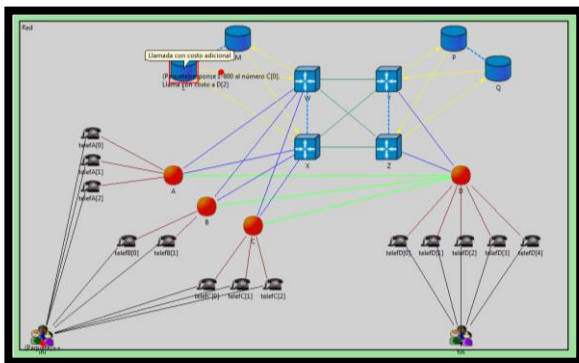


Figura 4.05. Generación del mensaje de respuesta del SCP "L".

En la *Figura 4.06* se muestra la señalización de la llamada luego de obtener la información necesaria del servicio 1800 enviada por el SCP "L".

El SSP "C" selecciona una línea de voz libre y genera el mensaje IAM que contiene información del SSP de inicio (SSP "C"), el SSP de destino (SSP "D"), la línea de voz seleccionada, los números llamante y llamado, así como información sobre el servicio 1800.

El paquete IAM que se dirige del SSP "C" hacia el SSP "D" y toma como línea de voz "0" o "canal 0", es enviado a uno de sus STP el cual revisa la ruta de encaminamiento y determina a cual STP dirigir el mensaje, para luego ser enviado a su respectivo SSP, en este caso el SSP "D".

El SSP "D" recibe el mensaje y determina si sirve el número llamado o el número llamado está inactivo, si esta activo revisa si esta libre tomando en cuenta el estado del abonado para determinar si se encuentra disponible para recibir la llamada.

Luego de verificar que el abonado esta libre para ser usado, el SSP "D" formula un mensaje de dirección completa (ACM), que indica que el IAM ha llegado al destino correspondiente. El mensaje identifica la central receptora "C", el conmutador emisor "D", y el tronco seleccionado. El proceso del mensaje ACM se envía de

regreso al STP "Z" para luego ser encaminado al STP "X" que finalmente lo envía a su respectivo SSP.

También se muestra como el SSP "D" envía el zumbido hacia su abonado, para que timbre el teléfono esperando una contestación. Adicional se envía un zumbido hacia el abonado que llamó esperando que el SSP "C" reciba el ACM y habilite la línea de voz seleccionada.

Al recibir la ACM, el SSP "C" conecta la línea de abonado que llama, a la línea de voz seleccionada, de manera que la persona que llama puede escuchar el sonido enviado por el SSP "C" en modo de tono, a la espera de la respuesta del cliente a quien llamó.

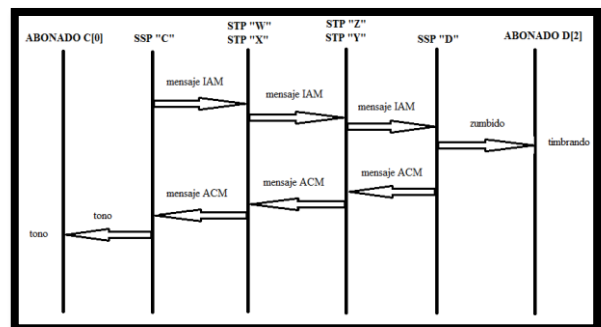


Figura 4.06. Señalización de la llamada común.

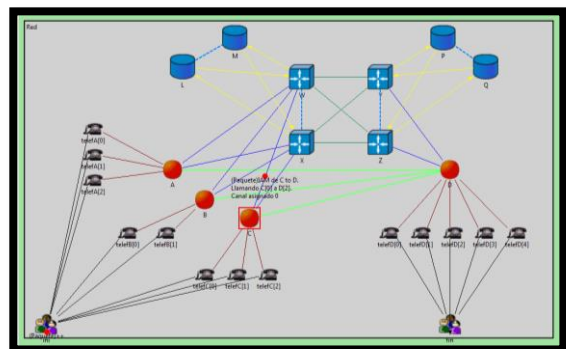


Figura 4.07. Generación del mensaje IAM en el SSP "C".

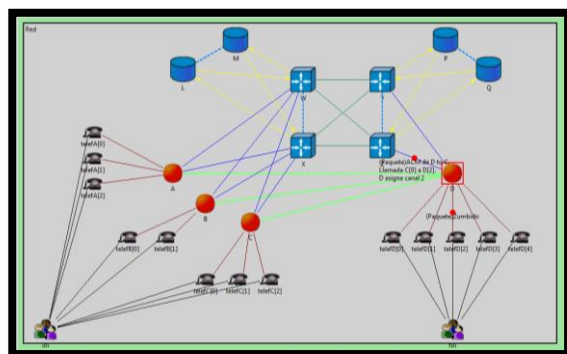


Figura 4.08. Generación del mensaje ACM y envío de timbre por el SSP "D".

En la *Figura 4.09* se muestra el proceso de señalización de la llamada, desde que el abonado D[2] contesta, hasta cuando el abonado C[0] que llamó cuelga la llamada y de procede a desconectar las líneas de voz.

Cuando el abonado llamado D[2] contesta el teléfono, el SSP "D" formula una respuesta de mensaje ANM, identificando el SSP de destino "C", el SSP "D" y la línea de voz seleccionada. Y selecciona la misma ruta que se utilizó para enviar el ACM. Por este tiempo, la línea de voz también debe estar conectada a la línea de llamada en ambas direcciones, para permitir la conversación.

El STP "W" reconoce que el ANM se dirige al SSP "C" y lo transmite. Ya en el SSP "C", se asegura que los abonados están conectados a las líneas salientes y da lugar a la conversación.

Si el abonado que llama cuelga primero, el SSP "C" genera un mensaje de liberación REL dirigida al SSP "D", identificando la línea de voz asociado con la llamada, y lo envía a su respectivo STP.

El STP "W" recibe el REL, determina que se trata de cambiar al SSP "D", y la envía a través del STP "Z".

El STP "Z" encamina el paquete REL a su destino, el SSP "D", para desconectar el abonado con la línea de voz asignada y generar un mensaje de liberación completa RCL con la identificación del canal de voz utilizado, que se reenviará de regreso al SSP "C", pasará por sus respectivos STPs para ser encaminado correctamente y desconectar el usuario que realizó la llamada con el canal asignado.

El SSP "C" al recibir el mensaje RCL, desconecta el SSP de la línea del abonado con la línea de voz y el proceso de señalización del sistema ha culminado.

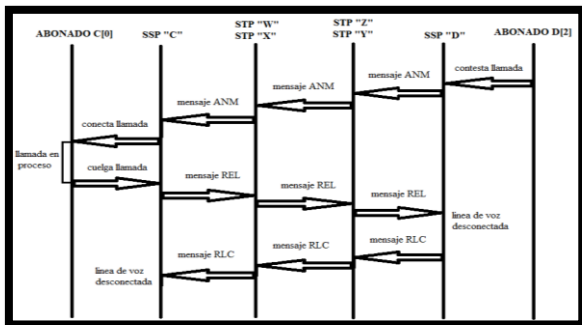


Figura 4.09. Señalización del inicio y fin de la llamada.

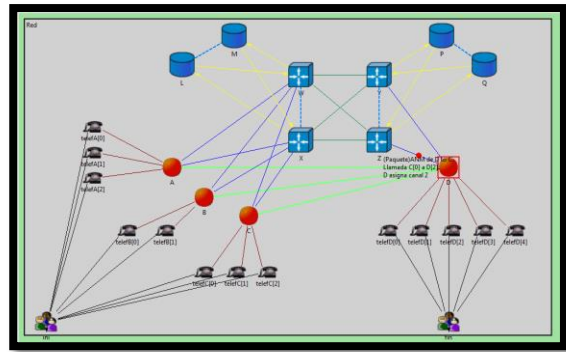


Figura 4.10. Generación del mensaje ANM en el SSP "D".

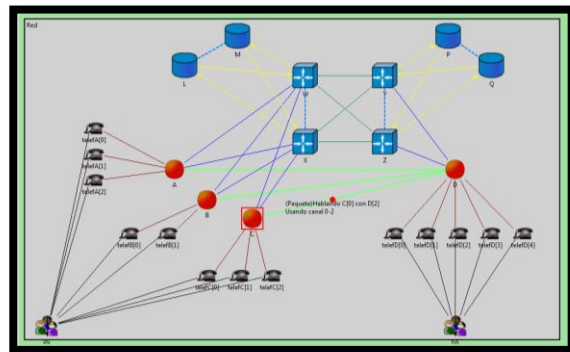


Figura 4.11. Llamada en curso.

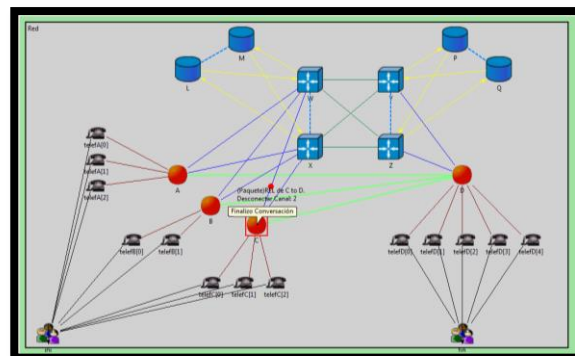


Figura 4.12. Generación de mensaje REL en el SSP "C".

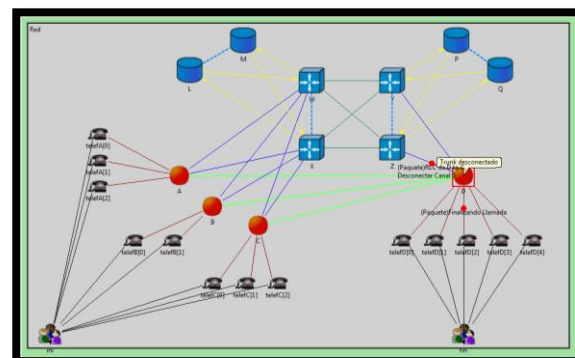


Figura 4.13. Generación del mensaje RCL y desconexión de abonado.

4.1.1 Análisis de resultados de la Simulación del servicio 1-800

La simulación empieza con la llamada a un servicio especial 1800, donde se aprecia visualmente como el SSP "C", autentica el usuario que está realizando la llamada y el tipo de llamada que necesita para poder crear un paquete con la información necesaria para acceder a una base de datos que responda con el tipo de cobro y número que deba ser encaminada la llamada, por lo cual envía un mensaje de consulta hacia el STP "X" que lo encamina al SCP "L"

Cuando llega al SCP "L", se proporciona la información necesaria para el correcto direccionamiento y facturación de la llamada al servicio especial 1800 y se reenvía al STP "X". Este mensaje es enviado de regreso al SSP "C" donde se originó la llamada para que la llamada cumpla el proceso de encaminamiento al número asignado para la llamada especial como se ve en el proceso de simulación.

4.2 Simulación de correo de voz en un sistema de red inteligente para telefonía fija

El correo de voz es un sistema de manejo de mensajes telefónicos que permite a los usuarios recibir, almacenar y gestionar mensajes de voz enviados por otros usuarios que al momento de hacerle la llamada, estaba ocupada la línea telefónica o su llamada no fue atendida.

Adicional a la demostración de la operación del servicio especial 1800 en el sistema de red inteligente, hemos creado la simulación del servicio de correo de voz, como se muestra en la Figura 4.05, la señalización que se da luego que el abonado D[2] no contesta la llamada o está ocupado atendiendo otra llamada al mismo tiempo.

En la figura 4.14 se muestra paso a paso la simulación de la señalización de correo de voz en un sistema de red inteligente para telefonía fija a partir del momento en el cual el abonado D[2] no contesta la llamada .

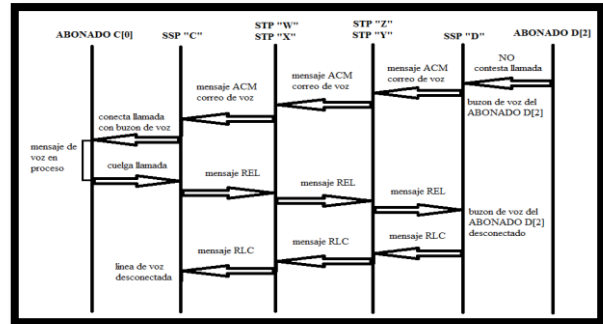


Figura 4.14. Señalización del inicio y fin del correo de voz.

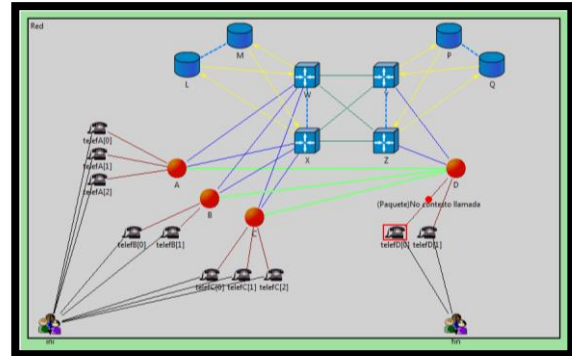


Figura 4.15. Abonado D[0] no contesta llamada.

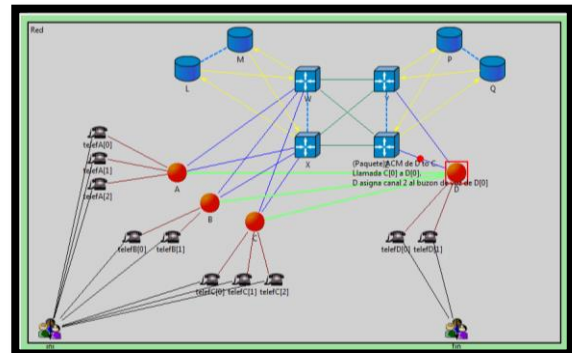


Figura 4.16. SSP "D" asigna canal al buzón de voz de D[0].

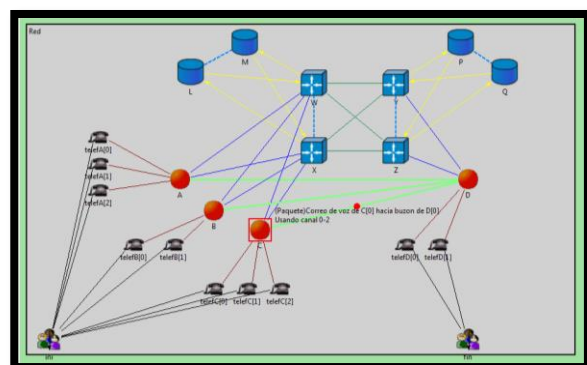


Figura 4.17. El Abonado C[0] dejando correo de voz.

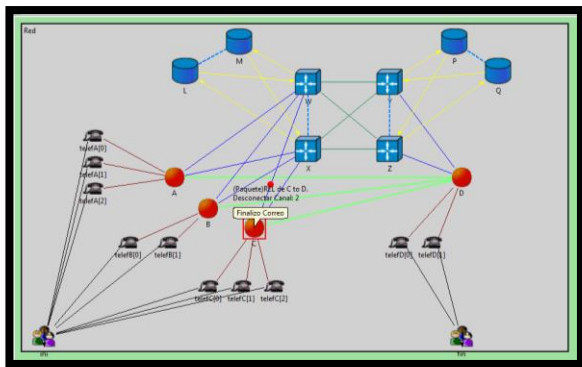


Figura 4.18. El Abonado C[D] finaliza correo de voz.

5. Conclusiones

Hemos investigado a fondo y comprendido que es una red inteligente, su funcionamiento y sus elementos que la componen, así como los diferentes protocolos usados para una comunicación ordenada y de fácil gestión, y así poder brindarnos diferentes servicios especiales de buena calidad.

Estudiamos y analizamos el sistema de señalización SS7 que utilizan las redes de telefonía inteligentes, los componentes principales que interactúan en ella para brindar una óptima gestión de las llamadas y servicios que los usuarios deseen realizar. Comprendimos la manera de autenticar usuarios y así realizamos una simulación eficiente de un servicio especial, 1-800, de una red inteligente de telefonía fija, donde se observa gráficamente como los componentes del sistema de señalización o puntos de señalización reconocen usuario y tipo de servicio especial para su correcta gestión y encaminamiento de la llamada.

Además de simular la operación de una llamada especial en un sistema de red inteligente, también realizamos la simulación de una red entera donde interactúan varias llamadas a la vez, para mostrar la simulación de los procesos que se pueden suscitar tales como encontrar un teléfono que no existe o número incorrecto, una llamada a un número ocupado, llamadas cuando el tráfico de voz está congestionado y no puede realizarse la llamada. Todo totalmente visual y de fácil comprensión para que pueda ser utilizado en una materia de la carrera de ingeniería de telecomunicaciones, incluso como utilizamos un programa de libre uso los estudiantes pueden realizar sus propias simulaciones, aumentar redes complejas, crear servicios nuevos donde se pueden realizar pruebas para luego exponerlo a empresas que puedan necesitar de muchos servicios.

6. Recomendaciones

Recomendamos utilizar la herramienta de uso libre OMNET++, mientras el uso sea para actividades académicos e investigativos. Si deseamos crear nuevas ideas en operaciones especiales donde usemos esta herramienta como prueba para luego venderlas, es mejor comprar la edición comercial que se encuentra disponible su licencia con el nombre de OMNEST de la compañía OMNEST Global Inc.

Para el uso eficiente de OMNET++ es necesario leer muy bien su manual y ejemplos, recomendamos estudiar el uso de implementaciones en tesis que se especializan en el uso de este programa. Además como es una herramienta de programación es un requisito principal tener conocimientos de lenguaje C++ y programación orientada a objetos.

Cuando vamos a descargar OMNET++ de la página mostrada en referencias [8] y estamos usando Windows como sistema operativo, recomendamos descargar el archivo que viene incluido con el programa llamado "mingwenv" que abre la ventana de comandos de Windows con el acceso al instalador y nos permite una fácil instalación, tan solo con dos comandos: "./configure" y luego "make".

Recomendamos poner comentarios al final de la hoja de programación cada vez que realizamos cambios para no confundirnos, mucho más cuando realizamos la programación de un proyecto bastante complejo y extenso donde utilizamos varias páginas a la vez, esto ayuda que se realicen las vinculaciones correctamente y mantener un orden de nuestro proyecto

7. Bibliografía

- [1] Alemán, Ch. (2009). Proyecto de Investigación en señalización Marcatel International. ITESM CENTRO DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES, 15-34
- [2] Armas, V. (2007). Migración a tecnología de NGN VoIP para redes de telefonía en Costa Rica mediante la interacción de IMAP con Softswitch. (Tesis de grado, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica) Extraído desde <http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0702t.pdf>
- [3] Barba, A. (1999). Gestión de red. Barcelona, España: Editions UPC.
- [4] Hernández, D. (2008). Diseño y Evaluación del Traspaso en Redes de Comunicaciones Móviles Avanzadas. (Tesis de Grado, Escola Técnica Superior, Barcelona, España)

- [5] Herrera (2004). Introducción a las telecomunicaciones modernas. Balderas, Mexico: Editorial Limusa S.A.
- [6] Nokia Networks Oy (2002). Introduction to SS7 Signalling, Training Document. Extraído desde http://www.roggeweck.net/uploads/media/Student_-_Introduction_to_SS7_Signalling.pdf
- [7] Núñez, D. (2006). Simulación de una Red de Telefonía Móvil GSM mediante el Entorno de Simulación OMNETT++. (Tesis de grado, Universidad de Alcalá, Madrid, España) Extraído desde http://www.davidnunezclemente.com/files/dnunez_tfc_gmsim_2006_ES.pdf
- [8] OMNET++. Global Instrument. Extraído desde <http://www.omnetpp.org/>
- [9] Performance Technologies Inc. (2013). Signaling System (SS7) Tutorial. Extraído el 1 de abril de 2013 desde <http://www.pt.com/resources/tutorials/ss7-tutorial>
- [10] Redes inteligentes. Extraído el 10 de marzo de 2013 desde http://fermat.usach.cl/~msanchez/R_intel/
- [11] Sistema de Señalización Telefónica - Ing. Edwin R Lacayo Cruz
- [12] The International Engineering Consortium. Web proforum tutorials Signaling System SS7. Extraído el 26 de marzo de 2013 desde <http://www.cs.utexas.edu/users/vin/Classes/CS386M-Fall04/Readings/ss7.pdf>