



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

INGENIERÍA TÉCNICA EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS

Una aproximación a la Telefonía 2.0: Asterisk™

Manuel Camargo Lominchar

5 de junio de 2012



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

INGENIERO TÉCNICO EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS

Una aproximación a la Telefonía 2.0: Asterisk™

- Departamento: Lenguajes y sistemas informáticos
- Director del proyecto: Manuel Palomo Duarte
- Codirector del proyecto: Juan Manuel Dodero Beardo
- Autor del proyecto: Manuel Camargo Lominchar

Cádiz, 5 de junio de 2012

Fdo: Manuel Camargo Lominchar

Agradecimientos

Sin ayuda de las siguientes personas este Proyecto no hubiera podido ser realizado, por ello doy los siguientes agradecimientos...

...a mi madre, por haberme enseñado la principal habilidad para que esto se haya podido materializar, la lectura.

...a mi padre, por haberme mostrado el primer principio básico de la telefonía, el habla.

...a Lucía por haber potenciado el segundo y último principio fundamental, la escucha.

...a Sergio Serrano, Rosa Atienza y Elio Rojano, por haberme introducido en la curiosa senda de la que trata este Proyecto.

...a todos los componentes de mi equipo privado de testing, Alejandro Díaz, ... por la parte que les corresponde.

...y a Manuel Palomo, por haberme ofrecido el camino más interesante para plasmar mi idea en forma de Proyecto.

Licencia

Este documento ha sido liberado bajo Licencia GFDL 1.3 (GNU Free Documentation License). Se incluyen los términos de la licencia en inglés al final del mismo.

Copyright © 2012 Manuel Camargo Lominchar.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

Notación y formato

Aquí incluiremos los aspectos relevantes a la notación y el formato a lo largo del documento. Para simplificar podemos generar comandos nuevos que nos ayuden a ello, ver `comandos.sty` para más información.

Cuando nos refiramos a un programa en concreto, utilizaremos la notación:

asterisk.

Cuando nos refiramos a un comando, o función de un lenguaje, usaremos la notación:

`quicksort`.

Índice general

1. Motivación y contexto del proyecto	1
2. Documentación Teórica	3
2.1. Sistema MediaWiki	3
2.2. Estadísticas de Acceso	3
3. Desarrollo del proyecto	5
3.1. Elección del Servidor	5
3.2. Elección e instalación del Sistema Operativo en el Servidor	6
3.3. Virtualización para Asterisk	8
3.4. Instalación de la Máquina Virtual	10
4. Caso de Uso: UCA Autos	13
4.1. Introducción	13
4.1.1. Instalación del sistema Asterisk	14
4.1.2. Configurando equipos y el entorno SIP	15
4.1.3. Configuración del Primer Plan de Marcación	19
4.1.4. Introduciendo al proveedor de Telefonía	21
4.2. Mejorando lo presente	23
4.2.1. Preparando las Llamadas Salientes	24
4.3. Interconectando máquinas Asterisk	29
4.3.1. Acceso al protocolo IAX	29
4.4. Distribuidor de Piezas de Repuesto	32
4.4.1. Colas en Asterisk	33
4.5. Nuevas Incorporaciones	35
4.5.1. Generación Automática de Eventos	36
4.5.2. Probando nuestro CTI, Asterisk Manager Interface	37
4.5.3. Devolviendo el Control al Cliente	40

Software usado	51
Difusión de WIKIAsterisk	51
Bibliografía y referencias	53
GNU Free Documentation License	57
1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS	57
2. VERBATIM COPYING	58
3. COPYING IN QUANTITY	59
4. MODIFICATIONS	59
5. COMBINING DOCUMENTS	60
6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS	61
7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS	61
8. TRANSLATION	61
9. TERMINATION	62
10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE	62
11. RELICENSING	62
ADDENDUM: How to use this License for your documents	63

Indice de figuras

3.1. Capacidad inicial del disco duro en la Maquina Virtual	12
4.1. Capacidad del disco duro tras la instalación completa de Asterisk	15
4.2. Configuración de una Extensión con el Programa X-Lite v4.1	19
4.3. Captura de la Pantalla de Disponibilidad de Agentes de Asternic	35
4.4. Configuración de la extensión en Vtiger	38
4.5. Configuración de los parámetros AMI en Vtiger	39
4.6. Llamada Entrante en Vtiger	41
4.7. Llamada Saliente en Vtiger	41

Indice de tablas

Capítulo 1

Motivación y contexto del proyecto

Capítulo 2

Documentación Teórica

2.1. Sistema MediaWiki

2.2. Estadísticas de Acceso

Para poder conocer las estadísticas de acceso del sistema MediaWiki conseguí dar con una aplicación complementaria llamada Firestats [8] bastante completa y mucho más intuitiva y versátil que las propias extensiones de Mediawiki que podían agregarse (y la pobre interfaz de estadísticas que incluye de serie).

Con esto podríamos en tiempo real, el impacto producido por el trabajo realizado a nivel de Difusión 4.5.3.

Capítulo 3

Desarrollo del proyecto

3.1. Elección del Servidor

A la hora de plantearse que Servidor va a ser más adecuado para nuestro sistema aunque tenemos múltiples opciones, hay que tener presentes varios aspectos. Hay que considerar que aunque Asterisk, sea ámpliamente reconocido por funcionar en cualquier sistema, dado que realmente se trata de un software que funciona bajo un sistema de tipo *NIX, el rendimiento no depende tanto en exclusiva de las prestaciones de la máquina sino de las posible incidencias colaterales, y a su vez de ciertos aspectos que deben preservar un sistema de funcionamiento crítico como es el sistema de telefonía en términos generales (Considerando que hasta hoy en día, ni siquiera una persona física puede prescindir un solo día de su teléfono en activo).

Entre los equipos más populares destacan las marcas Dell y HP por su extensiva y conocida fiabilidad entre la comunidad Asterisk. Es bien conocido uno de los problemas populares surgidos en general con los servidores, dificultades con el sistema de interrupciones IRQ, dado que algunos servidores de alta producción pueden llegar a contener múltiples tarjetas PCI de comunicaciones y hacer un uso intensivo de las mismas. Pero también hay que considerar que hoy en día, gracias a las nuevas tarjetas PCI-x y también la posibilidad de realizar las comunicaciones a través de dispositivos externos al servidor (Gateways) ya no es esto tan crucial. Por eso a nivel de marcas, siguen prevaleciendo estas dos, pero solo por el soporte de calidad que ofrecen.

Considerando la opción Dell por la relación calidad-precio principalmente, lo correcto sería plantearse aun el más bajo de gama, algo con prestaciones exclusivas de servidor. Por un lado la posibilidad de tener fuentes de alimentación redundantes, además de tener dos o cuatro sockets para múltiples procesadores, y una placa base con opción a poner memorias registradas. En otro caso hasta un equipo MIY, podría hacerle la competencia a cualquier servidor de Marca como veremos mas adelante.

Otro aspecto interesante, pero no imprescindible, es la capacidad de acceder a una tarjeta específica de las marcas para realizar un sistema RAID por hardware, y opcionalmente, la disponibilidad específica, de cajas tipo enrackables para adaptarse óptimamente a nuestros respectivos CPD.

Me gustaría ofrecer una opinión personal en términos generales. No merece la pena gastarse el dinero que cuesta un servidor si no vamos a tener las prestaciones especiales que ofrece una placa de servidor y todo lo que le rodea (posibilidad de fuentes redundantes, memorias registradas, dos o cuatro sockets, hotswaps, controladoras RAID de alta gama, etc.). Hoy en día por un bajo coste, podemos tener un equipo del nivel de un servidor. Más curioso aun, los servidores en formato de caja de torre de las marcas, no aportan un precio mejorado a mayores prestaciones, si bien, no requieren de rack, en caso de poseerlo, es hasta un mayor inconveniente de espacio y desorden.

Para entornos de producción pero con necesidades reducidas, quizá la opción más interesante, podría ser tener un servidor de bajo nivel tipo MIY y con opción de registrar todos los terminales en otro servidor paralelo redundante, a través de comunicaciones de datos, en caso de avería.

Para este PFC, me planteo un servidor cualquiera de pruebas, y hacer experimentos.

Pero me gustaría ir un poco más allá. La primera “práctica” va a ser montar un pequeño servidor de Producción que cumpla las funciones generales que aportan los servidores Asterisk: Servidor de FAX, Sistema IVR, un pequeño Call-Center para dar soporte a la empresa a nivel IT a través de la VoIP y las líneas analógicas que poseeremos, etc. . .

Para ello cuento con un equipo dedicado a efectos de servidor, con los siguientes componentes internos, procesador con 4 núcleos, 8Gb de RAM y 2 discos duros SATA2 (para funciones de RAID), y demás componentes clásicos.

Además, conectada internamente posee una tarjeta de bajo calibre, una Digium Wildcard B410P con 1 puerto FXO y 1 puerto FXS (para acceso telefonía analógica PSTN).

3.2. Elección e instalación del Sistema Operativo en el Servidor

Como he comentado anteriormente, una de las “bondades” de Asterisk es que aun no siendo realmente multiplataforma, debido a que esta diseñado exclusivamente para sistemas *NIX, dado el basto abanico que disponemos para este tipo de sistemas, existen unos mas interesantes que otros en cuestiones específicas de optimización de recursos. Hoy en día el 99 % de las instalaciones de Asterisk (y de otros tipos de sistemas servidor, como servidores ftp, web, etc.), se realizan sobre sistemas GNU/Linux. Pero para este apartado, el tema a tocar, seria concretamente la decisión de hacerlo, ¿sobre que distribución?

Siguiendo la línea, realmente hoy en día todas las distribuciones son validas, incluso distribuciones basadas en UNIX, desde Open Solaris, incluso distribuciones para dispositivos con un sistema operativo embebido como openWRT, y evidentemente, cualquier otra distribución GNU/Linux especifica, tipo RedHat, OpenSuse, Fedora y demás.

Pero en el mundo Asterisk las distribuciones mas destacadas por la comunidad son CentOS y Debian por igual. De todas formas esto no resulta nada nuevo ya que hoy en día, CentOS y Debian se reparten el pastel de los servidores, incluso por encima de Fedora y RedHat Enterprise.

Debian es para mí personalmente, la distribución que mas he tenido la oportunidad de manejar. Y además entre la comunidad de desarrollo, Debian esta cogiendo cada vez más popularidad, aunque existen ciertas Distribuciones, específicas de Asterisk y cada vez más reconocidas como Elastix, o Asterisk NOW! basadas en CentOS.

Pero realmente, existe una distribución dentro del mundo Debian que simplifica masivamente la vida de configuración a nivel Hardware, Ubuntu en su versión especifica para servidores, Ubuntu Server. Es cierto que a día de hoy no es una personificación del máximo rendimiento y la optimización de los recursos del sistema ya que de por si añade un consumo “cabecera” (overhead) a la CPU que no es nada positivo para un sistema con una función especifica, como cumplirá en este caso lo que aquí estamos tratando, un sistema PBX.

Pero ahora volviendo atrás al momento de la decisión de configuración de Hardware me encontraba con una simple cuestión: nuestra maquina de pruebas, tampoco iba a servir como un sistema de propósito específico y de alto rendimiento. A efectos prácticos de prueba, no es la intención servir como Call Center para cubrir 500 llamadas simultaneas. Además Asterisk infraescalado en prestaciones, ni aun con un sistema como Debian en su versión mas ligera, seria capaz de soportar esto. Es por esto quizá,

por lo que la facilidad de autoadaptación del Hardware en el sistema fue por ultimo mi decisión final de utilizar Ubuntu Server como sistema.

El instalador, en términos generales, es relativamente sencillo de seguir, y tras instalar Ubuntu Server pude comprobar como prácticamente todo el Hardware fue reconocido, y autoconfigurado, desde la Controladora RAID, hasta la VGA en alta resolución (no es gran cosa, pero personalmente me resulta muy útil trabajar en 1920x1080 incluso en consola si el sistema ofrece esta posibilidad como es el caso. Evidentemente, solo faltaba por reconocer la tarjeta Digium B410P descrita anteriormente.

La segunda parte quizá mas significativa de la configuración del sistema fue la del planteamiento de estabilidad del sistema a nivel de Disco Duro. En este ejemplo disponemos de dos discos duros de semejantes características, por lo que se veía motivada la necesidad de montar un RAID. Es determinante, que la mayoría de las placas base, a pesar de traer un controlador RAID, realmente no es un controlador puro y dedicado como podrían ser los controladores PERC de Dell. Considero un controlador dedicado, a ese controlador capaz de liberar a la CPU de la carga de realizar todas las tareas para que el RAID se viera satisfecho. En este caso mi intención era montar un RAID 1 (tipo Espejo).

En general la mayoría de las placas base suelen traer controladores Silicon Image, ATI Nvidia, VIA, etc., pero realmente no dejan de ser controladores de tipo software, gestionados desde la BIOS con solo las características básicas para poder proveer de información suficiente de como debería trabajar (pero no capaces de trabajar autónomamente). Esto podría resultar interesante, excepto por una cuestión muy importante: Si esta controladora se averiase (o mas común, si la misma placa se averiase), necesitaríamos para recomponer ese RAID una controladora exactamente igual, o de semejantes características, capaz de recomponer eso. Hoy en día, esto puede resultar excesivamente complejo, ya que la mayoría de las piezas quedan descatalogadas en poco menos de 2 años, y pese a que continua su producción, a partir de los 4 años es prácticamente imposible conseguir una a no ser que la busquemos a través de un Bróker, o que la pidamos a la marca bajo demanda (con un coste 10 veces mas caro de lo que costó originalmente repercutiendo en definitiva sobre el TCO del sistema severamente). Esta dependencia al Hardware, para mi me resulta inviable. Si tuviéramos la opción de tener controladoras especificas como las PERC de Dell que comentaba antes, que siguen ciertos estándares al menos dentro de la misma marca, y que su producción se extiende mas allá de los 5 años, además de ofrecer un hardware dedicado y liberando a la CPU de esta carga, entonces definitivamente si podría decidir, que merece totalmente la pena.

Entonces, en este caso, teniendo dos discos duros iguales, y la intención es montar un RAID 1, la solución bajo mi criterio más fiable nos la ofrece el propio sistema operativo. GNU/Linux provee la solución, Md Raid, con mdadm. El RAID software por excelencia.

Para configurar esto en un sistema de pequeña escala la idea es muy sencilla:

Ubuntu ofrece en el propio instalador la opción de configurar esto de manera grafica y eventualmente es muy práctico ya que se establece justo desde el momento de la inserción del primer dato del sistema, pero no necesario, ya que mdraid provee de un sistema de sincronización desde el momento de la puesta en marcha. En cualquier caso, por si a alguien le interesara configurarlo en modo Consola el concepto lo describo a continuación:

1. Para cada disco tenemos que crear primero una partición de tipo RAID arrancable (exactamente iguales, ocupando el disco completo, y con el flag B de bootable).

Podríamos utilizar una herramienta de particionado tipo cfdisk. Simplemente, toca, crear una nueva partición con **New**, en Tipo, ponerle **fd** (Particion Linux Raid), en flag, ponerle **bootable**, y finalmente **Write** para escribir las modificaciones sobre la partición. Repetir este proceso para el otro disco.

2. En segundo lugar, toca “instalar” el Raid software con mdadm. En el instalador simplemente hay que especificar algunos parámetros, como el tipo de raid (1, mirror, espejado, misma información en los dos discos duros), el numero de discos involucrados, el numero de discos sobrantes (Spares, como en el

sistema JBOD por si acaso) y seleccionar los discos involucrados. Y el sistema raid estará listo en unos segundos.

En el caso shell es quizá aun más sencillo:

Considerando que los discos son SDA y SDB (sata disk A y sata disk B siendo ambos discos tipo sata, si fuera IDE/PATA, seria hda, y hdb)

```
mdadm --create /dev/md0 --level=1 --raid-devices=2 /dev/sda1 /dev/sdb1 (el 1 es la partición 1 que creamos anteriormente, una sola partición).
```

En este caso habremos llamado a nuestro recién creado RAID md0 a nivel de sistema.

3. Acto seguido, toca particionar nuestro recién creado RAID. En este caso, seria como si tuviéramos un solo disco duro. Podríamos directamente particionarlo con ReiserFS, Ext3 o Ext4, o podríamos elegir un formato mas avanzado como LVM2. Yo personalmente soy más partidario de utilizar LVM por la opción de hacer una copia de seguridad del sistema completo utilizando Snapshots. Un RAID 1 aunque ayuda al uptime del servidor, ya que aunque haya un error de disco, el sistema seguirá en pie, pero no asegura que la información se destruya en un momento determinado (o peor aun, se corrompa). La única forma de preservar la fiabilidad de la información es utilizar las copias de seguridad. Y los snapshots de LVM son la forma idónea de realizarlas sin tener que parar el sistema, y mantener el 100 % de tiempo de actividad en nuestro sistema.

Sobre la estructura de particionado, existen muchas formulas, pero una de las posibles seria la siguiente. En primer lugar, una partición para el sistema de arranque. Esto no es estrictamente necesario pero, realmente es una buena práctica poner el sistema de arranque en un tipo de partición más sencilla como ext2 que la partición del sistema principal, que en este caso seria ext4. Yo suelo darle bastante cantidad de espacio, del orden de 10 veces más de lo que necesita. Con 50 Mb es suficiente, pero si en un momento determinado vamos cargando múltiples kernels para cualquier asunto, o actualizaciones sucesivas, y no tener la necesidad de ir borrando lo antiguo, suelo poner unos 500 Mb. Con los discos duros de hoy en día no supone un gasto indebido y nos curamos en salud

En segundo lugar el espacio Swap. Hay que considerar una cosa: Si tenemos que utilizar el sistema Swap en nuestra maquina Asterisk, vamos a tener serios problemas. Yo personalmente me plantearía elegir dedicar 0 Mb. Pero con mi política de reservar espacio para todo y que en un momento dado, aunque el sistema vaya mal, al menos no vaya a pique con facilidad, me gusta reservar tanta memoria Swap como memoria RAM disponible haya.

El resto, volumen principal, en ext4 que es el más reciente en estos momentos, y cumple su función. Los sistemas Ubuntu lo permiten y Asterisk funciona perfectamente en este tipo de sistema.

3.3. Virtualización para Asterisk

Generalmente, siempre que sea posible evitarlo, no es una gran idea Virtualizar Asterisk, por la principal deficiencia que presentan todos los sistemas de Virtualización: la escasa optimización de los recursos por parte de los sistemas virtualizados. Se suele optar por sistemas “sobre el metal” (bare-metal) a la hora de diseñar plataformas Asterisk puesto que es la forma de obtener el máximo exponencial dedicado para su uso.

En contrapartida, la virtualización, ofrece grandes bondades que en ciertos entornos pueden superar ampliamente, a la principal deficiencia. La característica más positiva que nos ofrecen, es la capacidad de restablecer un sistema en tiempo record y que simultáneamente, es un símbolo de protección por su efecto de back-up.

Existen múltiples sistemas de virtualización, pero los mas reconocidos, en el mundo del software libre son tres: OpenVZ, Xen, y KVM.

OpenVZ surge como evolución del sistema Virtuozzo, extensamente conocido en el mundo de los Alojamiento web. La principal ventaja de OpenVZ es que se integra con el sistema host perfectamente, y una de las limitaciones es que tanto el host como el cliente han de ser sistemas GNU/Linux (esa es la principal razón de esta magnifica integración).

Por otro lado, Xen, nacido en 2003, es un sistema de virtualización basado en maquinas cuyos sistemas operativos están diseñados específicamente para trabajar sobre él. Ha habido múltiples evoluciones en lo que este requerimiento se ha flexibilizado bastante (específicamente, para sistemas operativos cuyo código no es abierto como Microsoft Windows, para poder “saltar” esta barrera original). Se convirtió en la solución de código libre mas distendida en términos de virtualización.

En última instancia surgió KVM como nuevo competidor, a raíz de que el Kernel de Linux (versión 2.6.20 año 2007) permitía por primera vez utilizar las extensiones Intel-VT y AMD-V de virtualización. Pretendía que entrar en el mercado dominado por VMWare en el mundo propietario, y Xen en el mundo Open Source. Por otro lado también emergían nuevas soluciones como Virtual Box de Sun Microsystems, que a posteriori sería absorbida por Oracle.

En el origen surgían varios inconvenientes, era necesario tener un procesador con soporte para virtualización por hardware, como son los procesadores con tecnología AMD-V e Intel-VT, el número de seguidores evidentemente era limitado, así como el apoyo económico y tecnológico que ofrecían las grandes marcas (RH, Novell, Citrix...) y además surgió exclusivamente como un sistema basado en línea de comandos, bastante complejo, sin posibilidades de adaptarlo a interfaces gráficas de forma relativamente aceptable.

Pero hoy en día todo esto quedó atrás. Por un lado, casi todos los procesadores soportan la virtualización por hardware. A lo mejor maquinas antiguas sufren esto, pero ya es realmente raro mantener un servidor de tal antigüedad con semejantes características, y ni siquiera plantearse el hecho de mandarlo a la guerra de las maquinas virtuales con semejante antigüedad.

Es curioso como la curva de seguidores, en una balanza, lleva tiempo inclinándose a favor de KVM. Desde la lectura de estas líneas KVM ha superado ampliamente a la comunidad de XEN, de hecho XEN cada vez pierde mas “seguidores” a costa de KVM como puede verse en la mayoría de las estadísticas (ejemplo, Google Trends).

Sobre los apoyos tecnológicos, económicos, y técnicos, la verdad es que KVM empezó a gozar del apoyo de uno de los principales actores en el ámbito GNU/Linux, RedHat, y desde entonces empieza a hacerle frente incluso a VMWare

Y conjunto a esto, también han surgido las interfaces graficas para dar un apoyo definitivo e impulso al sistema KVM. También surgieron distribuciones específicas de Linux, como Proxmox, que implementan eficazmente, maquinas virtuales KVM y las dotan de complementos muy interesantes para facilitar la vida al gestor.

Hay que decir para terminar que KVM es de los pocos sistemas de virtualización que soporta el mecanismo PCI Passthrough (paso directo), esto ofrece, la opción de poder soportar tarjetas PCI “exóticas”, como tarjetas de sonido, o lo que aquí nos atañe, tarjetas del sistema Asterisk, de forma nativa, sin tener que manipular la información que circula entre ellas y la máquina. Con esto, a Asterisk se le ofrece la capacidad de obtener una fuente de sincronización pura, y podrían verse las funciones que hasta la fecha eran imposibles o demasiado complejas para verse implementadas directamente en maquinas virtuales.

Concluyendo, para este PFC, se ofrecerá una máquina virtual de ejemplo, conteniendo un sistema Asterisk y toda su funcionalidad, aprovechando todo lo descrito hasta aquí, y esta será creada a partir del sistema KVM.

3.4. Instalación de la Máquina Virtual

Como he comentado, vamos a utilizar el sistema KVM sobre nuestro Ubuntu instalado (podría instalarse en cualquier sistema de hecho, y aplicarse la MV para cualquier entorno dado). A continuación describo el proceso de configuración del mismo:

En el caso de haber elegido Ubuntu, como es el caso aquí descrito, existe la posibilidad de realizar la instalación completa de KVM a través de tasksel, con la opción Virtual Machine Host, que engloba todos los paquetes apt asociados a este sistema de virtualización.

Los paquetes principales son:

1. **QEMU-KVM**: Los sistemas de virtualización KVM basado en QEMU(forma parte del proceso de virtualización de KVM)
2. **Libvirt-bin**: Librerías encargadas de administrar KVM y QEMU
3. **Ubuntu-VM-Builder**: Herramienta de línea de comandos para administrar maquinas virtuales basadas en KVM
4. **Bridge-Utils**: Proporciona la conexión “puente” entre la red que proviene del sistema host y las maquinas virtuales. Este es el clásico método de compartir la conexión de forma autónoma y aislada para las maquinas virtuales, en el mundo de la virtualización.

El sistema de conexión puente, aun así no funciona por defecto en la instalación de KVM, y requiere de QEMU para operar, y para la instalación de nuestra maquina Asterisk será importante que tenga un acceso independiente. Para ello tenemos que instalar más paquetes:

1. **QEMU**: Sistema de virtualización
2. **Libcap2-bin**: Librerías de las herramientas de capacidades de Linux, setcap, sucap, etc...

Y con el siguiente comando adquirimos la propiedad CAP_NET_ADMIN necesaria para esta funcionalidad de acceso puente:

setcap cap_net_admin=ei /usr/bin/qemu-system-x86_64

Por otro lado, necesitamos configurar la interfaz de red para que funcione como posible puente para nuestras maquinas virtuales. Dentro del fichero de configuración, en caso de Debian /etc/network/interfaces hay que hacer algunas modificaciones para adaptar la interfaz (eth0 clásicamente) y crear el puente br0. A continuación un posible ejemplo:

```
auto eth0
iface eth0 inet manual
auto br0
iface br0 inet static
    address 192.168.1.200
    netmask 255.255.255.00
    gateway 192.168.1.1
    network 192.168.1.0
    broadcast 192.168.1.255
    bridge_ports eth0
    bridge_stp off
    bridge_fd 0
    bridge_maxwait 0
```

Realmente ya no es necesario mucho más que esto a nivel de configuración, a partir de aquí ya solo queda la creación de las máquinas. Existen múltiples métodos, y con el tiempo como comentaba antes, sobre las virtudes de KVM, se han desarrollado no solo interfaces graficas, sino sistemas para la línea de

comandos que facilitan la creación enormemente. A nivel command-line puedo destacar dos principales: Virt-Manager para la creación de maquinas virtuales en general, y Ubuntu-VM-Builder, que nos interesa concretamente para lo que nos atañe con este proyecto.

Con Ubuntu-VM-Builder (vmbuilder) tenemos la posibilidad de generar una nueva maquina virtual, basada en una versión de Ubuntu a nuestra voluntad, y con una instalación totalmente desatendida. Es lo mas parecido a una maquina virtual con OpenVZ que nos podemos encontrar para KVM. Este “asistente” fue diseñado por Canonical específicamente para Ubuntu, he ahí su potencial. Para la creación con este sistema tenemos dos opciones:

1. Mediante la creación de un fichero de texto, que utilizaremos en conjunto al comando para que lo tome por defecto. Esta opción es muy interesante, si tenemos intención de diseñar maquinas nuevas en un futuro, y no queremos pasar por el tedioso estado de tener que releer toda la información específica acerca de esta aplicación. Es de alguna forma, un sistema recordatorio para que en el futuro veamos que parámetros elegimos para nuestras maquinas virtuales
2. Hay otra opción, mas rápida, sencilla y directa, y es aplicando el comando con todas sus opciones. Y es la que voy a aplicar para este caso.

Las características que voy buscando en la maquina a crear para este PFC son las siguientes:

1. Maquina basada en Ubuntu, versión 11.10 (Oneiric Ocelot)
2. Arquitectura AMD64
3. Dirección IP: 192.168.1.100
4. Puerta de Enlace: 192.168.1.1
5. Usuario: asterisk
6. Contraseña: asterisk
7. Memoria RAM: 2 Gb
8. Disco Duro: 4,5 Gb (un DVD completo en el que alojare la maquina virtual final)
9. La red ira a través de la interfaz puente que creamos anteriormente

Vamos al directorio donde queremos “instalar” la maquina virtual. Un ejemplo clásico seria el directorio específico de libvirt: /var/lib/libvirt/images/, supongamos que creamos aquí un directorio llamado **pfc-asterisk** para contener nuestra maquina virtual.

Para definir el particionado del disco virtual a crear, dentro de este directorio vamos a crear un fichero llamado vmbuilder.partition con la siguiente información:

```
root 4608
```

Y por otro lado, para asegurarnos una conexión sencilla mediante acceso SSH, vamos a crear un fichero que se ejecutara en el primer arranque de nuestro sistema, en el mismo directorio también, un fichero llamado boot.sh

```
apt-get update
apt-get install -qqy --force-yes openssh-server
```

Entonces el comando quedaría así:

```
vmbuilder kvm ubuntu --suite=oneiric --flavour=virtual --arch=amd64
--mirror=http://de.archive.ubuntu.com/ubuntu -o --libvirt=qemu:///system
--ip=192.168.1.100 --gw=192.168.1.1 --part=vmbuilder.partition
--user=asterisk --name=Asterisk --pass=asterisk --addpkg=unattended-upgrades
--addpkg=acpid --addpkg=aptitude
--firstboot=/var/lib/libvirt/images/pfc-asterisk/boot.sh --mem=2048
--hostname=pfc-asterisk --bridge=br0
```

Con el comando **vmbuilder kvm ubuntu --help** tenemos acceso al significado de cada uno de los parámetros aquí utilizados aunque

Una vez terminado el proceso, que no debe tardar demasiado, ya solo queda arrancar el sistema, a través de la consola de maquinas virtuales, Virsh.

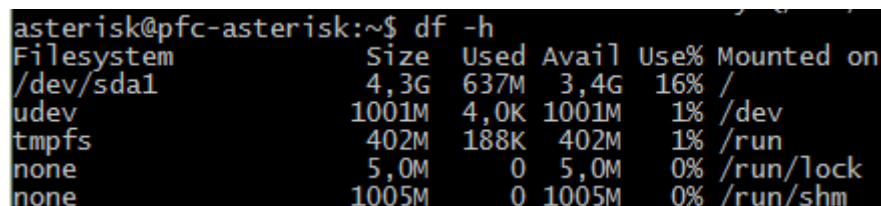
```
# virsh --connect qemu:///system
virsh # list --all
virsh # start pfc-asterisk
```

Desde este momento, y pasado el rato que termina el proceso de arranque de Ubuntu, podríamos acceder con cualquier cliente SSH a nuestra maquina virtual apuntando a la dirección que habíamos definido en las opciones del ejemplo: 192.168.1.100, y debería conectar sin ningún problema.

El fichero de configuración con toda la información con la que hemos diseñado esta maquina virtual (y que podríamos editar a voluntad), se encuentra ubicado en la ruta, /etc/libvirt/qemu/pfc-asterisk.xml

Este fichero es muy práctico, dado que es el fichero que nos facilita la portabilidad para mover nuestra máquina (junto evidentemente, al disco duro virtual ubicado en la anterior ruta) a otra maquina física, e instalando todo el sistema KVM, tenerla activa en solo unos minutos, con total abstracción de los drivers específicos de la nueva máquina. He aquí donde realmente radica el verdadero potencial de las maquinas virtuales.

Tenemos múltiples opciones para trabajar con las distintas aplicaciones de manejo y gestión de maquinas virtuales, y con la creación de las mismas concretamente basadas en KVM-QEMU, pero este resumen es en líneas generales, el procedimiento seguido por mi parte enfocando en el propósito específico de este proyecto.



Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/sda1	4,3G	637M	3,4G	16%	/
udev	1001M	4,0K	1001M	1%	/dev
tmpfs	402M	188K	402M	1%	/run
none	5,0M	0	5,0M	0%	/run/lock
none	1005M	0	1005M	0%	/run/shm

Figura 3.1: Capacidad inicial del disco duro en la Maquina Virtual

Capítulo 4

Caso de Uso: UCA Autos

Con todo el sistema, preparado para empezar a trabajar con Asterisk, a continuación presento un ejemplo como caso de uso para una empresa ficticia, la cual tiene un enorme interés en implementar un sistema Asterisk, dadas las características que este le aportara para su negocio.

4.1. Introducción

Don Zutano Doe, gerente, y propietario de un nuevo concesionario de automóviles llamado UCA Autos, basado en una prestigiosa marca a nivel nacional, es un gran aficionado a todos los adelantos tecnológicos y piensa que estos influirán en gran medida en el amplio desarrollo de su negocio. A través de un compañero de su club de tenis, que trabaja en una empresa de telefonía, le ha dado a conocer un nuevo sistema de comunicaciones que le podría aportar una serie de funcionalidades que le resultaron bastante interesantes para implementar en su nuevo negocio. Gracias a este contacto, tuvo la oportunidad de establecer relaciones con una modesta empresa local, con cierta experiencia en este ámbito.

En la primera reunión con el responsable de proyectos, el Sr. Doe pudo transmitir sus pretensiones iniciales. Dada que la estructura de la empresa aun estaba por ser determinada, de momento solo necesitaba funcionalidades básicas para cubrir los aspectos fundamentales de servicios primarios a nivel de comunicaciones para el negocio.

A priori la estructura departamental estaba definida, y había un listado de personal para poder definir una primera instantánea de cómo debería funcionar todo.

El responsable de proyecto pudo describirlo de la siguiente forma.

Existían 6 departamentos:

- 1. Departamento Administración**
- 2. Departamento Comercial**
- 3. Departamento de Almacén y Logística**
- 4. Departamento de Postventa y Servicio**
- 5. Departamento de Marketing y Calidad**

Cada departamento tenía un responsable, y todos ellos dependían directamente, del Sr. Doe. Dentro de cada departamento existía un número variable de operarios, administrativos, comercial y personal en general que dependían de cada responsable.

Cada departamento debía tener un número de teléfono de contacto, y además, existía un teléfono general cara al publico. En total 6 números de teléfono directos.

La empresa todavía no era muy grande, y disponía de un número limitado de personal de los cuales los que realmente necesitaban acceso telefónico, se distribuían de la siguiente forma:

Departamento de Administración: Responsable + 3 administrativos **Departamento Comercial: Responsable + 4 comerciales** **Departamento de Almacén: Responsable + 3 operarios** **Departamento de Posventa: Responsable + 2 recepcionistas** **Departamento de Marketing: Responsable + 2 operadores.** Más el Gerente

En total 20 usuarios.

De momento, el Sr. Doe no tenía demasiado clara una posible estructura jerárquica con restricciones de llamadas, y relaciones entre departamentos, así que la primera idea, era tener un sistema de telefonía simple, en el que todos pudieran llamar y recibir llamadas abiertamente, pero no descartaba en un futuro, implementar esas restricciones, e incluso tener algún sistema de control.

4.1.1. Instalación del sistema Asterisk

Dado que el nivel Hardware es algo excesivamente cambiante, voy a obviar las características técnicas del entorno y del servidor, haciendo referencia al apartado de elección de servidor para los aspectos determinantes a la hora de elegir una u otra preferencia.

La instalación del sistema Asterisk, se realizara sobre la versión actual mas estable, la versión 1.8, momento en que escribo esta información. He de determinar, que en la actualidad aun existen múltiples ramas dentro de la elección de versionado para el sistema Asterisk. Principalmente existen 5 fundamentales:

1. Rama extremadamente conservadora, y un Fork de Asterisk del sistema base llamado Asterisk-RSP (Real Solid Patchset), que se basa en la teoría de conservarse en un sistema Asterisk totalmente obsoleto a nivel de funcionalidades emergentes (siempre considerando que Asterisk es una solución de comunicaciones, y no te telefonía exclusivamente). Esta fundamentada en la versión 1.4, versión que decidieron era el momento de parar la vorágine de avances, y centrarse en la resolución de deficiencias de seguridad del sistema
2. Rama por necesidad o moderadamente conservadora, basada en la anterior versión de Asterisk, 1.6.2. Realmente en esta situación se encuentran instalaciones de Asterisk con desarrollos a medida que no pueden actualizarse porque el sistema se volvería inestable. Realmente todo sistema Asterisk puro, es recomendable actualizarlo dado que la versión 1.6.2 tiene un soporte limitado.
3. Basada en el progreso de Asterisk, en este caso todas las instalaciones basadas en la versión 1.8 la cual trae bastantes mejoras, y simplificaciones a nivel de configuración. Se considera por Digium, la versión estable del sistema
4. Basada en el progreso extremado, instalaciones basadas en Asterisk 1.10 (o como le llaman ahora, Asterisk 10). Realmente son versiones de prueba, y jamás recomendadas para instalaciones en entornos de producción como viene siendo habitual en la mayoría de los entornos de administración de sistemas.
5. Liberada recientemente a la comunidad, una rama similar a Asterisk-RSP pero mantenida por Digium, y basada en las versiones mas recientes del sistema que se encuentran en fase estable. Podría considerarse una versión de Soporte a Largo Plazo, y es denominada Asterisk-Certified. En estos momentos esta empezando a imponerse entre la mayoría de los usuarios profesionales que venían siguiendo por sistema la opción número 3.

Para nuestro cliente, en este caso, vamos a seguir la opción número 5, ya que se trata de un servidor de producción y queremos ofrecerle un nivel 2 de servicio según el acuerdo en la capa de servicio estandarizado ¹

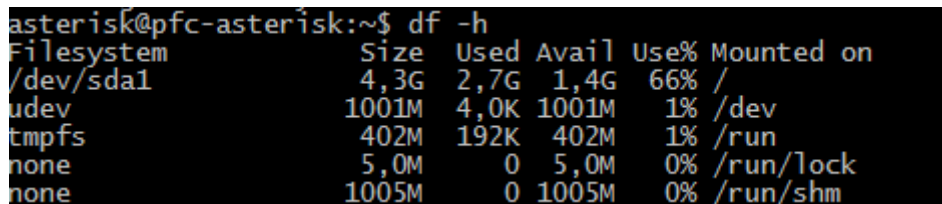
¹Wikipedia, Soporte Técnico. http://es.wikipedia.org/wiki/Soporte_t%C3%A9cnico

Para el momento, la versión Certificada mas reciente es la versión 1.8.11-cert1 asi que descargaremos las fuentes de la siguiente URL:

Descarga Asterisk Certified 1.8.11-cert

Y seguiremos el método de instalación descrito en el articulo Wiki asociado correspondiente.

Una vez con todo el sistema Asterisk desplegado, nos detenemos a comprobar el consumo de recursos en ese momento determinado para comprobar que podremos realizar el resto del despliegue sin mayor inconveniencia.



Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/sda1	4,3G	2,7G	1,4G	66%	/
udev	1001M	4,0K	1001M	1%	/dev
tmpfs	402M	192K	402M	1%	/run
none	5,0M	0	5,0M	0%	/run/lock
none	1005M	0	1005M	0%	/run/shm

Figura 4.1: Capacidad del disco duro tras la instalación completa de Asterisk

Todavía tenemos suficiente espacio para añadir componentes de menor magnitud. Existen dos componentes adicionales que cumplirán funciones locales específicas y se relacionarán con nuestra máquina Asterisk prácticamente desde los inicios de su configuración.

Se trata del paquete LAMP (Linux + Apache como servidor Web + MySQL como SGBD de nuestra BD + PHP como lenguaje de programación en entorno web que se conjugará con nuestro servidor web para poder ofrecer aplicaciones combinables con Asterisk como veremos mas adelante) y por otro lado algún servidor de Correo como Postfix. Para ello nos valemos de la herramienta **tasksel** de Ubuntu que realiza la instalación completa de la forma más ágil para nuestro propósito. Con estas instalaciones apenas consumimos poco más de 100MB así que seguimos teniendo suficiente espacio para continuar el proceso tranquilamente.

4.1.2. Configurando equipos y el entorno SIP

Ahora daríamos paso a la configuración en primera instancia de los requerimientos solicitados por el Sr. Doe en función de la estructura departamental.

Vamos a considerar, que todavía el presupuesto es demasiado ajustado para la empresa del Sr. Doe como para andar comprando teléfonos que operen con el protocolo SIP (conocidos popularmente como Teléfonos VoIP). Pero hemos comprado una remesa de Auriculares con micrófono integrado para cada una de las extensiones a configurar, que serán adaptados al cada PC de cada usuario y funcionales, utilizando un software capaz de transmitir audio e inicializar sesión en nuestra máquina Asterisk utilizando el protocolo SIP.

Creamos en primer lugar el fichero de configuración dentro de /etc/asterisk/ llamado sip.conf donde añadiremos la configuración específica de cada una de las 20 extensiones solicitadas por el gerente:

/etc/asterisk/sip.conf

```
[general]
; Nuestro idioma
language = es
; Cambiamos el puerto para ofrecer seguridad por ocultacion
```

```

bindport = 35060
allowguest = no

[telefonos](!)
; Vamos a impedir el Transcoding utilizando solo el codec Alaw
disallow = all
allow = alaw
dtmfmode = rfc2833
host = dynamic
qualify = yes
type = friend

[gerencia](!)
context = gerencia

[manager](!)
context = manager

[resto](!)
context = extensiones

; 1 - Administracion
; 2 - Comercial
; 3 - Almacen
; 4 - Posventa
; 5 - Marketing

; Gerente
[10](telefonos,gerencia)
md5secret=2b45660a7b1155943f0132f05bd0e34d
mailbox = 0@admin

; Responsable Administracion
[11](telefonos,manager)
md5secret=6acb3eb4a4939b22ea6709e87ec79311
mailbox = 1@admin

[12](telefonos,resto)
md5secret=bb24a2de8a36fdd14e358493cd5abac5
mailbox = 2@admin

[13](telefonos,resto)
md5secret=501b420ea96938f8ba34ecce52a4c654
mailbox = 3@admin

[14](telefonos,resto)
md5secret=6745f8a4a34c38a2f6b554334bb76483
mailbox = 4@admin

; Responsable Comercial
[21](telefonos,manager)
md5secret=5dbe664c6d998967ad9bfe4ea37521a1
mailbox = 1@ventas

[22](telefonos,resto)
md5secret=2f9ddd39a552c3c7709f07b288cf1db3

```



```
mailbox = 2@ventas

[23] (telefonos, resto)
md5secret=0a4bb4d4b4f92ba79f48b28a706bbe7b
mailbox = 3@ventas

[24] (telefonos, resto)
md5secret=6736a7be4a1ef7a6f111441d5d59187e
mailbox = 4@ventas

[25] (telefonos, resto)
md5secret=10f36f1ed829ec2a8fac56d0b9c3080d
mailbox = 5@ventas

[31] (telefonos, manager)
md5secret=400e3d6f04bc6e13bb9a58f0f53c1a26
mailbox = 1@almacen

[32] (telefonos, resto)
md5secret=caff9208a95aa83357ae5e5d3949a681
mailbox = 2@almacen

[33] (telefonos, resto)
md5secret=58a1e10c20da84d4c323f5018b1f7f26
mailbox = 3@almacen

[34] (telefonos, resto)
md5secret=902dc9faff73e90187292a036a8c1d86
mailbox = 4@almacen

[41] (telefonos, manager)
md5secret=21c85ea8cc8b45b430742f1cf9eb55bb
mailbox = 1@posventa

[42] (telefonos, resto)
md5secret=d7e2c8ec48e1647412503d82659dd9d2
mailbox = 2@posventa

[43] (telefonos, resto)
md5secret=988cd566697d6310e7a26f21ecc7007f
mailbox = 3@posventa

[51] (telefonos, manager)
md5secret=2bbcc664bdf4e1bb29cd7f1bdbf91327
mailbox = 1@market

[52] (telefonos, resto)
md5secret=0c32d549b9c60fa6a7df077e4bb545e5
mailbox = 2@market

[53] (telefonos, resto)
md5secret=7b099d95a97bb4c8d6a1d08c7c047167
mailbox = 3@market
```

Para la creación de este fichero, hemos seguido las reglas básicas de configuración para el protocolo SIP

como podemos ver en el correspondiente artículo de la Wiki.² Significativamente podemos observar que la estructura que hemos seguido para denominar las extensiones, aun no siendo demasiado recomendada, es la siguiente:

Las extensiones constarán de dos dígitos. El primero se encarga de definir el departamento, y el segundo, el puesto. La extensión 10, como extensión especial para definir concretamente la del Sr. Doe, el resto, si el número para designar el puesto es el número 1, correspondería al Responsable de Sección, y los sucesivos dígitos, corresponden al resto de los empleados. Además hemos creado cuatro plantillas para un cometido concreto:

La primera, teléfonos, es una plantilla que engloba todos los parámetros comunes a las extensiones de la centralita. En este caso, nos interesa trabajar en exclusiva con el códec Alaw (G.711 EU), dado que tenemos una conexión bastante buena, pero nuestra máquina no es demasiado potente, además no queremos invertir en códecs licenciados.

Las tres siguientes plantillas, hacen referencia al "nivel" de los usuarios, y en función de este, los mandaremos a un contexto u otro del Dialplan que construiremos a continuación. A priori, el señor Zutano no nos hizo referencia concreta, sobre la posibilidad de que unos usuarios pudiera hacer cosas que otros no, pero anticipándonos por nuestra experiencia, empezamos a "habilitar" esta funcionalidad.

El sistema de contraseñas, teniendo a lo más básico, aun siendo una mala práctica, hemos utilizado la contraseña por defecto 1234 para todas las extensiones, pero al menos encubierto bajo contraseñas de algo más de seguridad con un patrón MD5, para mostrar algo más de compromiso.

Finalmente y volviéndonos a adelantar a una probable futura necesidad, hemos asociado a cada extensión su correspondiente buzón de voz, que configuraremos a voluntad si surge el caso más adelante.

Ahora pasamos a comprobar que todo ha ido bien. Accedemos a la CLI de Asterisk y con el comando:

```
CLI> sip reload
```

Vemos como nuestra configuración carga adecuadamente. Ahora vamos a comprobar que los pares han sido configurados correctamente. Observando el despliegue de sistemas de la empresa UCA Autos, comprobamos que todos los puestos trabajan en un sistema operativo de Microsoft. En este caso decidimos que vamos a utilizar un teléfono por software, dado que el Sr. Doe de momento no se ha decidido en el modelo de teléfono físico que quiere comprar. El Softphone que hemos elegido por su reconocida estabilidad y calidad es uno gratuito, pero no libre, llamado X-Lite. Tenemos constancia de múltiples Softphone Open Source, pero bajo este sistema operativo, no tienen demasiada estabilidad y pueden complicarnos la vida.

Configurando la extensión del Sr.Doe de ejemplo como podemos ver en la siguiente Figura 4.2, captura de pantalla de X-Lite.

Comprobamos que se registra correctamente:

```
-- Registered SIP '10' at 192.168.1.200:16992
CLI> sip show peers
Name/username Host Dyn Forcerport ACL Port Status
10/10 192.168.1.200 D N 16992 OK (3 ms)
```

Así que ya podemos proceder a registrar las 20 extensiones, en los 20 equipos de nuestros usuarios y ya estarían listos para empezar a operar con nuestra primera instancia de sistema Asterisk.

²SIP. <http://wikiasterisk.com/index.php?title=SIP>

SIP Account

Account | Voicemail | Topology | Presence | Transport | Advanced

Account name:

Protocol:

Allow this account for

☒ Call

☒ IM / Presence

User Details

* User ID:

* Domain:

Password:

Display name:

Authorization name:

Domain Proxy

☒ Register with domain and receive calls

Send outbound via:

☒ Domain

☐ Proxy Address:

Dial plan:

Figura 4.2: Configuración de una Extensión con el Programa X-Lite v4.1

4.1.3. Configuración del Primer Plan de Marcación

Ahora los teléfonos no pueden hacer casi nada, excepto llamar a una extensión si saben la ruta exacta, y sin pasar por nuestro sistema Asterisk. Nos interesa que por lo menos puedan realizar llamadas entre ellos marcando el número de extensión según la estructura que definimos anteriormente. Para ello vamos a crear el fichero de configuración del Dial Plan según veremos a continuación:

```
/etc/asterisk/extensions.conf
; --- Plan General de Extensiones
```

```

[extensiones]

exten => 10,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/10)

exten => 11,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/11)

exten => 12,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/12)

; --- Contexto especifico de los Managers

[manager]

include => extensiones

; --- Contexto especifico del Gerente

[gerencia]

include => manager

; --- Otros Sistemas Adicionales de Prueba, solo puede acceder el Gerente.

exten => 1111,1,NoOp()
same => n,Progress()
same => n,MusicOnHold()

exten => 2222,1,NoOp()
same => n,Answer()
same => n,Set(CHANNEL(tonezone)=starwars)
same => n,Dial(Local/10,tT,30)

```

Es importante considerar, que no hemos creado extensiones de marcación dentro del plan para cada una de los dispositivos SIP ya que como veremos adelante, este proceso se simplifica bastante utilizando Macros, como un sistema algo más avanzado del Dialplan de Asterisk.

Para recargar el Plan de Marcación y poder hacer uso de este desde la CLI de Asterisk:

```
CLI> dialplan reload
```

Ahora utilizando nuestro Softphone X-Lite podríamos marcar la extensión 11 y el teléfono empezaría a sonar. Al descolgar se establecería la conexión. En este fichero vemos algunas cosas peculiares:

La aplicación NoOp sirve para hacer debug en consola. Si pusiéramos mensajes dentro del paréntesis, se verían en el log del CLI. Se pueden poner incluso variables del sistema, la cuestión es que esto viene más explicando en el apartado correspondiente de la documentación.

Lo verdaderamente significativo es la estructura. Como podemos ver, existen tres contextos (se encuentran dentro de corchetes). Como recordaremos, en el fichero sip.conf anterior, estos contextos hacen referencia a los contextos a donde las marcaciones que realizan los dispositivos irían. En este caso, podemos ver como el contexto [gerente] tiene un parámetro **include** que sirve para incluir "todas las extensiones de los contextos a los que apunta el mismo. En este caso, incluiría por completo el contexto

[manager], que este a su vez incluye el contexto [extensiones]. Esto significa que el gerente tiene "visibilidad" total sobre todo el plan de marcación del sistema, en cambio un dispositivo de un empleado normal, solo podría acceder al plan de marcación específico dentro de su contexto, pero no del contexto del gerente.

Cuando se lo expliquemos al gerente, seguro que se le ocurren aplicaciones prácticas como el hecho de evitar que sus empleados llamen a números internacionales, o de tarificación especial.

4.1.4. Introduciendo al proveedor de Telefonía

El último requisito que puso el gerente, es la posibilidad de tener 6 números de marcación directa, uno para cada departamento, y otro para él. Para poder conseguir esto, necesitamos contactar con un proveedor que nos ofrezca esto.

Como siempre, tenemos múltiples alternativas, pero si queremos evitar tener que comprar dispositivos, la más obvia es contactar con proveedores de Telefonía IP. Así que nos pusimos en contacto con una empresa muy conocida de la provincia, llamada **UCA Telecom**. Comparando los planes de precios que nos ofrecía "FonicaTele", el proveedor más conocido a nivel nacional, teníamos una oferta mucho más competitiva y encima, no teníamos la necesidad de andar contratando planes mensuales, ni comprando esos dispositivos que comentaba antes, para interconectar con la Red de Telefonía Conmutada clásica.

/etc/asterisk/sip.conf

```
[general]
register => ucaautos:12345678@home-asterisk.local:35060

[proveedorip]
defaultuser = ucaautos
fromuser = ucaautos
secret = 12345678
host = home-asterisk.local
port = 35060
type = friend
insecure = invite
qualify = yes
context = entrantes
```

Un dato muy relevante en la configuración de nuestro proveedor, es el hecho que el tipo es **friend** y no peer. Si nuestra intención fuera emitir llamadas a través de mismo, lo correcto sería esto. Pero como además, vamos a recibir llamadas entrantes dado que nos va a ofrecer un servicio de números Direct Dial-In (DDI), lo correcto es considerarlo, bidireccional con este tipo en concreto.

Pero de hecho, hay un parámetro que puede resultar aun más curioso de observar, que es el **insecure=invite**. Tenemos un problema si trabajamos con un dispositivo tipo friend: la autenticación bidireccional. Observamos que en la primera línea hay un mensaje register, para registrarnos en el proveedor ip. El tema es que el proveedor IP supuestamente, ha de autenticarse luego con nosotros cuando intenta enviarnos la llamada directa al DDI, pero nosotros al solo tener un dispositivo configurado, no podemos ofrecerle unas credenciales específicas (que probablemente sean las mismas que las de llamadas salientes aunque no tiene porque ser así). Al habernos autenticado primero con el mensaje register, al poner el parámetro insecure de esta forma, como la conexión ya está hecha (el primer mensaje REGISTER ya se envió), los sucesivos INVITE, no tendrían la necesidad de volver a autenticarse. Si quitamos el insecure, y activamos el debug de SIP, veremos como hay un error en la autenticación entrante, cuando tratamos de llamar a un número DDI.

Lo correcto en este caso, sería convertir este par friend, en un par tipo peer. Y por otro lado, crear un par tipo user, con el usuario de autenticación de entrada del proveedor, en caso que sea otro diferente (como es este caso). Con esto, ya no haría falta tener el parámetro insecure=invite activado, dado que todos los mensajes INVITE se autenticarían con el nuevo dispositivo tipo user, correctamente. Como este caso es relativamente raro (que los parámetros de autenticación de entrada y de salida sean diferentes para nuestro proveedor IP), entonces voy a dejarlo así, dando un voto de confianza a nuestro operador que a final de cuentas, es quien nos va a facturar a final de mes.

Introduciendo los siguientes cambios, obtenemos el resultado correcto de autenticación sin tener que exponer la máquina con el inseguridad de permitir mensajes INVITE sin autenticación:

/etc/asterisk/sip.conf

```
[proveedorip]
defaultuser = ucaautos
fromuser = ucaautos
secret = 12345678
host = home-asterisk.local
port = 35060
++type = peer
--type = friend
--insecure = invite
qualify = yes
--context = entrantes

++[ucatelecom]
++secret = 12345678
++host = home-asterisk.local
++port = 35060
++type = user
++context = entrantes
```

Considerar que **ucatelecom**, es el usuario al que conecta, la empresa UCatelecom, y la contraseña casualmente es la misma que usamos para conectarnos a ellos casualmente, pero tampoco tendría porque ser así.

Por otro lado, hemos creado un contexto nuevo en el Dialplan, llamado [entrantes] haciendo referencia al lugar donde apunta nuestro nuevo proveedor SIP. Ahí vamos a definir todos los números DDI que nos ha solicitado el gerente, y reenviarlos con la función GoTo al contexto, extensión y prioridad correspondientes de cada departamento.

/etc/asterisk/extensions.conf

```
[entrantes]

exten => 956001101,1,Goto(extensiones,10,1)
exten => 956001111,1,Goto(extensiones,11,1)
exten => 956001121,1,Goto(extensiones,21,1)
exten => 956001131,1,Goto(extensiones,31,1)
exten => 956001141,1,Goto(extensiones,41,1)
exten => 956001151,1,Goto(extensiones,51,1)
```

Y con esto, ya estarían satisfechas las necesidades del gerente, por lo que concertamos una nueva cita con el Sr. Zutano para mostrarle que todo esta correctamente funcionando.

4.2. Mejorando lo presente

Tras haber realizado los trabajos solicitados, en la siguiente reunión con Zutano Doe, tuvimos la oportunidad de conocer su experiencia. Nosotros sabíamos que cuando viera los resultados querría más, ya que quedaba latente el hecho, que nuestra máquina Asterisk aun tenía mucho potencial por desarrollar.

Uno de los aspectos que notó el Sr. Doe, es que evidentemente, aún no podían cursar llamadas. Era lógico que nosotros no íbamos a ser tan atrevidos como para desarrollar un plan de marcación específico sin antes consultar su opinión dado que aquí estaríamos entrando en el tema económico de facturación, con la compañía elegida UCA Telecom.

Averiguamos que Zutano, mantenía conversaciones con Alemania regularmente, ya que era el su principal proveedor de Vehículos, pero estos temas los trataba el personalmente, y no quería que nadie más pudiera cursar llamadas fuera de nuestro país. Además como es común no se fiaba que sus usuarios pudieran llamar libremente a números de tarificación extraordinaria (80X), o de pago por uso, pero sabía que los números de tarificación adicional, estaban ya demasiado extendidos en las grandes corporaciones, así que no podía de momento evitar su uso (90X). También era consciente, que la mayor parte de los clientes hoy en día, utilizan el móvil como su principal medio de comunicación, así que quería las llamadas a móviles totalmente libres. Un último aspecto que hizo hincapié, es en la posibilidad de que los Mánager pudieran llamar a números de información telefónica (118XX), en caso que cualquiera de sus trabajadores requiriese la información. Le expresamos, que no nos pareció demasiada buena idea, ya que son bastante caros, y hoy en día la mayor parte de esa información esta e Internet, pero aún así, insistió disponer de esto, exclusivo a los Jefe de departamento. Finalmente le hicimos el apunte, que dado la falta de regulación en la actualidad de la telefonía IP, los números de emergencia, podían fallar, por eso aunque habilitáramos el 112 no se aseguraba su correcto funcionamiento. Tampoco le afecto demasiado, ya que todos sus empleados disponían como mínimo, de su teléfono móvil particular y en el caso de los jefes un móvil de empresa.

Ya que su negocio empezaba a marchar, quería empezar a publicitar un número común genérico, para ofrecérselo a los clientes y poder utilizarlo con fines de Marketing, por ejemplo en sus recientes anuncios en el periódico local. Este teléfono principal, tendría que tener un sistema de interacción con el cliente más personalizado, es decir, la implementación de un IVR (Interactive Voice Response). El Sr. Doe todavía no tenía muy claro como debía operar ya que todavía no estaban sentados los cimientos de la empresa en profundidad. Nosotros le propusimos de momento la siguiente idea:

1. Al entrar la llamada, lanzar un mensaje de Bienvenida
2. A continuación, ofrecer numéricamente las posibilidades de contactar con cada departamento
3. Si no pulsa nada, volver a ofrecerle todas las posibilidades
4. Si sigue sin pulsar nada, entonces dirigirle al departamento de Marketing

Nosotros tenemos un horario de atención al cliente restringido, por tanto sería conveniente, que si nos llaman, fuera de nuestro horario, en vez de aparecer este IVR, apareciera un mensaje que indique que no podemos atenderle, ofreciendo nuestro horario y la posibilidad de dejar un mensaje en un buzón de voz, por ejemplo del Responsable de Marketing. El horario de apertura que nos ofreció el gerente sería de Lunes a Viernes de 9h a 20h ininterrumpidas

Por último, ya que sacamos el tema de los buzones, también estaba interesado en poder disponer de Buzones de Voz para todos su Jefes de Departamento y para él. Todas los mensajes dejados en los contestadores irían a parar a sus correos en cualquier formato de Audio, pero además tendría

que existir la posibilidad de ser almacenados en el sistema y escuchados a voluntad por cada uno de los usuarios dentro del sistema. El Sr. Zutano, adelantándose, tenía constancia que Asterisk era de origen americano, así que sugirió, que si el menú del sistema de buzón de voz estuviese en Español sería un punto muy favorable, ya que no todos sus empleados estaban duchos en el manejo del Inglés.

En principio todo este planteamiento le resulto aceptable y necesario de poner en marcha cuanto antes, aunque seguramente sujeta a modificaciones en un futuro. Siendo realistas, hasta aquí es lo que suelen ofrecer el 99 % de las centralitas de telefonía ofrecidas para cualquier PYME.

4.2.1. Preparando las Llamadas Salientes

Vamos a mejorar el anterior Plan de Marcación existente. A continuación muestro el nuevo código modificado sobre el anterior.

/etc/asterisk/extensions.conf

```
; --- Plan General de Extensiones
[extensiones]

include => exterior

exten => 10,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/10,30)
same => n,VoiceMail(0@admin)
; Acceso al menu de Buzon de Voz
exten => 910,1,VoicemailMain(0@admin)

exten => 11,1,NoOp()
same => n,Answer()
same => n,Set(CHANNEL(tonezone)=starwars)
same => n,Dial(SIP/11,30)
same => n,VoiceMail(1@admin)
same => n,Hangup()
; Acceso al menu de Buzon de Voz
exten => 911,1,VoicemailMain(1@admin)

exten => 12,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/12)

exten => 21,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/21,30)
same => n,VoiceMail(1@ventas)
same => n,Hangup()
; Acceso al menu de Buzon de Voz
exten => 921,1,VoicemailMain(1@ventas)

exten => 31,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/31,30)
same => n,VoiceMail(1@almacen)
same => n,Hangup()
; Acceso al menu de Buzon de Voz
exten => 931,1,VoicemailMain(1@almacen)
```



```

exten => 41,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/41,30)
same => n,VoiceMail(1@posventa)
same => n,Hangup()
; Acceso al menu de Buzon de Voz
exten => 941,1,VoicemailMain(1@posventa)

exten => 51,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/51,30)
same => n,VoiceMail(1@market)
same => n,Hangup()
; Acceso al menu de Buzon de Voz
exten => 951,1,VoicemailMain(1@market)

[exterior]
; --- Contexto Especifico para Llamadas al exterior

exten => _[89]ZXXXXXXX,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/proveedorrip/${EXTEN})
same => n,Hangup()

exten => _6XXXXXXX,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/proveedorrip/${EXTEN})
same => n,Hangup()

exten => _90[0-2]XXXXXX,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/proveedorrip/${EXTEN})
same => n,Hangup()

; --- Contexto especifico de los Managers
[manager]

include => extensiones

; --- Llamadas a numeros de informacion
exten => _118XX,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/proveedorrip/${EXTEN})
same => n,Hangup()

; --- Contexto especifico del Gerente
[gerencia]

include => manager
include => grabaciones

; --- Los numeros en Alemania son de longitud variable
; --- Para evitar plantear todas las posibilidades
; --- Hacemos uso del comodin "."

exten => _0049.,1,NoOp()
same => n,Dial(SIP/proveedorrip/${EXTEN})
same => n,Hangup()

; --- Otros Sistemas Adicionales de Prueba,
; --- solo puede acceder el Gerente.

```

```

exten => 1111,1,NoOp()
same => n,Progress()
same => n,MusicOnHold()

[entrantes]

exten => 956001191,1,Goto(s,1)
exten => 956001101,1,Goto(extensiones,10,1)
exten => 956001111,1,Goto(extensiones,11,1)
exten => 956001121,1,Goto(extensiones,21,1)
exten => 956001131,1,Goto(extensiones,31,1)
exten => 956001141,1,Goto(extensiones,41,1)
exten => 956001151,1,Goto(extensiones,51,1)

; Operadora Automatica
exten => s,1,NoOp()
same => n,Set(ivrcont=0)
same => n,Answer()
same => n(bienvenida),Playback(bienvenida)
same => n,GotoIfTime(09:00-20:00,mon-fri,*,*?abierto)
same => n,Playback(cerrado&horario)
same => n,VoiceMail(1@market)
same => n,Hangup()
same => n(abierto),Background(menu-ivr)
same => n,WaitExten(1)

exten => t,1,NoOp()
same => n,Set(ivrcont=${${ivrcont}+1})
same => n,GoToIf(${${ivrcont}<2}?s,bienvenida:0,1)

; 1 a Ventas
exten => 1,1,Goto(extensiones,21,1)
; 2 a Almacen
exten => 2,1,Goto(extensiones,31,1)
; 3 a Posventa
exten => 3,1,Goto(extensiones,41,1)
; 0 a Marketing
exten => 0,1,Goto(extensiones,51,1)

[grabaciones]

; Este contexto sirve para especificar las extensiones
; Dedicadas a Grabacion de mensajes especiales

exten => 511,1,Record(bienvenida.wav)
exten => 512,1,Record(menu-ivr.wav)

```

Disecionándolo en primer lugar podemos ver el nuevo contexto [exterior]. Con este contexto especificamos siguiendo los patrones específicos del Plan de Marcación definimos las posibilidades de marcación que podemos hacer para realizar llamadas a números Nacionales (tanto aquellos que empiezan por 8 como por 9), Móviles y números de información (restringiendo exclusivamente a 900, 901 y 902).

Por otro lado, dentro de los contextos de Mánager y gerencia, podemos ver también los requisitos específicos a los que solo podrán acceder los mismo como vimos en el primer DialPlan, por el sistema jerárquico creado gracias a la utilización de los "include". Con estos específicamente, definimos mar-

caciones para números de información (Aquellos que empiezan por 118), y para el gerente llamadas a números internacionales de destino Alemania, que tienen como peculiaridad, que aunque tienen una marcación común de inicio, a partir del 5 dígito, la numeración es variable considerando a continuación el prefijo regional + el número local (de 3 a 9 dígitos).

En siguiente lugar, dentro del contexto [entrantes], hemos añadido un nuevo número Direct Dial-In que redirige a la extensión **start** considerando que sea la genérica para este contexto. En esta extensión vamos a crear nuestra Operadora Automática, tal y como esta definida en el caso de uso. Para ello vamos utilizando una combinación de Aplicaciones según su conveniencia. La idea subyacente es la siguiente:

1. Ponemos un contador a 0, la idea es que cuando hayamos pasado dos veces por la operadora sin resultado, desviemos la llamada según especificado en el paso número 4
2. Lanzamos el mensaje de bienvenida.
3. Comprobamos si el horario actual coincide con el horario de apertura o no.
4. En caso que no coincida, lanzamos los mensajes de Cerrado a continuación el Buzón de Voz del responsable de Marketing
5. En caso que si coincida, nos vamos a la etiqueta "bienvenidas a partir de ahí lanzamos el menú contextual para dar la opción a marcar una u otra opción.
6. Si no pulsa nada pasado el mensaje + 1 segundo, desviemos a la extensión relative timeout"
7. Desde aquí comprobamos cuantas veces hemos pasado por aquí, si solo fue una vez, entonces volvemos al principio del algoritmo
8. En cambio si fueron ya dos veces, mandamos la extensión a Marketing.

Finalmente, hemos modificado todas las extensiones específicas de los Mánager, para adaptarlas al uso de Buzón de Voz. Nótese, que hemos añadido una restricción temporal en la aplicación de llamada Dila a 30 segundos, pasados los cuales, se ejecutaría la aplicación de grabación de mensajes de Buzones de Voz. . Por último hemos añadido extensiones específicas para el acceso a los buzones de sus respectivos usuarios, marcando primero el 9 y a continuación el número de la extensión.

Dado que la mayor parte de las pistas de audio del sistema Asterisk se encuentran en inglés, y por tanto dificultaría bastante la gestión de los Buzones de Voz por parte de los usuarios, así como determinados mensajes (como los mensajes por defecto para dejar una grabación) para los posibles llamantes en el territorio nacional, hemos tomado la iniciativa de instalar un paquete de voces profesional, publicado por <http://www.voipnovatos.es>, en formato ALAW aún pesados, muy ágil para nuestro sistema.^{3 4}

La configuración específica del fichero voicemail.conf para que el sistema de Buzones de voz funcione dentro de nuestras pretensiones se detalla a continuación. Para más información podemos consultar el apartado específico dentro del Wiki.⁵

/etc/asterisk/voicemail.conf

```
;!
;! Automatically generated configuration file
;! Filename: voicemail.conf (/etc/asterisk/voicemail.conf)
;! Generator: AppVoicemail
;! Creation Date: Tue May 22 15:02:20 2012
;!
[general]
format = wav49|gsm|wav
serveremail = mcamargo@wikiasterisk.com
attach = yes
```

³Sonidos Principales, <http://www.voipnovatos.es/voces/voipnovatos-core-sounds-es-alaw-1.4.tar.gz>

⁴Sonidos Adicionales, <http://www.voipnovatos.es/voces/voipnovatos-extra-sounds-es-alaw-1.4.tar.gz>

⁵Buzones de Voz, Wikiasterisk, http://wikiasterisk.com/index.php?title=Buzones_de_Voz

```

maxmsg = 50
maxsecs = 120
minsecs = 5
skipms = 3000
maxsilence = 10
silencethreshold = 128
maxlogins = 2
pbxskip = no
fromstring = VoiceMail Asterisk-PFC
emaildateformat = %A, %B %d, %Y at %r
minpassword = 4
backupdeleted = 20

; Parametros por defecto del sistema de mensajes de Asterisk
[zonemessages]
eastern = America/New_York|'vm-received' Q 'digits/at' IMp
central = America/Chicago|'vm-received' Q 'digits/at' IMp
central24 = America/Chicago|'vm-received' q 'digits/at' H N 'hours'
military = Zulu|'vm-received' q 'digits/at' H N 'hours' 'phonetic/z_p'
european = Europe/Madrid|'vm-received' a d b 'digits/at' HM

[admin]
0 => 0,John Doe,jdoe@wikiasterisk.com,,tz=european|
dialout=extensiones|sendvoicemail=yes|callback=extensiones|
review=yes|forcename=yes|forcegreetings=yes
1 => 1,Robert Mackencie,rmackencie@wikiasterisk.com,,tz=european|
dialout=extensiones|sendvoicemail=yes|callback=extensiones|
review=yes|forcename=yes|forcegreetings=yes

[ventas]
1 => 1,Hugh Douglas,hdouglas@wikiasterisk.com,,tz=european|
dialout=extensiones|sendvoicemail=yes|callback=extensiones|
review=yes|forcename=yes|forcegreetings=yes

[almacen]
1 => 1234,Mary Roberts,mroberts@wikiasterisk.com,,tz=european|
dialout=extensiones|sendvoicemail=yes|callback=extensiones|
review=yes|forcename=yes|forcegreetings=yes

[posventa]
1 => 1,Philip Hudson,phudson@wikiasterisk.com,,tz=european|
dialout=extensiones|sendvoicemail=yes|callback=extensiones|
review=yes|forcename=yes|forcegreetings=yes

[market]
1 => 1234,Daniela Mayhem,sir.louen@gmail.com,,tz=european|
dialout=extensiones|sendvoicemail=yes|callback=extensiones|
review=yes|forcename=yes|forcegreetings=yes

```

Un dato curioso, la cabecera del fichero voicemail.conf, hace referencia a una generación automática. Esto es debido a que considerando que hemos puesto la contraseña por defecto en muchos buzones, idéntica al número de buzón, por defecto al ejecutar la aplicación VoiceMailMain, solicita el cambio de contraseña. Al realizar este cambio, la aplicación AppVoicemail, hace un cambio en este fichero de forma automática para adaptar las nuevas contraseñas prefijadas. En este caso sería conveniente volver a restablecer las contraseñas a las suyas por defecto como el resto, pero lo dejare en este estado, para que

sirva a efectos informativos.

Para el envío de e-mail es necesario tener instalado algún servidor de envío de correo. En este caso, durante la instalación gracias a la herramienta taskel habíamos instalado Postfix, y LAMP que nos serían de gran ayuda en el transcurso de la programación de esta central. En este caso Postfix será el encargado de enviar los mensajes de e-mail a nuestros destinatarios de correo según configuración en el fichero voicemail.conf. Considerar que para el envío de correo es importante que el servidor de correo este bien configurado dado que la mayor parte de los servidores de Internet rechazan correos por doquier, especialmente los mas populares (GMAIL, HOTMAIL, etc). Dentro del fichero /var/log/mail.log podemos ver el resultado del envío en caso que nuestro destinatario no haya recibido el mensaje, y considerar factores por los cuales nuestro servidor de correo Postfix deba ser mejorado. En este sentido es conveniente que nuestra conexión a Internet este asociada a una dirección IP estática, ya que la mayoría de las direcciones dinámicas han podido ser introducidas en las listas negras como <http://www.spamhaus.org>.

En este caso, dado que no disponemos de IP estática, hemos utilizado un servidor SMTP remoto (smart-host) para configurar nuestro servidor Postfix. Toda la configuración relativa que no atañe directamente a este proyecto podrá verse dentro de la máquina virtual en el fichero principal de configuración del servidor /etc/postfix/main.cf.⁶

4.3. Interconectando máquinas Asterisk

Una vez terminados los trabajos, volvemos una semana después a UCA Autos para comprobar que todo va bien. Casualmente nos encontramos con el Sr. Zutano el cual nos comenta que esta muy satisfecho con los trabajos realizados, y el ahorro de coste que ha supuesto para su empresa haber montado un sistema como este. Nos hace saber que tiene algunos proyectos en mente, pero todavía no se ha dispuesto a llevarlos adelante porque necesita plantear con los Jefes de Departamento sus opciones a ver la opinión de los mismos, y la mejor forma de implementarlos.

Durante la pequeña conversación, nos dejo caer, que en breve seguramente, ampliaría el personal por departamentos, dado que las cosas le estaban yendo muy bien, y cada día sus necesidades aumentaban. Esto sería relevante para nosotros por el hecho de intentar pasar de una central específica a lo más genérica posible para evitar complicarnos en un futuro.

Justamente pocos minutos después, recibimos una llamada de nuestro contacto técnico en UCA Telecom, informándonos que desde hace apenas unas horas han implementado en sus servidores la nueva funcionalidad de interconexión a través de un protocolo específico para sistemas Asterisk llamado IAX. Una alegría para nosotros dado que todas nuestras instalaciones son Asterisk, y eramos conscientes que no estábamos cumpliendo en la mayoría de las mismas a nivel de seguridad, por una cuestión de costes de implementación, excepto en algunos clientes que nos lo pidieron expresamente. De hecho el gerente de UCA Autos ya nos hizo un comentario para su mejoría en un futuro, sobre algo que había escuchado de encriptación de las llamadas, para evitar que le pudieran "pinchar" las líneas telefónicas. Ahora con el sistema IAX teníamos la oportunidad de actualizar nuestras instalaciones en general, incluyendo el concesionario.

4.3.1. Acceso al protocolo IAX

Cara a la generalización del sistema, con vistas a una estandarización de las extensiones, hemos decidido dar un vuelco en la estructura de contextos del sistema de Buzones de Voz. Pasaremos todas los buzones

⁶Configuración Relay SMTP Smarthost en Postfix con SASL, <http://www.dnsexit.com/support/mailrelay/postfix.html>

tratados al contexto por defecto [default], y además pasaremos a dotar a todas las extensiones del sistema, de su respectivo buzón de voz pese a no ser una petición original, entendimos que se pensó por motivos de recorte presupuestario. Además si queremos implementar en un futuro un sistema de Directorio de extensiones, este paso será bastante conveniente. El procedimiento para el cambio fue el siguiente:

- En el fichero /etc/asterisk/sip.conf actualizamos todos parámetros de los buzones, poniendole nombres equivalentes al nombre del dispositivo (Y número de extension), seguidos del contexto default (@default)
- En el fichero /etc/asterisk/voicemail.conf pasamos todos los buzones al contexto [default] y cambiamos también los nombres siguiendo el sistema anterior

Pero lo realmente interesante, fue el método de estandarización para las extensiones seguido en el fichero referente al Plan de Marcación:

/etc/asterisk/extensions.conf

```
; --- Macro para Extensiones
; --- Con Buzones de Voz Mejorados

[macro-telefonos]
exten => s,1,NoOp()
same => n,Set(buzon=${MACRO_EXTEN})
same => n,Set(CHANNEL(tonezone)=starwars)
same => n,Dial(SIP/${buzon},30)
same => n,Gotoif("${DIALSTATUS}" = "BUSY"?ocupado)
same => n,VoiceMail(${buzon},u)
same => n,Hangup()
same => n(ocupado),VoiceMail(${buzon},b)
same => n,Hangup()

[macro-buzon]
exten => s,1,NoOp()
same => n,Set(buzon=${MACRO_EXTEN:1})
same => n,VoiceMailMain(${buzon})
same => n,Hangup()

; --- Plan General de Extensiones
[extensiones]

include => exterior

; Minimizando las combinaciones para
; ofrecer justo las extensiones disponibles

; Extensiones de Administracion
exten => _1[0-4],1,Macro(telefonos)
exten => _91[0-4],1,Macro(buzon)

; Extensiones de Comercial
exten => _2[1-5],1,Macro(telefonos)
exten => _92[1-5],1,Macro(buzon)

; Extensiones de Almacen
exten => _3[1-4],1,Macro(telefonos)
exten => _93[1-4],1,Macro(buzon)
```

```
; Extensiones de Posventa y Marketing
exten => _[45][1-3],1,Macro(telefonos)
exten => _9[45][1-3],1,Macro(buzon)
```

Aquí introducimos el uso de Macros. Para ello creamos dos Macros básicas observando un poco los patrones que se repetían en el anterior DialPlan y dado que ahorrábamos en trabajo de redundancia en el tecleo de código, aprovechamos para introducir algunas mejoras al sistema.

Por un lado una macro para la llamada a las extensiones, y en caso de no respuesta a los 30 segundos (o comunicando) pasaría a la siguiente aplicación condicional, que mandaría a la aplicación para la grabación de mensajes del buzón de voz, con un parámetro específico u otro (para lanzar el mensaje de ocupado o no disponible en función del resultado de la llamada).

Por otro lado, una macro para acceder al sistema de gestión de cada buzón de voz, pulsando el 9 seguido de la extensión que queramos consultar.

He utilizado patrones para restringir con exactitud, las extensiones solicitadas por el gerente de UCA Autos, y además cuanto más específico sea nuestro plan, mejor nivel de seguridad alcanzamos.

Ahora atendiendo a la llamada de UCA Telecom, vamos a adaptar nuestro sistema para la comunicación a través del protocolo IAX. Nuestro contacto técnico nos planteo la posibilidad de establecer la comunicación cifrada y luego utilizando dos posibilidades más convenientes de autenticación, aplicando un reto MD5 sobre la clave elegida o utilizando claves RSA privadas y públicas (Asterisk solo permite la encriptación DES3, Estándar de Encriptación de Datos Triple). Siguiendo el mecanismo explicado en el apartado de Seguridad de la Wiki ⁷, generamos nuestra clave pública y privada, con el script según hemos visto explicado, y cargamos las claves en nuestro Asterisk.

Adicionalmente, gracias a una interfaz web que nos facilita el proveedor UCA Telecom, somos capaces de introducir en su sistema, nuestra clave pública, y además nos descargamos la clave pública que nos facilitan para introducirla en nuestro directorio de Asterisk por defecto /var/lib/asterisk/keys y así poder cargar las claves en nuestro sistema.

Y con todo ya generado y preparado, creamos nuestro fichero iax.conf en el directorio por defecto de ficheros de configuración de Asterisk /etc/asterisk según podemos ver a continuación:

/etc/asterisk/iax.conf

```
[general]
bindport=4569
srvlookup=yes
language=es
encryption=yes
; Si usamos claves RSA es conveniente desactivar
; esta opcion.
forceencryption=no
trunk=yes
requirecalltoken=yes

[ucatelecom]
type = user
host = dynamic
auth = rsa
inkeys = ucatelecom
```

⁷Encriptando Comunicación IAX, WikiAsterisk, http://wikiasterisk.com/index.php?title=Seguridad#Encriptando_la_Comunicaci.C3.B3n_con_

```
context = entrantes

[proveedorip]
type = peer
outkey = ucaautos
username = ucaautos
host = home-asterisk.local
auth = rsa
qualify = yes
```

Por otro lado y para terminar, en el fichero de configuración del Plan de Marcación, solo tenemos que editar todos los puntos donde nos encontramos una comunicación a través del protocolo SIP, y pasarlo por el protocolo IAX2.

4.4. Distribuidor de Piezas de Repuesto

Pasado un mes desde nuestra última instalación, pudimos observar como la mayor parte del personal se sentía satisfecha con la solución de telefonía ofrecida. Algunos Mánager de departamento se habían puesto en contacto con el gerente, para consultarle la posibilidad de sacar más partido al sistema. Justamente, en este periodo, se presentó un nuevo reto a la compañía UCA Autos, dado que fue nombrada Distribuidora oficial de piezas de Repuesto para toda la provincia que representaba.

Esto significaba tener que dar servicio a toda la red de talleres, y distribuidores de recambios locales, para la Marca que representaban, pero a nivel provincial, lo que supondría tener que ofrecer un nivel de servicio a sus nuevos clientes. La comunicación se establecía tanto presencialmente, por los gestores de estos negocios, o la vía más común, pedidos a nivel telefónico, dado que aunque existía una interfaz en Internet por la cual podrían cursar sus pedidos, la mayor parte de los clientes, no tenían demasiado control sobre las nuevas tecnologías (gente de relativa avanzada edad, propietarios de talleres acostumbrados a un servicio de toda la vida), y por otro lado, también era frecuente la consulta como atención al cliente, dada la amplia selección de piezas, que causaba relativa confusión entre los compradores.

Es en este momento, cuando el Sr. Doe contactó con nosotros, para ver si existía la posibilidad de montar una pequeña plataforma de Call Center, que fuera fiable, pero a ser posible, no demasiado cara, porque según había entendido por sus compañeros colaboradores, las que ellos conocían resultaban excesivamente costosas, pero ofrecían estadísticas de uso para su análisis de calidad de servicio, y en muchos casos tuvieron que optar por soluciones muy pobres que les aportaban escasa o nula información en la mayor parte de los casos.

Tras la conversación con Zutano, le explicamos que con el sistema Asterisk que había elegido implementar, podría tener el mismo sistema que le comentaron sus compañeros, pero a coste mínimo, solo el coste de implantación por parte de nuestra empresa. El gerente de UCA Autos, no podía dar crédito a nuestras palabras y nos pidió que lo hiciéramos lo antes posible.

Las especificaciones fueron muy sencillas. Para el departamento de almacén existían tres puestos aparte del Mánager. Quería que esos tres puestos fueran los tres componentes de la primera instancia de Call-Center, ya que de momento no tenía intención de contratar más personal y ver si podía valerse para atender a sus clientes con lo que disponía en la actualidad, o plantear alguna ampliación en un futuro.

Por otro lado, quería tener un teléfono directo específico para el Call-Center, al entrar la llamada, diese un mensaje de bienvenida, y pusiera al cliente en la cola de espera hasta que pudiera ser

atendido por un agente. Y si fuera posible también nos pidió que el sistema dijera eventualmente al cliente en espera, su posición en la cola. Le confirmamos que sus peticiones eran todas posibles, y que nos pondríamos manos a la obra de inmediato.

Finalmente le preguntamos como quería distribuir sus llamadas entre los agentes disponibles. Le hicimos algunos comentarios sobre las estrategias disponibles, y eligió la estrategia más simple de momento, dado que todavía no conocía en profundidad como resultaría esta nueva operación, que sonase por igual el teléfono en todas las líneas disponibles a cada momento.

4.4.1. Colas en Asterisk

En primer lugar, crearíamos dentro de la máquina Asterisk, el fichero de configuración específico para el sistema de Colas. Pese a que existen muchos parámetros disponibles nos centraríamos en las peticiones del Sr. Zutano, y si en un futuro apreciaba deficiencias, intentaríamos ajustárselas con las mismas.

El fichero se muestra a continuación:

/etc/asterisk/queues.conf

```
[general]

; Opciones generales practicas
persistentmembers = yes
autofill = yes
monitor-type = MixMonitor

[almacen]

; Estrategia llamar a todos
strategy = ringall
; Intervalo de Servicio para
; estadísticas
servicelevel = 60
; Tiempo de reintento si el
; agente corta la llamada
retry = 5
; Tiempo de "reposicion" del Agente
wrapuptime = 20
; Autopausa si el agente no atiende
; las llamadas
autopause = yes
; Tiempo de anuncio periodico
announce-frequency = 15
; Anuncia la posición solamente
announce-position = yes
; Tiempo mínimo entre anuncios
min-announce-frequency = 10

member => SIP/32,0,Perico
member => SIP/33,0,Francis
member => SIP/34,0,Pep
```

La mayor parte de las opciones quedan comentadas, significativamente, hemos asociado tres agentes de la cola que hemos creado llamada .Almacén con los respectivos nombres de usuario, y asociados a los tres dispositivos SIP de cada uno de ellos.

Por otro lado en el Plan de Marcación necesitamos hacer algunos ajustes a petición. Ajustamos un nuevo teléfono de tipo DDI ofrecido por la operadora:

/etc/asterisk/extensions.conf

```
;Numero General de UCA Autos
exten => 956001181,1,Goto(especiales,101,1)
```

Y por otro lado, creamos la extensión 101 en el contexto [especiales] para poder acceder a la cola **almacén** recién creada.

/etc/asterisk/extensions.conf

```
[especiales]

exten => 101,1,NoOp()
same => n,Playback(bienvenida)
same => n,Queue(almacen)
same => n,Hangup()
```

Finalmente queremos darle la opción a los usuarios del Call-Center para que se puedan poner en modo Pausa, por si tienen que atender otras necesidades. Para ello vamos a crear Macros que se ajusten a la función de poner y quitar la Pausa del Agente dentro de la cola dentro del plan de marcación de las respectivas extensiones:

/etc/asterisk/extensions.conf

```
[macro-pausa]
exten => s,1,NoOp()
same => n,PauseQueueMember(almacen,SIP/${MACRO_EXTEN:1})
same => n,Hangup()

[macro-sinpausa]
exten => s,1,NoOp()
same => n,UnpauseQueueMember(almacen,SIP/${MACRO_EXTEN:1})
same => n,Hangup()

[extensiones]

exten => _73[2-4],1,Macro(pausa)
exten => _83[2-4],1,Macro(sinpausa)
```

Con esto quedaría el sistema base de Colas completamente funcional. Ahora por otro lado, queremos ofrecerle a UCA Autos eso que la mayor parte, ofrece como una solución con licencias bastante caras, el sistema de Estadísticas de control y Analisis.

Para ello vamos a utilizar la herramienta Asternic Stats, en su formato Open Source. Siguiendo el esquema de instalación ofrecido en la Wiki ⁸ tenemos montado todo en un tiempo relativamente corto, podemos ver en la Figura 4.3 una captura de la lista de los tres usuarios de Almacén y su respectiva disponibilidad.

⁸WIKIAsterisk, Asternic Stats, http://wikiasterisk.com/index.php?title=Asternic_Stats




Estado de Agentes		
Cola	Agente	
almacen	Pep	 No disponible
almacen	Francis	 Libre
almacen	Perico	 En Pausa

Figura 4.3: Captura de la Pantalla de Disponibilidad de Agentes de Asternic

4.5. Nuevas Incorporaciones

Poco tiempo después de incorporar el Centro de Llamadas para Almacén dentro de la empresa, el gerente Sr. Doe, vuelve a contactar con nosotros. Nos indica que el sistema ha prosperado y que el Mánager de Almacén ha conseguido controlar la situación sin mucha dificultad, próximamente contratarán a una persona más, y así modifiquemos un poco el sistema, porque se ven un poco desbordados dado que se les acumula el trabajo que ya previamente hacían con la nueva encomendación, aunque sus ventas estaban aumentando de forma bastante fuerte. Pero la llamada fue realmente para informarnos, que había contratado a una nueva persona, dentro del departamento de Marketing, ya que tenían intención de mejorar algunos aspectos a nivel tecnológicos dentro de la empresa, y montar un CRM para la gestión de la fuerza comercial dado que también estaba aumentando y tenía programado contratar dos vendedores más en los próximos días. Concertamos una cita con el nuevo empleado, llamado Pedro de los Palotes, unos días después de incorporarse.

La nueva figura, tenía conocimientos aceptables sobre el mundo del marketing, pero su principal manejo era las tecnologías de la información, y unos buenos conocimientos de informática en general. Durante la reunión que mantuvimos con el, nos comentó por encima alguna de las funciones que tenía que cumplir, y que tenían mucho que ver con nosotros, dado que necesitaba que introdujéramos algunas modificaciones en la central si fueran posibles. Además el Sr. Doe le dio carta blanca para ello, dado que tenía muy buenas referencias de él, y sabía bien lo que hacía. Lo que pudimos sacar fue:

1. Le habían ofrecido la oportunidad de montar en un servidor independiente para incorporar un sistema de CRM
2. Querían que controlara los gastos y la facturación de los conceptos de telefonía dado que habían observado ciertos usos indebidos, pero no sabían a quien achacar esta responsabilidad
3. Necesitaban que el Sr. de los Palotes, tuviera más autocontrol sobre Asterisk, aunque no tenía conocimientos de como funcionaba internamente, el sistema, para poder ser algo más autónomos dado los cambios que se avecinaban.
4. Finalmente, también el Mánager Comercial, el cual tenía dificultades a veces para establecer la comunicación con sus proveedores cuando necesitaban tener conversaciones entre más de dos usuarios simultáneamente, le había encomendado ver si era posible alguna pequeña mejora para poder solucionar esto.

Tras poner cada una de las tareas encima de la mesa, hicimos un primer planteamiento para dividir las nuevas encomendaciones en diferentes secuencias que iríamos incorporando en nuestra máquina Asterisk progresivamente para ir probando su funcionalidad con Pedro. Le pareció bien, y nos pusimos manos a la obra.

4.5.1. Generación Automática de Eventos

Antes de nada, creamos una nueva extensión para el Sr. Pedro de los Palotes, dentro del grupo de Marketing, la número 54, en el fichero sip.conf, y por otro lado, le habilitamos dicha extensión en el Plan de Marcación extensions.conf.

En primera instancia, hicimos un breve análisis de sus pretensiones de montar un servidor CRM propio, dado el mantenimiento y dedicación que esto llevaba, queríamos averiguar un poco su planteamiento y de que forma quería que nuestro sistema Asterisk trabajara con su sistema CRM. En primer lugar, no observamos que tuviera ningún conocimiento acerca de sistemas de motorización de sistemas informáticos, dado que en realidad aun sus buenos conocimientos del tema, realmente su función no era la mantener el sistema.

Hasta la fecha según nos comento, en su anterior empresa, había estado trabajando con un CRM llamado vTiger CRM [7], lo cual nos agradó bastante dado que conocíamos su buena integración con Asterisk a través del Asterisk Manager Interface. Pero en su caso, solo había utilizado vTiger en un servidor externalizado online, y todas las tareas de mantenimiento se las llevaba una empresa de hosting web, y el solo se encargaba de administrar y gestionar el sistema CRM. Según había oído, era posible con los CTI ⁹ de algunas PBX, era posible que directamente desde la interfaz web de vTiger, los usuarios pudieran cursar llamadas, y otras tantas funcionalidades.

Le informamos que esto era posible, siempre y cuando el servidor para su servicio, estuviera dentro de la misma red local, dado que .^{abrir.} Internet el CTI de Asterisk suponía serias implicaciones en la seguridad del sistema de las cuales no podíamos hacernos totalmente responsables. Le pusimos en contacto con una empresa colaboradora nuestra, Çadiz Computers"para que le facilitarán el trabajo de montaje, mantenimiento y administración del servidor CRM, pero de momento para que pudieran empezar a trabajar, le informamos de una funcionalidad de Asterisk que le serviría para poder establecer un mínimo de motorización sobre el estado de su servidor web, donde se contenía la aplicación vTiger, que realmente estaba basada en el lenguaje de programación PHP.

Para ello en primer lugar, considerando que el servidor web ya esta funcionando con su aplicación CRM en marcha, instalamos telnet en nuestro servidor Asterisk:

```
sudo aptitude install telnet
```

Y creamos un script bash que va a cumplir las función de motorización en un nivel muy básico, pero haciendo uso de nuestro sistema Asterisk como estaba previsto:

./apache_monitor.sh

```
#!/bin/bash

SERVER="home-asterisk.local"
PORT="80"
WORKDIR="/home/asterisk/repositorio/scripts"

echo "quit" | telnet $SERVER $PORT | grep "Escape character is"

if [ "$?" -ne 0 ]; then
    cp $WORKDIR/apache_warning.call $WORKDIR/apache_warning_temp.call
    mv $WORKDIR/apache_warning_temp.call /var/spool/asterisk/outgoing/
    exit 1
fi
```

⁹CTI en Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Computer_Telephony_Integration

Debemos darle privilegios de escritura:

```
chmod +x apache_monitor.sh
```

Y ahora tenemos que crear el fichero que generara un Llamada Automatica ¹⁰, que llamaremos **apache_warning.call**:

./apache_warning.call

```
Channel:SIP/54
Application:Playback
Data:alerta-web
CallerID:Emergencias CRM <111>
MaxRetries:3
WaitTime:90
RetryTime:10
```

Finalmente añadimos una linea en el fichero del proceso Cron, crontab, para que comprueba cada minuto, el estado de nuestro servidor gracias al script recién creado:

/etc/crontab

```
*/1 * * * * sh /home/asterisk/repositorio/scripts/apache_monitor.sh
```

En el momento que el servidor web deje de atender a las peticiones entrantes por el puerto 80, el Sr. de los Palotes recibirá una llamada de emergencia en su extensión personal, cuyo CallerID será Emergencias CRM <111>, hasta que se resuelva el problema.

4.5.2. Probando nuestro CTI, Asterisk Manager Interface

Ahora vamos a montar el sistema para que el CRM vTiger pueda integrarse con nuestra máquina Asterisk. Tan pronto este preparado le daremos las credenciales al nuevo responsable IT para que pudiera poner en marcha lo necesario.

Cuando hicimos la primera instalación de Asternic Stats para la gestión de Colas ya tuvimos una pequeña aproximación al Manager de Asterisk, pero ahora se verá un poco más en detalle dados algunos problemas que surgieron durante la integración del sistema vTiger con nuestra máquina.

En primer lugar, necesitábamos definir el fichero manager.conf, encargado de toda la gestión de AMI y adaptarlo un poco más para diferenciar el proceso específico de Asternic, de la integración de vTiger, especialmente por si tenemos la necesidad de tener controlados los eventuales problemas posibles a nivel de depuración.

Para ello editamos el ficheros con la siguiente información:

/etc/asterisk/manager.conf

```
[general]
enabled = yes
port = 5038
```

¹⁰WikiAsterisk Generación Automática de Llamadas,
http://wikiasterisk.com/index.php?title=GeneraciC3B3n_Autom%C3A1tica_de_llamadas

```

webenabled = no
bindaddr = 0.0.0.0
allowmultiplelogin = yes
displayconnects = yes
timestampevents = yes
authlimit = 30

[qstats]
secret = qstats
read = all
permit = 127.0.0.1/255.255.255.0
permit = 192.168.101.151/255.255.255.0

[vtiger]
secret = vtiger
read = all
write = call
permit = 127.0.0.1/255.255.255.0
permit = 192.168.101.151/255.255.255.0

```

Viendo este fichero en detalle podemos observar por un lado, que hemos especificado un usuario concreto para Asterisk Stats, y le hemos retirado todos los privilegios de escritura, dado que al ser solo una aplicación de monitoreo no le va a hacer falta. Podríamos entender por el contexto de la aplicación que tipo de permisos de lectura le harían falta (seguramente los parámetros **agent** y **call** serían suficientes).

Y por otro lado, ya hemos definido un usuario específico para hacer la integración con vTiger, tampoco tenemos muy claro que permisos le harían falta, en este caso hemos definido la dirección IP local del servidor al que va a hacer referencia, para al menos establecer un punto más de seguridad y control al respecto.

El resto de los parámetros son los necesarios para el buen funcionamiento como podemos ver en detalle en el apartado de configuración del AMI ¹¹ dentro de la WikiAsterisk.

A partir de aquí nos ponemos en contacto con Pedro para intentar coordinar el funcionamiento del sistema y ver si realiza la operación de manera adecuada. Ya hicimos otras integraciones de vTiger con nuestro sistema Asterisk en el pasado, pero dadas las constantes actualizaciones del CRM queríamos asegurarnos que todo iba bien.

En primer lugar, hicimos la parte de configuración más clásica del sistema para el usuario del Mánager Comercial que sería uno de los principales actores dentro de esta aplicación, el Sr. Douglas, según vemos en la siguiente figura 4.4

7. Asterisk Configuration

Asterisk Extension	21	Receive Incoming Calls	yes
--------------------	----	------------------------	-----

Figura 4.4: Configuración de la extensión en Vtiger

Por otro lado era necesario cubrir los aspectos concretos de configuración del sistema Vtiger para interconectar con nuestra interfaz AMI con las credenciales recién configuradas, reflejado en la Figura 4.5.

¹¹Configuración AMI, <http://wikiasterisk.com/index.php?title=AMI>

Asterisk Configuration	
Asterisk server IP	192.168.101.152
Asterisk server port	5038
Asterisk username	vtiger
Asterisk password
Asterisk Version	1.6 ▼

Figura 4.5: Configuración de los parámetros AMI en Vtiger

Con esto supuestamente le indicamos al Sr. de los Palotes que probara a realizar las operaciones que conocía para trabajar con el sistema vTiger, pero comprobamos que no funcionaba nada. Buscando en la web, pudimos observar que vTiger requería de algunas modificaciones a nivel interno para su correcta integración con nuestro Plan de Marcación, así que revisando la página oficial de configuración ¹² nos dimos cuenta que era fundamental modificar un archivo propio del PBXManager (al parecer un módulo encargado de realizar toda esta gestión de interpretación de Mánager de Asterisk), y las modificaciones pertinentes las hicimos según podemos ver a continuación:

./www/vtigercrm/modules/PBXManager/utis/AsteriskClass.php

```
switch ($typeCalled) {
    case "SIP":
        $context = "extensiones";
        break;
    case "PSTN":
        $context = "extensiones"; // "outbound-dialing";
        break;
    default:
        $context = "extensiones";
}
```

Con esto pudimos hacer que todas las llamadas salientes desde vTiger, se encaminaran a nuestro contexto de "extensiones" principal, con suponía observar. Al parecer era posible realizar personalizaciones dentro de vTiger en función del tipo de teléfono al que deseáramos llamar (si fuera un teléfono tipo SIP, o por la línea de teléfono convencional (PSTN), pero como en nuestro caso, no hacemos esta diferenciación

¹²PBXManager Wiki de Vtiger, https://wiki.vtiger.com/index.php/PBX_Manager_Module

dentro de nuestro DialPlan, preferimos optar por utilizar el mismo contexto del DialPlan por defecto.

Y por último estuvimos comprobando, si llamando a la extensión 21 que acabábamos de configurar para el Sr. Douglas, se recibía dentro del sistema vTiger un mensaje pop-up indicando información referente al llamante, para comprobar que no era así. Al parecer las últimas versiones de vTiger provocaban serios fallos en la integración con instalaciones de Asterisk versiones 1.8 o superiores, de hecho como vimos en la Figura 4.5 en la versión solo podíamos indicar 1.6 como máximo.

Así que tuvimos que realizar ya algunas modificaciones más intensas de código, dentro del fichero que manejaba esta habilidad de gestionar las llamadas entrantes.

La incidencia más significativa que encontramos fue, dentro de la función **asterisk_handleResponse2** nos dimos cuenta, que no solo el condicional tampoco valía, la sintaxis de uno de los parámetros llamado AppData del comando NewExten, había cambiado significativamente, por esto adaptamos un poco el código PHP para que sirviera para esta nueva aplicación:

./www/vtigercrm/cron/modules/PBXManager/AsteriskClient.php

```
// if($mainresponse['Event'] == 'Newexten' &&
// (strstr($appdata, "__DIALED_NUMBER") ||
// strstr($appdata, "EXTTOCALL"))
if($mainresponse['Event'] == 'Newexten' &&
\ $mainresponse['Application'] == 'Dial')

// $splits = explode('=', $appdata);
// $extension = $splits[1];
$splits = explode('/', $appdata);
$longextension = $splits[1];
$splits = explode(',', $longextension);
$extension = $splits[0];
```

Esto ocurría porque concretamente, utilizando la función PHP `.explode` para segmentar una cadena de texto, la cadena dentro Event Newexten, correspondiente al parámetro AppData, tenía una estructura del tipo, SIP/10,30, siendo SIP/10 el dispositivo SIP al que apuntaría la aplicación para mostrar el mensaje emergente, y 30, los segundos antes del "timeout". Con esto, retiraría todos estos argumentos y nos quedaríamos exclusivamente con el "10" para este ejemplo que podría corresponderse con la extensión asignada a un usuario en el sistema vTiger.

Y con estos dos cambios el sistema ya funcionaba a la perfección, y dimos por integrado vTiger con nuestra versión de Asterisk.

A continuación en la Figura 4.6 y la Figura 4.7 podemos comprobar los mensajes emergentes, y visualizar la correcta puesta en marcha.

4.5.3. Devolviendo el Control al Cliente

Atendiendo a la petición de nuestro cliente para poder ofrecerle la posibilidad de ser más autónomo en la gestión de sus propias extensiones, con la voluntad de darlas de alta y baja por cuenta propia, era fundamental incorporar en nuestro sistema Asterisk un nuevo elemento, el sistema Asterisk RealTime, equivalente a "trasvasar" todo el sistema de configuración interno de los ficheros de texto plano, estáticos por naturaleza, a un sistema más dinámico, basado en Bases de Datos, cuya interpretación de las mismas cara a la configuración del sistema, se haría en tiempo real. Esta funcionalidad que ofrece Asterisk, es

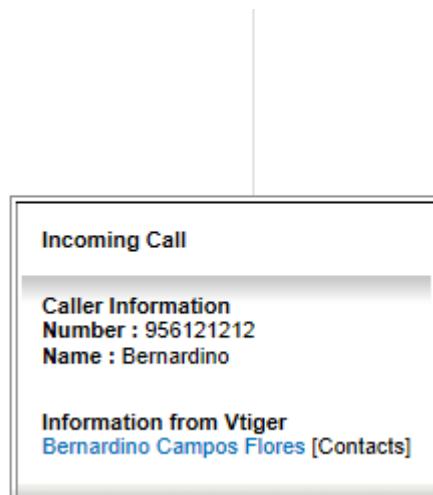


Figura 4.6: Llamada Entrante en Vtiger

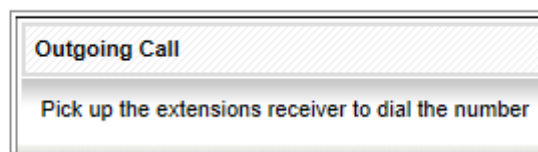


Figura 4.7: Llamada Saliente en Vtiger

muy práctica, si tenemos la intención de querer brindar algún tipo de interfaz, por ejemplo, en entorno web, para modificar los parámetros de una manera mucho más cómoda y confiable.

Aunque es cierto que existen interfaces web ya creadas a medida para Asterisk, que no requieren de Bases de datos, ya que también permiten interpretar los ficheros de texto plano directamente, y estos adaptarlos a la misma, para mostrar su contenido y poder a su vez ser editado y reintroducido en los ficheros de configuración, el nivel de control que brindan al usuario que las utiliza es prácticamente total, y esto significa que un usuario inexperto podría provocar un problema en el sistema de forma casi involuntaria.

Además, por la propia definición de estas interfaces, su sistema radica, primero, en una lectura línea por línea del fichero de configuración, para interpretar su contenido, plasmarlo en la interfaz cara al usuario, y luego en caso de edición por parte de este, volver a reescribir literalmente ese fichero de texto de forma automáticamente, en el formato más conveniente por el sistema interfaz. Esto supone que la introducción y configuración de nuevos parámetros por un usuario más avanzado puede suponer una interferencia e incluso una inconveniencia, aunque dado el caso, existe la posibilidad de adaptar ficheros de configuración a medida en comunión a los "automáticos" generados por estas interfaces, que en un peor de los casos, incluso podrían provocar una redundancia en la funcionalidad (y poder derivar en errores de difícil detección)

En general este tipo de interfaces, solo son utilizadas por usuarios noveles del sistema Asterisk y el nivel de personificación de la máquina esta limitada realmente al número de posibilidades que ofrezcan estas interfaces por defecto independientemente de las posibilidades de "personalización" que puedan llegar a aportar. Algunos de los contras que he comentado, suelen ser las críticas que alegan, la mayor parte de los usuarios más experimentados en la comunidad Asterisk.

En consecuencia a esto, la idea para poder ofrecer autonomía sería la siguiente:

1. Vamos a ofrecer la posibilidad de configurar pares SIP a voluntad del usuario, como extensiones posibles dentro del rango 10 al 59
2. Tendremos que pasar la configuración del sistema SIP a Asterisk RealTime realizando las configuraciones en el sistema oportunas
3. Tendremos que modificar el plan de marcación para ofrecer el número máximo de opciones que contemplen el rango limitado de creación de extensiones que vamos a ofrecer
4. Finalmente crearemos una aplicación en PHP para la creación y eliminación de extensiones SIP de forma dinámica

Considerando esto, en primer lugar, tocaría realizar la configuración de los ficheros correspondientes, para poder establecer un puente entre Asterisk, y nuestra base de datos SQL donde alojaremos la configuración de los pares SIP (sippeers). Para ello utilizaremos el driver ODBC de nuestro sistema Linux que asociaremos con el recurso ODBC que ofrece Asterisk.

El primer fichero de configuración sería extconfig.conf como vemos a continuación:

/etc/asterisk/extconfig.conf

```
[settings]
sippeers => odbc,asterisk_odbc,pares_sip
```

Un fichero muy sencillo, indicamos que el módulo que vamos a convertir es el encargado de gestionar los pares del canal SIP, utilizando el driver ODBC, para enlazarlo con el recurso ODBC de Asterisk en el contexto **asterisk_odbc**, y que la tabla se llamará **pares_sip**.

Ahora el segundo fichero, sería res_odbc.conf:

/etc/asterisk/res_odbc.conf

```
[asterisk_odbc]
enabled => yes
dsn => asterisk
username => asterisk
password => asterisk
pre-connect => yes
```

En este caso también una estructura muy sencilla. Especificamos que el DSN del Driver ODBC será llamado asterisk, y queremos que conecte utilizando unas credenciales específicas que vamos a añadir en nuestra base de datos MySQL del paquete LAMP que instalamos al principio

Ahora vamos a modificar el fichero sip.conf donde se encuentran los pares en formato ".estático", para que se adapte a la nueva configuración en formato Asterisk Realtime "dinámico". Nos quedaría tan simple de la siguiente forma:

/etc/asterisk/sip.conf

```
[general]
; Nuestro idioma
language = es
; Cambiamos el puerto para ofrecer seguridad por ocultacion
bindport = 35060
allowguest = no
register => ucaaautos:12345678@home-asterisk.local:35060
srvlookup = yes
; Parametro especifico de Asterisk RealTime
rtcachefriends = yes
```

Con estos pasos tan sencillos, ya tenemos la parte Asterisk funcionando.

Ahora nos toca preparar el Driver ODBC a nivel Linux. Considerando que estamos trabajando con Ubuntu, es importante, dado que las librerías ODBC para MySQL se ubican en directorios diferentes que en otras distribuciones como RedHat o CentOS. Por ello necesitamos especificar la ruta exacta utilizando el fichero de configuración ubicado en el directorio /etc/, llamado **odbcinst.ini**:

/etc/odbcinst.ini

```
[MySQL]
Description = MySQL ODBC MyODBC Driver
Driver = /usr/lib/odbc/libmyodbc.so
Setup = /usr/lib/odbc/libmyodbcS.so
```

Es importante considerar que tenemos los paquetes unixodbc y libmyodbc, para el correcto funcionamiento:

```
sudo aptitude install unixodbc libmyodbc
```

Y finalmente configuramos el DSN en el fichero odbc.ini:

/etc/odbc.ini

```
[asterisk]
Description = ODBC para MySQL
Driver = MySQL
Server = localhost
Database = asterisk
Socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock
```

En este caso, dado que las credenciales las especificamos en el recurso ODBC, vamos a realizar la conexión utilizando un socket específico para mysql que en Ubuntu server se encuentra en el directorio especificado dentro de la configuración de este fichero.

Ahora, necesitamos prepara la Base de Datos SQL, utilizando mySQL, concretamente la interfaz grafica phpMySQL basada en el lenguaje de programación PHP. Pero eventualmente para las primeras tareas básicas de configuración vamos a utilizar la interfaz por linea de comandos que incorpora MySQL en su instalación.

En primer lugar vamos a crear la base de datos **asterisk**, especifica para el cometido que estamos buscando:

```
mysqladmin -u root -p create asterisk
```

Ahora vamos a crear un usuario llamado asterisk, para que pueda operar exclusivamente en esta base de datos:

usuarioasterisk.sql

```
CREATE USER 'asterisk'@'localhost' IDENTIFIED BY 'asterisk';
GRANT USAGE ON * . * TO 'asterisk'@'localhost' IDENTIFIED BY 'asterisk'
WITH MAX_QUERIES_PER_HOUR 0 MAX_CONNECTIONS_PER_HOUR
0 MAX_UPDATES_PER_HOUR 0 MAX_USER_CONNECTIONS 0 ;
GRANT ALL PRIVILEGES ON 'asterisk' . * TO 'asterisk'@'localhost';
```

Y lo introducimos en nuestro sistema:

```
mysql -u root -p < usuarioasterisk.sql
```

Ahora finalmente vamos a crear la tabla pares_sip dentro de la base de datos llamada asterisk, para ello creamos un fichero y lo cargamos:

pares_sip.sql

```
CREATE TABLE `pares_sip` (
  `id` int(11) NOT NULL auto_increment,
  `name` varchar(80) NOT NULL default '',
  `host` varchar(31) NOT NULL default '',
  `nat` varchar(5) NOT NULL default 'no',
  `type` enum('user','peer','friend') NOT NULL default 'friend',
  `callerid` varchar(80) default NULL,
  `context` varchar(80) default NULL,
  `defaulttip` varchar(15) default NULL,
  `dtmfmode` varchar(7) default NULL,
  `fromuser` varchar(80) default NULL,
  `fromdomain` varchar(80) default NULL,
  `insecure` varchar(20) default NULL,
  `mailbox` varchar(50) default NULL,
  `md5secret` varchar(80) default NULL,
  `deny` varchar(95) default NULL,
  `permit` varchar(95) default NULL,
  `qualify` char(3) default NULL,
  `secret` varchar(80) default NULL,
  `disallow` varchar(100) default 'all',
  `allow` varchar(100) default 'alaw;ulaw;gsm',
  `port` smallint(5) unsigned NOT NULL default '0',
  `regserver` varchar(100) default NULL,
  `regseconds` int(11) NOT NULL default '0',
  `lastms` int(11) NOT NULL default '0',
  `username` varchar(80) NOT NULL default '',
  `defaultuser` varchar(80) NOT NULL default '',
  `subscribecontext` varchar(80) default NULL,
  `useragent` varchar(20) default NULL,
  `useradmin` int(1) NOT NULL DEFAULT '0',
  PRIMARY KEY (`id`),
```

```

UNIQUE KEY `name` (`name`),
KEY `name_2` (`name`)
) ENGINE=MyISAM ROW_FORMAT=DYNAMIC;

```

```
mysql -u root -p asterisk < pares_sip.sql
```

Notese que existe un campo, que no es creado por defecto en este tipo de tabla de sippeers. Estamos hablando del campo **useradmin**, que nos va a servir a posteriori, cuando diseñemos una pequeña aplicación para poder ofrecer un entorno visual de edición de usuarios de esta tabla, para configurar el sistema de pares al completo. Así que le damos este privilegio (1) a la extensión 10 y 54 que serán en principio mientras no se diga lo contrario, los dos "administradores" del sistema.

Con toda la estructura creada, solo nos queda empezar a insertar los pares con los que veníamos trabajando anteriormente dentro de la tabla y comprobar que todo funciona correctamente. Para ello creamos otro fichero sql donde insertamos toda la información al respecto, en este caso vamos a utilizar 3 pares de ejemplo, el resto los haremos utilizando la herramienta phpMyAdmin:

ejemplo_pares_sip.sql

```

INSERT INTO `asterisk`.`pares_sip` (`id`, `name`, `host`, `nat`, `type`,
`callerid`, `context`, `defaulttip`, `dtmfmode`, `fromuser`, `fromdomain`,
`insecure`, `mailbox`, `md5secret`, `deny`, `permit`, `qualify`, `secret`,
`disallow`, `allow`, `port`, `regserver`, `regseconds`, `lastms`,
`username`, `defaultuser`, `subscribecontext`, `useragent`, `useradmin`)
VALUES (NULL, `provedorip`, `home-asterisk.local`, `no`, `friend`, NULL,
`entrantes`, NULL, NULL, `ucaautos`, NULL, `invite`, NULL, NULL, NULL,
NULL, `yes`, `12345678`, `all`, `g729;ilbc;gsm;ulaw;alaw`, `35060`, NULL,
`0`, `0`, ``, `ucaautos`, NULL, NULL, `0`);

INSERT INTO `asterisk`.`pares_sip` (`id`, `name`, `host`, `nat`, `type`,
`callerid`, `context`, `defaulttip`, `dtmfmode`, `fromuser`, `fromdomain`,
`insecure`, `mailbox`, `md5secret`, `deny`, `permit`, `qualify`, `secret`,
`disallow`, `allow`, `port`, `regserver`, `regseconds`, `lastms`,
`username`, `defaultuser`, `subscribecontext`, `useragent`, `useradmin`)
VALUES (NULL, `21`, `dynamic`, `no`, `friend`, NULL, `manager`, NULL,
`rfc2833`, NULL, NULL, NULL, `21@default`,
`5dbe664c6d998967ad9bfe4ea37521a1`,
NULL, NULL, `yes`, ``, `all`, `g729;ilbc;gsm;ulaw;alaw`, `0`, NULL, `0`,
`0`, ``, ``, NULL, NULL, `0`);

INSERT INTO `asterisk`.`pares_sip` (`id`, `name`, `host`, `nat`, `type`,
`callerid`, `context`, `defaulttip`, `dtmfmode`, `fromuser`, `fromdomain`,
`insecure`, `mailbox`, `md5secret`, `deny`, `permit`, `qualify`, `secret`,
`disallow`, `allow`, `port`, `regserver`, `regseconds`, `lastms`,
`username`, `defaultuser`, `subscribecontext`, `useragent`, `useradmin`)
VALUES (NULL, `54`, `dynamic`, `no`, `friend`, NULL, `resto`, NULL,
`rfc2833`, NULL, NULL, NULL, `54@default`,
`037f3c092ae05f73054d2d2dd0e7d5dc`,
NULL, NULL, `yes`, ``, `all`, `g729;ilbc;gsm;ulaw;alaw`, `0`, NULL, `0`,
`0`, ``, ``, NULL, NULL, `1`);

```

```
mysql -u root -p asterisk < ejemplo_pares_sip.sql
```

Ahora es el momento de diseñar una aplicación en PHP muy sencillo para poder llevar una pequeña gestión de los pares SIP de forma descentralizada por parte de nuestro usuario. La idea sería, basandonos en la tabla recién creada "pares_sip", poder considerarla como un sistema de acceso de usuarios para ciertos usuarios, y además, será la tabla que realmente pretendemos que nuestros usuarios de UCA Autos puedan editar a voluntad. Este script de momento es una primera instancia para poder ofrecer lo que nuestros usuarios necesitan, pero quizá en un futuro sería mejorable, optimizando la seguridad de acceso al mismo, ya que con técnicas poco ortodoxas como la Inyección de código SQL podrían acceder al mismo sin grandes dificultades.

El script se irá describiendo a continuación ¹³, primero conectamos a la base de datos **asterisk**:

./www/usuarios.php

```
<?php

// Conexion a la base de Datos

$base = "asterisk";
$host = "localhost";
$user = "asterisk";
$password = "asterisk";
$conexion = mysql\_connect($host,$user,$password);
$result = mysql\_select\_db($base,$conexion)
or die ("Error en la Conexion a BD");
```

A continuación, registramos una sesión con una Cookie, y hacemos una consulta condicional, a la base de datos en caso que no estemos logeados (es decir, en nuestra Cookie, no aparezca la variable de sesión **login** que indica que estamos registrados), y con esta consulta, comprobamos si el usuario esta registrado o no, en caso que lo este, registramos las variables de sesión incluyendo la variable **login**, para que no nos vuelva a solicitar inicio de sesión en adelante.

Como vemos, en caso que no hubiesemos accedido al sistema, nos aparecería un pequeño formulario pidiendo las credenciales, que al rellenarlo, lanzaría las credenciales como variables para una consulta SQL contra nuestra Base de Datos:

./www/usuarios.php

```
session_start();

// Si no estamos logeados

if (!$_SESSION['login'])
{
    if(isset($_POST['loginsubmit']))
    {
        $usuario = $_POST['usuario'];
        $password = $_POST['password'];

        if((!$usuario) || (!$password))
        {
```

¹³Montando un Sistema Asterisk Autonomo I,
<http://10000horas.com/asterisk/2011/12/08/montando-un-sistema-asterisk-autonomo-i>

```

echo "Error 1<br>";
exit();
}
$password = $usuario.":asterisk:". $password;
$password = md5($password);
$query = mysql_query("SELECT * FROM pares_sip WHERE
name='$usuario' AND md5secret = '$password' AND useradmin = '1'");
if (mysql_num_rows($query) > 0)
{
session_register('login');
$_SESSION['login'] = '1';
}
else
echo "Error 2<br><br>";

echo "<a href='usuarios.php'>Home</a>";
}
else
{
echo "<form method='post' action='?'>";
echo "Usuario: <input name='usuario' type='text'><br>";
echo "Contrase&ntilde;a: <input name='password' type='password'><br>";
echo "<input type='submit' name='loginsubmit'>";
echo "</form>";
}
}

```

En caso que ya estemos logeados, nos ofrece un pequeño menu por si queremos avanzar hacia el formulario para insertar o destruir registros SIP o si queremos salir, en el segundo caso, destruiría la Cookie con la sesión y nos daría la opción a volver a la pantalla de inicio de la aplicación donde nos vuelve a solicitar las credenciales de acceso.

A partir de aquí, considerando, que hayamos lanzado el formulario que veremos al final de la descripción de esta aplicación, en caso que hayamos rellenado el formulario de insertar un registro, recibiríamos los parámetros, y crearíamos una consulta SQL con los mismos a medida, para insertarla en nuestra base de datos. Con esto quedaría registrado nuestro usuario y podríamos volver a nuestro panel principal.

./www/usuarios.php

```

// Si ya estamos logeados

else
{
// Salida del Sistema
if(isset($_REQUEST['exit']))
{
session_destroy();

if(!session_is_registered('login'))
echo "<a href='usuarios.php'>Home</a>";

}
// Insercion de un nuevo Registro

```

```

elseif(isset($_POST['insertsubmit']))
{
    $sipuser = $_POST['sipuser'];
    $sippass = $_POST['sippass'];
    $contexto = $_POST['contexto'];
    $sippass = $sipuser.":asterisk:". $sippass;
    $sippass = md5($sippass);
    $buzon = $sipuser."@default";
    $query = mysql_query("INSERT INTO pares_sip
('name', 'host', 'nat', 'type', 'context', 'md5secret',
'qualify', 'disallow', 'allow', 'port', 'regseconds',
'lastms', 'username', 'defaultuser', 'mailbox')
VALUES ('$sipuser', 'dynamic', 'no', 'friend', '$contexto',
'$sippass', 'yes', 'all', 'alaw;gsm;ulaw',
'0','0','0','','',' $buzon')");

    echo "<a href='usuarios.php'>Home</a><br>";
    echo "<a href='usuarios.php?exit'>Exit</a>";
}

```

La segunda posibilidad, es que hayamos optado por pulsar el botón del formulario principal para borrar un registro SIP. En este caso, haría el borrado lanzando la consulta SQL correspondiente, asociándolo al identificador concreto del Par SIP que hayamos decidido eliminar:

./www/usuarios.php

```

// Borrado de un Registro
elseif(isset($_POST['deletesubmit']))
{
    $sipid = $_POST['sipid'];
    $query = mysql_query("DELETE FROM pares_sip WHERE id = '$sipid'");

    echo "<a href='usuarios.php'>Home</a><br>";
    echo "<a href='usuarios.php?exit'>Exit</a>";
}

```

Finalmente, están los dos posibles formularios, tanto el de inserción como el de borrado, los cuales recogen las variables para pasárselas a las consultas anteriormente explicadas:

./www/usuarios.php

```

// Formularios de Insercion y Borrado
else
{
    echo "Insertar Registro:<br>";
    echo "<p><form method='post' action='?'>";

    echo "Usuario: <input name='sipuser' type='text'><br>";
    echo "Contrase&ntilde;a: <input name='sippass' type='password'><br>";
    echo "Tipo: <select name='contexto'>";
    echo "<option value='extensiones'>Resto</option>";
    echo "<option value='manager'>Manager</option>";
    echo "<option value='gerencia'>Gerencia</option>";
}

```



```

echo "</select><br>";
echo "<input type='submit' name='insertsubmit' value='Insertar'>";
echo "</form></p>";

echo "<table border='1'>";
echo "<tr><td colspan='2' align='center'>SIP Peers Activos</td></tr>";
echo "<tr><td>Usuario</td><td>Borrar</td></tr>";

$query = mysql_query("SELECT * FROM pares_sip WHERE type = 'friend'");
$rows = mysql_num_rows($query);
for ($i=0;$i<$rows;$i++)
{
    $sippeersarray = mysql_fetch_array($query);
    $sipuser = $sippeersarray['name'];
    $sipid = $sippeersarray['id'];

    echo "<tr>";
    echo "<td>".$sipuser."</td>";
    echo "<td>";
    echo "<form method='post' action='?'>";
    echo "<input type='hidden' name='sipid' value='\"$sipid\"'>";
    echo "<input type='submit' name='deletesubmit' value='Borrar'>";
    echo "</form>";
    echo "</td>";
    echo "</tr>";

}
echo "</table>";
echo "<a href='usuarios.php?exit'>Exit</a>";

}
}
?>

```

Con esta aplicación somos capaces de crear todas las extensiones que creamos antes, exactamente con la misma configuración, en una cuestión de 1 minuto, siendo un ejemplo de escalabilidad y flexibilidad.

Software utilizado

MiKTeX + T_EXnic Center

Debo reconocer que por cuestiones de la vida para desarrollar este proyecto he trabajado principalmente bajo un entorno Microsoft Windows. Aún así esto no quita para utilizar grandes herramientas Open Source como son el caso de la distribución T_EX para Windows llamada MiKTeX[5].

Por otro lado, para la edición existe un IDE de L^AT_EX muy popular en Windows y bastante completo a mi parecer, llamado T_EXnic Center, el proyecto se mantiene en la conocida web SourceForge.org, posee un licenciamiento GPL también y se integra con MiKTeX a la perfección.

Finalmente para la configuración de este documento, he utilizado una plantilla específica para PFC que me ha proporcionado mi Director de Proyecto, y para la documentación referente a las guías de edición, he de hacer referencia a la página web que me ha ido guiando en el proceso. [4]. Gracias a esta guía he introducido cambios generales de estructura para optimizarla un poco más y facilitarme el trabajo en general.

Difusión de WIKIAsterisk

Blog de Investigación: 10000 Horas

El paso previo a la creación de WIKIAsterisk fue el proceso de generación de un Blog con fines de Investigación y Desarrollo con el sistema Asterisk. [1]. Una de las primeras inconveniencias que encontré, era la dificultad de entender el funcionamiento de un sistema de Telecomunicaciones y enfocarlo más como un sistema Informático. Pensé que si desarrollaba mi conocimiento paso a paso, podría resultar útil en un futuro a un recién llegado, o incluso en este caso, me serviría incluso de autoreferencia para apoyar este proyecto.

En la actualidad recibe aproximadamente unas 80-100 visitas diarias, curiosamente, incluso en Google Reader posee varios subscriptores, pese a no ser un blog demasiado activo.

Eventualmente, también me ha servido para recibir feedback por parte de la comunidad en mis desarrollos y así poder perfeccionarlos y depurarlos hasta conseguir niveles de utilidad aceptables. Además se han tratado temas que nunca fueron difundidos antes, y ha servido para sentar algunas bases y como punto de conocimiento para temas concretos.

La idea de ponerle 10000 Horas, fue por el hecho que existe un concepto que basa la idea, que se necesitan esas horas para conseguir la maestría en algo. Yo pretendía alcanzar la maestría en Asterisk pasando esas horas delante del sistema, y gracias al blog, mejorar la curva de aprendizaje de futuros lectores, para reducir la cantidad de tiempo a invertir drásticamente.

Bibliografía

- [1] Manuel Camargo. Asterisk en 10000 Horas. <http://10000horas.com/asterisk>.
- [2] Digium Inc. Pagina oficial de Asterisk. <http://www.asterisk.org>.
- [3] Jim Van Meggelen y Russell Bryant Leif Madsen. *Asterisk The Definitive Guide*. O'Reilly Media, 2011.
- [4] Wikimedia Foundation Múltiples Editores. Latex en Wikibooks. <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX>.
- [5] Christian Schenk. Pagina oficial de MikTex. <http://miktex.org>.
- [6] VOIP-Info LCC. Wiki sobre VoIP en Inglés. <http://www.voip-info.org>.
- [7] vTiger Systems PLD. Sistema vTiger CRM. <http://www.vtiger.com>.
- [8] Omry Yadan. Sistema de Estadísticas Firestats. <http://firestats.cc>.

GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc.

<<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

Preamble

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document “free” in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of “copyleft”, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The “**Document**”, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as “**you**”. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A “**Modified Version**” of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A “**Secondary Section**” is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall

subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The “**Invariant Sections**” are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The “**Cover Texts**” are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A “**Transparent**” copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not “Transparent” is called “**Opaque**”.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The “**Title Page**” means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, “Title Page” means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

The “**publisher**” means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section “**Entitled XYZ**” means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as “**Acknowledgements**”, “**Dedications**”, “**Endorsements**”, or “**History**”.) To “**Preserve the Title**” of such a section when you modify the Document means that it remains a section “Entitled XYZ” according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to

the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.

- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
 - I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
 - J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
 - K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
 - L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
 - M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
 - N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
 - O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the

Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled “History” in the various original documents, forming one section Entitled “History”; likewise combine any sections Entitled “Acknowledgements”, and any sections Entitled “Dedications”. You must delete all sections Entitled “Endorsements”.

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document’s Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled “Acknowledgements”, “Dedications”, or “History”, the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy’s public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

11. RELICENSING

“Massive Multiauthor Collaboration Site” (or “MMC Site”) means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A “Massive Multiauthor Collaboration” (or “MMC”) contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

“CC-BY-SA” means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

“Incorporate” means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is “eligible for relicensing” if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright © YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled “GNU Free Documentation License”.

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the “with . . . Texts.” line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.