

PROYECTO VOIP



David Lora Salido

Ciclo Superior de Administración de Sistemas Informáticos en Red

IES Medina Azahara

Fecha entrega: 14/06/2023



**Esta obra está sujeta a una licencia de
Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra
Derivada [3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)**

FICHA DEL PROYECTO FINAL

Título del Trabajo	Proyecto VoIP
Nombre del autor:	David Lora Salido
Fecha de entrega:	14/06/2023
Área del Trabajo Final:	Comunicaciones de Voz Seguras
Ciclo Grado Superior:	Administración de Sistemas Informáticos en Red
Resumen del Trabajo:	
<p>Este proyecto se centra en el desarrollo de habilidades en llamadas telefónicas utilizando FreePBX como servidor VoIP y una VPN para el acceso remoto. La tecnología VoIP permite realizar llamadas telefónicas a través de Internet. La VPN garantiza la seguridad y privacidad de las comunicaciones al establecer una conexión encriptada con una red privada a través de Internet.</p> <p>Las ventajas de utilizar VoIP y FreePBX incluyen costos más bajos, flexibilidad en términos de ubicación y dispositivo, integración de servicios de comunicación y facilidad de escalabilidad. Sin embargo, también existen desventajas, como que la calidad de la llamada puede verse afectada por la conexión a Internet, teniendo dependencia a una conexión estable.</p> <p>El problema que aborda este proyecto es la privacidad de las llamadas telefónicas en la comunicación empresarial y gubernamental. El objetivo es proporcionar una solución segura y confiable para la comunicación entre organizaciones que necesitan mantener datos confidenciales en privado.</p> <p>Los objetivos del proyecto incluyen conocer las características y requisitos de FreePBX, evaluar su capacidad y comparar costos y beneficios.</p> <p>El presupuesto de este proyecto puede variar según la escala del mismo, desde opciones mínimas con Raspberry Pi o un ordenador de escritorio hasta opciones de alta escala con servidores, firewall y terminales telefónicos compatibles con VoIP.</p>	

Índice

1. Introducción.....	4
1.1. Proyecto VoIP.....	4
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Definición del problema.....	6
1.3.1. Alternativas al problema.....	6
1.4. Justificación.....	7
2. Desarrollo del proyecto.....	8
2.1. Objetivos del proyecto.....	8
2.2. Presupuestos.....	8
2.2.1. Presupuesto a baja escala.....	8
2.2.2. Presupuesto a alta escala.....	9
2.2.3 Fondos y subvenciones.....	10
2.2.4. Presupuesto económico.....	10
2.3. Limitaciones.....	11
2.4. Alcance.....	11
2.5. Procedimientos.....	12
2.6. Descripción de los procedimientos.....	13
2.7 Análisis DAFO.....	13
2.7.1. Resumen DAFO.....	15
2.8. Mapa de Posicionamiento.....	16
2.9. Cronograma del proyecto.....	17
2.9.1. Tabla de evaluación de riesgos.....	17
3. Ejecución del proyecto.....	18
3.1. Instalación y configuración.....	18
3.2. Integración con la red existente.....	26
3.3. Configuración de seguridad.....	28
3.4. Configuración de opciones avanzadas.....	29
3.5. Pruebas y monitoreo.....	30
4. Conclusiones.....	31
5. Glosario.....	32
6. Lista de Imágenes.....	34
7. Bibliografía.....	35

1. Introducción

1.1. Proyecto VoIP

Este proyecto se enfocará en desarrollar habilidades en técnicas de llamadas telefónicas utilizando FreePBX como servidor VoIP. Esto permitirá realizar llamadas telefónicas de manera eficiente y económica a través de la red. Además, se trabajará en conjunto con la utilización de una VPN (Virtual Private Network) para el acceso a la misma red donde estará alojado el servidor de FreePBX, lo que permitirá a los usuarios realizar llamadas desde el exterior de la propia red.

La utilización de un servidor VoIP como FreePBX permite que las llamadas se realicen a través de Internet, lo que reduce significativamente los costos comparando con las llamadas telefónicas tradicionales.

La VPN es un método seguro y privado para acceder a una red a través de una conexión a Internet pública. Esta permite a los usuarios establecer una conexión encriptada y segura con una red privada a través de Internet, lo que garantiza la confidencialidad y la integridad de los datos transmitidos. Al utilizar una VPN, los usuarios podrán realizar llamadas desde cualquier lugar donde tengan acceso a Internet, lo que brinda flexibilidad y libertad para realizar llamadas desde cualquier lugar.

1.2. Antecedentes

La tecnología VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet) permite la transmisión de voz a través de redes de datos en lugar de utilizar las líneas telefónicas tradicionales. Esta tecnología convierte la señal de voz en paquetes de datos digitales que son enviados a través de la red de Internet.

La importancia de la tecnología VoIP radica en su capacidad para ofrecer una alternativa más económica, segura y flexible a los sistemas de telefonía tradicionales. Con esta tecnología de VoIP, las empresas pueden realizar llamadas telefónicas a través de Internet a un costo significativamente más bajo.

La tecnología VoIP junto con una VPN brinda una ventaja competitiva a las empresas que necesitan comunicarse con clientes o socios en otros países. Además, VoIP es más fácilmente escalable, lo que lo hace ideal para empresas en crecimiento o ya asentadas.

Como **ventajas** del uso de esta tecnología tenemos:

- Costo: Las llamadas a través de VoIP a menudo son más económicas que las llamadas telefónicas tradicionales, especialmente para llamadas internacionales.
- Flexibilidad: VoIP y FreePBX ofrecen más flexibilidad en términos de ubicación y dispositivo. Los usuarios pueden realizar y recibir llamadas desde cualquier lugar con acceso a Internet, y se pueden usar diferentes dispositivos para realizar las llamadas, como ordenadores, smartphones y tablets.
- Integración de servicios: VoIP y FreePBX ofrecen la integración de diferentes servicios de comunicación, como videoconferencia, mensajería instantánea y correo de voz. Esto aumenta la eficiencia y productividad de las comunicaciones empresariales.
- Escalabilidad: La tecnología VoIP es fácil de escalar y adaptarse a las nuevas necesidades empresariales.

Y como **desventajas** podemos tener:

- Calidad de la llamada: La calidad de la llamada puede verse afectada por la calidad de la conexión a Internet y la congestión en la red.
- Dependencia de la conexión a Internet: Para realizar y recibir llamadas a través de VoIP y FreePBX, se requiere una conexión a Internet. Si la conexión falla, no se podrán realizar ni recibir llamadas.
- Seguridad: La seguridad puede ser un problema con VoIP y FreePBX, ya que las llamadas se realizan a través de Internet y pueden ser vulnerables a

ataques cibernéticos, por ello se debe utilizar integrado con una VPN para aquellas llamadas que se realicen fuera de la red local.

- Limitaciones de la red: Las empresas pueden experimentar problemas de red, como la congestión de la red, y esta puede afectar a la calidad de la llamada.

1.3. Definición del problema

El proyecto aborda un problema crucial en la comunicación empresarial y gubernamental, **la privacidad de las llamadas telefónicas**. Con el creciente aumento de las ciberamenazas y la vulnerabilidad de las redes de comunicación, es esencial garantizar la seguridad de las comunicaciones más confidenciales.

1.3.1. Alternativas al problema

Algunas de las alternativas al montaje de un servicio de VoIP en la red interna de una empresa son las siguientes.

- **Skype:** Skype es una de las empresas pioneras en el ámbito de las llamadas y videoconferencias a través de Internet. Ofrece servicios gratuitos y de pago para usuarios individuales y empresas.
- **Zoom:** Zoom se ha convertido en una herramienta popular para las videoconferencias y las comunicaciones en línea. Además de las funciones de video y audio, ofrece características como compartir pantalla, grabación de reuniones y colaboración en tiempo real.
- **Cisco Systems:** Cisco es una empresa líder en el ámbito de las comunicaciones y la tecnología de red. Ofrece soluciones VoIP completas para empresas, como Cisco Unified, que incluye funciones de telefonía IP, mensajería instantánea y videoconferencia.
- **Webex:** ofrece una amplia gama de funciones, como compartir pantalla, grabación de reuniones, pizarras virtuales y salas de reuniones virtuales. También cuenta con características de seguridad y administración, lo que lo convierte en una opción

popular para empresas y organizaciones que buscan soluciones de comunicación en línea.

Aunque las alternativas mencionadas ofrecen versiones de pago para obtener características y capacidades adicionales, todas cuentan con versiones gratuitas, que pueden ofrecer el mismo servicio, pero no obstante estas se nutren de datos de los clientes, uno de los puntos fuertes de este proyecto, ya que montando un sistema de VoIP propio los datos no salen del entorno privado de cada empresa.

Las alternativas anteriormente mencionadas, están enfocadas al ámbito de las videollamadas, y si se quisieran solo llamadas telefónicas, existe la posibilidad de contratar una telefónica como Vodafone, Movistar, etc. Estas también pueden redirigir el tráfico a sus servidores, recopilando datos de los clientes.

1.4. Justificación

Las tecnologías de VoIP basados en software como FreePBX pueden reducir los costos de las llamadas de larga distancia y reducir los costos de mantenimiento y actualización de los sistemas de telefonía tradicionales.

Además, FreePBX es una plataforma de comunicaciones altamente escalable y personalizable que puede adaptarse a las necesidades específicas de cualquier organización. Con FreePBX, las empresas pueden administrar múltiples extensiones de forma centralizada, agregar o eliminar líneas telefónicas según sea necesario y administrar las llamadas de entrada y salida.

Otra justificación importante para su uso es la flexibilidad que ofrece. Los sistemas de VoIP basados en software como FreePBX se pueden integrar con otros sistemas de comunicación, como correo electrónico y mensajería instantánea, para una mayor eficiencia y productividad en el trabajo. Además, FreePBX ofrece una amplia gama de características avanzadas, como el enrutamiento inteligente de llamadas y la grabación de las mismas, lo que puede ayudar a las empresas a mejorar la calidad del servicio al cliente.

2. Desarrollo del proyecto

2.1. Objetivos del proyecto

- Conocer las características y funcionalidades de FreePBX., determinando los requisitos de hardware y software necesarios para implementar FreePBX como servidor VoIP.
- Evaluar la capacidad de FreePBX para manejar las necesidades de una organización.
- Comparar y evaluar los costos y beneficios de la implementación de un sistema VoIP basado en FreePBX con otros sistemas de telefonía disponibles en el mercado
- Determinar los beneficios potenciales de implementar un sistema de telefonía VoIP basado en FreePBX.

2.2. Presupuestos

2.2.1. Presupuesto a baja escala

La estimación del cálculo del coste de la realización del proyecto a baja escala, contando que tenemos algunos recursos ya disponibles como red, cableados, pantallas, etc. son los siguientes:

Opción A:

El presupuesto mínimo es de 150 € el cual incluiría:

- Una Raspberry Pi 4 con su fuente de alimentación.
- Un cable HDMI a Micro HDMI.
- Almacenamiento 120 GB.

Opción B:

Otro presupuesto más holgado sería la utilización de un ordenador de mesa, el cual debe contar al menos con:

- Intel Core i3.
- 4 GB de memoria RAM.
- Almacenamiento de 120 GB.

Este presupuesto puede variar de entre 200 - 250 €.

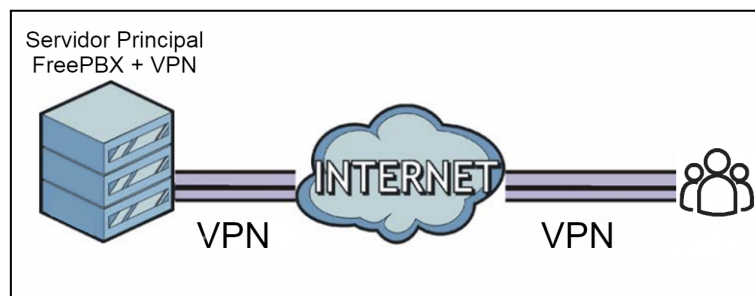


Imagen 1. Esquema de presupuesto a baja escala

2.2.2. Presupuesto a alta escala

La estimación del cálculo del coste de la realización del proyecto a alta escala, contando que tenemos que abordar la implementación de todos los diferentes sistemas, son los siguientes.

Este presupuesto puede servir perfectamente a una empresa bastante densa y asentada:

- Servidor para el entorno de FreePBX 1.500 € - 1.700 €
 - Intel Xeon E-2314
 - 16 GB de memoria RAM
 - Almacenamiento de 2 TB
- Firewall-USG 1.000 €
 - Este actuará como Firewall y VPN
- Terminales telefónicos compatibles con VoIP 100 €

Este presupuesto puede variar entre 2.500 € y 3.000 €. Este sería el esquema a seguir.

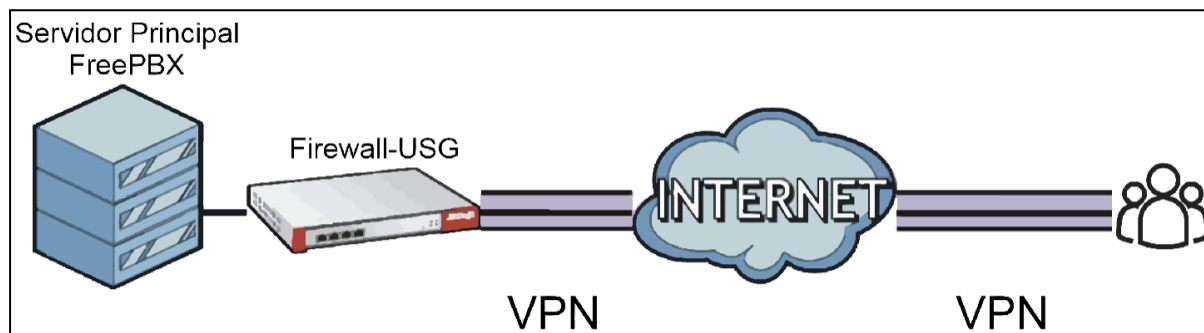


Imagen 2. Esquema de presupuesto a alta escala

2.2.3 Fondos y subvenciones

Existe la posibilidad de solicitar subvenciones como los fondos “[Next Generation](#)” o fondos del estado para pymes y nuevas tecnologías como el programa “[RETECH](#)”. Para impulsar la economía de la empresa a montar.

2.2.4. Presupuesto económico

El siguiente presupuesto económico sería una operación ficticia en donde intervienen dos empresas que necesitan el presupuesto a alta escala, durante cuatro meses. En los costes fijos se incluye además el sueldo de un trabajador con su respectiva contribución por parte de la empresa a hacienda.

En el coste marginal refleja el rendimiento de la mano de obra. Y el incremento de las ventas se debe al mantenimiento de las infraestructuras ya montadas, más dos clientes nuevos cada mes.

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Ventas	14.000 €	16.100 €	18.515 €	21.292 €	69.907 €
Costo de Ventas	5.000 €	5.750 €	6.613 €	7.605 €	25.968 €
Contribución Marginal	9.000 €	10.350 €	11.902 €	13.687 €	43.939 €
Costos Fijos	2.500 €	2.500 €	2.500 €	2.500 €	10.000 €
Utilidad	6.500 €	7.850 €	9.402 €	11.187 €	33.939 €
Totales Ingresos	14.000 €	30.100 €	48.615 €	69.907 €	162.622 €

Cómo financiación inicial podríamos optar por pedir un anticipo a la empresa a trabajar, o un préstamo a largo plazo con algún banco de al menos 15.000 €.

2.3. Limitaciones

La limitación principal es el presupuesto para el **equipamiento hardware**, este puede ser un desafío significativo en la implementación de un sistema FreePBX basado en la tecnología VoIP, puede haber costos asociados con la adquisición de servidores, teléfonos IP y otros dispositivos necesarios para implementar el sistema.

Otro factor importante a tener en cuenta es el tiempo necesario para completar la implementación del sistema, que puede variar según los recursos disponibles, el nivel de experiencia de los miembros del equipo y la complejidad de las necesidades de la organización.

2.4. Alcance

La implementación de un sistema de telefonía VoIP seguro como el que se propone en este proyecto puede ser aplicable en cualquier entorno donde se requiera una comunicación telefónica más segura entre dos o más usuarios. Algunos ejemplos de marcos donde podría ser relevante incluyen empresas, organizaciones gubernamentales, instituciones financieras y organizaciones sin ánimo de lucro.

En el caso de empresas, la implementación de un sistema de telefonía VoIP seguro puede ayudar a proteger la información confidencial y los datos personales sensibles. Por otro lado, en el ámbito gubernamental, la implementación de este tipo de sistemas es especialmente importante para las comunicaciones entre agencias gubernamentales o entre funcionarios que necesitan discutir información confidencial.

Las instituciones financieras también se benefician de la implementación de un sistema de telefonía VoIP seguro, ya que manejan grandes cantidades de información confidencial de sus clientes.

En general, cualquier organización que desee proteger sus comunicaciones y tener privacidad y seguridad en las mismas puede considerar la implementación de un sistema de telefonía VoIP seguro. Además, dado que la tecnología VoIP es cada vez más común, es probable que la demanda de sistemas de telefonía VoIP seguros siga aumentando en el futuro.

2.5. Procedimientos

Los procedimientos son los pasos específicos que se deben seguir para la implementación, configuración y mantenimiento del sistema VoIP.

1. Instalación y configuración
2. Integración con la red existente
3. Configuración de seguridad
4. Configuración de opciones avanzadas
5. Pruebas y monitoreo

2.6. Descripción de los procedimientos

1. **Instalación y configuración:** El procedimiento de instalación y configuración puede incluir pasos para la instalación del software de FreePBX en un servidor, la configuración de las interfaces de red, la configuración de la seguridad, la creación de extensiones de usuario y grupos de llamadas, y la configuración de las rutas de salida.
2. **Integración con la red existente:** Si el sistema de FreePBX se está integrando con una red existente, el procedimiento puede incluir pasos para la integración, la configuración de los ajustes de firewall y VPN, y la configuración de la conectividad de red.
3. **Configuración de seguridad:** El procedimiento de configuración de seguridad puede incluir pasos para la implementación de autenticación de usuario y contraseñas seguras, la encriptación de datos y de las conexiones, y la configuración de cortafuegos y medidas de seguridad de red.
4. **Configuración de opciones avanzadas:** Para una implementación avanzada del sistema de VoIP, el procedimiento puede incluir pasos para la configuración de funciones adicionales, dentro de FreePBX.
5. **Pruebas y monitoreo:** Después de la implementación y configuración, se deben realizar pruebas y monitoreo del sistema de VoIP para asegurarse de que está funcionando de manera óptima. El procedimiento puede incluir pasos para la prueba de la calidad de la llamada, la medición de la utilización de la red, la solución de problemas de errores y problemas de calidad de la llamada, y la creación de informes de monitoreo y métricas.

2.7 Análisis DAFO

- Debilidades

- Alto coste de inicio: Este coste inicial puede ser variable, pero es un factor a tener en cuenta, si se necesita el servicio, pero no va a tener mucho flujo, el coste y la escalabilidad pueden no ser altos.
- Falta de trabajadores cualificados: Este punto hace referencia a las diferentes dificultades que pueden aparecer en una instalación completa

del servicio. Si no se tienen conocimientos el proceso puede ser más largo, en consecuencia tendría más costes.

- Amenazas

- Empresas de VoIP: Como antes se ha mencionado, existen alternativas a nuestro sistema. Estas pueden ser más jugosas para clientes que no necesitan tanta privacidad.
- Empresas de Comunicaciones: Empresas dedicadas al montaje de infraestructuras de VoIP. También están contempladas, ya que estas pueden estar consolidadas con clientes.

- Fortalezas

- Privacidad: Una de las fortalezas del proyecto es la privacidad de llamadas de alto nivel, puesto que los datos no salen del entorno privado, gracias a la VPN.
- Bajos costes: Gran parte de las empresas cuentan con una infraestructura existente, la implementación de bajo coste será una de las opciones para esas empresas.
- Segurización del servicio: Todo dato fuera de alcance es sinónimo de vulnerabilidad, el proyecto también aborda este problema con la utilización de VPN con posibilidad de Firewall a la hora de implementarlo.

- Oportunidades

- Empresas que necesiten este sistema de privacidad: Cualquier empresa que quiera un sistema de llamadas independiente del mercado, puede optar por este servicio de VoIP.
- Empresas que necesiten bajo coste en sus llamadas: Existe la posibilidad de que una empresa realice de forma parcial o completa llamadas internas, dependiendo de donde se realizan las llamadas estas

pueden depender de la contratación de un servicio de una empresa de comunicaciones como Vodafone, Movistar, etc.

- PYMES / ONGs: Este tipo de clientes con un bajo presupuesto pueden optar por el presupuesto a baja escala y después implementar el presupuesto a alta escala.

2.7.1. Resumen DAFO



Imagen 3. Resumen DAFO

2.8. Mapa de Posicionamiento

Este mapa refleja la relación entre precio y privacidad, con las diferentes empresas del sector. En él se puede ver un espacio no ocupado, donde este proyecto podría ejecutarse.

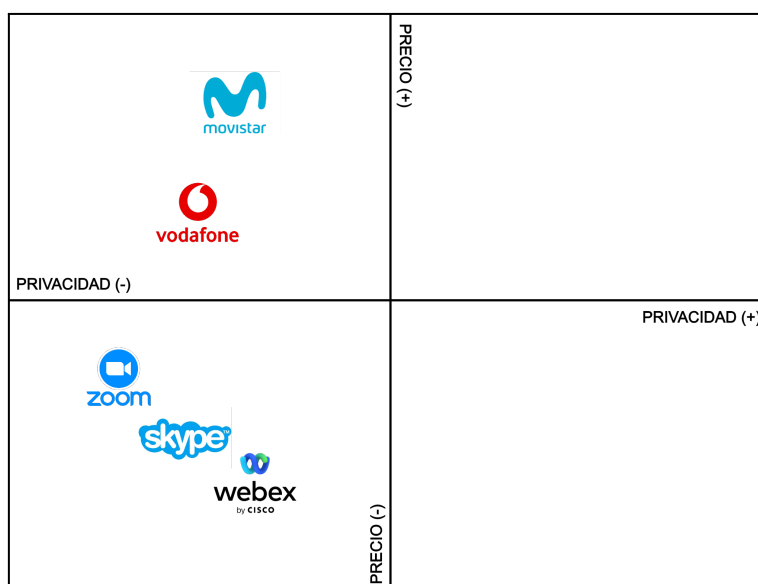


Imagen 4. Mapa de Posicionamiento

2.9. Cronograma del proyecto

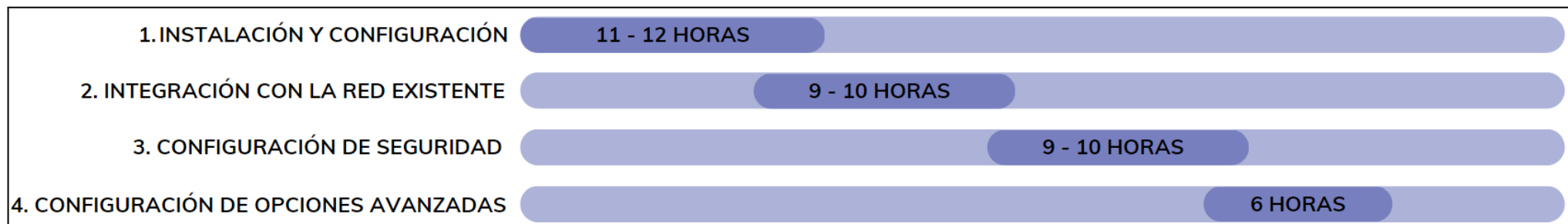


Imagen 5. Diagrama de Gantt

2.9.1. Tabla de evaluación de riesgos

Riesgo	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Acciones preventivas
Compatibilidad	4	3	Realizar pruebas de compatibilidad antes de implementar nuevos sistemas y equipos de VoIP.
Seguridad	5	4	Implementar medidas de seguridad como firewalls, cifrado de comunicaciones y autenticación de usuarios.
Interrupción del servicio	3	5	Establecer planes de respaldo y redundancia, y realizar pruebas periódicas de continuidad del servicio.
Capacidad insuficiente	2	4	Realizar un análisis de capacidad y dimensionamiento adecuado, considerando la demanda prevista y recursos suficientes.
Falta de habilidades	3	2	Proporcionar capacitación y formación continua al personal encargado de la administración y mantenimiento de la infraestructura de VoIP.

3. Ejecución del proyecto

3.1. Instalación y configuración

Para la instalación y recreación de este proyecto de tecnología VoIP y VPN se ha utilizado un entorno virtual.

Hay varias formas de instalar FreePBX, dependiendo de las necesidades y preferencias del usuario. Aquí hay algunas formas comunes de instalar FreePBX:

- a. **Instalación desde cero en un servidor dedicado:** Esta opción implica instalar FreePBX en un servidor dedicado, generalmente utilizando una imagen ISO proporcionada por la comunidad de FreePBX. El usuario descarga la imagen ISO, la graba en un medio de instalación (como un CD o un USB) y luego instala FreePBX en el servidor desde cero.
- b. **Instalación en una máquina virtual:** En lugar de utilizar hardware físico, se puede utilizar una máquina virtual para instalar FreePBX. Esto implica la creación de una máquina virtual utilizando un software de virtualización, como VirtualBox o VMware, y luego instalar FreePBX en la máquina virtual como si fuera un servidor físico.
- c. **Instalación en un contenedor Docker:** Docker es una plataforma de virtualización ligera que permite empaquetar aplicaciones en contenedores independientes. FreePBX también se puede instalar en un contenedor Docker, lo que facilita la implementación y el manejo de la aplicación en diferentes entornos.
- d. **Distribuciones pre-configuradas de FreePBX:** Existen distribuciones de Linux pre-configuradas que incluyen FreePBX como parte de su instalación. Algunos ejemplos populares incluyen PBXact, FreePBX Distro y Elastix. Estas distribuciones simplifican el proceso de instalación al proporcionar una imagen ISO o un instalador específico que incluye tanto el sistema operativo como FreePBX pre-configurado.

En este caso, el proceso de instalación elegido es la instalación en una máquina virtual debido a las limitaciones anteriormente mencionadas.

Accediendo a <https://www.freepbx.org/downloads/> la página oficial de FreePBX, se pueden ver las diferentes opciones de instalación.

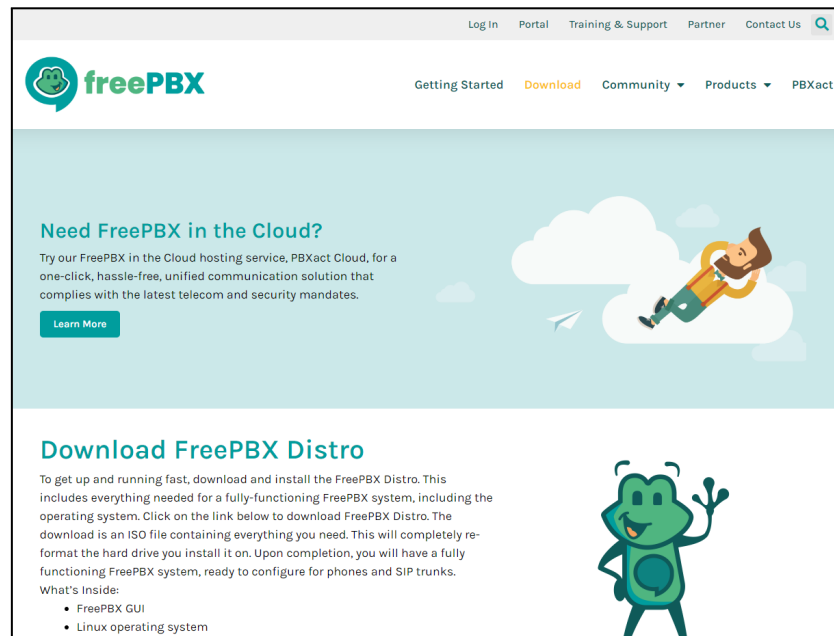


Imagen 5. Página de descarga de FreePBX

Para la instalación utilicé el archivo ISO “SNG7-PBX16-64bit-2302-1” y el entorno VirtualBox.

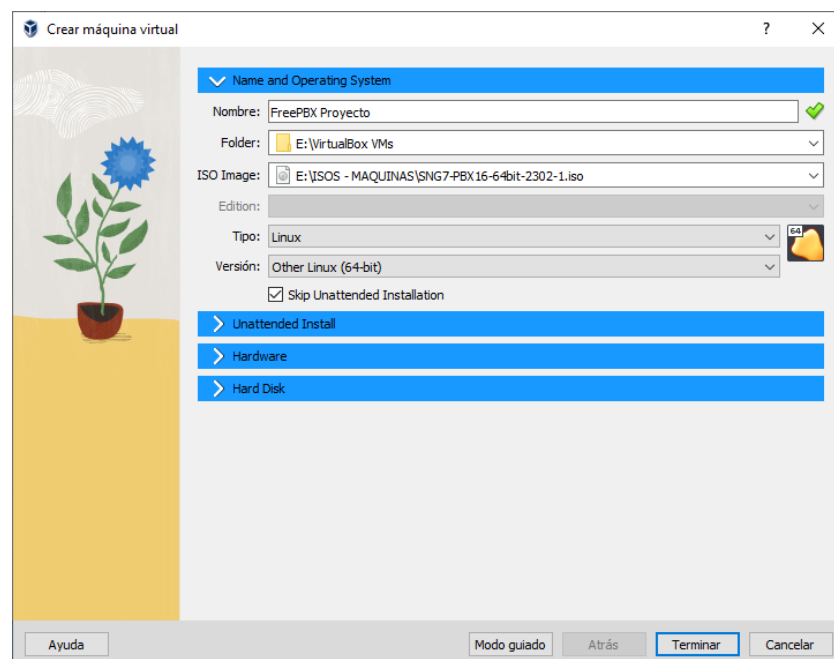


Imagen 6. Preparación del entorno en VirtualBox

La primera pantalla de la ISO es la siguiente. La cual contiene varias versiones de instalación, las principales son.

- FreePBX 16 + Asterisk 18 (Recomendada)
- FreePBX 16 + Asterisk 19
- FreePBX 16 + Asterisk 16

Y como opciones de instalación secundarias tenemos.

- FreePBX 16 con Opciones de instalación avanzadas
- Opciones avanzadas y de solución de problemas

En este caso, Asterisk proporciona una plataforma completa para crear y administrar sistemas de telefonía IP, VoIP y comunicaciones unificadas. Es altamente flexible y escalable, lo que lo hace adecuado para implementaciones tanto pequeñas como grandes empresas.

Además, como podemos observar, el propietario es Sangoma. Sangoma ofrece una amplia gama de soluciones que abarcan desde hardware hasta software y servicios en la nube. Algunos de los productos y servicios destacados de Sangoma incluyen:

- Tarjetas de interfaz de telefonía.
- Gateways VoIP.

En resumen, Asterisk es el núcleo de software de comunicaciones de **código abierto**, FreePBX es una plataforma de administración basada en web que facilita la configuración y administración de sistemas basados en Asterisk, y Sangoma es la empresa propietaria que continúa el desarrollo y soporte de Asterisk y FreePBX.

Ambos proyectos, Asterisk y FreePBX, son de **código abierto**, lo que significa que se pueden utilizar, modificar y distribuir de forma gratuita según los términos de las licencias de código abierto.

En este caso utilizaré la opción recomendada. FreePBX 16 y Asterisk 18.

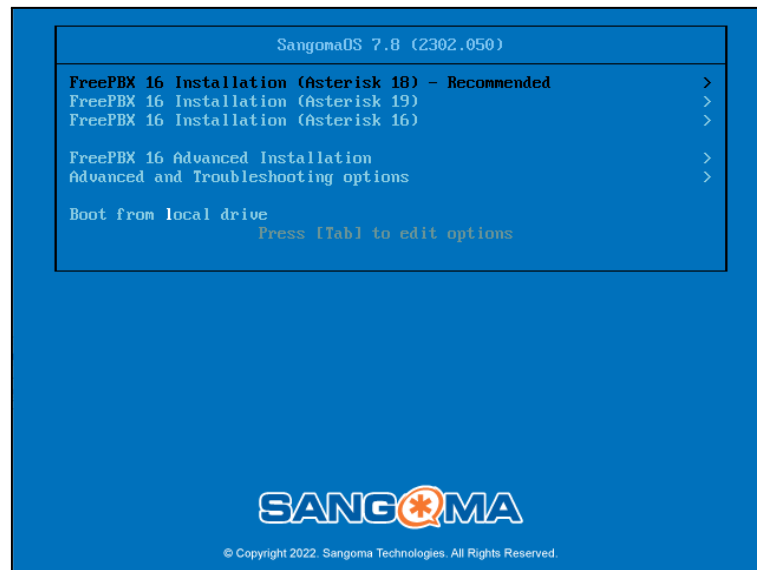


Imagen 7. Comienzo de la instalación en VirtualBox

Tras la selección de esa opción, encontramos otra variedad de opciones por las que podemos ver una instalación manual por salida VGA o por Puerto Serial. Por otro lado, vemos una instalación completamente automática, a diferenciar entre puerto VGA o Serial.

Elegiré la instalación completamente automática. Para ver las diferentes opciones que se ofrecen desde FreePBX.

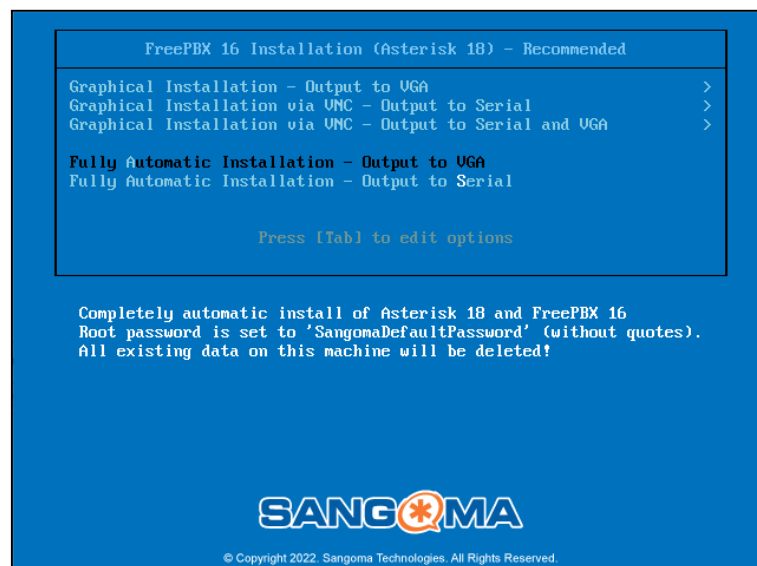


Imagen 8. Selección de Opciones en la Instalación

Comienza el proceso de instalación automático. En esta captura podemos ver por consola los procesos que van sucediendo.

```
Starting installer, one moment...
anaconda 21.48.22.147-1 for SangomaOS 7.8 2302-1 started.
* installation log files are stored in /tmp during the installation
* shell is available on TTY2
* when reporting a bug add logs from /tmp as separate text/plain attachments
16:05:26 Running pre-installation scripts
16:05:27 Not asking for UNC because of an automated install
Starting automated install....._

[anaconda] 1:main 2:shell 3:log 4:storage-log 5:program-log  Switch Tab: Alt+Tab Help: F1
```

Imagen 9. Comienzo de la instalación automática por consola

Tras la instalación, solo nos queda reiniciar e iniciar sesión, y nos saldrá una pantalla con la configuración de la tarjeta de red. A través del navegador accedemos a la IP del servidor, para ver el panel de control de FreePBX.

```
FreePBX

NOTICE! You have 3 notifications! Please log into the UI to see them!
Current Network Configuration
-----+-----+-----+
| Interface | MAC Address | IP Addresses |
|-----+-----+-----+
| eth0      | 08:00:27:C8:6C:12 | 192.168.0.24 |
|           |               | fe80::a00:27ff:fec0:6c12 |
|-----+-----+-----+

Please note most tasks should be handled through the GUI.
You can access the GUI by typing one of the above IPs in to your web browser.
For support please visit:
  http://www.freepbx.org/support-and-professional-services

-----+-----+-----+
| This machine is not activated. Activating your system ensures that |
| your machine is eligible for support and that it has the ability to |
| install Commercial Modules. |
| If you already have a Deployment ID for this machine, simply run: |
| fwconsole sysadmin activate deploymentid |
| to assign that Deployment ID to this system. If this system is new, |
| please go to Activation (which is on the System Admin page in the |
| Web UI) and create a new Deployment there. |
|-----+-----+-----+

[root@freepbx ~]# _
```

Imagen 10. Acceso por consola a FreePBX

Tras acceder a la IP a través de un navegador web en la misma red local, nos pedirá un usuario y contraseña para el administrador global de FreePBX. Relleno la información y continuo.

FreePBX Administration

Welcome to FreePBX Administration!

Initial Setup

Please provide the core settings that will be used to administer and update your system

Administrator User

Username: Administrator

Password: [masked]

Confirm Password: [masked]

Notifications Email: administrador@dominio.es

System Identification

System Identifier: VoIP Server

System Updates

Automatic Module Updates: Enabled | Email Only | Disabled

Automatic Module Security Updates: Enabled | Email Only | Disabled

Send Security Emails For Unsigned Modules: Enabled | Disabled

Check for Updates every: Monday | Between 8am and 12pm

Setup System

freePBX Sangoma

Imagen 11. Creación de Usuario Administrador en FreePBX

Tras esto nos saldrá un mensaje por si queremos activar y configurar el firewall, en este caso y solo por fines prácticos no lo activaremos. Tras declinar esa opción nos saldrá el panel de control de FreePBX.

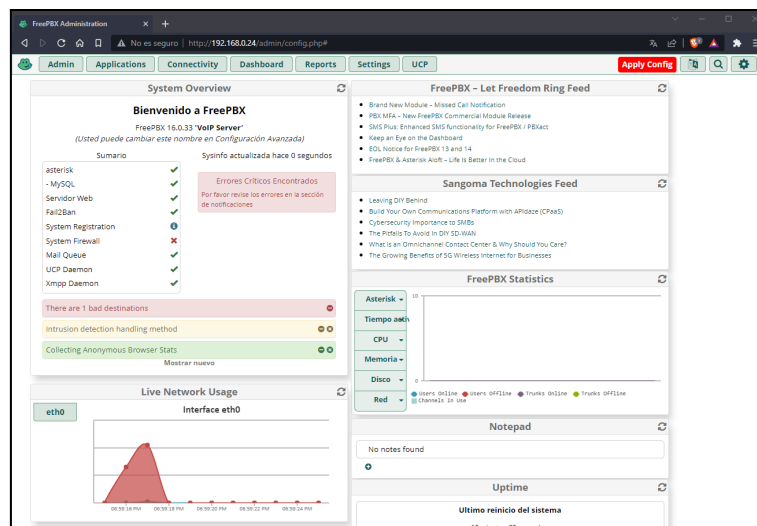


Imagen 12. Panel de control FreePBX

Tras esto cambiaremos el idioma de la web a Español con el selector de arriba a la derecha, y clicamos en Administrador y Gestión de Usuarios.

En el Gestor de Usuarios, el Administrador puede crear los usuarios que tendrán acceso a Extensiones o modos de dispositivo/usuario y los ajustes asociados con esos dispositivos.

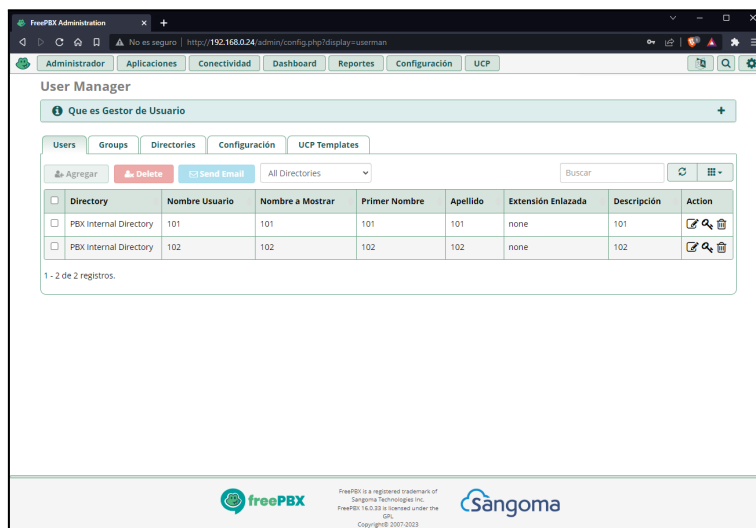


Imagen 13. Panel de Gestor de Usuarios

En este panel he creado dos usuarios para realizar las pruebas. Ahora le vamos a dar acceso a sus respectivas extensiones para que puedan realizar llamadas, accediendo desde la barra superior a Aplicaciones y a Extensiones.

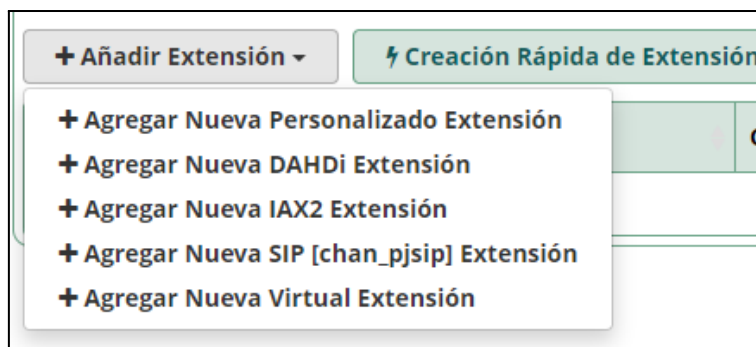


Imagen 14. Agregación de extensiones

Dentro de este panel, al agregar una extensión, podemos observar los diferentes tipos de extensiones que existen.

1. DAHDI Extensión:

DAHDI (Digium/Asterisk Hardware Device Interface) es un módulo de hardware utilizado para conectar líneas telefónicas analógicas y digitales a un sistema de telefonía basado en Asterisk.

2. IAX2 Extensión:

IAX2 (Inter-Asterisk eXchange Version 2) es un protocolo de comunicación utilizado en sistemas de telefonía IP basados en Asterisk. Una extensión IAX2 se utiliza para asignar un usuario o dispositivo a una extensión en el sistema de telefonía. Permite realizar y recibir llamadas a través de la red IP utilizando el protocolo IAX2.

3. SIP [chan_pjsip] Extensión:

SIP (Session Initiation Protocol) es otro protocolo de comunicación utilizado en sistemas de telefonía IP. En FreePBX, se utiliza el módulo chan_pjsip para admitir llamadas SIP. Una extensión SIP se utiliza para asignar un usuario o dispositivo a una extensión en el sistema de telefonía. Permite realizar y recibir llamadas a través de la red IP utilizando el protocolo SIP.

4. Virtual Extensión:

Una extensión virtual en FreePBX no está vinculada a un dispositivo físico. Se utiliza para realizar funciones específicas en el sistema de telefonía, como enrutamiento de llamadas, transferencia de llamadas, reproducción de mensajes de bienvenida, etc.

Estos son los tipos de extensiones más comunes en FreePBX. Cada uno tiene sus propias características y se utiliza para diferentes propósitos en un sistema de telefonía basado en Asterisk.

Para este proyecto voy a utilizar, el tipo de Extensión **SIP [chan_pjsip]**, para las diferentes extensiones.

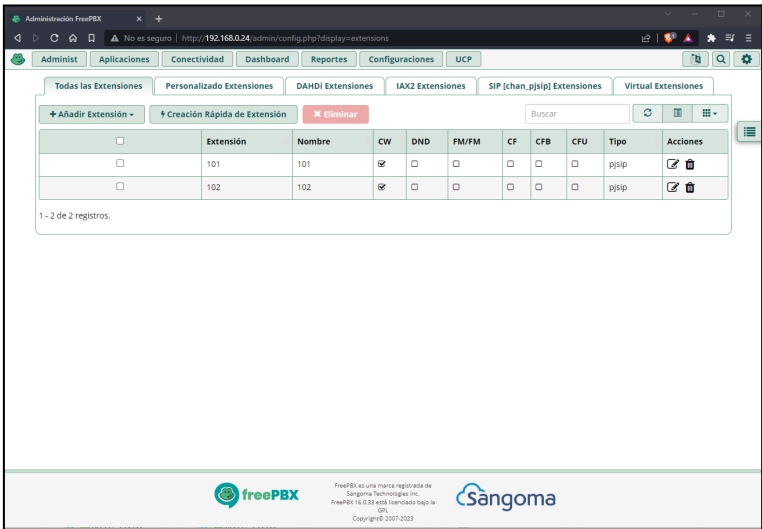


Imagen 15. Creación de Extensiones

3.2. Integración con la red existente

Este apartado se centra principalmente en la creación y utilización de VPN como medio seguro para la realización de llamadas desde fuera de la red local.

Para la creación de la VPN fue utilizado OpenVPN en una máquina virtual. Tras la creación del archivo “.ovpn” lo he transferido al terminal móvil y lo he implementado con la app de la Play Store de OpenVPN.

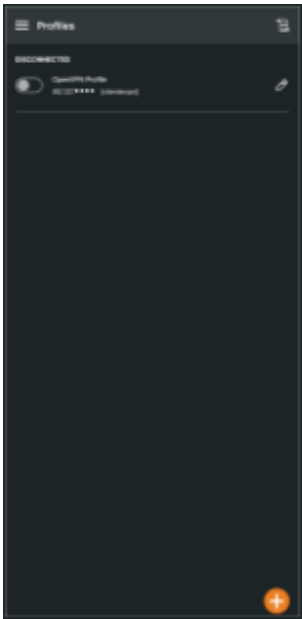


Imagen 16. OpenVPN App móvil

OpenVPN ofrece una amplia gama de medidas de seguridad para proteger las conexiones y los datos transmitidos a través de ellas. Estas son algunas de las características de seguridad clave de OpenVPN:

Cifrado: Utiliza el protocolo SSL/TLS para cifrar los datos en tránsito. Esto asegura que la información transmitida esté protegida contra escuchas y manipulaciones no autorizadas.

Autenticación: Proporciona un sistema de autenticación sólido, utilizando certificados digitales y/o contraseñas. Esto garantiza que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la VPN.

Firewalls y filtrado de paquetes: OpenVPN puede trabajar en conjunto con firewalls y aplicar filtros para controlar y bloquear el tráfico no deseado.

Claves de sesión: Genera claves de sesión únicas para cada conexión establecida, lo que proporciona una capa adicional de seguridad al cifrar los datos de manera única para cada sesión.

Protección contra ataques: OpenVPN incluye mecanismos para detectar y defenderse contra ataques de fuerza bruta, denegación de servicio (DDoS) y otros ataques comunes.

Estas características combinadas hacen de OpenVPN una solución segura y confiable para establecer conexiones VPN y proteger la privacidad y confidencialidad de los datos transmitidos a través de redes públicas.

Para que esta VPN funcione, además he tenido que abrir el puerto “1194” con el protocolo “UDP” en mi router, indicando además la dirección IP del dispositivo que actúa como servidor VPN.



Imagen 17. Configuración del router

3.3. Configuración de seguridad

Una de las principales configuraciones de seguridad es la creación de contraseñas robustas, para ello FreePBX incluye en su panel de administración la posibilidad de hacer las contraseñas más complejas.

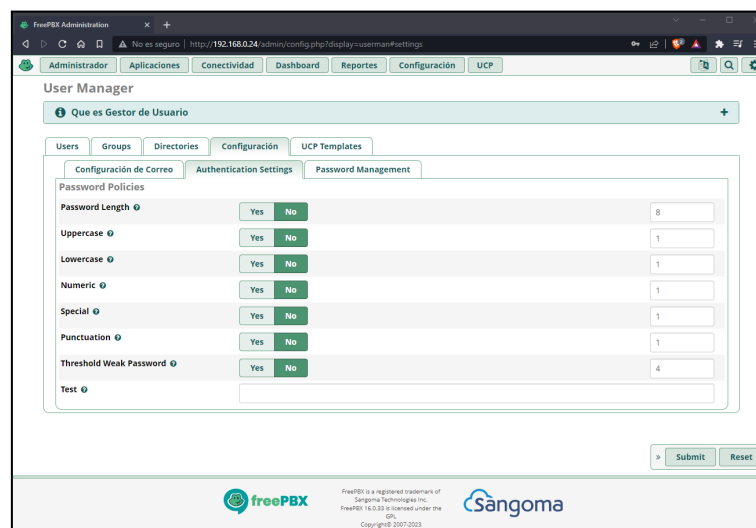


Imagen 18. Editor de Complejidad de Contraseñas

Entre algunas opciones están la obligación de caracteres numéricos, mayúsculas, especiales, longitud de la contraseña, indicador de contraseñas débiles. Además, incluye opciones de cambio de contraseña en el primer inicio y caducidad de la contraseña, seleccionando la caducidad entre 60, 90 o X días.

Cuando se crea una nueva contraseña en FreePBX, esta se pasa a través de la función Bcrypt, que genera un hash único y seguro. El hash resultante se almacena en la base de datos en lugar de la contraseña en texto plano. FreePBX también utiliza SRTP para encriptar el contenido de las llamadas y TLS para encriptar la señalización SIP, lo que proporciona una capa adicional de seguridad en las comunicaciones de voz sobre IP.

Para la gestión de usuarios se pueden crear grupos donde se puede meter usuarios y administrar los permisos que tienen en FreePBX.

FreePBX también tiene un módulo que puede habilitarse de Firewall este monitorea y bloquea continuamente los ataques en su sistema, al tiempo que permite el paso de tráfico válido. Supervisa continuamente la configuración de su máquina, abriendo y cerrando automáticamente puertos a troncales conocidas (p. ej., proveedores de VoIP) y le permite limitar los servicios que esta máquina proporciona a los clientes.

3.4. Configuración de opciones avanzadas

Como funciones adicionales, FreePBX en conjunto con Asterisk, incluye:

- Grabación de llamadas
- Megafonía
- Control de flujo de llamadas
- Devolución de llamadas
- Llamadas perdidas
- Calendario
- Llamadas de despertador
- Chat de texto XMPP
- Música en espera

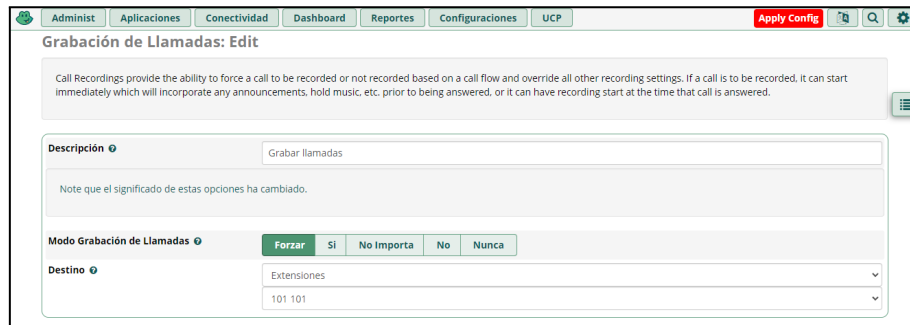


Imagen 19. Configuración de Grabación de llamadas

Como ejemplo de configuración de la grabación de llamadas se puede forzar, por ejemplo, por extensiones. Aunque algunas otras opciones no son gratuitas.

3.5. Pruebas y monitoreo

Para las pruebas y monitoreo es utilizado un terminal móvil conectado a la VPN creada y un ordenador con un software de VoIP para conectarte con ambos al servidor FreePBX.

Desde el panel de administración de FreePBX se pueden ver los diferentes usuarios conectados, así como el uso del servidor. Por motivos evidentes no se ha podido hacer una prueba real de estrés.

Lamentablemente, la creación de informes desde FreePBX, es de pago, por lo tanto, solo nos podremos conformar con el panel principal.

Como demostración de las pruebas realizadas he aquí un enlace del video.

https://youtu.be/wlhwXgtK_LY



Imagen 20. QR

4. Conclusiones

La planificación ha ido como se describió anteriormente en el anteproyecto, la mayor parte del tiempo ha sido empleada en la investigación de esta tecnología, tanto en foros como en tutoriales.

Claramente como línea de trabajo futuro que no se han podido explorar en este proyecto y han quedado pendiente es la escalabilidad del mismo, pruebas de estrés y por supuesto la utilización de extensiones de pago que contiene FreePBX.

Por otro lado, la conclusión general del proyecto es que esta tecnología tiene un gran potencial en pequeñas y grandes empresas, a un coste bastante asequible. También tiene gran capacidad de competitividad por su privacidad a bajo coste y fácil instalación y escalabilidad.

5. Glosario

- “chan_pjsip” → Channel driver Perceive JavaScript Session Initiation Protocol, En el contexto de Asterisk, un sistema de telefonía IP de código abierto, "CHAN_PJSIP" es un módulo que implementa el soporte para el protocolo SIP utilizando la biblioteca PJSIP.
- SIP → Session Initiation Protocol, es un protocolo de señalización utilizado en las comunicaciones de voz y vídeo sobre IP (VoIP).
- IP → Internet Protocol, es un conjunto de reglas y normas que permite la comunicación y el intercambio de datos en redes de computadoras, incluyendo Internet.
- ISO → International Organization for Standardization. La ISO es una organización internacional no gubernamental y sin fines de lucro que se encarga de desarrollar y publicar estándares internacionales en diversas áreas.
- “FreePBX” → Free Private Branch Exchange, es una plataforma de código abierto basada en Asterisk, el popular software de telefonía IP.
- VGA → Video Graphics Array, es un estándar de visualización gráfica utilizado para la conexión de monitores y pantallas a computadoras.
- CD → Compact Disc, es un medio de almacenamiento óptico utilizado para grabar y reproducir datos digitales.
- USB → Universal Serial Bus, es un estándar de conexión utilizado para conectar dispositivos electrónicos a una computadora u otros dispositivos electrónicos.
- “VoIP” → Voice over Internet Protocol, VoIP es una tecnología que permite la transmisión de voz y comunicaciones en tiempo real a través de redes IP, como Internet.
- VPN → Virtual Private Network, es una conexión segura y encriptada que permite acceder y transmitir datos de manera segura a través de una red pública.

- SRTP → Secure Real-time Transport Protocol, es un protocolo de seguridad utilizado para proteger la transmisión de datos en tiempo real, como voz y video, a través de redes IP.
- TLS → Transport Layer Security, es un protocolo de seguridad utilizado para garantizar la comunicación segura y encriptada en redes de computadoras.
- “hash” → Es una operación matemática que toma una cantidad variable de datos de entrada y devuelve una cadena de caracteres de longitud fija.
- XMPP → Extensible Messaging and Presence Protocol, es un protocolo de comunicación en tiempo real basado en XML (Extensible Markup Language) utilizado para el intercambio de mensajes y la presencia en línea.

6. Lista de Imágenes

- [Imagen 1. Esquema de presupuesto a baja escala](#)
- [Imagen 2. Esquema de presupuesto a alta escala](#)
- [Imagen 3. Resumen DAFO](#)
- [Imagen 4. Mapa de Posicionamiento](#)
- [Imagen 5. Página de descarga de FreePBX](#)
- [Imagen 6. Preparación del entorno en VirtualBox](#)
- [Imagen 7. Comienzo de la instalación en VirtualBox](#)
- [Imagen 8. Selección de Opciones en la Instalación](#)
- [Imagen 9. Comienzo de la instalación automática por consola](#)
- [Imagen 10. Acceso por consola a FreePBX](#)
- [Imagen 11. Creación de Usuario Administrador en FreePBX](#)
- [Imagen 12. Panel de control FreePBX](#)
- [Imagen 13. Panel de Gestor de Usuarios](#)
- [Imagen 14. Agregación de extensiones](#)
- [Imagen 15. Creación de Extensiones](#)
- [Imagen 16. OpenVPN App móvil](#)
- [Imagen 17. Configuración del router](#)
- [Imagen 18. Editor de Complejidad de Contraseñas](#)
- [Imagen 19. Configuración de Grabación de Llamadas](#)
- [Imagen 20. QR](#)

7. Bibliografía

Cómo Instalar FreePBX 16 2203 VoIP en Linux Desde Cero. (2022, Marzo 21). YouTube. Visitado Abril 17, 2023,

<https://www.youtube.com/watch?v=muwpV3moV6o>

Conferencia en FreePBX 2203 Linux VoIP. (2022, Abril 4). YouTube. Visitado Mayo 2, 2023, https://www.youtube.com/watch?v=lcS5LFh_7pA

FreePBX. (n.d.). Wikipedia. Visitado Abril 17, 2023, <https://es.wikipedia.org/wiki/FreePBX>

FreePBX | La mejor y más completa solución de telefonía para el mercado empresarial. (n.d.). Neocenter. Visitado Mayo 15, 2023, <https://www.neocenter.com/landing/FreePBX/test19.html>

Manual del administrador - Configuración Hardware - Configuración manual - Sangoma. (n.d.). VoIPstudio. Visitado Mayo 15, 2023, <https://voipstudio.es/docs/administrador/configuraci%C3%B3nhardware/configuraci%C3%B3nmanual/sangoma/>

¿Qué es Asterisk?: Centralita telefónica IP. (n.d.). Quarea. Visitado Mayo 15, 2023, <https://quarea.com/es/que-es-asterisk-centralita-telefonica-ip/>

Spencer, M. (n.d.). ▷ *¿Qué es Asterisk? · Software de código abierto para telefonía IP.* Qué es Asterisk, características, servicios y por qué lo necesitas. Visitado Mayo 17, 2023, <https://www.masip.es/blog/que-es-asterisk/>

Gite, V. (2023, Marzo 30). *Ubuntu 22.04 LTS Set Up OpenVPN Server In 5 Minutes.* nixCraft. Retrieved Junio 5, 2023, <https://www.cyberciti.biz/faq/ubuntu-22-04-lts-set-up-openvpn-server-in-5-minutes/>