

PROYECTO FIN DE CARRERA

# **APRENDIZAJE, SIMULACIÓN Y DESARROLLO SOBRE LAS TECNOLOGÍAS DE VOZ Y DATOS.**



**Junio 2014**

Autor: DAVID COBOS FERNÁNDEZ Y ADRIÁN CERVEL ARCOS

Tutor: AURELIO BERGES GARCÍA

Titulación: INGENIERÍA TÉCNICA DE TELECOMUNICACIÓN

Especialidad: SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

Plan de estudios: 2000

*Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones*

*Universidad Politécnica de Madrid*



## Agradecimientos

David Cobos:

En primer lugar quisiera agradecer a Aurelio Berges la oportunidad que nos ha brindado tanto a mi compañero Adrián Cervel como a mí, para realizar este proyecto y aprender de él. Al departamento de la asignatura Redes y Servicios de Telecomunicación el permitir realizarlo.

A mi compañero de proyecto Adrián por todo el esfuerzo y empeño con el que afrontar cada uno de los retos que nos iban surgiendo en la realización del proyecto. Siendo un gran referente para poder ir cada día a más y de gran valor humano.

A mis abuelos, padres y hermana que han sido la guía referente durante todos estos años los cuales me han dado las fuerzas cuando más las necesitaba, el apoyo y convicción de que podría realizar todo aquello que me plantearse, grandes compañeros que han recorrido en todo momento este viaje sin flaquear en ningún instante, transmitiendo la misma ilusión desde el primer hasta el último día.

A amigos/as tanto conocidos como los que han ido surgiendo durante estos años, que por medio de las horas compartidas juntos en los laboratorios, cafetería, biblioteca han ido aumentando las ganas de seguir luchando, amigos/as como Óscar Gómez, Jaime Angulo, Javier Duran, Lara Pérez, Vanesa Salguero, Enrique González, etc.

A mis compañeros de trabajo por el apoyo recibido en los momentos que se hacían cuesta arriba después de trabajar tantas horas y sacar el lado más divertido, gracias Carmen, José Ángel, Daniel, Yaiza, Afel, Nacho, Germán, Serafín, Eloy, Alex y Jesús.

Gracias a todos y cada uno de vosotros por todo lo aportado en cada momento de esta gran aventura.

Adrián Cervel Arcos:

En primer lugar quiero agradecer a mis padres su constante interés y apoyo, por todo el respaldo que me han dado para poder acabar este proyecto.

En segundo lugar a mi hermana, por orientarme siempre que me perdía. A mi hermano Yago, por siempre animarme y no dejarme tirar nunca la toalla.

A un gran grupo de personas que he conocido en la universidad, que me arriesgaría a llamarles amigos. Gracias a vosotros Javier, Carlos, Jaime y Rober por esas horas invertidas en la biblioteca y en la universidad apoyándonos unos a otros.

A mi gran compañero de PFC David, por la buena compenetración a la hora de realizar el trabajo y lo profesional que es a la hora de trabajar con él.

Y por supuesto no puedo olvidarme de Aurelio, por su gestión, paciencia y trato cercano, que ha hecho muy llevadera y amena la realización de este proyecto.



## Resumen

El objetivo del Proyecto Fin de Carrera (PFC) es el de conocer, simular y crear una red VoIP sobre una red de datos en un entorno docente, más concretamente, en la asignatura *Redes y Servicios de telecomunicación* en Grado en Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Una vez se adquieran los conocimientos necesarios, se propondrán una serie de prácticas para que los alumnos se vayan familiarizando con el software y hardware utilizados, de manera que, se irá subiendo el grado de dificultad hasta que puedan realizar una auténtica red VoIP por sí mismos. A parte de la realización de las prácticas, los alumnos deberán pasar una prueba de los conocimientos adquiridos al final de cada práctica mediante preguntas tipo test.

Los sistemas elegidos para la implantación de una red VoIP en los módulos de laboratorio son: 3CX System Phone y Asteisk-Trixbox. Los cuales, son capaces de trabajar mediante gestores gráficos para simplificar el nivel de dificultad de la configuración.

3CX es una PBX que trabaja sobre Windows y se basa exclusivamente en el protocolo SIP. Esto facilita el manejo para usuarios que solo han usado Windows sin quitar funcionalidades que tienen otras centralitas en otros sistemas operativos. La versión demo activa todas las opciones para poder familiarizarse con este sistema.

Por otro lado, Asterisk trabaja en todas las plataformas, aunque se ha seleccionado trabajar sobre Linux. Esta selección se ha realizado porque el resto de plataformas limitan la configuración de la IP PBX, esta es de código abierto y permite realizar todo tipo de configuraciones. Además, es un software gratuito, esto es una ventaja a la hora de configurar novedades o resolver problemas, ya que hay muchos especialistas que dan soporte y ayudan de forma gratuita.

La voz sobre Internet es habitualmente conocida como VoIP (Voice Over IP), debido a que IP (Internet Protocol) es el protocolo de red de Internet. Como tecnología, la VoIP no es solo un paso más en el crecimiento de las comunicaciones por voz, sino que supone integrar las comunicaciones de datos y las de voz en una misma red, y en concreto, en la red con mayor cobertura mundial: Internet.

La mayor importancia y motivación de este Proyecto Fin de Carrera es que el alumno sea capaz de llegar a un entorno laboral y pueda tener unos conocimientos capaces de afrontar esta tecnología que esta tan a la orden del día. La importancia que estas redes tienen y tendrán en un futuro muy próximo en el mundo de la informática y las comunicaciones. Cabe decir, que se observa que estas disciplinas tecnológicas evolucionan a pasos agigantados y se requieren conocimientos más sólidos.

## Abstract

The objective of my final project during my studies in university was, to simulate and create a VoIP network over a data network in a teaching environment, more specifically on the subject of telecommunications networks and services in Telecommunication Engineering Degree in Polytechnic University of Madrid (UPM). Once acquiring the necessary knowledge a number of practices were proposed to the students to become familiar with the software and hardware used, so that it would rise to the level of difficulty that they could make a real VoIP network for themselves. Parts of the experimental practices were that students must pass a test of knowledge acquired at the end of each practice by choice questions.

The systems chosen for the implementation of a VoIP network in the laboratory modules are: 3CX Phone System and Asterisk - Trixbox. Which were able to work with graphics operators to simplify the difficulty level of the configuration.

3CX is a PBX that works on Windows and is based solely on the SIP protocol. This facilitates handling for users who have only used Windows without removing functionality with other exchanges in other operating systems. Active demo version all options to get to grips with this system.

Moreover, Asterisk works on all platforms, but has been selected to work on Linux. This selection was made because other platforms limit the IP PBX configuration, as this is open source and allows all kinds of configurations. Also, Linux is a free software and an advantage when configuring new or solve problems, as there are many specialists that support and help for free.

Voice over Internet is commonly known as VoIP (Voice Over IP), because IP (Internet Protocol) is the Internet protocol network. As technology, VoIP is not just another step in the growth of voice communications, but communications of integrating data and voice on a single network, and in particular, in the network with the largest global coverage: Internet.

The increased importance and motivation of this Thesis is that the student is able to reach a working environment and may have some knowledge to deal with these technologies that is so much the order of the day. The importances of these networks have and will be of essences in the very near future in the world of computing and communications. It must be said it is observed that these technological disciplines evolve by leaps and bounds stronger knowledge required.

## Índice

<b>Tabla de Ilustraciones .....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>12</b>
<b>1 Parte 1: Introducción .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos del proyecto .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Alcance.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Estado del arte de Prácticas sobre VoIP en entornos docentes .....</b>	<b>14</b>
1.3.1 En qué consiste los Sistemas de VoIP en la docencia .....	14
1.3.2 Breve historia de los Sistemas de VoIP.....	15
1.3.3 Protocolos de Señalización .....	16
1.3.4 Aplicaciones actuales docentes de los Sistemas de VoIP en Universidades .....	23
1.3.5 Conclusión del estado del arte .....	28
<b>2 Parte 2: Equipamiento y recursos necesarios de los laboratorios para un sistema de VoIP docente.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1 Hardware necesario para el desarrollo de prácticas .....</b>	<b>29</b>
2.1.1 Ordenador: .....	29
2.1.2 V7 Stereo Headset with Mic - HA201-2NP Details: .....	30
<b>2.2 Introducción a softphones: Funcionalidades y servicios.....</b>	<b>31</b>
2.2.1 Definición .....	31
2.2.2 Configuraciones y Perfiles .....	31
<b>2.3 Introducción a sistemas 3CX System: funcionalidades y servicios .....</b>	<b>39</b>
2.3.1 Definición .....	39
2.3.2 Dialplan.....	40
2.3.3 Antiguo PBX es calificado con una F.....	45
2.3.4 Se busca: Moderno, de alto valor, PBX de Bajo Costo .....	45
2.3.5 Central Telefónica 3CX Dado un A + .....	46
2.3.6 No Educación PBX Necesarios .....	47
<b>2.4 Introducción a sistemas Asterisk (Trixbox): Funcionalidades y servicios.....</b>	<b>49</b>
2.4.1 Definición .....	49
2.4.2 Dialplan.....	51
2.4.3 Asterisk - Trixbox en el mercado .....	54
2.4.4 Caso de Éxito Asterisk: Medical Boston Group .....	57
<b>2.5 Conclusión equipamiento y recursos utilizados .....</b>	<b>58</b>
<b>2.6 Arquitectura de red y entorno final .....</b>	<b>59</b>
<b>2.7 Tablas aulas docentes .....</b>	<b>63</b>
2.7.1 Direccionamiento 3CX módulo 8209 (Práctica1).....	64
2.7.2 Direccionamiento 3CX módulo E (Práctica 1).....	65
2.7.3 Direccionamiento general de datos 3CX (Práctica 1) .....	66
2.7.4 Direccionamiento general de VoIP 3CX (Práctica 1).....	66
2.7.5 Direccionamiento módulo 8209 (Práctica 2 y 3) .....	67
2.7.6 Direccionamiento módulo E (Práctica 2 y 3) .....	68

2.7.7	Direccionamiento general de datos (Práctica 2 y 3) .....	69
2.7.8	Direccionamiento general de VoIP 3CX (Práctica 2 y 3).....	69
<b>3</b>	<b><i>Parte 3: Propuesta de prácticas</i></b> .....	<b>71</b>
<b>3.1</b>	<b>Práctica1: Introducción a 3CX</b> .....	<b>72</b>
3.1.1	Primera parte: Familiarización de sistema 3CX.....	73
3.1.2	Segunda parte: servicios de redes .....	85
3.1.3	Tercera Parte: Interconexión de centralitas .....	89
3.1.4	Cuarta Parte: Interconexión entre tres o más centralitas .....	93
<b>3.2</b>	<b>Práctica2: Introducción a Asterisk</b> .....	<b>95</b>
3.2.1	Primera parte: Familiarización de sistema Asterisk.....	96
3.2.2	Segunda parte: servicios de redes .....	109
3.2.3	Tercera Parte: Interconexión de centralitas .....	113
3.2.4	Cuarta Parte: Interconexión entre tres o más centralitas .....	117
<b>3.3</b>	<b>Práctica3: Conexión sistemas VoIP Asterisk y 3CX</b> .....	<b>123</b>
3.3.1	Primera parte: Interconexión de centralitas.....	124
3.3.2	Segunda parte: Interconexión entre tres o más centralitas .....	130
<b>3.4</b>	<b>Práctica4: Expansión de análisis avanzado de tráfico con el analizador de protocolos Wireshark</b> .....	<b>133</b>
3.4.1	Primera parte: Información práctica.....	134
3.4.2	Segunda parte: Analizar capturas de tráfico VoIP en una sede. ....	137
3.4.3	Tercera parte: Analizar capturas de tráfico VoIP entre sedes. ....	139
3.4.4	Anexos.....	141
<b>3.5</b>	<b>Cuestiones generales</b> .....	<b>144</b>
<b>3.6</b>	<b>Experiencias obtenidas tras la realización de las prácticas.</b> .....	<b>145</b>
<b>4</b>	<b><i>Parte 4: Conclusiones y trabajos futuros</i></b> .....	<b>149</b>
<b>4.1</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>149</b>
<b>4.2</b>	<b>Futuras mejoras</b> .....	<b>150</b>
<b>5</b>	<b><i>Bibliografía</i></b> .....	<b>153</b>
<b>6</b>	<b><i>Acrónimos</i></b> .....	<b>155</b>
<b>7</b>	<b><i>Anexos</i></b> .....	<b>157</b>
<b>7.1</b>	<b>Objetivos &amp; Escenarios</b> .....	<b>157</b>
<b>7.2</b>	<b>Creación y apertura de la máquina virtual en VMware</b> .....	<b>158</b>
<b>7.3</b>	<b>Instalación del software de la centralita</b> .....	<b>164</b>
7.3.1	Instalación 3CX System .....	164
7.3.2	Instalación Asterisk – Trixbox .....	182



## Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Fases de llamada VoIP.....	20
Ilustración 2. Headset .....	30
Ilustración 3. Paso 1 Modos de configuración del terminal software 3CX.....	32
Ilustración 4. Paso 2 Creación del "Perfil" para nuestro terminal. ....	32
Ilustración 5. Paso 3 Configuración del terminal respecto a la extensión que le pertenece.....	33
Ilustración 6. Configuración de extensión en un nuevo terminal 3CX Phone. ....	33
Ilustración 7. Configuración extensión mediante Creación de un Perfil. ....	34
Ilustración 8. 3CX Phone. ....	34
Ilustración 9. Estado de extensiones tras la configuración.....	35
Ilustración 10. Elección AutoProvision.....	35
Ilustración 11. Espera a recibir la configuración realizada en la centralita para dicha extensión. .....	35
Ilustración 12. Selección del terminal a configurar mediante provisión. ....	36
Ilustración 13. Configuración mediante nueva extensión para provisionar el terminal. ....	36
Ilustración 14. Confirmación Configuración de Extensión.....	37
Ilustración 15. Configuración extensión. ....	37
Ilustración 16. Provisionamiento del terminal.....	37
Ilustración 17. Prueba de llamadas, tras la configuración. ....	38
Ilustración 18. Esquema de la tecnología VoIP .....	40
Ilustración 19. Escenario de un módulo cualquiera con 3CX.....	59
Ilustración 20. Escenario de un módulo cualquiera con Asterisk. ....	60
Ilustración 21. Escenario de un módulo cualquiera con 3CX- Asterisk.....	60
Ilustración 22. Arquitectura de red áreas implicadas. ....	61
Ilustración 23. Arquitectura de red áreas implicadas 2. ....	62
Ilustración 24. Escenario de un módulo cualquiera.....	74
Ilustración 25. Disco duro no encontrado.....	75
Ilustración 26. Descargar herramientas auxiliares VMware.....	75
Ilustración 27. Ejemplo de configuración IP de la MV. ....	76
Ilustración 28. Esquema de la red del módulo E.....	78
Ilustración 29. Esquema de la red del aula 8209. ....	78
Ilustración 30. Consola de Administración de la Central 3CX.....	79
Ilustración 31. Agregar extensiones en la central 3CX.....	81
Ilustración 32. Parámetros de extensión en la central 3CX. ....	81
Ilustración 33. Agregación de extensiones en el softphone. ....	82
Ilustración 34. Configuración del Perfil en el softphone.....	83
Ilustración 35. Extensión activa en 3CX softphone y en central 3CX.....	83
Ilustración 36. Nodo Estado de Extensión en la central 3CX .....	84
Ilustración 37. Acceso a la configuración de extensiones en central 3CX .....	84
Ilustración 38. Esquema puentes entre dos centrales módulo E .....	89
Ilustración 39. Esquema puentes entre dos centrales módulo 8209 .....	90
Ilustración 40. Escenario de un módulo cualquiera.....	97
Ilustración 41. Composición cuatro sedes VoIP .....	97

Ilustración 42. Login central Trixbox. ....	100
Ilustración 43. Configuración tarjeta de red.....	100
Ilustración 44. Selección de controladora. ....	100
Ilustración 45. Configuración de red. ....	100
Ilustración 46. Configurar hostname.....	101
Ilustración 47. Propiedades DNS y nombre de equipo.....	101
Ilustración 48. Esquema de la red del módulo E .....	102
Ilustración 49. Esquema de la red del aula 8209.....	102
Ilustración 50. Gestor de administración Trixbox .....	103
Ilustración 51. Gestor de configuración Asterisk.....	103
Ilustración 52. Selección del tipo de extensión a añadir .....	105
Ilustración 53. Aplicar cambios tras configuración de Extensión .....	105
Ilustración 54. Agregación de extensiones en el softphone.....	106
Ilustración 55. Configuración del Perfil en el softphone .....	107
Ilustración 56. Extensión activa en softphone y central Asterisk.....	107
Ilustración 57. Acceso a la configuración de extensiones en central Asterisk .....	108
Ilustración 58. Configuración archivo meetme.conf .....	120
Ilustración 59. Acceso al módulo de Asterisk .....	121
Ilustración 60. Comprobación de servicios activos .....	121
Ilustración 61. Configuración archivo extensions.conf.....	122
Ilustración 62. Esquema de la red del módulo 8209 .....	124
Ilustración 63. Esquema de la red del módulo E .....	125
Ilustración 64. Lista de Codecs asignados .....	126
Ilustración 65. Escenario de un módulo cualquiera. ....	135
Ilustración 66. Composición cuatro sedes VoIP .....	135
Ilustración 67. Diagrama futuras mejoras. ....	150
<i>Ilustración 68. Familiarización. ....</i>	<i>158</i>
<i>Ilustración 69. Crear Máquina Virtual. ....</i>	<i>158</i>
<i>Ilustración 70. Recomendado. ....</i>	<i>158</i>
<i>Ilustración 71. Selección de formato de SO. ....</i>	<i>159</i>
Ilustración 72. Selección de SO.....	159
Ilustración 73. Nombre y ubicación.....	160
Ilustración 74. Espacio del disco duro (HD). ....	160
Ilustración 75. Especificaciones del sistema.....	161
Ilustración 76. Instalación del SO (Windows 7). ....	161
Ilustración 77. Aplicación VMware.....	162
Ilustración 78. Apertura MV para prácticas. ....	162
Ilustración 79. Arrancar PC virtual.....	163
Ilustración 80. Copiar máquina virtual. ....	163
Ilustración 81. Icono instalación software centralita. ....	164
Ilustración 82. Bienvenida Instalación software Centralita.....	164
Ilustración 83. Desbloqueo del software antes de instalarle. ....	165
Ilustración 84. Aceptación de licencia del software. ....	165
Ilustración 85. Ubicación de los archivos de instalación de la Central de Telefonía 3CX.....	166
Ilustración 86. Elección del tipo de servidor para la Central Telefónica 3CX. ....	166

Ilustración 87. Previo paso instalación del software de la Central Telefónica 3CX. ....	167
Ilustración 88. Instalación software Central Telefónica 3CX. ....	167
Ilustración 89. Instalación .NET Framework 4. ....	168
Ilustración 90. Progreso instalación .NET Framework 4. ....	168
Ilustración 91. Finalización de la instalación .NET Framework 4. ....	168
Ilustración 92. Progreso instalación Central Telefónica 3CX. ....	169
Ilustración 93. Finalización del progreso de instalación de la Central Telefónica 3CX. ....	169
Ilustración 94. Paso al menú de la configuración básica de la Central Telefónica. ....	169
Ilustración 95. Bienvenida configuración básica Central Telefónica 3CX. ....	170
Ilustración 96. Configuración dirección IP local de la Central Telefónica 3CX. ....	170
Ilustración 97. Configuración IP Pública de la Central Telefónica 3CX. ....	171
Ilustración 98. Opciones de crear la Central Telefónica 3CX. ....	171
Ilustración 99. Elección número de dígitos para las extensiones. ....	172
Ilustración 100. Configuración servidor de correo. ....	172
Ilustración 101. Configuración de credenciales del administrador. ....	173
Ilustración 102. Configuración de credenciales del administrador. ....	174
Ilustración 103. Configuración extensión Central Telefónica 3CX. ....	174
Ilustración 104. Finalización de la configuración de la extensión. ....	175
Ilustración 105. Selección del país. ....	175
Ilustración 106. Selección del país 2. ....	176
Ilustración 107. Selección del País y asignación de prefijo internacional. ....	176
Ilustración 108. Configuración extensión del Operador. ....	177
Ilustración 109. Configuración región de llamadas salientes. ....	177
Ilustración 110. Configuración región llamadas salientes 2. ....	178
Ilustración 111. Configuración Proveedor VoIP. ....	178
Ilustración 112. Carga de la configuración realizada. ....	179
Ilustración 113. Finalización del proceso de carga de la configuración. ....	179
Ilustración 114. Registro del producto. ....	180
Ilustración 115. Página de ayuda para el usuario. ....	180
Ilustración 116. Portal de configuración Central Telefónica 3CX. ....	181
Ilustración 117. Pantalla Inicio de la Instalación Asterisk – Trixbox. ....	182
Ilustración 118. Selección del Idioma. ....	182
Ilustración 119. Selección Idioma del teclado. ....	183
Ilustración 120. Configuración usuario y contraseña. ....	183
Ilustración 121. Proceso de instalación. ....	183
Ilustración 122. Pantalla de bienvenida al software Asterisk - Trixbox. ....	184

## Índice de Tablas

Tabla 1. Protocolos VoIP.....	16
Tabla 2. Características del PC utilizado en la escuela .....	29
Tabla 3. Características headset utilizado en la escuela .....	30
Tabla 4. Extensiones de VoIP de las sedes del laboratorio.....	41
Tabla 5. Direcciones de red de las sedes del laboratorio .....	77
Tabla 6. Extensiones de VoIP de las sedes del laboratorio.....	80
Tabla 7. Direcciones de red de las sedes del laboratorio .....	99
Tabla 8. Código para meetme.conf .....	120
Tabla 9. Código para extension.conf .....	121
Tabla 10. Mensajes SIP .....	141
Tabla 11. Mensajes IAX.....	142

## 1 Parte 1: Introducción

El presente documento corresponde al Proyecto Fin de Carrera (en adelante PFC) titulado "Aprendizaje, simulación y desarrollo sobre las tecnologías de Voz y Datos".

Se comienza describiendo los objetivos del proyecto, así como las causas que han motivado su elección. Se continúa con el alcance, un estudio del arte de redes VoIP implantadas en otros entornos docentes, recursos utilizados, planificación detallada de las tareas a realizar y una relación de los entregables. A continuación, se desarrolla el contenido del PFC.

### 1.1 Objetivos del proyecto

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Conocer el estado de redes VoIP implantadas en escuelas para docencia.
- Estudiar la tecnología VoIP.
- Propuesta de prácticas para familiarización, creación y configuración de redes VoIP con los sistemas elegidos.

Se persigue con este trabajo, principalmente, que el alumno adquiera las competencias necesarias para poder aportar opiniones con fundamento en parte de su actividad laboral. Se espera que al adquirir un punto de vista lo suficientemente amplio y fundamentado para ver cómo encaja la tecnología IP en el mundo de la docencia, se adquiera la competencia de ver qué ventajas e inconvenientes supone cada posible solución a un problema, y elegir la mejor.

### 1.2 Alcance

En el PFC se comenzará con la descripción de la tecnología que compone VoIP y su evolución, de los problemas y ventajas que tiene, así como de su situación actual en el mercado de las telecomunicaciones.

Se continuará con una descripción de la telefonía VoIP a nivel docente. En este estudio se hará un repaso de las distintas tecnologías, de sus implantaciones, así como de la terminología existente en este mundo.

Una vez adquirida la base necesaria, se implementará mediante una serie de prácticas la tecnología VoIP mediante el software Asterisk y 3CX. Para ello, se instalará y configurará el hardware y software necesario. Finalmente, se harán pruebas de la PBX mediante softphones, ya sea desde sistemas operativos Windows o Linux.

## 1.3 Estado del arte de Prácticas sobre VoIP en entornos docentes

### 1.3.1 En qué consiste los Sistemas de VoIP en la docencia

La Telefonía IP es una tecnología que permite integrar en una misma red - basada en protocolo IP - las comunicaciones de voz y datos. La mejora que proporciona trabajar con voz mediante datos, ha facilitado la implantación en las Universidades. De esta manera, se aprovechan las instalaciones propias de la infraestructura de red ya creada o impartida a nivel docente. Con el avance de la tecnología VoIP, se ha establecido un contacto directo entre la enseñanza y el entusiasmo de adquirir conocimientos. Esto supone una ventaja a la hora de manejar estos servicios, ya que actualmente, las personas utilizan recursos sin tener conocimiento del verdadero funcionamiento

Esta tecnología hace ya muchos años que está en el mercado (desde finales de los 90) pero no ha sido hasta hace poco que se ha generalizado gracias, principalmente, a la mejora y estandarización de los sistemas de control de la calidad de la voz (QoS) y a la universalización del servicio Internet.

Cuando se habla de un sistema de telefonía IP en la docencia se está hablando de un conjunto de elementos que debidamente integrados permiten suministrar un servicio de telefonía (basado en VoIP) a la Universidad. Los elementos básicos que forman este sistema son: la centralita IP y los diferentes teléfonos IP (Falcón, 2007).

Las principales ventajas de la telefonía IP son la simplificación de la infraestructura de comunicaciones en la institución, la integración de las diferentes sedes y dispositivos móviles en un sistema unificado de telefonía - con gestión centralizada, llamadas internas gratuitas, plan de numeración integrado y optimización de las líneas de comunicación - la movilidad y el acceso a funcionalidades avanzadas (buzones de voz, IVR, ACD, CTI, etc.)

Un Sistema de VoIP puede facilitar tareas que serían más difíciles de realizar usando las redes telefónicas comunes:

- Las llamadas telefónicas locales pueden ser automáticamente enrutadas a un teléfono VoIP, sin importar dónde se esté conectado a la red. Se podría llevar consigo un teléfono VoIP en un viaje, y en cualquier sitio conectado a Internet, se podría recibir llamadas.
- Números telefónicos gratuitos para usar con VoIP están disponibles en Estados Unidos de América, Reino Unido y otros países con organizaciones de usuarios VoIP.
- Los agentes de call center usando teléfonos VoIP pueden trabajar en cualquier lugar con conexión a Internet lo suficientemente rápida.
- Algunos paquetes de VoIP incluyen servicios extra por los que PSTN (Red Pública Telefónica Conmutada) normalmente cobra un cargo extra, o que no se encuentran disponibles en algunos países, como son las llamadas de 3 a la vez, retorno de llamada, remarcación automática, o identificación de llamada.

### 1.3.2 Breve historia de los Sistemas de VoIP

En el entorno empresarial no puede hablarse de infraestructuras de comunicaciones para las organizaciones hasta los años setenta del pasado siglo. En aquel entonces, la red corporativa consistía en una PBX que por un lado se conectaba a la central de conmutación del operador a través de una interfaz analógica y por otro, a través de pares trenzados de cobre al conjunto de terminales analógicos de los usuarios.

A partir de los 80 y debido a la proliferación de los ordenadores, las redes corporativas empiezan a incluir redes de datos de forma independiente a la de voz, y las centrales de telefonía comienzan a adentrarse en el uso de tecnología digital.

Más adelante, a partir del 95 con el desarrollo de Internet, un nuevo proveedor de comunicación, el ISP (Internet Service Provider), se introduce en las empresas aportando una importante herramienta de comunicación actual, el correo electrónico.

Finalizando los noventa, el auge de Internet, el incremento de ordenadores y de redes de datos corporativas, la siempre presente necesidad de comunicación, y la búsqueda de nuevas tecnologías y prestaciones que aporten valor a la empresa, desencadena el desarrollo de una emergente tecnología, la Voz sobre IP (VoIP). Entrado el siglo XXI aparecen los primeros sistemas integrados de voz y datos, implicando la convergencia sobre la LAN corporativa de todas las comunicaciones.

Actualmente, la mayoría de los fabricantes tienen plataformas que soportan las tecnologías tradicionales (analógica y digital), y que permiten la incorporación de VoIP a través de hardware adicional. Asimismo, se lanzan al mercado nuevas líneas de plataformas que son nativas IP.

Paralelamente, también aparecen nuevos proveedores de comunicaciones a través de Internet, los ITSP (Internet Telephony Service Provider), operadores de servicios de voz que se unen a los operadores ya existentes.

En la actualidad, los principales fabricantes de servidores de comunicaciones apuestan por desarrollar sistemas que ofrezcan a las empresas, Unified Communications u Open Communications, soluciones unificadas que trabajan con estándares abiertos (como SIP, XML...) y que aportan además, un enriquecimiento del nivel de comunicación incrementando las posibilidades de trabajo en colaboración. En este entorno, la comunicación se convierte en una aplicación no propietaria, mostrándose abierta a la integración con elementos de diferentes proveedores, y permitiendo a las empresas utilizar los elementos de solución que mejor se ajusten a su negocio, e incorporar aplicaciones avanzadas hasta ahora restringidas a grandes corporaciones.

Siemens, como fabricante de plataformas Open Communications, desarrolla sus sistemas basados en esta filosofía según los siguientes principios: Comunicaciones Unificadas, comunicaciones basadas en TI, convergencia de la telefonía fija y móvil, integración en el proceso empresarial, experiencia de usuario enriquecida, continuidad e integridad empresarial y suministro de Open Service.

A pesar de las dificultades que atraviesan algunos segmentos del mercado como consecuencia de la actual coyuntura económica, el sector de las Comunicaciones

Unificadas, que combina las plataformas de Mensajería Unificada y clientes de software de comunicaciones, sigue creciendo.

### 1.3.3 Protocolos de Señalización

La historia de la telefonía IP ha traído distintos sistemas de señalización. El primero de ellos fue completamente propietario. Quiere esto decir que sólo podían comunicarse los terminales del mismo fabricante. Esta falta de interoperabilidad impedía el despliegue de la VoIP, lo que llevó a la UIT – T a desarrollar un sistema estándar de señalización para la telefonía IP: la recomendación H.323 (1996). Los sistemas de señalización de la telefonía tradicional son de la UIT – T, así que parece lógico que también desarrollaran este nuevo sistema IP.

Otro organismo que tiene mucho que decir en los sistemas de señalización de telefonía IP es la IETF. Ellos desarrollaron el protocolo IP, por lo que también son buenos candidatos a proponer un sistema de señalización que funciona sobre IP. Su propuesta se llama SIP (*Session Initiation Protocol*, "Protocolo de inicio de sesión"), publicándose su primera versión en 1999 (RFC2543)

Además de los sistemas de señalización anteriores, existen otros sistemas desarrollados por compañías privadas con la idea de implementar características que no recogen los sistemas normalizados. Algunos de estos sistemas son: SCCP (*Skinny Client Control Protocol*, "Protocolo ligero de control de clientes") de Cisco, IAX de Digium o Unistim de Nortel. El resultado es que existe una gran variedad de sistemas de señalización que tienen en común el 75 % de sus características. En cualquier caso, de todos ellos, los más generalizados siguen siendo los normalizados por la UIT – T y el IETF: H.323 y SIP.

Tabla 1. Protocolos VoIP.

<b>PROTOCOLO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>ESCENARIO</b>
<b>H.323</b>	<b>UIT – T</b>	<b>Telefonía y vídeo</b>
<b>SIP</b>	<b>IETF</b>	<b>Telefonía, mensajería instantánea y vídeo</b>
<b>IAX</b>	<b>Digium</b>	<b>Telefonía</b>
<b>SCCP</b>	<b>Cisco System</b>	<b>Telefonía (switch to endpoint)</b>
<b>MEGACO/H.248</b>	<b>IETF y UIT – T</b>	<b>Telefonía, control del Gateway</b>
<b>MGCP</b>	<b>IETF</b>	<b>Telefonía, control del Gateway</b>



## SIP

### Introducción

El IETF creó en 1996 un grupo de trabajo conocido como MMUSIC (*Multiparty Multimedia Session Control*, "Control de sesión multimedia y multiparticipante") con el objetivo de desarrollar un protocolo que permitiera la comunicación multimedia (audio, vídeo, etc.) entre múltiples usuarios. Eses mismo año propondrían un documento que surgió como resultado de la fusión de dos trabajos: SIP (*Session Initiation Protocol*, "Protocolo de inicio de sesión"), de Mark Handley y E. Schooler, y SCIP (*Simple Conference Invitation Protocol*, "Protocolo simple de invitación a conferencia") de Henning Schulzrinne.

A pesar de que el documento final adoptara el nombre de SIP, la gran aportación de este nuevo protocolo vendría de Schulzrinne: utilizar la filosofía del protocolo HTTP usado en las páginas Web. Henning Schulzrinne, profesor asociado del Departamento de Ciencia Informática de la Universidad de Columbia y coautor de los protocolos RTP y RTSP (*Real Time Streaming Protocol*, "Protocolo de flujo en tiempo real"), defendió esta idea argumentando que los sistemas de telefonía no se habían cambiado en 100 años y que era una oportunidad única para crear un nuevo sistema de comunicación multimedia desde cero.

La gran ventaja que presenta SIP es que se trata de un protocolo pensado desde Internet para ser utilizado en Internet. Esto quiere decir que SIP aporta lo imprescindible para poder establecer una comunicación (multimedia o de datos) entre dos equipos de Internet, utilizando la misma filosofía que los protocolos de Internet más extendidos (HTTP, SMTP, etc).

En las comparaciones con H.323, los defensores de SIP argumentan que se trata de una solución más flexible, simple, fácil de implementar, adaptable a dispositivos e inteligentes y más apropiada para ofrecer características avanzadas. Quizás su mayor inconveniente es que no resulta tan compatible con los sistemas telefónicos tradicionales como lo es H.323.

EL resultado es que SIP está alcanzando unas cuotas de penetración en el mercado de telefonía IP cada vez mayores. De hecho, muchos consideran que SIP reemplazará completamente a H.323.

SIP puede establecer sesiones entre dos participantes, entre múltiples participantes (donde todos pueden hablar y escuchar) y en modo multidifusión (donde uno habla y los demás escuchan). De la misma forma, las sesiones pueden contener audio, vídeo o datos. Esta última opción permite que se pueda ejecutar cualquier tipo de aplicaciones simultáneamente a la comunicación de voz y vídeo (por ejemplo, para realizar presentaciones, compartir documentos o trabajar en grupo).

Otra curiosidad de SIP es que puede incluir campos opcionales con información específica del usuario. Esta posibilidad permite que los usuarios intercambien información no estándar, lo que hace posible el desarrollo de nuevos servicios (Protocolo SIP).

## Arquitectura SIP

SIP es un protocolo de señalización que ha sido concebido para controlar el establecimiento, modificación y terminación de comunicaciones multimedia (audio, vídeo y datos). Por tanto, una vez establecida la comunicación, el intercambio de información multimedia se lleva a cabo mediante otros protocolos (generalmente RTP/RTCP). En cuanto al nivel de transporte, aunque SIP suele utilizar UDP, también funciona sobre TCP. Por otro lado, recientemente se ha presentado una propuesta para utilizar el protocolo SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*, "Protocolo de transporte de control de flujo"), descrito en la recomendación RFC2960).

Desde el punto de vista del nivel de red, SIP se pensó para funcionar sobre IP, no obstante, nada impide que pueda utilizarse sobre cualquier otro protocolo de red: ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, *Modo de transferencia asíncrono*), FR (*Frame Relay*) o X25.

La arquitectura de SIP se basa en un modelo cliente – servidor en el que el cliente realiza solicitudes (*request*) al servidor, quien le responde (*response*) para aceptar, rechazar o redirigir dichas solicitudes. Por ejemplo, en una comunicación directa entre terminales, el cliente sería el llamante y el servidor el llamado. El primero le solicita al segundo iniciar una sesión.

Además de los terminales de usuario, que pueden ser tanto clientes como servidores, la arquitectura SIP considera la existencia de otro tipo de servidores para poder crear redes multimedia más complejas.

## IAX

### Introducción

IAX (Inter-Asterisk eXchange protocol) es uno de los protocolos utilizado por Asterisk<sup>1</sup>. Es utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX. El protocolo IAX ahora se refiere generalmente al IAX2, la segunda versión del protocolo IAX. El protocolo original ha quedado obsoleto en favor de IAX2.

IAX2 es robusto, lleno de novedades y muy simple en comparación con otros protocolos. Permite manejar una gran cantidad de códecs y un gran número de streams, lo que significa que puede ser utilizado para transportar virtualmente cualquier tipo de dato. Esta capacidad lo hace muy útil para realizar videoconferencias o realizar presentaciones remotas. Está diseñado para darle prioridad a los paquetes de voz sobre una red Ip.

---

<sup>1</sup> Asterisk es una central telefónica (PBX) por software libre que se verá en los siguientes capítulos.

IAX2 utiliza un único puerto UDP, generalmente el 4569, para comunicaciones entre puntos finales (terminales VoIP) para señalización y datos. El tráfico de voz es transmitido in-band, lo que hace a IAX2 un protocolo casi transparente a los cortafuegos (Firewall) y realmente eficaz para trabajar dentro de redes internas. En esto se diferencia de SIP, que utiliza una cadena RTP out-of-band para entregar la información.

IAX2 soporta Trunking (red), donde un simple enlace permite enviar datos y señalización por múltiples canales. Cuando se realiza Trunking, los datos de múltiples llamadas son manejados en un único conjunto de paquetes, lo que significa que un datagrama IP puede entregar información para más llamadas sin crear latencia adicional. Esto es una gran ventaja para los usuarios de VoIP, donde las cabeceras IP son un gran porcentaje del ancho de banda utilizado.

El protocolo IAX2 fue creado por Mark Spencer para la señalización de VoIP en Asterisk. El protocolo crea sesiones internas y dichas sesiones pueden utilizar cualquier códec que pueda transmitir voz o vídeo. El IAX esencialmente provee control y transmisión de flujos de datos multimedia sobre redes IP. IAX es extremadamente flexible y puede ser utilizado con cualquier tipo de dato incluido vídeo.

El diseño de IAX se basó en muchos estándares de transmisión de datos, incluidos SIP (el cual es el más común actualmente), MGCP y Real-time Transport Protocol.

El principal objetivo de IAX ha sido minimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión de voz y vídeo a través de la red IP, con particular atención al control y a las llamadas de voz y proveyendo un soporte nativo para ser transparente a NAT. La estructura básica de IAX se fundamenta en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un simple puerto UDP entre dos sistemas. IAX es un protocolo binario y está diseñado y organizado de manera que reduce la carga en flujos de datos de voz. El ancho de banda para algunas aplicaciones se sacrifica en favor del ancho de banda para VoIP (Protocolo IAX).

## Arquitectura IAX

Como indica su nombre fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk aunque hoy en día también sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo.

Los objetivos de IAX son:

- Minimizar el ancho de banda usado en las transmisiones de control y multimedia de VoIP
- Evitar problemas de NAT (Network Address Translation)
- Soporte para transmitir planes de marcación

Entre las medidas para reducir el ancho de banda cabe destacar que IAX o IAX2 es un protocolo binario en lugar de ser un protocolo de texto como SIP y que hace que los mensajes usen menos ancho de banda.

Para evitar los problemas de NAT el protocolo IAX o IAX2 usa como protocolo de transporte UDP, normalmente sobre el puerto 4569, (el IAX1 usaba el puerto 5036), y tanto la información de señalización como los datos viajan conjuntamente (a diferencia de SIP) y por tanto lo hace menos proclive a problemas de NAT y le permite pasar los routers y firewalls de manera más sencilla.

## Funcionamiento de IAX

Para poder entender el protocolo IAX vamos a ver un ejemplo del flujo de datos de una comunicación IAX2:

Una llamada IAX o IAX2 tiene tres fases:

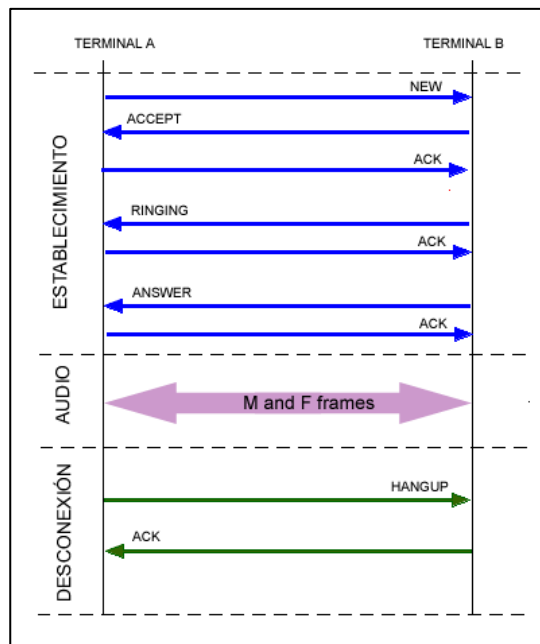


Ilustración 1. Fases de llamada VoIP.

## Establecimiento de la llamada

El terminal A inicia una conexión y manda un mensaje "new". El terminal llamado responde con un "accept" y el llamante le responde con un "Ack". A continuación el terminal llamado da las señales de "ringing" y el llamante contesta con un "ack" para confirmar la recepción del mensaje. Por último, el llamado acepta la llamada con un "answer" y el llamante confirma ese mensaje.

- Flujo de datos o flujo de audio

Se mandan los frames M y F en ambos sentidos con la información vocal. Los frames M son mini-frames que contienen solo una cabecera de 4 bytes para reducir el uso en el ancho de banda. Los frames F son frames completos que incluyen información de sincronización. Es importante volver a resaltar que en IAX este flujo utiliza el mismo protocolo UDP que usan los mensajes de señalización evitando problemas de NAT.

- Liberación de la llamada o desconexión

La liberación de la conexión es tan sencilla como enviar un mensaje de "hangup" y confirmar dicho mensaje.

### *Diferencias entre SIP e IAX*

IAX fue creado por Mark Spencer (también creador de Asterisk) para paliar una serie de problemas o inconvenientes que se encontró al utilizar SIP en VoIP y que pensó que debía ser mejorado.

Las principales diferencias entre IAX y SIP son las siguientes:

- Ancho de banda.

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

- NAT

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

- Estandarización y uso

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

- Utilización de puertos

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

- Flujo de audio al utilizar un servidor

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

- Otras funcionalidades

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

### 1.3.4 Aplicaciones actuales docentes de los Sistemas de VoIP en Universidades

#### *Prácticas – Casos*

La facilidad de trabajo que actualmente proporcionan los programas que simulan una PBX, ha permitido que los ejercicios prácticos sobre VoIP, haya aumentado a lo largo de los años. Tanto es así, que la docencia de estos sistemas es esencial, por lo que, se ha investigado la impartición de estos ejercicios en laboratorios de diferentes universidades. Para evaluar este proyecto, se han tomado como referencia los siguientes centros tanto españoles como iberoamericanos.

Las siguientes universidades han implantado prácticas VoIP en España:

Universidad Carlos III de Madrid. Transmisión de datos.

#### **Práctica 1. Configuración sistema central VoIP (3h)**

Instalación de Asterisk, configuración básica y manejo del entorno GNU/Linux.

#### **Práctica 2. Comunicación punto a punto entre teléfonos IP (2h)**

Configuración de perfiles de usuario en los teléfonos IP, verificación de comunicación entre cliente-servidor y llamadas de teléfonos VoIP en entorno LAN mediante ethernet.

#### **Práctica 3. Configuración VoWIP de teléfonos IP (3h)**

Asociar teléfonos a la WLAN, asignación de IPs, llamadas entre terminales pertenecientes a la red WLAN.

#### **Práctica 4. Conexión VoIP y VoWIP (3,5h)**

Interconexión entre centralitas, configuración de reglas de entrada y salida mediante prefijos y llamadas entre terminales de distintas redes.

Universitat Politècnica de València. Redes de área local e interconexión de redes: instalación y administración de un servidor asterisk.

#### **Práctica 1. Introducción de VoIP e instalación de servidor Trixbox (2h)**

Sip y Nat, IAX, H323 y Skinny/SCCP. Instalación servidor y configuración básica.

#### **Práctica 2. Instalación de teléfonos IP y configuraciones servidor (4,5h)**

Correcta autenticación de teléfonos, conexión de Gateway y probar diferentes servicios de la central PBX.

### **Práctica 3. Conexión de dos centrales Trixbox (2h)**

Configuración de Trunk, rutas de entrada y de salida con diferentes dígitos en prefijos de salida.

Teleco UEM (Univesidad Europea de Madrid)

En tercer curso del nuevo Grado en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación se imparte la asignatura *Tecnologías de Internet y Redes Multimedia*.

La asignatura es muy práctica, y se realiza sobre la centralita de SELTA. Esta centralita es una de las tres que Telefónica instala a sus clientes.

### **Tema 1. Gestión y explotación de redes (3 semanas)**

- Introducción a la gestión y explotación de redes
- PRÁCTICA DE LABORATORIO 1: Puesta en marcha de servicios sobre una centralita IP de voz y datos, y discusión acerca de su gestión y explotación.

### **Tema 2: Protocolos de distribución de contenidos multimedia (SIP y otros) (4 semanas)**

- Introducción a SIP
- PRÁCTICA DE LABORATORIO 2: Programación de servicios en lenguaje SIP. Práctica sobre Ethereal.

EXAMEN 1. Examen sobre los contenidos de los temas 1 y 2

### **Tema 3. Gestión y explotación de servicios y aplicaciones (4 semanas)**

- Introducción a IMS
- PRÁCTICA DE LABORATORIO 3: Desarrollo de servicios multimedia sobre una centralita IP y Microsoft Outlook, y discusión de IMS sobre la base de dicha práctica

### **Tema 4. Rendimiento, utilización y calidad de servicio de redes (4 semanas)**

- Introducción al uso, rendimiento y calidad de servicio de redes en redes de cable y redes inalámbricas
- TRABAJO EN EQUIPO 1: Aplicación al caso de Internet Multimedia Subsystem (IMS), y al caso de Redes WIMAX

EXAMEN 2. Examen sobre los contenidos de los temas 3 y 4



Las siguientes universidades han implantado prácticas VoIP en Iberoamérica:

Prácticas para la asignatura de telefonía digital Universidad Nacional Autónoma de México-facultad de ingeniería.

**Práctica 1. Instalación del laboratorio VoIP (3h)**

El objetivo de esta práctica es que el alumno aprenda a configurar e instalar los equipos que integran el Laboratorio de VoIP.

**Práctica 2. Configuración del Laboratorio VoIP con servidor Asterisk Proxy SIP (3h)**

El alumno adquirirá los conocimientos básicos acerca de VoIP como medio de comunicación, así como los protocolos de señalización y transmisión para poder llevar a cabo una llamada telefónica por medio de redes IP.

El alumno aprenderá a configurar un conmutador de VoIP, empleando el software Asterisk para el PBX versión 1.2.7.1 y X-Lite Softphone, para establecer una llamada VoIP.

El alumno aprenderá a configurar y administrar teléfonos IP PHONE, vía Web y manualmente.

**Práctica 3. Configuración de VoIP -Cuestionario (3h)**

El alumno pondrá a prueba los conocimientos adquiridos.

Escuela Pontificia Bolivariana: Estudio implementación y análisis de tráfico de una red VoIP bajo el protocolo SIP.

**Práctica 1. Configuración de equipos de la red VoIP (4,5h)**

Configuración Switch 5500, configuración de Gateway y configuración de PCs.

**Práctica 2. Protocolo de inicio de sesión (SIP) (3h)**

Definición de protocolo SIP, características de la creación y terminación de sesiones, funcionamiento de SIP, tipo de mensajes SIP, campos de encabezados de un mensaje SIP.

**Práctica 3. Fases de una sesión SIP (4,5h)**

Inicio de una sesión, respuesta del servidor Elastix, invitación del servidor al AUS, respuesta del AUS, respuesta del Softswitch al AUC, respuesta del AUS, respuesta del Softswitch, respuesta del AUC, terminación de una sesión y respuesta del BYE.

Escuela politécnica nacional- acierte- sidevox-telefono ip. Instalación asterisk  
creación de extensiones configuración de routers y switch

**Práctica 1. Preparar un servidor para el funcionamiento de Asterisk como central telefónica. (3h)**

Revisar brevemente el sistema operativo GNU/Linux, sus principales comandos y la edición de archivos de configuración. Crear y editar archivos usando el editor de UNIX más popular. Compilar e instalar Asterisk. Comprender su arquitectura a través de los archivos de configuración. Configurar dispositivos que trabajen mediante el protocolo SIP, conocer los diferentes tipos de clientes de telefonía. Realizar llamadas entre teléfonos IP.

**Práctica 2. Configuración de conexiones entre servidores Asterisk. (4,5h)**

Configurar conexiones entre dos servidores Asterisk a través de SIP e IAX simulando un escenario de dos ciudades remotas en donde se tenga un enlace de comunicación. Realizar llamadas entre ciudades. Configurar una operadora automática de bienvenida que incluya un menú para el usuario. Configurar un plan de marcación interno con clases de usuarios (restricción de llamadas). Utilizar patrones para definir diferentes destinos de llamadas. Configurar buzones de voz para diversas extensiones. Enviar mensajes de correo de voz como archivos adjuntos al correo electrónico.

**Práctica 3. Utilizar la base de datos de Asterisk para almacenar variables permanentes del sistema. (3h)**

Crear una aplicación de listas negras. Utilizar la herramienta de monitoreo y grabación de llamadas. Configurar un servidor de telefonía con Asterisk para que almacene automáticamente los registros de llamadas en una base de datos relacional. Manejo de aplicaciones en el plan de marcación para modificar los registros de llamadas. Configurar un IVR de manera que lea información de una base de datos.

Universidad francisco Gavidia. Tecnología innovación y calidad: Telemática I:

**Práctica 1. Análisis de Protocolos TCP/IP (3h)**

Uso de un analizador de protocolos como herramienta de análisis y diagnóstico de problemas en redes TCP/IP. Profundización en el conocimiento de algunos protocolos de la arquitectura TCP/IP como ARP, IP, ICMP, TCP, HTTP o DNS, y en el manejo y comprensión de algunas utilidades como ping y traceroute.

**Práctica 2. Configuración básica de Redes IP con equipos (3h)**

Instalación y configuración del protocolo IP en routers y sistemas finales (ordenadores personales). Se pretende con ella que el alumno sea capaz de configurar correctamente todos los parámetros necesarios (direcciones IP, máscaras, tablas de encaminamiento, etc.) en un escenario de red sencillo formado por dos routers, dos PCs y tres subredes (dos Ethernet y un enlace punto a punto). Asimismo, se profundizará en la utilización de las herramientas de diagnóstico (ping,

traceroute, analizador de protocolos, etc.) como método de validación del funcionamiento de la red y en la configuración de los protocolos DHCP y NAT.

### **Práctica 3. Configuración básica de Redes IP con equipos CISCO (3h)**

El objetivo de esta práctica es familiarizar al alumno en la configuración básica de routers de CISCO, que se utilizarán, junto con los routers de TELDAT, para construir los escenarios avanzados de las últimas prácticas del curso. Para ello, se configurará un escenario de red sencillo utilizando encaminamiento estático y dinámico basado en OSPF.

### **Práctica 4. Caso de Estudio: Red Corporativa con OSPF (4,5h)**

Diseño, configuración y prueba de una red IP de tamaño medio (cerca de 30 routers). La práctica se centra principalmente en el diseño del plan de numeración y en la configuración eficiente de las tablas de encaminamiento de los routers, utilizando encaminamiento dinámico basado en el protocolo OSPF.

### **Práctica 5. Caso de Estudio: Servicio de Voz sobre IP (VoIP) (3h)**

Diseño, configuración y pruebas de un servicio de telefonía IP basado en el protocolo SIP sobre la red de la práctica 4, que permita realizar llamadas entre teléfonos IP localizados en las distintas sucursales, sedes regionales y sede central.

### 1.3.5 Conclusión del estado del arte

Una vez realizada la investigación de los laboratorios impartidos en el resto de universidades y ver que la expansión que está teniendo la tecnología VoIP cada vez está más a la orden del día, se piensa que es necesaria la formación de estos sistemas en el plan docente actual. De este modo, los alumnos tendrán un primer contacto con las centrales de conmutación de voz digital, que les ayudará a conseguir unos conocimientos reales de lo que pueden encontrarse en un futuro entorno laboral.

Las prácticas que se realizan a nivel docente en las universidades vistas anteriormente, se dividen en las siguientes partes:

- Configuración básica de Redes IP con equipos.
- Instalación y configuración de centralitas PBX.
- Creación y gestión de una red VoIP.
- Interconexión entre dos centrales.
- Análisis a nivel aplicación de protocolos SIP e IAX.
- Nivel del alumno mediante prueba escrita.

Se tendrán en cuenta estos puntos una vez se sepa de qué medios se dispone en los laboratorios docentes de la escuela.

## 2 Parte 2: Equipamiento y recursos necesarios de los laboratorios para un sistema de VoIP docente

Los equipos utilizados están ya implantados por la escuela EUITT de la Universidad Politécnica de Madrid, al igual que el software 3CXPhone. El software seleccionado para las centrales PBX son Asterisk mediante entorno gráfico Trixbox y 3CXPhone System, debido a su abierto abanico de funcionalidades de forma gratuita y su expansión en el mercado VoIP. Estos se explican detalladamente a continuación:

### 2.1 Hardware necesario para el desarrollo de prácticas

#### 2.1.1 Ordenador:

La Central Telefónica 3CX para Windows requiere lo siguiente:

- Windows XP Pro SP3, Windows 7, Windows server 2003 SP2, Windows Server 2008 o Windows Server 2008 R2
- .NET Framework versión 4 o superior
- Mínimo: Procesador Pentium 4 y 1 Gigabyte de memoria
- Internet Explorer v8 o superior, Firefox 3.6 o superior, o Google Chrome
- Si utiliza un proveedor VoIP o extensiones remotas, necesitará una dirección IP fija. ¡Configuraciones DynDNS o similares no son soportadas!

Asterisk:

- Windows 2000/XP/2003
- Pentium 500MHz or above with at least 128MB RAM

Los equipos utilizados en el sistema tienen las siguientes características:

*Tabla 2. Características del PC utilizado en la escuela*

RAM	8,00GB
Operative system	Windows 7 professional SP1 de 32 bits
Processor	Intel Core i5-2320 CPU @ 3.00Ghz 3.00Ghz
Network adapter	Atheros F700 de 10/100 Mbps

Por lo que, se puede observar que los ordenadores utilizados tienen unas características más que necesarias para trabajar con el software y realizar el proyecto.

### 2.1.2 V7 Stereo Headset with Mic - HA201-2NP Details:

*Tabla 3. Características headset utilizado en la escuela*

Headphone type	On The Ear Headphone
Headphone design	Supra aural
Wired	Yes
MICROPHONE	Omnidirectional
Connectivity	Input Plug 3.5 mm Cord Length 1.8 m
Sound features	Impedance: 32ohm +/- 15% Sensitivity: -44 +/- 3dB, noise cancelling Frequency Response: 20Hz – 20KHz Other Features: Ergonomic and Adjustable Headband and Boom Arm
Warranty	1 Year Manufacturer Warranty



Ilustración 2. Headset

## 2.2 Introducción a softphones: Funcionalidades y servicios

### 2.2.1 Definición

A continuación puede descargar el software necesario para instalar el teléfono que se usará a lo largo del proyecto y con el cual se realizarán las distintas pruebas y configuraciones de VoIP.

Dicho software emula un terminal telefónico con el que poder realizar llamadas mediante el uso de la tecnología IP. Por lo que mediante la conexión que tenga el ordenador tanto a una red local de ordenadores (ejemplo; laboratorio) como de conexión a internet, podrá usar esta aplicación para realizar llamadas entre los distintos teléfonos IP.

En el siguiente enlace podrá descargar la última versión de dicho software: <http://www.3cx.com/downloads/3CXPhone6.msi>, aunque se dispondrá de un terminal en cada puesto del laboratorio.

### 2.2.2 Configuraciones y Perfiles

Una vez que el terminal se encuentre instalado en el equipo del laboratorio, sólo se tendrá que realizar el proceso de configuración. De tal manera que una vez concluido este proceso el softphone pueda loguearse en la central 3CX y pase a modo activo.

- 1 Nada más ejecutar dicho programa le preguntará el modo en el que quiera realizar la configuración de dicho terminal, dándole a elegir entre las dos opciones siguientes:
  - *AutoProvision*: donde desde la centralita copiará toda la configuración al terminal una vez que este se conecte.
  - *Create Profile*: dónde será necesario la creación de un perfil para dicho terminal que le identifique en la centralita a la hora de conectarle. Y además en el cual se cargarán los datos que le otorga la centralita a la extensión que vaya a tener dicho terminal.

En esta primera configuración se detallará el modo "Create Profile". Para ello elija dicha opción en la ventana anterior.



Ilustración 3. Paso 1 Modos de configuración del terminal software 3CX.

### Configuración terminal MODO "CREACIÓN DE PERFIL"

- 1 A continuación tendrá la siguiente ventana, en la cual se creará dicho perfil para el teléfono ya que llevará unas características que le identifiquen en la red de teléfonos. Para ello pulse sobre el icono "New".

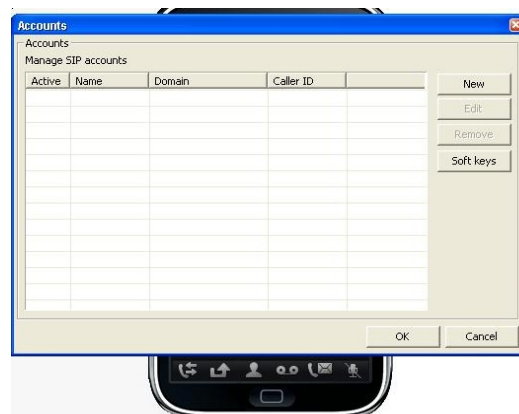


Ilustración 4. Paso 2 Creación del "Perfil" para nuestro terminal.

- 2 En la siguiente ventana le mostrará todas aquellas opciones a configurar para que dicho terminal pueda funcionar correctamente:



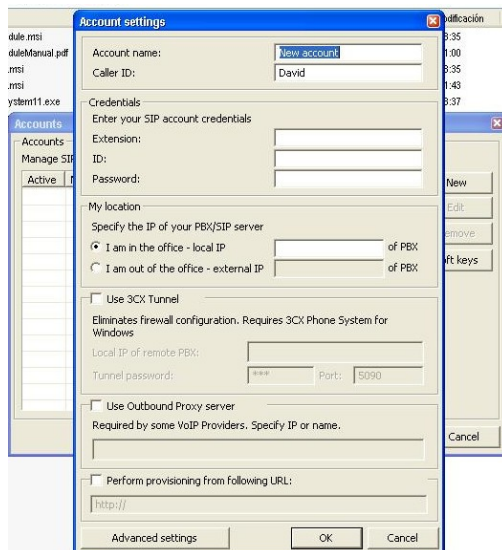


Ilustración 5. Paso 3 Configuración del terminal respecto a la extensión que le pertenece.

- 3 Llegado a este punto rellene los datos solicitados acorde con los configurados en la centralita para esta extensión en concreto.

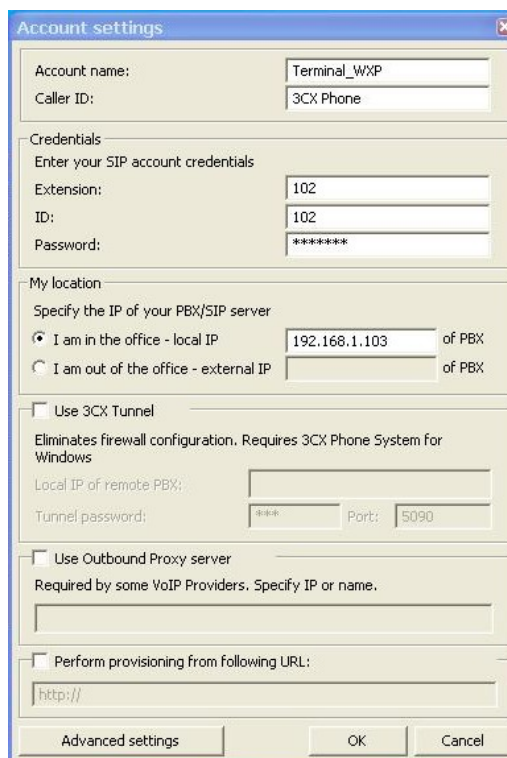


Ilustración 6. Configuración de extensión en un nuevo terminal 3CX Phone.

A la hora de configurar dicho terminal se tendrá que tener especial cuidado con la IP a introducir en la opción "My location". Este apartado de la configuración hace que dependiendo donde esté configurada la centralita, si en la misma red en la que se encuentran los terminales o en otra distinta (externa) tenga que poner una IP u otra.

En este caso, al pertenecer a una configuración interna se pondrá la IP de la máquina donde se ha configurado la centralita. Ya que sin la dirección correcta el teléfono no se podrá registrar y no recibirá ni realizará llamadas a otros terminales de la red.

Por lo tanto, en dicho apartado active la opción "I am in the office - local IP" al ser una configuración interna y complete la casilla con la IP de la centralita.

- Una vez realizado dicho paso, pulsar sobre el botón "OK" situado en la parte inferior de la ventana para que dicho perfil se pueda guardar. Lo cual le pasará a la siguiente ventana.

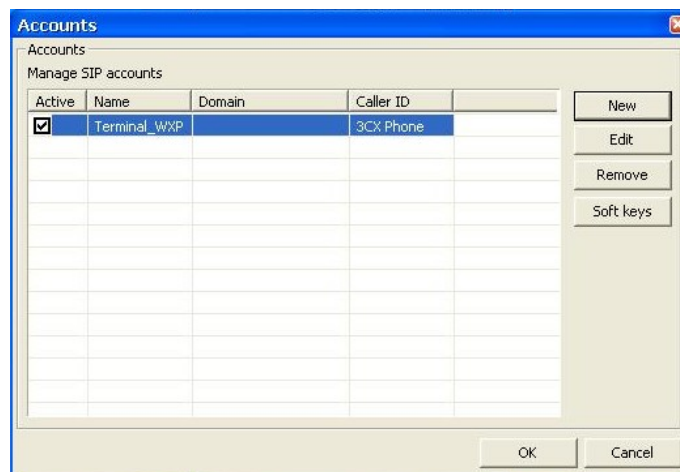


Ilustración 7. Configuración extensión mediante Creación de un Perfil.

- Por último, para terminar con la configuración pulse sobre el botón "OK" y directamente le aparecerá el terminal el cual tras registrarse automáticamente con la centralita estará listo para recibir y realizar llamadas.



Ilustración 8. 3CX Phone.

Una vez llegado a este paso verá que se ha configurado correctamente la extensión tanto en la centralita como en el propio teléfono cuando en la ventana de *Estado de Extensiones*, vista anteriormente en la centralita, dicha extensión aparece su estado en verde, como se ve en la siguiente imagen.

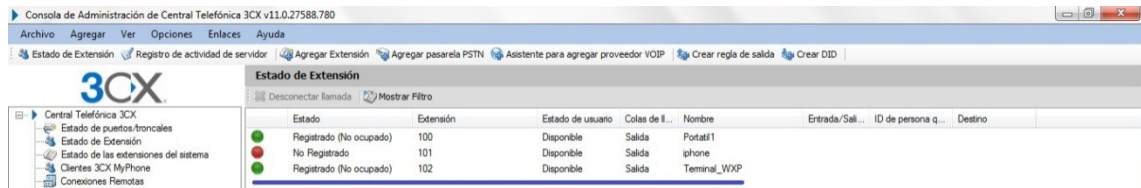


Ilustración 9. Estado de extensiones tras la configuración.

### Configuración terminal MODO "AUTO PROVISIÓN"

Este tipo de configuración es de gran utilidad ya que lo que se trata es de realizar la configuración de la extensión en la propia centralita y una vez terminada puede configurar el teléfono directamente desde la centralita a éste. Este tipo de método puede ahorrar bastante tiempo cuando tenga que configurar un gran número de terminales ya que no tendrá que ir configurando teléfono por teléfono físicamente.

Para poder realizar dicho proceso tendrá que seguir los pasos que se describen a continuación:

- 1 Una vez que tenga instalado nuestro software del teléfono elija la opción "Auto Provision" la cual es una de las opciones que se vio al principio para poder configurar nuestro terminal.



Ilustración 10. Elección AutoProvision.

- 2 El teléfono pasará a un estado de "espera" en el que reciba la confirmación de que se ha configurado correctamente en la centralita y desde ésta "descargue" la configuración al teléfono.

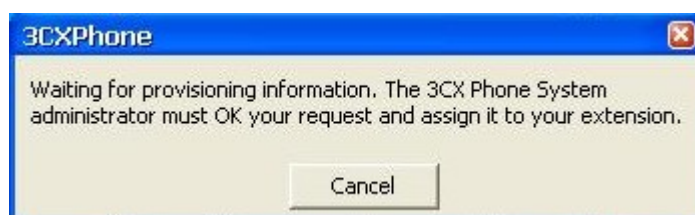


Ilustración 11. Espera a recibir la configuración realizada en la centralita para dicha extensión.

- 3 La siguiente CX configuración se tendrá que llevar a cabo en la centralita. Una vez que se encuentre en ella vaya al nodo, situado en la parte izquierda de la ventana, llamado *Teléfonos*. En él podrá ver los terminales que estén conectados a la centralita.

Una vez que esté en dicho nodo, se fijará en el terminal, pues es el cual se va a provisionar y de esa manera configurarle.

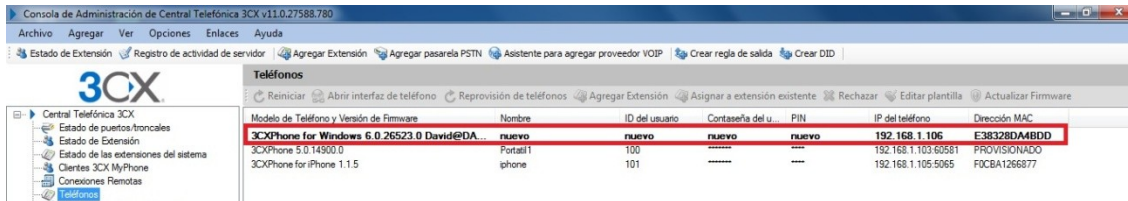


Ilustración 12. Selección del terminal a configurar mediante provisión.

- 4 Una vez seleccionado el terminal pulse sobre el botón derecho del ratón y tendrá entre las siguientes opciones para elegir el método de configuración.
  - *Agregar Extensión*: lo que implica crear una extensión desde cero y asignársela a este terminal.
  - *Asignar a Extensión Asistente*: lo cual implica que se asignará este terminal a una extensión ya configurada anteriormente.

En este caso se procederá a realizar la configuración partiendo desde cero por lo que se configurará una nueva extensión para dicho terminal.

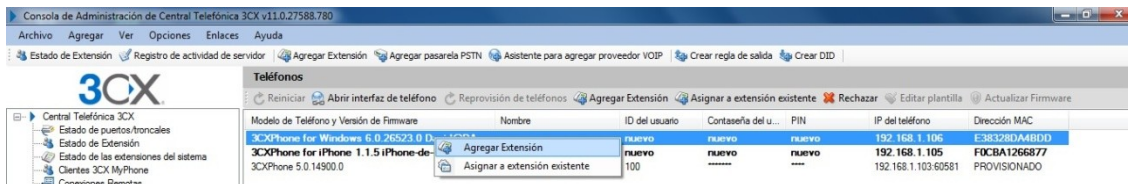


Ilustración 13. Configuración mediante nueva extensión para provisionar el terminal.

- 5 Rellenar los mismos datos que cuando se configuró una extensión para cualquier terminal. Por lo tanto rellene los datos solicitados y guarde la configuración.

## Parte 2: Equipamiento y recursos necesarios de los laboratorios para un sistema de VoIP docente

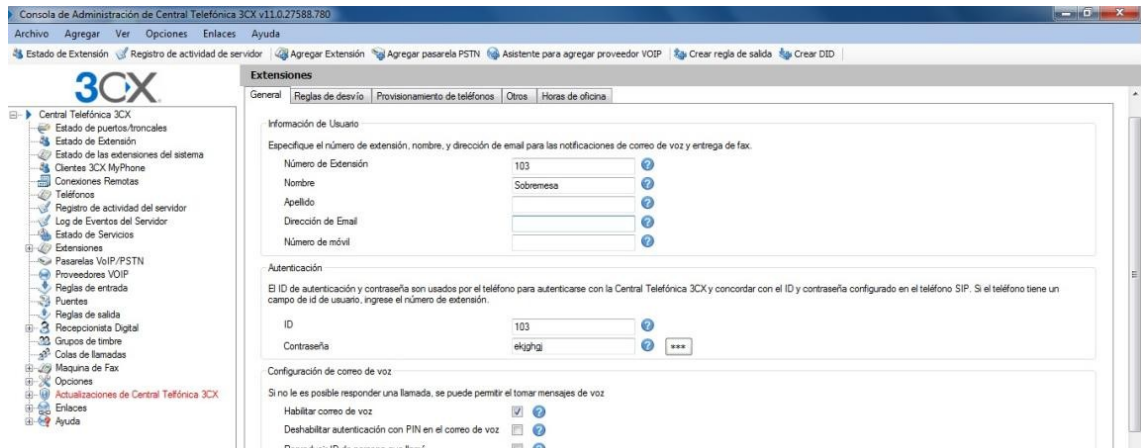


Ilustración 14. Confirmación Configuración de Extensión.

Para este método de configuración no necesitará guardar ningún dato ya que la propia centralita se encargará de descargar toda la configuración que se ha realizado al propio terminal.

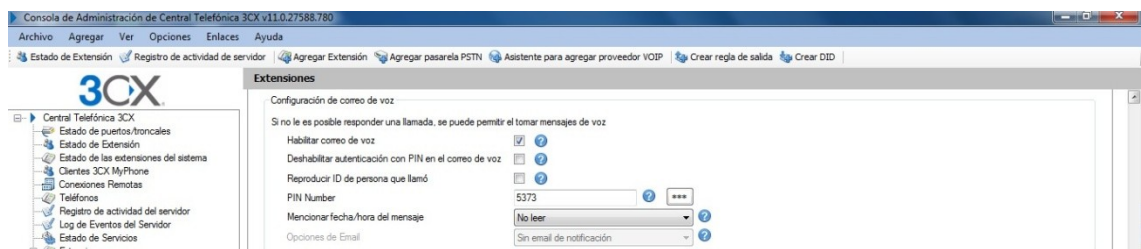


Ilustración 15. Configuración extensión.

- Una vez guardada y aceptada dicha configuración puede observar que en el terminal se procederá a cargar dicha configuración, como se ve en la siguiente imagen.

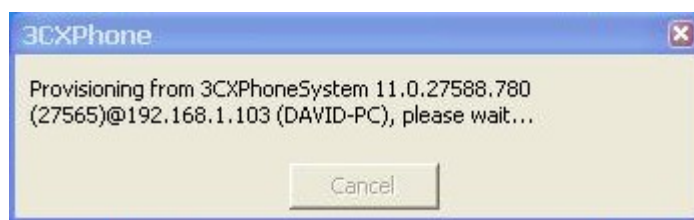


Ilustración 16. Provisionamiento del terminal.

Una vez que termina el provisionamiento el terminal está listo para enviar y recibir llamadas. A continuación puede ver como recibe una llamada desde el terminal configurado en la máquina en la que se encuentra la centralita.



*Ilustración 17. Prueba de llamadas, tras la configuración.*

## 2.3 Introducción a sistemas 3CX System: funcionalidades y servicios

### 2.3.1 Definición

Por medio de las siguientes líneas se intentará explicar cómo afronta el sistema 3CX un servicio como es el de VoIP, los recursos de los que está dotado así como los servicios de los que se apoya para que se pueda llevar a cabo la realización de llamadas mediante IP (Manual Central Telefónica 3CX para Windows).

#### *¿Qué es la Central Telefónica 3CX para Windows?*

Es una central IP basada en software que reemplaza una central tradicional y les da a los usuarios la habilidad de hacer, recibir o transferir llamadas. La central IP también es conocida como Sistema Telefónico VoIP, PABX IP o servidor IP.

Las llamadas son enviadas como paquetes de datos sobre la red de datos en vez de la red telefónica tradicional. Los teléfonos comparte la red con los ordenadores, por lo cual el cableado telefónico puede ser eliminado.

#### *¿De qué trata la VoIP y cuál es el sistema que utiliza 3CX para afrontarlo?*

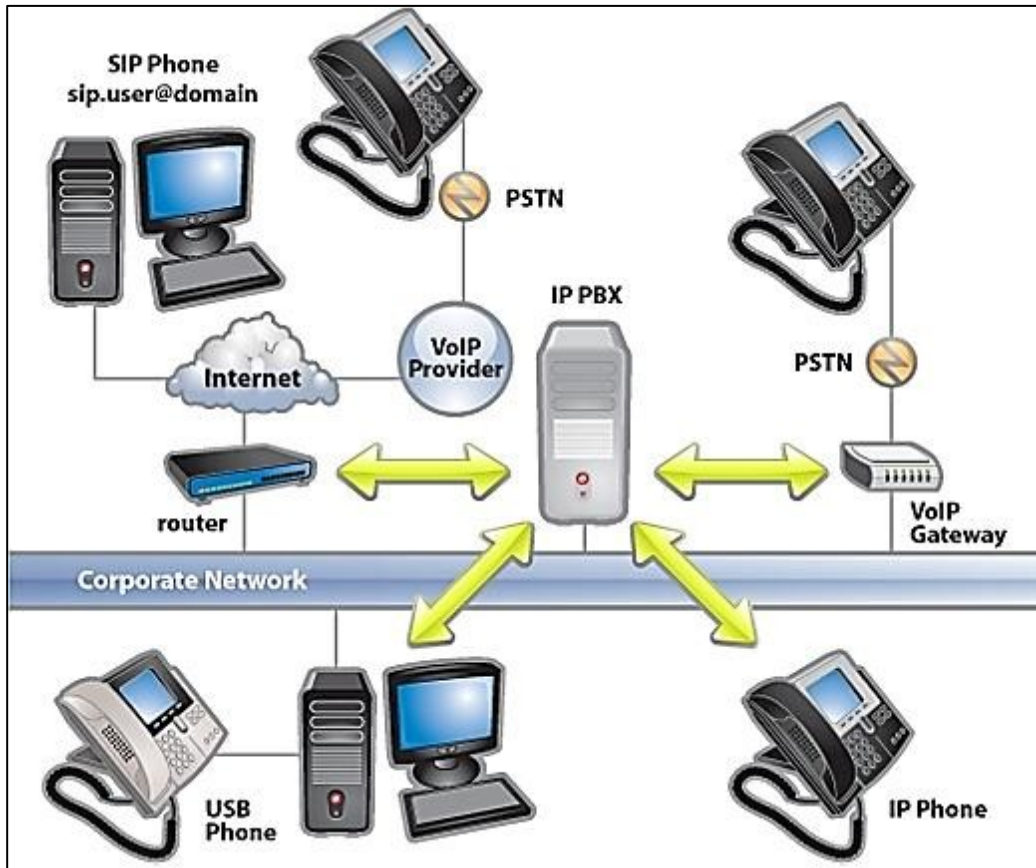
Pues bien un sistema basado en VoIP, generalmente consiste de un servidor de central IP, uno o más teléfonos basados en SIP<sup>2</sup> y opcionalmente una pasarela VoIP/PSTN<sup>3</sup> o un Proveedor de Servicio VoIP. El servidor de central IP es similar a un servidor Proxy: clientes SIP, se registran con el servidor de central IP, y cuando desean hacer una llamada, solicitan a la central IP que establezca la conexión. La central IP tiene un directorio de todos los teléfonos/usuarios y sus correspondientes direcciones SIP, y de esta manera es capaz de conectar una llamada interna o enrutar una llamada externa a través ya sea de la pasarela VoIP/PSTN o un proveedor de servicio VoIP.

---

<sup>2</sup> *SIP (Session Initiation Protocol)*: estándar para la iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea,

<sup>3</sup> *Pasarela VoIP/PSTN*: Una pasarela VOIP / VOIP Gateway es un dispositivo que convierte el tráfico de telefonía en IP para luego ser transmitido por una red de datos

A continuación se muestra un esquema de la representación de dicha tecnología:



*Ilustración 18. Esquema de la tecnología VoIP*

### 2.3.2 Dialplan

Dividiendo el laboratorio, por medio de grupos, en el que se van a realizar las prácticas que se proponen en capítulos posteriores, donde cada uno de ellos representará una sede en las cuales tendrán que aplicar una serie de características y configuraciones.

Cada sede tendrá establecido una identificación telefónica distinta de tal modo que se pueda diferenciar en todo momento a cada usuario en la red de telefonía IP.

De esta manera, se irán completando las prácticas de tal modo que la comunicación entre los integrantes de los grupos se vaya complicando según se avanza en dichas prácticas.

A continuación se muestra la siguiente tabla en la que se estipulan las referencias y numeración telefónica que llevará configurado cada grupo, así como la identificación de cada una de las extensiones que conforman los grupos.



Tabla 4. Extensiones de VoIP de las sedes del laboratorio

FILA	EQUIPO	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
1/5	PBX1/PBX5	91	100	Madrid
1/5	U1G1/U1G5	91	101	Madrid
1/5	U2G1/U2G5	91	102	Madrid
1/5	U3G1/U3G5	91	103	Madrid
1/5	U4G1/U4G5	91	104	Madrid
2/6	PBX2/PBX6	96	100	Valencia
2/6	U1G2/U1G6	96	101	Valencia
2/6	U2G2/U2G6	96	102	Valencia
2/6	U3G2/U3G6	96	103	Valencia
2/6	U4G2/U4G6	96	104	Valencia
3/7	PBX3/PBX7	95	100	Sevilla
3/7	U1G3/U1G7	95	101	Sevilla
3/7	U2G3/U2G7	95	102	Sevilla
3/7	U3G3/U3G7	95	103	Sevilla
3/7	U4G3/U4G7	95	104	Sevilla
4/8	PBX4/PBX8	94	100	Bilbao
4/8	U1G4/U1G8	94	101	Bilbao
4/8	U2G4/U2G8	94	102	Bilbao
4/8	U3G4/U3G8	94	103	Bilbao
4/8	U4G4/U4G8	94	104	Bilbao

En las siguientes líneas se procede a explicar aquellos apartados más influenciados en la elaboración del dialplan para 3CX System.

### Extensiones

En cada sede se van a encontrar designadas cinco extensiones. Una de ellas está establecida únicamente para la PBX mientras que las cuatro restantes están dedicadas para los usuarios pertenecientes al grupo. Configurando cada una de ellas en un softphone distinto.

Estas cuatro extensiones servirán para que alumno pueda realizar cada una de las preguntas, pruebas y llamadas, de las que constan las prácticas propuestas.

Las normas que se han establecido para cada una de las extensiones a utilizar son las siguientes; que cada extensión esté compuesta por 3 dígitos y que estén establecidos entre los valores 100 y 104. Esta configuración es llevada a cabo en cada una de las PBXs sin riesgo de confusión entre ellas, ya que son independientes entre sí y no producirán error al comunicar dos extensiones que tengan los mismos dígitos. Todo ello es debido al prefijo que se le establezca a cada PBX, que se verá con más determinación, según avance en el proyecto.

La configuración de cada una de las extensiones es llevada a cabo en el gestor de administración de la PBXs. Dicha configuración se puede realizar mediante dos métodos.

El primero de ellos es añadiendo una extensión a la PBX en la cual hay que configurar todas sus credenciales, para luego configurar dichos credenciales en el softphone que proceda.

El segundo método es mediante el aprovisionamiento de extensiones. La propia PBX es capaz de reconocer cuantos softphone están activos y listos para configurar. De esta forma, si una vez que ya tenga configurada la extensión, automáticamente se configurará el softphone elegido con esa extensión. De esta forma se ahorra el paso de tener que configurar las credenciales de la extensión elegida en el propio softphone.

Una vez que se han configurado cada una de las extensiones pertenecientes al grupo, podrá ver que en las propiedades de cada una de ellas, se pueden establecer una serie de configuraciones que harán modificar el comportamiento de la extensión a la hora de recibir las llamadas de otros usuarios. Estos comportamientos pueden ir desde no contestar a las llamadas que se reciban, como establecer desvíos a otras extensiones ó que sea el contestador de voz quien responda en vez del propio usuario. Todos ellos irán haciendo que el alumnado coja experiencia y se vaya familiarizando con 3CX System.

### *Puentes*

Para que la comunicación entre centrales PBXs sea posible, 3CX System le proporciona el sistema denominado "Puentes". Por medio de éste, se puede realizar la configuración necesaria para que las comunicaciones entre las extensiones de un grupo y otro puedan establecerse sin problemas.

La base en la que se establece este servicio de puentes entre PBXs, es establecer una serie de credenciales como denominador común que hagan que dichas PBXs que se van a comunicar puedan "verse" dentro de la red VoIP en la que se encuentran. Dichas credenciales tratan en establecer por una parte un número de extensión virtual, la cual debe ser igual en ambas PBXs. La función de esta extensión virtual hace que las llamadas que se establezcan desde las extensiones puedan enrutarse hacia la PBXs a la que se encuentra establecido el puente.

Una contraseña que haga la función de establecer una cierta seguridad. Dicha contraseña será uno de los parámetros que se chequearán en el proceso de la comunicación entre PBXs. Una vez que se contrastan de qué se trata de la misma contraseña en cada parte del túnel, éste hace accesible al mismo y listo para usarse.

También se puede llegar a configurar cuales son las extensiones configuradas en la PBXs que puede establecer comunicación con otras extensiones por medio del puente. Estableciendo hasta un rango de ellas, así como el número total establecidas.

Hay que añadir que para que cualquier PBXs pueda ser accesible por el resto de PBXs con lo que se establezca el puente hay que activar las siguientes opciones, "Publicar información" y "Recibir información". Por medio de ellas cada una de las PBXs permite publicar información sobre el estado de las extensiones que tiene configuradas hacia las PBXs remotas, así como, recibir información del estado de las extensiones remotas a las que está conectada dicha PBXs.

Por último otro aspecto importante es el establecer un prefijo para dicha PBXs. Este prefijo se establece como método de salida para poder comunicarse con la PBXs remota. De esta manera, no hay problema de confusión de ninguna de las PBXs que conformen la red de telefonía. Mediante éste método, el paso a realizar será el marcar el prefijo acompañado de la extensión remota a la que se quiere establecer la llamada para ello.

### *Reglas de Salida*

Tras la configuración del puente, el siguiente paso a dar es el de establecer una serie de reglas de cómo va establecerse la comunicación entre dos PBXs.

Mediante éstas reglas, lo parámetros que se configuran es el número de dígitos que se tienen que descartar cuando se vaya a realizar una llamada. Este apartado es aplicable cuando se utiliza un prefijo para realizar llamadas.

Si el número de dígitos del que se compone el prefijo es de dos, los números a descartar por esta regla de salida también tendrán que ser de dos, ya que si se quiere realizar una llamada y sólo se descarta uno por ejemplo, la llamada no se realizará.

Puede comprobar el proceso en el ejemplo que viene a continuación. Si se quiere establecer la comunicación con la extensión 101 y tiene que anteponer el prefijo 91 para ello, si la configuración tiene como cantidad de dígitos a descartar uno, se descartaría solamente el 9 y el resto de dígitos se tomarían como parte de la extensión con la que se quiere contactar. Al no haber dicha extensión el sistema no enrutaría la comunicación y la llamada no se podría llevar a cabo. Por eso si se establece como dígitos a descartar dos, el sistema toma como prefijo los dos primeros dígitos y el resto como extensión con la que se quiere contactar.

### *3CX System en el mercado*

El sistema telefónico para pequeñas empresas basado en Windows de 3CX es un software IP PBX desarrollado especialmente para facilitar la telefonía en negocios pequeños. Reemplaza los sistemas telefónicos propietarios tradicionales y es mucho más sencillo de instalar, gestionar y al mismo tiempo tiene la ventaja de que puede crecer con su empresa.

Las empresas pequeñas necesitan sistemas telefónicos que sean fáciles de usar y con costos accesibles, pero al mismo tiempo es importante que tengan funcionalidades a nivel empresarial. El sistema telefónico de 3CX para empresas

pequeñas es exactamente eso: un IP PBX manejable y que evoluciona las comunicaciones en su negocio.

El sistema telefónico 3CX para Windows proporciona los siguientes beneficios a cualquier empresa pequeña que lo utiliza:

- Un sistema telefónico completo sin necesidad de usar cables de teléfono (se utiliza el existente cableado de la red)
- Funcionalidades de nivel empresarial como son recepcionista digital y contestador automático.
- Correo de voz integrado
- Tecnología de comunicaciones unificadas – los mensajes de voz son enviados directamente a la bandeja de entrada de su correo electrónico (funciona con cualquier servidor SMTP)
- Use proveedores VoIP flexibles in de costo bajo para conectar las líneas PSTN
- Use pasarelas VoIP que son fáciles de configurar y de bajo costo para conectar sus líneas PSTN existentes
- El Cliente VoIP de 3CX facilita la realización y gestión de llamadas telefónicas desde Windows

Tanto es así que a continuación puede verse uno de los múltiples casos donde el sistema 3CX ha sido la solución a implantar.

### **Caso Práctico: Launceston College Vuelca su 20th Century PBX para la Central Telefónica 3CX - Solución de comunicaciones unificadas**



### **Launceston College cae sus costos de telecomunicaciones en un 40% al año y aumenta la movilidad del personal y la productividad con la Central Telefónica 3CX.**

Tras haber sido establecido en 1409, Launceston College es una escuela secundaria animada situada en el corazón de Launceston, Cornwall. La escuela alberga 1.300 estudiantes y 220 miembros del personal y ha educado a muchos jóvenes en la sociedad (Launceston College Dumps their 20th Century PBX for 3CX Phone System).

### 2.3.3 Antiguo PBX es calificado con una F

Launceston College siempre ha luchado por mantenerse al día con todos los últimos cambios tecnológicos, pero chocó contra un muro cuando se trataba de su solución de comunicaciones, ya que estaban utilizando un arcaico sistema de PBX Híbrido de Panasonic analógico / digital. Después de haber sido instalado en 1994, este sistema de teléfono anticuado era imposible de escalar, no estaba cumpliendo con sus necesidades de comunicación del siglo 21 y fue costando a la escuela demasiado en la gestión y honorarios de los consultores.

Cada vez que la escuela necesitaba añadir o eliminar una extensión, tenían que pagar a un tercero para instalar el cableado telefónico dedicado. Encontrar piezas de repuesto para un sistema telefónico que era más viejo que sus estudiantes, resultado un tanto difícil y en muchos casos, imposible. Además de eso, Panasonic había interrumpido los teléfonos de esta central en particular, lo que significa que la escuela tenía que encontrar soluciones sólo para añadir un teléfono nuevo. Algo tenía que ceder.

### 2.3.4 Se busca: Moderno, de alto valor, PBX de Bajo Costo

Launceston College necesita un nuevo sistema telefónico. Los requisitos previos para su nuevo PBX eran simples. Necesitaban un nuevo sistema telefónico para hacer uso de características unificadas de comunicaciones, tales como ver la presencia de otros miembros del personal y realizar fáciles llamadas por medio de conferencias. La escuela requiere una PBX que se ajustaba a su presupuesto y fuese fácil de instalar y gestionar de forma interna. Con los años, Launceston College había pagado demasiado a los consultores de PBX para gestionar asuntos triviales del sistema telefónico tales como agregar y mover extensiones. La escuela necesita gestionar todos los elementos de la nueva PBX, desde la creación, eliminación y extensiones, así como el poder configurar cualquier regla de desvío.

Tres empresas de PBXs hicieron la lista Launceston College, uno de los tres era 3CX. Los otros dos se quedaron cortos, ya que no podían ofrecer a Launceston College el sistema telefónico que deseaba al precio que estaban dispuestos a pagar. Los costos de instalación eran astronómicos, así como los costes de mantenimiento anuales de los otros dos proveedores de PBX. Por encima de todo eso, no se incluyeron características adicionales. De hecho, las características adicionales llegaron a un costo.

Central Telefónica 3CX, por otro lado, cuesta, literalmente, la mitad del precio que los otros sistemas de teléfonos citados e incluyendo características tales como correo de voz, cola de llamadas, reglas de desvío, conferencia y ver la presencia del resto de usuarios sin costo adicional.

El Sistema Telefónico 3CX ofrece la mayor ventaja prevista a Launceston College, el cual fue, que la propia escuela tendría el control total sobre su sistema

telefónico. No se necesitaría más dinero para gastar en costosos consultores PBX. Cómo agregar y mover las extensiones y el establecimiento de reglas de reenvío se puede hacer con unos pocos clics del ratón. Otra ventaja adicional de la Central Telefónica 3CX es que no se requeriría ningún cableado adicional, ahorrando a la escuela una gran cantidad de costos de cableado adicionales. Necesitaban un sistema de teléfono a prueba del futuro, lo que les permite expandirse sin necesidad de recurrir a ayuda adicional costoso.

### 2.3.5 Central Telefónica 3CX Dado un A +

Después de revisar las tres ofertas que habían recibido, era claro que la Central Telefónica 3CX era la mejor opción, ya que se ajustaba al presupuesto de la escuela, incluyendo la unificación de las comunicaciones, ya que el sistema se basaba en Windows y podría ser manejado internamente.

Después de un proceso formal de licitación, el contrato para la instalación de un nuevo sistema telefónico fue otorgado a TRI-LAN IT , un experto 3CX Certified Partner , que había propuesto la Central Telefónica 3CX para la escuela. TRI-LAN proporciona sistemas y servicios a negocios de pequeñas y medianas empresas.

Antes de desplegar 3CX, Launceston Colegio había llevado a cabo un período de prueba de dos meses desde la central, teniendo diez extensiones que se ejecutaban en la Central Telefónica 3CX, con las otras noventa extensiones conectadas a su PBX Panasonic. Los resultados fueron evidentes y la Central Telefónica 3CX se instaló sin problemas en un procesador central Intel Xeon Quad con una memoria RAM de 4 GB. Todo el despliegue duró diez días, y consistió en la instalación de un centenar de teléfonos IP.

La Central Telefónica 3CX ha estado funcionando impecablemente en Launceston College. La escuela ha visto cómo sus costos de telecomunicaciones caen en un 40% al año y como los gastos que sufrieron en los últimos años han desaparecido. La productividad del personal también ha aumentado, Launceston College cuenta ahora con más líneas, lo que les permite responder a varias llamadas al mismo tiempo.

La productividad del personal se ha visto impulsado también, ya que la escuela ha provisionado DDI (Discado directo), que permite a los miembros del personal ser contactados directamente. 3CX ha traído la movilidad a la escuela pudiéndose ver en el personal al utilizar sus softphones Androids y iPhones como puntos finales de PBX. La capacidad de hot desk ha aumentado la productividad del personal aún más.

El reenvío de llamadas es muy útil, sobre todo si un miembro del personal está ocupado o si la llamada no es contestada por los clientes, haciendo que la aplicación 3CXPhone para Android, iPhone y Windows permita que el personal pueda establecer diversas reglas de reenvío fácilmente. Ellos pueden desviar las llamadas a su móvil, correo de voz, número de Skype o ID de Skype, o para otra extensión.

### 2.3.6 No Educación PBX Necesarios

El departamento de IT de Launceston College está encantado con su nuevo sistema de telefónico. Al estar 3CX basado en Windows y por su facilidad de manejo. La configuración de extensiones, el reenvío de reglas y el aprovisionamiento de nuevos teléfonos IP se realiza con tan sólo unos clics del ratón. El personal de IT no necesita intermediarios para realizar dichas configuración, al disponer de la propia herramienta ellos pueden gestionarla directamente. 3CX ofrece una comprensión fácil y entendible por medio de los manuales y vídeos que se proporcionan en su página web. Así como, post semanales por medio de su blog, en el que tratan sobre cómo solucionar ciertos problemas que leS han podido surgir a diversos usuarios del sistema.

El hecho de que la Central Telefónica 3CX sea instalado en el servidor Windows existente de la escuela significa que funciona como cualquier otra aplicación de Windows. El personal de IT puede comprobar fácilmente los servicios que se ejecutan con eficacia y diagnosticar los fallos de una forma más fácil y rápida, por lo que les ahorra un montón de tiempo y molestias. Todo funciona sin problemas y los fallos se pueden diagnosticar antes de que aparezcan, a diferencia de las soluciones basadas en Linux, que son casi imposibles de solucionar.

La Central Telefónica 3CX ahorra a la universidad una gran cantidad de tiempo y dinero en la gestión de la central. Los nuevos teléfonos IP se pueden aprovisionar con mucha facilidad y se pueden hacer copias de seguridad y restaurar rápidamente. Como 3CX libera continuamente actualizaciones menores y mayores, la escuela asegura que su sistema de teléfono está actualizado totalmente día a día. Todo esto realizándose de forma interna en la propia escuela.

En cuanto a los gastos ocasionados para Launceston College se reducen a cero, ya que la Central Telefónica 3CX no ha fallado ninguna vez, si necesidad de realizar su instalación y establecer un soporte por terceros.

*Gary Hockin Técnico de TIC en Launceston College, dijo: "Después de muchos años de estar frustrado con los gastos de apoyo de nuestra misma edad Sistema PBX Panasonic, decidimos investigar los costos de la sustitución del sistema. Nuestros principales impulsores fueron: Localización de un sistema que podríamos añadir nosotros mismos, el viejo sistema involucrado cableado adicional y una gran cantidad de costos de mano de obra de nuestro proveedor de telecomunicaciones, el sistema debe integrar con nuestro sistema de ordenadores y utilizar el mismo cableado y tarifas de soporte inferiores. Hemos invitado a varias empresas para citar varias soluciones diferentes, pero nos gustó 3CX debido a su facilidad de uso y la estructura de precios extras. La instalación fue muy sencilla y nunca hemos mirado atrás ".*

3CX fue nombrado CRN Emerging Vendor en 2011 y 2012 y ha sido galardonado con CRN de 5 -Star Partner Program calificación en 2013. 3CX también ha sido galardonado con la Certificación Windows Server y ganó el Premio de Oro Windowsnetworking.com, el Pro 2008 Premio al Mejor Windows IT del editor y un Premio Best Buy de Computer Shopper. 3CX tiene oficinas en Australia, Chipre, Alemania, Hong Kong, Malta, Sudáfrica, el Reino Unido y los EE.UU.



## 2.4 Introducción a sistemas Asterisk (Trixbox): Funcionalidades y servicios

### 2.4.1 Definición

Trixbox es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, basada en CentOS, que tiene la particularidad de ser una central telefónica (PBX) por software basada en la PBX de código abierto Asterisk. Como cualquier central PBX, permite interconectar teléfonos internos de una compañía y conectarlos a la red telefónica convencional (RTB - Red telefónica básica). La versión Trixbox CE es la continuación de Asterisk.

El paquete trixbox incluye muchas características que antes sólo estaban disponibles en caros sistemas propietarios como creación de extensiones, envío de mensajes de voz a e-mail, llamadas en conferencia, menús de voz interactivos y distribución automática de llamadas.

Trixbox, al ser un software de código abierto, posee varios beneficios, como es la creación de nuevas funcionalidades. Algo muy importante es que no sólo soporta conexión a la telefonía tradicional, sino que también ofrece servicios VoIP. Los protocolos con los cuales trabaja pueden ser SIP, H.323, IAX, IAX2 y MGCP (Asterisk- The definitive guide).

#### *Componentes Principales de Trixbox*

Los componentes principales de TrixBox son:

##### Linux Centos

Es la distribución Linux que sirve como sistema operativo base, que a su vez está basada en Linux Red Hat Enterprise.

##### Asterisk

Es el núcleo de telefonía. Asterisk es una completa solución de centralita IP por software.

Proporciona todas las funcionalidades de las grandes centralitas propietarias (buzones de voz, IVR, etc.) y ofrece algunas posibilidades y servicios no disponibles en la mayoría de ellos (grabación de llamadas, extensiones remotas).

Asterisk dispone de todas las funcionalidades de las grandes centralitas propietarias (Cisco, Avaya, Alcatel, Siemens, etc). Desde las más básicas (desvíos, capturas, transferencias, multi-conferencias, ...) hasta las más avanzadas (Buzones de voz, IVR, CTI, ACD...). Asterisk ha incorporado la mayoría de estándares de telefonía del mercado, tanto los tradicionales (TDM) con el soporte de puertos de interfaz analógicos (FXS y FXO) y RDSI (básicos y primarios), como los de telefonía IP (SIP, H.323, MGCP, SCCP/Skinny). Eso le permite conectarse a las redes públicas de telefonía tradicional e integrarse fácilmente con centralitas tradicionales (no IP) y

otras centralitas IP. No solo por ser un sistema de código abierto (Open Source) sino gracias a su arquitectura hardware: utiliza plataforma servidor estándar (de propósito no específico) y tarjetas PCI para los interfaces de telefonía, que por la competencia del mercado se han ido abaratando progresivamente.

### FreePBX

Es el entorno gráfico que facilita la configuración de Asterisk, no a través de la edición de archivos de texto, sino a través de interfaces web amigables.

### Flash Operator Panel (FOP)

El FOP es una aplicación de monitorización de Asterisk tipo operadora accesible desde la Web.

### Web-MeetMe

Es una herramienta de control de salas de conferencia para Asterisk. Que permiten interrogar al servidor de conferencia y ver quién está realmente presente en la sala de conferencias. Algunas de las características básicas, tales como enmudecer, desenmudecer e invitar a un miembro se encuentran disponibles.

(O'Reilly Media)

### *Descripción de las principales características de trixbox*

#### Contestador Automático (IVR)

Una de sus características es la funcionalidad de Contestador-Automático que guía a los que llamen según las opciones predefinidas. Ejemplo: "Presione 1 para comunicarse con soporte" o "Presione 2 para el departamento de ventas". Esta característica en este producto es muy poderosa y fácil de usar con solo unos clics. Se puede configurar el flujo de las llamadas, configurar respuestas agendadas, redirigir llamadas fuera del lugar de trabajo y algunas opciones más.

#### Buzón de voz

Ofrece cuatro maneras fáciles de almacenar mensajes:

- Presionando un botón en el teléfono.
- Marcando remotamente desde cualquier teléfono.
- Recibiendo archivos .WAV adjuntos en el mail.
- Escuchando a través del panel de control web.

## VoIP

Trixbox está preparado para VoIP dependiendo del producto que se esté usando, el cual limita la cantidad de teléfonos posibles. Fácilmente se puede conectar trixbox con cualquier proveedor de VoIP (SIP o IAX).

### Panel de control web

Ofrece una interfaz web fácil de usar. Un panel de administrador que maneja todos los aspectos del trixbox remotamente y un panel de usuario para empleados que les permite manejar sus configuraciones personales (como escuchar sus mensajes de voz, responder llamados mediante un clic, traspaso de llamadas, etc.) desde cualquier parte.

### Reportes y monitorización

Con esta característica se pueden analizar en tiempo real los registros de llamadas para cualquier extensión usando potentes filtros y parámetros de búsqueda.

### Puentes para conferencias

Los puentes para conferencias vienen preconfigurados gratuitamente y soportan un número ilimitado de participantes internos y externos.

### Códecs que soporta

- ADPCM
- G.711 (A-Law &  $\mu$ -Law)
- G.722
- G.723.1 (pass through)
- G.726
- G.729 (through purchase of a commercial license)
- GSM
- iLBC

## 2.4.2 Dialplan

El *Dialplan* es el corazón de cualquier sistema Asterisk – Trixbox. Mediante él, se definen las reglas que van a permitir el realizar llamadas entre las extensiones que se encuentren dentro de la misma PBX cómo las llamadas hacia el exterior de ésta y así poder comunicarse con otras extensiones pertenecientes a PBXs distintas.

Para que se cumplan estas reglas, habrá que predefinirlas con anterioridad. El método para ello se llevará a cabo por medio del entorno web que proporciona la plataforma Asterisk - Trixbox.

Una vez que se establecen las credenciales de usuario y contraseña en la máquina virtual donde se establece todo el sistema Asterisk – Trixbox, podrá acceder a la herramienta web con la que poder configurar todos los aspectos necesarios del dialplan a llevar a cabo.

Para que pueda acceder a dicha herramienta web, el paso a realizar es abrir un navegador web, e introducir la ip establecida en la máquina virtual antes citada. Una vez en la página principal de dicha herramienta de gestión introduzca las credenciales de usuario y contraseña y ya se encontrará en el menú principal.

Esta herramienta le aportará bastante información ya que aparte de poder realizar las configuraciones oportunas respecto a extensiones, desvíos, buzón de voz, puentes, etc., proporciona información acerca del estado en el que se encuentran las extensiones, puentes, extensiones en el que se establecen el parqueo de llamadas, si alguna extensión tiene en su buzón de voz algún mensaje sin leer, etc., en todo momento.

Para la correcta realización del *dialplan* se ha tenido que llevar a cabo procesos como;

- Crear de extensiones, así como su asignación a los distintos softphones.
- Realizar desvíos de llamadas hacia otras extensiones
- Crear y configurar puentes entre las distintas PBXs que conforman el laboratorio
- Aplicar una serie de *reglas de salida* para la correcta comunicación entre PBXs.

Todo ello se ha tenido que realizar en los siguientes apartados que puede comprobar a continuación.

### *Extensiones y desvíos*

Para la creación de extensiones mediante la herramienta web que ofrece Trixbox-Asterisk, nada más tiene que dirigirse a la pestaña *PBXs* → *PBXs Settings*. A partir de aquí se encontrará en el menú de configuración de la PBXs Asterisk – Trixbox.

En la barra lateral izquierda podrá comprobar que se encuentra el apartado de *Extensiones*, entre en él y accederá al menú para la creación de una extensión. Una vez en dicho menú rellenando con los datos necesarios como pueden ser el número de la extensión y guardando la configuración, ésta quedará registrada en la PBXs, lista para asignarla a cualquier softphone perteneciente a la misma. Para ello abra cualquier softphone y rellene su configuración con los datos de la extensión creada. Una vez realizado este proceso, quedará activa en la PBXs y lista para su utilización.

En cuanto a los *desvíos de llamada*, le va a tener la oportunidad de establecer una serie de estrategias cuando se disponga a recibir llamadas. Estas estrategias van desde desviar la llamada que reciba una extensión a otra extensión de su mismo grupo, o si lo prefiere a un buzón de voz para que de esta manera el emisor le pueda dejar un mensaje y escucharlo después, que el teléfono sólo se dedique a dar el tono o por lo contrario denegar la llamada y no establecer así la comunicación.

Para aplicarlos a alguna de las extensiones que tenga configurada en la PBXs, los pasos que tiene que realizar son muy sencillos, entre en la configuración de cualquiera de las extensiones y pulse sobre la opción *Add Follow Me Settings*. Mediante esta opción podrá establecer cualquiera de las estrategias antes comentadas.

### *Puentes*

Al igual que en cómo se vio anteriormente para 3CX System, para la comunicación entre varias PBXs se tienen que configurar una serie de *puentes*, *trunks* para la plataforma Asterisk – Trixbox que haga capaz dicha comunicación.

El método para dicha configuración difiere con respecto al sistema de 3CX ya que en Asterisk – Trixbox hay que realizar la configuración mediante algunos comandos.

Para ello en el menú de configuración de la PBXs diríjase al apartado *Trunks*, accederá a un primer menú de configuración donde hay que detallar el tipo de puente que se quiere establecer. Para el desarrollo de las prácticas propuestas las elecciones convenientes son *Add IAX Trunk* & *Add SIP Trunk* . Una vez que ha seleccionado uno de ellos la configuración necesaria que hay que establecer es:

- Un prefijo con el poder dirigirse a las PBXs remotas. Estableciendo a su vez el permiso para contactar con cualquier extensión propia de esas PBXs remotas.
- Un nombre que identifique el puente configurado. Pudiendo ser los nombres de las sedes que van a comunicarse o hacia dónde se va a establecer el puente.
- Las credenciales de la PBXs remota con la que se va a realizar la conexión. Como son la ip del host donde se encuentra la PBXs remota, el nombre de la misma, una contraseña para proporcionar seguridad al puente y el tipo de puente
- Y las credenciales para el usuario de la PBXs de origen que va a conectar con la remota. Como vuelven a ser la ip del host remoto, la contraseña y el tipo.
- Por último, una última sentencia donde confirmar el registro del puente y la comunicación entre ambas PBXs.

Configurado el puente y comprobado que quedan activos en cada extremo, tendrá que realizar un último paso para poder establecer la comunicación entre ellas.

### *Reglas de Salida*

Una vez que la configuración del puente ha sido finalizada, el siguiente paso para que pueda realizar llamadas hacia el exterior de la misma es aplicar una *regla de salida* para el puente creado.

Estas *reglas de salida* van a permitir enrutar las llamadas hacia las PBXs remotas con las que se ha establecido los puentes. El proceso con el que se realiza es el de configurar un prefijo con el que se pueda acceder a las extensiones de las PBXs remotas y aplicar dicha configuración al puente creado.

Es decir, si por ejemplo se ha creado un puente entre dos sedes como pueden ser Madrid-Sevilla, en la configuración de la PBXs de Madrid se establecerá en su regla de salida un prefijo con el que se pueda acceder a Sevilla específico para ese puente.

### **2.4.3 Asterisk - Trixbox en el mercado**

Asterisk es una aplicación open source que se ejecuta sobre un sistema operativo Linux y que permite cubrir prácticamente todas las necesidades de telefonía de una empresa, con unos costes muy razonables. La flexibilidad de la solución es enorme, tanto a nivel de tecnología como a nivel de funcionalidad.

Desde el punto de vista tecnológico, la solución es relativamente sencilla, ya que Asterisk puede instalarse en un servidor convencional, dimensionado de acuerdo al tamaño de la red de telefonía de la empresa. Alternativamente, también se puede instalar sin problemas en servidores virtuales, lo que permitirá rentabilizar aún más las inversiones realizadas por las empresas en este tipo de tecnología. La conectividad con las líneas analógicas y RDSI convencionales queda garantizada mediante la instalación sencilla de tarjetas PCI o mediante el uso de gateways.

La reciente aparición de los llamados operadores IP y la flexibilidad del sistema Asterisk para conectar con ellos a través de enlaces IP de bajo coste (ADSL, SDSL,...), permitirá a la empresa racionalizar de forma significativa sus costes de comunicación, reduciendo los costes fijos asociados a las líneas y accediendo a tarifas muy competitivas sobre todo cuando nuestros destinos de llamada sean la red móvil o destinos internacionales. Además, Asterisk le permitirá olvidar los molestos costes de licencia asociados a los sistemas tradicionales, especialmente en períodos de crecimiento de la empresa.

A diferencia de las centralitas convencionales, los teléfonos IP se instalan sobre la red local de la empresa, compartiendo la infraestructura de cableado y switches, con los servidores, los PC's, las impresoras, etc. Con la formación adecuada y unos mínimos conocimientos de redes e informática, la telefonía pasa a ser un recurso más gestionado por el departamento de IT, reduciendo sensiblemente los costes de gestión de los sistemas convencionales.

Dejando de lado la tecnología, si se analiza en detalle las funcionalidades de Asterisk es cuando entenderá realmente la potencia del sistema. Por un lado, cualquier sistema Asterisk, desde el más pequeño al más grande, dispone de todas las funcionalidades de las grandes centralitas propietarias (Cisco, Avaya, Alcatel, Siemens, etc). Desde las más básicas (desvíos, capturas, transferencias, multi-

conferencias,...) hasta las más avanzadas (Buzones de voz, IVR, CTI, ACD, Grabación de llamadas,...).

Pero una de las funcionalidades que resultará más rentable para las empresas es la posibilidad de implantar soluciones de Contact Center de nivel profesional con muy poco coste adicional sobre la solución estándar corporativa. Así, cada vez más, los responsables de los departamentos de Atención al Cliente, Comercial, Cobros, etc, valoraran la capacidad de optimizar la gestión de llamadas de su departamento, aumentar el rendimiento de sus agentes, mejorar la calidad de atención telefónica percibida por sus Clientes y disponer de toda la información posible mediante la integración con su CRM y la explotación de los datos de rendimiento de las colas y agentes que nos permitirá conocer el nivel de calidad que estamos prestando.

Mediante uno de los variados casos de telefonía IP sobre los que se monta el sistema Asterisk – Trixbox, podrá comprobar la eficacia, fiabilidad y facilidad de manejo que ofrece dicho sistema.

### *Contact Center IP para la cadena Tiendas Conexión en colaboración con ITM Sistemas*



Tiendas Conexión es una cadena nacional con más de 100 tiendas dedicada a la distribución de productos de telefonía móvil Orange, tanto para el segmento residencial como el de autónomos y empresas. A principios del 2009 y con la colaboración del integrador local ITM Sistemas, implantamos una solución de call center IP para su división de televenta.

El call center cuenta actualmente con más de 300 agentes y dispone de funcionalidades avanzadas como la marcación predictiva y la capacidad de grabación de llamadas. La arquitectura propuesta para dotar al sistema de máxima fiabilidad fue la de un cluster de 4 servidores: dos actuando de media Gateway y otros dos de call manager. Para optimizar la grabación de conversaciones estas se graban primero en RAM para pasarlas luego a un NAS externo de alta capacidad.

La necesidad:

Tiendas conexión se planteó a finales del 2008 la implantación de un servicio de Call Center basado en tecnología IP para el soporte a la venta de productos de comunicaciones Orange. Los requisitos eran los siguientes: unos 100 agentes (ampliable posteriormente a + de 300) con un sistema de automarcación predictiva, integración CTI con su CRM, grabación de todas las llamadas y máxima optimización en costes sin menoscabar la estabilidad y fiabilidad del sistema. A principios de 2010 se ampliaron los requerimientos hasta las 370 posiciones de agente.

La Solución:

- servidores Asterisk en alta disponibilidad: dos de ellos actuando de media-gateway y otros dos desoftswitch IP
- Solución de gestión de llamadas y marcación predictiva de Dialapplet.
- Sistema de Grabación de llamadas:
  - Se graban todas las llamadas de forma automática.
  - Para optimizar la gestión i/o del servidor se graban las llamadas en RAM para después pasarlas a sistema de almacenamiento externo tipo NAS.
  - 32 GB de RAM
  - NAS: SAS de 500 GB en RAID1.

Funcionalidades y Beneficios:

- La tecnología abierta Asterisk aporta un alto grado de escalabilidad y fiabilidad por costes muy inferiores a las de las soluciones propietarias
- Máxima eficiencia en la automatización del proceso de ventas, gracias a la marcación predictiva.
- Licencias del software de automarcación con coste muy inferior al de sistemas propietarios cerrados.
- Solución profesional y fiable de grabación de llamadas con costes muy inferiores a los clásicos sistemas propietarios.
- Sistema fácilmente escalable.

(Quarea - Voz Datos IP - Casos de Estudio)



#### 2.4.4 Caso de Éxito Asterisk: Medical Boston Group

Con más de 100 clínicas en todo el mundo Boston Medical Group es Líder Mundial en Salud Sexual masculina. Presentes en Australia, Estados Unidos, México, Argentina, Brasil, Dubái y por supuesto España, se han tratado con éxito a más de 500.000 pacientes en todo el mundo.

Boston Medical Group necesitaba un sistema de telecomunicaciones con potencia suficiente para asumir el exponencial crecimiento experimentado en todo el mundo, a la vez que totalmente operativo en caso de contingencia.

Repartidos a lo largo de dos continentes, las sedes de Boston Medical Group, necesitaban conectividad interna con movilidad para los médicos, desvíos de urgencias a lo largo de las 24 horas, 7 días en semana, y un estricto control de la información transmitida, al ser esta de carácter altamente confidencial.

Así mismo, necesitaban establecer un servicio de Call Center integrado con su aplicación de CRM. EuropeSIP Communications diseñó un sistema de comunicaciones basado en Asterisk en cluster para mantener ininterrumpidamente el servicio tanto corporativo como Call Center en caso de caída de cualquiera de los nodos. De forma adicional a los enlaces existentes a la red pública se configuraron sendos trunks SIP para dotar de absoluta independencia de caídas debidas a fallos de proveedor.

Las centralitas que componen la red, disponen de hardware seleccionado de forma escalable durante largo tiempo, así como posibilidad de aumentar el número de enlaces públicos según la demanda aumente, tanto de tipo primario como básico. Además de los teléfonos SIP de la parte corporativa, los teléfonos de Call Center, se integran con el software corporativo de atención al usuario que desarrollan en su departamento de sistemas.

La infraestructura está diseñada de tal forma que las centralitas de España residen en un housing que provee enlace por fibra al resto de sedes nacionales, mientras que las sedes extranjeras disponen de instalaciones locales en cada país. Madrid Valencia Mexico CPD Primario Argentina Sevilla Colombia Barcelona Las Palmas.  
(Caso de Éxito Asterisk: Medical Boston Group)

## 2.5 Conclusión equipamiento y recursos utilizados

Por un lado, el sistema PBX 3CX funciona sobre Windows, un entorno en el que los usuarios están más familiarizados y cuesta menos manejar. No obstante, se pueden realizar la mayoría de las funciones para un buen aprendizaje, en la que otras PBX habría que pagar.

Por otro lado, Asterisk es una centralita VoIP que trabaja sobre Linux, un sistema que complica el manejo si no se está familiarizado. Por eso se ha seleccionado la versión Trixbox, que facilita el manejo mediante un entorno gráfico vía web. Es software libre, por lo que, se puede configurar todas las opciones como se quiera. Es la central PBX más utilizada a nivel internacional.

Una vez se ha realizado un estudio exhaustivo del hardware y software más conveniente, se deciden realizar prácticas con los dos sistemas diferentes y otra práctica que combina estos dos (como se puede ver en el siguiente apartado). De este modo, se puede ver la similitud y las diferencias de cada uno, y servirá para poder afrontar un sistema VoIP diferente en un entorno laboral. Estas prácticas abarcarán:

- Dividir el aula del laboratorio en cuatro sedes
- Configuración de red de datos del laboratorio.
- Comprobación de correcta conexión de equipos.
- Creación de redes VoIP mediante PBXs Asterisk y 3CX.
- Aprendizaje de los servicios de las diferentes PBXs.
- Creación de puentes entre PBXs para conectar varias sedes.
- Administración y gestión de redes VoIP entre diferentes sedes.
- Análisis a nivel aplicación de protocolos SIP e IAX.
- Nivel del alumno mediante prueba escrita. **(incluido en anexo)**

## 2.6 Arquitectura de red y entorno final

La estructura consiste en dos módulos docentes compuestos de veinte ordenadores cada uno. Se han compuesto diferentes prácticas y cada una de ellas con diferentes recursos y direcciones IP. De esta forma, el alumno se familiarizará con diferentes direccionamientos y maneras de creación de una red VoIP.

Una vez se ha establecido el montaje y se ha instalado el software necesario, se conformarán las siguientes redes:

- Estructura de red VoIP mediante PBX 3CX, como se puede ver en la siguiente figura.



*Ilustración 19. Escenario de un módulo cualquiera con 3CX.*

- Estructura de red VoIP mediante PBX Asterisk, como se puede ver en la siguiente figura.



Ilustración 20. Escenario de un módulo cualquiera con Asterisk.

- Estructura de red VoIP con sistemas alternados en cada sede entre PBX 3CX y Asterisk, como se puede ver en la siguiente figura.

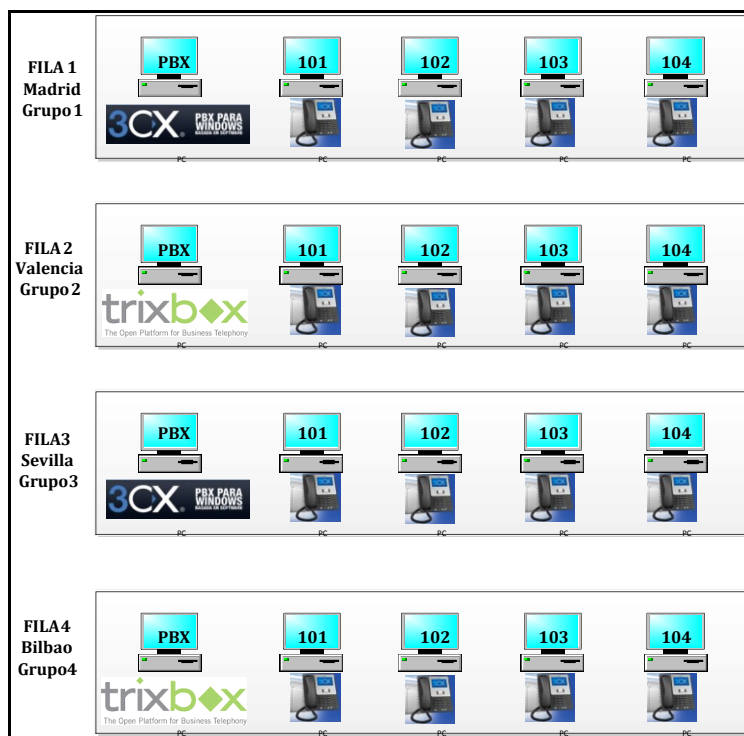


Ilustración 21. Escenario de un módulo cualquiera con 3CX- Asterisk.

Una vez que se han proporcionado las estructuras de red de los distintos laboratorios, se establece un diagrama de red de estos laboratorios y las siguientes tablas de direccionamiento IP utilizados, como muestran las siguientes imágenes.

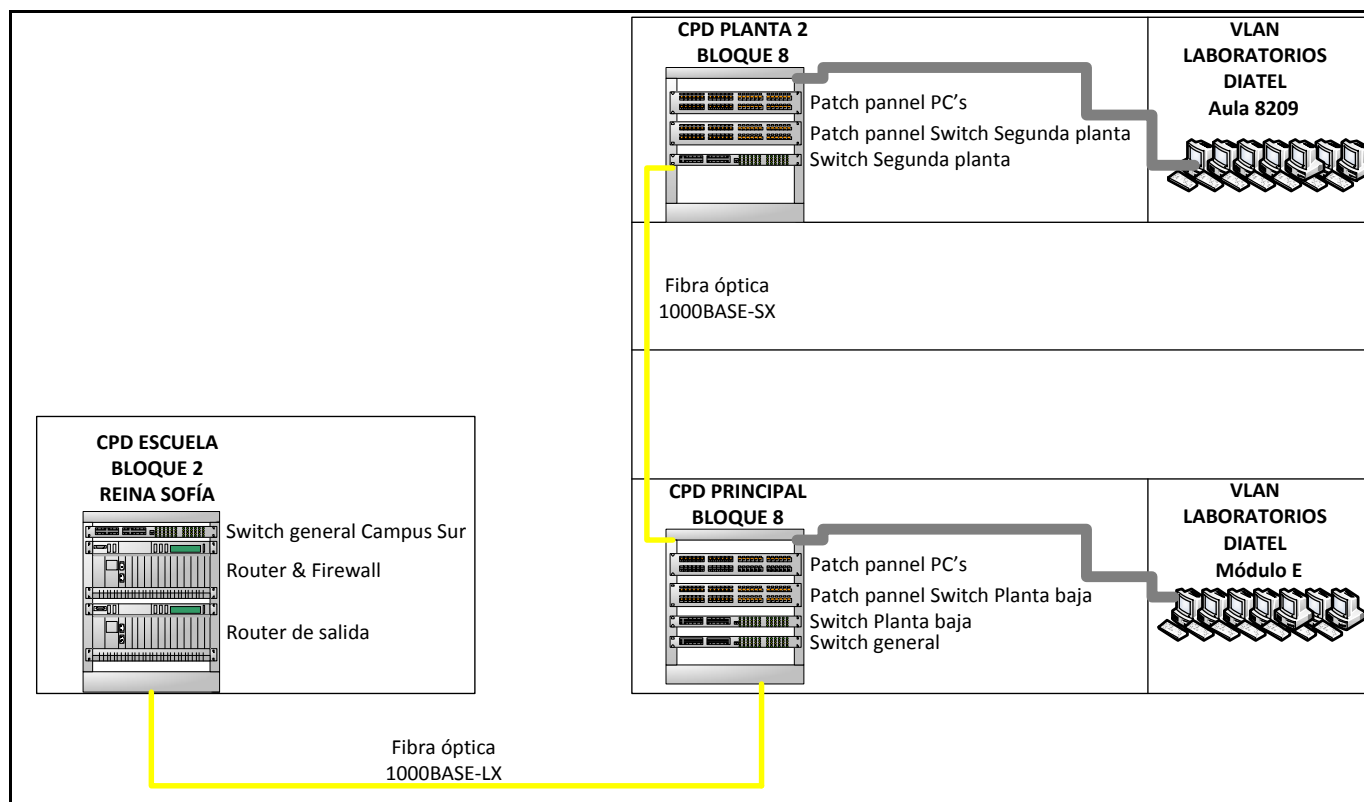


Ilustración 22. Arquitectura de red áreas implicadas.

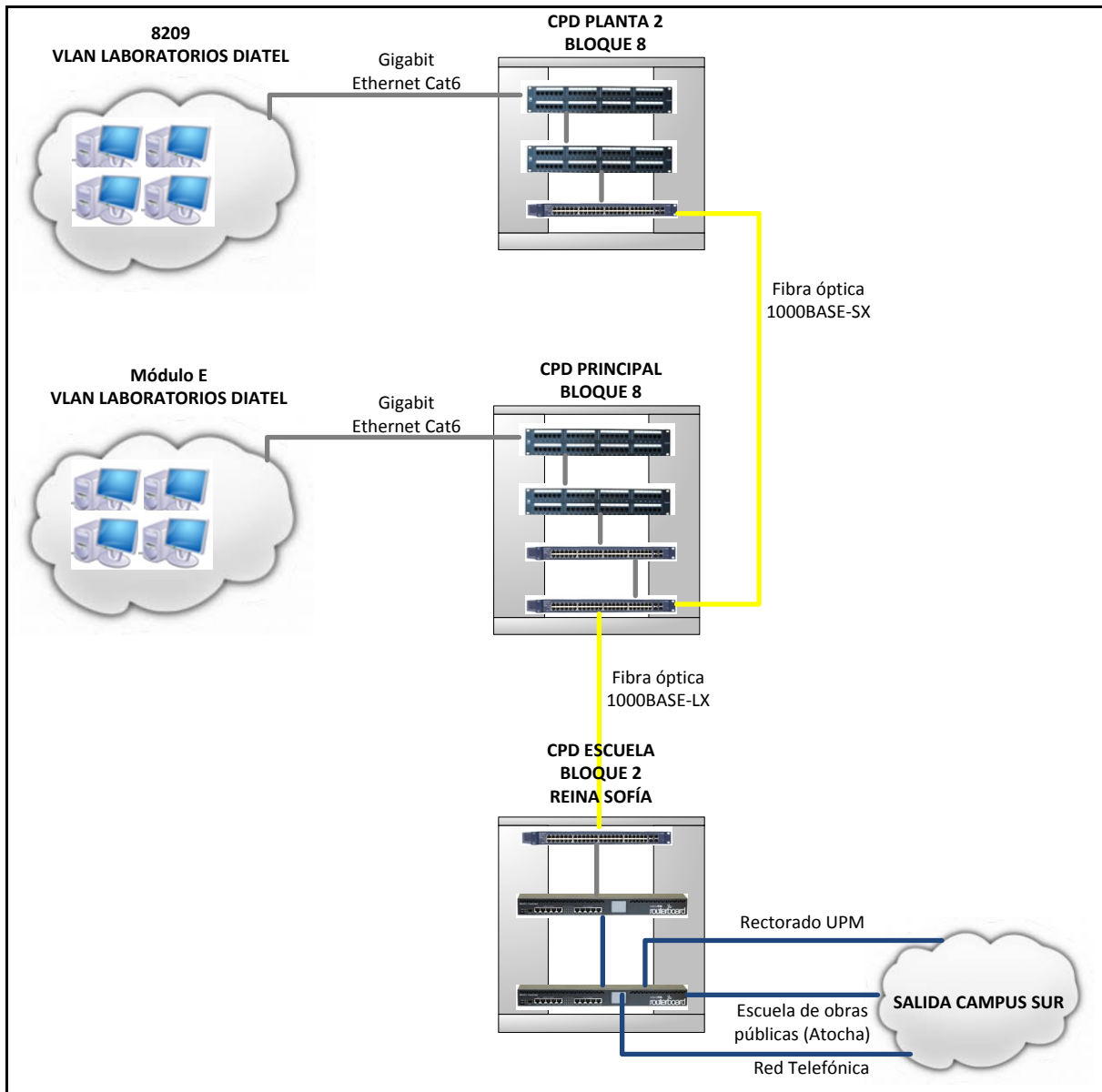


Ilustración 23. Arquitectura de red áreas implicadas 2.

## 2.7 Tablas aulas docentes

A continuación, se exponen las tablas para sus correspondientes prácticas. En estas tablas, se aporta la información adecuada para configurar las máquinas virtuales correspondientes a la PBX y softphones. De forma detallada se puede obtener la dirección IP, la máscara de subred, puerta de enlace, modo de trabajo para la tarjeta de red virtual y el resto de datos necesarios para terminar la correcta configuración de cada laboratorio.

### 2.7.1 Direccionamiento 3CX módulo 8209 (Práctica1)

MÓDULO	FILA	IP REAL	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	ID	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
8209	1	10.49.1.XXX	192.168.1.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX1	91	100	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.1.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G1	91	101	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.1.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G1	91	102	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.1.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G1	91	103	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.1.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G1	91	104	Madrid
	2	10.49.1.XXX	192.168.2.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX2	96	100	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.2.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G2	96	101	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.2.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G2	96	102	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.2.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G2	96	103	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.2.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G2	96	104	Valencia
	3	10.49.1.XXX	192.168.3.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX3	95	100	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.3.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G3	95	101	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.3.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G3	95	102	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.3.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G3	95	103	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.3.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G3	95	104	Sevilla
	4	10.49.1.XXX	192.168.4.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX4	94	100	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.4.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G4	94	101	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.4.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G4	94	102	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.4.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G4	94	103	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.4.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G4	94	104	Bilbao



### 2.7.2 Direccionamiento 3CX módulo E (Práctica 1)

MÓDULO	FILA	IP REAL	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	ID	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
E	1	10.49.1.XXX	192.168.5.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX5	91	100	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.5.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G5	91	101	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.5.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G5	91	102	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.5.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G5	91	103	Madrid
	1	10.49.1.XXX	192.168.5.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G5	91	104	Madrid
	2	10.49.1.XXX	192.168.6.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX6	96	100	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.6.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G6	96	101	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.6.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G6	96	102	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.6.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G6	96	103	Valencia
	2	10.49.1.XXX	192.168.6.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G6	96	104	Valencia
	3	10.49.1.XXX	192.168.7.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX7	95	100	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.7.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G7	95	101	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.7.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G7	95	102	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.7.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G7	95	103	Sevilla
	3	10.49.1.XXX	192.168.7.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G7	95	104	Sevilla
	4	10.49.1.XXX	192.168.8.2	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	PBX8	94	100	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.8.3	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U1 G8	94	101	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.8.4	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U2 G8	94	102	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.8.5	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U3 G8	94	103	Bilbao
	4	10.49.1.XXX	192.168.8.6	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	U4 G8	94	104	Bilbao

### 2.7.3 Direccionamiento general de datos 3CX (Práctica 1)

MÓDULO	FILA	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	UBICACIÓN SEDE
8209	1	192.168.1.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Madrid
	2	192.168.2.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Valencia
	3	192.168.3.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Sevilla
	4	192.168.4.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Bilbao
E	1	192.168.5.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Madrid
	2	192.168.6.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Valencia
	3	192.168.7.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Sevilla
	4	192.168.8.X	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Bilbao

### 2.7.4 Direccionamiento general de VoIP 3CX (Práctica 1)

MÓDULO	FILA	MODO IP VIRTUAL	ID	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
8209	1	Bridge	UX G1	91	10X	Madrid
	2	Bridge	UX G2	96	10X	Valencia
	3	Bridge	UX G3	95	10X	Sevilla
	4	Bridge	UX G4	94	10X	Bilbao
E	1	Bridge	UX G5	91	10X	Madrid
	2	Bridge	UX G6	96	10X	Valencia
	3	Bridge	UX G7	95	10X	Sevilla
	4	Bridge	UXG8	94	10X	Bilbao

### 2.7.5 Direccionamiento módulo 8209 (Práctica 2 y 3)

MÓDULO	FILA	IP REAL	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	ID	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
8209	1	10.49.1.XXX	10.49.1.70	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX1	91	100	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U1 G1	91	101	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U2 G1	91	102	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U3 G1	91	103	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U4 G1	91	104	Madrid
	2	10.49.1.XXX	10.49.1.71	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX2	96	100	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U1 G2	96	101	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U2 G2	96	102	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U3 G2	96	103	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U4 G2	96	104	Valencia
	3	10.49.1.XXX	10.49.1.72	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX3	95	100	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U1 G3	95	101	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U2 G3	95	102	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U3 G3	95	103	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U4 G3	95	104	Sevilla
	4	10.49.1.XXX	10.49.1.73	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX4	94	100	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U1 G4	94	101	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U2 G4	94	102	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U3 G4	94	103	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0		U4 G4	94	104	Bilbao

### 2.7.6 Direccionamiento módulo E (Práctica 2 y 3)

MÓDULO	FILA	IP REAL	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	ID	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
E	1	10.49.1.XXX	10.49.1.74	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX5	91	100	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U1 G5	91	101	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U2 G5	91	102	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U3 G5	91	103	Madrid
	1	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U4 G5	91	104	Madrid
	2	10.49.1.XXX	10.49.1.75	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX6	96	100	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U1 G6	96	101	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U2 G6	96	102	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U3 G6	96	103	Valencia
	2	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U4 G6	96	104	Valencia
	3	10.49.1.XXX	10.49.1.76	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX7	95	100	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U1 G7	95	101	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U2 G7	95	102	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U3 G7	95	103	Sevilla
	3	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U4 G7	95	104	Sevilla
	4	10.49.1.XXX	10.49.1.77	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX8	94	100	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U1 G8	94	101	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U2 G8	94	102	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U3 G8	94	103	Bilbao
	4	10.49.1.XXX		Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	U4 G8	94	104	Bilbao

### 2.7.7 Direccionamiento general de datos (Práctica 2 y 3)

MÓDULO	FILA	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	UBICACIÓN SEDE
8209	1	10.49.1.70	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Madrid
	2	10.49.1.71	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Valencia
	3	10.49.1.72	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Sevilla
	4	10.49.1.73	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Bilbao
E	1	10.49.1.74	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Madrid
	2	10.49.1.75	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Valencia
	3	10.49.1.76	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Sevilla
	4	10.49.1.77	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	Bilbao

### 2.7.8 Direccionamiento general de VoIP 3CX (Práctica 2 y 3)

MÓDULO	FILA	MODO IP VIRTUAL	ID	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
8209	1	Bridge	UX G1	91	10X	Madrid
	2	Bridge	UX G2	96	10X	Valencia
	3	Bridge	UX G3	95	10X	Sevilla
	4	Bridge	UX G4	94	10X	Bilbao
E	1	Bridge	UX G5	91	10X	Madrid
	2	Bridge	UX G6	96	10X	Valencia
	3	Bridge	UX G7	95	10X	Sevilla
	4	Bridge	UXG8	94	10X	Bilbao



### 3 Parte 3: Propuesta de prácticas

Una vez vistos el tipo de prácticas y los recursos especificados por el departamento de Diatel en el laboratorio, se realizarán una serie de prácticas. Estas serán capaces de enseñar la verdadera utilidad del sistema VoIP con todos los servicios más utilizados en el día a día.

Se deciden realizar un conjunto de cuatro prácticas. Dado que la configuración de red de los laboratorios es inaccesible para el alumno, se descarta la idea de configuración de Routers, Switches Firewalls, etc.

De forma que, las prácticas del PFC se adapten a las siguientes partes:

- Instalación y configuración de centralitas PBX.
- Creación y gestión de una red VoIP.
- Interconexión entre centrales de mismas y/o diferentes PBXs (en este proyecto, se puede realizar hasta cuatro centrales en cada laboratorio).
- Aprendizaje y configuración de servicios VoIP.
- Análisis a nivel aplicación de protocolos SIP e IAX.
- Nivel del alumno mediante prueba escrita.

### 3.1 Práctica1: Introducción a 3CX



## Laboratorio de Redes y Servicios de Telecomunicación

### Práctica 1

Aprendizaje, simulación y desarrollo  
sobre tecnologías de voz y datos:  
Sistemas basados en VoIP



Semestre  
primavera

Curso 2013/2014



### 3.1.1 Primera parte: Familiarización de sistema 3CX

#### 1 *Objetivos generales*

- Analizar los servicios y capacidades ofrecidas por los centros de conmutación digital que componen la estructura de la Red Digital Integrada (RDI), incluyendo servicios y protocolos para transmisión de voz sobre IP (VoIP).
- Configurar y administrar una red privada constituida por varios centros de conmutación digital, estableciendo el valor de los parámetros que determinen su comportamiento para satisfacer la demanda de servicio de los usuarios de acuerdo a unas determinadas especificaciones.

#### 2 *Objetivos parciales*

- Definir el plan de numeración de una red formada por varios centros de conmutación.
- Configurar terminales telefónicos software (*softphones*) para servicios VoIP.
- Estudiar los servicios proporcionados por las redes IP.

#### 3 *Equipamiento*

Para la realización de las diferentes partes de la práctica se utilizará el siguiente equipamiento hardware y software:

- 20 Ordenadores del módulo de laboratorio.
- Sistema de conmutación digital (**P**ri**v**ate **B**ranch **E**xchange, PBX) basado en 3CX.
- Softphones: 3CXPhone.

En la configuración final, los diferentes terminales softphones de una fila se encontrarán conectados a su correspondiente PBX instalada en los equipos tal y como se muestra en la figura 24.



*Ilustración 24. Escenario de un módulo cualquiera.*

#### 4 Realización

Esta práctica consta de dos partes:

- una primera parte de introducción que servirá para familiarizarse con el software que se va a usar y donde se probarán los terminales y se estudiará el Plan de Numeración.
- y una segunda parte donde se estudiarán los diferentes servicios que ofrecen las redes de telecomunicación y en especial la centralita software 3CX.

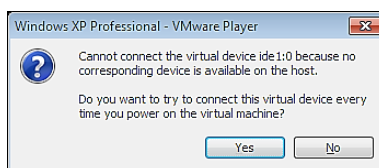
#### Obtención de la máquina virtual

Para obtener la máquina virtual (MV) con la que trabajar en las prácticas, se debe acceder a la unidad L:\ RRSSTT del ordenador (se trata de un disco duro

compartido en red). También se podrá acceder a las MV desde el propio disco duro del ordenador, en C:\RRSSTT. Se aconseja copiarla<sup>4</sup> en el escritorio para poder trabajar de una forma más rápida y organizada.

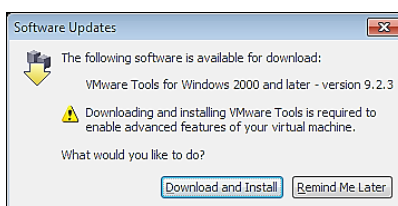
Una vez obtenida la máquina virtual, se propone hacer lo siguiente para establecer la comunicación con el resto de equipos de la red del laboratorio:

- 1 Ejecutar el programa VMWARE.
- 2 Se seleccionará la máquina virtual obtenida anteriormente de la unidad L.
- 3 La máquina virtual se arrancará pulsando "Play virtual machine".
- 4 Aparecerá un mensaje para copiar o mover la máquina. En el caso de la máquina virtual con la central 3CX, se seleccionará "I moved it". Si se trata de la máquina con 3CXPhone, se pulsará "I copied it".
- 5 Pulsar "No", ya que es un dispositivo no reconocido.



*Ilustración 25. Disco duro no encontrado.*

- 6 Esta opción es para descargar herramientas añadidas del programa VMware. Al no ser necesario, se pulsará "Remind Me Later" como se muestra a continuación



*Ilustración 26. Descargar herramientas auxiliares VMware.*

### Configuración de la máquina virtual

A continuación se muestran los pasos a realizar una vez que la máquina virtual está encendida.

---

<sup>4</sup> \*Ver la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** y **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** para comprobar qué Máquina Virtual se debe obtener

- 1 Antes de arrancar<sup>5</sup> la máquina virtual, y seleccionando la opción: "edit virtual machine settings", aparecerá la ventana de configuración con los distintos modos del controlador de red (Network Adapter). Para el escenario presentado en el laboratorio hay que establecer el modo *Bridge*, es decir, la opción: "*Bridged: Connected directly to the physical network*". **(Cuidado: tenga en cuenta que sólo debe activar esta opción dejando sin activar la subopción que hay a continuación).**

Seguidamente, es necesario configurar la IP para dicha máquina virtual. Esta dirección IP será distinta dependiendo de la subred en la que se encuentre.

- 2 En Inicio→ Panel de Control → Conexiones de Red, se muestra la conexión que tiene establecida la máquina virtual. Hay que hacer clic con el botón derecho sobre él y seleccionar *Propiedades*.
- 3 Seleccionar *Protocolo Internet (TCP/IP)*, ya que desde ahí se establecerán las direcciones IP que le correspondan. Pulsar *Propiedades*.
- 4 A continuación activar la siguiente opción: *Usar la siguiente dirección IP*, y completar los siguientes apartados con los datos que le facilite su profesor.

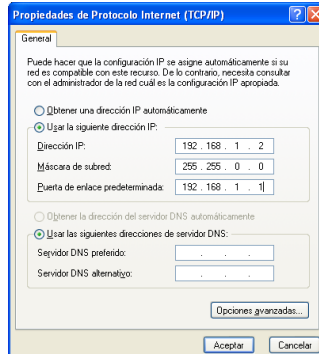


Ilustración 27. Ejemplo de configuración IP de la MV.

Para completar esta parte, hay que saber las direcciones de cada uno de los equipos dependiendo del módulo, puesto y grupo desde el que se esté trabajando. Ver **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** y REF \_Ref366743593 \h **iError! No se encuentra el origen de la referencia..**

---

<sup>5</sup> Si la máquina virtual está arrancada, seleccionando "virtual machine settings" de la opción manage

Tabla 5. Direcciones de red de las sedes del laboratorio

MÓDULO	FILA	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	UBICACIÓN SEDE
8209	1	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Madrid
	2	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Valencia
	3	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Sevilla
	4	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Bilbao
E	5	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Madrid
	6	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Valencia
	7	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Sevilla
	8	192.168.X.Y	Bridge	255.255.254.0	192.168.0.1	Bilbao

De manera que X, Y se sustituye por la IP correspondiente al número de usuario. Ver la Ilustración 28 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e Ilustración 29.

- 5 Cambiar el nombre del equipo de todos los usuarios, poniendo como nombre el mismo que el que van a tener los softphone. Se cambia en Inicio>>Mi PC (Botón derecho)>>Propiedades, cambiar a pestaña Nombre de equipo y presionar "Cambiar...".

Al sustituir el nombre, pulsar "Aceptar". Pedirá que se reinicie la máquina, presionar "Sí".

- 6 Al aceptar la configuración ya se tendrá todo el proceso realizado para probar las comunicaciones.

Una vez que en cada PC se haya realizado las operaciones anteriores, se deberá probar la comunicación entre las distintas máquinas del laboratorio.

Para ver la configuración de red de cada máquina virtual, se debe acceder a una ventana de MS-DOS y mediante el comando *ipconfig/all* se puede comprobar la IP establecida.

Una forma de comprobar la comunicación entre equipos es usando el comando ping, para ello se ejecutará desde una ventana MS-DOS: ping 192.168.X.Y, donde X e Y dependen del equipo al que se quiera acceder.

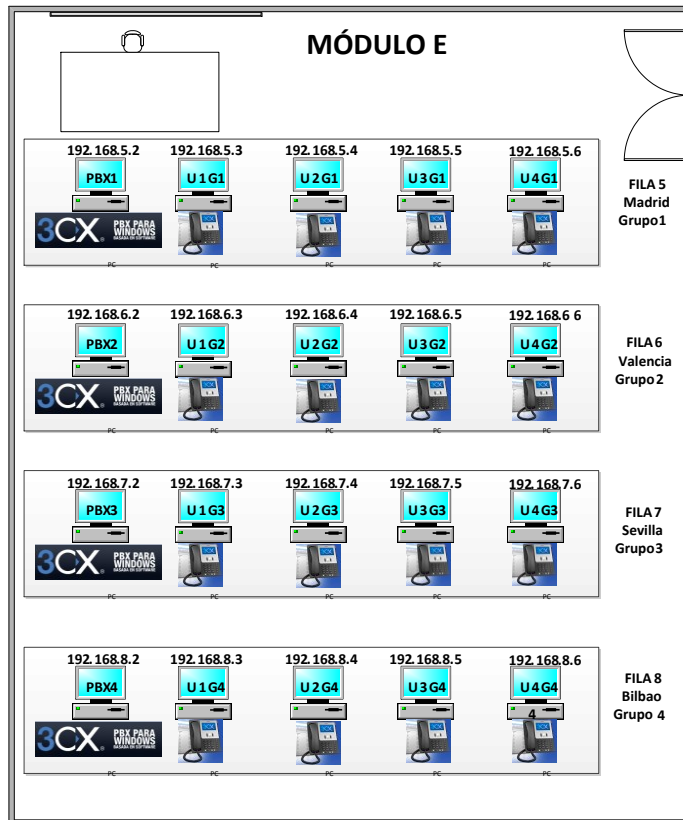


Ilustración 28. Esquema de la red del módulo E.



Ilustración 29. Esquema de la red del aula 8209.

### Configuración del sistema *Private Branch Exchange (PBX): 3CX System*

Se puede acceder de dos formas a la consola de administración de la central 3CX: Mediante acceso web (Introduciendo <http://localhost:5000/management> en un navegador) y desde la propia aplicación.

En este caso, se propone seguir los siguientes pasos:

- 1 Ir a Inicio → Todos los Programas → 3CX Phone System → Windows Management Console. Tras ello se iniciará la aplicación para administrar la central 3CX.
- 2 Una vez arrancado el software aparecerá una ventana donde se introducirá el usuario (rrsstt) y contraseña (rrsstt2013) para acceder a la consola de administración de la central 3CX.
- 3 En Opciones>>Activar licencia, se debe comprobar que en la línea del producto aparece 3CXPSDEMO. En caso de aparecer FREE, consultar al profesor.
- 4 A partir de aquí se podrán realizar todas las configuraciones necesarias para la práctica, así como ver la configuración de las extensiones, puentes, etc.

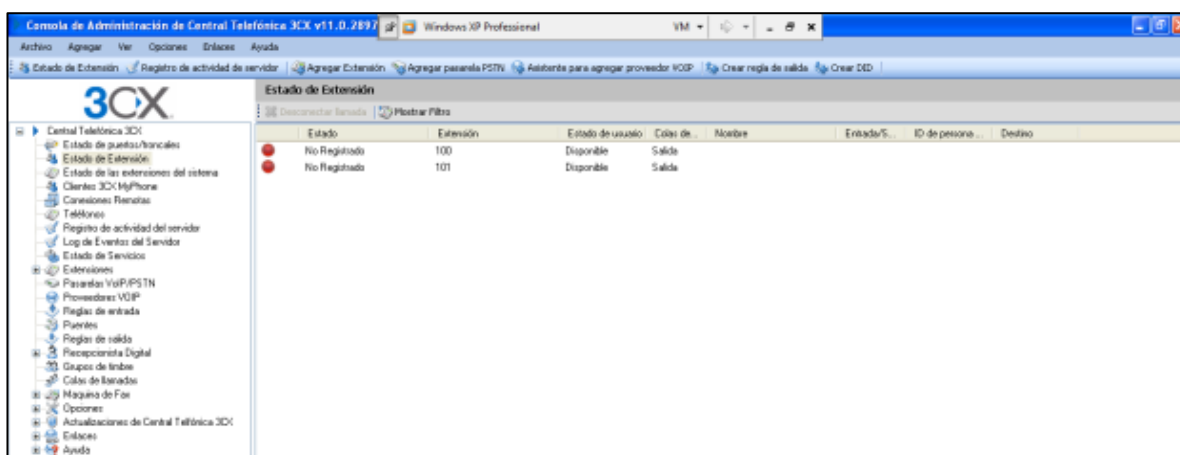


Ilustración 30. Consola de Administración de la Central 3CX

En la barra lateral izquierda se pueden ver cada una de las opciones que dispone la central 3CX, como por ejemplo: *Estados de puertos/troncales, Teléfonos, Puentes, Reglas de salida, etc.*, teniendo en cada una de ellas su correspondiente configuración.

## Creación de extensiones en la PBX 3CX

Una vez que se conocen las direcciones de cada uno de los equipos del laboratorio, hay que conocer el Plan de Numeración de cada una de las sedes.

*Tabla 6. Extensiones de VoIP de las sedes del laboratorio*

FILA	EQUIPO	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
1/5	PBX1/PBX5	91	100	Madrid
1/5	U1G1/U1G5	91	101	Madrid
1/5	U2G1/U2G5	91	102	Madrid
1/5	U3G1/U3G5	91	103	Madrid
1/5	U4G1/U4G5	91	104	Madrid
2/6	PBX2/PBX6	96	100	Valencia
2/6	U1G2/U1G6	96	101	Valencia
2/6	U2G2/U2G6	96	102	Valencia
2/6	U3G2/U3G6	96	103	Valencia
2/6	U4G2/U4G6	96	104	Valencia
3/7	PBX3/PBX7	95	100	Sevilla
3/7	U1G3/U1G7	95	101	Sevilla
3/7	U2G3/U2G7	95	102	Sevilla
3/7	U3G3/U3G7	95	103	Sevilla
3/7	U4G3/U4G7	95	104	Sevilla
4/8	PBX4/PBX8	94	100	Bilbao
4/8	U1G4/U1G8	94	101	Bilbao
4/8	U2G4/U2G8	94	102	Bilbao
4/8	U3G4/U3G8	94	103	Bilbao
4/8	U4G4/U4G8	94	104	Bilbao

A continuación se muestran los pasos a seguir para agregar y configurar una extensión en la PBX 3CX. Ver tabla 2. Estos pasos se repetirán para crear las cuatro extensiones necesarias de cada sede.

- 1 Arrancar la consola de administración de la central 3CX.
- 2 Pulsar sobre el botón *Agregar* de la barra de herramientas y seleccionar la opción *Extensión*.



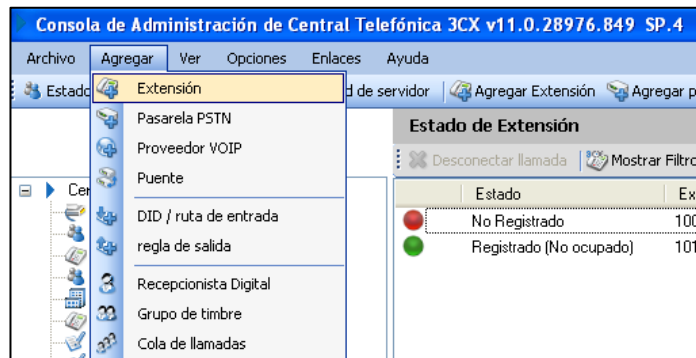


Ilustración 31. Agregar extensiones en la central 3CX.

- Se abrirá una nueva ventana de edición, en la que podrá configurar los parámetros necesarios de la extensión.

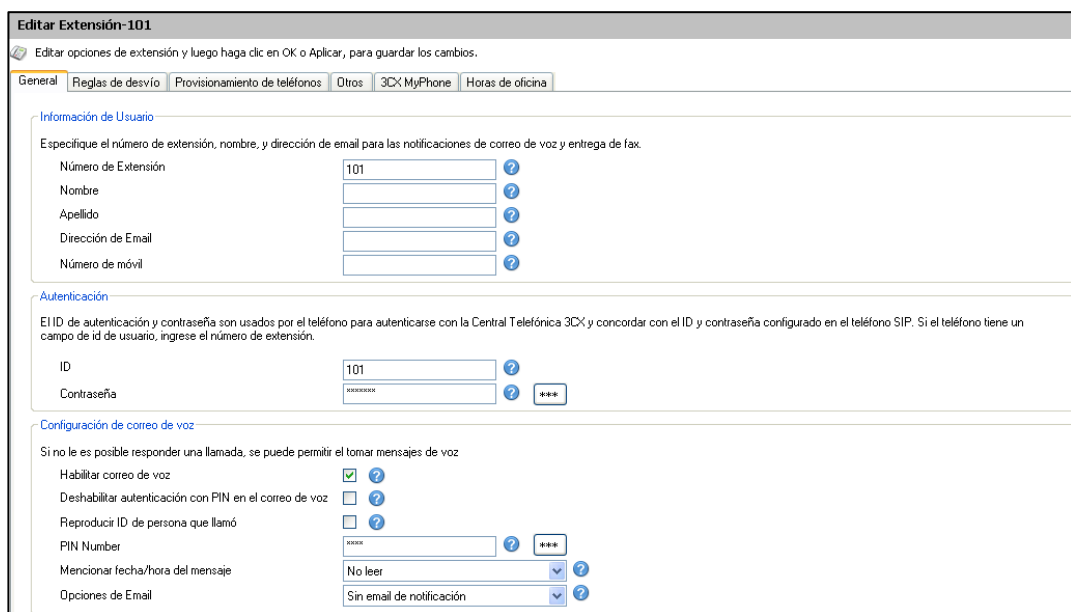


Ilustración 32. Parámetros de extensión en la central 3CX.  
Ilustración 1.

- Aquellos parámetros a configurar para su correcto funcionamiento, serán los siguientes:
  - **Número de Extensión:** Se introducirá el establecido en la práctica.
  - **Nombre y Apellido:** Identificación de la extensión dentro de la red VoIP.
  - **ID:** número igual que el número de la extensión, sirve para autenticar la extensión una vez configurada en el softphone con la central 3CX.
  - **Contraseña:** establecida por defecto, es necesaria para configurar la extensión sobre un Softphone, y así éste pueda autenticarse en la central 3CX.

Tras haber completado todos los parámetros anteriores, pulsar sobre el botón *Aceptar*. Ya estará creada la extensión en la central 3CX, con lo cual sólo faltaría asignársela a los softphones del grupo al que correspondan.

## Configuración de un 3CX Phone

**Es imprescindible haber creado las cuatro extensiones correspondientes en la PBX tal y como se ha descrito en el apartado anterior.**

### 4.5.1 Configuración de una extensión

**Cada usuario con Softphone debe seguir estos pasos.**

- 1 Arrancar el software 3CXPhone, que emula al terminal y acceder al menú de perfiles. Para ello, se deberá pulsar sobre la esquina superior derecha del 3CXPhone para acceder al menú donde están establecidos los distintos "perfiles de configuración" que se pueden cargar.
- 2 Una vez situado sobre este menú, pulsar sobre la tecla *New*, para agregar la extensión creada en la central 3CX.

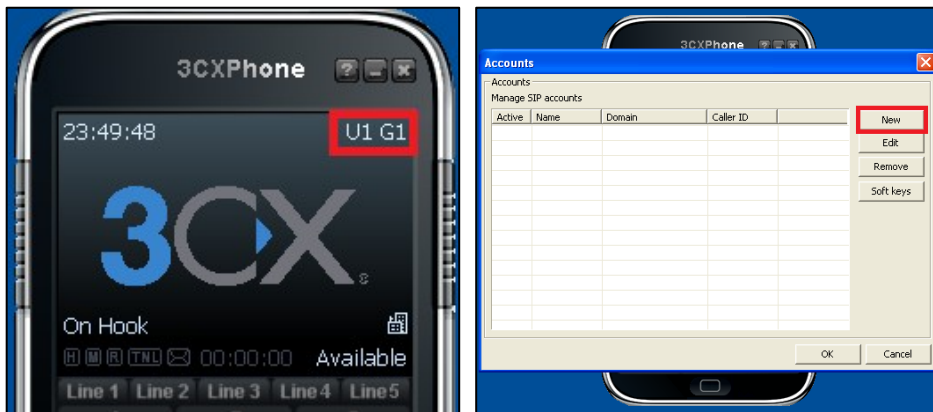


Ilustración 33. Agregación de extensiones en el softphone.

- 3 Se abrirá una nueva ventana donde se rellenarán los campos correspondientes para terminar con la configuración de la extensión.
  - *Account Name*: Establece el identificador que tendrá el softphone en la red VoIP.
  - *Caller ID*: por defecto se pondrá el usuario de la sesión con la que se esté trabajando en la máquina virtual.
  - *Extensión*: establece el número de extensión creada anteriormente en la central 3CX.
  - *ID*: configura el valor de ID proporcionado anteriormente en la central 3CX.
  - *Password*: corresponde al valor de la contraseña que se proporcionó anteriormente en la central 3CX cuando se creó la extensión.

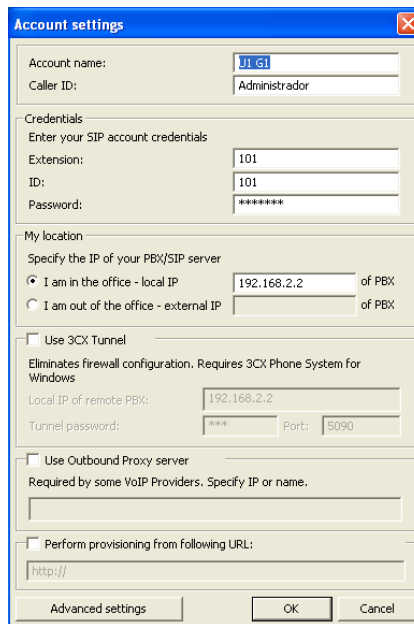


Ilustración 34. Configuración del Perfil en el softphone

Como la PBX y el 3CXPhone se encuentran en la misma subred, en el apartado *My location* se tiene que activar la opción *I am in the office – local IP* y aportar la dirección IP del PC de su grupo donde esté instalada la central 3CX.

- 4 Pulsar el botón *OK* tanto en la ventana de configuración del perfil, como en la de vista de los perfiles. De esta forma quedará guardada la configuración en el softphone.
- 5 A continuación, el softphone realizará el proceso de autenticación con la central 3CX, donde si el proceso se ha realizado correctamente, aparecerá el mensaje "On Hook" en el softphone y "Registrado" en la interfaz de la central (ver Ilustración 35).



Estado de Extensión		
Desconectar llamada		Mostrar Filtro
Estado	Exte	
No Registrado	100	
Registrado (No ocupado)	101	

Ilustración 35. Extensión activa en 3CX softphone y en central 3CX.

#### 4.5.2 Configuración de las extensiones por medio de la central 3CX

Se puede acceder a la configuración del softphone editando el perfil creado en la propia aplicación y también mediante la configuración realizada en la propia central 3CX.

- 1 Acceder a la consola de administración de la central 3CX (explicado anteriormente). Dirigirse a la barra lateral de la izquierda y pulsar sobre el nodo *Estado de Extensión*.

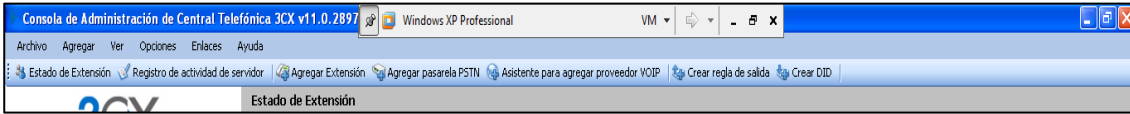


Ilustración 36. Nodo Estado de Extensión en la central 3CX

- 2 Pulsar dos veces su extensión y comprobar la configuración establecida para dicha extensión. Es posible modificar los valores necesarios o requeridos para la realización de las prácticas.

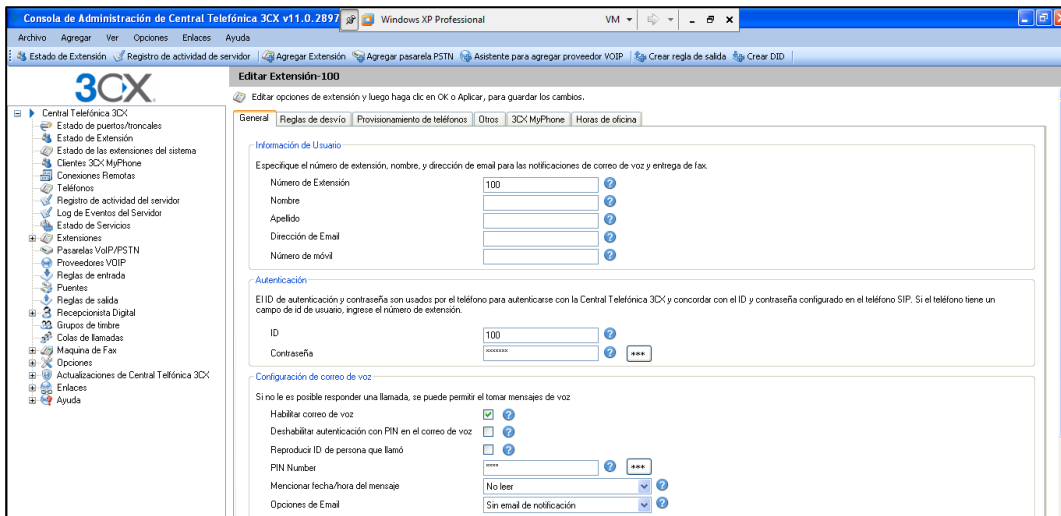


Ilustración 37. Acceso a la configuración de extensiones en central 3CX

## Comprobación de la configuración

- a) Cada grupo debe realizar llamadas entre terminales de la misma centralita 3CX para comprobar la correcta configuración del sistema.

### 3.1.2 Segunda parte: servicios de redes

Los sistemas de comunicación digitales, ofrecen a sus abonados una serie de servicios suplementarios y facilidades que responden a las necesidades de los usuarios, complementando al servicio telefónico básico.

Se denomina "facilidad", a toda aquella prestación que apoyada sobre el servicio telefónico básico ofrece a sus abonados un complemento y/o modificación del mismo, aportando una mayor diversidad y riqueza a su uso.

En esta segunda parte, se trata de llevar a cabo un conjunto de acciones que permitan efectuar desde una sencilla llamada entre dos extensiones, hasta hacer uso de un conjunto de funcionalidades que dispone la PBX 3CX como por ejemplo: "Consulta", "Conferencia a tres", indicación de "Llamada en espera" y "Bloqueo de terminal", entre otras.

A continuación, se irá proponiendo activar diferentes servicios y facilidades sobre el sistema VoIP utilizado, de manera que, a medida que se vaya avanzando, se aumentará el nivel de dificultad. Se tendrá que comentar brevemente los pasos seguidos para su correcta realización, así como los resultados obtenidos.

#### 1 *Llamadas directas entre extensiones*

Se comenzará efectuando llamadas entre teléfonos VoIP de una misma PBX para familiarizarse con los servicios básicos del sistema. Para comprobar que el sistema funciona correctamente, se probarán diferentes situaciones de llamadas directas entre las extensiones creadas en la central, como aparece a continuación.

- a) *Realizar una llamada desde un softphone a otro y no coger la llamada. ¿Qué ocurre?*
- b) *Establecer una llamada con otro usuario y silenciar el micrófono. ¿Qué sucede?*
- c) *Realizar una llamada desde una extensión a un número de teléfono que no existe. ¿Qué mensaje aparece?*

#### 2 *Estados de usuario. Servicio "No molestar"*

El sistema proporciona el servicio "DND (Do Not Disturb)", que permite al abonado que lo active, no recibir llamadas. Para comprobar su funcionamiento, activar desde un terminal disponible dicho servicio "DND" y realizar las siguientes pruebas.

- a) *Realizar una llamada al terminal que lo activó.*
- b) *Realizar una llamada desde el terminal que ha invocado el servicio.*

#### 3 *Transferencia de llamadas*

El servicio "transferencia de llamada" permite que una llamada interna o externa se pueda conectar o transferir a otro usuario interno sin necesidad de esperar a que éste responda. Se deberá comentar qué sucede en los siguientes casos:

- a) *Transferir la llamada directamente a una tercera extensión disponible.*
- b) *Transferir la llamada después de haber establecido comunicación con una tercera extensión.*

#### 4 *Botones BLF (Busy Lamp Fields)*

El software 3CXphone viene provisto de una serie de teclas de acceso rápido para poder llamar a los números de teléfono utilizados de forma más frecuente. Se pide:

- a) *Configurar como teclas BLF las extensiones de los usuarios de su fila.*

## 5 *Desvío de llamadas*

El sistema ofrece el servicio de diferentes desvíos de llamadas internas. Con esta opción se pueden configurar llamadas en espera, buzón de voz, finalización de llamada, etc. De manera que dependiendo del estado en el que se encuentre el usuario, realiza una acción diferente. (Véase Pág. 81 del Manual 3CX). Se pide realizar los puntos propuestos a continuación:

- a) *Para comprobar el servicio "llamada en espera", hay que establecer una comunicación entre dos usuarios y llamar desde otro terminal a cualquiera de ellos. Se debe observar qué sucede en cada terminal.*
- b) *Cuando un softphone está en modo disponible y cursando una llamada (ocupado), desviar la llamada a otra extensión. ¿Qué opción se debe seleccionar?*
- c) *Desviar una llamada al buzón de voz, cuando hayan transcurrido 30 segundos sonando el timbre de una extensión y no se haya respondido. ¿Cómo se ha seleccionado? ¿Qué ocurre? (10 minutos)*

## 6 *Conferencia*

El sistema también ofrece el servicio "conferencia" que permite hasta 32 abonados participar en la misma conversación. Al ser un software demo, la PBX 3CX instalada en el laboratorio, solo permite 2 líneas en conferencia. Realizar desde un terminal que se denominará "líder" las siguientes acciones: (Véase Pág. 73 del Manual 3CX)

- a) *Establecer una comunicación entre dos softphone.*
- b) *Cada softphone deberá crear una conferencia, tendrá que esperar a cerrar la conferencia abierta para poder abrir otra.*
- c) *Establecer el servicio de conferencia y comprobar la presencia de los dos usuarios en la comunicación.*
- d) *Una vez establecida la conferencia observar qué ocurre si cuelga el "líder" y si lo hace otro el otro participante.*
- e) *En la conferencia realizada. ¿Qué extensión se ha utilizado? ¿Se han incluido todos los integrantes del grupo? ¿Qué secuencia se ha utilizado para la creación de la conferencia? ¿Y para unirse a la misma?*

## 7 *Grupo de timbre*

Un grupo de timbre permite dirigir llamadas hechas a un número específico hacia un grupo de extensiones. En este apartado, se pide configurar un grupo de timbre con extensión 800, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los miembros del grupo sean las extensiones 101, 102 y 103. Las llamadas se realizarán desde la extensión 104. (Véase Pág. 65 del Manual 3CX)

*Agregar>>Grupo de timbre. Elegir un número de extensión virtual (es la que se utilizará para llamar desde la 104), un nombre cualquiera, la estrategia se irá cambiando para los diferentes apartados. Agregar a miembros las extensiones 101, 102 y 103 (Arriba y abajo sirve para establecer prioridades), y seleccionar las opciones que se deseen.*

- f) *¿Qué sucede cuando en estrategia de timbrado se selecciona “timbrar todas”? ¿Y cuando se descuelga/cuelga la llamada?*
- g) *Ahora en estrategia de timbrado se selecciona “Búsqueda con prioridad”. Si no se contesta la llamada ¿Qué ocurre?*
- h) *Si las tres extensiones están ocupadas. ¿Qué sucede?*

#### **8 Colas de llamadas**

Una facilidad interesante del sistema se denomina “colas de llamadas” y permite que las personas que llaman sean puestos en cola hasta que alguno de los agentes pueda tomar la llamada. Configurar cola de llamada con extensión 801, de nombre “Sede que corresponda” (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los agentes de la cola de llamadas sean las extensiones 101, 102 y 104. Las llamadas se realizarán desde la extensión 103. (Véase Pág. 68 del Manual 3CX)

- a) *¿Qué sucede cuando en estrategia de muestreo se selecciona “circular”? ¿Y cuándo se descuelga/cuelga la llamada?*
- b) *Realizar pruebas con las diferentes estrategias de muestreo. ¿Qué diferencia hay?*
- c) *Si las tres extensiones están ocupadas. ¿Qué sucede?*

#### **9 Recepcionista digital (OPCIONAL)**

La opción de recepcionista digital le permite responder llamadas telefónicas automáticamente y presentar a la persona que llama una lista de opciones. La persona que llama puede entonces escoger la opción apropiada utilizando las teclas de su teléfono. En este apartado se pide configurar esta funcionalidad con extensión 802, nombre “Recepcionista\_sede\_que\_corresponda” (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). (Véase Pág. 55 del Manual 3CX)

- a) *Con la tecla 1 se llamará a la extensión 101, con la 2 a la extensión 102, con la tecla 3 a la extensión 103, con la 4 a la extensión 104, con la 5 que salte el buzón de voz y con la 0 se deben repetir todos los avisos.*
- b) *Agregar recepcionista digital, configurar los parámetros exigidos. Cuando se llama a la extensión 802, no hay ningún mensaje de recepcionista digital, por lo que, pulsando las teclas configuradas, realizará la acción configurada.*

#### **10 Aparcar la llamada (OPCIONAL)**

Con el fin de permitir la movilidad del personal de una empresa, el sistema ofrece el servicio “aparcar”. Este servicio permite que un abonado responda a una llamada en su terminal y, tras retener esta llamada recuperarla, si se desea, incluso desde otro terminal. Comprobar este servicio realizando los siguientes pasos:

1. Realizar una llamada a un abonado.
2. Aparcarla.
3. Recuperar la llamada desde otro terminal.

- a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*

#### **11 Devolución de llamada (OPCIONAL)**

Un servicio que está presente en colas de llamadas es “devolución de llamadas”, permite que, cuando un abonado encuentre a su interlocutor ocupado, el sistema,

automáticamente, se encargue del establecimiento de la comunicación mediante una llamada a ambos, origen y destino, cuando se detecte que este último ha colgado. En el caso de que el abonado no responda, el sistema también se encargará del establecimiento de la comunicación entre ambos, cuando se detecte la presencia del llamado (p.ej. el establecimiento de otra comunicación). Para comprobar este servicio hay que realizar los siguientes pasos:

1. Establecer una comunicación entre las dos extensiones que solo estarán configuradas en colas de llamadas.
2. Llamar a la extensión de cola de llamadas.
3. Invocar el servicio "devolución de llamada" y colgar.
4. Liberar la comunicación en curso.

a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento?*

Suponer ahora que dos abonados llaman a dos agentes que están ocupados, para ello hay que realizar los siguientes pasos:

1. Cambiar el estado de las dos extensiones de los agentes que están en cola de llamadas a "no molestar".
2. Llamar a la extensión de cola de llamadas, desde las dos extensiones de abonados.
3. Invocar el servicio "devolución de llamada" y colgar.
4. Volver a cambiar el estado en uno de los softphones de los agentes a "disponible".

a) *Comprobar qué ocurre tras la liberación. ¿Es diferente el comportamiento del sistema para establecer la llamada con el utilizado en el caso anterior?*

b) *¿Pueden establecerse varias devoluciones de llamada sobre un mismo terminal? En caso de que un agente pulse colgar, en vez descolgar ¿Qué ocurre? (5 minutos)*



### 3.1.3 Tercera Parte: Interconexión de centralitas

Una vez logrado el manejo de los servicios ofrecidos en una central 3CX, se propondrá la conexión de dos o más centrales entre sí. Una vez se compruebe que todos los servicios, funciones, configuraciones funcionen correctamente para dos centralitas, se realizará la intercomunicación entre todas las PBX 3CX y se continuará con la cuarta parte de la práctica.

En esta tercera práctica, se conectarán dos PBX entre sí mediante la realización de puentes entre ellas (Véase Pág. 77 del Manual 3CX). De manera que la primera fila se comunique con la segunda, y la tercera con la cuarta.

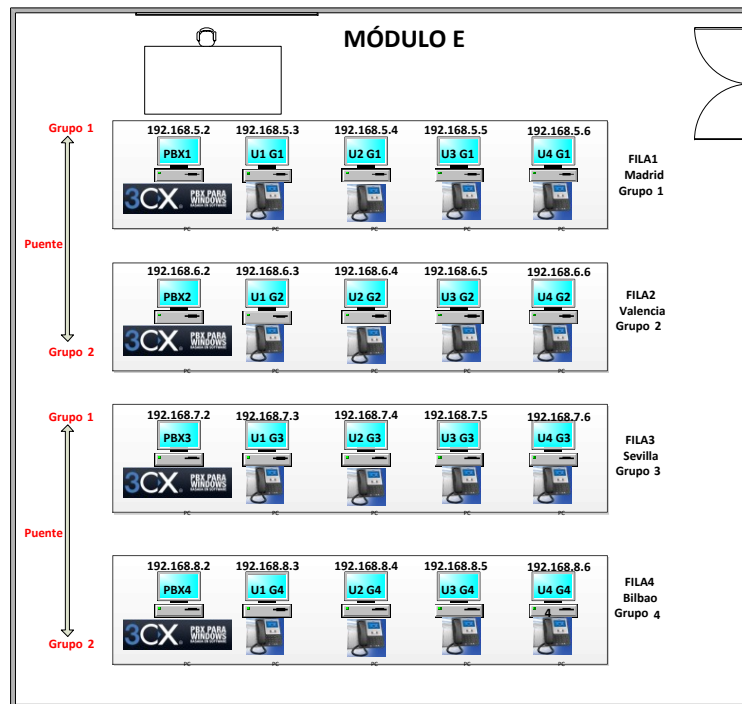


Ilustración 38. Esquema puentes entre dos centrales módulo E

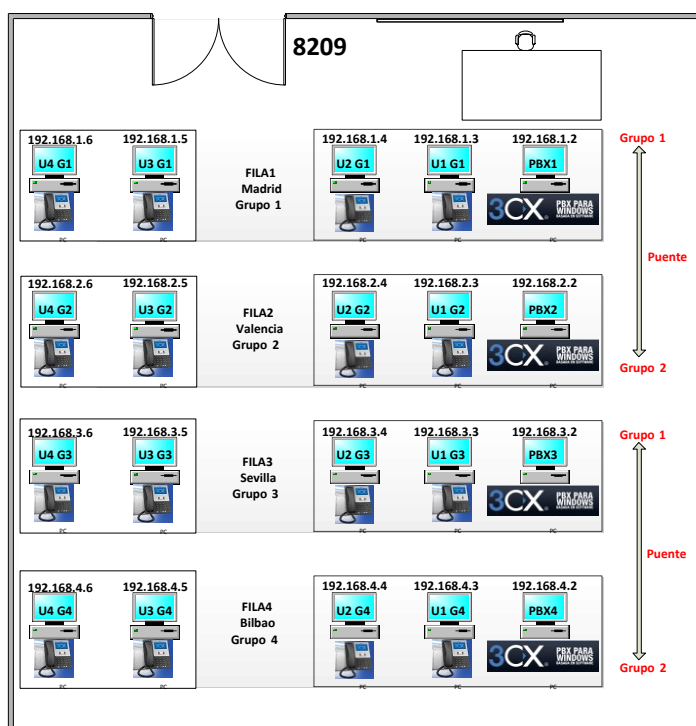


Ilustración 39. Esquema puentes entre dos centrales módulo 8209

De esta manera, los abonados puedan interactuar entre ellos perteneciendo a grupos de trabajo (Madrid, Sevilla,...) diferentes. Se utilizarán servicios aprendidos en la anterior práctica y se aplicarán nuevas funcionalidades para usar nuevos servicios como por ejemplo: Reglas de salida.

A continuación, se irá proponiendo una serie de cuestiones y configuraciones del sistema VoIP 3CX. De tal modo, que se vea cómo funciona el servicio de interconexión de centralitas así como las funcionalidades añadidas. Se tendrá que comentar brevemente los pasos seguidos para su correcta realización, así como los resultados obtenidos.

#### Llamadas directa entre extensiones

Para comenzar, se verificará la correcta configuración del puente, realizando una serie de llamadas directas entre las extensiones de dos grupos distintos, en el que haya configurado un puente entre ellos.

- a) Establecer una llamada desde un terminal del grupo 1 a otro terminal del grupo 2. ¿Qué ocurre?

#### Transferencia de llamadas

Servicio que permite traspasar a una tercera extensión la llamada que un terminal tiene en curso. Se probará a activar este servicio enlazando entre extensiones de distintos grupos.

- a) Realizar una llamada entre el terminal 1 y 2 de un mismo grupo. Activar el servicio de Transfer desde el terminal 2, y transferirla ¿Qué ocurre? ¿Por qué?

### *Desvío de llamada*

Mediante las propiedades del desvío vistas con anterioridad, se va a proceder a que la extensión a la cual se va a desviar las llamadas sea perteneciente al grupo al que se está conectado mediante el puente.

- a) *Para comprobar el servicio "llamada en espera", hay que establecer una comunicación entre dos usuarios y llamar desde otro terminal a cualquiera de ellos. Por lo tanto establecer una llamada entre un terminal del Grupo1 y otro del Grupo2. Se debe observar qué sucede en cada terminal.*

### *Conferencia*

Como se pudo comprobar en las prácticas anteriores, el tipo de licencia sólo establece la conferencia entre dos terminales. Llegados a este punto se trata de establecer una conferencia entre extensiones de grupos distintos.

- a) *Cada softphone deberá crear una conferencia, tendrá que esperar a cerrar la conferencia abierta para poder abrir otra.*
- b) *Establecer el servicio de conferencia y comprobar la presencia de los dos usuarios en la comunicación.*
- c) *Una vez establecida la conferencia observar qué ocurre si cuelga el "líder" y si lo hace otro el otro participante.*
- d) *En la conferencia realizada. ¿Qué extensión se ha utilizado? ¿Se han incluido todos los integrantes del grupo? ¿Qué secuencia se ha utilizado para la creación de la conferencia? ¿Y para unirse a la misma?*

### *Grupo de timbre*

Vista la funcionalidad del grupo de timbre en la práctica anterior. En este apartado, se pide configurar un grupo de timbre con extensión 801, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los miembros del grupo sean las extensiones 101, 102 y 103. Las llamadas se realizarán desde la extensión 104. De tal manera que cuando no se pueda comunicar con ninguna de ellas, lo haga con la extensión del grupo al que está conectado mediante el puente. (Véase Pág. 65 del Manual 3CX)

- a) *¿Qué sucede cuando en estrategia de timbrado se selecciona "timbrar todas"? ¿Y cuándo la llamada no es descolgada por ninguna de las extensiones?*

### *Colas de llamadas*

Como se pudo comprobar en la práctica anterior, mediante este servicio se procede a elevar el número de casos en los que una llamada es atendida. Ya que mediante la configuración de una cola de llamada en base a un número de extensiones si la llamada no es atendida por ningún de sus integrantes queda a la espera hasta que es tratada.

El sistema no ofrece la posibilidad de añadir una extensión del Grupo2 de las configuradas anteriormente en el Grupo1. Ya que sólo reconoce directamente aquellas extensiones configuradas en la propia central.

Por lo que para que entre en juego alguna de las extensiones del grupo ajeno se configurará como última opción a contactar cuando no se ha podido establecer la comunicación con ninguna extensión configurada en la cola de llamadas.

Por lo que configurando la extensión del Grupo2 como opción de *Reenviar a número externo* de las propiedades de la cola de llamada. Realizar el siguiente punto.

- a) *Si las tres extensiones están ocupadas. ¿Qué sucede?*

#### Aparcar llamadas

Servicio que se probó en las prácticas anteriores, se extenderá su uso para la comunicación entre extensiones pertenecientes a grupos distintos. En el que se establecerá la comunicación entre extensiones de un mismo grupo o distintos y poder activar el servicio de aparcar para recuperarlas entre ellas.

4. Realizar una llamada desde un abonado del Grupo1 a otro del Grupo2.
5. Aparcarla.
6. Recuperar la llamada desde otro abonado del Grupo2.

- a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*

#### Devolución de llamadas

Como se pudo comprobar en la práctica anterior, este servicio ofrece que ninguna llamada se pierda, mediante la devolución de esta misma. Se procederá a extender dicho servicio entre extensiones de grupos distintos gracias al puente previamente configurado.

1. Establecer una comunicación entre las dos extensiones que solo estarán configuradas en colas de llamadas del Grupo1.
2. Llamar a la extensión de cola de llamadas desde una extensión del Grupo2.
3. Invocar el servicio "devolución de llamada" y colgar.
4. Liberar la comunicación en curso.

- a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento?*

#### Reglas de Salida

El sistema 3CX ofrece una serie de reglas de configuración sobre extensiones que no son propias de la misma central, es decir, extensiones externas a dicha central. Mediante ellas se pueden comunicar unas con otras tanto para las extensiones que estén configuradas en cada central, o limitarlas según se quiera conseguir un resultado u otro (Véase Pág. 47 del Manual 3CX).

- a) *¿Qué ocurre si se bloquean las llamadas salientes hacia extensiones externas? ¿Qué ocurre si sólo se bloquean en un sentido y realizamos una llamada inversa?*
- b) *¿Qué ocurre si se activa la regla de salida para el puente establecido, pero en vez de remover 2 dígitos pasa a 1? ¿Se establece la comunicación?*
- c) *Establezca los permisos necesarios para que sólo las extensiones 101 y 103 de su grupo puedan establecer comunicación con el exterior. ¿Qué ocurre con el resto de extensiones?*

- d) *Establezca los permisos necesarios para que el grupo de extensiones pertenecientes a su grupo pueda realizar llamadas hacia extensiones externas. ¿Se establece comunicación desde cada una de dichas extensiones?*
- e) *Restrinja en base a la cantidad de dígitos que forman las extensiones del grupo externo, las llamadas hacia este. ¿Qué ocurre?*

### 3.1.4 Cuarta Parte: Interconexión entre tres o más centralitas

Continuando con la interconexión entre centralitas, a partir de este punto de las prácticas se va a proceder a establecer a la conexión entre todos los grupos que conforman el laboratorio.

Por medio de las cuestiones que se proponen a continuación los alumnos tendrán que ser capaces de comunicarse con el resto de sedes del laboratorio. Pudiendo establecer túneles en los que un mismo grupo sea el *Master* y el *Esclavo* en dichas comunicaciones.

#### *Llamadas directa entre extensiones*

Para comenzar, se verificará la correcta configuración del puente, realizando una serie de llamadas directas entre las extensiones de los cuatro grupos conectados.

- a) *Establecer una llamada entre los terminales que conforman cada grupo. ¿Qué ocurre?*

#### *Aparcar llamadas*

Servicio que se probó en las prácticas anteriores, se extenderá su uso para la comunicación entre extensiones pertenecientes a grupos distintos. En el que se establecerá la comunicación entre extensiones de un mismo grupo o distintos y poder activar el servicio de aparcar para recuperarlas entre ellas.

1. Realizar una llamada desde un abonado del Grupo3 a otro del Grupo4.
2. Aparcarla.
3. Recuperar la llamada desde otro abonado del Grupo2. También probar con Grupo1

- a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*

#### *Devolución de llamadas*

Como se pudo comprobar en la práctica anterior, este servicio ofrece que ninguna llamada se pierda, mediante la devolución de esta misma. Se procederá a extender dicho servicio entre extensiones de grupos distintos gracias al puente previamente configurado.

- 1 Establecer una comunicación entre las dos extensiones que solo estarán configuradas en colas de llamadas del Grupo1 y Grupo2.
  - 2 Llamar a la extensión de cola de llamadas desde una extensión del Grupo3.
  - 3 Invocar el servicio "devolución de llamada" y colgar.
  - 4 Liberar la comunicación en curso.
- a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento? Realizar misma operación con distintos grupos*

### Reglas de Salida

El sistema 3CX ofrece una serie de reglas de configuración a las que se atañe la central, en los casos que se realicen llamada hacia extensiones que no son propias de si misma, es decir, extensiones externas a dicha central. Mediante ellas se pueden comunicar unas con otras tanto para las extensiones que estén configuradas en cada central, o limitarlas según se quiera conseguir un resultado u otro.

- a) *¿Qué pautas serían necesarias seguir para establecer sólo la comunicación entre el Grupo 1 y el Grupo 3? ¿Y solo entre el Grupo 2 y Grupo 4?*
- a) *Establezca los permisos necesarios para que sólo las extensiones 101 y 103 del Grupo 2 puedan establecer comunicación con el exterior. ¿Qué ocurre con el resto de extensiones?*
- b) *Establezca los permisos necesarios para que sólo la extensión 101 del Grupo 1 se comunique con el Grupo 3, la extensión 103 sólo se comunique con el Grupo 2, y la extensión 104 sólo se comunique con el Grupo 4. El resto de extensiones tienen que quedar inhabilitadas al exterior.*
- c) *Establezca los permisos necesarios para que sólo la extensión 102 del Grupo 3 se pueda comunicar con el Grupo 1 y el Grupo 2, mientras que el resto queden inhabilitadas al exterior.*
- d) *Establezca los permisos necesarios para que cierto grupo de extensiones del Grupo 4 no puedan comunicarse con el Grupo 3 en base a la cantidad de dígitos de este.*

Una vez realizadas todas las cuestiones, se dará por finalizada la práctica.

### 3.2 Práctica2: Introducción a Asterisk



## Laboratorio de Redes y Servicios de Telecomunicación

### Práctica 2

Aprendizaje, simulación y desarrollo  
sobre tecnologías de voz y datos:  
Sistemas basados en VoIP



Semestre  
primavera

Curso 2013/2014

### 3.2.1 Primera parte: Familiarización de sistema Asterisk

#### Objetivos generales

- Analizar los servicios y capacidades ofrecidas por los centros de conmutación digital que componen la estructura de la Red Digital Integrada (RDI), incluyendo servicios y protocolos para transmisión de voz sobre IP (VoIP).
- Configurar y administrar una red privada constituida por varios centros de conmutación digital, estableciendo el valor de los parámetros que determinen su comportamiento para satisfacer la demanda de servicio de los usuarios de acuerdo a unas determinadas especificaciones.

#### Objetivos parciales

- Definir el plan de numeración de una red formada por varios centros de conmutación.
- Configurar terminales telefónicos software (*softphones*) para servicios VoIP.
- Estudiar los servicios proporcionados por las redes IP.

#### Equipamiento

Para la realización de las diferentes partes de la práctica se utilizará el siguiente equipamiento hardware y software:

- 20 Ordenadores del módulo de laboratorio<sup>6</sup>.
- Sistema de conmutación digital (**P**ri**v**ate **B**ranch **E**xchange, PBX) basado en la plataforma Trixbox sobre Asterisk.
- Softphones: 3CXPhone.
- Auriculares con micrófono.

En la configuración final, los diferentes terminales telefónicos (softphones) de una fila se encontrarán conectados a su correspondiente PBX instalada en los equipos tal y como se muestra en la Ilustración 40 y 41.

---

<sup>6</sup> Los ordenadores que tienen la PBX tienen instalado el software VMWare para Microsoft Windows, que permite ejecutar máquinas virtuales. El alumno realizará parte del trabajo de esta práctica sobre la máquina virtual que se le proporcionará tal y como se indica en el punto 4.1





Ilustración 40. Escenario de un módulo cualquiera.

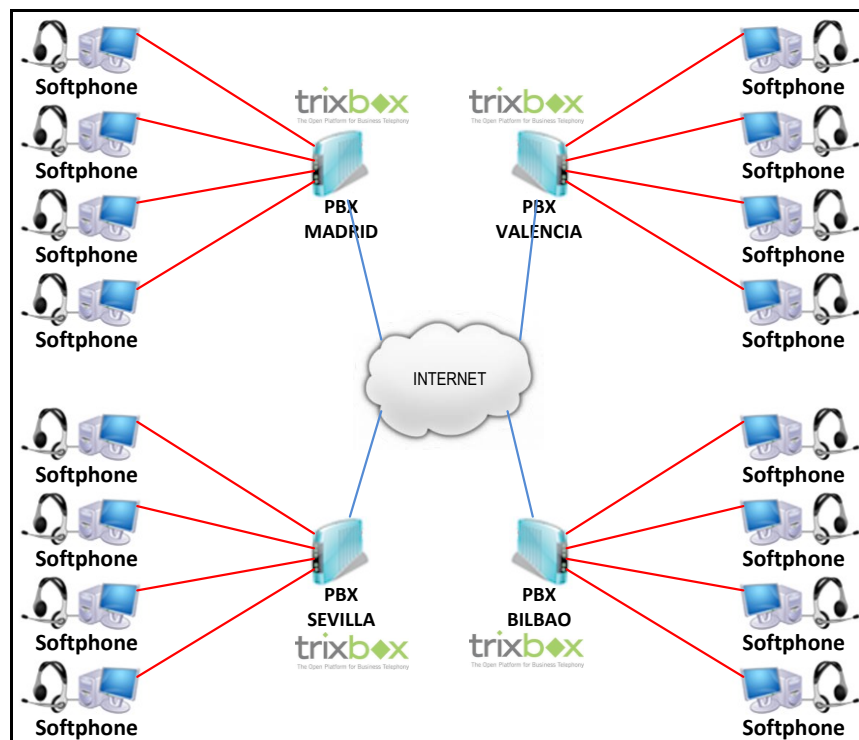


Ilustración 41. Composición cuatro sedes VoIP

### Realización

Esta práctica consta de cuatro partes:

- Una primera parte de introducción para familiarizarse con el software que se va a usar. Se probarán los terminales y se estudiará el Plan de Numeración.
- En la segunda parte se estudiarán algunos de los diferentes servicios que ofrecen las redes de telecomunicación y en especial la centralita software Asterisk.
- En la tercera parte, se trata de interconectar sedes que están separadas geográficamente. Se configurará un puente por cada dos sedes y se comprobará el correcto funcionamiento de sus servicios.
- En la última parte, se tratará de interconectar las cuatro sedes del apartado del anterior y se pondrá a prueba los conocimientos adquiridos en las prácticas anteriores.

### Obtención de la máquina virtual

Para obtener la máquina virtual (MV) con la que trabajar en las prácticas, se debe acceder a la unidad L:\RRSSTT del ordenador (se trata de un disco duro compartido en red). También se podrá acceder a las MV desde el propio disco duro del ordenador, en C:\RRSSTT. Se aconseja copiarla<sup>7</sup> en el escritorio para poder trabajar de una forma más rápida y organizada.

Una vez obtenida la máquina virtual, se propone hacer lo siguiente para establecer la comunicación con el resto de equipos de la red del laboratorio:

- 1 Ejecutar el programa VMWARE Player.
- 2 Se seleccionará la máquina virtual obtenida anteriormente de la unidad L o de la unidad C.
- 3 La máquina virtual se arrancará pulsando "*Play virtual machine*".
- 4 Aparecerá un mensaje para copiar o mover la máquina. Para esta PBX se seleccionará la opción "I copied it".
- 5 En caso de aparecer una ventana, pulsar "No", ya que es un dispositivo no reconocido.
- 6 Si aparece una ventana para descargar herramientas añadidas del programa VMware, se pulsará "Remind Me Later" al no ser necesario.

---

<sup>7</sup> Descargar la máquina virtual nombrada como PBX\_ASTERISK\_limpia, en caso de no encontrar dicha carpeta preguntar a su profesor

## Configuración de la máquina virtual

A continuación se muestran los pasos a realizar para completar la configuración de la MV, una vez está encendida.

- 1 Antes de arrancar<sup>8</sup> la máquina virtual, y seleccionando la opción: "edit virtual machine settings", aparecerá la ventana de configuración con los distintos modos del controlador de red. Para el escenario presentado en el laboratorio hay que establecer el modo Bridge, es decir, la opción: "Bridged: Connected directly to the physical network". **(Cuidado: tenga en cuenta que sólo debe activar esta opción dejando sin activar la sub-opción "Replicate physical network connection state" que hay a continuación).**

Seguidamente, es necesario configurar la IP para cada máquina virtual. Esta dirección IP será distinta, por lo que se tiene que configurar dependiendo de la sede en la que se encuentre. Ver figura 8 y 9.

Para saber las direcciones de cada una de las PBX dependiendo del módulo y grupo, ver la siguiente Tabla 1.

Tabla 7. Direcciones de red de las sedes del laboratorio

MÓDULO	FILA	IP VIRTUAL	MODO IP VIRTUAL	MÁSCARA DE SUBRED	PUERTA DE ENLACE	NOMBRE PBX	UBICACIÓN SEDE
8209	1	10.49.1.70	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX1	Madrid
	2	10.49.1.71	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX2	Valencia
	3	10.49.1.72	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX3	Sevilla
	4	10.49.1.73	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX4	Bilbao
E	1	10.49.1.74	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX5	Madrid
	2	10.49.1.75	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX6	Valencia
	3	10.49.1.76	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX7	Sevilla
	4	10.49.1.77	Bridge	255.255.254.0	10.49.0.1	PBX8	Bilbao

- 2 Una vez arrancada la máquina virtual, se procede a autenticarse, tal y como se indica en la siguiente figura:
  - Login: root
  - Password: rrsstt

<sup>8</sup> Si la máquina virtual está arrancada, seleccionando "virtual machine settings" de la opción manage

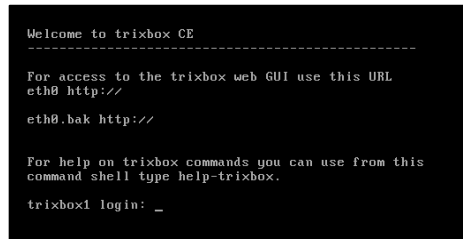


Ilustración 42. Login central Trixbox.

- 3 Configurar la tarjeta de red mediante el comando<sup>9</sup> "system-config-network", ejecutando la ventana de comandos. Una vez que aparece el asistente de configuración se debe seleccionar la opción "Edit devices".



Ilustración 43. Configuración tarjeta de red.

- 4 Seleccionar la tarjeta de red física, que aparece como segunda opción.

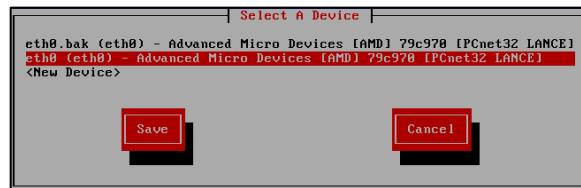


Ilustración 44. Selección de controladora.

- 5 Configurar una IP manualmente, para ello hay que dejar en blanco la opción "Use DHCP". Introducir los datos que correspondan<sup>10</sup> con la centralita a configurar y pulsar "Ok". A continuación, presionar sobre "Save".

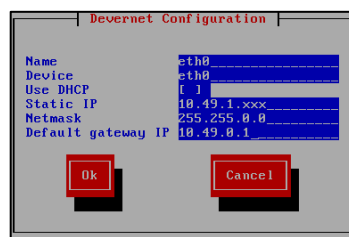


Ilustración 45. Configuración de red.

---

<sup>9</sup> Para saber los comandos del sistema, se introduce "help-trixbox" (Página 63 del Manual de Trixbox)

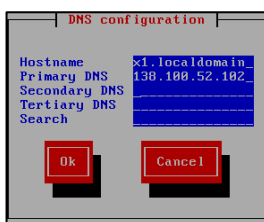
<sup>10</sup> Ver la Figura 8 y Figura 9 para comprobar qué datos introducir en su máquina virtual

- 6 A continuación, se selecciona la opción "Edit DNS configuration" para cambiar el nombre del host.



*Ilustración 46. Configurar hostname.*

- 7 En la parte que dice hostname, se introduce el nombre correspondiente a la PBX y se presiona Ok.



*Ilustración 47. Propiedades DNS y nombre de equipo.*

- 8 Para dejar constancia de los cambios realizados, se presiona "Save&Quit".
- 9 Reiniciar la máquina para que los cambios se vean reflejados en la PBX. Se puede reiniciar mediante el comando "reboot" o pulsando reset en el Vmware.
- 10 Una vez iniciada, ya se tiene la máquina virtual preparada para trabajar con ella.

Una vez que se hayan realizado las operaciones anteriores, se deberá probar la comunicación entre la máquina virtual configurada y el resto de ordenadores de la sede.

Para ver la configuración de red de cada máquina física, se debe acceder a una ventana de MS-DOS y mediante el comando `ipconfig/all` se puede comprobar la IP establecida.

Una forma de comprobar la comunicación entre equipos es usando el comando ping, para ello se ejecutará desde una ventana de comandos (MS-DOS). (Por ejemplo: `ping 10.49.1.X`)<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Donde "X" depende del ordenador al que se quiera comprobar la conexión.



Ilustración 48. Esquema de la red del módulo E



Ilustración 49. Esquema de la red del aula 8209

## Configuración del sistema *Private Branch Exchange (PBX): Asterisk*

Se puede acceder a la consola de administración de la central Asterisk mediante acceso web desde el ordenador físico, introduciendo <http://IP-PBX> en un navegador, siendo IP-PBX la que corresponda (por ejemplo: para la sede Madrid, introducir en el navegador <http://10.49.1.70>).

**Nota:** Es necesario tener la máquina virtual de Asterisk arrancada.

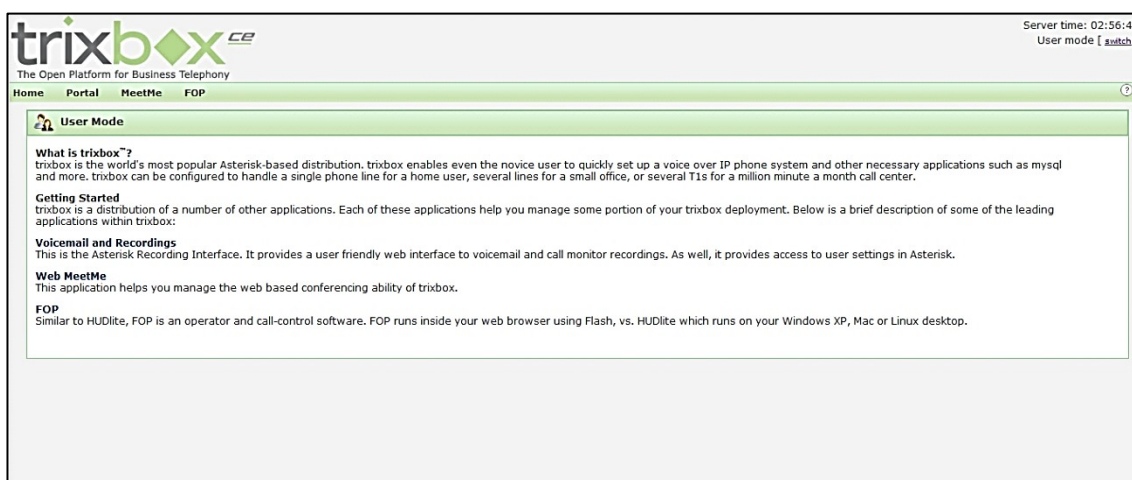


Ilustración 50. Gestor de administración Trixbox

Una vez en dicho gestor, se deberá seguir los siguientes pasos para acceder a la configuración principal:

- 1 Pulsar sobre "Switch", que se encuentra en la esquina superior derecha.
- 2 A continuación, aparecerá una ventana donde se introducirá el usuario (maint) y contraseña (rrsstt2013) para acceder a la consola de administración de la central Asterisk.
- 3 Pulsar PBX → PBX settings. De esta forma se accederá al gestor de configuración de la PBX de Asterisk. Ver *Ilustración 11*.

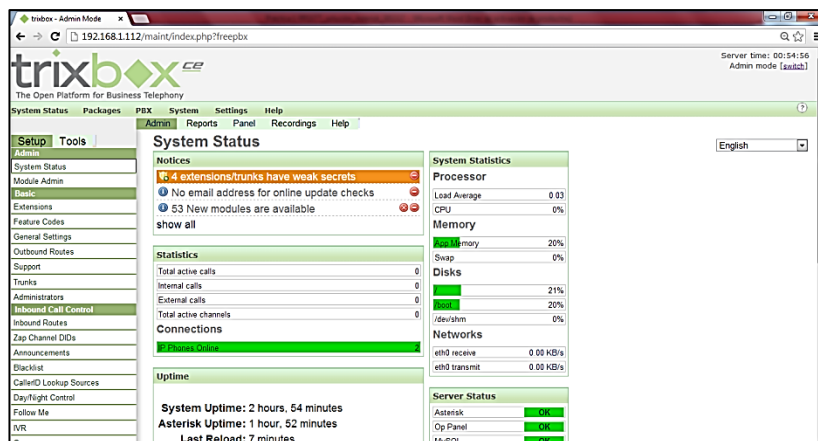


Ilustración 51. Gestor de configuración Asterisk

## Creación de extensiones en la PBX Asterisk

En primer lugar, se tienen que dar de alta las extensiones (softphones) que se deseen utilizar en cada PBX.

Para ello, se deben identificar las extensiones con la posición correspondiente del ordenador en cada grupo, de acuerdo con el plan de numeración propuesto en la Tabla 2 y teniendo en cuenta la disposición de los equipos de la Ilustración 48 y 49.

El ID de cada usuario corresponderá con su grupo y puesto. (Por ejemplo: Para el Usuario1 del Grupo1 (Madrid) su ID sería U1G1)

*Tabla 2. Extensiones de VoIP de las sedes del laboratorio*

GRUPO	ID 8209/MÓDULO E	PREFIJO	EXTENSIÓN	UBICACIÓN SEDE
1/5	PBX1/PBX5	91	100	Madrid
1/5	U1G1/U1G5	91	101	Madrid
1/5	U2G1/U2G5	91	102	Madrid
1/5	U3G1/U3G5	91	103	Madrid
1/5	U4G1/U4G5	91	104	Madrid
2/6	PBX2/PBX6	96	100	Valencia
2/6	U1G2/U1G6	96	101	Valencia
2/6	U2G2/U2G6	96	102	Valencia
2/6	U3G2/U3G6	96	103	Valencia
2/6	U4G2/U4G6	96	104	Valencia
3/7	PBX3/PBX7	95	100	Sevilla
3/7	U1G3/U1G7	95	101	Sevilla
3/7	U2G3/U2G7	95	102	Sevilla
3/7	U3G3/U3G7	95	103	Sevilla
3/7	U4G3/U4G7	95	104	Sevilla
4/8	PBX4/PBX8	94	100	Bilbao
4/8	U1G4/U1G8	94	101	Bilbao
4/8	U2G4/U2G8	94	102	Bilbao
4/8	U3G4/U3G8	94	103	Bilbao
4/8	U4G4/U4G8	94	104	Bilbao

A continuación se muestran los pasos a seguir para agregar y configurar una extensión en la PBX Asterisk. Estos pasos se repetirán para crear las cuatro extensiones necesarias de cada sede.

- 1 Arrancar la máquina virtual Trixbox y acceder por web a la consola de administración de la central Asterisk.
- 2 Ir a la pestaña PBX, seleccionando el apartado *PBX Settings*.



- 3 En dicho menú se encuentran todas las configuraciones a realizar en dicha PBX. Entre ellas la de las *extensions*. Pulsar sobre el apartado *Extensions* del menú que se encuentra a la izquierda.
- 4 Seleccionar "*Generic SIP device*" y pulsar sobre el botón "Submit" para entrar en el menú de configuración de dicha extensión.

Ilustración 52. Selección del tipo de extensión a añadir

- 5 Una vez en el menú de configuración, hay que rellenar los campos que vienen a continuación<sup>12</sup>:
  - *User extension*: para configurar el número de extensión que vamos a proporcionar al usuario. (Ver tabla 2)
  - *Display name*: nombre con el cual se va a identificar al propietario de dicha extensión.
  - *CID Num Alias*: identificativo de la extensión en la red. Es el mismo valor del número que se ha designado para la extensión.
  - *Call waiting*: se debe cambiar a la opción "Disable", de forma que la llamada en espera quede desactivada.
  - *Secret*: se establece una contraseña para el dispositivo en el que se vaya a configurar dicha extensión y poder así validar la configuración.
- 6 Pulsar sobre el botón "Submit" para establecer la configuración.
- 7 Presionar sobre "Apply configuration changes", que se encuentra en la parte superior del portal como se puede ver en la siguiente figura, para validar la configuración pulsar "Continue with reload".

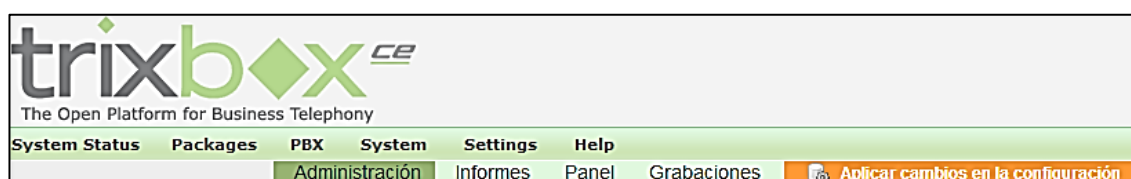


Ilustración 53. Aplicar cambios tras configuración de Extensión

<sup>12</sup> No modificar el resto de campos.

## Configuración de un 3CX Phone

**Es imprescindible haber creado las cuatro extensiones correspondientes en la PBX tal y como se ha descrito en el apartado anterior.**

### 1.1.1 Configuración de una extensión

**Cada usuario con Softphone debe seguir estos pasos.**

- 1 Arrancar el software 3CXPhone, que emula al terminal y acceder al menú de perfiles. Para ello, se deberá pulsar sobre la esquina superior derecha del 3CXPhone para acceder al menú donde están establecidos los distintos "perfiles de configuración" que se pueden cargar.
- 2 Una vez situado sobre este menú, pulsar sobre la tecla *New*, para agregar la extensión creada en la central Asterisk.

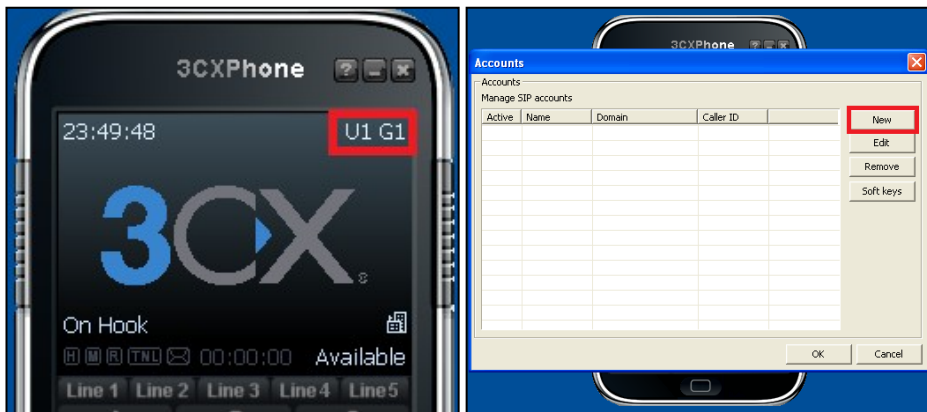


Ilustración 54. Agregación de extensiones en el softphone

- 3 Se abrirá una nueva ventana donde se rellenarán los campos correspondientes para terminar con la configuración de la extensión.
  - *Account Name*: Establece el identificativo que tendrá el softphone en la red VoIP.
  - *Caller ID*: por defecto se pondrá el usuario de la sesión con la que se esté trabajando en la máquina virtual.
  - *Extension*: establece el número de extensión creada anteriormente en la central Asterisk.
  - *ID*: configura el valor de ID proporcionado anteriormente en la central Asterisk.
  - *Password*: corresponde al valor de la contraseña que se estableció anteriormente en la central Asterisk cuando se creó la extensión.

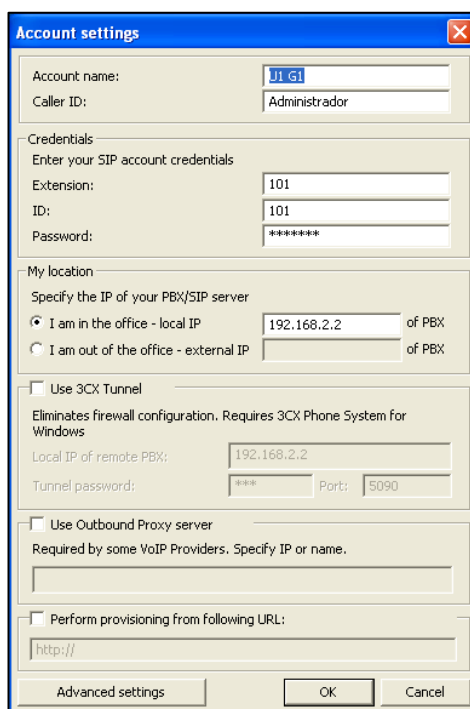


Ilustración 55. Configuración del Perfil en el softphone

Ahora bien, como la PBX y el 3CXPhone se encuentran en la misma subred, en el apartado *My location* se tiene que activar la opción *I am in the office – local IP* y aportar la dirección IP del PC de su grupo donde esté instalada la central Asterisk.

- 4 Pulsar el botón OK tanto en la ventana de configuración del perfil, como en la de vista de los perfiles. De esta forma quedará guardada la configuración en el softphone.
- 5 A continuación, el softphone realizará el proceso de autenticación con la central Asterisk, donde si el proceso se ha realizado correctamente, aparecerá el mensaje "On Hook" en el softphone (ver Figura 16) y "Registrado" en la interfaz de la central (ver Figura 17).



Ilustración 56. Extensión activa en softphone y central Asterisk.

4.5.2 Configuración de las extensiones por medio de la central Asterisk

Se puede acceder a la configuración del softphone editando, en el perfil creado en la propia aplicación y también mediante la configuración realizada en la propia central Asterisk.

- 1 Acceder a la consola de administración de la central Asterisk (explicado anteriormente).
- 2 Ir a la pestaña PBX, opción PBX Settings. Una vez ahí, acceder al apartado Extensions del menú lateral que se encuentra a la izquierda.
- 3 Una vez situado en dicha ventana, a la derecha se encuentran las extensiones que se han configurado hasta el momento en la PBX. (Explicado en el proceso de creación de extensiones).
- 4 Pulsar una vez sobre su extensión y comprobar la configuración establecida para dicha extensión. Es posible modificar los valores necesarios o requeridos para la realización de las prácticas.

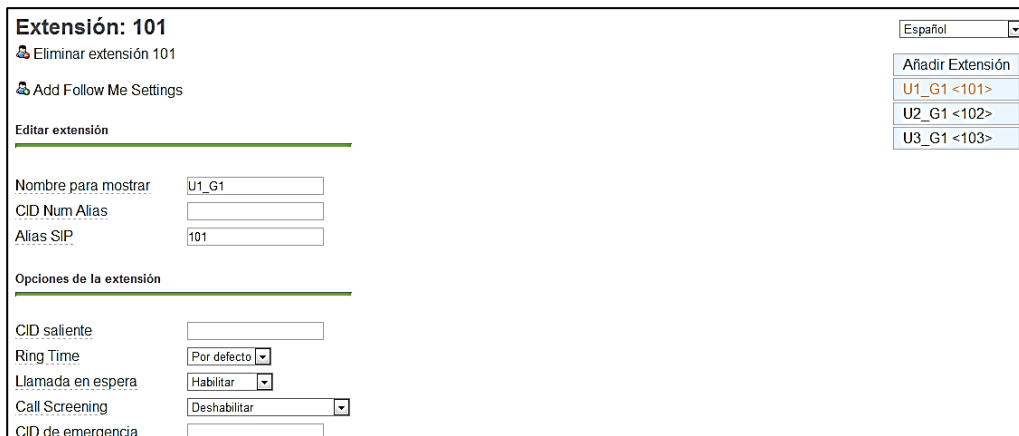


Ilustración 57. Acceso a la configuración de extensiones en central Asterisk

Comprobación de la configuración

- a) Cada grupo debe realizar llamadas entre terminales de la misma centralita Asterisk para comprobar la correcta configuración del sistema.

### 3.2.2 Segunda parte: servicios de redes

Los sistemas de comunicación digitales, ofrecen a sus abonados una serie de servicios suplementarios y facilidades que responden a las necesidades de los usuarios, complementando al servicio telefónico básico.

Se denomina "facilidad" a toda aquella prestación que apoyada sobre el servicio telefónico básico ofrece a sus abonados un complemento y/o modificación del mismo, aportando una mayor diversidad y riqueza a su uso.

En esta segunda parte, se trata de llevar a cabo un conjunto de acciones que permitan efectuar desde una sencilla llamada entre dos extensiones, hasta hacer uso de un conjunto de funcionalidades que dispone la PBX Asterisk como por ejemplo: "Consulta", "Conferencia", indicación de "Llamada en espera" y "Bloqueo de terminal", entre otras.

A continuación, se irá proponiendo activar diferentes servicios y facilidades sobre el sistema VoIP utilizado, de manera que, a medida que se vaya avanzando, se aumentará el nivel de dificultad. Se tendrá que comentar brevemente los pasos seguidos para su correcta realización, así como los resultados obtenidos.

#### *Llamadas directas entre extensiones*

Se comenzará efectuando llamadas entre teléfonos VoIP de una misma PBX para familiarizarse con los servicios básicos del sistema. Para comprobar que el sistema funciona correctamente, se probarán diferentes situaciones de llamadas directas entre las extensiones creadas en la central, como aparece a continuación.

- a) *Realizar una llamada desde un softphone a otro y no coger la llamada. ¿Qué ocurre?*
- b) *Establecer una llamada con otro usuario y silenciar el micrófono. ¿Qué sucede?*
- c) *Realizar una llamada desde una extensión a un número de teléfono que no existe. ¿Qué mensaje aparece?*

### **Estados de usuario. Servicio “No molestar”**

El sistema proporciona el servicio “DND (Do Not Disturb)”, que permite al abonado que lo active, no recibir llamadas. Para comprobar su funcionamiento, activar desde un terminal softphone disponible dicho servicio “DND” y realizar las siguientes pruebas.

- a) *Realizar una llamada al terminal que lo activó.*
- b) *Realizar una llamada desde el terminal que ha invocado el servicio.*

### **Transferencia de llamadas**

El servicio “transferencia de llamada” permite que una llamada interna o externa se pueda conectar o transferir a otro usuario interno mediante la gestión de su softphone. Se deberá comentar qué sucede en los siguientes casos:

- a) *Transferir la llamada después de haber establecido comunicación a una tercera extensión disponible.*
- b) *Transferir la llamada después de haber establecido comunicación y haberla puesto en espera.*

### **Botones BLF (Busy Lamp Fields)**

El software 3CXphone viene provisto de una serie de teclas de acceso rápido para poder llamar a los números de teléfono utilizados de forma más frecuente. Se pide:

- a) *Configurar como teclas BLF las extensiones de los usuarios de su fila.*

### **Desvío de llamadas (Follow me)**

El sistema Asterisk ofrece el servicio de diferentes desvíos de llamadas internas. Con esta opción se pueden configurar llamadas en espera, buzón de voz, finalización de llamada, etc. De manera que dependiendo del estado en el que se encuentre el usuario, realiza una acción diferente. (Véase Pág. 37 del Manual Trixbox). Se pide realizar los puntos propuestos a continuación:

- a) *Para comprobar el servicio “llamada en espera”, hay que establecer una comunicación entre dos usuarios y llamar desde otro terminal a cualquiera de ellos. Se debe observar qué sucede en cada terminal.*
- b) *Cuando un softphone está en modo disponible y cursando una llamada (ocupado), desviar la llamada a otra extensión. ¿Qué opción se debe seleccionar?*
- c) *Desviar una llamada al buzón de voz, cuando hayan transcurrido 30 segundos sonando el timbre de una extensión y no se haya respondido. ¿Cómo se ha seleccionado? ¿Qué ocurre?*

### *Aparcar la llamada (Parking lot)*

Con el fin de permitir la movilidad del personal de una empresa, el sistema ofrece el servicio "aparcar". Este servicio permite que desde su softphone un abonado responda a una llamada en su terminal y, tras retener esta llamada recuperarla, si se desea, incluso desde otro terminal. Para ello, se deberá configurar una extensión donde aparcar esa llamada con la opción correspondiente en PBX Settings<sup>13</sup>. Comprobar este servicio realizando los siguientes pasos:

- 1 Realizar una llamada a un abonado.
- 2 Aparcarla.
- 3 Recuperar la llamada desde otro terminal.
  - a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*
  - b) *Comprobar que una vez aparcada una llamada desde un terminal, devuelve la llamada a los 45 segundos al terminal desde que se estableció la llamada.*
  - c) *Comprobar que una vez aparcada una llamada desde un terminal, puede recuperarse desde una extensión ajena a las extensiones que entraron en función en la primera comunicación.*

### *Grupo de timbre (Ring groups)*

Un grupo de timbre permite<sup>14</sup> dirigir llamadas hechas a un número específico hacia un grupo de extensiones, de modo que cualquiera de estas pueda atender dicha llamada entrante. En este apartado, se pide configurar un grupo de timbre con extensión 800 en la PBX Asterisk, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los miembros del grupo sean las extensiones 101, 102 y 103. Las llamadas se realizarán desde la extensión 104 (Véase Pág. 38 del Manual Trixbox). Se deberá comentar que sucede en los siguientes casos:

- a) *¿Qué sucede cuando en estrategia de timbrado se selecciona "timbrar todas"? ¿Y cuándo se descuelga/cuelga la llamada?*
- b) *Ahora en estrategia de timbrado seleccionar "Búsqueda con prioridad". Si no se contesta la llamada ¿Qué ocurre?*
- c) *Si las tres extensiones están ocupadas. ¿Qué sucede?*

### *Colas de llamadas (Queues)*

Una facilidad interesante del sistema se denomina "colas de llamadas" y permite que las personas que llaman sean puestas en cola hasta que alguno de los agentes pueda tomar la llamada. En este apartado se pide configurar una cola de llamada con extensión 801 en la PBX Asterisk, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid,

---

<sup>13</sup> Cada llamada se aparca en el número de extensión configurado +1, el cual debe desaparecer desde ese número.

<sup>14</sup> Recordar que la llamada en espera debe estar desactivada.

Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, el agente de la cola de llamadas sea la extensión 101. Las llamadas se realizarán desde las extensiones 102, 103 y 104.

- a) *¿Qué sucede cuando se realizan tres llamadas simultáneas a la extensión de colas de llamadas? ¿Y cuándo se descuelga/cuelga la llamada?*
- b) *Si la extensión 101 está ocupada. ¿Qué sucede?*

#### **Recepcionista digital (Interactive Voice Response (IVR))**

La opción de recepcionista digital le permite responder llamadas telefónicas automáticamente y presentar a la persona que llama una lista de opciones. La persona que llama puede entonces escoger la opción apropiada utilizando las teclas de su teléfono. En este apartado se pide configurar esta funcionalidad con extensión 802 en la PBX Asterisk, nombre "Recepcionista\_sede\_que\_corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia) (Véase Pág. 67 del Manual Trixbox). Comprobar este servicio realizando los siguientes pasos:

- 1 Crear recepcionista digital en el apartado IVR, de manera que, con la tecla 1 se llamará a la extensión 101, con la 2 a la extensión 102, con la tecla 3 a la extensión 103, con la 4 a la extensión 104, y con la 0 siga en la recepcionista.
- 2 Crear una cola de llamadas con extensión 802 y seleccionar la recepcionista digital creada, en la opción *Periodic Announcements*.
- 3 Al llamar a la extensión creada, sonará una música que simula a la recepcionista digital. Ya se podrá seleccionar cualquier opción.

- a) *¿Cómo se han podido configurar las cinco opciones?*
- b) *Probar las diferentes opciones configuradas. ¿Qué ocurre?*

#### **Devolución de llamada (Callback)**

Este servicio permite que cuando un abonado encuentre a su interlocutor ocupado, el sistema automáticamente se encargue del establecimiento de la comunicación mediante una llamada. Está accesible de forma directa en el apartado de PBX Settings. Para comprobar este servicio hay que realizar los siguientes pasos:

- 1 Establecer una comunicación entre las dos extensiones de las cuales una de ellas tiene configurado el servicio de devolución de llamadas.
- 2 No coger la llamada desde el otro terminal.
- 3 Comprobar que el servicio se realiza correctamente.
- 4 Liberar la comunicación en curso.

- a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento?*



### 3.2.3 Tercera Parte: Interconexión de centralitas

Una vez logrado el manejo de los servicios ofrecidos en una central Asterisk, se propondrá la conexión de varias centrales entre sí. En esta tercera práctica, se conectarán dos PBX entre sí mediante la realización de puentes entre ellas. De manera que la primera fila se comunique con la segunda, y la tercera con la cuarta. De este modo, los abonados pueden interactuar entre ellos perteneciendo a grupos de trabajo (Madrid, Sevilla,...) diferentes.

**Se tendrá que comentar brevemente los pasos seguidos para su correcta realización, así como los resultados obtenidos.**

Una vez se compruebe que todos los servicios funcionan correctamente para dos centralitas, se realizará la intercomunicación entre todas las PBX Asterisk y se continuará con la cuarta parte de la práctica.

#### *Ayuda para realización de puente entre dos PBX Asterisk(Trixbox)*

Un puente entre trixbox-trixbox se añade mediante el protocolo IAX en ambas PBX. Por ejemplo: sea un puente entre PBX Madrid- PBX Valencia para que funcione correctamente, se debe realizar los siguientes pasos:

Seleccionar la opción PBX settings → Trunks y pulsar Add IAX<sup>15</sup> Trunk.

- Rellenar los siguientes campos:

#### **Desde PBX Madrid:**

- *Dial Rules*: añadir la numeración para salir a la centralita del otro extremo. Para salir a Valencia con las extensiones de la 000 a la 999 es 96|xxx.
- *Trunk Name*: Nombre del puente. (A\_valencia)
- *PEER Details*: Añadir las siguientes líneas de comando.
  - *host*= IP PBX otro extremo. (10.49.1.71)
  - *username*= Nombre usuario remoto. (valencia)
  - *secret*= Contraseña del puente, ambas partes de los puentes deben ser iguales. (1234)
  - *type*=peer
- *USER Context*: Nombre de usuario. (madrid)
- *USER Details*: Añadir las siguientes líneas de comando.
  - *context*=from-internal
  - *host*=IP PBX otro extremo. (10.49.1.71)
  - *secret*=Contraseña del puente, ambas partes de los puentes deben ser iguales. (1234)
  - *type*=friend
- *Register String*: añadir "username:password@IP\_PBX\_extremo". (valencia:1234@10.49.1.71)

---

<sup>15</sup> IAX (Inter-Asterisk eXchange protocol) es un protocolo propietario de Asterisk. En caso de configurar con 3CX, se debe seleccionar con el protocolo SIP

- No modificar los campos no especificados.
- Añadir a "Outbounds Routes" la ruta de salida.
  - Route Name: Nombre que se quiera dar. (A\_valencia)
  - Dial patterns: añadir la numeración para salir a la centralita del otro extremo. Para salir a Valencia con las extensiones de la 000 a la 999 es 96|xxx.
  - Trunk Sequence: Seleccionar puente configurado previamente. (IAX2/A\_valencia)

### **Desde PBX Valencia:**

- *Dial Rules*: añadir la numeración para salir a la centralita del otro extremo. Para salir a Madrid con las extensiones de la 000 a la 999 es 91|xxx.
- *Trunk Name*: Nombre del puente. (A\_madrid)
- *PEER Details*: Añadir las siguientes líneas de comando.
  - *host*= IP PBX otro extremo. (10.49.1.70)
  - *username*= Nombre usuario remoto. (madrid)
  - *secret*= Contraseña del puente, ambas partes de los puentes deben ser iguales. (1234)
  - *type*=peer
- *USER Context*: Nombre de usuario. (valencia)
- *USER Details*: Añadir las siguientes líneas de comando.
  - *context*=from-internal
  - *host*=IP PBX otro extremo. (10.49.1.70)
  - *secret*=Contraseña del puente, ambas partes de los puentes deben ser iguales. (1234)
  - *type*=friend
- *Register String*: añadir "username:password@IP\_PBX\_extremo". (madrid:1234@10.49.1.70)
- No modificar los campos no especificados.
- Añadir a "Outbounds Routes" la ruta de salida.
  - Route Name: Nombre que se quiera dar. (A\_madrid)
  - Dial patterns: añadir la numeración para salir a la centralita del otro extremo. Para salir a Valencia con las extensiones de la 000 a la 999 es 91|xxx.
  - Trunk Sequence: Seleccionar puente configurado previamente. (IAX2/A\_madrid)

### **Llamadas directa entre extensiones**

Para comenzar, se realizará una serie de llamadas directas desde los softphones entre las extensiones de dos grupos distintos. De esta forma se verifica el correcto funcionamiento de los puentes.

- a) Establecer una llamada desde un terminal de un grupo al terminal de otro grupo. ¿Qué ocurre?

### **Transferencia de llamadas**

Servicio que permite traspasar a una tercera extensión la llamada que un terminal tiene en curso. Se probará a activar este servicio en 3CXPhone enlazando entre extensiones de distintos grupos.

- a) *Realizar una llamada entre el terminal 1 y 2 de un mismo grupo. Activar el servicio de Transfer desde el terminal 2, y transferirla a otro grupo ¿Qué ocurre? ¿Por qué?*

#### **Desvío de llamada (Follow me)**

Mediante las propiedades del desvío vistas con anterioridad en la PBX Asterisk, se va a proceder a que la extensión a la cual se va a desviar las llamadas sea perteneciente al grupo al que se está conectado mediante el puente.

- a) *Para comprobar el servicio "llamada en espera", hay que establecer una comunicación entre dos usuarios y llamar desde otro terminal a cualquiera de ellos. Por lo tanto establecer una llamada entre un terminal del Grupo1 y otro del Grupo2. Se debe observar qué sucede en cada terminal.*

#### **Aparcar llamadas (Parking lot)**

Servicio que se probó en las prácticas anteriores, se extenderá su uso para la comunicación entre extensiones pertenecientes a grupos distintos. En el que se establecerá la comunicación entre extensiones de un mismo grupo o distintos y poder activar el servicio de aparcamiento para recuperarlas entre ellas.

- 1 Realizar una llamada desde un abonado del Grupo1 a otro del Grupo2.
  - 2 Aparcarla.
  - 3 Recuperar la llamada desde otro abonado del Grupo2.
- a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*
  - b) *Realizar la misma operación, pero ahora recuperando la llamada desde una extensión del Grupo 1.*

#### **Grupo de timbre (Ring groups)**

Vista la funcionalidad del grupo de timbre en la práctica anterior. En este apartado, se pide configurar un grupo de timbre con extensión 801 en PBX Asterisk, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los miembros del grupo sean las extensiones 101, 102 y 103 de los dos grupos conectados. De tal manera que las llamadas se realizarán desde la extensión 104 de cada sede.

- a) *¿Qué sucede cuando en estrategia de timbrado se selecciona "timbrar todas"? ¿Y cuándo se descuelga/cuelga la llamada?*
- b) *Ahora en estrategia de timbrado se selecciona "Búsqueda con prioridad". Si no se contesta la llamada ¿Qué ocurre?*
- c) *Si las tres extensiones están ocupadas. ¿Qué sucede?*

#### **Colas de llamadas (Queues)**

Mediante este servicio se procede a elevar el número de casos en los que una llamada es atendida. Ya que mediante la configuración de una cola de llamada en base a un número de extensiones si la llamada no es atendida por ningún de sus integrantes queda a la espera hasta que es tratada.

- 1 Configurar una cola de llamada con extensión 801 en la PBX Asterisk, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los agentes de la cola de llamadas sean las extensiones 101 y 102. Las llamadas se realizarán desde las extensiones restantes del mismo grupo y dos extensiones del otro grupo.
  - a) *¿Qué sucede cuando en estrategia de muestreo se selecciona "agente con menos llamadas"? ¿Y cuándo se descuelga/cuelga la llamada?*
  - b) *Realizar pruebas con las diferentes estrategias de muestreo. ¿Qué diferencia hay?*
  - c) *Si las tres extensiones están ocupadas. ¿Qué sucede?*

Para Asterisk sí que está permitido el incluir extensiones ajenas a su propia PBX. Para ello hay que agregar dicha extensión/es en el grupo de agentes que entrarán en juego en este servicio.

- 1 Configurar como agentes una extensión de cada grupo en una misma cola de llamadas.
- 2 Realizar llamadas desde el resto de extensiones.
  - a) *¿Qué ocurre ahora?*

#### **Devolución de llamadas (Callback)**

Como se pudo comprobar en el apartado anterior, este servicio ofrece que ninguna llamada se pierda, mediante la devolución de esta misma. Se procederá a extender dicho servicio entre extensiones de grupos distintos gracias al puente previamente configurado.

- 1 Establecer una comunicación entre las dos extensiones de las cuales una de ellas tiene configurado el servicio de devolución de llamadas.
- 2 No coger la llamada desde el otro terminal.
- 3 Comprobar que el servicio se realiza correctamente.
- 4 Liberar la comunicación en curso.
  - a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento?*

#### **Reglas de Salida (Outbounds routes)**

El sistema Asterisk ofrece una serie de reglas de configuración sobre extensiones que no son propias de la misma central. Mediante ellas se pueden comunicar unas con otras tanto para las extensiones que estén configuradas en cada central, o limitarlas según se quiera conseguir un resultado u otro.

- a) *¿Qué ocurre si se bloquean las llamadas salientes hacia extensiones externas? ¿Qué ocurre si sólo se bloquean en un sentido y realizamos una llamada inversa?*
- b) *¿Qué ocurre si se activa la regla de salida para el puente establecido, pero en vez de remover 2 dígitos pasa a 1? ¿Se establece la comunicación?*
- c) *Establezca los permisos necesarios para que sólo las extensiones 101 y 103 de su grupo puedan recibir comunicación del exterior. ¿Qué ocurre con el resto de extensiones?*
- d) *Restrinja en base a la cantidad de dígitos que forman las extensiones del grupo externo, las llamadas hacia este. ¿Qué ocurre?*

### 3.2.4 Cuarta Parte: Interconexión entre tres o más centralitas

Continuando con la práctica anterior, completar todos los puentes necesarios para la intercomunicación total del laboratorio, si necesita ayuda, vaya a prácticas anteriores.

Por medio de las cuestiones que se proponen a continuación, los alumnos tendrán que ser capaces de comunicarse con el resto de sedes del laboratorio y comprobar el correcto funcionamiento de la interconexión entre todas centralitas.

#### *Llamadas directa entre extensiones*

**Para comenzar, se verificará la correcta configuración del puente, realizando una serie de llamadas directas entre las extensiones de los cuatro grupos conectados.**

- a) *Establecer una llamada entre los terminales que conforman cada grupo. ¿Qué ocurre?*

#### *Aparcar llamadas (Parking lot)*

Servicio que se probó en las prácticas anteriores, se extenderá su uso para la comunicación entre extensiones pertenecientes a grupos distintos. En el que se establecerá la comunicación entre extensiones de un mismo grupo o distintos y poder activar el servicio de aparcar para recuperarlas entre ellas.

- 1 Realizar una llamada desde un abonado del Grupo3 a otro del Grupo4.
- 2 Aparcarla.
- 3 Recuperar la llamada desde otro abonado del Grupo2. También probar con Grupo1

- a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*

#### *Devolución de llamadas (Follow me)*

Como se pudo comprobar en la práctica anterior, este servicio ofrece que ninguna llamada se pierda, mediante la devolución de esta misma. Se procederá a extender dicho servicio entre extensiones de grupos distintos gracias al puente previamente configurado.

- 1 Establecer una comunicación entre las dos extensiones de las cuales una de ellas tiene configurado el servicio de devolución de llamadas.
- 2 No coger la llamada desde el otro terminal.
- 3 Comprobar que el servicio se realiza correctamente.
- 4 Liberar la comunicación en curso.

- a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento? Realizar misma operación con distintos grupos.*

#### *Reglas de Salida (Outbounds routes)*

El sistema Asterisk, ofrece una serie de reglas para llamadas que salen de la central. Mediante dichas reglas, se pueden comunicar unas con otras tanto para las

extensiones que estén configuradas en cada central, o limitarlas según se quiera conseguir un resultado u otro.

- a) *¿Qué pautas serían necesarias seguir para establecer sólo la comunicación entre el Grupo 1 y el Grupo 3? ¿Y solo entre el Grupo 2 y Grupo 4?*
- b) *Establezca los permisos necesarios para que sólo las extensiones 101 y 103 del Grupo 2 puedan recibir llamadas del exterior. ¿Qué ocurre con el resto de extensiones?*
- c) *Establezca los permisos necesarios para que sólo la extensión 101 del Grupo 1 pueda recibir llamadas del Grupo 3, la extensión 103 sólo reciba del Grupo 2, y la extensión 104 sólo del Grupo 4. El resto de extensiones tienen que quedar inhabilitadas al exterior.*

### ***Conferencia (Opcional)***

El sistema también ofrece el servicio "conferencia" que permite a los abonados participar en una misma conversación. Se pide configurar en la PBX la conferencia con número de extensión 700 (en caso de configurar una extensión, Véase Anexo I). Realizar desde un terminal que se denominará "líder" las siguientes acciones:

- a) *Crear el servicio conferencia con extensión 700 en PBX Asterisk*
- b) *Cada softphone deberá crear una conferencia, tendrá que esperar a cerrar la conferencia abierta para poder abrir otra.*
- c) *Establecer el servicio de conferencia y comprobar la presencia de los usuarios en la comunicación.*
- d) *Una vez establecida la conferencia observar qué ocurre si cuelga el "líder" y qué ocurre si lo hace algún otro participante.*
- e) *En la conferencia realizada. ¿Qué extensión se ha utilizado? ¿Se han incluido todos los integrantes del grupo? ¿Qué secuencia se ha utilizado para la creación de la conferencia? ¿Y para unirse a la misma?*

### ***Conferencia dos centralitas (Opcional)***

Como se pudo comprobar en apartados anteriores, se puede establecer conferencias entre varias extensiones. Llegados a este punto se trata de establecer conferencias con extensiones 700 entre los diferentes grupo.

- a) *Cada softphone deberá crear una conferencia, tendrá que esperar a cerrar la conferencia abierta para poder abrir otra.*
- b) *Establecer el servicio de conferencia y comprobar la presencia de los usuarios en la comunicación.*
- c) *Una vez establecida la conferencia observar qué ocurre si cuelga el "líder" y si lo hace algún otro participante.*
- d) *En la conferencia realizada. ¿Se han incluido todos los integrantes del grupo? ¿Qué secuencia se ha utilizado para la creación de la conferencia? ¿Y para unirse a la misma?*

### Anexo I. Configuración adicional del servicio “Conferencia”

Para el correcto funcionamiento del servicio de Conferencia, se tienen que llevar a cabo una serie de modificaciones en los archivos de configuración propios de la PBX.

A continuación, se muestra los pasos que se han llevado a cabo para dicha configuración.

1. Arrancar la máquina virtual de Trixbox
2. Introducir login y password configurados (user: root y password:rrsstt)
3. Editar los archivos necesarios para la configuración, los cuales son, **meetme.conf** y **extensions.conf**.
4. Configurar el archivo “meetme.conf”, para ello hay que introducir “nano /etc/asterisk/meetme.conf” y añadir el siguiente código. (Dejando la sentencia que hay en el apartado de [rooms], sin #)

```
[general]
audiobuffers=32;
schedule=yes;
logmembercount=yes;
fuzzystart=300;
earlyalert=3600;
endalert=120;

[rooms]
conf=> 700
```

Tabla 8. Código para meetme.conf

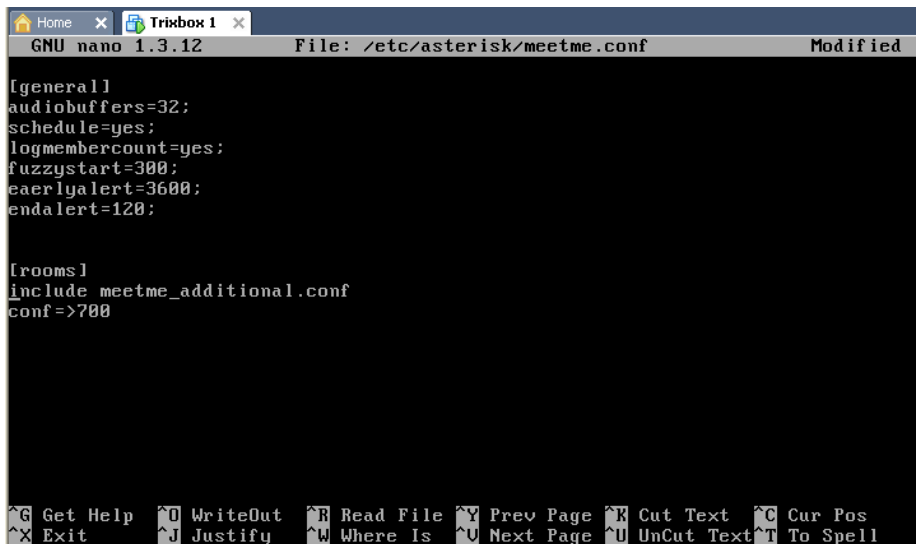


Ilustración 58. Configuración archivo meetme.conf

5. Para comprobar que las aplicaciones se encuentran activas, seguir el siguientes pasos:
  - a. Introducir “asterisk -rvvvvvvvvvvvvvvvv” en el prompt para entrar en la consola de administración del módulo de asterisk.



```

The default is to say the time remaining.

trixbox1*CLI> exit
Executing last minute cleanups
[trixbox1.localdomain /]#
[trixbox1.localdomain /]#
[trixbox1.localdomain /]#
[trixbox1.localdomain /]# asterisk -r
Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78, Copyright (C) 1999 - 2010 Digium, Inc. and others
Created by Mark Spencer <markster@digium.com>
Asterisk comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; type 'core show warranty' for details.
This is free software, with components licensed under the GNU General Public
License version 2 and other licenses; you are welcome to redistribute it under
certain conditions. Type 'core show license' for details.
=====
== Parsing '/etc/asterisk/asterisk.conf': == Found
== Parsing '/etc/asterisk/extconfig.conf': == Found
Connected to Asterisk 1.6.0.26-FONCORE-r78 currently running on trixbox1 (pid =
3105)
Verbosity is at least 15
trixbox1*CLI>
    
```

Ilustración 59. Acceso al módulo de Asterisk

- b. Escribir “core show application meetme” (más la tecla tab), para comprobar correctamente que las aplicaciones necesarias para el funcionamiento del servicio de conferencia se están ejecutando.

```

trixbox1*CLI> core show application meet
MeetMe      MeetMeAdmin  MeetMeChannelAdmin  MeetMeCount
    
```

Ilustración 60. Comprobación de servicios activos

- 6. Configurar el archivo extension.conf, para ello hay introducir “nano /etc/asterisk/extensions.conf” y añadir el siguiente código al final del documento.

```

exten => 700,1,Meetme(DM(default))

exten => 700,n,Hangup

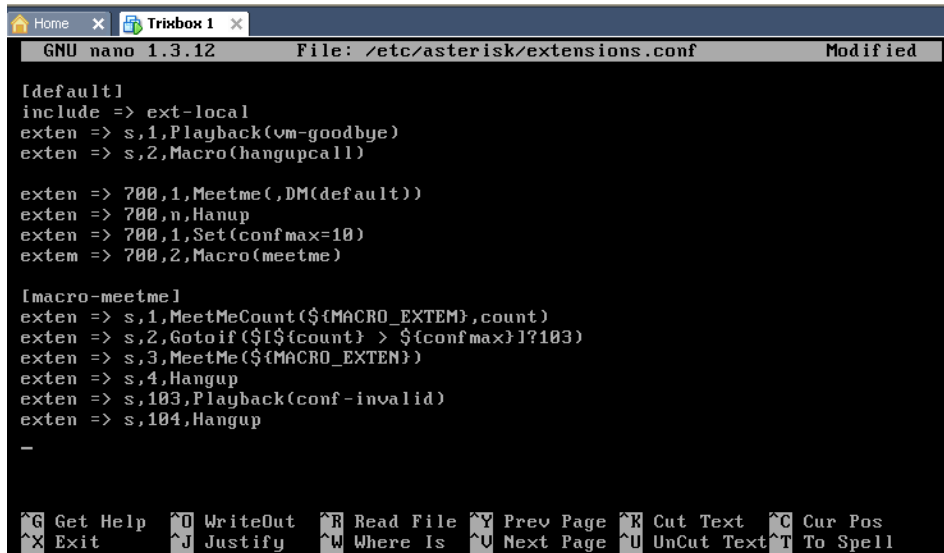
exten => 700,1,Set(confmax=10)

exten => 700,2,Macro(meetme)

[macro-meetme]

exten => s,1,MeetMeCount(${MACRO_EXTEN},count)
exten => s,2,Gotoif(${count} > ${confmax})?103
exten => s,3,MeetMe(${MACRO_EXTEN})
exten => s,4,Hangup
exten => s,103,Playback(conf-invalid)
exten => s,104,Hangup
    
```

Tabla 9. Código para extension.conf



```
GNU nano 1.3.12 File: /etc/asterisk/extensions.conf Modified
[default]
include => ext-local
exten => s,1,Playback(vm-goodbye)
exten => s,2,Macro(changupcall)

exten => 700,1,Meetme(,DM(default))
exten => 700,n,Hangup
exten => 700,1,Set(confmax=10)
exten => 700,2,Macro(meetme)

[macro-meetme]
exten => s,1,MeetMeCount(${MACRO_EXTEN},count)
exten => s,2,Gotoif(${count} > ${confmax})!103)
exten => s,3,MeetMe(${MACRO_EXTEN})
exten => s,4,Hangup
exten => s,103,Playback(conf-invalid)
exten => s,104,Hangup

-
^G Get Help ^O WriteOut ^R Read File ^Y Prev Page ^K Cut Text ^C Cur Pos
^X Exit ^J Justify ^W Where Is ^N Next Page ^U UnCut Text ^T To Spell
```

*Ilustración 61. Configuración archivo extensions.conf*

7. Guardar la configuración.
8. Por último, quedaría crear la extensión de conferencia en el gestor de administración de Trixbox.

### 3.3 Práctica3: Conexión sistemas VoIP Asterisk y 3CX



## Laboratorio de Redes y Servicios de Telecomunicación

### Práctica 3

Simulación y desarrollo sobre tecnologías  
de voz y datos: Sistemas avanzados  
basados en VoIP



Semestre  
primavera

Curso 2013/2014

### 3.3.1 Primera parte: Interconexión de centralitas

Se van a unir los sistemas de comunicación digital vistos anteriormente, de forma que, se pondrá a prueba los conocimientos adquiridos en las primeras prácticas.

La primera parte consiste en, conectar dos centrales de empresas y sistemas operativos diferentes<sup>16</sup>. Se realizará la comunicación y comprobaciones oportunas para ver el perfecto funcionamiento del sistema formado por estas dos centrales. Una vez se verifique, se continuará con la comunicación total de las cuatro sedes, como se muestra en la Ilustración 62 y 63.



Ilustración 62. Esquema de la red del módulo 8209

<sup>16</sup> El sistema 3CX Phone system trabaja sobre la plataforma Windows, mientras que, Asterisk (Trixbox) en el sistema operativo CentOS

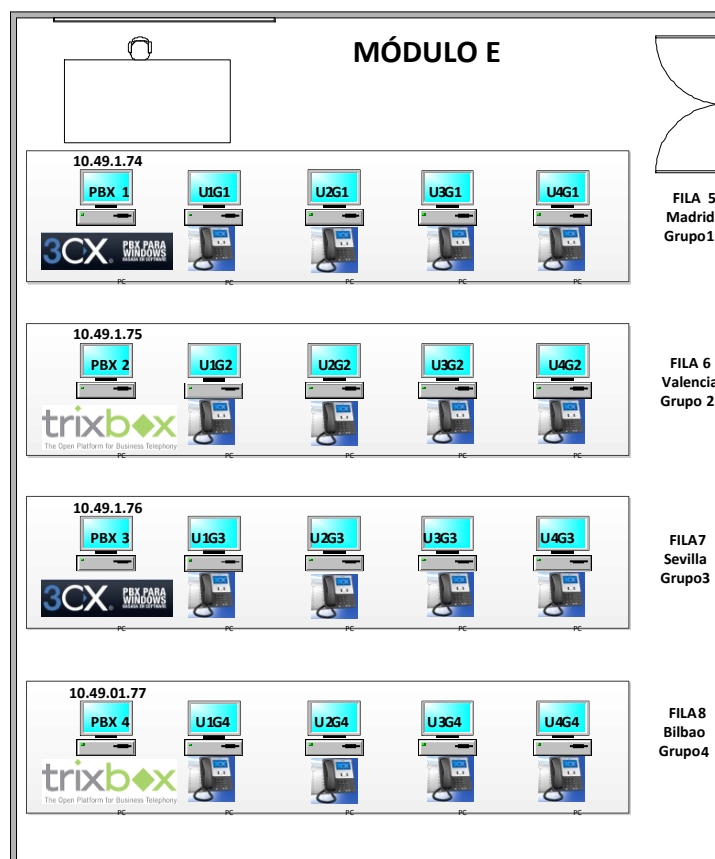


Ilustración 63. Esquema de la red del módulo E

Al final de esta práctica, el alumno habrá obtenido los conocimientos necesarios para poder montar una red de VoIP.

Según se vayan realizando las cuestiones, se tendrá que comentar brevemente los pasos seguidos para su correcta realización, así como los resultados obtenidos.

**NOTA: Si esta práctica se sigue desde la conexión de las cuatro centrales idénticas, borrar los dos puentes creados que sean diferentes a su modelo de pbx.**

#### *Ayuda para realización de puente entre 3cx y Asterisk (Trixbox)*

Como se puede recordar, un puente entre 3CX-3CX se configura uno como Maestro (Directo-UDP) y otro Esclavo (Directo-UDP), un puente entre trixbox-trixbox se añade mediante el protocolo IAX<sup>17</sup> en ambas. Para poder configurar un puente entre 3CX-Trixbox, hay que seguir unas pequeñas instrucciones en cada pbx para que funcione correctamente:

<sup>17</sup> \*Inter-Asterisk eXchange protocol, protocolo propio de Asterisk para VoIP

## 1.1 3CX

- 1 Crear puente Maestro (Directo-UDP).
- 2 Realizar las configuraciones como en las prácticas anteriores. Esta vez, se tienen que añadir en "Propiedades de Codec" todos los codecs, como se muestra en la siguiente figura.

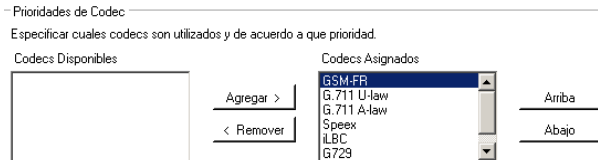


Ilustración 64. Lista de Codecs asignados

- 3 Configurar "Reglas de salida".

## 1.2 Asterisk (Trixbox)

- 1 Ir a PBX settings>>Trunks y pulsamos Add SIP Trunk.
- 2 Rellenamos los siguientes campos.
  - *Dial Rules*: añadir la numeración para salir a la centralita del otro extremo. (Por ejemplo: para salir a Madrid con las extensiones de la 100 a la 199, se introduce 91|1xx)
  - *Trunk Name*: El nombre que se quiera dar. (Por ejemplo: A\_Madrid)
  - *PEER Details*: Añadir las siguientes líneas de comando.
    - context=from-trunk
    - fromdomain=IP centralita otro extremo
    - fromuser=Extensión virtual del puente
    - host=IP centralita otro extremo
    - insecure=port,invite
    - secret=Contraseña de puente (Ambas partes de los puentes deben ser iguales)
    - type=peer
  - *Register String*: añadir "extensión\_virtual:password@IP\_pbx\_extremo :5060/extensión\_virtual". (Por ejemplo: 10000:12345@192.168.1.133:5060/10000)
  - Los campos no especificados quedarán en blanco.
  - Añadir a "Outbounds Routes" la ruta de salida.

### *Llamadas directa entre extensiones*

Para comenzar, se verificará la correcta configuración del puente, realizando una serie de llamadas directas entre las extensiones de dos grupos distintos. De esta forma se verifica el correcto funcionamiento de los puentes.

- a) *Establecer una llamada desde un terminal del grupo 1 a otro terminal del grupo 2. ¿Qué ocurre?*

### *Transferencia de llamadas*

Servicio que permite traspasar a una tercera extensión la llamada que un terminal tiene en curso. Se probará a activar este servicio enlazando entre extensiones de distintos grupos.

- 1 Realizar una llamada entre el terminal 1 y 2 de un mismo grupo.
- 2 Activar el servicio "Transfer" desde el terminal 2.
- 3 Transferir la llamada a una extensión del otro grupo.
- 4 Comprobar la correcta conexión.
- 5 Volver a transferir la llamada a una extensión del primer grupo.

- a) *Enumerar y explicar los pasos seguidos especificando grupos y extensiones.*

### *Desvío de llamada*

Mediante las propiedades del desvío vistas con anterioridad, se va a proceder a que la extensión a la cual se va a desviar las llamadas sea perteneciente al grupo al que se está conectado mediante el puente.

- 1 Configurar desvío de llamadas para las extensiones 103 y 104, de manera que, desvíen las llamadas a la extensión 102 del otro grupo
- 2 Realizar una llamada entre los terminales 3 y 4 de un mismo grupo.
- 3 Llamar a una de las extensiones ocupadas desde la extensión 101 del otro grupo.

- a) *¿Se ha desviado directamente la llamada? ¿Qué se debe hacer para que en 3CX primero suene en el Softphone y luego se desvíe?*

### *Conferencia*

Como se pudo comprobar en apartados anteriores, establecer conferencias entre varias extensiones. Llegados a este punto se trata de establecer conferencias con extensiones 700 entre los diferentes grupos.

Repetir los siguientes pasos tanto en 3CX como en Asterisk:

- a) *Establecer el servicio de conferencia y comprobar la presencia de los usuarios en la comunicación.*
- b) *Una vez establecida la conferencia observar qué ocurre si cuelga el "líder" y si lo hacen el resto de participantes.*

- c) *En la conferencia realizada. ¿Qué diferencias ha encontrado en el proceso de las diferentes centralitas? ¿Se han incluido todos los integrantes del grupo? ¿Qué secuencia se ha utilizado para la creación de la conferencia? ¿Y para unirse a la misma?*

### **Grupo de timbre**

Vista la funcionalidad del grupo de timbre en la práctica anterior. En este apartado, se pide configurar un grupo de timbre con extensión 801, de nombre "Sede que corresponda" (Madrid, Sevilla, Bilbao o Valencia). De manera que, los miembros del grupo sean las extensiones 101, 102 y 103. Las llamadas se realizarán desde la extensión 104. De tal manera que cuando no se pueda comunicar con ninguna de ellas, lo haga con la extensión del grupo al que está conectado mediante el puente.

- a) *¿Qué pasos se han seguido para crear los grupos de timbre en cada una de las centrales?*  
b) *¿Qué sucede cuándo la llamada no es descolgada por ninguna de las extensiones?*

### **Colas de llamadas**

Mediante este servicio se procede a elevar el número de casos en los que una llamada es atendida. Ya que mediante la configuración de una cola de llamada en base a un número de extensiones si la llamada no es atendida por ningún de sus integrantes queda a la espera hasta que es tratada.

El sistema 3CX no ofrece la posibilidad de añadir una extensión del Grupo2, ya que, sólo reconoce directamente aquellas extensiones configuradas en la propia central. Por lo que, se puede la extensión del Grupo2 como opción de *Reenviar a número externo* de las propiedades de la cola de llamada. Por otro lado, en el sistema Asterisk esta opción si es permitida, y las extensiones externas se pueden añadir a las propias de la central.

Añadir en cada central las extensiones que les permita configurar y probar a llamar a las diferentes colas creadas de cada central VoIP.

**Nota 3CX: Cada extensión que esté dentro de la cola hay que configurarla en Editar extensión>>Otros. Seleccionar en "Estado de colas" la opción sesión iniciada.**

- a) *¿Qué ocurre cuando llama a la cola creada en la central 3CX desde la propia central? ¿Y desde Asterisk?*  
b) *¿Qué ocurre cuando llama a la cola creada en la central Asterisk desde la propia central? ¿Y desde 3CX?*

### **Aparcar llamadas**

Servicio que se probó en las prácticas anteriores, se extenderá su uso para la comunicación entre extensiones pertenecientes a grupos distintos. En el que se establecerá la comunicación entre extensiones de un mismo grupo o distintos y poder activar el servicio de aparcar para recuperarlas entre ellas.

- 1 Realizar una llamada desde un abonado del Grupo1 a otro del Grupo2.
- 2 Aparcarla.
- 3 Recuperar la llamada desde otro abonado.



- a) *¿Qué proceso se ha seguido para aparcar y recuperar la llamada en la central 3CX? ¿Y en Asterisk?*
- b) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcar más de una llamada en una misma posición?*

### **Devolución de llamadas**

Como se pudo comprobar en la práctica anterior, este servicio ofrece que ninguna llamada se pierda, mediante la devolución de esta misma. Se procederá a extender dicho servicio entre extensiones de grupos distintos gracias al puente previamente configurado.

- 1 Establecer una comunicación entre las dos extensiones que solo estarán configuradas en colas de llamadas del Grupo1.
- 2 Llamar a la extensión de cola de llamadas desde una extensión del Grupo2.
- 3 Invocar el servicio "devolución de llamada" y colgar.
- 4 Liberar la comunicación en curso.

- a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento?*

- 1 Establecer el estado "no molestar" en todas las extensiones del Grupo2.
- 2 Activar dicho servicio para todas estas extensiones.
- 3 Realizar llamadas desde el Grupo1.
- 4 Liberar la comunicación en curso.

- b) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento?*

### **Reglas de Salida**

Las PBX utilizadas ofrecen una serie de reglas de configuración sobre extensiones que no son propias de la misma central, es decir, extensiones externas a dicha central. Mediante ellas se pueden comunicar unas con otras tanto para las extensiones que estén configuradas en cada central, o limitarlas según se quiera conseguir un resultado u otro.

- a) *¿Qué pasos hay que realizar para bloquear las llamadas de 3CX a Trixbox? ¿En que influye en las llamadas salientes de Trixbox a 3CX?*
- b) *¿Qué ocurre si se activa la regla de salida para el puente establecido en 3CX, pero en vez de remover 2 dígitos pasa a 1? ¿Se establece la comunicación? ¿Y si en Reglas de salida en Trixbox se cambia 9y|1xx por 9y1xx? (Donde "y" es el prefijo que le corresponde a su sede. Por ejemplo: de 91|1xx a 911xx)*
- c) *Establezca los permisos necesarios para que sólo las extensiones 101 y 103 de su grupo puedan establecer comunicación con el exterior. ¿Qué ocurre con el resto de extensiones?*
- d) *Establezca los permisos necesarios para que el grupo de extensiones pertenecientes a su grupo pueda realizar llamadas hacia extensiones externas. ¿Se establece comunicación desde cada una de dichas extensiones?*
- e) *¿Qué ocurre si en Trixbox como regla de salida, solo se añade como patrones de marcado "1xx"? ¿Por qué?*

### 3.3.2 Segunda parte: Interconexión entre tres o más centralitas

Continuando con la interconexión entre centralitas, a partir de este punto de las prácticas, se va a proceder a establecer a la conexión entre todos los grupos que conforman el laboratorio. Así como de ser capaces de establecer los puentes necesarios explicados en prácticas anteriores.

Antes de empezar con el primer punto realizar todos los puentes necesarios, si necesita ayuda, vaya a prácticas anteriores.

Por medio de las cuestiones que se proponen a continuación los alumnos tendrán que ser capaces de comunicarse con el resto de sedes del laboratorio.

#### *Llamadas directa entre extensiones*

Para comenzar, se verificará la correcta configuración del puente, realizando una serie de llamadas directas entre las extensiones de los cuatro grupos conectados.

- a) *Establecer diferentes llamadas entre los terminales que conforman cada grupo. ¿Qué ocurre? (5 minutos)*

#### *Aparcar llamadas*

Servicio que se probó en los apartados anteriores, se extenderá su uso para la comunicación entre extensiones pertenecientes a grupos distintos. En el que se establecerá la comunicación entre extensiones de un mismo grupo o distintos y poder activar el servicio de aparcar para recuperarlas entre ellas.

- 1 Realizar una llamada desde un abonado del Grupo1 a otro del Grupo4.
- 2 Aparcarla.
- 3 Recuperar la llamada desde otro abonado.

- a) *¿Qué proceso se ha seguido para aparcar y recuperar la llamada en la central 3CX? ¿Y en Asterisk? ¿Se puede recuperar la llamada desde cualquier grupo?*

- 1 Realizar una llamada desde un abonado del Grupo2 a otro del Grupo3.
- 2 Aparcarla.
- 3 Recuperar la llamada desde otro abonado del Grupo2. También probar con Grupo1

- a) *Comprobar que ambos interlocutores se encuentran en conversación. ¿Pueden aparcarse más de una llamada en una misma posición?*

#### *Devolución de llamadas*

Como se pudo comprobar en la práctica anterior, este servicio ofrece que ninguna llamada se pierda, mediante la devolución de esta misma. Se procederá a extender dicho servicio entre extensiones de grupos distintos gracias al puente previamente configurado.

- 1 Activar dicho servicio en todas las extensiones Trixbox y en las colas de llamadas de las centrales 3CX.
- 2 Cambiar el estado a "DND" (No molestar) en todos los abonados de los Grupos 1 y 2.

- 3 Llamar desde el Grupo 4 al Grupo 1, invocar el servicio de devolución de llamada.
- 4 Llamar desde el Grupo 3 al Grupo 2.
- 5 Liberar la comunicación en curso.

a) *¿Cuál es el comportamiento del sistema? ¿A quién llama primero? ¿Cuál puede ser la causa de dicho comportamiento? Realizar misma operación con distintos grupos.*

#### **Reglas de Salida**

El sistema Asterisk ofrece una serie de reglas de configuración a las que se atañe la central, en los casos que se realicen llamada hacia extensiones que no son propias de sí misma, es decir, extensiones externas a dicha central. Mediante ellas se pueden comunicar unas con otras tanto para las extensiones que estén configuradas en cada central, o limitarlas según se quiera conseguir un resultado u otro.

- a) *¿Qué pautas serían necesarias seguir para establecer sólo la comunicación entre el Grupo 1 y el Grupo 3? ¿Y solo entre el Grupo 2 y Grupo 4?*
- b) *Establezca los permisos necesarios para que sólo las extensiones 101 y 103 de los Grupos 3 y 4 puedan establecer comunicación con el exterior. ¿Qué ocurre con el resto de extensiones?*
- c) *Establezca los permisos necesarios para que sólo la extensión 101 del Grupo 1 se comunique con el Grupo 3, la extensión 103 del Grupo 3 sólo se comunique con el Grupo 2, la extensión 104 del Grupo 2 sólo se comunique con el Grupo 4, y la extensión 102 del Grupo 4 sólo se comunique con el Grupo. El resto de extensiones tienen que quedar inhabilitadas al exterior.*



### 3.4 Práctica4: Expansión de análisis avanzado de tráfico con el analizador de protocolos Wireshark



## Laboratorio de Redes y Servicios de Telecomunicación

### Práctica 4

Expansión de análisis avanzado de tráfico con el analizador de protocolos Wireshark



Semestre  
primavera

Curso 2013/2014

### 3.4.1 Primera parte: Información práctica

#### *Introducción*

Esta práctica es una continuación de la práctica 2 "Análisis de tráfico con el analizador de protocolos Wireshark" de la asignatura Redes y servicios de telecomunicaciones. Dichos puntos, son de carácter avanzado para el análisis del tráfico en sistemas VoIP.

#### *Objetivos generales*

- Familiarizarse con el analizador de protocolos Wireshark.
- Establecer filtros para las capturas de tráfico VoIP.
- Analizar capturas de tráfico VoIP.

#### *Objetivos parciales*

- Analizar tráfico de llamadas VoIP.
- Distinguir los paquetes según la función realizada.
- Estudiar los servicios proporcionados por la red VoIP.
- 

#### *Equipamiento*

Para la realización de las diferentes partes de la práctica se utilizará el siguiente equipamiento hardware y software:

- 20 Ordenadores del módulo de laboratorio.
- Sistema de conmutación digital (**P**riate **B**ranch **E**xchange, PBX) basado en la plataforma Trixbox sobre Asterisk.
- Softphones: 3CXPhone.
- Auriculares con micrófono.
- Software para analizar tráfico de red de datos: Wireshark.



Ilustración 65. Escenario de un módulo cualquiera.

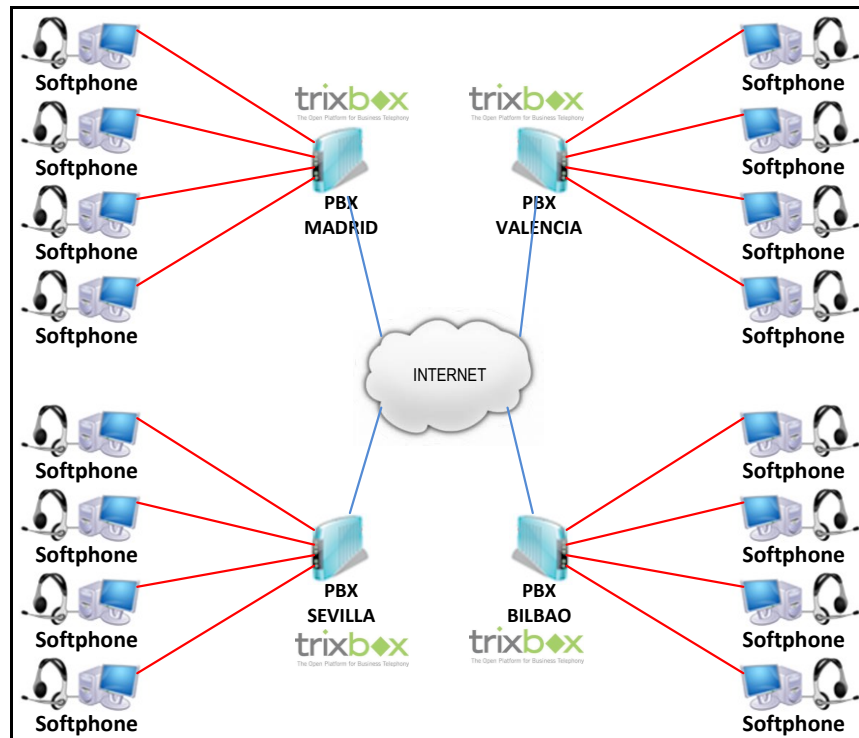


Ilustración 66. Composición cuatro sedes VoIP

### *Realización*

Esta expansión de la práctica consta de dos partes:

- Una primera parte, que se estudiará los paquetes necesarios para establecer la autenticación del softphone y llamadas VoIP de una misma sede mediante el protocolo SIP<sup>18</sup>.
- Y una segunda parte, que trata de analizar el tráfico generado cuando se realiza un puente entre sedes y entre softphones de diferentes PBXs. Este tipo de información se refleja mediante los protocolos SIP e IAX<sup>19</sup>.

**Nota: Abrir el analizador de protocolos Wireshark y capturar el tráfico que haya en la interfaz de red activa del ordenador, para los siguientes apartados. (Ver la opción "Capture→Interfaces").**

---

<sup>18</sup> Session Initiation Protocol.

<sup>19</sup> Inter-Asterisk eXchange protocol.



### 3.4.2 Segunda parte: Analizar capturas de tráfico VoIP en una sede.

#### *Análisis avanzado del tráfico entre un softphone y PBX*

Registrar un softphone contra su correspondiente PBX, de forma que aparezcan únicamente las tramas relacionadas con esa comunicación, usando los filtros adecuados.

Estudiar de forma detallada la información mostrada en cada una de las partes de la aplicación e indicar la siguiente información: (Véase anexo para mejorar la comprensión de los paquetes capturados)

- Las tramas correspondientes al protocolo SIP.
- Tramas generadas por el registro del softphone en la PBX.
- Fases del registro obtenidas mediante la opción "Statistics → Flow Graph".

Responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué puerto se utiliza para el registro del softphone con la PBX?
- ¿Qué tipo de protocolo se establece para el proceso?
- Comentar la información obtenida a partir de las capturas.

#### *Análisis del tráfico de llamadas entre softphones de una misma PBX*

Realizar una llamada entre dos softphones de una misma PBX, de forma que aparezcan únicamente las tramas relacionadas con esa comunicación, usando los filtros adecuados.

1 Estudiar de forma detallada la información mostrada en cada una de las partes de la aplicación e indicar la siguiente información: (Véase anexo para mejorar la comprensión de los paquetes capturados)

- Las tramas correspondientes al protocolo SIP.
- Tramas generadas por la comunicación entre dos softphones.
- Fases de establecimiento, transmisión y liberación de la conexión obtenidas mediante la opción "Statistics → Flow Graph".

Responder a las siguientes preguntas:

- Comentar la información obtenida a partir de las capturas.
- Con los resultados aportados por la opción "Telephony → VoIP Calls"<sup>20</sup>. ¿Qué datos son los que se muestran?

---

<sup>20</sup> La opción VoIP Calls permite al usuario analizar la información que se establecen al realizar una llamada entre softphones.

2 Realizar la misma operación para los siguientes casos:

- Llamar desde un softphone a otro y colgar la llamada.
- Llamar desde un softphone a otro y no coger la llamada.

Responder a las siguientes preguntas:

- Comentar la información obtenida para estos casos. ¿Qué diferencias entre estos casos y el primero?
- Con los resultados aportados por la opción "Telephony → VoIP Calls". ¿Qué datos se muestran para ambos casos<sup>21</sup>?

---

<sup>21</sup> Para el caso "Llamar desde un softphone a otro y no coger la llamada" se debe ejecutar esta opción al mismo tiempo que se realiza dicho funcionamiento.

### 3.4.3 Tercera parte: Analizar capturas de tráfico VoIP entre sedes.

#### *Análisis del tráfico entre puentes de PBXs distintas*

En esta parte de la práctica se requiere analizar los pasos que se llevan a cabo cuando se establece un puente entre PBXs distintas. Puede utilizar de apoyo la práctica anterior para realizar los puentes entre centralitas. Véase anexo para mejorar la comprensión de los paquetes capturados.

Obtener las tramas que requiere dicho proceso mediante una captura del tráfico que se genera por medio del protocolo IAX2 mostradas en cada una de las parte de la aplicación e indicar la siguiente información.(Véase anexo para mejorar la comprensión de los paquetes capturados)

- Las tramas correspondientes al protocolo SIP.
- Tramas generadas por el establecimiento del puente entre ambas PBX.
- Fases del registro obtenidas mediante la opción "Statistics → Flow Graph".

Responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué puerto se utiliza para el establecimiento del puente?
- ¿Qué tipo de protocolo se establece para el proceso?
- Comentar la información obtenida a partir de las capturas.

#### *Análisis del tráfico de llamadas entre softphones de PBXs distintas*

Realizar llamadas entre extensiones que pertenezcan a PBXs distintas (la comunicación entre softphone-PBX utiliza el protocolo SIP, mientras que, la conexión entre PBX-PBX usa el protocolo IAX2), de forma que aparezcan únicamente las tramas relacionadas con esa comunicación, usando los filtros adecuados.

1 Estudiar de forma detallada la información mostrada en cada una de las partes de la aplicación e indicar la siguiente información: (Véase anexo para mejorar la comprensión de los paquetes capturados)

- Las tramas correspondientes al protocolo SIP.
- Tramas generadas por la comunicación entre dos softphones.
- Fases de establecimiento, transmisión y liberación de la conexión obtenidas mediante la opción "Statistics → Flow Graph".

Responder a las siguientes preguntas:

- Comentar la información obtenida a partir de las capturas.
- Con los resultados aportados por la opción "Telephony → VoIP Calls"<sup>22</sup>. ¿Qué datos son los que se muestran?

2 Realizar la misma operación para los siguientes casos:

---

<sup>22</sup> La opción VoIP Calls permite al usuario analizar la información que se establecen al realizar una llamada entre softphones.

- Llamar desde un softphone a otro y colgar la llamada.
- Llamar desde un softphone a otro y no coger la llamada.

Responder a las siguientes preguntas:

- Comentar la información obtenida para estos casos. ¿Qué diferencias entre estos casos y el primero?
- Con los resultados aportados por la opción "Telephony → VoIP Calls". ¿Qué datos se muestran para ambos casos<sup>23</sup>?

---

<sup>23</sup> Para el caso "Llamar desde un softphone a otro y no coger la llamada" se debe ejecutar esta opción al mismo tiempo que se realiza dicho funcionamiento.

### 3.4.4 Anexos

#### *Establecer filtros para el análisis de tráfico VoIP*

Para realizar un correcto estudio del tráfico de VoIP que se ha generado en el transcurso de las prácticas anteriores, se aportan los siguientes tipos de filtros.

Al estar basado el tráfico VoIP en los protocolos SIP e IAX se establecerá lo siguiente. Dirigirse a la barra de búsqueda "Filter" y establecer los filtros de;

- SIP: protocolo con el que podrá visualizar todo el tráfico IP para la activación de los softphones contra sus respectivas PBXs, las llamadas entre extensiones, tanto las pertenecientes a una misma PBXs como entre distintas, etc.
- IAX2: protocolo con el que podrá visualizar el tráfico IP en la activación de los puentes entre PBXs distintas, pudiendo estudiar cómo se establece las comunicaciones entre ellas.

#### Métodos y Respuestas SIP

Los siguientes mensajes se utilizarán como apoyo para la realización de las cuestiones planteadas a lo largo de la práctica.

Los requerimientos de SIP al igual que los de HTTP son denominados métodos, que los 6 primeros están descritos en la RFC 2543, el resto son extensiones de SIP definidos en otros RFCs o Drafts.

*Tabla 10. Mensajes SIP*

Descripción	Detalles
INVITE	Inicio de Sesión (setup)
ACK	Reconocimiento de Invite
BYE	Terminación de sesión
CANCEL	Cancelación de Invite
REGISTER	Registro de URL
OPTIONS	Preguntar por opciones y capacidades
INFO	Transporte de información en llamada
PRACK	Reconocimiento Provisional
COMET	Notificación de precondición
REFER	Transferencia a otra URL
SUSCRIBE	Requerir notificación de Evento
UNSUBSCRIBE	Cancelar notificación de Evento
NOTIFY	Notificación de Evento
MESSAGE	Mensaje Instantáneo

Más adelante se mostrará su utilización como respuesta a estos métodos, los agentes envían respuestas numéricas codificadas de la forma Nxx, donde N es un número entre 1 y 6, de manera similar a las respuestas http.

Clase	Descripción
1xx	Información provisional, requerimiento en progreso pero no terminado
2xx	Completo: Requerimiento completado satisfactoriamente
3xx	Redirección: Petición debería redireccionarse
4xx	Error en de cliente (error en la petición)
5xx	Error de servidor
6xx	Falla Global

## Métodos y Respuestas IAX

Significado de los valores que se pueden encontrar a lo largo de la realización de las prácticas.

*Tabla 11. Mensajes IAX*

Descripción	Detalles
NEW	Iniciar una nueva llamada
PING	Enviar un ping
PONG	Responder un ping
ACK	Respuesta afirmativa
HANGUP	Inicio de desconexión
REJECT	Rechazo
ACCEPT	Aceptación
AUTHREQ	Petición de autenticación
AUTHREP	Respuesta de autenticación
INVAL	LLamada no válida
LAGRQ	Petición de Lag
LAGRP	Respuesta de Lag
REGREQ	Petición de registro
REGAUTH	Autenticación de registro
REGACK	ACK de registro
REGREJ	Denegación de registro
REGREL	Liberación de registro
VNAK	Petición de retransmisión
DPREQ	Petición de dialplan
DPREP	Respuesta de dialplan
DIAL	Marcado
TXREQ	Petición de transferencia
TXCNT	Conexión de transferencia
TXACC	Aceptación de transferencia
TXREADY	Transferencia preparad
TXREL	Liberación de transferencia
TXREJ	Rechazo de transferencia
QUELCH	Parar transmisión de audio

UNQUELCH	Continuar transmisión de audio
MWI	Indicador de mensaje en espera
UNSUPPORT	Mensaje no soportado

Descripción	Detalles
Hangup	La llamada se ha colgado
Ring/Ringing (ringback)	El teléfono está sonando
Answer	Respuesta
Busy Condition	El usuario está ocupado
Congestion Condition	Existe congestión
Call Progress	Progreso de la llamada

### 3.5 Cuestiones generales

- a) ¿Qué sistema le ha resultado más difícil manejar? ¿Por qué?
- b) ¿Le ha resultado útil lo aprendido en estas prácticas? ¿Qué le ha parecido lo más interesante?
- c) Explique razonadamente cuál de los dos sistemas utilizaría en un entorno profesional.
- d) ¿Cree que las memorias de las prácticas son fáciles de entender? Si le ha parecido alguna parte más costosa. ¿Qué cambiaría?
- e) ¿Las prácticas realizadas son acordes con la asignatura estudiada? ¿Cree que el tiempo se ajusta a las horas de clase de laboratorio?
- f) ¿Conocía con anterioridad algún sistema de VoIP incluidos los estudiados?

**Una vez realizadas todas las cuestiones, se dará por finalizada la práctica.**



### 3.6 Experiencias obtenidas tras la realización de las prácticas.

A continuación se detallan algunas de las experiencias obtenidas durante el transcurso de las prácticas aportadas en este proyecto fin de carrera (PFC), ya que, se han realizado a lo largo del curso 2013 – 2014 en el laboratorio de la asignatura *Redes y Servicios de Telecomunicaciones*, impartida por el profesor Aurelio Berges.

Tomando como apertura la *Practica 1* en el laboratorio de la asignatura antes mencionada, la cual transcurrió durante el primer semestre del curso 2013 – 2014, donde se utilizaba como herramienta de simulación de una PBX la aplicación *3CX System*.

Al estar en continuo contacto con el profesor que impartía dicho laboratorio, nos informaba de los problemas que iban surgiendo en la realización de las prácticas por medio de esta herramienta. Una de las características residía en el gran retardo de ejecución en los servicios que proporcionaba dicha aplicación.

Al utilizar el software de simulación de la PBX estructurado, de tal manera que, estuviera instalado en una misma máquina virtual conjunto con el propio softphone se obtenía como resultado unas características de la máquina virtual que hacían de su utilización bastante difícil. Esto era debido a que el espacio que ocupaba dicha máquina virtual, al estar sobre Windows 7 viera aumentado su tamaño hasta llegar a los 7GBs, a lo que hay que sumar la memoria RAM que acumulaba para poder ser ejecutada.

Todo ello, resultaba en que las prácticas no se pudieran realizar con fluidez, ya que, a la hora de realizar ciertos apartados, como las llamadas entre distintos softphones, resultara una actividad difícil debido a la gran latencia que sufría dicho proceso. Por ello, se ha de agradecer la paciencia aportada por el alumnado para concluir con la práctica.

Un aspecto positivo que aportaba la realización de las práctica con el sistema *3CX System*, es que en cuanto a la interfaz era bastante comprensible para la realización de los apartados. Ya que, disponía de una estructuración ordenada de los servicios que proporciona dicho sistema, diferenciándolos entre ellos y con la facilidad de realizar cualquier configuración en el acto. Lo que provocaba que respecto a las configuraciones a llevar a cabo en la PBX correspondientes fueran bastante llevaderas, así como una gran facilidad de familiarizarse con el software. De esta manera, se pudieron realizar todos aquellos apartados propuestos en las prácticas.

Siguiendo con el calendario del laboratorio para el segundo semestre del curso 2013 – 2014, la práctica a desempeñar por los alumnos fue la *Practica 2*.

Esta vez el programa a utilizar estaba basado en Asterisk por medio de la plataforma Trixbox. Para llevar a cabo las configuraciones de la PBX, la metodología del uso del software cambia respecto a la desempeñada en la *Practica 1*. Era debido a que el alumnado disponía de una máquina virtual en la que tenía alojada un sistema operativo basado en Linux, en el cual, se alojaba todos aquellos recursos necesarios establecidos para una PBX. Máquina virtual a la que tendrían que acceder para establecer una serie de credenciales, asignadas previamente para el

laboratorio, de tal manera que, realizaran una serie de configuraciones para poder utilizar el software correctamente antes de iniciar dicha práctica.

Es de agradecer el esfuerzo por parte del alumnado a la hora de enfrentarse a estas segundas prácticas, ya que, al tener que realizar una serie de configuraciones sobre el sistema operativo Linux han tenido que ampliar sus actividades dedicándole más tiempo. También han tenido que trabajar con comandos y configuraciones añadidas a parte de la realización de la propia práctica en el entorno de VoIP.

Alguno de los problemas que surgieron en el proceso de realización de la *Practica 1* fueron solventados con la estructura aplicada en la utilización de Asterisk. Ya que todo lo concerniente al software de la PBX se encontraba alojado en una .iso basado en el sistema operativo Linux. Este queda cargado directamente en una máquina virtual sin ocupar muchos recursos del ordenador haciendo que la realización de la práctica se pudiera hacer con total normalidad. Por otro lado, para poder realizar las configuraciones de la PBXs, sólo era necesario dirigirse por medio de un explorador web, a la ip configurada para la PBX obteniendo como resultado el gestor de administración.

Una vez preparada dicha máquina virtual, los alumnos podían acceder a los servicios proporcionados por la PBX de Asterisk mediante un explorador web, en el que, dirigiéndose a la ip configurada de la PBX accedían inmediatamente a la plataforma Trixbox (portal de administración de la PBX). Y así poder realizar las practicas.

Para el tercer semestre del curso 2013 – 2014 se ha propuesto un tipo de práctica que pudiera envolver todo lo realizado hasta ahora. Es decir, en esta práctica lo que se trata es de combinar el potencial de cada uno de los programas utilizados para el desarrollo de las prácticas, 3CX System y Asterisk.

De tal manera, si hay un softphone registrado a una PBX que sea del tipo 3CX System y otro registrado en una PBX de Asterisk, se puedan realizar llamadas entre ellos independientemente del tipo de PBXs que se utilice.

La experiencia más notoria este tipo de práctica fue el poder establecer el puente de comunicación, que estableciera la unión entre las PBXs de distinto tipo. Debido que aunque había una serie de parámetros básicos entre las dos, se encontraron otros tantos que no lo eran.

Por ejemplo, para 3CX System era necesario configurar una serie de credenciales que en Asterisk no disponía de él, como puede ser el ID (numérico) del puente. Un valor configurado por parte del alumno que ayudaba a la hora de establecer un puente con otra misma PBX 3CX ya que formaba parte de las credenciales necesarias para la validación y establecimiento del puente. Por el resto de configuración. en la PBX no surgieron más complicaciones ya que el resto de parámetros a configurar eran bastante sencillos y fácil de configurar.

En cambio para la parte de Asterisk fue más complejo debido al tipo de configuración a realizar para establecer el puente al ser todo por comandos. Ya que mediante dichos comandos había que incluir las credenciales que registraran una PBX con otra.

Una vez que se supo el formato y los datos que se necesitaban para que Astersik reconociera como extremo una PBX perteneciente a 3CX System, la conexión se estableció sin problemas pudiendo realizar la práctica.

La segunda propuesta sobre la realización de una nueva práctica recae en el cuarto semestre del curso 2014 – 2015 mediante la *Practica 4*.

Por medio de la herramienta de analizador de redes Wireshark, se quiere estudiar el tipo de tráfico que concierne a un sistema VoIP. Para ello el alumno tiene que realizar una serie de apartados mediante varios escenarios, para ver qué proceso es el que se lleva a cabo desde que da comienzo una llamada en un softphone, se procesa en la PBX y finaliza en otro softphone.

Dividiendo esta práctica en dos partes, la primera se centra en el tráfico que concierne a softphones que están registrados en una misma PBX. En la cual se puede ver como se registra un softphone en su correspondiente PBX, el establecimiento de llamadas entre distintos softphones de una misma sede. Todo ello detallando el proceso mediante las tramas obtenidas por medio del filtro establecido con SIP ya que es el protocolo que detecta este tipo de acciones.

Para la segunda parte de la práctica, de carácter más avanzado, tiene como objetivo de estudio el tráfico que se genera cuando se crea y establece un puente entre dos PBX Asterisk y se realizan llamadas entre sus respectivos softphones.

Para ello, se pretende que alumno realice una serie de capturas de tráfico utilizando para ello como filtro de búsqueda el protocolo IAX2 ya que es utilizado para establecer el puente entre ambas PBX, mientras que, para el registro de llamadas tendrán que volver a filtrar por el protocolo SIP para su estudio.

De esta manera, el alumno será consciente de todo el proceso que se lleva a cabo de las prácticas que ha realizado hasta ahora con las prácticas realizadas durante el curso.



## 4 Parte 4: Conclusiones y trabajos futuros

### 4.1 Conclusiones

Transcurridos los semestres en los que se han impartido una serie de prácticas junto con el tutor del PFC, se han valorado los puntos más importantes surgidos durante la realización. La primera práctica se ha realizado en el primer cuatrimestre del curso 2013-2014, la segunda en el segundo cuatrimestre del curso 2013-2014 y la cuarta práctica se divide en dos: incorporación de primera mitad en práctica ya existente de analizador de protocolos en redes y servicios de telecomunicación, y una segunda mitad, con posible incorporación a práctica de asignatura de señales y sistemas. Con esta experiencia y la que se ha podido sacar en el desarrollo personal, se han podido valorar los siguientes puntos en las conclusiones.

- Ocho máquinas virtuales en la central VoIP 3CX frente a una en Asterisk.
- La PBX 3CX consume más recursos del PC que Asterisk.
- Facilidad de configuración en 3CX por su entorno gráfico, mientras que, en Trixbox queda limitado. Asterisk requiere de ciertas modificaciones en archivos mediante comandos.
- La información que se obtiene en 3CX requiere tener experiencia en el manejo de la central, sin embargo, en Asterisk presenta de forma visual el estado en tiempo real en el que se encuentra las extensiones, extensiones de PBXs conectadas, túneles, buzones de voz, etc.
- Softphones 3CX Phone compatibles tanto en 3CX como en Asterisk, en el entorno de laboratorio.
- Laboratorio más fluido con Asterisk que con 3CX.
- Conocimientos adquiridos menores en 3CXSystem que en Trixbox. Este último, también analiza protocolo IAX dado que es propietario.

Como conclusión la herramienta Asterisk – Trixbox ha cumplido los objetivos de este Proyecto Fin de Carrera (PFC), tanto a nivel aplicación de PBX utilizada ha aportado un mayor rendimiento, mejor comprensión de los términos VoIP, así como de una mayor facilidad de uso e implementación.

La evolución por parte del alumno, los conocimientos adquiridos por medio de las prácticas presentadas sobre VoIP, son más satisfactorios cuando han trabajado con Asterisk.

Por otro lado, según los resultados adquiridos en dichas prácticas en el ámbito docente de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), los conocimientos de las redes IP mediante la tecnología VoIP, han demostrado que los alumnos adquieren y desarrollan esos conocimientos que a día de hoy pueden ser utilizados en el mundo laboral. Las prácticas realizadas son valoradas positivamente pudiéndoles ser útil en el futuro.

## 4.2 Futuras mejoras

El sistema VoIP implementado tanto en la utilización de Asterisk, como 3CX System deja la posibilidad de realizar nuevas mejoras, o incluso la de aumentar la red desarrollada en este PFC con nuevos elementos e incorporarlos a la red ya establecida.

Gracias a la facilidad hallada en Trixbox, se puede incorporar smartphones o tablets mediante wifi. De tal manera que, se puedan integrar en la propia red VoIP y servir como softphones. De esta manera, el número de pruebas a realizar variarían y aumentarían a su vez.

Para llegar a este nuevo tipo de topología, dichos dispositivos se tendrían que conectar a la red mediante Wifi. Por lo que, los elementos de red cambiarían respecto a la topología que se ha utilizado en las prácticas desarrolladas en este PFC. Una posible solución, es la utilización de routers Wifi configurados por los propios alumnos, para que de esta manera se pudieran utilizar estos elementos nuevos. Otra posible solución, es la integración con la wifi de la escuela, pero puede ser un verdadero problema con la cantidad de restricciones estructurales de la escuela.

Una vez que se sabe lo que haría falta para tener la red al completo, a continuación se aporta una estructura de cómo quedaría la red al añadir dichos elementos.

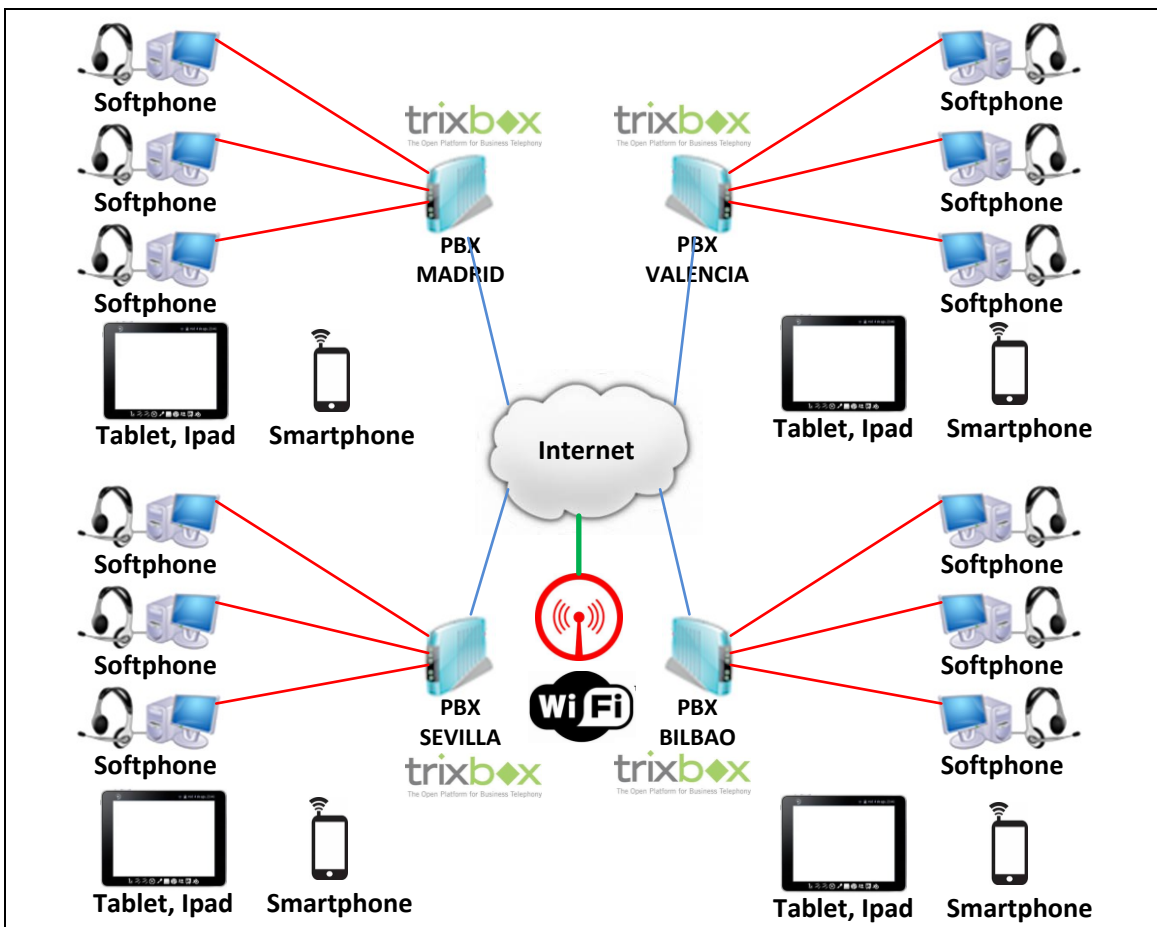


Ilustración 67. Diagrama futuras mejoras.

Por otro lado, para que dichos elementos queden totalmente integrados en la red necesitarán tener instalados el software de los softphones utilizados en los ordenadores de los laboratorios.

Para ello, dependiendo del sistema operativo del que dispongan tanto las tablets como los Smartphone tendrán que realizar la descarga del software necesario. Realizando los siguientes pasos:

- 1 Descargar de su servidor de aplicaciones, siendo Google Play para los dispositivos Android o App Store para los de Apple la versión de Softphone compatible con la PBX.
- 2 Instalar dicho software en el terminal.
- 3 Crear las extensiones que se utilizarán en la red VoIP establecida en el laboratorio.
- 4 Configurar dicha Tablet y Smartphone con las credenciales de la extensión que se le proporcione en la PBX.

Donde una vez que se realicen estos pasos dichos elementos quedarán listos para ser utilizados.

**Nota:** La dificultad viene tanto en la configuración de routers wifi, como en el funcionamiento correcto de la red VoIP.





## 5 Bibliografía

- [1].- *3CX Innovating Communications.* (s.f.). Obtenido de <http://www.3cx.es/>
- [2].- *Academia de Networking de Cisco Systems.* (s.f.).
- [3].- *Asterisk.* (s.f.). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Asterisk>
- [4].- *Asterisk en Windows.* (s.f.). Obtenido de <http://www.asteriskwin32.com>
- [5].- *Asterisk- The definitive guide.* (s.f.). Obtenido de [www.asteriskdocs.org](http://www.asteriskdocs.org)
- [6].- *Asterisk, Software.* (s.f.). Obtenido de <http://www.asterisk.org/downloads>
- [7].- *Asterisk-ES, contacto.* (s.f.). Obtenido de <http://comunidad.asterisk-es.org/index.php?title=Portada>
- [8].- *Axon PBX Virtual para Windows.* (s.f.). Obtenido de <http://www.nch.com.au/pbx/es/>
- [9].- *Caso de Exito Asterisk: Medical Boston Group.* (s.f.). Obtenido de <http://www.slideshare.net/europesip/casos-de-exito-bmg>
- [10].- *Digium The Asterisk Company.* (s.f.). Obtenido de <http://www.digium.com/en/>
- [11].- Falcón, J. A. (2007). *VoIP la telefonía de Internet.* Paraninfo.
- [12].- Hernández Asensio, J. (2009). *Implementación de servicios de telefonía IP basados en Asterisk en laboratorio para enseñanza (HESAR).* Madrid.
- [13].- *Launceston College Dumps their 20th Century PBX for 3CX Phone System.* (s.f.). Obtenido de <http://www.3cx.com/case-studies/launceston-college-reduces-telecommunications-costs-with-3cx-phone-system>
- [14].- *Manual Central Telefónica 3CX para Windows.* (s.f.). Obtenido de [http://www.3cx.es/manual/3CXPhoneSystemManual12\\_es.pdf](http://www.3cx.es/manual/3CXPhoneSystemManual12_es.pdf)
- [15].- Novillo Lorenzo, H. (2012). *Implementación de servicios de VoIP e integración con PSTN y redes WANIP con Asterisk.* Madrid.
- [16].- O'Reilly Media, I. J. (s.f.). *Asterisk The Future of Telephony* (Segunda edición ed.).
- [17].- *Protocolo IAX.* (s.f.). Obtenido de <http://elastixtech.com/protocolo-iax/>
- [18].- *Protocolo SIP.* (s.f.). Obtenido de <http://elastixtech.com/protocolo-sip/>

- [19].- Quarea - Voz Datos IP. (s.f.). Obtenido de [http://www.quarea.com/estutorialque\\_es\\_telefonia\\_ip/](http://www.quarea.com/estutorialque_es_telefonia_ip/)
- [20].- Quarea - Voz Datos IP - Casos de Estudio. (s.f.). Obtenido de [http://www.quarea.com/es/casos\\_de\\_exito](http://www.quarea.com/es/casos_de_exito)
- [21].- Systems, C. P.-C. (s.f.).
- [22].- Systems, C. P.-C. (s.f.). *Academia de Networking de Cisco Systems* (Tercera edición ed.). (S. Traducción KME Sistemas, Trad.)
- [23].- Toro Platas, D. (2007). *Estudio y definición de prácticas para protocolos de enrutamiento en una red IP*. Madrid.
- [24].- *Trixbox - The Open Plataform for Business Telephony*. (s.f.). Obtenido de <http://asteriskathome.sourceforge.net/>
- [25].- Violero Ortiz, Á. (2006). *Desarrollo de prácticas de redes TCPIP y simulación de casos prácticos*. Madrid.
- [26].- *Voip-Info.org - A reference guide to all things VOIP*. (s.f.). Obtenido de <http://www.voip-info.org/>
- [27].- *Voz sobre Protocolo de Internet*. (s.f.). Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Voz\\_sobre\\_Protocolo\\_de\\_Internet](http://es.wikipedia.org/wiki/Voz_sobre_Protocolo_de_Internet)

## **6 Acrónimos**

ACD: Automatic Call Distributor

ACK: Acknowledgement

BLF: Busy Lamp Field

BW: BandWidth

CTI: Computer Telephony Integration

HTTP: Hypertext Transfer Protocol

IAX: Inter Asterisk eXchange protocol

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers

IETF: Internet Engineering Task Force

ISPBX: Integrated Services Private Branch eXchange

ITSP: Internet Telephony Service Provider

ITU: International Telecommunication Union

IP: Internet Protocol

ISP: Internet Service Provider

ITSP: Internet Telephony Service Provider

IVR: Interactive Voice Response

LAN: Local Area Network

MMUSIC: Multiparty Multimedia Session Control

NAT: Network Address Translation

PBX: Private Branch Exchange

PC: Personal Computer

PSTN: Public Switched Telephone Network

QoS: Quality of Service

RTP: Real – Time Transport Protocol

RTSP: Real Time Streaming Protocol

SCCP: Skinny Call Control Protocol

SCIP: Secure Communications Interoperability Protocol

SIP: Session Initiation Protocol

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

TI: Tecnologías de la Información

UDP: User Datagram Protocol

VLAN: Virtual LAN

VoIP: Voice over Internet Protocol

VoWLAN: Voice over WLAN

VPN: Virtual Private Network

WAN: Wide Area Network

WiFi: Wireless Fidelity

WLAN Wireless: Local Area Network

## 7 Anexos

### 7.1 Objetivos & Escenarios

Tras analizar el software utilizado en las prácticas de las universidades, tanto españolas como iberoamericanas, se llega al siguiente resumen.

Se pueden encontrar casos como la *instalación y administración de un servidor Asterisk*, donde la práctica se encuentra basada en trixbox. Se instalará desde cero la centralita VoIP y se realizará la configuración básica para tener una red VoIP.

Los objetivos son los siguientes:

- 1 Conocer y tener una experiencia en la instalación de esta tecnología.
- 2 Saber hacer una instalación básica.
- 3 Conocer la versatilidad de los servicios de valor añadido que este tipo de centralitas puede dar (control total sobre las llamadas de la sede, conferencias (múltiples interlocutores), IVR (repcionista digital), reconocimiento de voz, grupos de llamada, Follow-me,...)
- 4 Conocimientos para interconectar una red de VoIP con la(s) red(es) de telefonía analógica.
- 5 Interconectar dos centralitas Asterisk (reducción de costes de llamadas internacionales)

O por medio de la aplicación 3CX System se pueden llegar a realizar configuraciones como:

- 1 Instalación del servidor 3CX en una máquina estándar Windows
- 2 Configurar extensiones de teléfono software y hardware SIP.
- 3 Comprender cómo configurar proveedores de VoIP y SIP Trunk (ITSP)
- 4 Información sobre la arquitectura de la central telefónica 3CX para Windows

Todo ello con la intención que el alumno pueda aprender y entender la tecnología VoIP que tanto se está imponiendo actualmente en el ámbito de las telecomunicaciones.

## 7.2 Creación y apertura de la máquina virtual en VMware

Se seguirá este proceso para crear una máquina virtual de Windows 7 en los ordenadores de la escuela.

- 1 Abrir aplicación de la máquina virtual (VMware) que está situada en: Inicio>>Todos los programas>>VMware>>VMware Workstation.

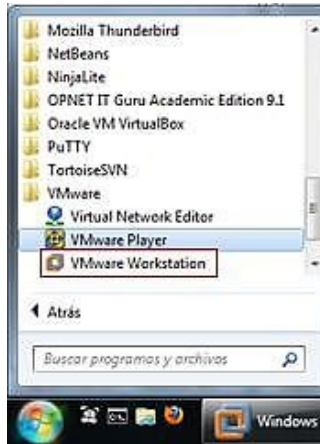


Ilustración 68. Familiarización.

- 2 File>>New>>Virtual Machine.

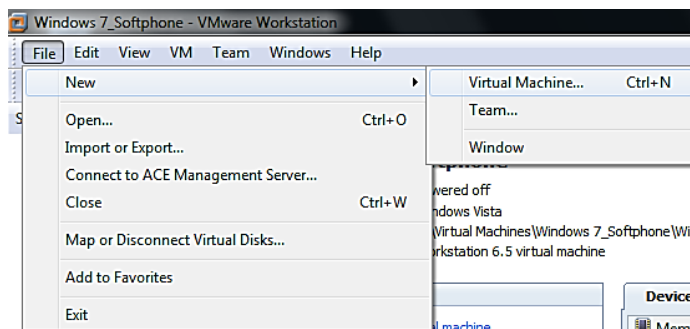


Ilustración 69. Crear Máquina Virtual.

- 3 Seleccionar la opción que se prefiera, se seguirá con la opción recomendada (Typical). Si elegimos Custom se tendrá que rellenar más opciones. Pulsar Next.

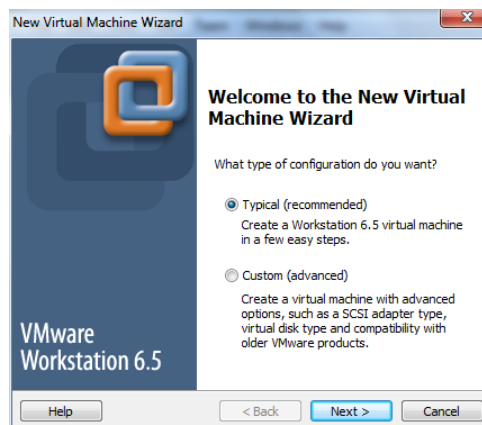


Ilustración 70. Recomendado.

- 4 Las opciones siguientes dependen del tipo de instalación que se quieran hacer:

- Installer disc: Si el CD del Windows 7 está introducido en el lector.
- Installer disc image file (iso): Si se ha creado o descargado una imagen .iso del Sistema Operativo.
- I will install the operating system later: Se creará la máquina virtual y después se selecciona la opción de instalación.

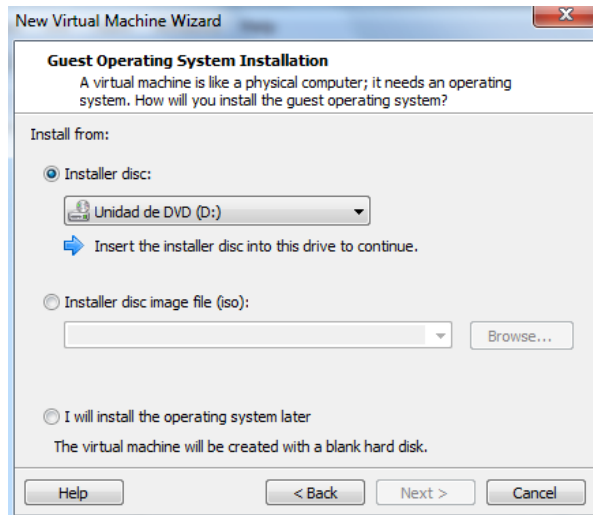


Ilustración 71. Selección de formato de SO.

- 6 Elegir el Sistema Operativo que se va a instalar, en este caso el sistema más parecido a Windows 7 es el Windows Vista. Presionar Next.

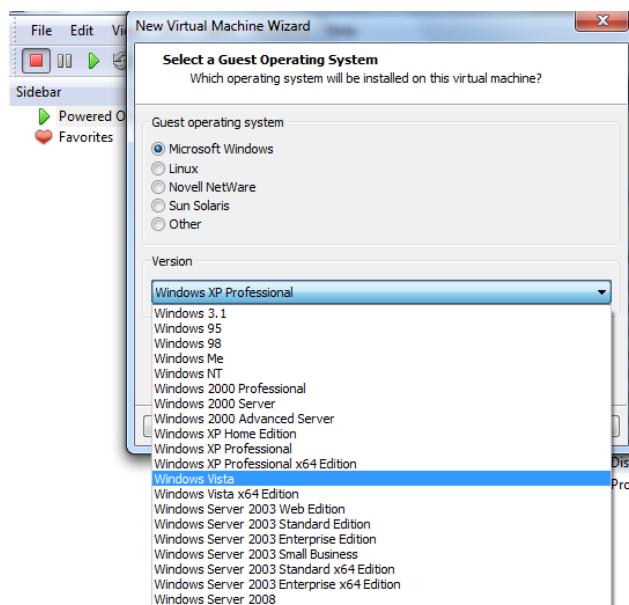


Ilustración 72. Selección de SO.

- 7 Escribir como se quiere nombrar la máquina virtual y seleccionar la ubicación en la que se va a guardar. Continuar pulsando Next.

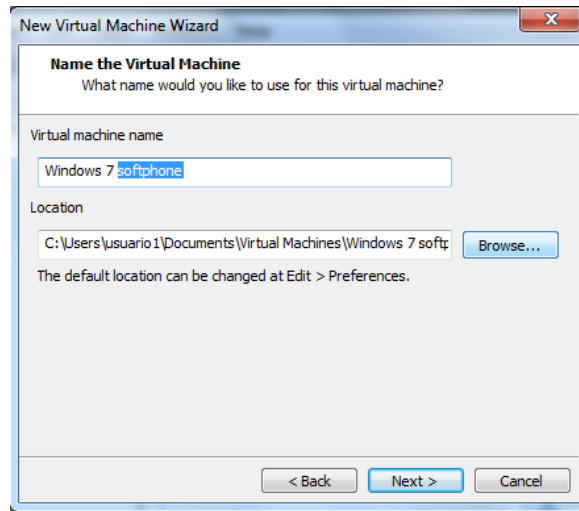


Ilustración 73. Nombre y ubicación.

- 8 En este paso se selecciona el tamaño de disco duro virtual que se quiere tener. Una vez seleccionado, se puede elegir que ocupe el espacio en un solo archivo o que los divida en archivos de 2Gb.

Este paso es importante: Las memorias flash por defecto están formateadas en FAT32, es decir, no permiten archivos mayores de 4Gb. En la información Pocket ACE size calculator vemos que en un USB necesitamos 2 Gb más para optimizar el rendimiento.

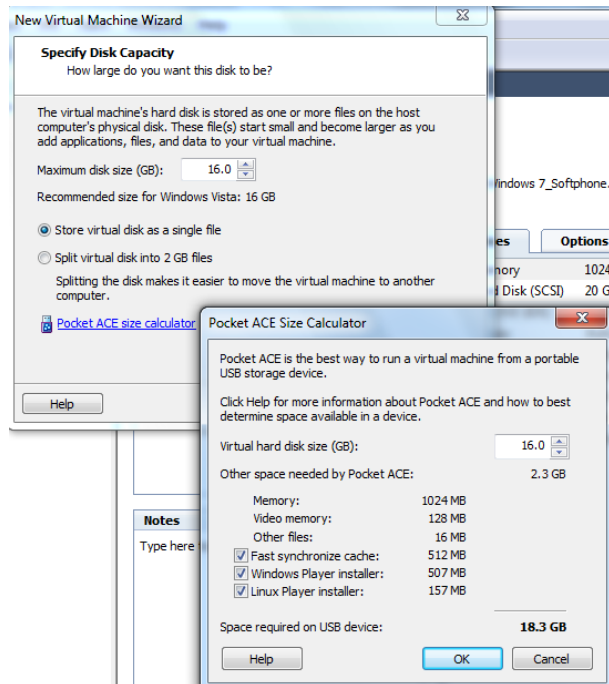


Ilustración 74. Espacio del disco duro (HD).

- 9 Aparecen los settings de la creación de la MV, para cambiar algún parámetro no deseado se pulsa Customize Hardware... Para continuar se pulsa Finish.



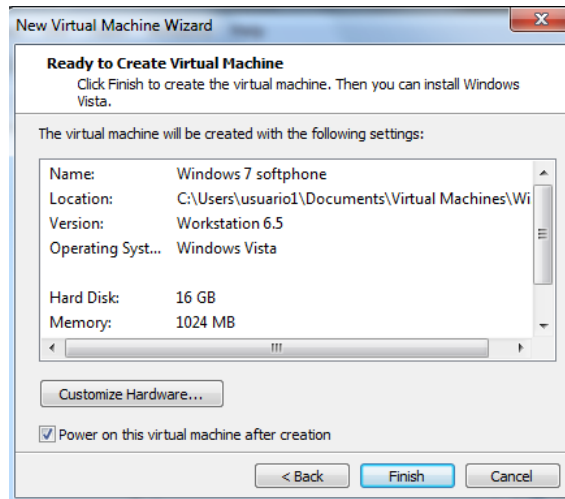


Ilustración 75. Especificaciones del sistema.

- 10 Al iniciar por primera vez la imagen virtual se tiene que instalar el Sistema Operativo, seguir las instrucciones que van apareciendo.

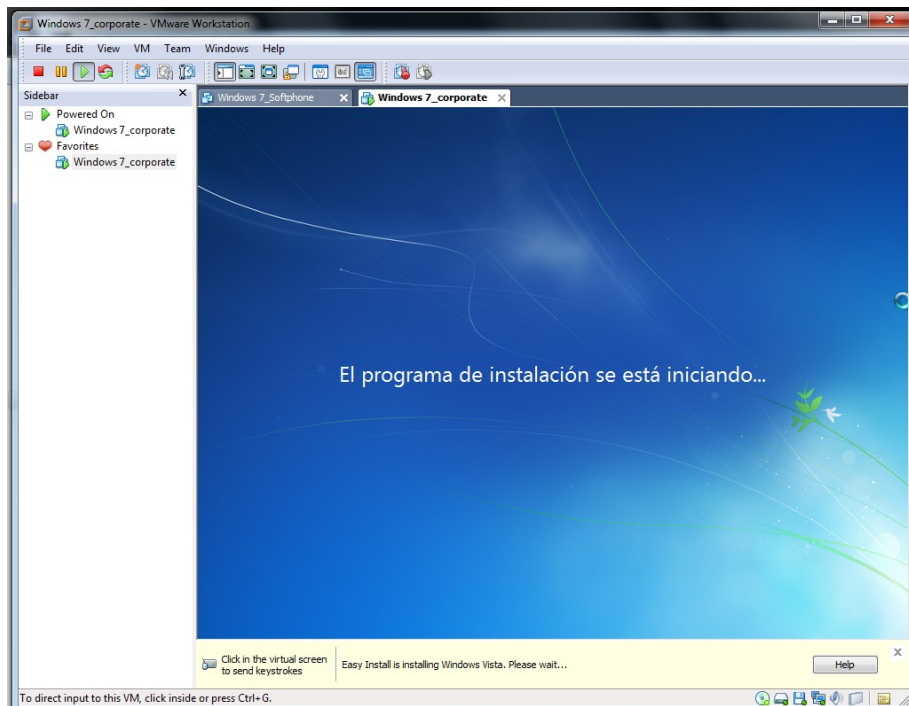


Ilustración 76. Instalación del SO (Windows 7).

Estos pasos son para guiar y asistir a la apertura de una máquina virtual en VMware.

- 1 Abrir aplicación de la máquina virtual (VMware) que está situada en:
- 2 Inicio>>Todos los programas>>VMware>>VMware Player.

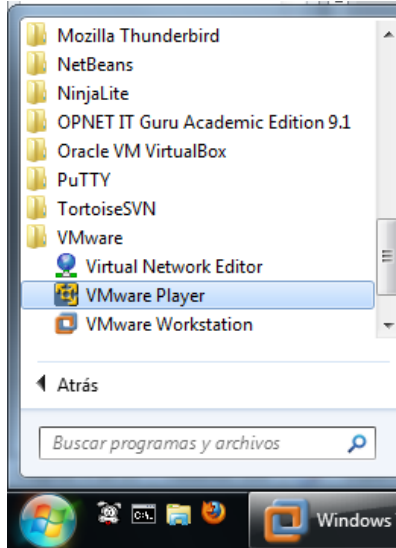


Ilustración 77. Aplicación VMware.

- 3 Seleccionar la máquina virtual descargada previamente:
- 4 File>>Open>>Ruta de la máquina virtual descargada>>Abrir.

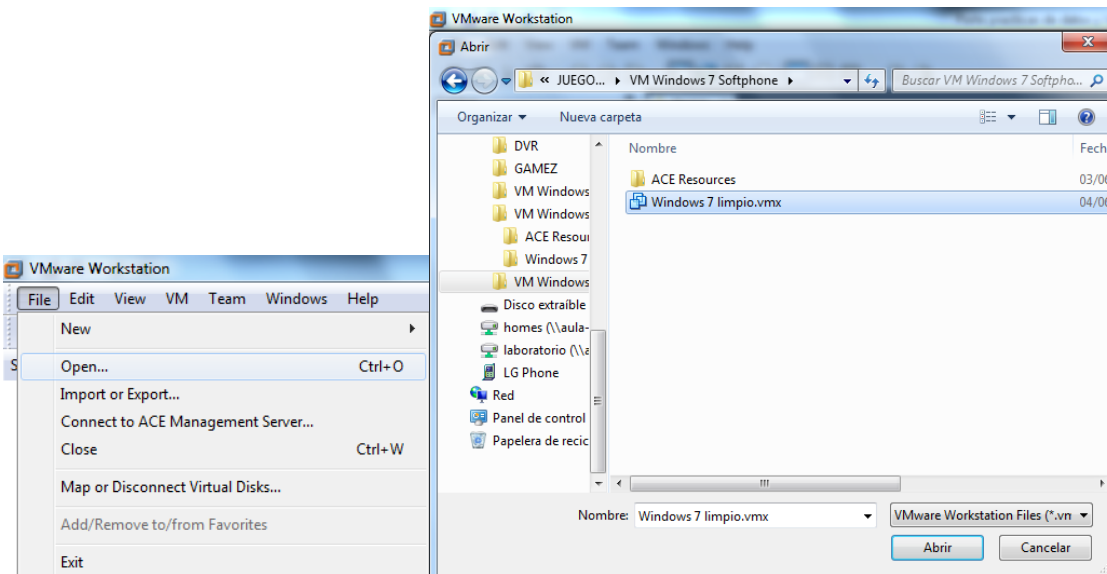


Ilustración 78. Apertura MV para prácticas.

- Una vez Abierta, aparecerá una ventana del programa con los datos de la máquina virtual seleccionada. Arrancar pulsando: Power on the virtual machine.

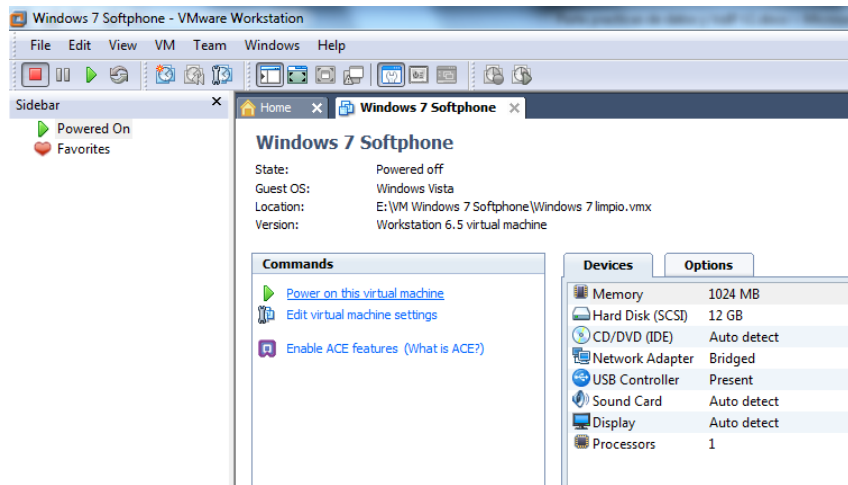


Ilustración 79. Arrancar PC virtual.

- Si aparece este mensaje seleccionar "I copied it". Pulsar OK.

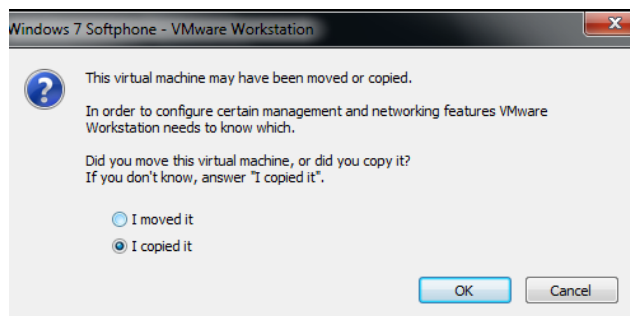


Ilustración 80. Copiar máquina virtual.

- Una vez arranque, el Sistema Operativo está listo para trabajar con él.

## 7.3 Instalación del software de la centralita

### 7.3.1 Instalación 3CX System

- 1 Una vez descargado el software de la centralita el cual lo pueden encontrar en la propia página web de 3CX haga clic en el icono descargar para dar comienzo a la instalación.

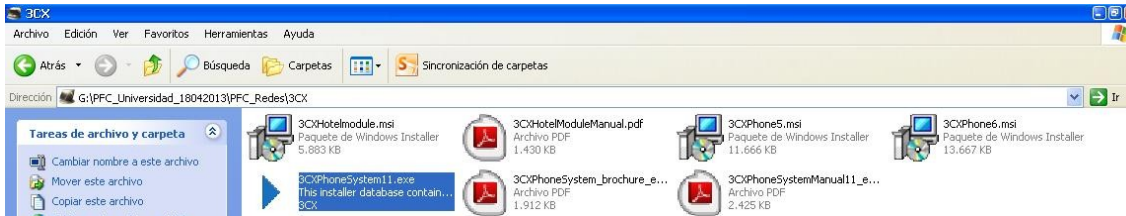


Ilustración 81. Icono instalación software centralita.

- 2 En estas dos primeras ventanas que se verán a continuación informarán de los requisitos necesarios para poder llevar a cabo la instalación correctamente. Pulsar sobre NEXT para empezar con la instalación.

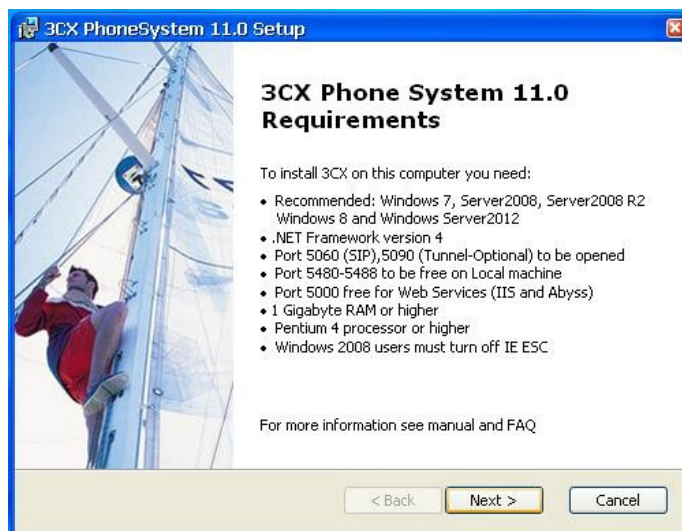


Ilustración 82. Bienvenida Instalación software Centralita.

- 3 Tras dichas ventanas puede que tenga que permitir permisos sobre dicho programa para que pueda ejecutarse. Mientras lleva a cabo la instalación se obtuvo una ventana emergente por parte de la versión de Windows instalada en el ordenador, solicitando que se bloqueara o no dicho programa. Para este caso contestar que no lo bloquee.

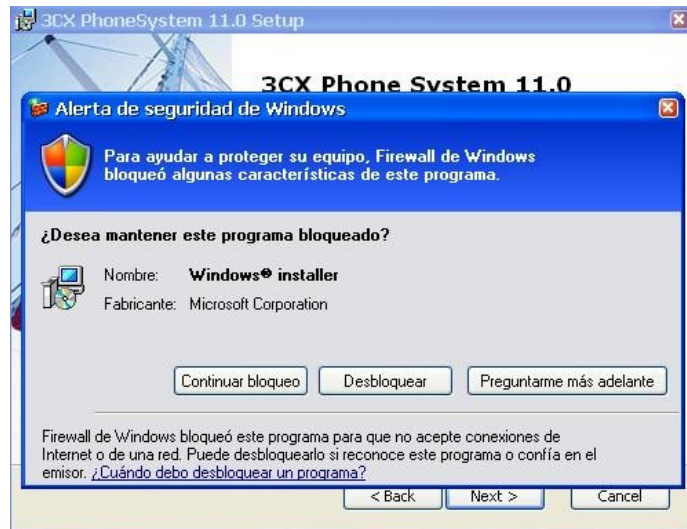


Ilustración 83. Desbloqueo del software antes de instalarlo.

- 4 A continuación tendrá una nueva ventana donde se informará de la licencia establecida entre el software y el usuario, procediendo a seleccionar la primera opción "I accept the terms in the License Agreement", seguidamente pulse sobre el botón NEXT para continuar con la instalación.

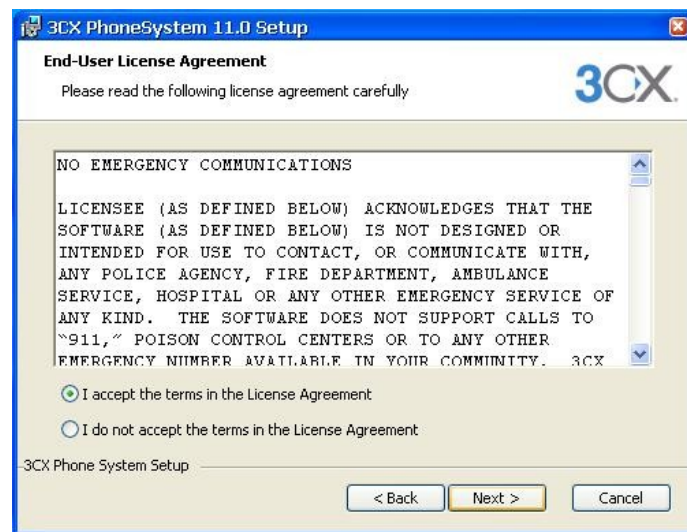


Ilustración 84. Aceptación de licencia del software.

- 5 En la siguiente ventana tendrá la opción de en qué lugar del ordenador se instalará el software de la central telefónica 3CX. Pudiendo cambiar la ubicación pulsando sobre el botón *Browse*.

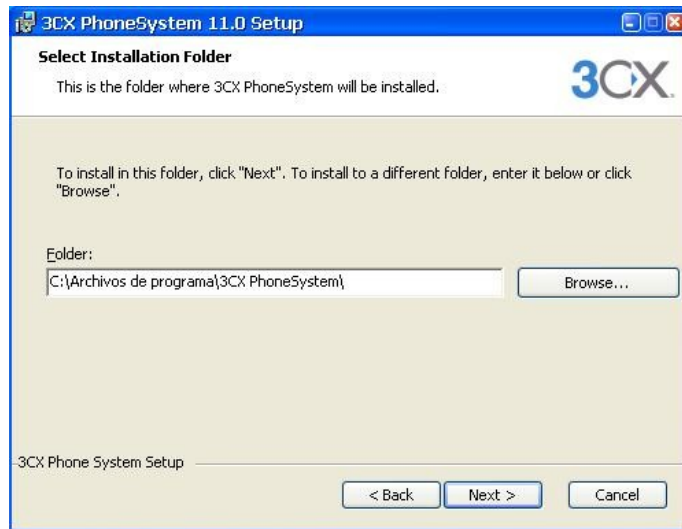


Ilustración 85. Ubicación de los archivos de instalación de la Central de Telefonía 3CX.

- 6 Seleccionar el tipo de servidor web que se quiere para la Central Telefónica 3CX, la cual se encargará de procesar todos los servicios necesarios para que la Central Telefónica funcione correctamente, así como poder llevar una supervisión de la misma mediante un portal web.

Se podrá diferenciar entre las opciones de *3CX Web Server (Abyss Web Server)* y *Microsoft IIS (Internet Information Service)* diferenciando entre las siguientes posibilidades. La diferencia entre ellas es que el servidor Microsoft IIS está limitado a 10 peticiones simultáneas.

**\*\*Nota:** Ver en la siguiente imagen que la opción de 3CX Web Server está activada directamente sin posibilidad de cambiarla. Esto es debido a que la instalación al llevarse a cabo sobre Windows XP sólo está permitida esta opción, si fuese en cambio sobre Windows 7 podría elegir entre ambas, activando la opción que mejor le conviniera.

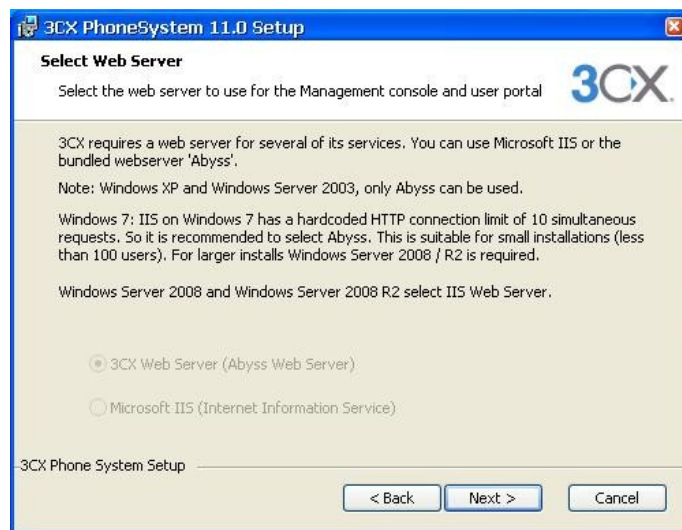


Ilustración 86. Elección del tipo de servidor para la Central Telefónica 3CX.

- 7 Una vez elegido el tipo de servidor pulsar sobre NEXT lo cual le lleva a la última ventana antes de comenzar la instalación. Donde le dará la posibilidad de volver atrás en el proceso de instalación por si quiere cambiar alguna característica de la misma o por si el contrario quiere comenzar la instalación. En este caso pulsar sobre *Install* para dar paso al proceso de instalación.

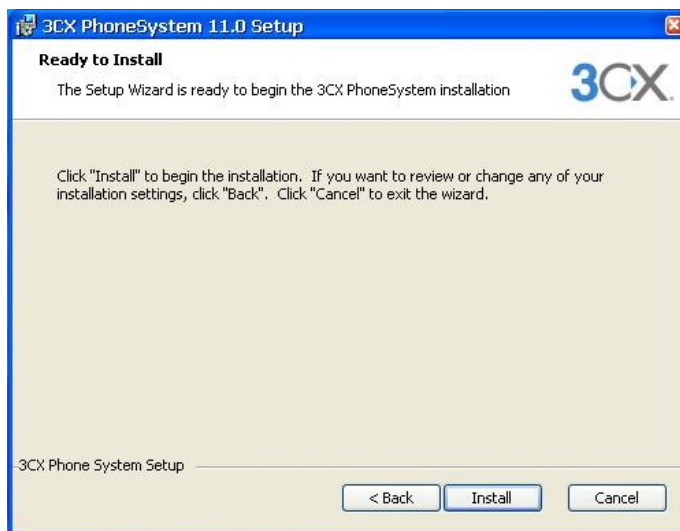


Ilustración 87. Previo paso instalación del software de la Central Telefónica 3CX.

- 8 Ver como da paso a la instalación del software.

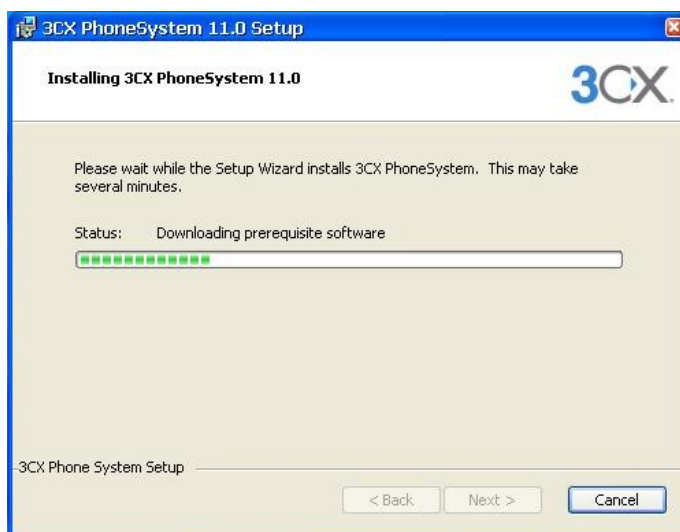


Ilustración 88. Instalación software Central Telefónica 3CX.

- 9 Uno de los requisitos para instalar dicho software es que el ordenador donde fuera alojarse la Central Telefónica tuviera instalado .NET Framework 4 por lo tanto en el mismo proceso de instalación de la centralita tendrá una ventana emergente en la cual le hará instalar este mismo programa. Aceptar los términos y condiciones del mismo puede ver que se instala sin problemas.



Ilustración 89. Instalación .NET Framework 4.

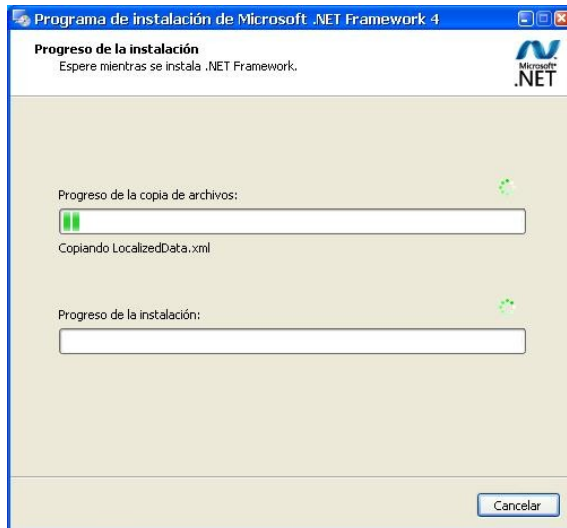


Ilustración 90. Progreso instalación .NET Framework 4.

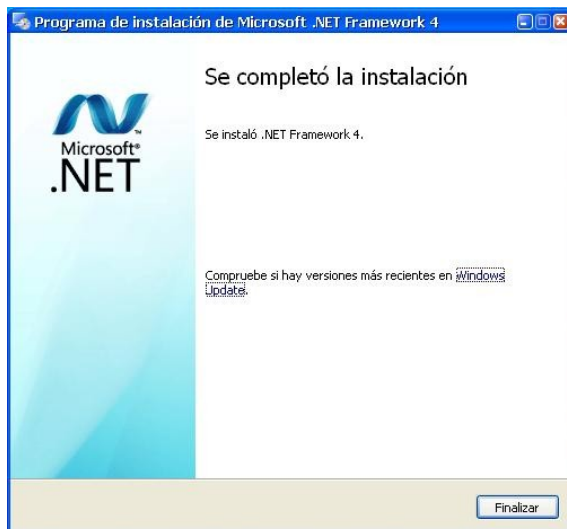


Ilustración 91. Finalización de la instalación .NET Framework 4.



- 10 Una vez finalizada la instalación de .NET Framework volverá al progreso de instalación de la Central Telefónica 3CX.

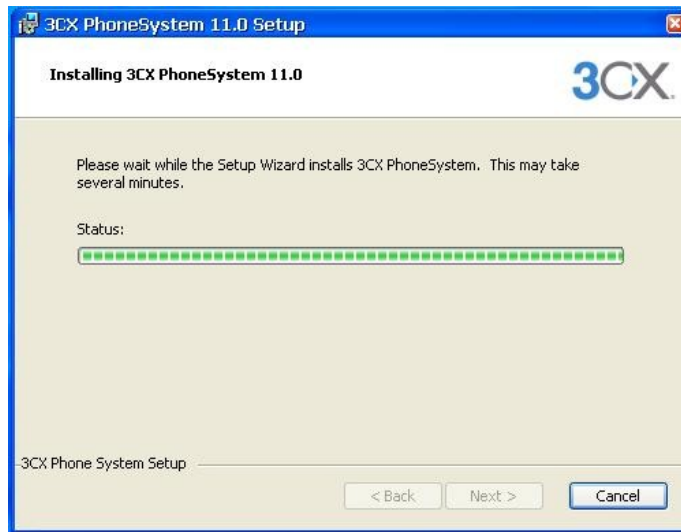


Ilustración 92. Progreso instalación Central Telefónica 3CX.

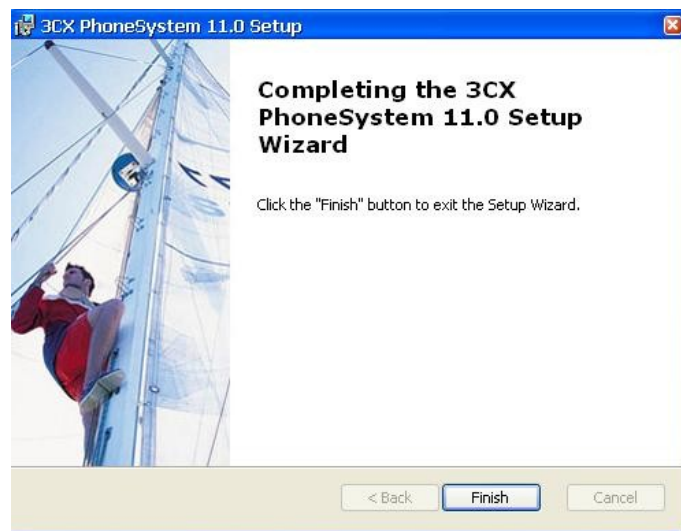


Ilustración 93. Finalización del progreso de instalación de la Central Telefónica 3CX.

- 11 Una vez finalizado el proceso de instalación el programa le avisará de ello y entrará en una serie de configuraciones básicas respecto a la Central Telefónica, antes de usarla por completo.

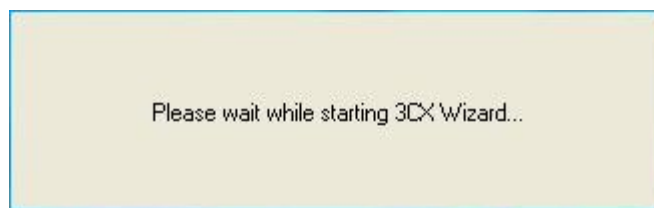


Ilustración 94. Paso al menú de la configuración básica de la Central Telefónica.

- 12 En la ventana de bienvenida a dicha configuración podrá configurar el lenguaje, seleccionando en este caso el Español. Pulsar NEXT para continuar con la configuración.

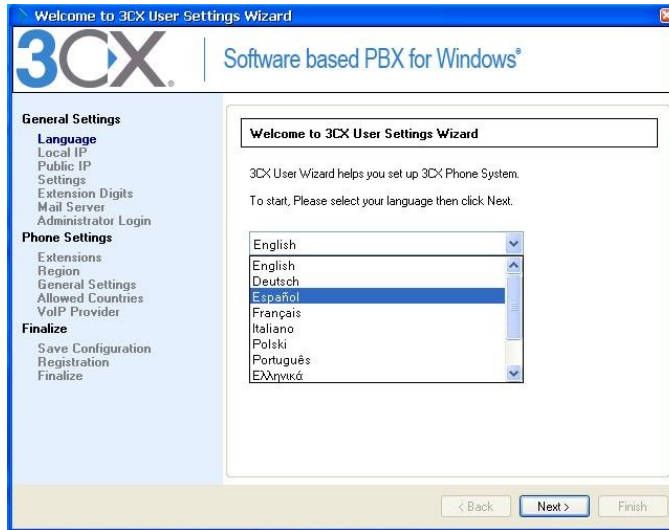


Ilustración 95. Bienvenida configuración básica Central Telefónica 3CX.

- 13 Configura la dirección IP local en la que se va alojar la centralita en la red.



Ilustración 96. Configuración dirección IP local de la Central Telefónica 3CX.

- 14 Mientras que en la siguiente ventana podrá configurar la IP Pública para centralita. Esta dirección le servirá de referencia para poder enlazar llamadas externas a las extensiones internas de la centralita.

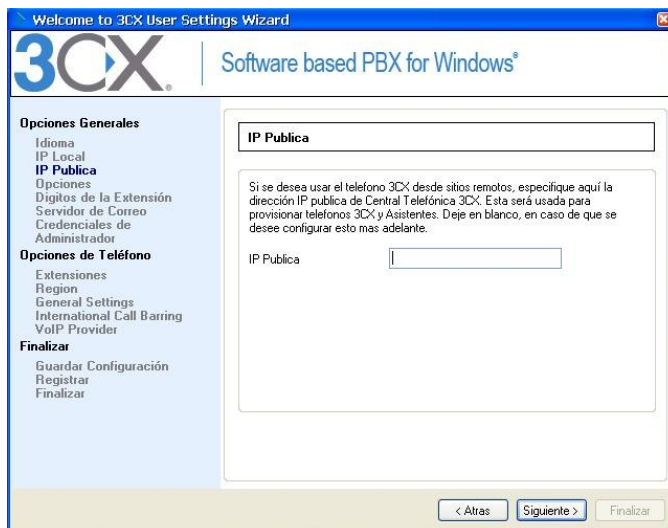


Ilustración 97. Configuración IP Pública de la Central Telefónica 3CX.

- Una vez configuradas las direcciones a las que van a hacer referencia nuestra centralita, pasará a configurarla, teniendo dos opciones *Crear una nueva centra* o por lo contrario *Cargar la configuración de alguna centralita que tengamos*, donde en esta última tendrá que señalar la ubicación de dicho archivo de configuración.

Elegir la primera opción y pulsar *Siguiete*.

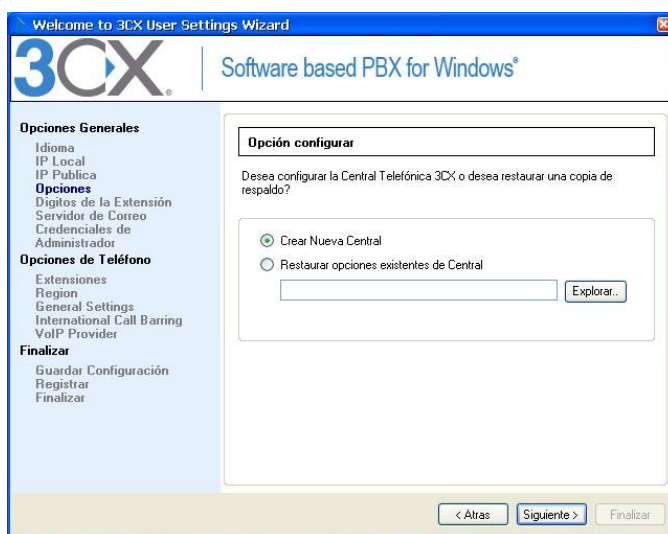


Ilustración 98. Opciones de crear la Central Telefónica 3CX.

- 16 Configurar el número de dígitos que se podrá tener para las extensiones eligiendo entre 2, 3, 4 y 5 dígitos. Una vez seleccionada la cantidad pulsar *Siguiente*.

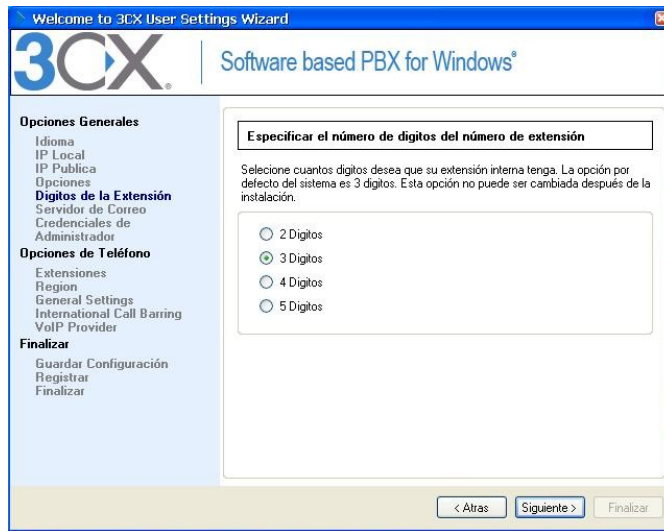


Ilustración 99. Elección número de dígitos para las extensiones.

- 17 Pasará a la ventana en la que tendrá que configurar el servidor de correo así como la dirección de email. Estas configuraciones son necesarias ya que serán las encargadas de enviar los emails de bienvenida a todas las extensiones configuradas, y que quieran esta opción, en la centralita. En este caso se dejará la opción por defecto.

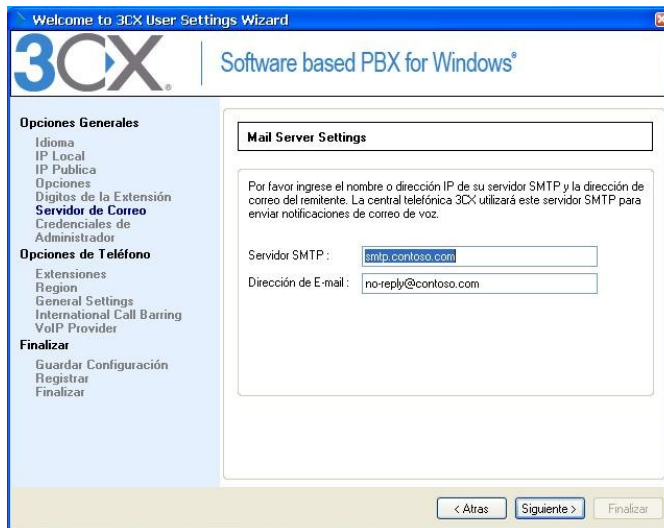


Ilustración 100. Configuración servidor de correo.

- 18 Para terminar, establecer la configuración de la cuenta del administrador de la Central Telefónica 3CX estableciendo nombre de usuario y contraseña. Una vez configurados pasará al siguiente bloque "Opciones del Teléfono".

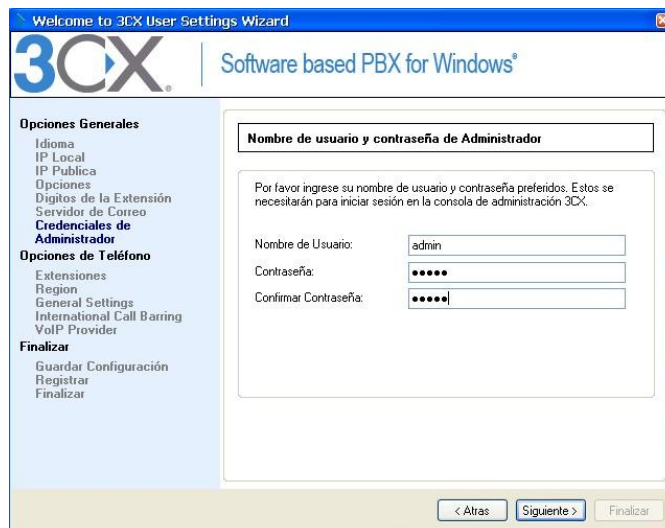


Ilustración 101. Configuración de credenciales del administrador.

- 19 En el siguiente bloque de configuración de la Central Telefónica 3CX denominado "*Opciones del Teléfono*" hay que configurar al menos una extensión debido a que la propia instalación la requiere, una vez configurada hay que pasar a designar la o las regiones en las que está permitido realizar llamadas.

Se describe tal proceso en los siguientes pasos.

- 20 Configurar la extensión, para ello en la siguiente ventana pulsar *Agregar* con lo cual pasará a una nueva ventana en la que hay que rellenar los siguientes datos;
- *Número de Extensión*: dicho número lo asigna automáticamente la central por lo que al menos que quiera que tenga otro número de extensión podrá dejarlo como el que marca.
  - *Nombre y Apellido*: Pondrá el nombre y el apellido de la persona a la que se va a asignar dicha extensión.
  - *Dirección de E-mail*: poner el email de dicha persona al cual una vez configurada la extensión se le mandará un mensaje de bienvenida con la información de la extensión, así como el enlace para acceder a 3CX MyPhone, portal donde el propio usuario puede acceder a la configuración que tiene su extensión con la opción de configurarla el propio usuario a su gusto.
  - *ID de Autenticación*: valor designado automáticamente por la centralita, coincide con el número de extensión. Servirá para autenticar la extensión a la hora de establecer llamadas frente la centralita.
  - *Contraseña de Autenticación*: también establecido por la centralita, es diferente para cada extensión y sirve para fortalecer el registro de las extensiones con la centralita.

- *PIN de correo de voz*: valor también asignado por la propia central, aunque también puede ser cambiado por el usuario en ese mismo instante, servirá a la hora de acceder al correo de voz.
- *Dirección MAC (Opcional)*: en esta casilla podrá ingresar la MAC que pertenece al teléfono y que va a estar configurado para esta extensión.
- *Modelo (Opcional)*: en esta casilla podrá establecer el modelo del terminal que va a tener conectado a la extensión.
- *Selección Interfaz*: se pondrá la IP que va a localizar a la extensión dentro de la red.

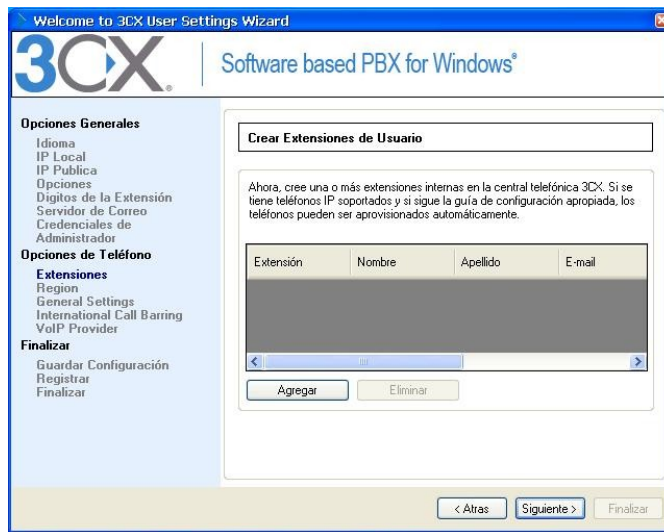


Ilustración 102. Configuración de credenciales del administrador.

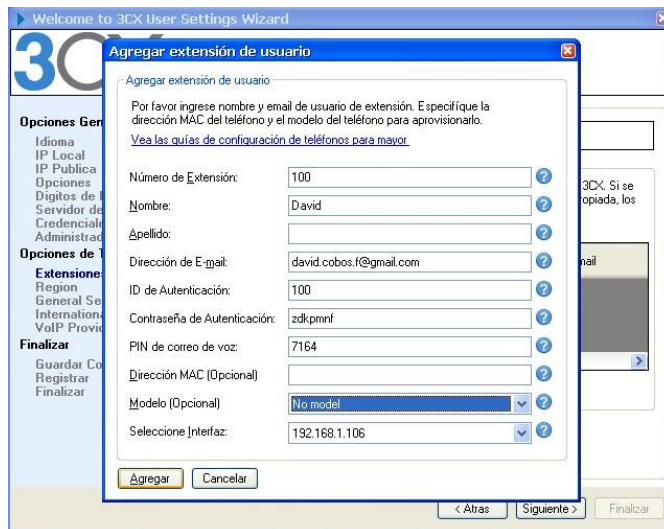


Ilustración 103. Configuración extensión Central Telefónica 3CX

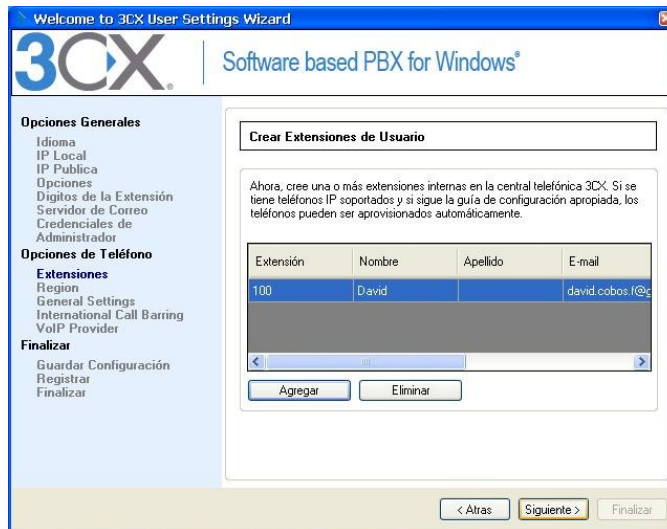


Ilustración 104. Finalización de la configuración de la extensión.

- 21 Configurar la región en la que operar así como el prefijo de identificación para llamadas internacionales. Seleccionar el país siendo este caso *España* y automáticamente tendrá designado el prefijo para llamadas internacionales. Una vez configurado pulse sobre *Siguiete*.

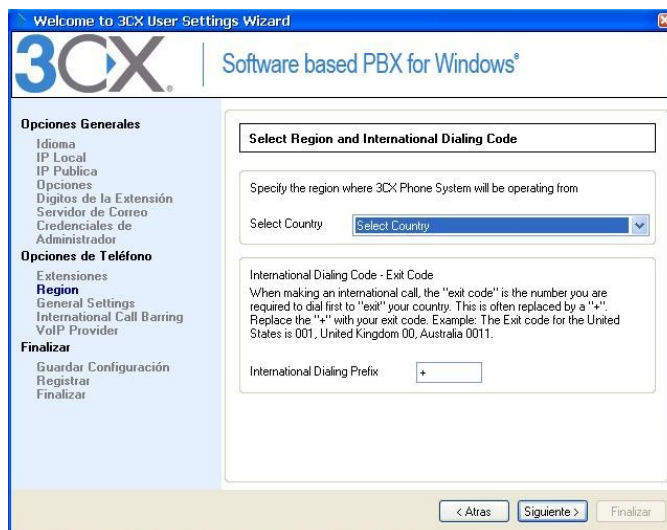


Ilustración 105. Selección del país.

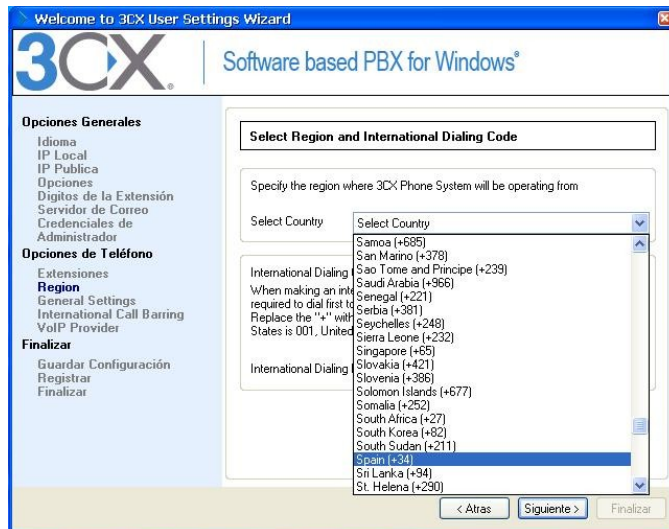


Ilustración 106. Selección del país 2.

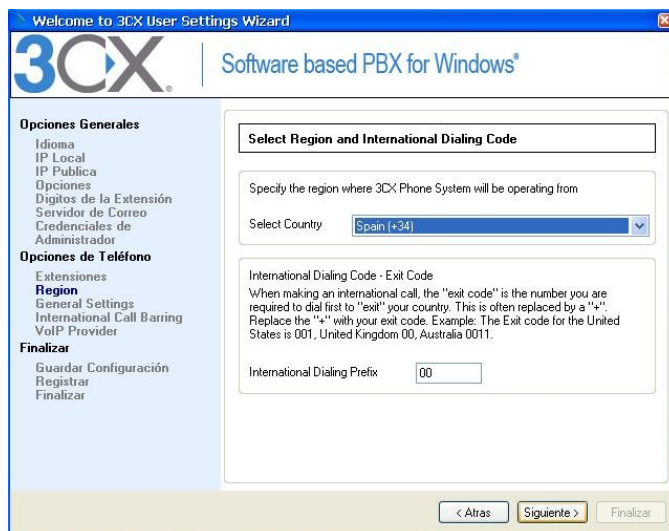


Ilustración 107. Selección del País y asignación de prefijo internacional.

- 22 Configurar la extensión de Operador, la función de esta extensión es la de servir como extensión de referencia por el cual van a llegar todas las llamadas entrantes y partir de ella y con la ayuda de la centralita las llamadas derivaran en una extensión u otra. Como configuración inicial la propia instalación estipula la extensión configurada en los pasos anteriores, en este caso dejar la configuración por defecto.



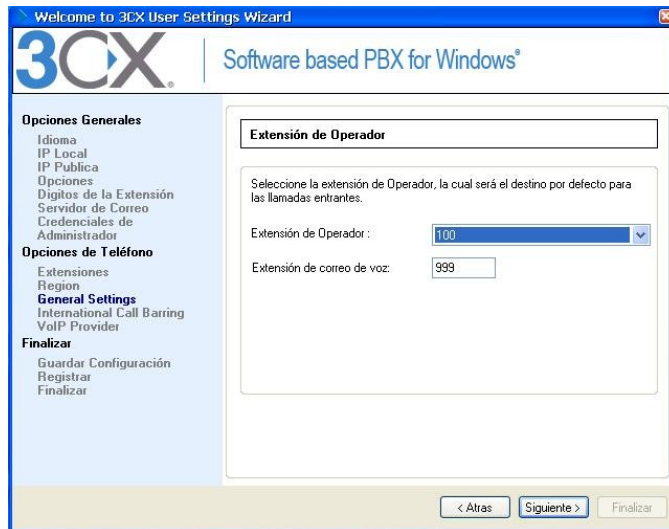


Ilustración 108. Configuración extensión del Operador.

- 23 Configurar aquellas regiones que está permitido realizar llamadas. Al estar orientado el proyecto en aspectos docentes reducir el rango a solo realizar llamadas dentro de España.

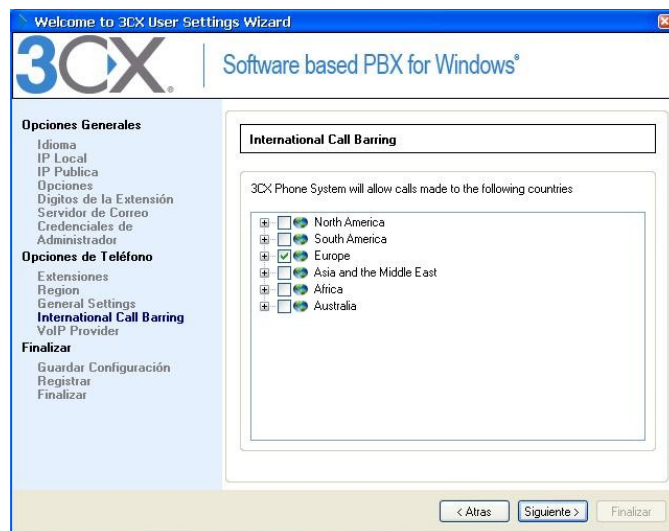


Ilustración 109. Configuración región de llamadas salientes.

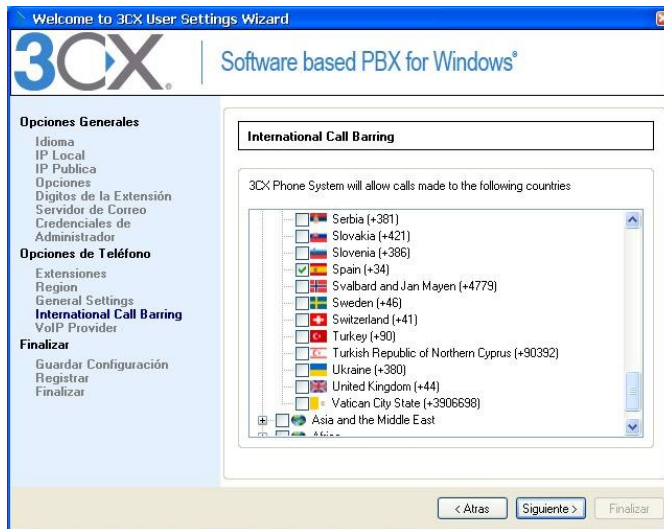


Ilustración 110. Configuración región llamadas salientes 2.

- 24 Asignar un proveedor de VoIP, los cuales son los encargados de que se puedan enviar/recibir llamadas desde otras centralitas alojadas en redes LAN, etc. Nos identificará nuestra centralita en la red.

Se ve que hay un listado en el que poder elegir proveedor o por lo contrario poner el nombre del proveedor que se haya elegido.

Para este caso se omitirá este paso ya que la configuración se llevará en entonos de redes locales.



Ilustración 111 .Configuración Proveedor VoIP.

- 25 Una vez llegados hasta este punto entrará en la etapa de "Finalizar" de la configuración dónde hay que proceder a guardar todos los datos realizados en la centralita.



Ilustración 112. Carga de la configuración realizada.

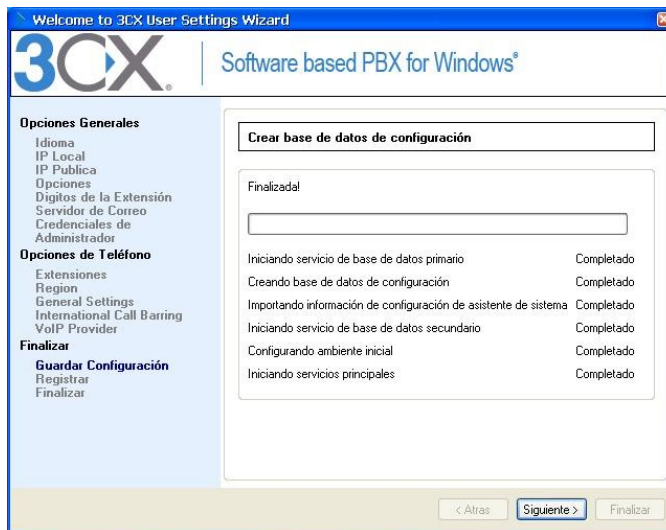


Ilustración 113. Finalización del proceso de carga de la configuración.

- 26 Por último, realizar el registro del producto donde aportando sus datos personales podrá recibir información acerca de la centralita como puede ser ayuda en la instalación de centralitas, proveedores o pasarelas VoIP. Así como la recepción de una cotización de un sistema telefónico completo. Se podrá saltar este paso si no se quiere recibir dicha información.

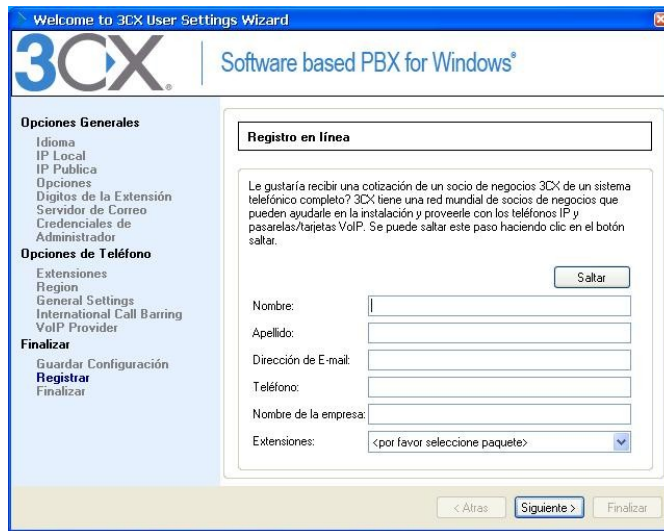


Ilustración 114. Registro del producto.

- 27 Una vez pasado dicho paso llegará al último paso en el cual le informará de que ha finalizado la instalación de la Central Telefónica 3CX. Pulse sobre el botón *Finalizar* lo cual hará que se abran dos navegadores web automáticamente, uno llevándole a la página oficial de 3CX mostrándole pasos para empezar a usar nuestra Central Telefónica y el segundo navegador será el portal principal de la Central Telefónica 3CX.

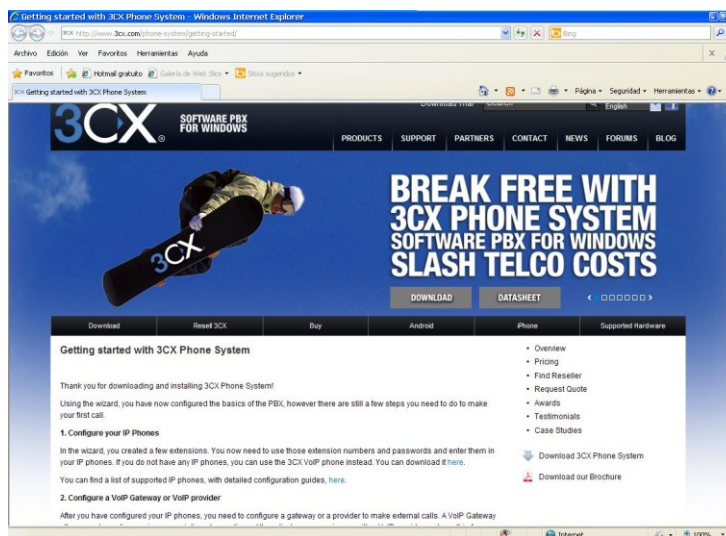


Ilustración 115. Página de ayuda para el usuario.

3CX

3CX Phone System v11.0.27588.780

Language: Español

User Name:

Password:

Login

[© 2012 Copyright 3CX Ltd.](#)

*Ilustración 116. Portal de configuración Central Telefónica 3CX.*

### 7.3.2 Instalación Asterisk – Trixbox

Para crear una maquina virtual debe seguir los pasos que se explican en el punto 7.1 *Creación y apertura de la máquina virtual en VMWARE* de este mismo anexo.

El software de la centralita, es una imagen .iso capaz de ser instalada en un disco duro virtual mediante la aplicación VMWARE.

Para crear una maquina virtual debe seguir los pasos que se explican en el punto 7.1 *Creación y apertura de la máquina virtual en VMWARE* de este mismo anexo.

- 1 En la primera pantalla aparecen varias opciones para elegir, y una advertencia que indica que el disco duro se formateará y todos los datos se perderán. Presionar [Enter] para seguir con la instalación.

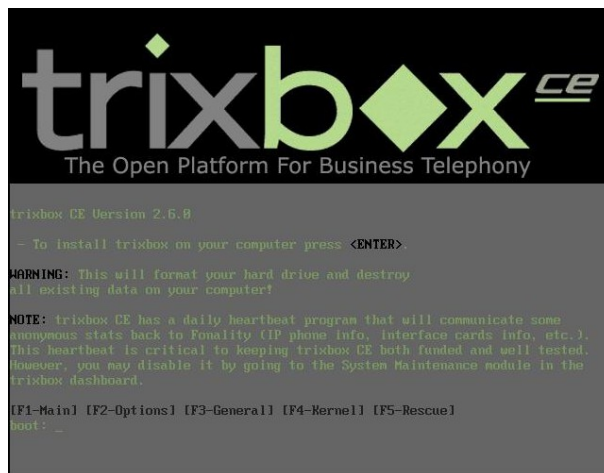


Ilustración 117. Pantalla Inicio de la Instalación Asterisk – Trixbox

- 2 Seleccionar el idioma en que se desea instalar el servidor Trixbox, para este caso español y presionar Ok. (Para desplazarse desde las diferentes opciones hasta los botones de Ok, Aceptar y Cancelar, presionar la tecla TAB).



Ilustración 118. Selección del Idioma

- 3 Elegir el tipo de teclado que posee nuestro servidor. En este caso, teclado en español y ponemos Aceptar.



Ilustración 119. Selección Idioma del teclado

- 4 Establecer el huso horario en que nos encontramos. En nuestro caso España y presionamos Aceptar.
- 5 Se crea una contraseña para el administrador o root, y presionar Aceptar.



Ilustración 120. Configuración usuario y contraseña

- 6 Esperar a que se copien todos los archivos.



Ilustración 121. Proceso de instalación

- 7 Una vez se copien e instalen todos los paquetes necesarios, el servidor se reinicia automáticamente. Cuando todos los servicios estén funcionando, el servidor pedirá un nombre de usuario. Escribir root, y luego la contraseña previamente creada durante la instalación.

```
Welcome to trixbox CE
-----

For access to the trixbox web GUI use this URL
eth0 http://

eth0.bak http://

For help on trixbox commands you can use from this
command shell type help-trixbox.

trixbox1 login: _
```

*Ilustración 122. Pantalla de bienvenida al software Asterisk - Trixbox*

8 Finalmente, habrá concluido el proceso de instalación.