PROTOTIPO DE UNA CENTRAL DE TELEFONÍA MÓVIL PORTÁTIL PARA USO EN LOS LABORATORIOS DE LA FIET

Sonia Urbano Bolaños
Cesar Ricardo Maca García

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán, Septiembre de 2015

PROTOTIPO DE UNA CENTRAL DE TELEFONÍA MÓVIL PORTÁTIL PARA USO EN LOS LABORATORIOS DE LA FIET

ANEXOS AL TRABAJO DE GRADO

Sonia Urbano Bolaños
Cesar Ricardo Maca García

Director: Mag. Fernando Aparicio Urbano Molano
Codirector: Dr. Álvaro Rendón Gallón

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Telemática
Popayán, Septiembre de 2015

Anexo 1

Practica 1. Central de telefonía móvil. Conceptos generales

Objetivo General de Formación

Adquirir un conocimiento teórico de las plataformas Asterisk, GNURadio, OpenBTS y el dispositivo USRP N210, elementos necesarios para implementar una red móvil GSM con OpenBTS.

Objetivos Específicos

1. Ampliar el campo de recursos con el que se cuenta al manipular redes móviles
2. Profundizar en los conceptos teóricos de las plataformas Asterisk, GNURadio y OpenBTS.
3. Profundizar en los conceptos teóricos del dispositivo USRP N210.

Descripción

En esta práctica se proporciona la documentación y las referencias necesarias que permitan al alumno desarrollar bases de conocimiento para el análisis, desarrollo e implementación de una red de telefonía móvil.

Fundamentos Teóricos

Introducción

Considerando la importancia que tienen las comunicaciones móviles es necesario poner en marcha una red con la construcción de una celda GSM cuya infraestructura está basada en hardware Open Source y software libre de código abierto.

Para esto se hace uso del proyecto OpenBTS cuya finalidad es conectar 2 teléfonos (si hay alcance trasmisor-receptor) y si se tiene conexión a Internet

establecer comunicación con cualquier persona en cualquier parte del mundo.

El software OpenBTS genera una interfaz de aire GSM, llamada Um, que es la interfaz que se usa para establecer la comunicación entre la Estación Móvil *(MS)* y la Estación Base Transceptora *(BTS)* en una arquitectura de red GSM convencional. OpenBTS hace uso del hardware Periférico Universal de Radio por Software *(USRP)*, corriendo sobre un computador para construir una completa aplicación de software radio. Además utiliza el software Asterisk para realizar el control y conmutación de las llamadas, además de permitir desarrollar servicios de valor agregado.

Conceptos generales de GSM

El sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), es un estándar presentado por primera vez como *Groupe Special Mobile*, desarrollado en 1982 por un consorcio de países Europeos, en la conferencia de telecomunicaciones CEPT (Conferencia Europea de Correos y Telégrafos), a fin de solucionar inconvenientes presentados con la telefonía analógica, también denominado estándar de segunda generación *2G* ya que a diferencia de la primera generación de teléfonos portátiles, las comunicaciones se producen de un modo completamente digital [1].

En 1991 se convirtió en un estándar internacional llamado "Sistema global de comunicaciones móviles". En la actualidad es el estándar más predominante en el mundo con más del 90 % de los terminales en uso según la Asociación GSM [1].

Particularidades de GSM

Especificaciones GSM: Fueron elaboradas y editadas por el ETSI[2], divididas en series en base a su funcionamiento como se describe a continuación.

1. 01.XX Cuestiones generales.
2. 02.XX Aspectos de servicio.
3. 03.XX Aspectos de red.
4. 04.XX Interfaz MS-BS y protocolos.
5. 05.XX Capa física en el trayecto radioeléctrico.
6. 06.XX Codificación de voz.

[1] http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/04/latammospa.pdf, pp. 4

[2] http://www.etsi.org

7. 07.XX Adaptadores de terminal para MS.
8. 08.XX Interfaces BS-MSC.
9. 09.XX Interfuncionamiento de la red.
10. 10.XX Interfuncionamiento de los servicios.
11. 11.XX Especificaciones y homologación de los equipos.
12. 12.XX Operación y mantenimiento.

Bandas de frecuencia manejadas en la interfaz de radio de GSM: Cabe resaltar la importacia que representa la frecuencia de operación que maneja la red GSM, en el cuadro 1 se ilustra las principales bandas utilizadas por este estándar de comunicación.

Banda	Nombre	Canales	Uplink(Mhz)	Downlink(MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824 - 849	869 - 894	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890 - 915	935 - 960	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	974 - 1023	880 - 890	925 - 935	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876 - 880	921 - 925	GSM ferroviario (GSM-R)
GSM 1800	GSM 1800	512 - 885	1710 - 1785	1805 - 1880	
GSM 1900	GSM 1900	512 - 810	1850 - 1910	1930 - 1990	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas

Tabla 1: Bandas de frecuencia GSM

Herramientas utilizadas

Asterisk

¿Que es Asterisk?: Esta plataforma de software libre y código abierto, fue inicialmente desarrollada en la empresa estadounidense Digium por Mark Spencer, bajo el sistema operativo GNU/Linux y liberada con la licencia *General Public License 2* (GPL2).

Asterisk implementa una PBX-IP, cuya finalidad es permitir realizar control y conmutación de llamadas de forma personalizada, este software nos permite configurar diferentes aplicaciones y servicios. Soporta diferentes protocolos de señalización de VoIP como SIP, IAX (Tabla 2).

Protocolo	Numero de Puerto	trasporte
SIP	5060/5061	TCP/UDP
IAX2	4569	UDP
MGCP	2727	UDP
SCCP	2000	TCP
RTP	10,00-20,000	UDP
Manager	5038	TCP
H323	1720	TCP
Dundi	4520	UDP
Unistim	5000	UDP

Tabla 2: Protocolos Asterisk

Protocolo SIP: Es desarrollado por el grupo de trabajo MMUSIC del IETF, es un estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario en servicios de vídeo, llamadas, mensajería e Internet. Fue diseñado para proveer señalización de extremo a extremo lo que genera que toda la lógica sea almacenada en los dispositivos finales.

Su diseño se basa en el concepto de *caja de herramientas* ya que se ayuda de las funciones de otros protocolos a las que llama. El protocolo SIP adopta el modelo de cliente-servidor, donde el primero hace las peticiones y el segundo da el mayor número de respuestas posibles, aunque existen otros protocolos este se tomara debido a su constante permanencia en la comunidad IP a diferencia de otros protocolos que están unidos a la unión internacional de las telecomunicaciones.

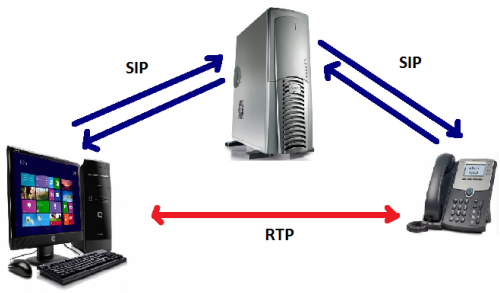


Figura 1: transmisión del protocolo SIP

Como el propósito del protocolo SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia, esta comunicación se hace posible gracias a la ayuda de los protocolos RTP/RTCP y SDP; donde RTP se encarga del transporte de la voz o del video a causa de que el protocolo SIP solo se encarga de la señalización y el protocolo SDP se encarga del envío de los detalles multimedia. Como se

puede observar en la figura 1 la transmisión de los contenidos RTP se realiza directamente entre los equipos que forman parte de la conversación o llamada.

Arquitectura Asterisk: Asterisk se basa en un sistema modular, que depende del núcleo principal del sistema, permitiendo que se pueda seleccionar que partes de Asterisk o módulos se desea utilizar .
Cada módulo posee una funcionalidad específica, de tal forma que puedan tratarse todos los aspectos del sistema, pasando por los tipos de canales como SIP, IAX, o conexiones a otros sistemas para interactuar con Asterisk como mail, bases de datos, web, etc, que permiten a asterisk manejar un dispositivo de alguna determinada tecnología. Estos módulos se clasifican en varias categorías, siendo algunas de las más comunes:

1. Aplicaciones: son aquellas acciones aplicables al manejo de las llamadas dentro del plan de marcación en el archivo *extensión.conf*. Entre las que podemos mencionar a Dial, Voicemail, entre otras. Entre sus características mas comunes es que sus acciones están exclusivamente enfocadas por y para los canales, se carga de forma dinámica.

2. Recursos: Son los encargados de integrar Asterisk con los sistemas externos como bases de datos, servidores web, calendarios, etc. Estos aportan funcionalidades o recursos adicionales al núcleo.

3. Funciones de plan de marcado: Están encargadas de obtener o añadir determinada información específica a cada canal. Suelen ser complementarias a las Aplicaciones proporcionando muchas mejoras útiles como el manejo de cadenas de caracteres o la conectividad ODBC (Conectividad Abierta de Bases de Datos), haciendo que las aplicaciones de plan de marcado sean más dinámicas. Las funciones no pueden ser llamadas directamente en el plan de marcado, estas son llamadas dentro de las aplicaciones y con letras mayúsculas.

4. Controladores de canales: Son drivers específicos para cada tipo de canal disponibles para Asterisk. A ellos se debe que Asterisk sea un sistema independiente y así se pueda tratar a cada uno de ellos de forma Análoga y sin ellos no se podria establecer llamadas. Funcionan como una interfaz en Asterisk y como una unidad logica en el sistema operativo en el que se a instalado Asterisk. Cada llamada entra al sistema a través de un controlador de canal, el cual verifica el plan de marcado y asigna un canal de Asterisk a la llamada.

5. Traductores de Codecs y Formatos: Los codecs son la representación para los sistemas de audio y vídeo digitales de trasmisión y Los formatos representan el almacenamiento. Convierten vía software, de un tipo a otro

tipo de formato o códec de forma simultánea al curso de la llamada. Asterisk soporta muchos codecs diferentes y ejecuta su traducción cuando sea necesario, esto permite convertir formatos de audios entre llamadas.

Tipo	Soportados
Códecs audio	ulaw, alaw, gsm, ilbc, speex, g722, g723, g726, g729.
Códecs formato	GSM, PCM, WAV, OGG, SLINEAR,MP3.

Tabla 3: Códecs y formatos de audio soportados por Asterisk

Estructura de Archivos

1. Archivos de configuración: Se ubican en el directorio /etc/asterisk que se crea cuando se realiza la instalación de Asterisk. Aquí se alojan archivos de configuración como extensions.conf, sip.conf, manager.conf.

2. Archivo de módulos: Se ubican en el directorio /usr/lib/asterisk/modules , importantes para una actualización de la versión de asterisk.

3. Almacenamiento temporal: Se ubica en el directorio /var/spool/asterisk, aquí se almacenan los mensajes de voz, grabaciones de llamadas, llamadas generadas por algunas aplicaciones, e informaciones transitorias.

GNU Radio

¿Que es GNU Radio? Es una plataforma de código abierto iniciado en el 2001, por el Filántropo John Gilmore, quien ha sostenido el proyecto de Radio GNU con el financiamiento de Eric Blossom. licenciado bajo la licencia GPL (*General Public License*).

GNU Radio proporciona bloques de procesamiento de señales para implementar software radio, generalmente se emplea con hardware de *radiofrecuencia* RF externo de bajo costo para crear radios definidos por software o sin hardware utilizando el entorno de simulación (GNU Radio companion). Actualmente muy utilizado en entornos comerciales, académicos a fin de fomentar la investigación de comunicaciones inalámbricas y sistemas de radio en un entorno real. Consta de dos partes, una de aplicaciones escrita utilizando el lenguaje de programación Python y otra que provee herramientas para el procesamiento de señales que son implementados en C++ [3].

La empresa Ettus Research como parte del proyecto de GNU-Radio desarrollo un hardware de adquisición y transmisión de señales que permite trabajar en varias bandas de radiofrecuencias mediante módulos intercambiables

que definen la banda de operación y las características de la sección de radio frecuencia, a fin de emular en un entorno real, sistemas de comunicaciones y sistemas de radio.
Así GNU Radio provee un driver como una herramienta utilizada como controlador de hardware para dispositivos USRP1, para nuevos productos como los modelos USRP NXXX se usa sincronización mediante UDH.

UHD

USRP Hardware Driver, es el controlador de hardware proporcionado por Ettus Investigación para su uso con la familia de productos USRP. El software UHD busca suministrar un controlador de host y API para los productos Ettus.

OpenBTS

¿Que es OpenBTS?: OpenBTS es un proyecto actualmente mantenido por la compañía Range Network, fundada por David Burgess y Harvind Samra, desarrolladores Originales del software OpenBTS [4].

El software *Open Base Transceiver Station* OpenBTS es una aplicación de unix que utiliza un radio definido por software para presentar una interfaz de aire GSM llamada Um a los dispositivos de los usuarios, la interfaz de aire es construida al utilizar el Hardware USRP *Universal Software Radio Peripheral*; también cabe resaltar que estos dispositivos son presentados como terminales SIP a internet para ello usa un softswitch SIP o PBX.

La configuración de OpenBTS reside en un archivo maestro con el nombre de *OpenBTS.config*, el cual se encuentra localizado en el directorio */apps* de la raíz de la instalación de OpenBTS.

Arquitectura de OpenBTS. Los elementos más importantes de la arquitectura de OpenBTS son los bloques *Transceiver, Sipautserve, Smqueue* y las bases de datos *OpenBTS.db, Sqlite3.db, Sipauthserve.db y Smqueue.db*, que interactúan entre sí, junto a una *PBX* para conformar un punto de acceso GSM, Mantiene conexiones SIP representadas con líneas de color negro, conexiones sqlite3 representadas con las líneas de color rojo y la línea azul que identifica la conexión ODBC como se puede observar en la figura 2 [5].

Elementos

1. OpenBTS (Transceiver): El transceiver es un radiomodem basado en software que realiza las funciones de la especificación 05.05 de GSM, responsable del envío y recepción de la señal de radio *Um*, este cumple con

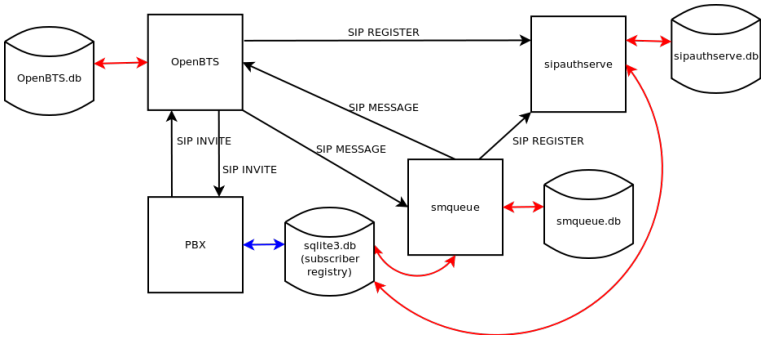


Figura 2: Arquitectura OpenBTS [5]

dos funciones importantes que son la implementación de la capa física L1 con la plataforma TDMA a través de L3 y el limite L3/L4 de la capa de aplicación; a la vez que maneja la interfaz USB del hardware USRP. Su interfaz SIP está normalmente en el puerto 5062, su ubicación por defecto esta en OpenBTS / trunk.

2. Sipauthserve: Es una aplicación que administra la base de datos de información del subscriptor, cumpliendo de forma análoga con las funciones ejecutadas por el HLR *Home Location Register* de GSM, sus funciones involucran el registro y autorización de usuarios, esta aplicación actualiza la base de datos (sqlite3.db) de estos usuarios en respuesta a los cambios efectuados. Su interfaz SIP normalmente se ejecuta en el puerto 5064, su directorio de ubicación se encuentra en subscriberRegistry / trunk.

3. Smqueue: Servidor usado para prestar el servicio de mensajes cortos de texto (SMS) en sistemas OpenBTS, es necesario iniciar de forma independiente del transceiver de OpenBTS. Su interfaz SIP normalmente se ejecuta en el puerto 5063. Smqueue no es necesario en instalaciones que no sean compatibles con la mensajería de texto. Su directorio de ubicación está en smqueue / trunk .

4. PBX (Asterisk): Referenciado anteriormente.

Bases de datos

1. OpenBTS.db: Esta base de datos alberga los parámetros de configuración de OpenBTS, estos se pueden definir desde el CLI de OpenBTS. Entre los parámetros tenemos: potencia, banda de frecuencia para GSM, número de canal de radiofrecuencia absoluto (ARFCN), puertos, entre otros. Su ubicación por defecto se encuentra en /etc/OpenBTS/OpenBTS.db.

2. Sqlite3.db "Subscriber Registry (SR)": Es la red de registro sip, como una red de registro SIP convencional, pero aumentada para dar soporte de movilidad y funciones de autenticación asociadas con GSM. Esta base de datos puede ser manipulada directamente usando sintaxis SQL en tiempo real. En ella se encuentra la información del Subscriptor como el IMSI, el número de extensión dado, puerto, códec, dirección IP entre otros. Su ubicación por defecto se encuentra en /var/lib/asterisk/sqlite3dir/sqlite3.db.

3. Sipauthserve.db: En ella se encuentran almacenados los parámetros de configuración del Subscriber Registry. Su ubicación por defecto se encuentra en /etc/OpenBTS/sipauthserve.db

4. Smqueue.db: Base de datos para servicio de mensajes. Su ubicación por defecto se encuentra en /etc/OpenBTS/smqueue.db

Funcionamiento de la arquitectura OpenBTS:

Su estructura se basa en la pila de protocolos de GSM, por capas, utilizando el modelo OSI (*Open System Interconection*, Sistema Abierto de interconexión). Las capas se describen a continuación en forma jerárquica.

Capa Fisíca, *Physical Layer* (L1): representa las funciones necesarias para trasferir cadenas de bits sobre el medio físico, trasmite tramas de control y tráfico. Entre sus funciones está la de Radiomodem, TDM (*Time Division Multiplexing*, Multiplexación por División de Tiempo) y sincronización, por ultimo codificación, descritas en las series 04.04 y 05.xx de GSM.

Capa de Enlace de Datos, *Data Link Layer* (L2): Provee conexiones de enlace para intercambiar señalización entre entidades como MS y BTS. Entre sus funciones está el direccionamiento, segmentación y retrasmisión (LAPDm *Link Access Protocol for Dm-chanel*, Protocolo para Control de Enlace en Canales Dm), descritas en las series 04.05 y 04.06 de GSM y ITU-T Q.921.

Las funciones de la capa 3 están diseñadas como la capa de aplicación y no debe confundirse con las funciones de la capa 3 del Modelo OSI.

Capa de aplicación o capa 3, *Layer 3* (L3): La capa de aplicación se compone de tres subcapas. Recursos de Radio (RR): que se encarga de generar el enlace entre la MS y La BTS, Gestión de movilidad (MM): que se encarga de administrar la actualización de localización y los procedimientos de registro y por ultimo Administración de llamada (CM).

Entre sus funciones está la administración de la conexión y señalización, descritas en las series 04.07, 04.08, 04.10, 04.11, 04.12 de GSM y ITU-T Q.93150.

USRP N210

¿Que es USRP N210?: es un dispositivo desarrollado por Matt Ettus como una propuesta de hardware libre que en conjunto con un computador permite implementar un sistema de radiocomunicaciones logrando trabajar en varias frecuencias para distintas señales de radio.
diseñado para trabajar con un equipo externo (computador) con el procesamiento de señales específicas, que permita implementar de forma rápida, sistemas flexibles y potentes de Radio Definido por Software en tiempo real [6].

En el dispositivo USRP se llevan a cabo las secciones de radio frecuencia (RF) y de frecuencia intermedia (IF). En la sección RF se adecuan las señales de frecuencias altas que se reciben del medio y las convierte en frecuencias intermedias para la salida y para que además los convertidores analógico a digital (ADCś) puedan procesar la señal de radiofrecuencia, todo lo anterior en el caso de la recepción. En la transmisión, las señales son amplificadas y moduladas adecuándolas en la frecuencia intermedia deseada para que puedan ser transmitidas.

Hay que tener en cuenta que en la sección IF se lleva a cabo la digitalización y paso a banda base de la señal por medio de ADC's y Conversores Digitales de Bajada (DDCś) en el caso de la recepción, para la transmisión se cambia la señal de banda base a frecuencia intermedia a través de los Conversores Digitales de Subida (DUCś),y posteriormente a través de los DACś para pasar a una frecuencia deseada de forma análoga.

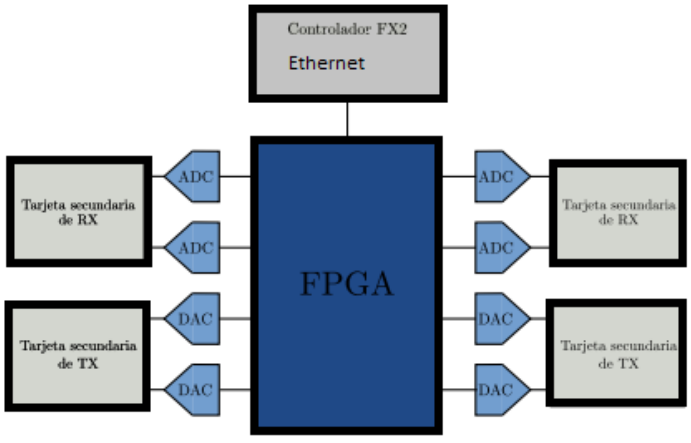


Figura 3: Diagrama de bloque USRP

Arquitectura USRP N210

Su arquitectura cuenta con una Xilinx Spartan 3A - DSP 3400 FPGA que se conecta con un chip Gigabit Ethernet que sirve como interfaz de conexión al computador con un ancho de banda de 50 MHz-100 MHz usando una cuantización de 8 bits. La FPGA realiza un procesamiento a alta velocidad y reduce la tasa de datos para que puedan ser enviados al computador. La configuración de la FPGA incluye un conversor DAC de doble canal de 16 bits de resolución y 400 MS/s de tasa de muestreo, con un ADC de doble canal de resolución 14bits y una tasa de muestreo de 100 MS/s, con DDC y DUC de resolución 25 MHz, soportando mediante el puerto expansión la sincronización de varios USRP N210 y la configuración 2x2 MIMO.

El panel frontal del USRP N210 contiene una serie de LEDs, los cuáles se presentan y enuncian a continuación.

1. LED A: este led indica que se está transmitiendo.
2. LED B: este led se indica si se está utilizando MIMO.
3. LED C: este led indica que se está recibiendo.
4. LED D: este led indica que el firmware está cargado.
5. LED E: este led indica cuando la referencia está en estado locked.
6. LED F: este led indica cuando el Complex Programmable Logic Device está cargado

Figura 4: USRP N210

También es en el panel frontal donde se puede encontrar 4 conectores SMA:

1. REF1 y REF2: Estos son los encargados de interconectar la señal de RF con la daughterboard para actuar bien como transmisor o bien como receptor.
2. SMA: Es para utilizar una señal de reloj de referencia (REF IN) externa de 10 MHz.

3. PPS IN Pulse-Per-Second: Se utiliza para mejorar la sincronización de la señal.

Motherboard, Tarjeta madre: Esta placa está constituida por la FPGA y los conversores de doble canal y es la encargada de comunicar la señal que es generada por el computador hacia una tarjeta secundaria que hace parte del módulo de RF y hace que la señal llegue intacta para poder realizar la comunicación. En la figura 5 se muestra a través de bloques la descripción de esta función.

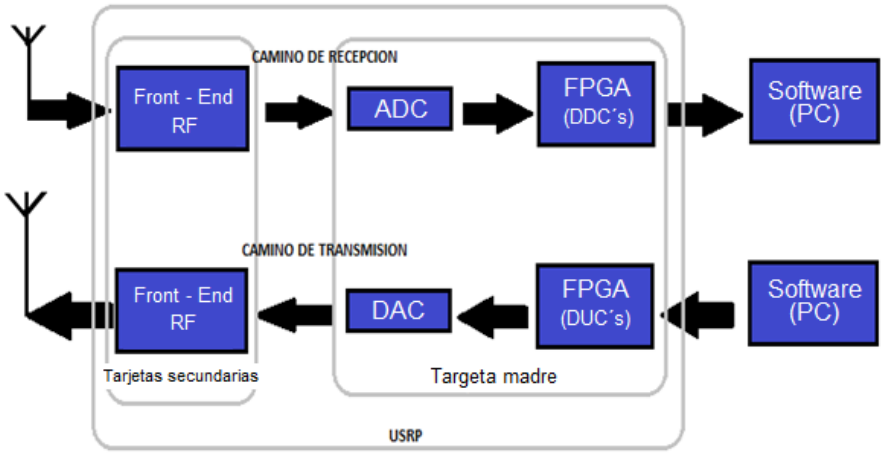


Figura 5: Funciones placa madre

Para la transmisión la tarjeta madre comienza su funcionamiento cuando la señal sale del computador, se encarga de convertir esta señal digital en señal analógica implementado un sistema de comunicaciones basado en software radio y termina cuando la señal sale del ADC, por lo tanto en el caso de la recepción su función empieza cuando la señal sale de la tarjeta secundaria y termina cuando esa señal está convertida en forma digital y es dirigida al computador.

Para comprender el desempeño de la tarjeta madre del dispositivo USRP N210 analizaremos algunos detalles de la función que cumple dentro de la arquitectura del hardware que se puede observar en la figura 6.

Cuando se desea transmitir alguna señal, la señal es generada por el por el host vía software y será enviada mediante Gigabit Ethernet hacia el USRP entrelazando las componentes de fase y cuadratura de la señal, cuando la señal ya ha llegado al puerto Ethernet, desde ese momento la señal es conducida a la FPGA y es esta la encargada desenredar las componentes de la señal y de realizar operaciones sobre el ancho de banda que se requiera mediante el uso

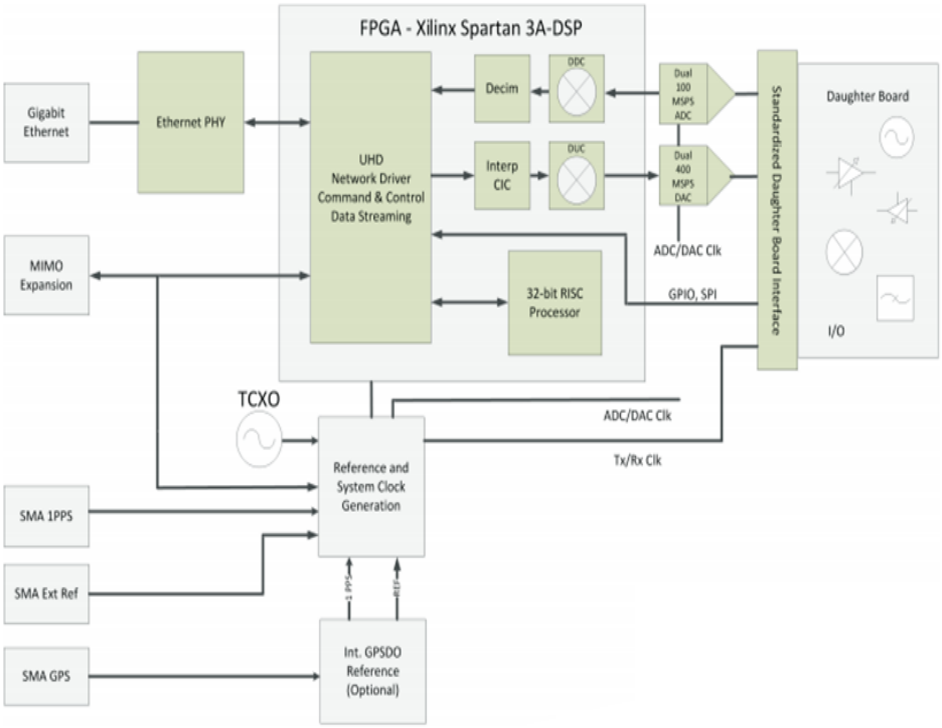


Figura 6: tarjeta madre USRP N210 [6]

de filtros y realizar además desplazamientos en frecuencia de la señal que son realizados por los DUC *Digital Up Converters*, después de todo este trabajo por la FPGA, la señal es conducida a los convertores de digital a analógico y que puedan ser transmitidos a la tarjeta secundaria.

Ahora cuando la operación es de forma contraria en el caso de la recepción la señal llega a los ADC que viene transmitida desde la tarjeta secundaria se hace la conversión de tipo analógico a tipo digital y es entregada a la FPGA la cual se encarga de desplazar las frecuencias a DUC *Digital Up Converters* y en este punto se encarga de realizar las distintas operaciones sobre el ancho de banda necesario para el funcionamiento y entrelazar los componentes requeridos.

El conversor analógico digital (ads62p44) presenta una ganancia programable 6.5 dB, realizando el ajuste grueso en pasos de 0.5dB (hasta 6 dB) y el ajuste fino en pasos de 0.1 dB (hasta 0.5dB). Mientras que el conversor digital analógico no presenta ganancia configurable.

USRP N210 está diseñado para que el DUC lleve a cabo el traslado de frecuencia desde la banda base hasta la frecuencia intermedia y posteriormente en la tarjeta secundaria se lleva a cabo el traslado de la frecuencia intermedia

hasta radio frecuencia para el caso de la transmisión y en la recepción de forma contraria la radio frecuencia es trasladada a la frecuencia intermedia y a través de DDC se obtiene la frecuencia en banda base. En cuanto el dispositivo El dispositivo GPSDO *Global Positioning System Disciplined Oscillator*, permite una sincronización precisa de muestras para transmisión Tx y recepción Rx en el dispositivo USRP, generando una frecuencia de reloj de 10 MHz en su oscilador de salida.

Tarjeta secundaria: También conocidas como tarjetas hijas son las encargadas de que las funciones tanto del transmisor como del receptor se cumplan, de tal manera que su trabajo con respecto a la transmisión empieza desde que la señal sale del DAC y termina cuando esta señal es conducida hasta el conector SMA el cual se utiliza para acoplar una antena o bien conectar señales de entrada; respecto a la recepción su trabajo empieza desde que la señal llega al conector SMA y termina cuando es conducida al ADC, este tipo de tarjetas se conecta a la tarjeta madre ya que cuentan con dos entradas, dos para recepción y dos para transmisión.

Referencias

1. An Introduccion to GSM. Sigmund M. Redl, Matthis K. Weber, Malcolm W. Oliphant.

2. Sistema Global para las counicaciones móviles, Disonible en: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_para_las_comunicaciones _m %C3 %B3viles

3. GNU Radio, WikiStart-gnuradio. org, 2013, Disonible en: http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki

4. Burgess David A and Samra Harvind, The Open BTS Project, 2008, Disonible en: http://openbts.org/.

5. Burgess David A and Samra Harvind, The Open BTS Project–an open-source GSM base
station, 2008, Disonible en: http://wush.net/trac/rangepublic.

6. Matt Ettus, Ettus Research, USRP N210, Disponible en: http://www.ettus.com/product/details/UN210-KIT

7. GNU Radio, Installing GNU Radio From Source ,Disponible en: http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki/Installing GRFromSource

8. USRP Hardware Driver (UHD), Disponible en: http://code.ettus.com/redmine/ettus/
projects/uhd/wiki.

Practica 2. Creación de una red GSM basada en el proyecto OpenBTS

Objetivo General de Formación

Implementar una red de telefonía móvil GSM a través del dispositivo de hardware libre USRP N210 y herramientas de código abierto como OpenBTS y Asterisk, que en conjunto con un computador permite la implementación y el diseño de sistemas de radiocomunicaciones potentes.

Objetivos Específicos

1. Instalación y configuración de Plataformas GnuRadio, Asterisk y OpenBTS.
2. Diseñar y configurar planes de marcación con la plataforma Asterisk para una red de telefonía GSM basada en el proyecto OpenBTS.
3. Registro de terminales en la red GSM.

Descripción

En esta práctica se realiza la instalación y configuración de las herramientas necesarias para la implementación de una Celda GSM fundamentado en base al proyecto OpenBTS, donde el estudiante podrá interactuar con herramientas Open Source y software libre, idóneo para que experimente y desarrolle su capacidad investigativa en sistemas de comunicaciones móviles.

Desarrollo de la practica

Procedimiento

Para la realización de la práctica es necesario tener como Sistema Operativo a Ubuntu con version 12.04, ya que esta version provee mejores características para trabajar con el proyecto OpenBTS, adicionalmente se debe contar con una conexión Gigabit Ethernet ya que el USRP N210 sólo es compatible con Gigabit Ethernet y no funcionará con una interfaz 10/100 Mbps.

Para actualizar el sistema y obtener las dependencias que necesitamos debemos dar *update* y luego *upgrade* desde un terminal, para ello utilizamos las siguientes sentencias

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Instalación de Subversion

Subversión es un sistema centralizado de control de versiones, esta disponible para las plataformas Linux, Mac OSX y Windows. Su uso es para poder utilizar svn dentro de un proxy. En caso de que tu servidor carezca de proxi se omite este paso.

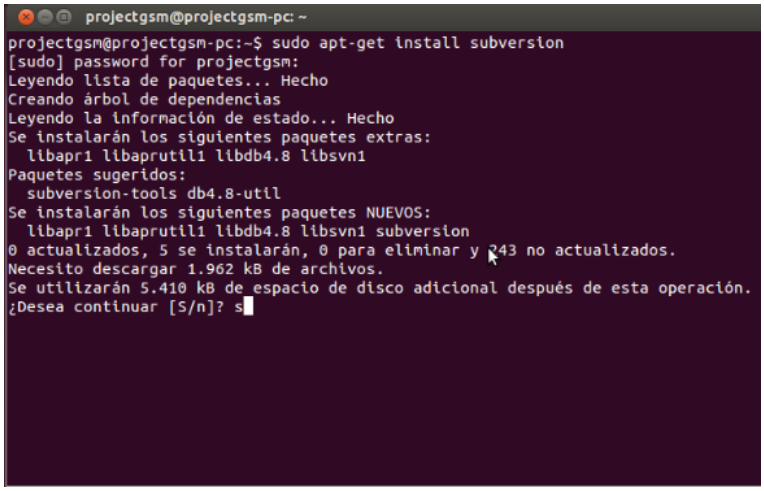


Figura 7: Instalación subversion

Para su instalación ejecutamos el siguiente comando:

```
apt-get install subversion
```

luego se entra al directorio servers donde se configura el proxi, utilizando la siguiente sentencia.

```
sudo gedit .subversion/servers
```

Aqui se digitan las siguientes lineas:

```
http-proxy-host = proxy.unicauca.edu.co
http-proxy-port = 3128
http-proxy-compression = no
```

Con este paso podemos instalar los programas sin que el proxi, obstaculice las acciones.

Instalación de Asterisk

Se partirá instalando Asterisk para luego dar paso a OpenBTS. Cuando se realiza la instalación de Asterisk se debe tener en cuenta que hay que instalar también Dahdi ya que este marco de dispositivos controladores nos permite dar soporte para hardware y drivers de tarjetas. Para la instalación de Asterisk se siguen los siguientes pasos, cada uno de ellos en modo de super usuario.

1. Asterisk ya se encuentra en la lista de repositorios de Ubuntu, entonces se abre un terminal y se ejecutar el siguiente comando, de manera que se inicializara su instalación.

   ```
   sudo apt-get install asterisk
   ```

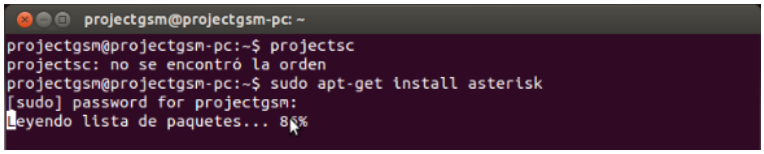


Figura 8: Instalación Asterisk

   Terminada la instalación se ejecuta nuevamente el comando sudo *apt-get update*, a fin de actualizar y modificar los archivos extensions.conf y sip.conf, que permiten tomar decisiones de ruteo de las llamadas (Archivo extensions) y configurar el protocolo SIP (Archivo sip).

2. Comandos para instalación del módulo Dahdi.

   ```
   Sudo apt-get install dahdi
   sudo apt-get install asterisk-dahdi
   ```

   Después de la instalación, se recomienda ejecutar el comando *sudo apt-get update*, para actualizar y para confirmar que la instalación se realizo con exito se verifica abriendo la Interfaz de Línea de Comandos (CLI). Para ello se ejecuta la siguiente sentencia ubicándonos en el directorio */etc/asterisk*.

   ```
   sudo Asterisk -rvvv
   ```

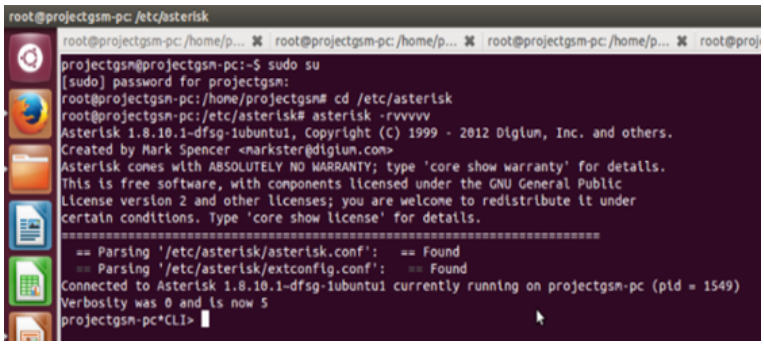


Figura 9: Interfaz de línea de comandos Asterisk

Para comprobar y conocer que paquetes hay instalados utilizamos el comando *sudo apt-show-versions (-u)*.

Existen dos maneras de configurar Asterisk ,la primera es desde la *Interfaz de Línea de Comandos* (CLI) y la segunda desde los ficheros de configuración (.conf) ubicados en el directorio /etc/asterisk. Al realizar cambios en los ficheros estos se recargan al ejecutar el comando *reload* desde el CLI de Asterisk.

Instalación de GNURadio

Los pasos para la instalación de GNURadio son los siguientes.

1. Se descarga el script build-gnuradio desde la siguiente página como se muestra en la figura 10.
   http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki

Figura 10: Pagina oficial de GNURadio

2. Al abrir la pagina vamos a la opción *installing GNU Radio* contenida en *Getting Started*, con lo que abrira una nueva pestaña en la que daremos clik en *Installing From Source*, de igual manera abrira otra pestaña en el navegador, aquí se tomara la opción *Using the build-gnuradio script*, damos click derecho en la opcion *build_gnuradio* y se selecciona guardar, finalmente este se guardara en Descargas, como se muestra en la figura 11.

   El build-gnuradio es un script de instalación para los sistemas recientes de Fedora y Ubuntu proporcionadas por Marcus sanguijuela, este script permite instalar la última versión liberada de la serie 3.7, su proceso de su construcción se desarrolla de forma automática a fin de hacer correr gnuradio en su version master.

3. Para llevar un mejor orden se crea una carpeta llamada gnuradio, en la carpeta creada se guarda el script build-gnuradio, , para lo cual hacemos uso de las siguientes sentencias.

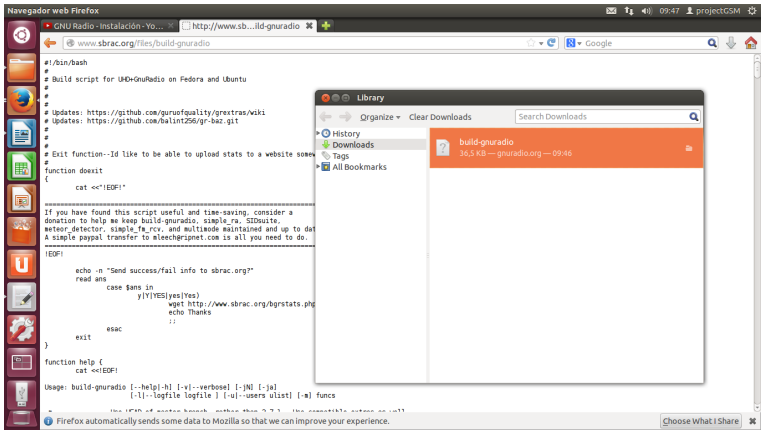


Figura 11: Descarga de script build-gnuradio

```
mkdir gnuradio
cp build-gnuradio gnuradio
```

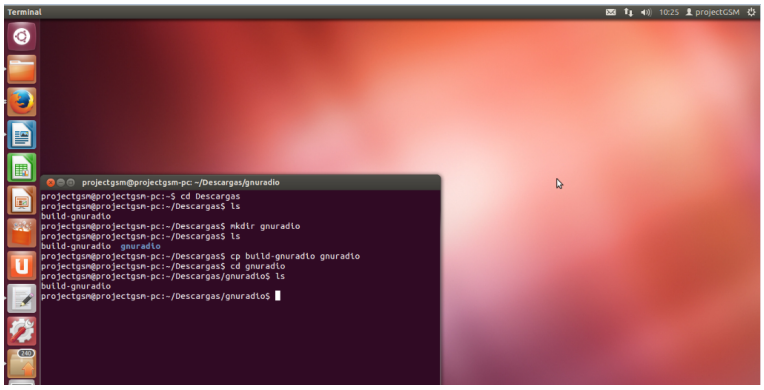


Figura 12: Script build-gnuradio

4. Luego se procede a ejecutar el script para ello se cambia los permisos al archivo ejecutable y posteriomente se ejecuta, este paso toma aproximadamente una hora, dependiendo de la velocidad de red a la que se esté conectado. Para ello se hace uso de las siguientes sentencias.

   ```
   chmod a+x build-gnuradio
   ./build-gnuradio
   ```

   El proceso que desarrolla el script consiste en que después de hacerse ejecutable descarga e instala en nuestro sistema dependencias UHD y Radio GNU de Git instalando la versión mas reciente.

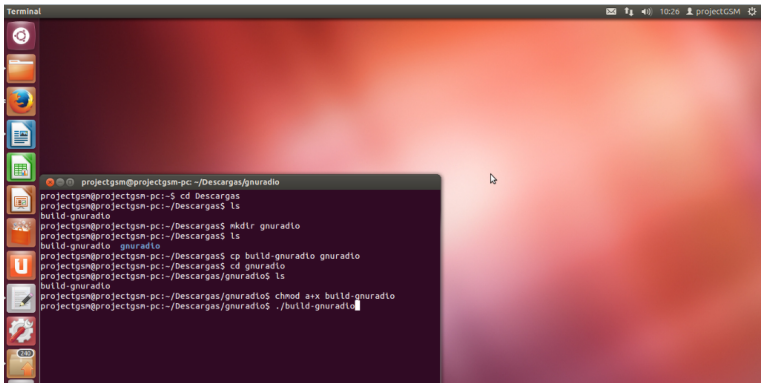


Figura 13: Ejecutable de GNURadio

5. Para confirmar que la instalación se realizó con éxito abrimos la interfaz de usuario grafica GNU Radio Companion desde el directorio gnuradio, como se ilustara en la imagen a continuacion.

   `gnuradio-companion`

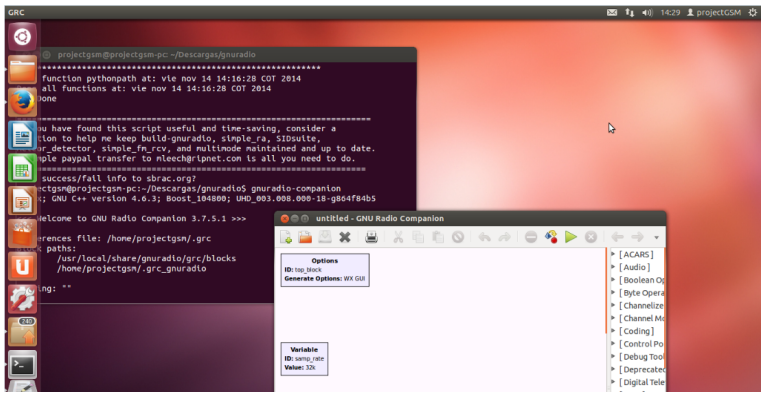


Figura 14: GNURadio Companion

GNURadio Companion: Esta herramienta proporciona la interfaz de usuario gráfica para desarrollar aplicaciones de radio GNU, desarrollada por Josh Blum e incluida con gnuradio para la liberación 3.2.

Esta herramienta facilita la interconexión de bloques como filtros digitales, moduladores, demoduladores entre otros, disponibles dentro de sus bibliotecas. También permite la visualización de señales en el tiempo y la frecuencia, conversión de formatos, control de errores, etc.

Instalación de OpenBTS

Para realizar la instalación de OpenBTS se procede con la opción *InstallOpenBTSrP313* presentada en la página de rangepublic, la razón por la que se toma esta opción obedece a que se desea instalar la última versión etiquetada, en nuestro caso la versión 3.1.3.

A continuación se presenta la instalación en su orden.

1. Como primer paso se crea el directorio OpenBTS, ya que se busca una mejor organización al instalar los paquetes, este paso es opcional. Para esto se utiliza el comando.

   ```
   sudo mkdir OpenBTS
   ```

2. Seguidamente, en el directorio OpenBTS creado se descargan los paquetes que conformaran el sistema a fin de compilar las diferentes partes de OpenBTS exceptuando la PBX, referidos en la página de rangepublic y listados a continuación.

   . autoconf
   . libtool
   . libosip2
   . libortp
   . libusb-1.0
   . g+ +
   . sqlite3
   . libsqlite3-dev (sipauthserve solamente)
   . libreadline6-dev
   . libncurses5-dev

   Para esto se utiliza el siguiente comando:

   ```
   sudo apt-get install autoconf libtool libosip2-dev libortp-dev
   libusb-1.0-0-dev g++ sqlite3 libsqlite3-dev erlang libreadline6
   -dev libncurses5-dev
   ```

3. Si el paso anterior se realizo con éxito, debemos encontrar una carpeta llamada public dentro de nuestra carpeta creada OpenBTS, Se accede a esta carpeta y en este directorio se debe entrar a la raíz. Luego para compilar e instalar liba53 se ejecutar el comando *sudo make install*.

   ```
   cd public
   cd a53/trunk
   sudo make install
   ```

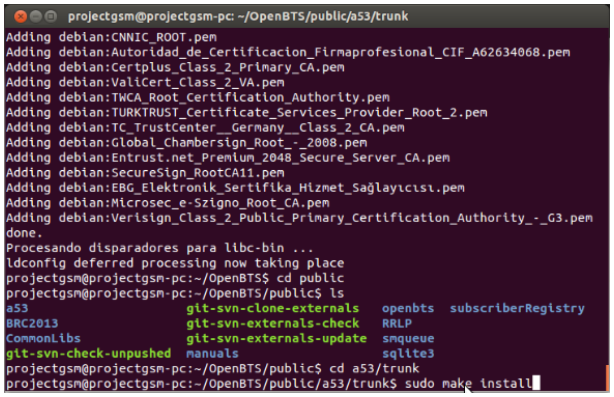


Figura 15: Instalación de Liba53

4. Conexión con Equipo USRP N210.
   Para la conexión del dispositivo USRP N210 con OpenBTS, es indispensable haber instalado liba53. Luego se ejecutan los pasos a continuación.

   a) Se debe tener conectado el dispositivo USRP N210 al computador por medio Ethernet.
   Nota: El USRP2 sólo es compatible con Gigabit Ethernet y no funcionará con una interfaz 10/100 Mbps. Sin embargo, una interfaz de 10/100 Mbps puede conectarse indirectamente a un USRP2 través de un conmutador Gigabit Ethernet.

   b) Luego se procede a probar que el equipo pueda conectarse a la USRP-N210, para ello se debe configurar en el computador un nuevo perfil de red alámbrico en el cual la dirección IP asignada al computador es 192.168.10.3 con mascara de red 255.255.255.0 y sin Gateway, debido a que así viene configurada la USRP-N210, ya realizado se debe dar ping a la dirección 192.168.10.2 asignada por defecto a la USRP.

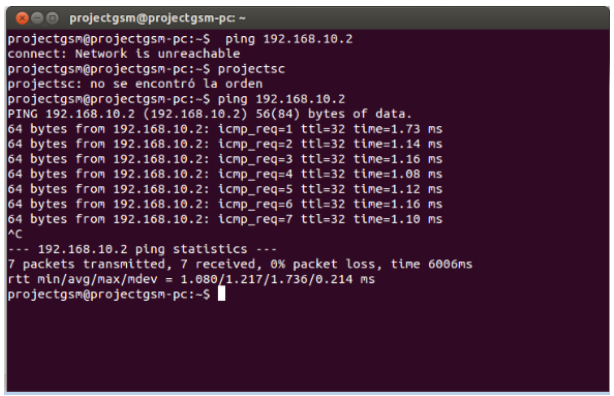


Figura 16: Verificando conexión computador - USRP N210

c) Una vez se tiene exito en esta prueba, se debe entrar al directorio a53/trunk e ingresar el comando uhd_usrp_probe:

```
cd /public/a53/trunk
uhd_usrp_probe
```

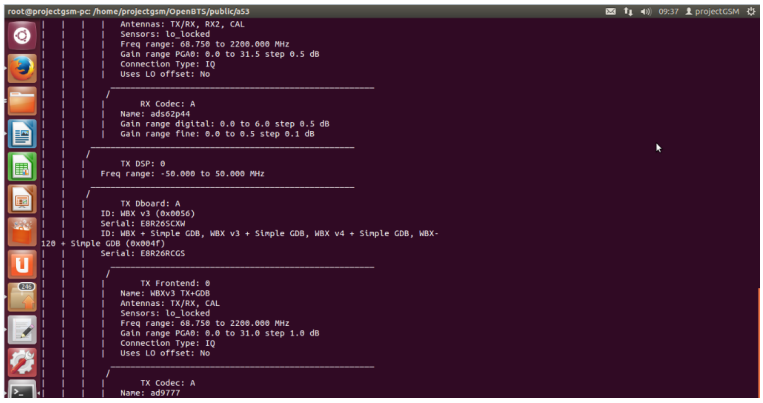


Figura 17: verificando instalación del controlador

Esto permite realizar la verificación de la instalación del controlador, debe arrojar resultados como los de la fig 11, entonces sabremos que la USRP está funcionando en óptimas condiciones. Este comando también permite apreciar los datos completos del USRP y sus daughterboards.

5. Habilitación del soporte para dispositivos UHD y creación de enlace simbólico.

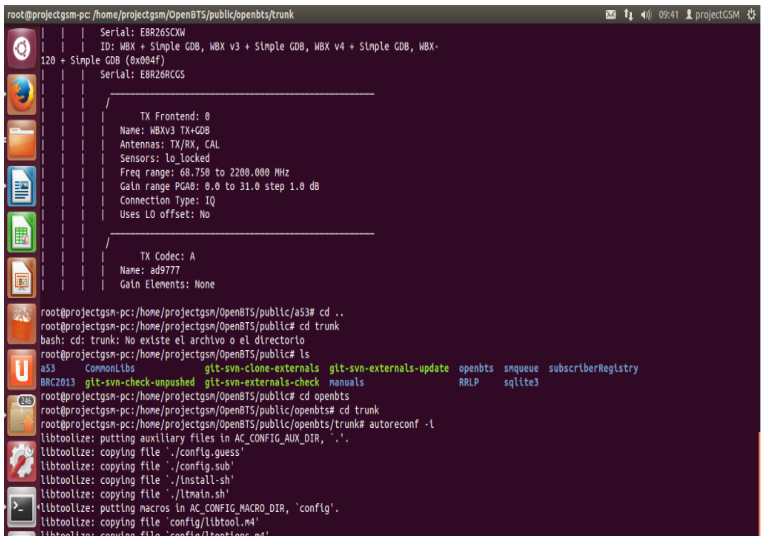


Figura 18: habilitar el soporte para dispositivos UHD

a) Para habilitar el soporte para dispositivos UHD, se debe ubicar en la raiz del directorio de OpenBTS e ingresar los comandos enunciados a continuación, este proceso toma unos minutos.

```
cd Public/OpenBTS/trunk
autoreconf -i
./configure -with-uhd
Make
```

b) Creado el soporte, se configura un enlace simbólico al ejecutar el Transeiver52M, para lo cual se debe ubicar en el directorio apps situado en la raíz de OpenBTS y en ella se ejecuta ln -s ../Transceiver52M/Transceiver, no debe reporta errores.

```
cd /public/OpenBTS/trunk/apps
ln -s ../Transceiver52M/Transceiver
```

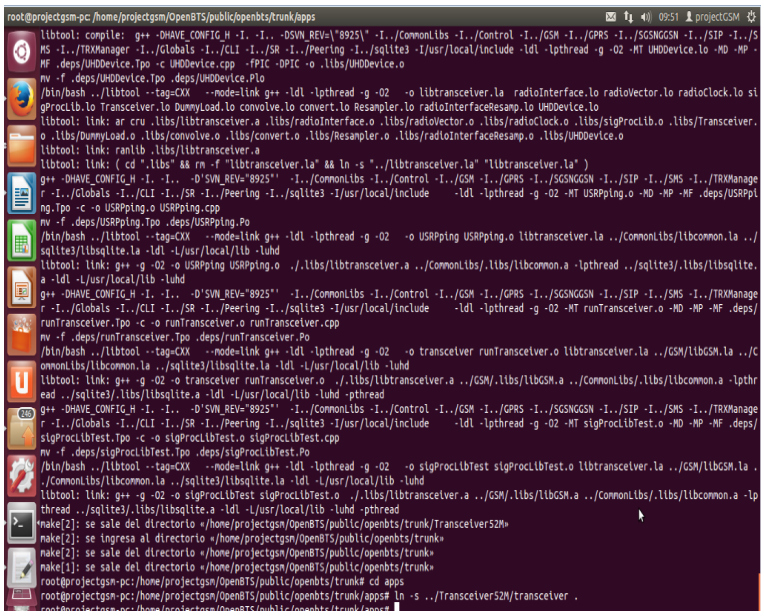


Figura 19: configuración del enlace simbólico

6. Configuración de OpenBTS.

a) Para la configuración de OpenBTS se debe crear la base de datos para la configuación de OpenBTS, *OpenBTS.db* que debe ser instalado en el directorio etc/OpenBTS, este aún no existe, por lo tanto se debe crear utilizando el comando:

```
sudo mkdir /etc/OpenBTS
```

La creación de la base de datos *OpenBTS.db* es sumamente importante ya que se utiliza para editar la tabla de configuración OpenBTS en tiempo real, todos los cambios que realicemos en el CLI de OpenBTS se editan en la base de datos *OpenBTS.db* y se guardan de forma permanente.

Luego se ubica en el directorio OpenBTS/trunk donde se crear el archivo haciendo uso de la siguiente sentencia:

```
sudo sqlite3 -init ./apps/OpenBTS.example.sql
/etc/OpenBTS/OpenBTS.db ".quit"
```

Si el archivo se ha creado satisfactoriamente, se procede a insertar la configuración por defecto de OpenBTS y además se prueba que el archivo se haya creado adecuadamente mediante el comando:

```
sqlite3 /etc/OpenBTS/OpenBTS.db .dump
```

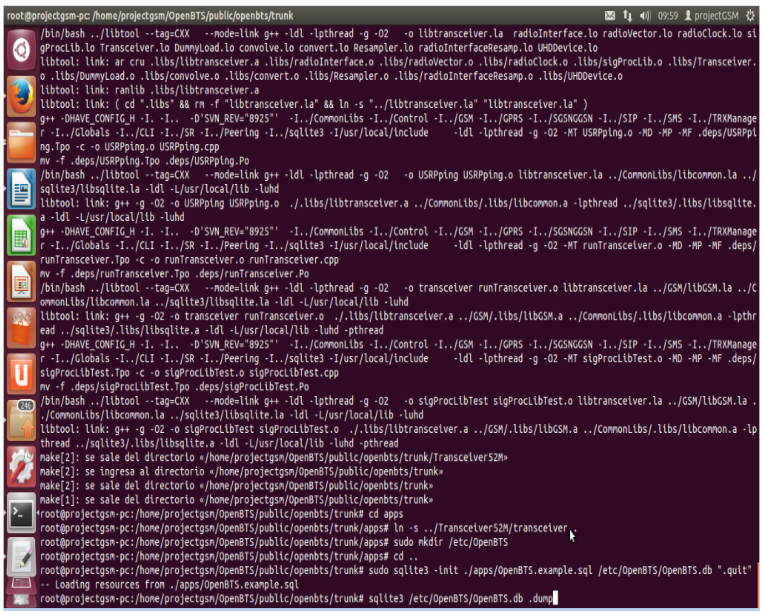


Figura 20: Inserción de la configuración por defecto de OpenBTS

Si al ejecutar el comando, se observan muchas variables de configuración como se observa en la figura 20, significa que el archivo se ha creado correctamente.

b) Para verificar y correr OpenBTS, debemos ubicarnos en el directorio apps de OpenBTS e introducir el comando *sudo ./OpenBTS*, para este paso se debe tener conectado el dispositivo USRP. Como respuesta presenta una autorización para usar el CLI.

Figura 21: Inserción de la configuración por defecto de OpenBTS

```
cd /public/OpenBTS/trunk/apps
sudo ./OpenBTS
```

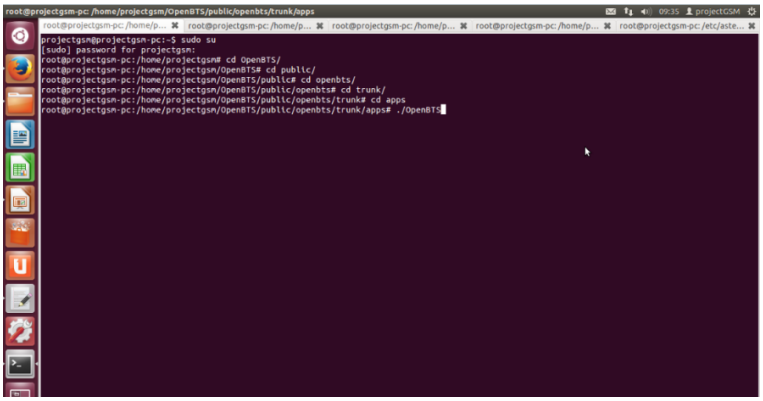


Figura 22: Corriendo OpenBTS

c) Luego se abre una nueva pestaña en el terminal y nos ubicamos en el directorio apps de OpenBTS donde se introducir el comando sudo ./OpenBTSCLI, que abrirá la interfaz de usuario de OpenBTS, se ingresa el comando config, donde usted puede realizar la configuración de los parámetros de openBTS, esta configuración se guardara de forma permanente.

```
cd /public/OpenBTS/trunk/apps
sudo ./OpenBTSCLI
config
```

7. Instalación de sipauthserve y smqueue

   a) El siguiente paso es construir e instalar el registro de subscriptor y sipauthserve a través del puerto 5062, sipauthserve es muy importante ya

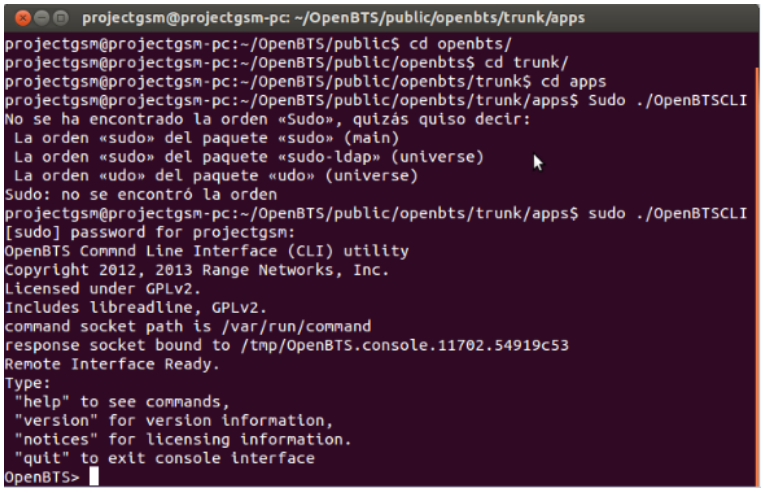


Figura 23: CLI de OpenBTS

que es el encargado de la autorización SIP para el tráfico de registro. Para ello se debe crear el directorio encargado del registro de subscriptores, este se crea con el comando.

```
sudo mkdir -p /var/lib/asterisk/sqlite3dir
```

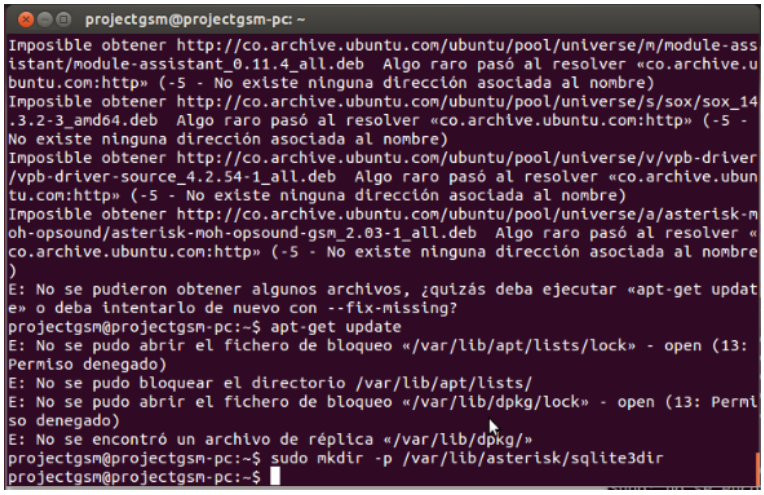


Figura 24: Construcción de subscriberRegistry

Luego se instala el servidor de autenticación SIP sipauthserve, para ello debemos ubicarnos en la raíz del directorio subscriberRegistry e ingresamos el siguiente comando para iniciar la instalación.

```
make
```

Posteriormente se copia la base de datos de subscriptores de ejemplo, para modificar la información de los subscriptores, para ello se utiliza la sentencia:

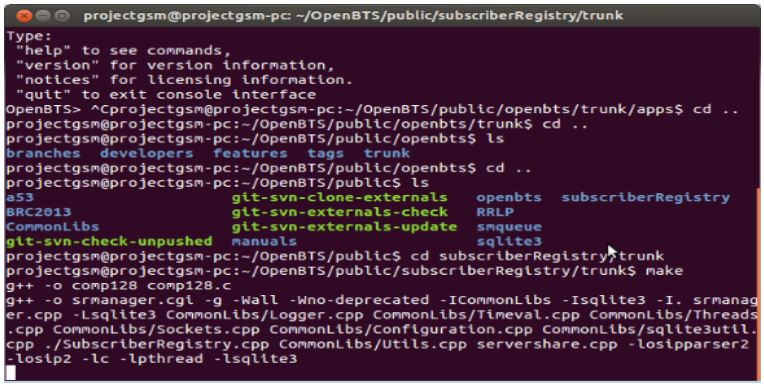


Figura 25: Servidor de autenticación SIP sipauthserve

```
sudo sqlite3 -init subscriberRegistry.example.sql /etc/OpenBTS/
sipauthserve.db ".quit"
```

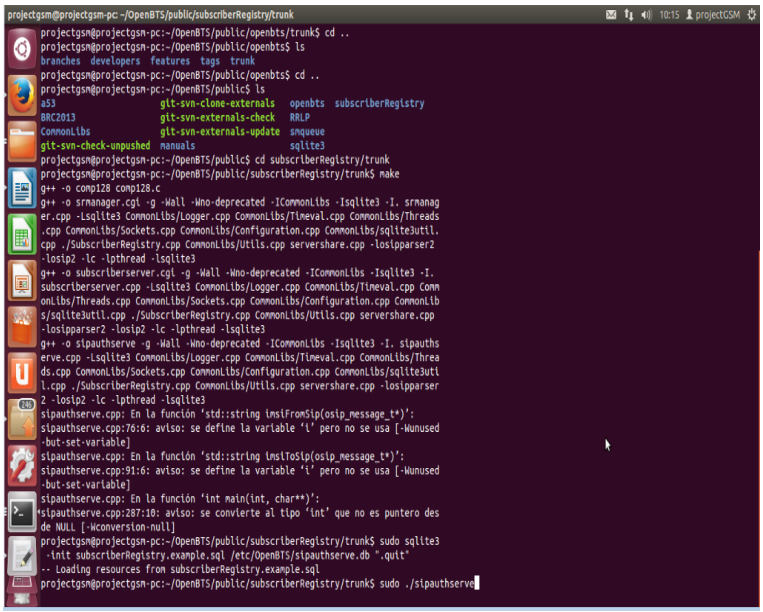


Figura 26: Base de datos de subscriptores de ejemplo

Se puede probar que haya quedado bien instalado sipauthserve si digitado el siguiente comando en respuesta lanza un ALERT indicando que el sipauthserve se está iniciando o reiniciando. Cabe aclarar que el comando debe ser utilizado siempre que se quiera iniciar el servidor de autenticación SIP, estando en la carpeta trunk del sipauthserve y dejando quieta la pestaña en la que se ejecuta.

```
sudo ./sipauthserve
```

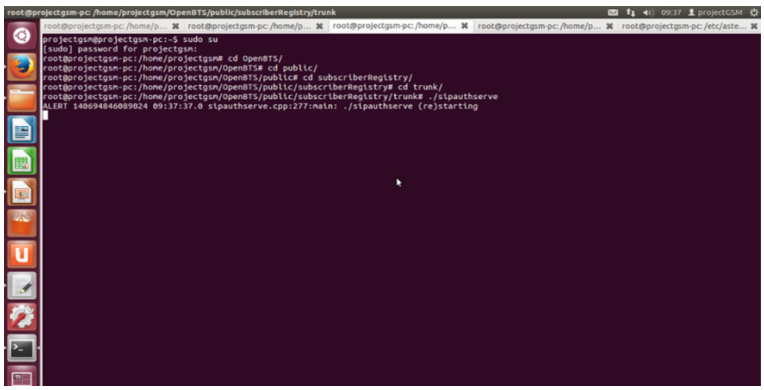


Figura 27: Verificación de Sipauthserve

b) Ahora se procede con la instalación del servidor de mensajería instantánea Smqueue, para lo cual se ingresa al directorio smqueue y se inicia la instalación haciendo uso de los siguientes comandos.

```
cd /public/smqueue/trunk
autoreconf -i
```

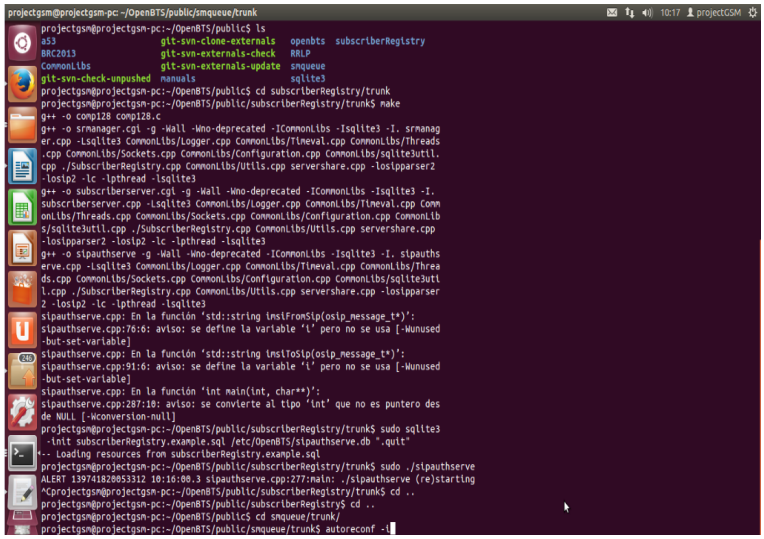


Figura 28: instalación del servidor Smqueue

La obtención de software directamente desde el código fuente hace que se vean involucrados tres pasos que son: configurar el archivo *make*, compilar el código y finalmente instalar el ejecutable en los lugares apropiados. Usando *configure* se genera archivos *make* antes de la compilación a fin de adaptar el software a fin de que sea ejecutable para luego ser compilado y corrido.

```
./configure
```

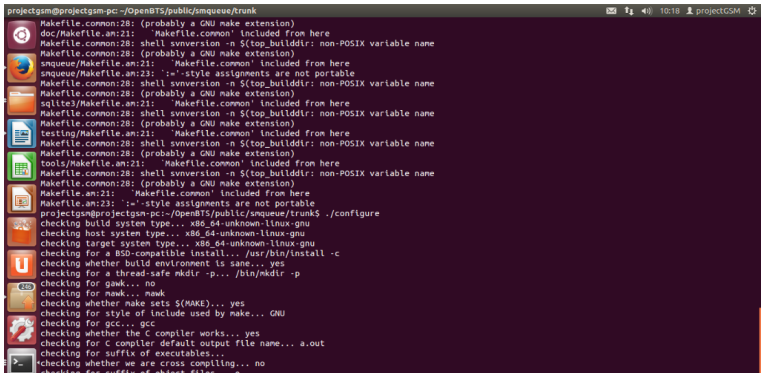


Figura 29: Configuración de ejecutable Smuqueue

Desde esta misma ruta ejecutamos el comando *make*, como se observa a continuación.

```
Make
```

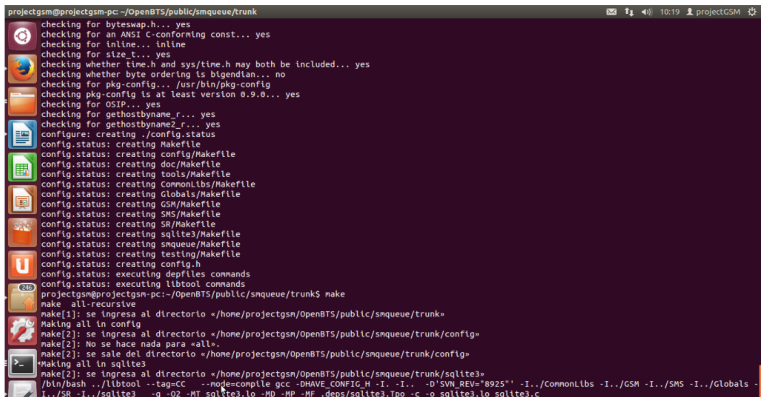


Figura 30: Instalación ejecutable Smuqueue

c) Para realizar la configuraron de smqueue se copia la base de datos de configuración con el uso de la siguiente sentencia.
Esto iniciará /etc/OpenBTS/smqueue.db con valores por defecto, importantes ya que son valores predefinidos y que nos servirán cuando no se tiene un amplio conocimiento de que valores tomar o mientras ganamos experiencia en su uso.

```
sudo sqlite3 -init smqueue.example.sql /etc/OpenBTS/smqueue.db
 ".quit"
```

d) Se puede probar que haya quedado bien instalado smqueue si digitado el siguiente comando lanza un ALERT indicando que smqueue se está iniciando o reiniciando. Cabe aclarar que los comandos deben ser utilizados siempre que se quiera iniciar smqueue, estando en la carpeta trunk del smqueue y dejando quieta la pestaña en la que se ejecuta.

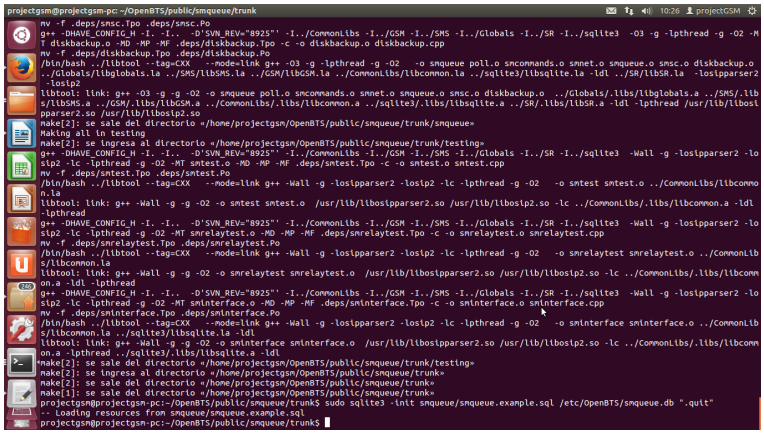


Figura 31: Configuraron de Smqueue

```
cd smqueue
sudo ./smqueue
```

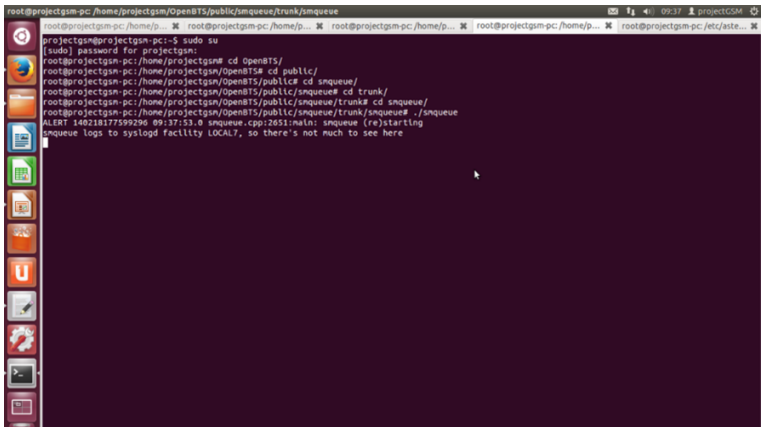


Figura 32: Verificación de instalación de Smuqueue

8. Configuración de parámetros de OpenBTS

   En esta sección se definen los parámetros para el funcionamiento de la red, la configuración se realiza desde el CLI de OpenBTS.

   a) La Operación de redes GSM se realiza en varias bandas de frecuencia como son 850Mhz, 900Mhz, 1800Mhz y 1900Mhz, en Colombia se utiliza las bandas GSM-850 y GSM-1900Mhz. Nosotros tomaremos la de 900 Mhz, para ello se digita el siguiente comando:

   ```
   config GSM.Radio.Band + la banda que se elije. (900)
   ```

   b) Se define el número de canal de radio frecuencia absoluta ARFCN, según la tabla de ARFCN presentada en la sección 1.3.1 del presente trabajo de grado, para ello se digita el siguiente comando:

```
config GSM.Radio.C0 51
```

c) Luego se configura los Codigos MCC y MNC haciendo uso de los siguientes comandos:

```
config GSM.Identity.MCC #; # identifica el código del país
                             para Colombia es 732 o por
                             defecto 001.
config GSM.Identity.MNC # ; # identifica al operador para no
                              interferir con los operadores
                              locales se puede tomar por
                              defecto 01.
```

Para el punto C se debe verificar teniendo en cuenta la tabla 4.

Codigos MNC Colombia	
001	GSM Colombia Telecomunicaciones S A. E.S.P
002	EDATEL S A. E.S.P
003	LLEIDA S.A.S
004	COMPATEL COLOMBIA S.A.S
020	UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A E.S.P. UNE EPM TELCO S.A.
099	EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E.E.S.P.
101	COMUNICACIÓN CELULAR S.A COMCEL S.A
103	COLOMBIA MOVIL S.A E.S.P (TIGO)
111	COLOMBIA MOVIL S.A E.S.P (TIGO)
123	COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A E.S.P (MOVISTAR)
130	AVANTEL S.A.S

Tabla 4: Códigos de identificación de Operadores móviles en Colombia, Tomado de [30]

d) Por ultimo se configura un mensaje de Bienvenida, haciendo uso del siguiente comando:

```
config Control.LUR.OpenRegistration.Message
;Aqui se digita el mensaje de Bienvenida.
```

9. Verificación Red de prueba.

a) Con la USRP N210 conectada al computador, se inicializa cada uno de los ejecutables en su orden como lo indica la tabla.

Ubicación del directorio	Comando a ejecutar
/OpenBTS/public/openbts/trunk/apps	./OpenBTS
OpenBTS/public/openbts/trunk/	./OpenBTSCLI
OpenBTS/public/subscriberRegistry/trunk	./sipauthserve
OpenBTS/public/smqueue/trunk/smqueue	./smqueue
/etc/asterisk	asterisk -rvvvv

Cuando se abre el CLI de OpenBTS se debe ingresar el siguiente comando.

```
config Control.LUR.OpenRegistration .*
```

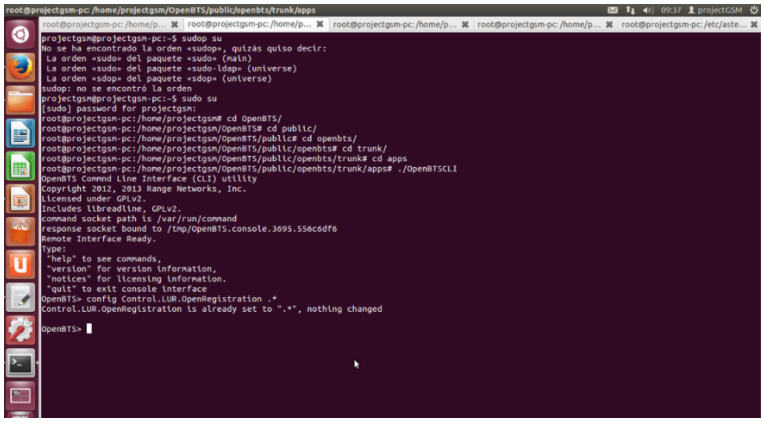


Figura 33: habilitacion de conexión de cualquier celular a la red

Esto habilita la conexión de cualquier celular a la red, para verificar que fue habilitado correctamente se ingresar el comando config y se buscar el parámetro OpenRegistration.

b) Finalmente se conectan los Teléfonos a nuestra red, para ello se ingresa a las configuraciones del equipo y ubicas la red, puede mostrarse con los siguientes nombres (00101, range).

Practica 3. Configuración de servicios de valor agregado

Objetivo

Configurar servicios de comunicación para la red de telefonía móvil empleando el programa de software de código abierto Asterisk.

Objetivos Específicos

1. Configuración de Llamadas y mensajes.
2. Configuración de idioma español.
3. Configuración de servicios básicos Asterisk (VoiceMail, Transferencia de llamada, IVR).
4. Conexión Internet
5. Establecimiento de llamadas de un terminal móvil GSM a cualquier terminal Ip conectado por internet.

Descripción

En esta práctica se realiza la configuración del servicio de llamadas y mensajes, de igual manera se implementan algunos servicios de valor agregado haciendo uso del software Asterisk y finalmente se realiza el establecimiento de llamadas desde nuestra red a un terminal Ip conectado mediante Internet.

Desarrollo de la practica

Registro de terminales móviles

1. Para la realización de las pruebas se toma un sótano sin cobertura para que el teléfono no acapare las torres locales y la red no pueda causar interferencias, se conecta la USRP N210 al computador a fin de inicializar cada uno de los ejecutables (OpenBTS, OpenBTSCLI, sipauthserve, smqueue y asteris) y en el CLI de OpenBTS se ejecuta el comando: *config Control.LUR.OpenRegistration .**, esto habilita la conexión de cualquier celular a la red.

   Se conecta los teléfonos a nuestra red, de manera que la estación móvil busca la banda, establece ARFCN y sigue un proceso de sincronización.

   Nota: La red puede mostrarse con los nombres de 00101, range, Test PLMN 1-1.

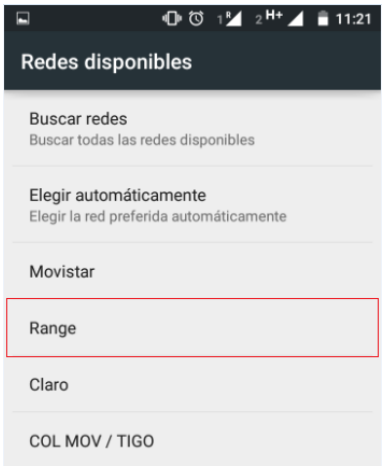


Figura 34: Red de prueba

2. Como respuesta de haber realizado la conexión, la red enviara un mensaje del número 101 con el número de Identidad Internacional del Abonado a un Móvil (IMSI), este nos identificara como usuarios de la red. El numero IMSI será necesario para configurar las llamadas de voz GSM a través de Asterisk. la BTS nos envía por medio de un mensaje el número IMSI como se observa en la figura.

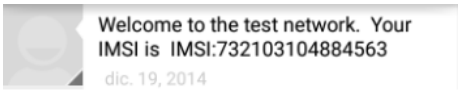


Figura 35: Mensaje de la red suministrando el número IMSI

IMSI			
MCC	Mobile Country Code	2,3 cifras	Identifica el código del país.
MNC	Mobile Network Code	2 cifras	Número de la red
MSIN	Mobile station Identification Number	13 cifras máximo	Identifica la estación móvil

Tabla 5: Identificador internacional de abonados móviles, Tomado de Autores

3. Luego se debe devolver el mensaje con el número que daremos a nuestro abonado, en nuestro caso (1212) al número 101, y este nos devolverá un mensaje como se observa en la figura 36.

4. El paso siguiente es llamar al número 600 desde el teléfono, para llamar al eco de servicios. Si se ha ejecutado los pasos anteriores con éxito significa que se tiene una red funcionando en óptimas condiciones.

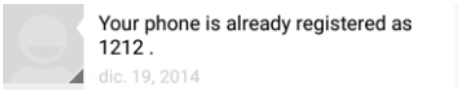


Figura 36: Registro de número

Configuración de mensajes y llamadas

En esta parte veremos como configurar Asterisk para que las extensiones puedan realizar llamadas y puedan enviarse mensajes instantáneos.

Con la construcción de la red y el registro de las terminales se obtienen los números IMSI, se definen en los archivos extensions.conf y sip.conf como extensiones y se configura el dialplan esto permitirá la conexión entre dos terminales móviles y se podrá realizar llamadas y enviar mensajes entre ellos.

1. En la configuración de sip.conf se define el contexto [general] en el cual se referencia la extensión utilizando el IMSI dado por la red, numero de la extension, se define tipo como friend ya que esta opción permite hacer y recibir llamadas, el códec como gsm ya que con él se obtiene mejores resultados, se define el contexto con el nombre que se le quiera dar teniendo en cuenta que será el que se utilizara cuando se configure las extensiones en el archivo extensions.conf, adicionalmente se configura como host dinámico y el dtmfmode como RFC2833 ya que es la mejor opción al especificar el método por el cual se enviaran los tonos. Esto a fin de modificarlo, ubicando al final del archivo cada uno de los parámetros utilizados en la configuración del archivo, lo anterior se ilustra en la siguiente tabla 5.

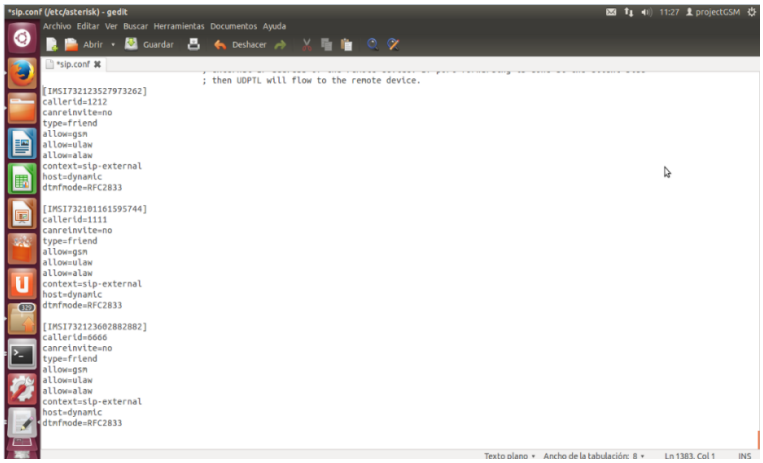


Figura 37: Configuración archivo sip.conf

sip.conf	
[General]	Esta etiqueta introduce la parte general de la configuración. Aquí podemos definir parámetros y aspectos por defecto para cada uno de los canales SIP.
[IMSI732XXXXXXXXXXX]	Número de la extensión.
callerid=1212	Número de identificación de la extensión.
canreinvite=no	Esta opción es usada para indicar al servidor que no emitirá un reinvite al cliente. Le indicamos "no"para que asterisk sirva como puente entre las extensiones que desean comunicarse, haciendo que el trafico RTP (voz) pase por el sistema asterisk.
type=friend	Define el tipo de extensión. La opción friend permite hacer y recibir llamadas.
allow=gsm	Habilita el codec audio gsm (el primero que se intentará utilizar a lo largo de una llamada).
allow=ulaw	Habilita el códec audio ulaw.
context=sip-external	El contexto que usará la extensión. En este contexto entraran todas las llamadas generadas.
host=dynamic	Para definir que cuenta con una dirección IP dinámica, de manera que la extensión se conecta cambiando consecutivamente su dirección IP.
dtmfmode=RFC2833	Para especificar el método por el cual se enviaran los tonos; El protocolo para enviar los tonos DTMF

Tabla 6: Configuración de sip.conf

2. En el archivo extensions.conf se crea un macro utilizando la aplicación DIAL() para efectuar llamadas, y se ordenan tareas en orden de salto, luego se define el contexto que se configura en el archivo sip.conf en el que se define la extensión y se configura con el número IMSI que nos proporciona la red definiendo la dirección y el puerto como 5062 este puerto maneja el protocolo TCP y Se utiliza para las solicitudes de escucha SIP entrantes de las conferencias de mensajería instantánea. Aprovechando la flexibilidad de Asterisk y con la anterior configuración elaborada se podrá realizar llamadas entre dos terminales móviles. la configuración de los parámetros se muestra en la siguiente tabla 6.

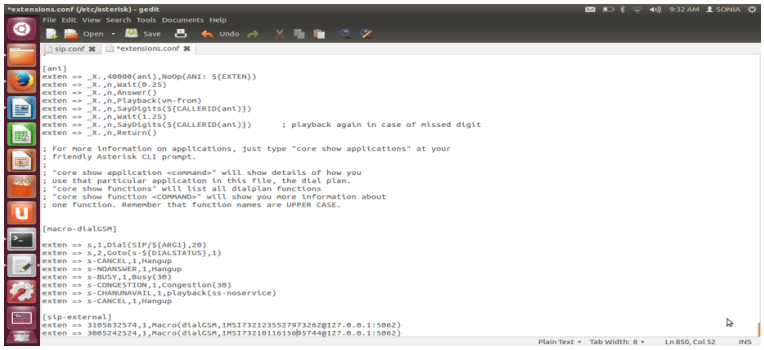


Figura 38: Configuración archivo extensions.conf

extensions.conf	
[macro-dialGSM]	
exten=> s,1,Dial(SIP/$ARG1,20)	Esta sentencia utiliza la aplicación DIAL() para efectuar llamadas. Permite conectar dos abonados entre sí, cuando una llamada entra en un contexto sin destino específico, se pasa a la extensión. El tiempo en el que intenta llamar al destino, está definido en 20 segundos.
exten => s,2,Goto(s-$DIALSTATUS,1)	Aplicación, cuya acción es generar saltos y repite la secuencia del Macro.
exten => s-CANCEL,1,Hangup	La llamada se cancela si la persona que llama cuelga antes de que el destinatario reciba la llamada.
exten => s-NOANSWER,1,Hangup	No hay respuesta. el número sonó durante demasiado tiempo, la llamada se cuelga cuando no se responde la llamada.
exten => s-BUSY,1,Busy(30)	Ocupado
Exten => s-CONGESTION,1,Congestion(30)	Estado de congestión o puede ser que no se reconoce el numero marcado. Se utiliza para todos los problemas de establecimiento de llamada.
exten => s-CHANUNAVAIL,1,playback(ss-noservice)	Canal no disponible.
exten => s-CANCEL,1,Hangup	La llamada se cancela si la persona que llama cuelga antes de que el destinatario reciba la llamada.
[sip-external]	
exten => 3105632574,1,Macro(dialGSM, IMSI73210XXXXXXXX62@127.0.0.1:5062)	Para llamar al macro se utiliza esta sentencia en donde se define la extensión y se configura con el número IMSI que nos proporciona la red.

Tabla 7: Configuración de extensions.conf

Cada uno de los parámetros utilizados en la configuración del archivo se sustenta en la siguiente tabla. Después de la configuración de los usuarios, se guardan los cambios realizados en los archivos y se debe reiniciar el servicio de asterisk para garantizar que los cambios hechos en los archivos surtan efecto en el servicio, para ello se ejecuta el siguiente comando:

```
sudo /etc/init.d/asterisk restart
```

Finalmente se tendrá un servicio con el cual se podrán realizar llamadas. El CLI de asterisk presentara un desempeño como el que se observa en la imagen al realiza llamadas entre abonados.

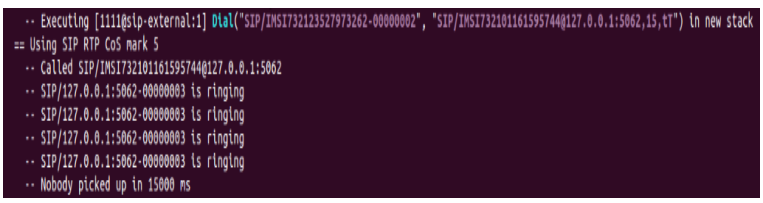


Figura 39: Desempeño de llamada desde el CLI de Asterisk

La Configuración realizada anteriormente también dejara enviar mensajes entre las dos terminales móviles.

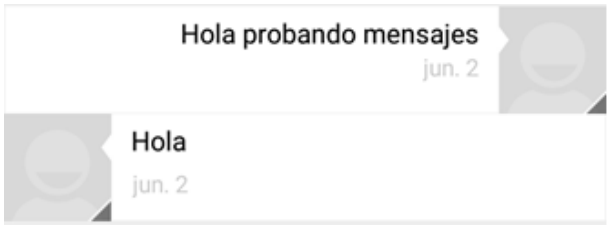


Figura 40: Servicio de mensajes

Configuración de idioma español

1. Cuando se realiza la instalación de asterisk por defecto viene configurado con el paquete de idiomas en inglés, es necesario descargar el paquete en español ya que son necesarios para realizar servicios como voicemail, IVR entre otros . Los paquetes se pueden descargar desde el siguiente enlace como se muestra en la figura 39. Estos serán enviados a tu correo.

   El paquete incluye 1200 sonidos en formato gsm y acento Colombiano.

   ```
   http://www.netsecuritysolutionsltda.com/spanish//index.php?
   option=com_content&task=view&id=113&Itemid=153 $
   ```

Figura 41: Voces Asterisk en español

2. Luego se ubica el paquete de sonidos descargado en el paquete de sonidos de asterisk. Para ello nos ubicamos en el directorio: usr/share/asterisk/sounds.

   Aquí se crea el directorio es y dentro de él los directorios digits, letters y phonetic, Para ello se utiliza las siguientes sentencias.

```
cd /usr/share/asterisk/sounds
sudo mkdir es
cd es
sudo mkdir digits
sudo mkdir letters
sudo mkdir phonetic
```

3. El paso siguiente es dar permisos ya que los permisos de escritura, lectura y ejecución solo los posee el super-usuario o root. Para dar los permisos utilizamos las sentencias.

```
sudo chmod 777 es
sudo chmod 777 digits
sudo chmod 777 letters
sudo chmod 777 phonetic
```

4. Luego en el directorio es que se creó se copia los archivos del directorio es descargado.
   En el directorio digits que se creó se copia lo que está dentro de digits/es del paquete descargado.
   En el directorio letters que se creó se copia lo que está dentro de letters/es del paquete descargado.
   En el directorio phonetic que se creó se copia lo que está dentro de phonetic/es del paquete descargado.

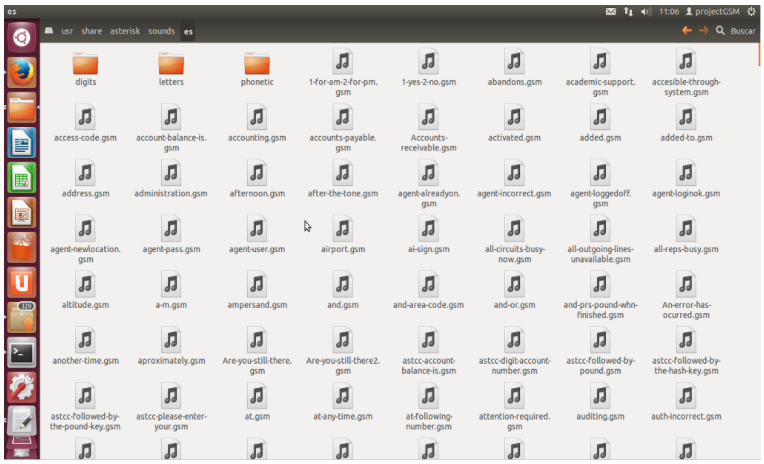


Figura 42: Archivos de voces en español

5. Para finalizar nos ubicamos en el archivo sip.conf buscamos la línea *defaultlanguage = en* y se la cambia por *defaultlanguage = es*.

   Ahora ya se puede configurar los siguientes servicios.

Voicemail

Este servicio es requerido cuando el abonado al que se llama no responde, de manera que permite grabar y almacenar un mensaje, para que luego se pueda acceder a el, llamando a una extensión. Para este servicio es necesario instalar sendmail y configurar los servicios sip.conf, extensions.conf y voicemail.conf. El archivo voicemail.conf sirve para configurar el buzon de voz.

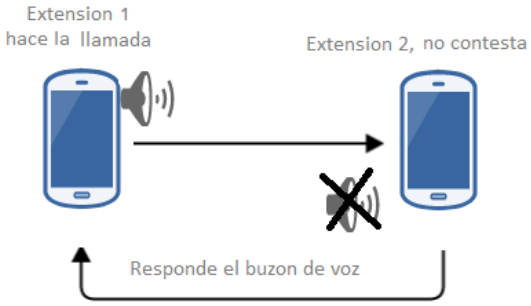


Figura 43: Servicio de Voicemail

El archivo encargado de la configuración de este servicio es voicemail.conf, el cual funciona, entrando en uso un contestador y grabador del mensaje de voz y enviara un correo de voz para avisarnos.

1. Instalación de Sendmail: Para este servicio es necesario instalar sendmail, para lo cual empleamos el siguiente comando:

   ```
   sudo apt-get install sendmail
   ```

   Sendmail es el servidor de correo utilizado en los sistemas UNIX, lo instalamos para enviar los correo de voz a través del correo electrónico

   ```
   root@projectgsm-pc:/home/projectgsm# sudo apt-get install sendmail
   ```

   Figura 44: Instalación de Sendmail

   Para la configuración de este servicio se editan los archivos extensions.conf, voicemail.conf y sip.conf, de manera cómo se ilustra a continuación.

2. En el archivo voicemail.conf, buscamos el contexto [general] en el cual habilitamos los siguientes parámetros a fin de asignar a cada abonado un buzón de voz.

voicemail.conf	
Format=gsm	formato en el que se guardan los archivos de voz.
attach=yes	Si attach está en yes el mensaje de voz se enviará como anexo al correo electronico.
maxmsg=100	numero máximo de mensajes de voz para cada casilla configurada.
maxsecs=180	numero máximo de segundos por cada mensaje de voz.
minsecs=3	numero mínimo de segundos para que un mensaje de voz sea reconocido como tal y enviado a la casilla del destinatario.
maxsilence=10	si mientras se graba un mensaje de voz hay un silencio de 10 segundos, la llamada se termina y también la grabación.
moveheard=yes	Una vez escuchados los mensajes de voz podemos pasarlos a la carpeta OLD (viejos) en automático sino tenemos que hacerlo desde el menú del contestador.

Tabla 8: Configuración de Voicemail.conf

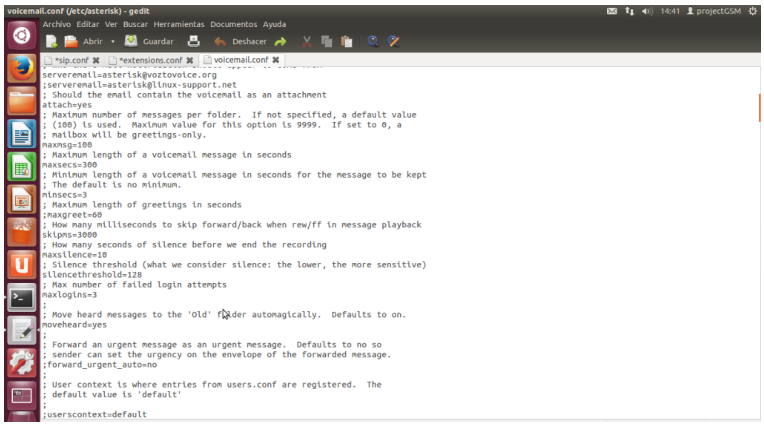


Figura 45: Configuración parámetros Voicemail

Al final del archivo se crea un contexto llamado [default], a fin de asignar a cada abonado un buzón de voz. La sintaxis que se sigue consiste en definir el numero de buzón este debe ser utilizado cuando se define buzón en los archivos sip.conf y extensions.conf, luego se define la contraseña para acceder al buzón estos deben ser números ya que se accede desde utilizando el teclado del terminal, el nombre del usuario, y finalmente el email del destinatario de los mensajes.

```
 [default]
111 => 111,1212,1212@default
222 => 222,1111,1111@default
```

La figura muestra la configuración de archivo Voicemail.conf.

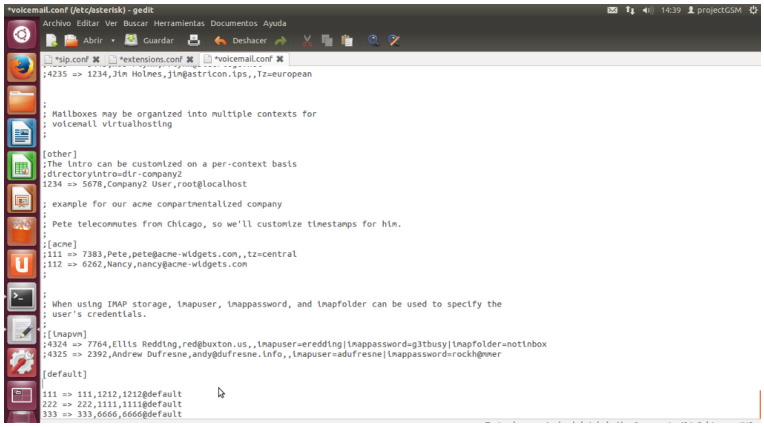


Figura 46: Configuración de archivo Voicemail.conf

3. En el archivo sip.conf, solo agregamos una línea al final de la anterior edición, para habilitar el voicemail como se ilustra a continuación. Esta linea de código nos dice que hay un mailbox 111 en el contexto [default] del fichero voicemail.conf.

```
mailbox=111@defaul
```

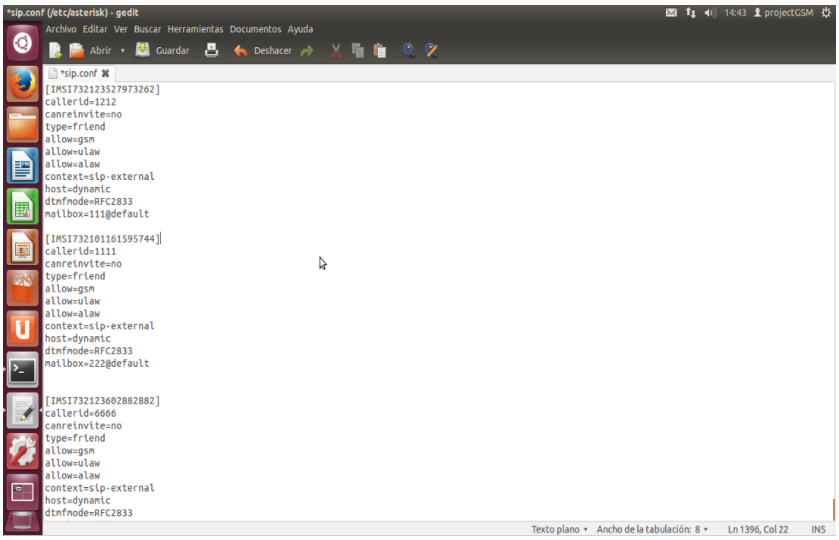


Figura 47: Configuración archivo sip.conf

4. El archivo Extension.conf se configura para activar el contestador anunciando que la extensión llamada no está disponible y después del tono permitirá dejar un mensaje, también se configura voicemailmain que permite entrar al sistema de correo de voz de Asterisk para escuchar los mensajes dejados.

extensions.conf	
exten=> 1212,1,Dial(SIP/IMSI73210XXXXXXXXXX @127.0.0.1:5062,15,tT)	llama a la extensión 1212 por 30 segundos. Quien llama escuchará el sonido del timbre (opción r).
exten => 1212,n,VoiceMail(111@default)	se activará el contestador anunciando que la extensión llamada no está disponible (opción u) y después del tono podremos dejar un mensaje.
exten => 1212,n,Hangup	Cuelga.
exten => *321,1,Answer();	abre el canal (contesta).
exten => *321,n,VoiceMailMain(@buzon)	envía la llamada directamente a la casilla de la extensión que está llamando en el contexto default.
exten => *321,n,Hangup()	termina la llamada.

Tabla 9: Configuración de archivo Extensions.conf

*sip.conf ✖ *extensions.conf ✖

```
; "core show functions" will list all dialplan functions
; "core show function <COMMAND>" will show you more information about
; one function. Remember that function names are UPPER CASE.

[sip-external]

include => aplicaciones

exten => 1212,1,Dial(SIP/IMSI732123527973262@127.0.0.1:5062,15,tT)
exten => 1212,n,VoiceMail(111@default)
exten => 1212,n,Hangup

exten => 1111,1,Dial(SIP/IMSI732101161595744@127.0.0.1:5062,15,tT)
exten => 1111,n,VoiceMail(222@default)
exten => 1111,n,Hangup

exten => 1313,1,Dial(SIP/IMSI732123415260459@127.0.0.1:5062,15,tT)
exten => 1313,n,VoiceMail(333@default)
exten => 1313,n,Hangup

exten => *321,1,VoicemailMain(@default)
exten => *321,2,Hangup
```

Figura 48: Configuración Extensions.conf

Luego se guardan los cambios realizados en los archivos y se debe reiniciar el servicio de asterisk para garantizar que los cambios hechos en los archivos surtan efecto en el servicio, para ello se ejecuta el comando *reload* desde el CLI de asterisk.

Servicio de Voicemail.

```
  -- Executing [1111@sip-external:1] Dial("SIP/IMSI732123527973262-00000000", "SIP/IMSI732101161595744@127.0.0.1:5062,15,tT") in new stack
== Using SIP RTP CoS mark 5
  -- Called SIP/IMSI732101161595744@127.0.0.1:5062
  -- Got SIP response 480 "Temporarily Unavailable" back from 127.0.0.1:5062
  -- SIP/127.0.0.1:5062-00000001 is circuit-busy
== Everyone is busy/congested at this time (1:0/1/0)
  -- Executing [1111@sip-external:2] VoiceMail("SIP/IMSI732123527973262-00000000", "2@default") in new stack
  -- <SIP/IMSI732123527973262-00000000> Playing 'vm-intro.gsm' (language 'es')
  -- <SIP/IMSI732123527973262-00000000> Playing 'beep.gsm' (language 'es')
  -- Recording the message
  -- x=0, open writing:  /var/spool/asterisk/voicemail/default/2/tmp/agsHzN format: gsm, 0x7fbce8007598
  -- x=1, open writing:  /var/spool/asterisk/voicemail/default/2/tmp/agsHzN format: wav, 0x7fbce8007be8
  -- Recording automatically stopped after a silence of 10 seconds
  -- <SIP/IMSI732123527973262-00000000> Playing 'auth-thankyou.gsm' (language 'es')
  -- Recording was 1 seconds long but needs to be at least 3 - abandoning
```

Figura 49: Servicio Voicemail

Servicio de Voicemailmain.

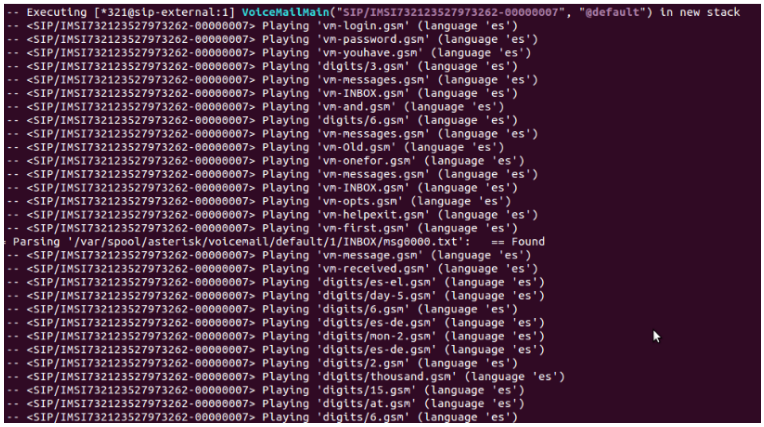


Figura 50: Servicio Voicemailmain

Transferencia de llamada

La transferencia de llamadas se utiliza generalmente en empresas y es la encargada de transferir la llamada que actualmente se esté atendiendo a cualquiera de las extensiones que desea la persona que llama.

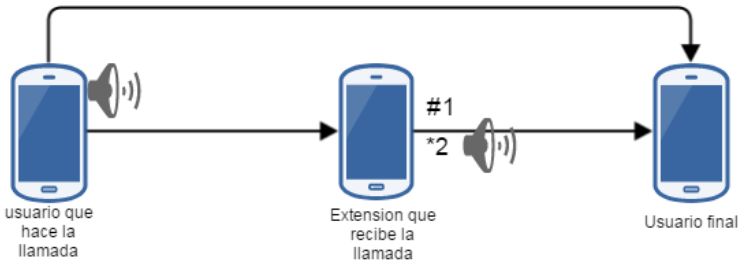


Figura 51: Tranferencia de llamada

Existen dos métodos de transferir las llamadas el primero es una llamada atendida y el segundo una llamada desatendida o ciega. Para ello existen las opciones de *atxfer* y *blinxfer*:

atxfer: Esta opción consiste en el establecimiento de una llamada entre dos extensiones, donde la que llama quiere ser transferida a otra, la que contesta presiona las teclas *2 y luego el número de la extensión a la que se quiere transferir la llamada, en respuesta se escuchará timbrar la extensión y se podrá hablar con el interlocutor, en cuanto el interlocutor cuelgue las dos extensiones serán conectadas entre ellas.
blinxfer: Esta opción consiste en que la extension que contesta la llamada quiere a petición de la que le llama transferir la llamada a otra se procede a hundir las teclas #1 y luego el número de la extensión así la llamada será transferida

y en consecuencia la llamada actual terminará.

1. En el archivo de Features.conf es donde vamos a configurar las características necesarias para establecer la transferencia de llamada.

Features.conf	
blindxfer => #1	Teclas que se deben presionar para iniciar la transferencia no atendida de llamadas y después el número de la extensión a la que se quiere llamar, se debe colocar t y/o T en el DIAL configurado en extensions.conf.
disconnected => *0	Teclas que se deben presionar para desconectar
automon => *1	Teclas que se deben presionar para grabar la llamada (en dos archivo, uno para cada interlocutor). Se debe colocar w y/o W en la opción del DIAL.
atxfer => *2	Teclas que se deben presionar para que se realice una transferencia de llamada atendida o asistida, se debe colocar t y/o T en el DIAL configurado en extensions.conf.
automixmon => *3	Teclas que se deben presionar para grabar la llamada en un único archivo mezclando las voces de los dos interlocutores. ". Se debe colocar x y/o X en la opción del DIAL.
(Set(DYNAMIC_FEATURES=automon))	Se debe agregar la línea (en caso de que no esté; y si se encuentra, basta con descomentarla)

Tabla 10: Configuración de archivo Features.conf

2. Para modificar el Dial() accedemos al archivo extensions.conf y dentro del contexto donde se encuentre colocamos las letras tTwWxX que identifican estos servicios.

extensions.conf	
exten =>1212,1,Dial(SIP/1212,10,tTwWxX)	Se adicionan las letras tTwWxX, para realizar la transferencia de llamada.

Tabla 11: Configuración de archivo Extensions.conf

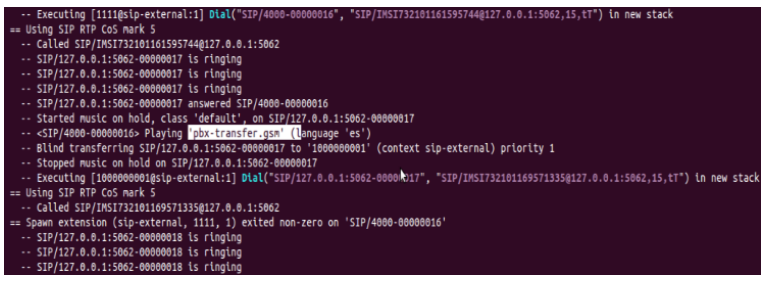


Figura 52: Servicio de transferencia de llamada

IVR

El servicio de IVR (sistema de respuesta de voz interactiva) representa un sistema centralizado y automatizado de respuesta interactiva en el gestionamiento de llamadas orientado a entregar y capturar información automatizada a través del teléfono.

Vamos a utilizar las extensiones que hemos creado anteriormente y de donde se va a marcar al IVR y a través de los tonos o teclas que se presionen en el teléfono y asterisk va a capturar esos tonos, los va a leer y ejecutara las acciones correspondientes.

En esta práctica se va a construir un IVR para una oficina de decanatura de la facultad de ingenierías de la universidad XX, donde cualquier persona estudiante, profesor o padre de familia llama y obtiene un menú con opciones de que si marca 1 se comunica con secretaria, si marca 2 se comunica con archivo y si marca 3 se comunicará con decanatura y donde el usuario puede escoger a que división de la oficina desea comunicarse.

Figura 53: Sistema de respuesta de voz interactiva

1. Para la configuración de este servicio primero se empieza con la grabación de los archivos audio que el usuario escuchará. Para ello se hace uso de la aplicación Record(), el cual permite crear una grabación de forma como lo desee el cliente y se hace dentro del contexto aplicaciones en el archivo extensions.conf. Se podrá crear cuantas grabaciones se necesiten.

extensions.conf	
[Aplicaciones]	
Exten => 9991,1,Answer()	Se llama a la extensión 9991 la cual contestará.
Exten => 9991,n,Wait(1)	Se espera 1 segundo antes de lanzar la próxima aplicación.
Exten=>9991,n,Record(recordings/bienvenida-centralita.gsm)	Aquí vamos a grabar el mensaje, para eso utilizamos la aplicación Record y le pasamos como parámetro el nombre de la grabación que se va a hacer y debe llamarse igual al background que se define en el contexto¨IVR-centralita¨, el tipo de archivo debe ser gsm.
Exten => 9991,n,Wait(1)	Espera 1 segundo después de grabar el menú.
Exten=>9991,n,Playback(Recording/bienvenida-centralita.gsm)	Para verificar que la grabación haya quedado bien.
Exten => 9991,n,Hangup()	Se cuelga la llamada para liberar el canal..

Tabla 12: Configuración de archivo Extensions.conf

2. Para poder reproducir los archivos anteriormente grabados se debe crear una extension para cada uno de ellos utilizando las lineas contenidos en la cuadro 12.

extensions.conf	
[Aplicaciones]	
Exten => 9992,1,Answer()	Se llama a la extensión 9992 la cual contestará
Exten => 9992,n, Playback(Recording/bienvenida-centralita.gsm)	Aquí se reproducirá el archivo que se creo anteriormente.
Exten => 9992,n,Hangup()	Se cuelga la llamada.

Tabla 13: Configuración de archivo Extensions.conf

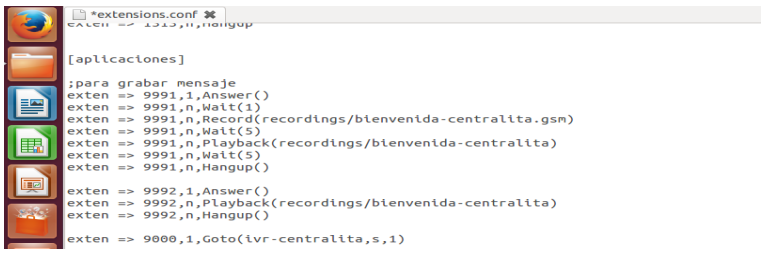


Figura 54: Configuración de archivo Extensions.conf

3. Luego se crea una extensión que sirva de conexión al IVR que se creara mas adelante, para ello utilizamos la extension 9000 como se muestra en el cuadro 14.

extensions.conf	
[Aplicaciones]	
Exten => 9000,1,Goto(IVR centralita,s,1)	La extensión que comunica el IVR.

Tabla 14: Configuración de archivo Extensions.conf

4. Para finalizar, necesitamos crear el IVR, para lo cual creamos un contexto llamado [IVR-centralita] Y configuramos el menú.

extensions.conf	
[IVR-centralita]	
Exten => s,1 Answer()	El orden de prioridad (primero responde la llamada).
Exten => s,n Wait(0.5)	Se espera medio segundo.
Exten => s,n,Background(menu-redGSM)	Es aquí donde se va a reproducir el menú que se haya grabado, en este caso el mensaje que se ha grabado es menu-redGSM.
Exten => s,n WaitExten(5)	Es la aplicación que permite la cantidad de tiempo para que el usuario envíe una respuesta a través del teclado.
Exten => 1,1,Goto(sip-external,1111,1)	Si se presiona 1, se dirige al contexto [sip-external] a las extensión 1111 y se ejecuta la prioridad 1 que es hacer la llamada.
Exten => 2,1,Goto(sip-external,1212,1)	Si se presiona 2, se dirige al contexto [sip-external] a las extensión 1212 y se ejecuta la prioridad 1 que es hacer la llamada.
Exten => 4,1,Goto(aplicaciones,9992,1)	Si se presiona 4, se dirige al contexto [aplicaciones] a la extensión 9992 y se ejecuta la aplicación de la prioridad 1 y se produce el audio correspondiente a esta aplicación.
Exten => *,1,Goto(s,1)	Si presiona * se dirige al inicio del IVR, es decir vuelve a reproducir el menú.
Exten => t,Playback(goodbye)	si después del tiempo dado, en este caso 5 seg no se optiene ninguna respuesta de parte del usuario, se reproduce un goodbye, t: timeout.
Exten => t,Hangup()	Se cuelga y desocupa el canal.
Exten => i,Playback (pbx-invalid)	En caso de presionar una tecla que no pertenece al menú se reproduce un archivo que indica un tono inválido.

Tabla 15: Configuración de archivo Extensions.conf

Cada que realicemos una nueva configuración se debe guardar los cambios y en el CLI de asterisk digitar el comando:

```
reload dialplan
```

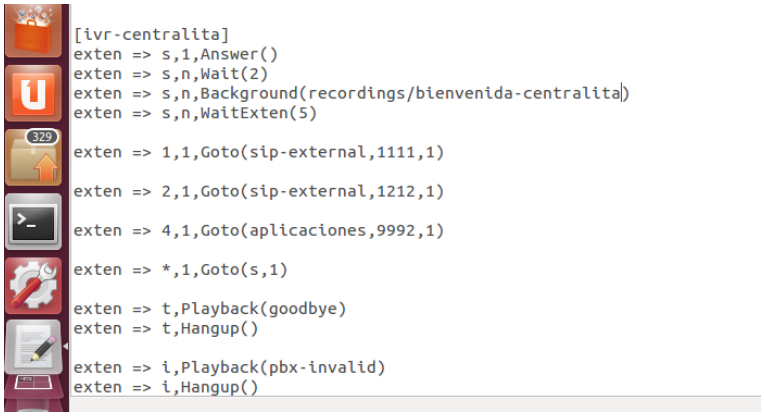


Figura 55: Configuración de archivo Extensions.conf

5. Finalmente para conectar el IVR creado con el contexto creado se debe introducir la siguiente linea en el contexto [sip-external].

```
include => aplicaciones
```

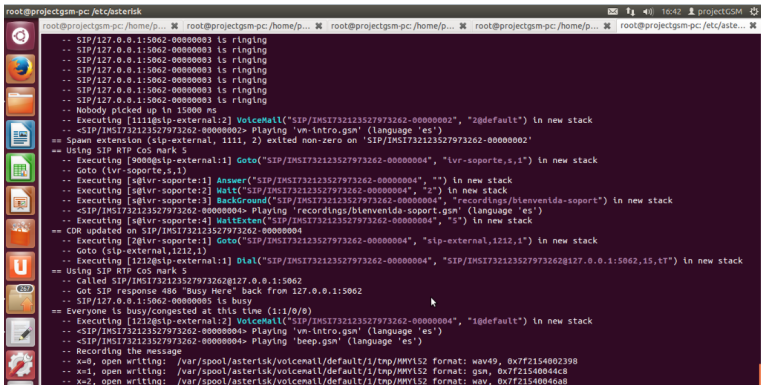


Figura 56: IVR Asterisk

Conexión Internet

El proyecto OpenBTS permite establecer conexión a internet de manera que permite comunicarse con cualquier persona en cualquier parte del mundo. Para realizar la conexión a Internet, se configurar OpenBTS para manejar el tráfico GPRS.

1. Primero se realiza la configuración de la máquina para enrutar el tráfico correctamente, para ello se digita desde el CLI de OpenBTS el comando:

```
config GPRS.Enable 1
```

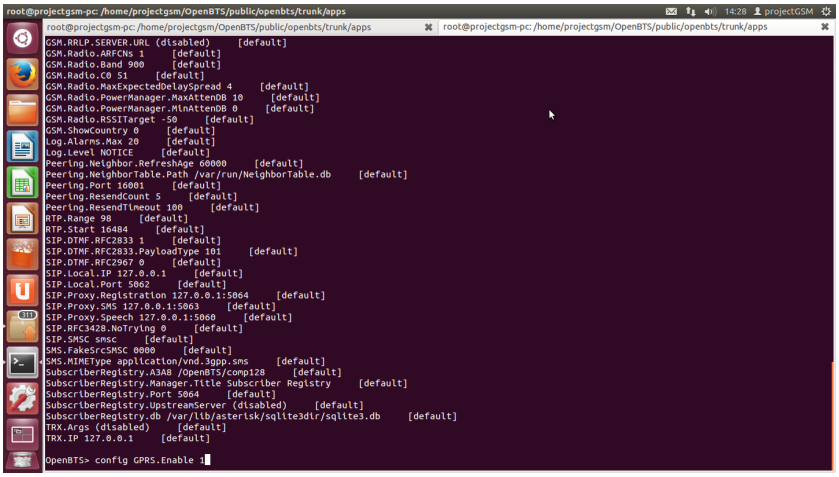


Figura 57: Configuración para el enrutamiento del trafico

2. Luego se accede al archivo iptables.rules en aplicaciones y se adiciona la línea como se muestra a continuación, claro está que esto depende de la interfaz Ethernet o wlan con la que se cuente.

```
-A POSTROUTING -o eth0 -j MASQUERADE
```

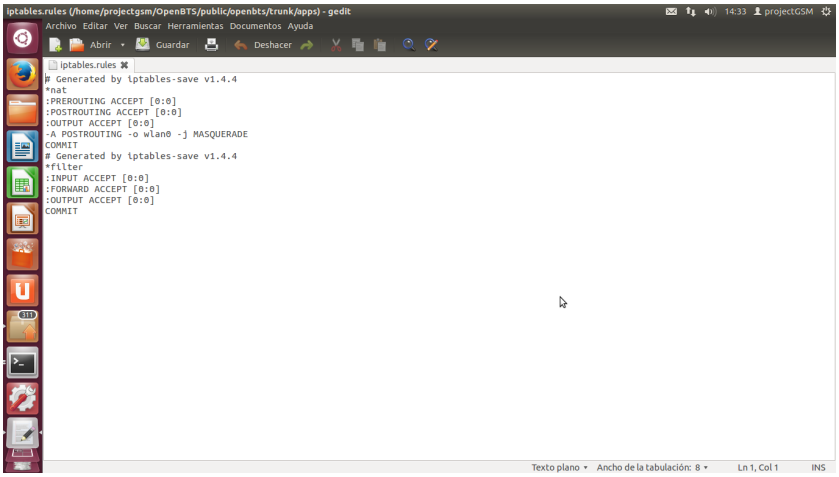


Figura 58: Configuración archivo iptables.rules

3. Luego se carga las reglas desde aplicaciones ejecutando el siguiente comando como se observa en la figura 59.

```
sudo iptables-restore <iptables.rules.
```

4. Para cargar automáticamente la configuración con la configuración de red, se va al directorio /etc/network/ interfaces y se agrega la siguiente

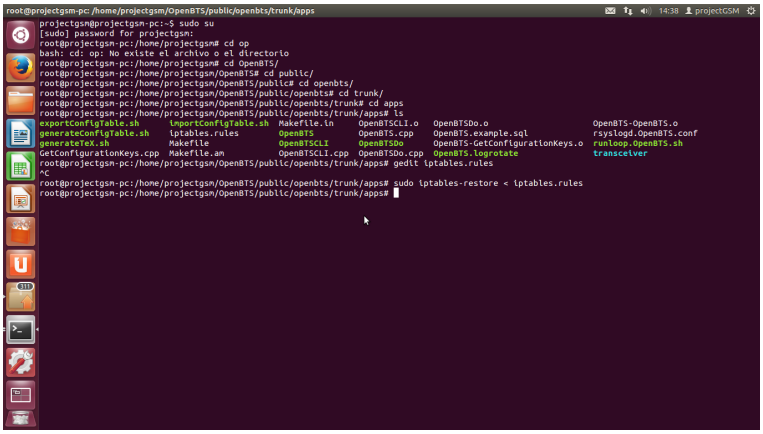


Figura 59: Cargando las reglas de configuración de la red

línea, donde /path/to se refiere a la ubicación en la que tengas el archivo iptables.rules.

```
pre-iptables-restore </path/to/iptables.rules
```

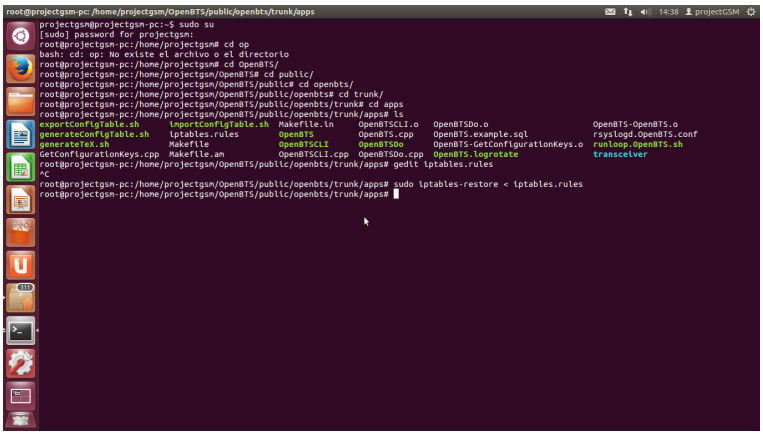


Figura 60: Cargando configuración de la red

5. Si al intentar acceder a internet se presenta un error con el DNS, se debe ingresar en el directorio /etc/resolv.conf y se debe cambiar la dirección del namenserve a: 8.8.8.8 en lugares sin proxi, por lo contrario si te encuentras en un lugar con proxy a la dirección de este servidor.

6. Para comprobar que si estas recibiendo internet en tu móvil por la red se debe tener deshabilitado el WIFI del móvil

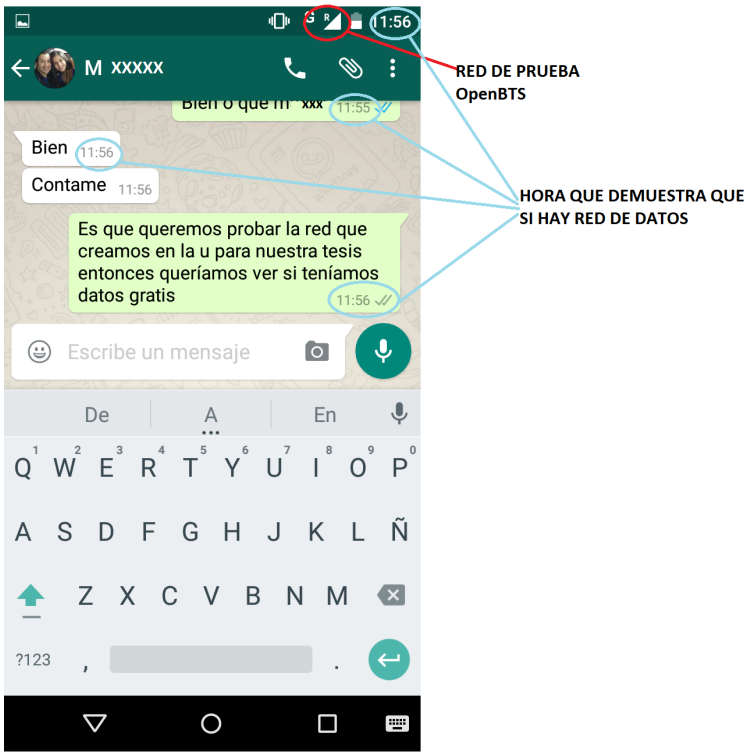


Figura 61: Conexion a Internet con Red de prueba

Establecimiento de llamadas de un terminal Ip a un terminal móvil GSM

Para emular una red y verificar el alcance cuando se tiene conexión a Internet se adiciona End-Points como: son teléfonos Ip, Softphones y Teléfonos móviles smartphones.
Su funcionamiento se describe continuación:

1. Para realizar llamadas de un móvil GSM a un Softphones, o teléfonos Ip se configura las cuentas en los archivos sip.con y extensions.conf.

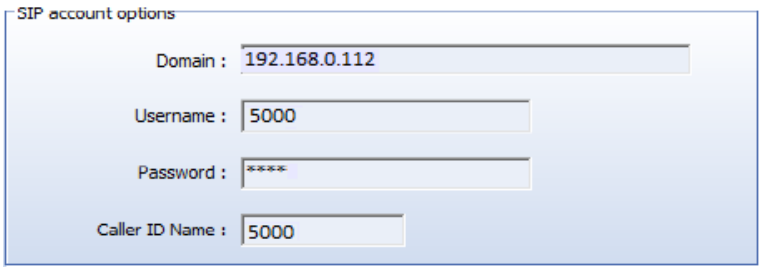


Figura 62: Configuración zoiper

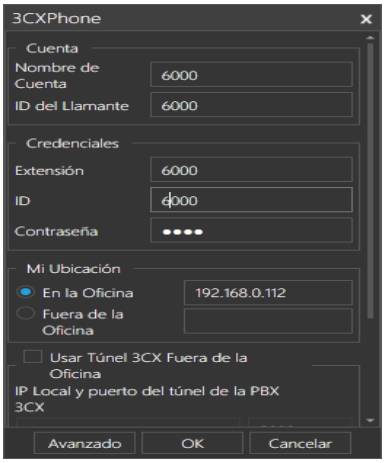


Figura 63: Configuración 3cx

Los Softphones se pueden descargar e instalar de las paginas (http://www.zoiper.com/softphone/, http://www.3cx.com/VOIP/softphone.html), ya instalados se configuran teniendo en cuenta que se debe crear un nuevo usuario y a cada uno de ellos el dominio, nombre, una contraseña y una identificación del usuario como se observa en las Figuras 62 y 63.

2. luego se realiza la configuración del teléfono IP grandstream gxv3140 que es un teléfono de video de gran alcance IP multimedia., con la dirección de nuestro servidor el cual contiene a OpenBTS y Asterisk, verificar su conexión dando ping en ambas direcciones.

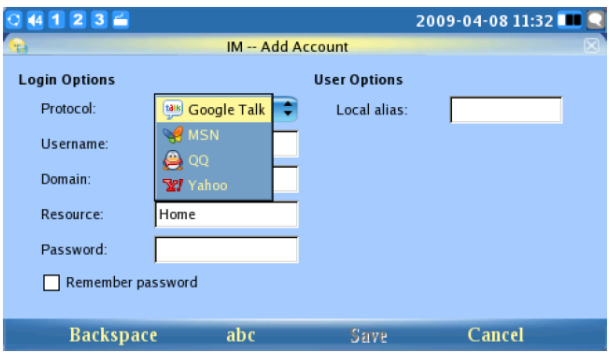


Figura 64: Configuración grandstream gxv3140

3. Se verifica la conexión haciendo ping entre ellos y con el servidor.

4. Para comprobar que ha sido registrado se ejecuta el siguiente comando desde el CLI de Asterisk:

```
Sip show Peers
```

Si todo funcionó correctamente puedes hacer llamadas y ejecutar los servicios anteriormente configurados desde terminales Ip a Móviles GSM.

Cuando se pone en funcionamiento de prueba la red es fundamental el papel de la señalización porque permite el intercambio de información entre los usuarios y la red, a fin de que la llamada pueda ser establecida y posteriormente, terminada.

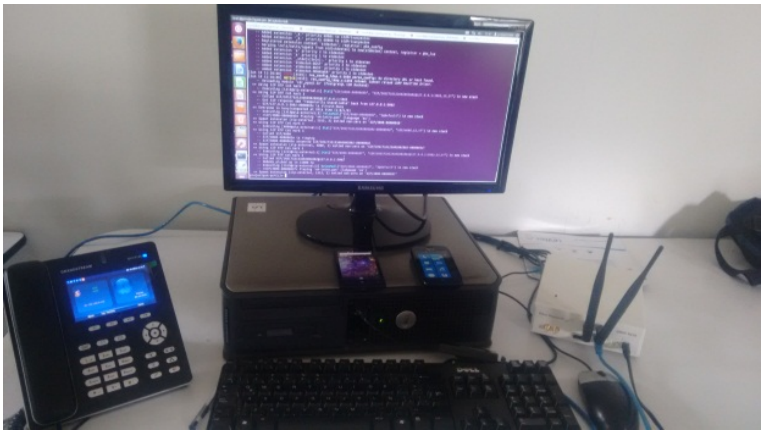


Figura 65: Conexión terminales GSM-IP

Anexo 2

Para evaluar las practicas propuestas, se realizan encuestas a dos grupos de alumnos de la asignatura "Laboratorio III de Sistemas de Telecomunicaciones"presentada en el programa de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad de Cauca. Las encuestas son presentadas a continuación.

a) Grupo 1.

Lista de Estudiantes de la asignatura de Laboratorio III de Sistemas de Telecomunicaciones.

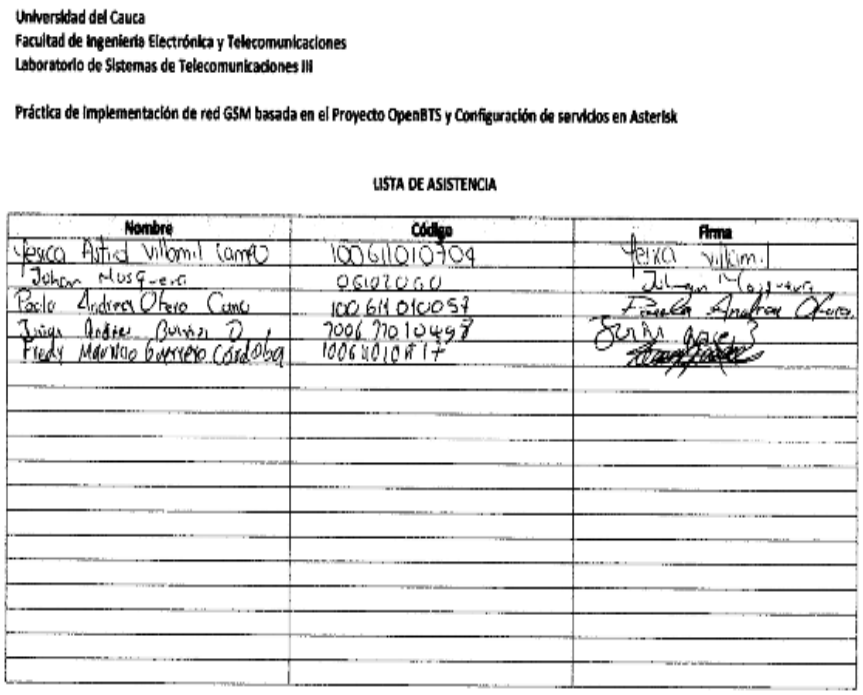
LISTA DE ASISTENCIA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
PROGRAMA: Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciónes
MATERIA: Laboratorio III de Sistemas de Telecomunicaciones
DOCENTE (S): DANIEL EDUARDO CAÑON ZUÑIGA
SECCION: C
PERIODO: 2015.1
OIDGRUPO: 48598
MES:

	Estudiante	Código	*	Observaciones
1	BEDOYA VALENCIA SIMON	100611011071	-	
2	BELALCAZAR BERNAL JORGE EDWIN	06052002	-	
3	BOLAÑOS ORTEGA JULIAN ANDRES	100611010498	-	
4	GUERRERO CORDOBA FREDY MAURICIO	100611010517	-	
5	LOPEZ VILLA GIOVANNI JAVIER	06102050	-	
6	MOSQUERA ARANDA LEINER JOHAN	06102060	-	
7	MUÑOZ ANDRADE SEBASTIAN	06092012	-	
8	ORTIZ COLLAZOS FABIAN	06092026	-	
9	OTERO CANO PAOLA ANDREA	100611010057	-	
10	SEVILLA MAJIN ANDRÉS FELIPE	100611011094	-	
11	UZURIAGA CASTRO PABLO ALEJANDRO	06101058	-	
12	VILLAMIL CAMPO YESICA ASTRID	100611010704	-	

Figura 66: Lista grupo de laboratorio 1

Lista de Asistencia.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

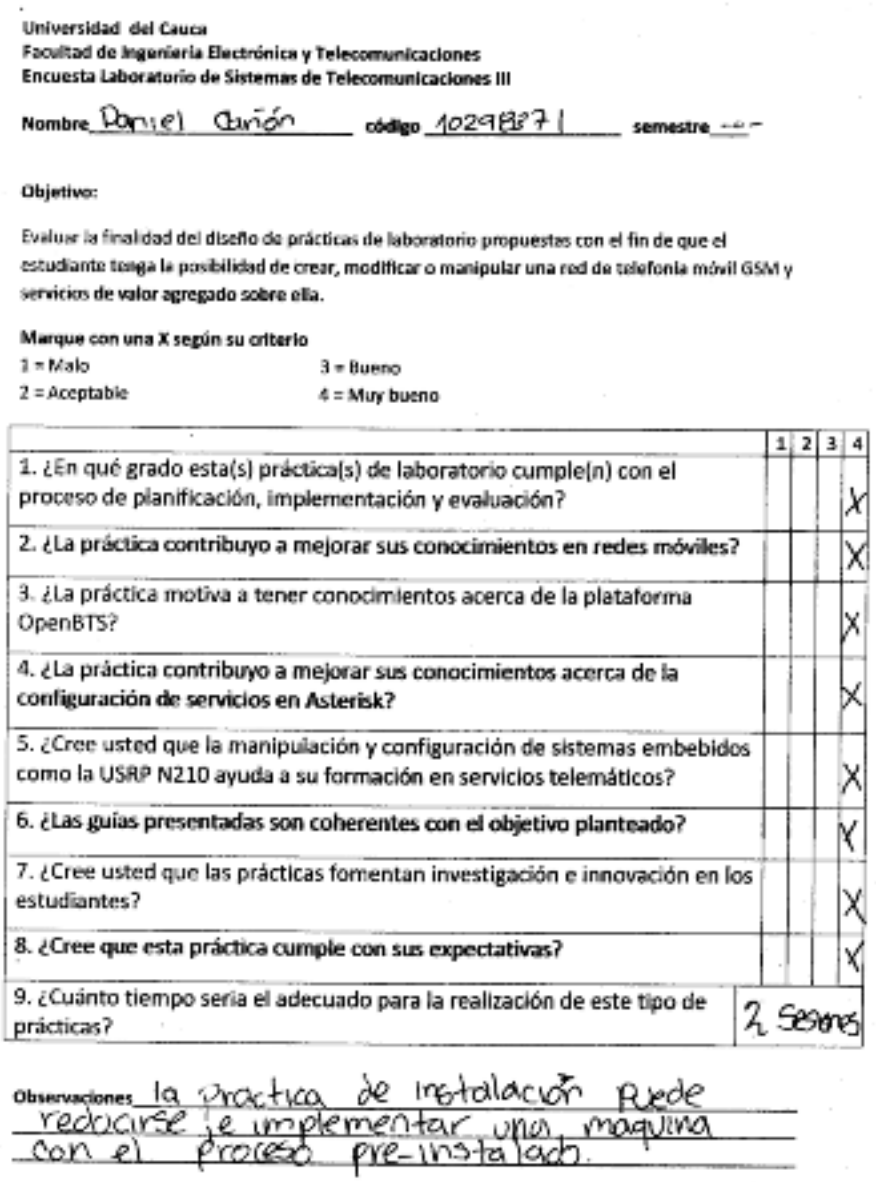
Práctica de Implementación de red GSM basada en el Proyecto OpenBTS y Configuración de servicios en Asterisk

LISTA DE ASISTENCIA

Nombre	Código	Firma
Jessica Astrid Villamil Campo	1006110107094	
Johan Mosquera	0610720660	
Paola Andrea Otero Cano	1006140160597	
Jairo Andres Bonilla D.	1006 701 04978	
Freddy Mauricio Barrero Córdoba	1006401017	

Figura 67: Lista grupo de laboratorio 1

Encuestas realizadas.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Daniel Cañón **código** 1029887 | **semestre** --

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

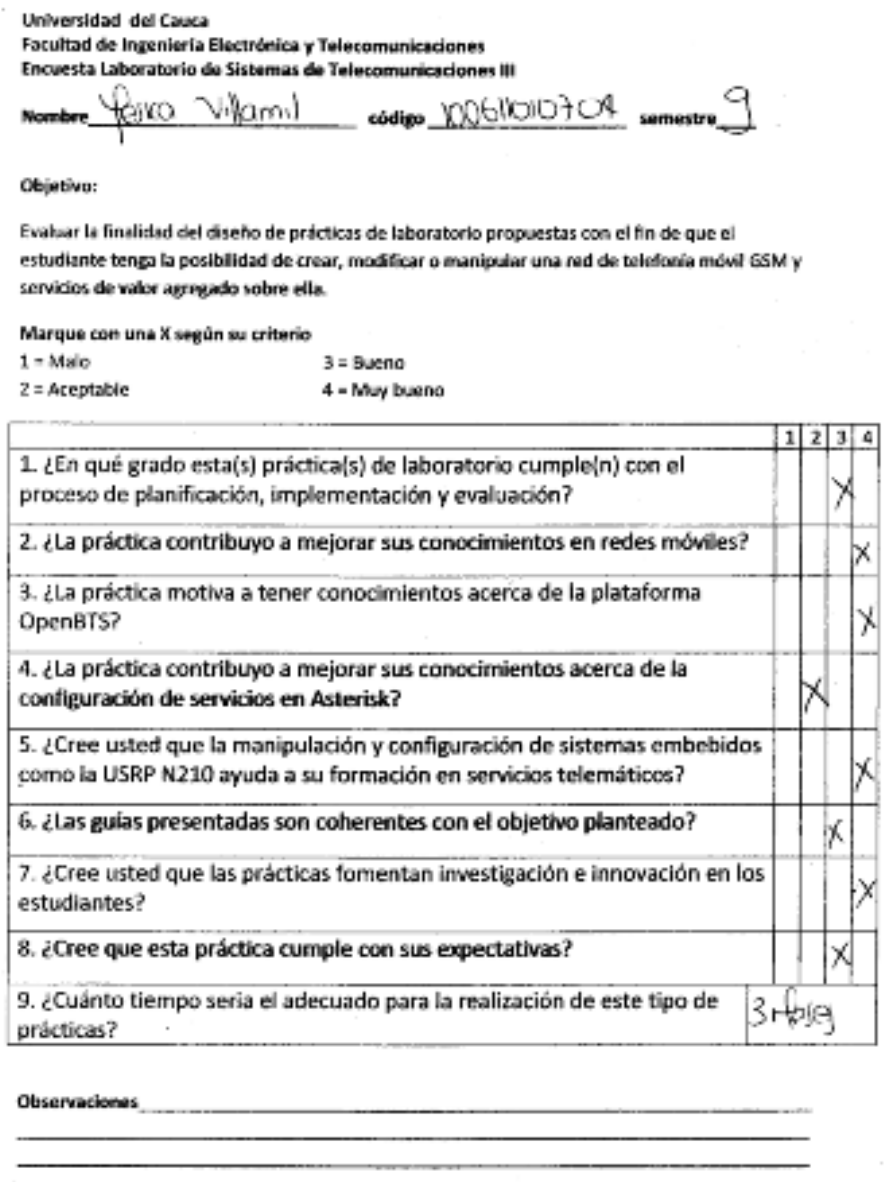
Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?				X
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?				X
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo sería el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	2 Sesiones			

Observaciones la practica de instalación puede reducirse a implementar una maquina con el proceso pre-instalado.

Figura 68: Encuesta 1



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Feiro Villamil código 1006110704 semestre 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo 3 = Bueno
2 = Aceptable 4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?		X		
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?				X
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?			X	
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	3 horas			

Observaciones

Figura 69: Encuesta 2

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Alvin Mosquera **código** 06102150 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?			X	
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?			X	
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?				X
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?		X		
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?			X	
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	2 Semanas			

Observaciones_____

Figura 70: Encuesta 3

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Andrea Ortiz **código** 1006110100057 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?			X	
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guias presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?			X	
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	2 Sesiones			

Observaciones_____

Figura 71: Encuesta 4

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Juan Mary Bonilla **código** 200170165 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?				X
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?				X
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	4 horas			

Observaciones_____

Figura 72: Encuesta 5

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Fabián Ortiz **código** 06092026 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
X = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?		X		
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?			X	
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?			X	
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	4 horas			

Observaciones_____

Figura 73: Encuesta 6

b) Grupo 2.
Lista de Asistencia.

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Práctica de implementación de red GSM basada en el Proyecto OpenBTS

LISTA DE ASISTENCIA

Nombre	Código	Firma
Jeimy Alexandra Mejía Andrade	06092096	
Jesús Eduardo Flores	06092096	
Santiago Medina Daza	06102006	
Heiler Hernández Herrera	1006110106116	
Maria Camila Lara Paz	1006110101150	Camila Lara
Mauricio Sánchez Barragán	1006110103375	
Carlos Darío García Hoyos	06102013	
Angela Andrade Mora	06102036	Fernández Angela Andrade M.
Carlos Alberto Narváez Muñoz	06102012	Carlos Narváez Muñoz

Figura 74: Lista grupo de laboratorio 1

Encuestas realizadas.

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Javier A. Heredia **código** _____ **semestre**___

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?				X
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?				X
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo sería el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	2 sesiones			

Observaciones_____

Figura 75: Encuesta 7

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Angela Andrade Muñoz **código** 0 6 1072036 **semestre** 8

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	4 horas.			

Observaciones_____

Figura 76: Encuesta 8

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Carlos Alberto Narváez N **código** 061620 12 **semestre** IX

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?			X	
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo sería el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	4 horas			

Observaciones_____

Figura 77: Encuesta 9

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Santiago Medina V código 06102006 semestre 9no

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

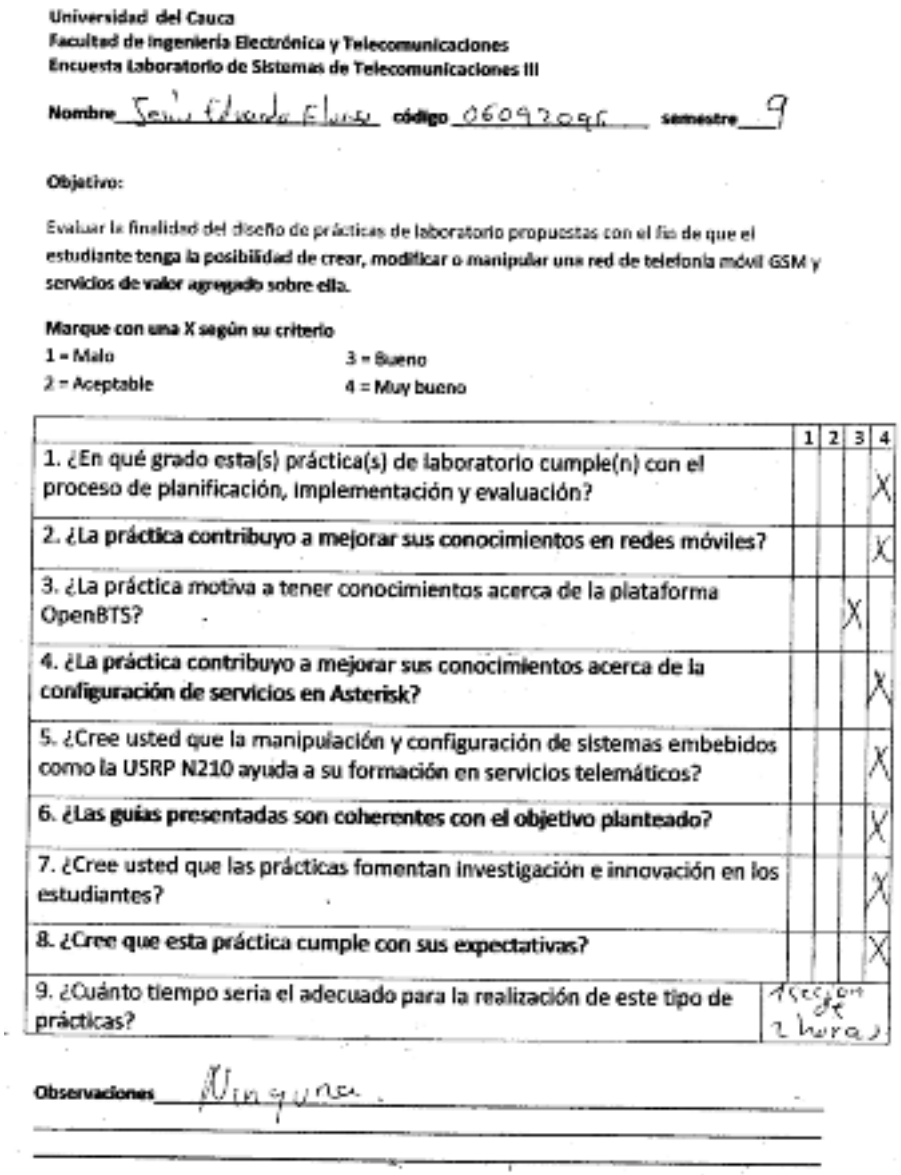
Marque con una X según su criterio

1 = Malo 3 = Bueno
2 = Aceptable 4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?				X
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo sería el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	8 horas			

Observaciones Me parece interesante explorar la implementación de una red gratuita en la universidad, y explorar la posibilidad de una aplicación o opción que permita seguir conectado al operador movil

Figura 78: Encuesta 10



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Sergio Eduardo Elcuz **código** 06092095 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?			X	
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?				X
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?				X
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	Aceptable 2 horas			

Observaciones Ninguna.

Figura 79: Encuesta 11

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre: Jesmer A. Mejía P. **código** 06072263 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?			X	
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?			X	
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	2 horas			

Observaciones Excelentes beneficios del proyecto para la facultad.

Figura 80: Encuesta 12

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Mailen Hernández Pérez **código** 1036610140 46 **semestre** 9

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?				X
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?			X	
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?		X		
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo sería el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	4 - 6 horas			

Observaciones

Figura 81: Encuesta 13

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Camila Lara **código** 1006110101180 **semestre** 9.º

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?			X	
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?			X	
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?			X	
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?			X	
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?			X	
9. ¿Cuánto tiempo sería el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	6 horas.			

Observaciones_____

Figura 82: Encuesta 14

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Encuesta Laboratorio de Sistemas de Telecomunicaciones III

Nombre Carlos Mario Garcia N. **código** 06132013 **semestre** IX

Objetivo:

Evaluar la finalidad del diseño de prácticas de laboratorio propuestas con el fin de que el estudiante tenga la posibilidad de crear, modificar o manipular una red de telefonía móvil GSM y servicios de valor agregado sobre ella.

Marque con una X según su criterio

1 = Malo
2 = Aceptable
3 = Bueno
4 = Muy bueno

	1	2	3	4
1. ¿En qué grado esta(s) práctica(s) de laboratorio cumple(n) con el proceso de planificación, implementación y evaluación?			X	
2. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos en redes móviles?				X
3. ¿La práctica motiva a tener conocimientos acerca de la plataforma OpenBTS?				X
4. ¿La práctica contribuyo a mejorar sus conocimientos acerca de la configuración de servicios en Asterisk?			X	
5. ¿Cree usted que la manipulación y configuración de sistemas embebidos como la USRP N210 ayuda a su formación en servicios telemáticos?				X
6. ¿Las guías presentadas son coherentes con el objetivo planteado?				X
7. ¿Cree usted que las prácticas fomentan investigación e innovación en los estudiantes?				X
8. ¿Cree que esta práctica cumple con sus expectativas?				X
9. ¿Cuánto tiempo seria el adecuado para la realización de este tipo de prácticas?	6 horas			

Observaciones

Figura 83: Encuesta 15