

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



“Diseño e implementación de una solución de VoIP que permita la conexión de 3 localidades geográficamente distantes, a través de un único plan de marcado”

Informe de Materia de Graduación

Previa la obtención del Título de:

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

Presentado por

HARRY MANUEL PINELA VÁSQUEZ
JOHN JAIRO COTO BÁEZ

Guayaquil-Ecuador

2011

Dedicatorias

A DIOS, nuestros Padres, hermanos y demás familiares por su constante apoyo, y por todo cuanto nos han brindado.

Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma brindaron su colaboración para la realización de este proyecto, especialmente al Ing. Gabriel Astudillo, profesor de la materia de graduación.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Gabriel Astudillo

Profesor de la Materia de Grado

Ing. Rayner Durango

Profesor delegado por el Decano

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

Harry Manuel Pinela Vásquez

John Jairo Coto Báez

RESUMEN

El siguiente trabajo de Grado se basa en el diseño e implementación de una solución de Voz sobre IP, la cual interconectará tres ciudades geográficamente distantes a través de un único plan de marcado, utilizando herramientas de software libre tales como Asterisk y de protocolos como DUNDi.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ASTERISK.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Funcionalidades	3
1.3. Software: Sistema Operativo, Requerimientos mínimos	4
1.4. Teléfono IP a utilizar	4
1.5. Hardware: Requerimientos mínimos de Asterisk.	5
1.6. Protocolo SIP	5
1.6.1. Protocolo SIP: Esquema de funcionamiento.....	6
1.7. Protocolo IAX.....	7
1.7.1. Introducción	7
1.7.2. IAX vs SIP.....	7
1.7.3. Autenticación IAX	9
1.7.4. Troncales IAX2	10
1.8. Plan de Mercado (DialPlan)	10
1.9. DUNDi.....	11
1.9.1. Cómo funciona DUNDi?.....	11
2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO.....	14
2.1. Escenario	15
2.2. Creación del Plan de Mercado.....	15
2.3. Encriptación RSA.....	18
2.4. Configuración de Archivos Asterisk a Utilizar.....	19
2.4.1. Archivo Dundi.conf.....	20

2.4.2.	Creación Troncales IAX2	22
2.4.3.	Archivo Extension.conf	23
2.4.4.	SIP.conf	25
3.	FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS	27
3.1.	Prueba uno: Comandos de monitoreo de conexiones	28
3.1.1.	Dundi show peers	28
3.1.2.	IAX show.....	29
3.1.3.	SIP show peers.....	30
3.2.	Prueba dos: Dundi Lookup.....	30
3.3.	Prueba tres: Llamadas	31
3.3.1.	Llamadas del servidor PBX1 (Guayaquil) a PBX2 (Cuenca).	31
3.3.2.	Llamadas del servidor PBX1 (Guayaquil) a UIO (Quito).....	32
3.3.3.	Llamada del servidor UIO (Quito) al servidor PBX2 (Cuenca).....	33
3.4.	Prueba Cuatro: Redundancia.....	34
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	GLOSARIO	
	ANEXOS.....	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Sistema de VoIP	1
Gráfico 2.	Teléfono IP GrandStream GXP-2000	4
Gráfico 3.	Esquema de funcionamiento SIP	6

Gráfico 4. Escenario del Proyecto.....	15
Gráfico 5. Consola de Asterisk.....	27
Gráfico 6. PBX Guayaquil	28
Gráfico 7. PBX Cuenca.....	28
Gráfico 8. PBX Quito.....	28
Gráfico 9. IAX show Guayaquil	29
Gráfico 10. IAX show Cuenca.....	29
Gráfico 11. IAX show Quito.....	29
Gráfico 12. SIP show Quito.....	30
Gráfico 13. dundi lookup Guayaquil.....	30
Gráfico 14. dundi lookup Quito	31
Gráfico 15. Llamada a extensión Cuenca	31
Gráfico 16. Recepción de llamada a Cuenca.....	32
Gráfico 17. Llamada a extensión Quito.....	32
Gráfico 18. Recepción de llamada a Quito	33
Gráfico 19. Llamada a extensión Cuenca	33
Gráfico 20. Recepción de llamada a Cuenca.....	34
Gráfico 21. Redundancia – Enlace caído Guayaquil	34
Gráfico 22. Redundancia – Enlace caído Quito	35
Gráfico 23. Redundancia – Llamada a extensión Quito.....	35
Gráfico 24. Redundancia – Recepción de llamada a Quito	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requerimientos de hardware para Asterisk.....	5
Tabla 2.	Plan de Mercado	15
Tabla 3.	Plan de mercado detallado	17
Tabla 4.	Servidores – Direcciones MAC.....	27

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, donde las comunicaciones son un factor vital tanto para las personas como para las grandes empresas, es fundamental la implementación de soluciones a bajo costo y con grandes beneficios para la sociedad.

Para ello existe la tecnología denominada Voz sobre IP (VoIP), que nos permite realizar llamadas utilizando únicamente la red interna (LAN) previamente instalada en la empresa, evitando los gastos que se generarían si se utilizara la red telefónica pública.

Juntamente con la tecnología de VoIP, se utilizará software Open Source como: Linux CentOS y Asterisk, que nos brindarán alta disponibilidad, estabilidad y rendimiento en la implementación y ejecución del proyecto.

Objetivos

Para la implementación de nuestro proyecto se espera alcanzar los siguientes objetivos.

- Diseñar e implementar tres redes sobre VoIP aplicadas a tres empresas ubicadas en Guayaquil, Quito y Cuenca, que a su vez estarán conectadas entre sí utilizando como medio de acceso la

nube del Internet, demostrando su alta disponibilidad, redundancia y escalabilidad a bajo costo.

- Determinar el hardware necesario para la implementación del proyecto.
- Determinar el software Open Source a utilizar.
- Determinar los métodos a usar para la interconexión entre las tres localidades distantes.
- Diseñar las redes VoIP de cada localidad e instalar sus respectivas centrales telefónicas Asterisk.

1. ASTERISK

1.1.Introducción

Asterisk es una PBX completa en software. Funciona en Linux, BSD, Windows y OS X y proporciona todas las características que usted esperaría de una PBX y más. Puede interoperar con casi todo equipo de telefonía basado en estándares usando hardware relativamente barato.



Gráfico 1.Sistema de VoIP

Asterisk provee servicios de Voicemail con directorio, conferencia, IVR, llamada en espera. Tiene soporte para llamada tripartita, caller ID, ADSI, IAX,

SIP, H323 (como cliente y gateway), MGCP (solo Call Manager) y SCCP/Skinny.

Asterisk no necesita ningún hardware adicional para Voz-sobre-IP. Uno o más proveedores de VOIP pueden utilizarse para realizar llamadas salientes y/o entrantes (las llamadas salientes y entrantes se pueden manejar a través de diversos proveedores de telecomunicaciones)

Para la interconexión con equipo digital y analógico de telefonía, Asterisk soporta un número de dispositivos de hardware, más notablemente todo el hardware fabricado por los patrocinadores de Asterisk, Digium. Digium tiene placas T1 y E1 de 1, 2 y 4 puertos para la interconexión a líneas PRI y bancos de canal. Además, están disponibles tarjetas analógicas FXO y/o FXS de 1 a 4 puertos y son muy populares para instalaciones pequeñas. Las tarjetas de otros vendedores se pueden utilizar para BRI (ISDN2) o tarjetas compatibles de cuatro y ocho puertos BRI basadas en tarjetas compatibles con CAPI o tarjetas de chipset HFC.

Últimamente, dispositivos independientes están disponibles para llevar a cabo una amplia gama de tareas incluyendo el abastecimiento de puertos FXO y FXS que simplemente se conectan a la LAN y se registran en el Asterisk como dispositivos disponibles.

1.2. Funcionalidades

Las principales funcionalidades del sistema Asterisk son las siguientes:

- Enrutamiento de llamadas según tarifa.
- Enrutamiento de llamadas según tráfico.
- Sistema de colas de distribución de llamadas.
- Plan DDI.
- Recepción y envío de fax.
- Música en espera.
- Transferencia de llamadas ciega y asistida.
- Transferencia de llamadas a extensiones locales y remotas.
- Operadora Virtual para atención automática de las llamadas.
- Mensaje de bienvenida.
- Programación por horario.
- Interface guía de usuario para su gestión.
- Buzones de voz con funcionalidad VOICE MAIL accesible desde teléfono o desde cuenta de correo.
- Identificación del nombre y número del llamante en llamadas internas.
- Identificación del número en llamadas externas y internas.
- Configuración de los nombres de los dueños de las extensiones, para que aparezca cuando se llaman a otras.
- Mensaje de apertura y cierre de llamadas.
- Auto aprovisionamiento de los teléfonos automáticamente.

- Multiconferencia entre 4 y 5 personas.
- Listas negras tanto con llamadas salientes como entrantes.
- Posibilidad de visualizar las estadísticas CDR de todas las llamadas.
- Multiprotocolo, le permite tener operadores IP y tradicionales.

1.3. Software: Sistema Operativo, Requerimientos mínimos

Utilización de distribución de Linux, Centos 5.5 en centrales: PBX Guayaquil, PBX Quito, PBX Cuenca.

Hardware recomendado para operar Centos:

- Memoria RAM: 64 MB (mínimo).
- Espacio en Disco Duro: 1024 MB (mínimo) – 2 GB (recomendado).

1.4. Teléfono IP a utilizar

Para efectos de práctica de laboratorio se ha utilizado teléfonos IP Marca GrandStream Modelo GXP-2000.



Gráfico 2. Teléfono IP GrandStream GXP-2000

Características Principales:

- Compatible con los estándar de telefonía
- Excelente calidad de audio
- Excelente funcionalidad
- Precios muy competitivos

1.5. Hardware: Requerimientos mínimos de Asterisk.

Tipo de Uso	Número de De Canales	Requerimientos mínimos
Aficionada	Hasta 5	400-MHz x86, 256 MB RAM
Ofic/Hogar Pequeña	De 5 a 10	1-GHz x86, 512 MB RAM
Empresa pequeña	Hasta 15	3-GHz x86, 1GB RAM
Sistema Mediano a grande	Más de 15	Dual CPUs, posibilidad Múltiples servidores

Tabla 1. Requerimientos de hardware para Asterisk

1.6. Protocolo SIP

Session Initiation Protocol, protocolo del IETF para VozIP, texto y sesiones multimedia. Es principalmente un protocolo de señalización de capa de

Aplicación para iniciación, modificación y terminación de sesiones de comunicación multimedia entre usuarios.

El sector tiende globalmente hacia SIP.

1.6.1. Protocolo SIP: Esquema de funcionamiento

El protocolo SIP es de forma nativa “punto a punto”: Dos Agentes de Usuarios pueden establecer una sesión entre sí:

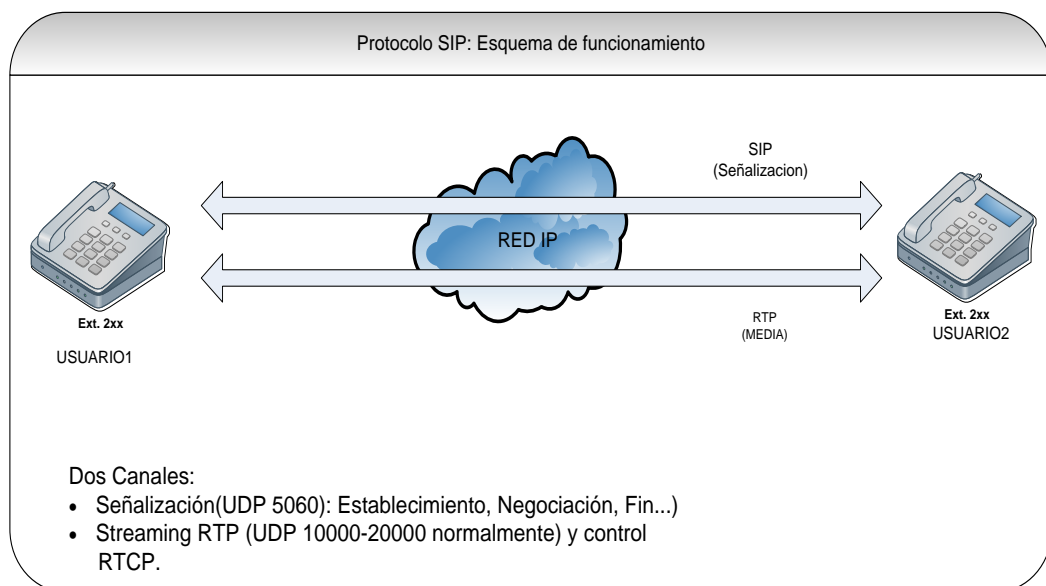


Gráfico 3. Esquema de funcionamiento SIP

1.7. Protocolo IAX

1.7.1. Introducción

El Protocolo IAX (Inter-Asterisk eXchange Protocol) fue creado por Mark Spencer (también creador de Asterisk), el mismo que proporciona control y transmisión de voz sobre redes IP. IAX puede ser usado con cualquier tipo de medio como voz y vídeo, pero fue pensado principalmente para llamadas de voz. Los objetivos del proyecto de IAX derivarán de la experiencia con los protocolos de voz sobre ip como el SIP (Sesion Initiation Protocol) y el MGCP (Media Gateway Control Protocol) para control y el RTP para el flujo-multimedia (streaming media).

1.7.2. IAX vs SIP

Las principales diferencias ente IAX y SIP son las siguientes:

- Ancho de banda

IAX utiliza un menor ancho de banda que SIP ya que los mensajes son codificados de forma binaria mientras que en SIP son mensajes de texto. Asimismo, IAX intenta reducir al máximo la información de las cabeceras de los mensajes reduciendo también el ancho de banda.

- NAT

En IAX la señalización y los datos viajan conjuntamente con lo cual se evitan los problemas de NAT que frecuentemente aparecen en SIP. En SIP la señalización y los datos viajan de manera separada y por eso aparecen problemas de NAT en el flujo de audio cuando este flujo debe superar los routers y firewalls. SIP suele necesitar un servidor STUN para estos problemas.

- Estandarización y uso

SIP es un protocolo estandarizado por la IETF hace bastante tiempo y que es ampliamente implementado por todos los fabricantes de equipos y software. IAX está aun siendo estandarizado y es por ello que no se encuentra en muchos dispositivos existentes en el mercado.

- Utilización de puertos

IAX utiliza un solo puerto (4569) para enviar la información de señalización y los datos de todas sus llamadas. Para ello utiliza un mecanismo de multiplexación o "trunking". SIP, sin embargo utiliza un puerto (5060) para señalización y 2 puertos RTP por cada conexión de audio (como mínimo 3 puertos). Por ejemplo, para 100 llamadas simultáneas con SIP se usarían 200 puertos (RTP) más el puerto 5060 de señalización. IAX utilizaría sólo un puerto para todo (4569).

- Flujo de audio al utilizar un servidor

En SIP si utilizamos un servidor la señalización de control pasa siempre por el servidor pero la información de audio (flujo RTP) puede viajar extremo a extremo sin tener que pasar necesariamente por el servidor SIP. En IAX al viajar la señalización y los datos de forma conjunta todo el tráfico de audio debe pasar obligatoriamente por el servidor IAX. Esto produce un aumento en el uso del ancho de banda que deben soportar los servidores IAX sobre todo cuando hay muchas llamadas simultáneas.

- Otras funcionalidades

IAX es un protocolo pensado para VoIP y transmisión de video; y presenta funcionalidades interesantes como la posibilidad de enviar o recibir planes de marcado (dialplans) que resultan muy interesante al usarlo conjuntamente con servidores Asterisk. SIP es un protocolo de propósito general y podría transmitir sin dificultad cualquier información y no sólo audio o video.

1.7.3. Autenticación IAX

IAX proporciona mecanismos de autenticación para permitir un nivel razonable de seguridad entre los extremos. Esto no significa que la información de audio no puede ser capturada y decodificada, pero sí significa

que usted puede controlar con más cuidado que conexiones con el sistema se le permite hacer. Existen tres niveles de seguridad que soportan los canales IAX.

La opción *auth* define el método de autenticación para su uso en el canal, este puede ser: *texto plano*, *md5*, o *RSA*.

La autenticación RSA, es considerada actualmente como la más segura.

1.7.4. Troncales IAX2

En el mundo de las telecomunicaciones, una troncal es una conexión entre dos centrales telefónicas. Un PBX es una pequeña central telefónica. Por lo tanto si contamos con más de una computadora podemos crear un enlace telefónico entre ambas computadoras. En esta sección analizaremos como crear un enlace con tres centrales telefónicas mediante el protocolo IAX2.

1.8. Plan de Marcado (DialPlan)

El plan de marcado es realmente el corazón de cualquier sistema Asterisk, ya que define cómo Asterisk maneja las llamadas entrantes y salientes. En pocas palabras, consiste en una lista de instrucciones o pasos que Asterisk va a seguir. A diferencia de los sistemas telefónicos tradicionales, el dialplan

de Asterisk es totalmente personalizable. Para configurar correctamente su propio sistema Asterisk, deberá entender el plan de marcado.

1.9. DUNDi

Distributed Universal Discovery (DUNDi) está a punto de ser tan revolucionario como Asterisk. Es un sistema punto a punto para la localización de puertas de enlace de internet hacia los servicios de telefonía. A diferencia de los servicios centralizados, DUNDi es totalmente distribuido sin autoridad centralizada que lo maneje. DUNDi es algo así como un protocolo de enrutamiento para VoIP.

1.9.1. Cómo funciona DUNDi?

Piense en DUNDi como una guía telefónica móvil de gran tamaño que le permite consultar a sus contactos si saben de una ruta alternativa de VoIP a un número de extensión o número de teléfono PSTN. Por ejemplo, suponga que está conectado a la red de prueba DUNDi (una red libre y abierta que termina las llamadas a números PSTN tradicionales).

Entonces, usted pregunta a su amigo Carlos, si sabe cómo llegar a la extensión 914, un número para el cual no tienen acceso directo. Carlos responde: "No sé cómo llegar a ese número, pero déjame consultar a mi

contacto Sandra". Carlos pregunta a Sandra si sabe cómo llegar al número solicitado, y ella responde con "Se puede llegar a ese número al *IAX2/dundi:password@nombre_de_host/extensión.*"

Carlos a continuación almacena la dirección en su base de datos y le pasa a usted la información acerca de cómo llegar a la extensión 914 a través de VoIP, que permite un método alternativo para llegar al mismo destino a través de una red diferente. Debido a que Carlos ha almacenado la información que encontró, ahora será capaz de proporcionarles a cualquier contacto que luego consulten el mismo número desde él, por lo que la búsqueda no tendrá que ir más lejos. Esto ayuda a reducir la carga en la red y aumenta los tiempos de respuesta para los números que se buscan a menudo. Sin embargo, cabe señalar que DUNDi crea una clave de rotación y, por tanto, la información almacenada es válida por un período limitado de tiempo, este es de 3600 segundos. DUNDi realiza búsquedas de forma dinámica, ya sea con una declaración *switch=>* en el archivo *extensions.conf* o con el uso de la aplicación *DUNDiLookup ()*. DUNDi sólo está disponible en la versión de Asterisk 1.2 o superior.

Usted puede utilizar el protocolo DUNDi en una red privada también. Digamos que usted es el administrador de Asterisk de una empresa muy grande, y desea simplificar la gestión de números de extensión. Usted podría utilizar DUNDi en esta situación, permitiendo que varios servidores de Asterisk (probablemente ubicados en cada una de las sucursales de la

empresa y conectadas unas con otras) puedan realizar búsquedas dinámicas para las direcciones de las extensiones de VoIP en la red.

En pocas palabras DUNDi es un protocolo que permite consultar planes de marcado (mejor dicho, contextos) de otros equipos. Podríamos crear una troncal entre los equipos y poner un plan de marcado con "series de números" a mano para que se puedan llamar, es cierto, pero cada vez que creamos una extensión en un servidor, necesitaremos modificar el plan de marcado de los otros equipos.

Sin duda es mucho más eficiente si podemos hacer que sea dinámico, es decir, que si creamos una extensión en un servidor, el mismo esté disponible en todos los demás equipos sin realizar ninguna configuración adicional, completamente transparente; esa es la meta, y eso es lo que obtenemos con DUNDi. Esto también es útil si quisiéramos hacer balanceo de carga entre varios equipos.

2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

Este proyecto nos permite lograr una comunicación entre tres IP-PBX Asterisk, que están geográficamente distantes, en este caso: Guayaquil, Quito, Cuenca. También se creará un plan de marcado, aquí lo hemos hecho orientado hacia hospitales; Para la búsqueda, compartición de planes de marcado, se usará el protocolo Dundi.

Para la creación de troncales usaremos el protocolo IAX, y finalmente en cada peer, usaremos teléfonos IP que serán configurados utilizando el protocolo SIP.

Cada uno de los servidores Asterisk, serán levantados, monitoreados vía Interfaz de línea de comandos(CLI); los protocolos serán configurados manualmente en los archivos: dundi.conf, iax.conf, sip.conf, extensions.conf respectivos a cada central.

2.1. Escenario

Para el proyecto se diseñó una red tipo estrella:

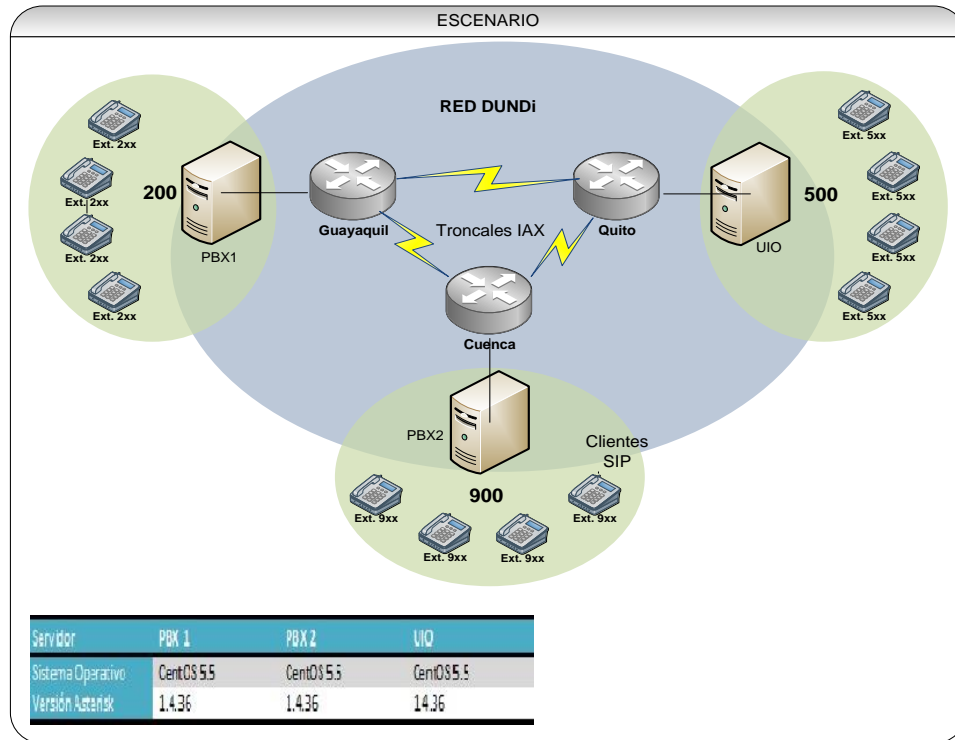


Gráfico 4. Escenario del Proyecto

2.2. Creación del Plan de Mercado

Plan de Mercado Hospital "XYZ"	
Ciudad	Extensión
Guayaquil	200
Quito	500
Cuenca	900

Tabla 2. Plan de Mercado

Departamento	Extensión		
	Guayaquil	Quito	Cuenca
Director	200-201	500-501	900-901
Consejos y Comités	202	502	902
Secretaría	203	503	903
As. Jurídica	204	504	904
Auditoría	205	505	905
Relaciones Públicas	206	506	906
Unidad Central de Camas	207-208	507-508	907-908
SUBDIRECCIÓN ADMINISTRATIVA			
Recursos Humanos			
Capacitación	210	509	909
Bienestar	211	510	910
Jardín	212	511	911
Selección de Personal	213	512	912
Of. Personal	214	513	913
Gestión Financiera			
Recaudación	215	515	915
Contabilidad	216	516	916
LOGÍSTICA			
Abastecimiento	217	517	917
Servicios Generales	218	518	918
INFORMÁTICA			
	219-220	519-520	919-920
SUBDIRECCIÓN MÉDICA			
C.R.A Abierta			
Cons. De Especialidades	221	521	921
Odontología	222	522	922
Salud Mental	223	523	923
Alivio de dolor	224	524	924

C.R.A Cerrada			
Médico Quirúrgico	225	525	925
Pediatría	226	526	926
Ginecología	227	527	927
Pab. Quirúrgico	228	528	928
Pensionado	229	529	929
C.R. URGENCIA	230	530	930
C.R.A CLÍNICO			
Esterilización	231	531	931
Imagenología	232	532	932
Kinesilogía	233	533	933
Farmacia	234	534	934
Alimentación Sedile	235	535	935
Lab. Bco de Sangre	236-237-238	536-537-538	936-937-938
Subdirección de enfermería y Of Calidad.			
Enf. Sup. At Cerrada	239	539	939
Matrona Supervisora	240	540	940
Enf. Sup. Urgencia	241	541	941
Enf. Sup. At Abierta	242	542	942
Enf. Sup CMA	243	543	943
Subdirección de Gestión y Desarrollo			
GES	244	544	944
Admisión	245	545	945
Archivo	246	546	946
Estadística	247	547	947
Subdirección de Control			
	248	548	948

Tabla 3. Plan de marcado detallado

2.3. Encriptación RSA

Uno de los conceptos básicos de la encriptación RSA es el uso de dos claves diferentes, lo que hace que la gestión de claves sea algo más complicada que la encriptación convencional que usa una única clave con el gran problema de el tipo de mecanismo de distribución de esta clave.

El concepto general de la Criptografía con clave pública recae en una llave para encriptar y otra diferente pero relacionada, clave para desencriptar.

Encriptación RSA aplicada en DUNDI.

Para compartir sus planes de marcado o consultas, Dundi usa certificados de encriptación RSA.

Lo primero que tenemos que hacer es designar el servidor donde generaremos los certificados de encriptación, en este caso usaremos PBX Guayaquil.

Los pasos genéricos son:

- Cada usuario genera un par de claves usadas para la encriptación y desencriptación de mensajes.
- Cada usuario pone a disposición pública una de las claves (clave pública), la otra es la clave privada.

Entramos a la línea de comandos y ponemos los siguientes comandos:

```
cd /var/lib/asterisk/keys  
  
#astgenkey -n dundi
```

Una vez generadas las claves, hace falta compartir dichos certificados a los demás servidores, en este caso a PBX Quito y PBX Cuenca.

Estos 2 archivos generados deberán ser ubicados en el directorio: `cd /var/lib/asterisk/keys` de cada servidor respectivamente.

Ahora empezará el proceso de autenticación, donde los servidores harán solicitudes de enlace y deberá a su vez esperar que el servidor generador de las claves públicas y privadas acepte el requerimiento de conexión.

2.4. Configuración de Archivos Asterisk a Utilizar.

Los archivos asterisk a modificar en cada servidor son:

- Dundi.conf
- lax.conf
- Extensions.conf
- Sip.conf

Como vemos, cada uno de estos archivos están grabados con una extensión:

“.conf” y se encuentran ubicados en el directorio:

```
cd /etc/asterisk/ *.conf
```

Nota: Para explicación detallada se utilizara los archivos de configuración reales de la PBX Guayaquil.

2.4.1. Archivo Dundi.conf

A continuación se detallaran los aspectos básicos de configuración:

Declaramos un primer contexto llamado [general] donde colocaremos datos reales de la compañía, de la empresa.

```
[general]
department=Hospital XYZ
organization=publica
locality=Guayaquil
stateprov=Guayas
country=Ecuador
email=hospitalXYZ-GYE@company.com
phone=+593-2222222
```

Se define el puerto a utilizar, por defectos es 4520.

```
port=4520
```


Ahora colocamos nuestra MAC address, la podremos ver utilizando el comando: ifconfig en CLI.

```
entityid=00:1C:C0:74:81:43
```

Número de consultas que Dundi hará hasta alcanzar un plan de marcado lo definimos así:

```
ttd=32
```

Para finalizar las conexiones fallidas:

```
autokill=yes
```

Declaramos un contexto llamado [mappings], En este contexto se definen los recursos que vamos a usar y también se indican los números que publicará el servidor.

```
priv=>dundiextens,0,IAX2,priv:${SECRET}@192.168.1.2/${NUMBER},nounsolicited,nocomunsolicit,nopartial
```

Ahora identificamos los servidores con su MAC address y definimos los siguientes parámetros:

```
[00:1C:C0:74:81:86]
```

Para realizar las conexiones:

```
model = symmetric
```

Dirección del servidor al que apuntamos

```
host = 192.168.2.2
```

Claves locales/remotas

```
inkey = dundi
```

```
outkey = dundi
```

Otros:

```
include = priv
```

```
permit = priv
```

```
qualify = yes
```

```
dynamic=yes
```

2.4.2. Creación Troncales IAX2

Para definir las troncales definimos un contexto [general] con los siguientes parámetros:

```
[general]

jitterbuffer=yes

bindport=4569 (Puerto utilizado por defecto)

calltokenoptional=0.0.0.0/0.0.0.0

requirecalltoken=auto

maxcallnumbers=512

autokill=yes
```

Hacemos el llamado a nuestro contexto [incomingdundi] que me ayudará a redirigir las llamadas entrantes de otros servidores.

```
[priv]
type=user
context=incomingdundi
```

2.4.3. Archivo Extension.conf

A continuación el archivo se debe de configurar para crear una forma de acceder a la troncal y que los clientes sean SIP.

Se especifican características comunes para todos los contextos.

```
[general]

autofallthrough=yes

clearglobalvars=no
```

Definimos los clientes SIP, para efecto de prueba usaremos cuatro:

```
[globals]
Director=SIP/201
Consejos_Comite=SIP/202
Secretaria=SIP/203
Asesoria_Juridica=SIP/204
```

Definimos una macro para las extensiones, que nos dará más simplicidad y facilidad a la hora de configurar.

```
[macro-extensiones]
exten=>s,1,Dial(${ARG1},5,r)
exten=>s,2,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,u)
exten=>s,3,Hangup()
exten=>s,102,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,b)
exten=>s,103,Hangup()
```

En caso de no ser encontradas las extensiones en el plan de marcación local, el contexto a continuación las redirigirá hacia el recurso de DUNDi, para que realice la búsqueda en otros servidores.

```
[lookupdundi]
switch => DUNDi/priv
```

En este contexto se publican las extensiones que se desean compartir con otros servidores:

```
[dundiextens]
exten => 201,1,NoOp
exten => 202,1,NoOp
exten => 203,1,NoOp
exten => 204,1,NoOp
```

Este contexto dirige las llamadas entrantes al contexto interno:

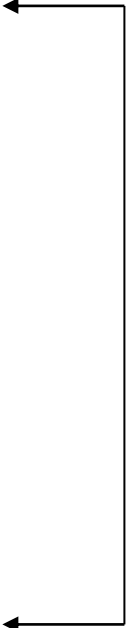
```
[incomingdundi]
exten => 201,1,Goto(internal|201|1)
exten => 202,1,Goto(internal|202|1)
exten => 203,1,Goto(internal|203|1)
exten => 204,1,Goto(internal|204|1)
include => lookupdundi
```

2.4.4. SIP.conf.

Aquí se configura las extensiones o usuarios del protocolo SIP para que las llamadas puedan realizarse. Para cada servidor se utiliza un plan de marcación distinto.

```
[general]
context=default
srvlookup=yes
```

```
[201]
type=friend
secret=201
qualify=yes
nat=no
host=dynamic
canreinvite=no
context=internal
allow=gsm (codecs de audio)
```



Por cada extensión que
necesitemos, colocamos
este código

3. FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS

Los comandos serán ejecutados a través de CLI, en la línea de consola de Asterisk.

Figura: Asterisk

```
[root@PBX1 ~]# asterisk -r
Asterisk 1.4.36, Copyright (C) 1999 - 2010 Digium, Inc. and others.
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
Connected to Asterisk 1.4.36 currently running on PBX1 (pid = 2716)
Verbosity is at least 3
```

Gráfico 5. Consola de Asterisk

Información Correspondiente de cada PBX.

Nombre del Servidor	Dirección Ip	Mac Address
PBX1 (Guayaquil)	192.168.1.2	00:1C:C0:74:81:43
PBX2 (Cuenca)	192.168.2.2	00:1C:C0:74:81:86
UIO (Quito)	192.168.3.2	00:19:D1:90:9F:8E

Tabla 4. Servidores – Direcciones MAC

3.1. Prueba uno: Comandos de monitoreo de conexiones

3.1.1. Dundi show peers

Prueba de conexión con cada uno de los peers:

```
Figura: PBX1 Guayaquil

PBX1*CLI> dundi show peers
EID                Host                Port  Model    AvgTime  Status
00:19:d1:90:9f:8e  192.168.3.2        (S) 4520  Symmetric Unavail  OK (12 ms)
00:1c:c0:74:81:86  192.168.2.2        (S) 4520  Symmetric Unavail  OK (12 ms)
2 dundi peers [2 online, 0 offline, 0 unmonitored]
```

Gráfico 6. PBX Guayaquil

```
Figura: PBX2- Cuenca

PBX2*CLI> dundi show peers
EID                Host                Port  Model    AvgTime  Status
00:19:d1:90:9f:8e  192.168.3.2        (S) 4520  Symmetric Unavail  OK (11 ms)
00:1c:c0:74:81:43  192.168.1.2        (S) 4520  Symmetric Unavail  OK (11 ms)
2 dundi peers [2 online, 0 offline, 0 unmonitored]
```

Gráfico 7. PBX Cuenca

```
Figura: PBX3- UIO

s129-227 UIO*CLI> dundi show peers
Host                Model    AvgTime  Status
1c:c0:74:81:86      (S) Symmetric Unavail  OK (11 ms)
1c:c0:74:81:43      (S) Symmetric Unavail  OK (12 ms)
2 dundi peers [2 online, 0 offline, 0 unmonitored]
```

Gráfico 8. PBX Quito

3.1.2. IAX show

Troncales activas en cada una de las centrales:

```
Figura: Troncales en PBX1- Guayaquil
PBX1*CLI> iax2 show peers
Name/Username  Host           Mask           Port           Status
Quito          192.168.3.2   (D) 255.255.255.255 4569          OK (13 ms)
Cuenca         192.168.2.2   (D) 255.255.255.255 4569          OK (13 ms)
2 iax2 peers [2 online, 0 offline, 0 unmonitored]
```

Gráfico 9. IAX show Guayaquil

```
Figura: Troncales en PBX2- Cuenca
PBX2*CLI> iax2 show peers
Name/Username  Host           Mask           Port           Status
Quito          192.168.3.2   (D) 255.255.255.255 4569          OK (14 ms)
Guayaquil      192.168.1.2   (D) 255.255.255.255 4569          OK (10 ms)
2 iax2 peers [2 online, 0 offline, 0 unmonitored]
```

Gráfico 10. IAX show Cuenca

```
Figura: Troncales en PBX3 - UIO
wrks129-227 UIO*CLI> iax2 show peers
Name/Username  Host           Mask           Port           Status
Cuenca         192.168.2.2   (D) 255.255.255.255 4569 (T)      OK (13 ms)
Guayaquil      192.168.1.2   (D) 255.255.255.255 4569 (T)      OK (13 ms)
2 iax2 peers [2 online, 0 offline, 0 unmonitored]
```

Gráfico 11. IAX show Quito

3.1.3. SIP show peers

Mostramos los clientes que tenemos registrado, para prueba hemos seleccionado los de la central UIO.

```
Figura: Clientes PBX3- UIO
wrks129-227UIO*CLI> sip show peers
Name/username      Host           Dyn Nat ACL Port   Status
503/503            192.168.3.5   D       5064   OK (1 ms)
502/502            192.168.3.5   D       5062   OK (1 ms)
501/501            192.168.3.5   D       5060   OK (1 ms)
3 sip peers [Monitored: 3 online, 0 offline Unmonitored: 0 online, 0 offline]
```

Gráfico 12. SIP show Quito

3.2. Prueba dos: Dundi Lookup

En los servidores, se pueden realizar búsquedas de extensiones para conocer en que servidor se encuentran.

En el servidor de Guayaquil, hemos preguntado por cómo poder llegar a las extensiones 503 y 901.

```
Figura: Dundi lookup PBX1- Guayaquil
PBX1*CLI> dundi lookup 503@priv
 1. 0 IAX2/priv:JG6zM3dgiHxDqgYY+2hjFw==@192.168.3.2/503 (EXISTS|NOUNSLCTD|NOCOMUNSLTD)
    from 00:1c:c0:27:f0:36, expires in 5 s
DUNDi lookup completed in 41 ms

PBX1*CLI> dundi lookup 901@priv
 1. 0 IAX2/priv:MjpkLyv9kmuA+lJIeMNYDQ==@192.168.2.2/901 (EXISTS|NOUNSLCTD|NOCOMUNSLTD)
    from 00:1c:c0:74:81:86, expires in 5 s
DUNDi lookup completed in 41 ms
```

Gráfico 13. dundi lookup Guayaquil

En el servidor de Quito, hemos preguntado por cómo poder llegar a las extensiones 902.

```
Figura: Dundi lookup PBX3- UIO
wrks129-227 UIO*CLI> dundi lookup 902@priv
 1.   0 IAX2/priv:MjpkLyv9kmuA+lJIeMNYDQ==@192.168.2.2/902 (EXISTS|NOUNSLCTD|NOCOMUNSLTD)
      from 00:1c:c0:74:81:86, expires in 5 s
DUNDI lookup completed in 40 ms
```

Gráfico 14. dundi lookup Quito

3.3. Prueba tres: Llamadas

3.3.1. Llamadas del servidor PBX1 (Guayaquil) a PBX2 (Cuenca).

```
PBX1: Llamada a Extension 901
-- Called priv:F+3hekCRJjsD0dIE+CljGw==@192.168.2.2/901
-- Call accepted by 192.168.2.2 (format ulaw)
-- Format for call is ulaw
-- IAX2/Cuenca-9547 is ringing
-- IAX2/Cuenca-9547 stopped sounds
-- IAX2/Cuenca-9547 answered SIP/201-00000009
-- Hungup 'IAX2/Cuenca-9547'
= Spawn extension (internal, 901, 1) exited non-zero on 'SIP/201-00000009'
```

Gráfico 15. Llamada a extensión Cuenca

```
PBX3: Recepción de llamada de servidor PBX1
- Accepting UNAUTHENTICATED call from 192.168.1.2:
  > requested format = ulaw,
  > requested prefs = (),
  > actual format = ulaw,
  > host prefs = (),
  > priority = mine
- Executing [901@incomingdundi:1] Goto("IAX2/Guayaquil-5217", "internal|901|1") in new stack
- Goto (internal,901,1)
- Executing [901@internal:1] Macro("IAX2/Guayaquil-5217", "extensiones|SIP/901") in new stack
- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("IAX2/Guayaquil-5217", "SIP/901|30|r") in new stack
- Called 901
- SIP/901-00000006 is ringing
- SIP/901-00000006 answered IAX2/Guayaquil-5217
Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'IAX2/Guayaquil-5217' in macro 'extensiones'
Spawn extension (internal, 901, 1) exited non-zero on 'IAX2/Guayaquil-5217'
- Hungup 'IAX2/Guayaquil-5217'
```

Gráfico 16. Recepción de llamada a Cuenca

3.3.2. Llamadas del servidor PBX1 (Guayaquil) a UIO (Quito).

```
PBX1: Llamada a Extensión 501
-- Called priv:JG6zM3dgihXDqgYY+2hjFw==@192.168.3.2/501
-- Call accepted by 192.168.3.2 (format ulaw)
-- Format for call is ulaw
-- IAX2/Quito-10030 is ringing
-- IAX2/Quito-10030 stopped sounds
-- IAX2/Quito-10030 answered SIP/201-0000000a
-- Hungup 'IAX2/Quito-10030'
= Spawn extension (internal, 501, 1) exited non-zero on 'SIP/201-0000000a'
```

Gráfico 17. Llamada a extensión Quito

```

PBX3: Recepción de llamada de PBX1

-- Accepting UNAUTHENTICATED call from 192.168.1.2:
> requested format = ulaw,
> requested prefs = (),
> actual format = ulaw,
> host prefs = (),
> priority = mine
-- Executing [501@incomingdundi:1] Goto("IAX2/Guayaquil-3002", "internal|501|1") in new stack
-- Goto (internal,501,1)
-- Executing [501@internal:1] Macro("IAX2/Guayaquil-3002", "extensiones|SIP/501") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("IAX2/Guayaquil-3002", "SIP/501|5|r") in new stack
-- Called 501LI>
-- SIP/501-00000001 is ringing
-- SIP/501-00000001 answered IAX2/Guayaquil-3002
r 16 14:16:36]
= Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'IAX2/Guayaquil-3002' in macro 'extensiones'
= Spawn extension (internal, 501, 1) exited non-zero on 'IAX2/Guayaquil-3002'
-- Hungup 'IAX2/Guayaquil-3002'

```

Gráfico 18. Recepción de llamada a Quito

3.3.3. Llamada del servidor UIO (Quito) al servidor PBX2 (Cuenca).

```

PBX3: Llamada a Extensión 902

-- Called priv:F+3hekCRJjsD0dIE+CljGw==@192.168.2.2/902
-- Call accepted by 192.168.2.2 (format ulaw)
-- Format for call is ulaw
-- IAX2/Cuenca-2807 is ringing
-- IAX2/Cuenca-2807 stopped sounds
-- IAX2/Cuenca-2807 answered SIP/501-00000003
[Mar 16 14:22:21]
-- Hungup 'IAX2/Cuenca-2807'
== Spawn extension (internal, 902, 1) exited non-zero on 'SIP/501-00000003'

```

Gráfico 19. Llamada a extensión Cuenca

```

PBX2: Llamada recibida de PBX3

-- Accepting UNAUTHENTICATED call from 192.168.3.2:
> requested format = ulaw,
> requested prefs = (),
> actual format = ulaw,
> host prefs = (),
> priority = mine
-- Executing [902@incomingdundi:1] Goto("IAX2/Quito-2644", "internal|902|1") in new stack
-- Goto (internal,902,1)
-- Executing [902@internal:1] Macro("IAX2/Quito-2644", "extensiones|SIP/902") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("IAX2/Quito-2644", "SIP/902|30|r") in new stack
-- Called 902
-- SIP/902-00000007 is ringing
-- SIP/902-00000007 answered IAX2/Quito-2644
== Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'IAX2/Quito-2644' in macro 'extensiones'
== Spawn extension (internal, 902, 1) exited non-zero on 'IAX2/Quito-2644'
-- Hungup 'IAX2/Quito-2644'

```

Gráfico 20. Recepción de llamada a Cuenca

3.4. Prueba Cuatro: Redundancia

En cuanto al nivel de red, el proyecto está desarrollado de una manera redundante. A continuación se demostrara que el enlace WAN entre Guayaquil-Quito está caído.

```

Router Cisco GYE - Guayaquil
GVE#sh ip int brief

```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Prot
FastEthernet0/0	192.168.1.1	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/0/0	200.1.1.1	YES	NVRAM	up	up
Serial0/0/1	200.1.2.1	YES	NVRAM	down	down

Gráfico 21. Redundancia – Enlace caído Guayaquil

Router Cisco UIO - Quito					
UIO#show ip interface brief					
Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	192.168.3.1	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet0/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Serial0/0/0	200.1.3.2	YES	NVRAM	up	up
Serial0/0/1	200.1.2.2	YES	manual	down	down

Gráfico 22. Redundancia – Enlace caído Quito

Sin embargo, si necesitamos según este caso, hacer una llamada desde Guayaquil hacia Quito, se la podrá realizar, ya que a nivel de red se tomará una ruta alternativa para llegar a nuestro destino, en este ejemplo: El enlace será a través de Guayaquil- Cuenca- Quito.

Ahora demostraremos una llamada de Guayaquil a la extensión 502 correspondiente al plan de marcado de Quito, funciona sin problema a pesar de la falla del enlace directo.

```

PBX1: Llamada a Extensión 502

-- Called priv:dGRqDvVwvEoaGHwNuLryEA==@192.168.3.2/502
-- Call accepted by 192.168.3.2 (format ulaw)
-- Format for call is ulaw
-- IAX2/Quito-1792 is ringing
-- IAX2/Quito-1792 stopped sounds
-- IAX2/Quito-1792 answered SIP/201-0000000e
-- Hungup 'IAX2/Quito-1792'
== Spawn extension (internal, 502, 1) exited non-zero on 'SIP/201-0000000e'

```

Gráfico 23. Redundancia – Llamada a extensión Quito

PBX3: Llamada recibida de PBX1

```
-- Accepting UNAUTHENTICATED call from 192.168.1.2:
> requested format = ulaw,
> requested prefs = (),
> actual format = ulaw,
> host prefs = (),
> priority = mine
-- Executing [502@incomingdundi:1] Goto("IAX2/Guayaquil-6052", "internal|502|1") in new stack
-- Goto (internal,502,1)
-- Executing [502@internal:1] Macro("IAX2/Guayaquil-6052", "extensiones|SIP/502") in new stack
-- Executing [s@macro-extensiones:1] Dial("IAX2/Guayaquil-6052", "SIP/502|30|r") in new stack
-- Called 502LI>
-- SIP/502-00000006 is ringing
-- SIP/502-00000006 answered IAX2/Guayaquil-6052
[ar 16 14:54:53]
== Spawn extension (macro-extensiones, s, 1) exited non-zero on 'IAX2/Guayaquil-6052' in macro 'extensiones'
== Spawn extension (internal, 502, 1) exited non-zero on 'IAX2/Guayaquil-6052'
-- Hungup 'IAX2/Guayaquil-6052'
```

Gráfico 24. Redundancia – Recepción de llamada a Quito

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Quedó demostrado el gran potencial de uso que tienen Asterisk y Dundi, tomando en cuenta la tasa de crecimiento y la facilidad que se brinda para esto, se puede proyectar hacia la formación de una gran red de PBXs interconectadas entre ellas para comunicar a usuarios de todas partes del mundo, parecido a lo que es Internet hoy en día.

Hablamos de una tasa de crecimiento alto por varios motivos entre los cuales destacan que:

- 1) Asterisk es un software libre**, lo que hace que se expanda de forma masiva y rápida en todo el mundo.
- 2) Protocolos de comunicación definidos.** Dundi es el protocolo encargado de establecer la comunicación entre PBXs.
- 3) El sistema se adapta a nuestras necesidades.** Asterisk es sumamente flexible tratándose de los requerimientos del usuario es así que las aplicaciones cubren un rango amplio que van desde sistemas caseros de comunicación con 2 o 3 canales de comunicación hasta sistemas para grandes empresas los cuales superan los 15 canales de comunicación simultánea.

Debido a que DUNDI es un protocolo de enrutamiento nos brinda cierto nivel de inteligencia para seleccionar entre todas las rutas conocidas la mejor, o en su defecto la que menor peso tenga.

Al ser Dundi un sistema no centralizado, es decir que la información que cada uno de los equipos aprende la comparte con el resto, mejora su respuesta ante fallas de un equipo y es poco probable que el sistema colapse por dichas fallas.

Lo que podemos recomendar es:

- 1) Se recomienda seguir implementando soluciones ya sean de escritorio y/o web para el manejo de Asterisk ya que esto reduce la cantidad de errores ingresados al sistema de forma involuntaria cuando se manipula directamente los archivos nativos; así con parámetros definidos y configurables en nuestro caso desde una interfaz web podemos indicarle al usuario final que o como configurar el sistema proporcionándole alternativas u opciones que eviten el erróneo ingreso de información. Para ejemplo tenemos el framework Elastix, el cual es una interfaz que nos facilita el uso de Asterisk y además que por ser de código abierto nos permite modificarla para que se adapte a nuestros requerimientos.
- 2) Si se va a establecer una comunicación de PBXs Asterisk que no hayan sido configurados previamente, es decir nuevos, lo ideal es

partir con un plan de marcado predefinido para evitar repetición de números de extensiones entre nuestros servidores.

- 3)** Si ya están creadas las PBX y queremos conectarlas entre ellas debemos tomar en cuenta si tendremos extensiones repetidas. Para evitar que nuestra llamada falle debido una duplicación de extensiones en varias PBX, podemos configurar un peso a nuestra conexión de tal forma que al momento de realizar una llamada la ruta hacia la extensión deseada será la que tenga menor peso.
- 4)** Implementar autenticación en las troncales IAX, con el fin de obtener un mayor nivel de seguridad en cada extremo.

GLOSARIO

Dialplan: Un plan de marcado establece el número esperado y el patrón de dígitos de un número de teléfono. Esto incluye los códigos de país, códigos de acceso, códigos de área y todas las combinaciones de dígitos marcados.

Gateway: Es un dispositivo, con frecuencia un ordenador, que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

Open Source: Código abierto (en inglés open source) es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones morales y/o filosóficas las cuales destacan en el llamado software libre.

PBX: Un PBX es cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de líneas troncales para gestionar, además de las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica.

MAC: Media Access Control (Control de acceso al medio). Identificador hexadecimal de 48 bits que corresponde de manera única a cualquier interfaz o dispositivo de red (routers, switch, tarjetas de red)

MACRO: es una serie de instrucciones que se almacenan para que se puedan ejecutar de forma secuencial mediante una sola llamada u orden de ejecución.

SOFTPHONE: Un Softphone (en inglés combinación de Software y de Telephone) es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora.

TRONCAL: En lenguaje técnico de telefonía, una línea troncal es un enlace que interconecta las llamadas externas de una central telefónica, concentrando y unificando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para un transporte y transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera de ellas.

VOIP: Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, VozIP, VoIP (por sus siglas en inglés), es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Internet Protocol).

ANEXOS

CONFIGURACIONES DE RED

ROUTER CISCO GUAYAQUIL

#Show run

sh run

Building configuration...

Current configuration : 873 bytes

!

version 12.4

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

hostname GYE

boot-start-marker

boot-end-marker

no aaa new-model

resource policy

ip subnet-zero

ip cef

interface FastEthernet0/0

ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

duplex auto

```
speed auto

interface FastEthernet0/1

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

interface Serial0/0/0

ip address 200.1.1.1 255.255.255.252

clock rate 64000

!

interface Serial0/0/1

    ip address 200.1.2.1 255.255.255.252

router eigrp 100

network 192.168.1.0

    network 192.168.2.0

network 192.168.3.0

network 200.1.1.0 0.0.0.3

network 200.1.2.0 0.0.0.3

network 200.1.3.0 0.0.0.3

auto-summary

!

ip classless
```

```
!  
ip http server  
control-plane  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
login  
!  
scheduler allocate 20000 1000  
end  
GYE#
```

ROUTER CISCO QUITO

```
Show run  
Building configuration...  
Current configuration : 873 bytes  
version 12.4  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
no service password-encryption  
hostname UIO  
!
```



```
boot-start-marker
boot-end-marker

no aaa new-model

resource policy

ip subnet-zero

ip cef

interface FastEthernet0/0

ip address 192.168.3.1 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

interface Serial0/0/0

ip address 200.1.3.2 255.255.255.252

!

interface Serial0/0/1

ip address 200.1.2.2 255.255.255.252
```

```
clock rate 64000
!
router eigrp 100
network 192.168.1.0
network 192.168.2.0
network 192.168.3.0
network 200.1.1.0 0.0.0.3
network 200.1.2.0 0.0.0.3
network 200.1.3.0 0.0.0.3
auto-summary
ip classless
ip http server
control-plane
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
login
scheduler allocate 20000 1000
end
UIO#
```

ROUTER CISCO CUENCA

show run

Building configuration...

Current configuration : 873 bytes

version 12.4

service timestamps debug datetime msec

service timestamps log datetime msec

no service password-encryption

!

hostname CUE

!

boot-start-marker

boot-end-marker

!

no aaa new-model

!

resource policy

!

ip subnet-zero

ip cef

interface FastEthernet0/0

ip address 192.168.2.1 255.255.255.0

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet0/1

no ip address

shutdown

duplex auto

speed auto

!

interface Serial0/0/0

ip address 200.1.1.2 255.255.255.252

!

interface Serial0/0/1

ip address 200.1.3.1 255.255.255.252

clock rate 64000

router eigrp 100

network 192.168.1.0

network 192.168.2.0

network 192.168.3.0

network 200.1.1.0 0.0.0.3

network 200.1.2.0 0.0.0.3

network 200.1.3.0 0.0.0.3

```
auto-summary
!
ip classless
!
ip http server
!
control-plane
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
login
scheduler allocate 20000 1000
end
CUE#
```

ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE CENTRALES TELEFÓNICAS ASTERISK

PBX GUAYAQUIL

DUNDI.conf

[general]

department=Hospital XYZ

organization=publica

locality=Guayaquil

stateprov=Guayas

country=Ecuador

email=GYE@hospitalxyz.com

phone=+593-2222222

port=4520

entityid=00:1C:C0:74:81:43 ; Esta es la mac address de
eth0 en Servidor Guayaquil

cachetime=5

ttl=32

autokill=yes

[mappings]

priv =>

dundiextens,0,IAX2,priv:\${SECRET}@192.168.1.2/\${NUMBER},n

ounsolicited,nocomunsolicit,nopartial

[00:1C:C0:74:81:86] ; MAC address Server Cuenca

model = symmetric

host = 192.168.2.2

inkey = dundi

outkey = dundi

include = priv

permit = priv

qualify = yes

dynamic=yes

[00:19:D1:90:9F:8E] ; MAC address Server Quito

model = symmetric

host = 192.168.3.2

inkey = dundi

outkey = dundi

include = priv

permit = priv

qualify = yes

dynamic=yes

IAX.conf

```
[general]
jitterbuffer=yes
bindport=4569
calltokenoptional=0.0.0.0/0.0.0.0
requirecalltoken=auto
maxcallnumbers=512
autokill=yes
```

```
[priv]
type=user
context=incomingdundi
```

Extensions.conf

```
[general]
autofallthrough=yes
clearglobalvars=no

[globals]
Director=SIP/201
Consejos_Comite=SIP/202
Secretaria=SIP/203
```


Asesoria_Juridica=SIP/204

[macro-extensiones]

exten=>s,1,Dial(\${ARG1},5,r)

exten=>s,2,VoiceMail(\${MACRO_EXTEN}@default,u)

exten=>s,3,Hangup()

exten=>s,102,VoiceMail(\${MACRO_EXTEN}@default,b)

exten=>s,103,Hangup()

[lookupdundi]

switch => DUNDi/priv

[dundiextens]

exten => 201,1,NoOp

exten => 202,1,NoOp

exten => 203,1,NoOp

exten => 204,1,NoOp

[incomingdundi]

exten => 201,1,Goto(internal|201|1)

exten => 202,1,Goto(internal|202|1)

exten => 203,1,Goto(internal|203|1)

```
exten => 204,1,Goto(internal|204|1)
```

```
include => lookupdundi
```

SIP.conf

```
[general]
```

```
context=default
```

```
srvlookup=yes
```

```
[201]
```

```
type=friend
```

```
secret=201
```

```
qualify=yes
```

```
nat=no
```

```
host=dynamic
```

```
canreinvite=no
```

```
context=internal
```

```
[202]
```

```
type=friend
```

```
secret=202
```

```
qualify=yes
```

```
nat=no
```

```
host=dynamic
```

canreinvite=no

context=internal

[203]

type=friend

secret=203

qualify=yes

nat=no

host=dynamic

canreinvite=no

context=internal

[204]

type=friend

secret=204

qualify=yes

nat=no

host=dynamic

canreinvite=no

context=internal

PBX QUITO

DUNDI.conf

[general]

department=Hospital XYZ

organization=publica

locality=Quito

stateprov=Pichincha

country=Ecuador

email=UIO@hospitalxyz.com

phone=+593- 5555555

port=4520

entityid=00:19:D1:90:9F:8E ; Esta es la mac address de

eth0 en Quito

cachetime=5

ttl=32

autokill=yes

[mappings]

priv =>

dundiextens,0,IAX2,priv:\${SECRET}@192.168.3.2/\${NUMBER},n

ounsolicited,nocomunsolicit,nopartial

```
[00:1C:C0:74:81:43] ; MAC address Guayaquil  
model = symmetric  
host = 192.168.1.2  
inkey = dundi  
outkey = dundi  
include = priv  
permit = priv  
qualify = yes  
dynamic=yes
```

```
[00:1C:C0:74:81:86] ; MAC address Cuenca  
model = symmetric  
host = 192.168.2.2  
inkey = dundi  
outkey = dundi  
include = priv  
permit = priv  
qualify = yes  
dynamic=yes
```

IAX.conf

```
[general]  
jitterbuffer=yes
```

```
bindport=4569  
calltokenoptional=0.0.0.0/0.0.0.0  
requirecalltoken=auto  
maxcallnumbers=512  
autokill=yes
```

```
[priv]  
type=user  
context=incomingdundi
```

Extensions.conf

```
[general]  
autofallthrough=yes  
clearglobalvars=no
```

```
[globals]  
Director=SIP/501  
Consejos_Comite=SIP/502  
Secretaria=SIP/503  
Asesoria_Juridica=SIP/504
```

```
[macro-extensiones]  
exten=>s,1,Dial(${ARG1},5,r)
```

```
exten=>s,2,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,u)

exten=>s,3,Hangup()

exten=>s,102,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,b)

exten=>s,103,Hangup()

[lookupdundi]

switch => DUNDi/priv

[dundiextens]

exten => 501,1,NoOp

exten => 502,1,NoOp

exten => 503,1,NoOp

exten => 504,1,NoOp

[incomingdundi]

exten => 501,1,Goto(internal|501|1)

exten => 502,1,Goto(internal|502|1)

exten => 503,1,Goto(internal|503|1)

exten => 504,1,Goto(internal|504|1)

[internal]

exten=>501,1,Macro(extensiones,SIP/501)

exten=>502,1,Macro(extensiones,SIP/502)

exten=>503,1,Macro(extensiones,SIP/503)

exten=>504,1,Macro(extensiones,SIP/504)
```

```
include => lookupdundi
```

SIP.conf

```
[general]
```

```
context=default
```

```
srvlookup=yes
```

```
[501]
```

```
type=friend
```

```
secret=501
```

```
qualify=yes
```

```
nat=no
```

```
host=dynamic
```

```
canreinvite=no
```

```
context=internal
```

```
[502]
```

```
type=friend
```

```
secret=502
```

```
qualify=yes
```

```
nat=no
```


host=dynamic
canreinvite=no
context=internal

[503]

type=friend
secret=503
qualify=yes
nat=no
host=dynamic
canreinvite=no
context=internal

[504]

type=friend
secret=504
qualify=yes
nat=no
host=dynamic
canreinvite=no
context=internal

PBX CUENCA

DUNDI.conf

[general]

department=hospitalXYZ

organization=publica

locality=Cuenca

stateprov=Azuay

country=Ecuador

email=cuenca@hospitalxyz.com

phone=+593-9999999

port=4520

entityid=00:1C:C0:74:81:86 ; Esta es la mac address de

eth0 en Cuenca

cachetime=5

ttl=32

autokill=yes

[mappings]

priv =>

dundiextens,0,IAX2,priv:\${SECRET}@192.168.2.2/\${NUMBER},n

ounsolicited,nocomunsolicit,nopartial

[00:1C:C0:74:81:43] ; MAC address Guayaquil

```
model = symmetric
host = 192.168.1.2
inkey = dundi
outkey = dundi
include = priv
permit = priv
qualify = yes
dynamic=yes
```

```
[00:19:D1:90:9F:8E] ; MAC address Quito
```

```
model = symmetric
host = 192.168.3.2
inkey = dundi
outkey = dundi
include = priv
permit = priv
qualify = yes
dynamic=yes
```

IAX.conf

```
[general]
jitterbuffer=yes
```

```
bindport=4569  
calltokenoptional=0.0.0.0/0.0.0.0  
requirecalltoken=auto  
maxcallnumbers=512  
autokill=yes
```

```
[priv]  
type=user  
context=incomingdundi
```

Extensions.conf

```
[general]  
autofallthrough=yes  
clearglobalvars=no  
  
[globals]  
Director=SIP/901  
Consejos_Comite=SIP/902  
Secretaria=SIP/903  
Asesoria_Juridica=SIP/904  
  
[macro-extensiones]
```

```
exten=>s,1,Dial(${ARG1},30,r)
exten=>s,2,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,u)
exten=>s,3,Hangup()
exten=>s,102,VoiceMail(${MACRO_EXTEN}@default,b)
exten=>s,103,Hangup()
```

```
[lookupdundi]
```

```
switch => DUNDi/priv
```

```
[dundiextens]
```

```
exten => 901,1,NoOp
```

```
exten => 902,1,NoOp
```

```
exten => 903,1,NoOp
```

```
exten => 904,1,NoOp
```

```
[incomingdundi]
```

```
exten => 901,1,Goto(internal|901|1)
```

```
exten => 902,1,Goto(internal|902|1)
```

```
exten => 903,1,Goto(internal|903|1)
```

```
exten => 904,1,Goto(internal|904|1)
```

```
[internal]
```

```
exten=>901,1,Macro(extensiones,SIP/901)
```

```
exten=>902,1,Macro(extensiones,SIP/902)
```

```
exten=>903,1,Macro(extensiones,SIP/903)
```

```
exten=>904,1,Macro(extensiones,SIP/904)
```

include => lookupdundi

SIP.conf

[general]

context=default

srvlookup=yes

[901]

type=friend

secret=901

qualify=yes

nat=no

host=dynamic

canreinvite=no

context=internal

[902]

type=friend

secret=902

qualify=yes

nat=no

host=dynamic

canreinvite=no

context=internal

[903]

type=friend

secret=903

qualify=yes

nat=no

host=dynamic

canreinvite=no

context=internal

[904]

type=friend

secret=904

qualify=yes

nat=no

host=dynamic

canreinvite=no

context=internal

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jim Van Meggelen, Jared Smith, and Leif Madsen, Asterisk The Future of Telephony, (2005)
- [2] Talking Around the world, Instalación de Asterisk 1.6.x en Ubuntu 8.1. <http://www.voztovoice.org/?q=node/165>, (2009)
- [3] El Ajonjolí, Configurando DUNDI en Elastix (Asterisk + free PBX) <http://elajonjoli.org/node/11>, (2008)
- [4] VoIP-info.org, DUNDI Enterprise configuration IAX. <http://www.voip-info.org/wiki/view/DUNDI+Enterprise+Configuration+IAX>, (2008)
- [5] DUNDI - Distributed Universal Number Discovery. <http://www.dundi.com/>, (2011)
- [6] Mark Spencer, Distributed Universal Number Discovery (DUNDi™) and the General Peering Agreement (GPA™). <http://www.dundi.com/dundi.pdf>, (2004)
- [7] Julián J. Menéndez. Usando la red DUNDI en Asterisk. <http://www.julianmenendez.es/usando-dundi-asterisk/>, (2007)
- [8] Gabriel Astudillo, Sistemas de VoIP con Asterisk <http://www.slideshare.net/gastudillo/sistemas-de-voip-con-asterisk>, (2009)