



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**Instituto Tecnológico del Valle De Oaxaca**

**RED DE VOZ Y DATOS PARA EL CENTRO DE SALUD URBANO UNO**

TESIS QUE PRESENTAN:

Rosario Selene López Salinas

Adalia Rubí Chávez Santiago

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERA INFORMÁTICA**



---

Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca  
Octubre de 2020





TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

**RED DE VOZ Y DATOS PARA EL CENTRO DE SALUD URBANO UNO**

TESIS QUE PRESENTAN:

Rosario Selene López Salinas

Adalia Rubí Chávez Santiago

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERA INFORMÁTICA**



---

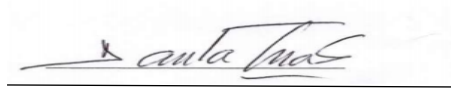
Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca  
Octubre de 2020

La presente tesis titulada: **RED DE VOZ Y DATOS PARA EL CENTRO DE SALUD URBANO UNO**, fue realizada bajo la dirección del comité de asesores indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el título de:

**INGENIERA INFORMÁTICA**

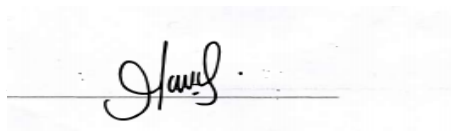
DIRECTOR:

ING. ABRAHAM LEOPOLDO SANTA ANA  
FLORES



ASESORA:

CP. CLAUDIA VICTORIA SANTIAGO  
SALINAS



ASESOR:

L.I LUIS MIGUEL CRUZ BERNABÉ



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Que se lo debo todo, por haber sembrado en mi alma el deseo de aprender más y el de superación, acompañándome siempre en los buenos y malos momentos, ofreciéndome la mejor alternativa en las diferentes etapas de mi vida. porque sin el nada de esto hubiese sido posible

### **A mis padres**

Quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede heredársele a un hijo. Sabiendo que no existiría una forma de agradecer una vida de sacrificios y esfuerzo. Quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue gracias a su apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida y de mi formación académica tanto económicamente como moralmente.

A mi padre Porfirio López Vásquez el cual se ha preocupado por mí en todo momento y me ha impulsado a seguir adelante, por su apoyo y sus consejos he llegado a realizar la más grande de mis metas. La cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir

A mi madre Dominga Salinas Celis. Porque nunca ha dejado de apoyarme hasta en la cosa más mínima has estado ahí incondicionalmente al pendiente de lo que necesitara para poder culminar mi carrera.

### **A mis hermanos**

Juan, Alicia, Rene, Fernando y Jesús. Por ser mi compañía, mi apoyo y mi fortaleza para seguir adelante y siempre estar ahí cuando los necesito.

### **A mis abuelos**

Juan y Julia que antes de partir, me transmitieron las enseñanzas necesarias para tener la capacidad de superar los obstáculos que me presentará la vida.

Abuelo Juan sé que en donde te encuentres estarías muy feliz al saber que he concluido mi carrera, quiero que sepas que este éxito es también parte para ti, gracias por tus enseñanzas transmitidas.

A mis abuelos maternos Amado y Juana gracias por el apoyo recibido durante mi formación profesional.

### **A mis profesores**

A quienes les debo gran parte de mis conocimientos adquiridos durante mi carrera.

Al Ing. Abraham Leopoldo Santa Ana flores. Gracias por prepararme para un futuro competitivo, no sólo como profesionista, sino también como mejor persona y ha estado ahí para brindarme de su ayuda.

A la contadora Claudia Victoria Santiago Salinas como revisora del proyecto por su paciencia y dedicación al compartir sus conocimientos que fueron de gran ayuda en el desarrollo de este proyecto. Gracias por estar al pendiente de mí y por motivarme a seguir para culminar este proyecto.

### **A mis padrinos**

A mis padrinos por ser mis segundos padres y estar al pendiente de mí, por apoyarme y motivarme a seguir adelante.

A mi padrino Lucio Hernández por estar desde el principio al iniciar con mi carrera por sus buenos consejos, y el apoyo motivacional.

A mi madrina Antonia López Salinas por ser una segunda madre para mí y estar al pendiente de mi apoyándome, brindándome consejos.

¡MUCHAS GRACIAS!

ROSARIO SELENE LOPEZ SALINAS

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios**

Te dedico esta tesis por haberme permitido alcanzar la meta deseada, porque este logro en mi vida ha sido gracias a tu voluntad. Porqué tú me diste el entendimiento que necesite en este proceso.

### **A mis padres**

Porfirio López Vásquez y Dominga salinas Celis dedico esta tesis ya que sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible, por todo ese sacrificio y esfuerzo hicieron lo posible para que obtuviera mi título su lucha inalcanzable hizo de esta travesía la culminación de mi carrera, gracias por confiar y creer en mí y quiero que sepan que el objetivo logrado también es de ustedes.

### **A mis hermanos**

Juan, Alicia, Rene Fernando y Jesús les dedico este proyecto, gracias por su apoyo y motivación y por estar conmigo cuando lo necesite.

Dedico este logro a todas las personas que estuvieron involucradas en la realización de este proyecto, a mis profesores por ayudarme a culminar mi carrera y a todos los docentes a lo largo de mi carrera que gracias a sus conocimientos que me brindaron hoy puedo llegar a finalizar este proyecto.

Rosario Selene López Salinas



## **DEDICATORIAS**

### **A Dios**

Dedico este trabajo principalmente a dios y aunque me faltaran paginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo merecen reconocimiento especial.

### **A mis Padres**

mi madre Teresa Santiago Vásquez y mi padre Felipe Chávez Aguilar que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuándo todo parecía complicado e imposible, deben saber que realmente todo esto es esfuerzo de los tres, los amo y valoro cada una de las ocasiones que no me dejaron sola.

### **A mis Hermanas**

Así mismo agradezco infinitamente a mis hermanas Yuridia, Rosario y Elizabeth ya que cada una de manera diferente me motivaron día con día haciéndome sentir orgullosa de lo que soy y de lo que puedo llegar a ser.

### **A mis Profesores**

Por último, pero no menos importante a mi Director de tesis. Ing. Abraham Leopoldo Santa Ana Flores, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación, a mi revisora. C.P Claudia Victoria Salinas Santiago que gracias a sus consejos y correcciones hoy podemos culminar éste trabajo.

Adalia Rubí Chávez Santiago

## INDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIAS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
SUMMARY .....	ix
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1    Objetivos.....	3
1.1.1    General .....	3
1.1.2    Específicos.....	3
1.2    Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II.....	5
REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1    Que es la red de computadoras .....	5
2.2    Clasificación de redes.....	5
2.2.1    Red de área local .....	6
2.2.2    Método de conexión .....	6
2.2.3    Topología de la red.....	7
2.2.4    Direccionalidad de los datos.....	8
2.3    Protocolos de red.....	8

2.3.1	Protocolo de la capa de acceso al medio .....	8
2.3.2	Protocolo IP de la capa de red .....	9
2.3.3	Protocolo de la capa de transporte.....	10
2.3.4	Protocolo de la capa de aplicación .....	10
2.4	Componentes de una red .....	11
2.5	Sistema operativo .....	13
2.5.1	Componentes del sistema operativo .....	14
2.5.2	Que es GNU/Linux .....	15
2.5.3	Sistema operativo CentOS .....	15
2.6	Sistema Asterisk para el conmutador o central telefónica .....	16
2.6.1	Finalidad.....	17
2.6.2	Licencia .....	20
2.7	Issabel como administrador para la central telefónica.....	20
2.7.1	Ventajas de Issabel .....	21
2.8	Firewall .....	22
2.8.1	Herramienta firewall iptables .....	22
2.9	Introducción a la telefonía VoIP.....	23
2.10	Voz sobre IP .....	23
2.10.1	Cómo funciona la voz sobre IP.....	24
a)	Ventajas de la voz sobre IP .....	24
b)	Desventajas de la voz sobre IP .....	25
2.10.2	Elementos de la VoIP .....	25
2.11	Red telefónica pública conmutada.....	26
2.12	Digitalización de la voz .....	27
2.12.1	Modulación .....	28
2.12.2	Muestreo de VoIP.....	28
2.12.3	Cuantificación de VoIP .....	29
2.12.4	Codificación de VoIP .....	30
2.13	Señalización de la transmisión de voz.....	31
2.13.1	Señalización de usuario .....	32
2.13.2	Señalización entre centrales .....	33
2.13.3	Señalización completa de una llamada .....	34
2.14	Conmutación de paquetes.....	35
2.14.1	Conmutación de circuitos para el canal de comunicación con el asterisk.....	36

2.15 Establecimiento del circuito para la recepción .....	36
2.16 Transferencia de datos en el Asterisk.....	36
2.17 Desconexión del circuito para utilizar el nodo.....	37
2.18 Private Branch Exchange, central de comunicación privada (PBX) para conexión de llamadas .....	39
2.19 Protocolo IAX2 (Inter-Asterisk Exchange) .....	39
2.20 Codecs para la transformación de voz a datos.....	41
2.21 Las terminales de telefonía IP .....	42
2.23 Centro de Salud Urbano Uno .....	45
CAPÍTULO III .....	46
MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
3.1 Fase I.....	47
3.1.1 Análisis de requerimientos .....	47
3.2 Fase II.....	50
3.2.1 Desarrollo de diseño lógico de red .....	50
3.3 Fase III.....	52
3.3.1 Desarrollo de diseño físico .....	52
3.3.2 Elección del equipamiento.....	53
3.4 Fase IV .....	55
3.4.1 Pruebas del diseño, optimización y documentación .....	55
3.5 Fase V .....	71
3.5.1 Implementación y probar red.....	71
3.6 Fase VI .....	74
3.6.1 Monitorear y optimizar red.....	74
CAPÍTULO IV .....	75
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	75
4.1 Resultado .....	75
4.2 Discusión .....	78
CAPÍTULO V .....	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81

5.1 Conclusiones ..... 81  
5.2 Recomendaciones ..... 82

CAPÍTULO VI .....84  
LITERATURA CITADA ..... 84  
6.1 Bibliográfica ..... 84  
6.2 Electrónica..... 86

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Descripción de los reactivos a utilizar. ....	49
2. Descripción de topología de estrella.. ....	51
3. Información general del plan de marcación .....	55
4. Comparación de telefonía IP vs Telefonía tradicional. ....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Asterisk sobre Internet. Fuente: Pérez,2009.....	19
2. Muestreo de la señal original, procesada y reconstruida .....	28
3. Cuantificación de una señal .....	29
4. Codificación de una señal .....	30
5. Señalizaciones para establecer un canal de comunicaciones .....	32
6. Señalizaciones entre abonado y central local .....	33
7. Señalización completa de una llamada.....	34
8. Conmutación de circuitos.....	37
9. Jerarquías de la red telefónica.....	38
10. Teléfono IP.....	42
11. Metodología top down.....	43
12. Topología jerárquica. ....	52
13. Fotografía del interior en el cuarto de telecomunicaciones.....	54
14. Captura de pantalla del acceso al Router Mikrotik.....	56
15. Definición de puertos .....	56
16. Definición de Interfaz WAN.....	57
17. Definición de interfaz LAN.....	57
18. Script del firewall.....	58
19. Reglas activas del firewall.....	59
20. Tarjeta DAHDI.....	60
21. Fotografía del servidor DELL con la tarjeta DAHDI instalada. ....	60
22. Pantalla principal del menú de booteo .....	61
23. Configuración de Idioma al español.....	61
24. Parámetros a configurar.....	62
25. Selección de Zona Horaria.....	62
26. Selección de dispositivo para la instalación de CentOS .....	63
27. Activación de la red.....	63



28. Configuración de Security Policy. ....	64
29. Asignación de usuario y contraseña. ....	64
30. Instalación de CentOS. ....	65
31. Actualización de paquetes con el comando Yum Update. ....	65
32. Comando wget ejecutándose.....	66
33. Comando. wget -O - <a href="http://repo.issabel.org/issabel4-netinstall.sh">http://repo.issabel.org/issabel4-netinstall.sh</a>   bash ejecutándose.....	66
34. Asignación de contraseña para la base de datos. ....	67
35. Asignación de contraseña al usuario Administrador. ....	67
36. Pantalla con la bienvenida a Issabel.....	68
37. Pantalla principal de Issabel, en el entorno Web.. ....	68
38. Creación de las extensiones pbx .....	69
39. Configuración del dispositivo telefónico IP/SIP. ....	70
40. Fotografía de los dispositivos IP/SIP conectados al switch .....	71
41. Entorno gráfico del escritorio de Issabel .....	72
42. Captura de pantalla de la llamada entrante .....	73
43. Marcación de un dispositivo IP/SIP a un número celular .....	73
44. Monitoreo de las extenciones activas.. ....	74
45. Reporte de llamadas realizadas.....	74
46. Velocidad de descarga de paquetes.....	80
47. Velocidad de descarga de paquetes.....	80

## RESUMEN

El objetivo del presente proyecto consiste en implementar el servicio de voz sobre ip cómo una alternativa de comunicación para el personal del Centro de Salud Urbano Uno. Esta solución se propone debido a que se remodelo la instalación, así como el incremento de nuevas áreas por lo que surge la problemática de ¿cómo se comunicarán entre ellas y el exterior a la red pública telefónica?, tomando en cuenta que el costo de la telefonía es elevado. Ante esta interrogante se emplea la metodología top down para lograr implementar el servicio VoIP y ofrecer eficacia y eficiencia así también se configuró Issabel, el cual se basa en Asterisk sobre una distribución libre de sistema operativo CentOS, de igual manera se configuró el firewall para una mayor seguridad en el canal de las llamadas. Con el fin de lograr la comunicación, se configuró los servicios de extensiones con la central telefónica PBX de Asterisk por medio de teléfonos IP, los cuales utilizan el protocolo SIP y la codificación de voz, así como la supresión del ruido, al operar Issabel como administrador el cual enrutan las llamadas mediante una tarjeta FXO DAHDI que se encarga de conectar las líneas troncales para realizar la conversión de analógico a digital. Lo anterior se concluye al utilizar código Open Source para implementar servicios VoIP y ahorrar costó así cómo beneficiar a los usuarios al ser una interfaz fácil de administrar y al mismo tiempo contener altos niveles de seguridad.

## **SUMMARY**

The objective of this project is to implement the voice over IP service as a communication alternative for the staff of the Centro de Salud Urbano Uno. This solution is proposed due to the fact that the installation was remodeled, as well as the increase in new areas, which is why the problem arises of how will they communicate between them and the outside to the public telephone network?, Taking into account that the cost of the telephony is high. Faced with this question, the top down methodology is used to implement the VoIP service and offer effectiveness and efficiency, thus Issabel was also configured, which is based on Asterisk on a free distribution of the CentOS operating system, in the same way the firewall was configured for a greater security in the call channel. In order to achieve communication, the extension services were configured with the Asterisk PBX telephone exchange through IP phones, which use the SIP protocol and voice coding, as well as noise suppression, when operating Issabel as administrator which routes the calls through an FXO DAHDI card that is responsible for connecting the trunk lines to perform the analog to digital conversion. The above is concluded by using Open Source code to implement VoIP services and saving costs, thus benefiting users by being an easy-to-administer interface and at the same time containing high levels of security.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto de investigación propone la red de voz y datos. Con la implementación de esta central telefónica VoIP, se beneficiará a más de 80 áreas del Centro de Salud Urbano Uno “Manuel Martínez Soto”, dependiente de la Secretaria de Servicios de Salud del Estado de Oaxaca (SSO), así como personal administrativo y a diferentes empleados del centro de trabajo, para lograr una mejor comunicación en la mayoría de las áreas; para la realización de este proyecto también se garantiza la calidad de transmisión de voz y datos con la menor interferencia posible y lograr una satisfacción a los usuarios. Así también las ventajas que este ofrece como son la escalabilidad del proyecto, la confidencialidad y la administración de extensiones.

Este proyecto busca integrar la red de voz en la ya existente red de datos, para obtener grandes beneficios económicos, a esta integración se le conoce como Telefonía VoIP ya que ofrece mejor servicio al ahorrar costos e infraestructura.

Mediante la telefonía VoIP se ofrecerán servicios de voz básica, es decir proporcionar las funciones básicas de la telefonía tradicional, como es el caso de la llamada en espera, transferencia, conferencia, retención y demás.

En cuanto a la reducción de costos se notará un ahorro bastante real en la telefonía a larga distancia o para la realización de llamadas ilimitadas ya que con la ayuda del conmutador PBX las llamadas interiores con las extensiones de las diferentes áreas del Centro de Salud Urbano Uno, no saldrá por la red pública, sino dentro del mismo.

Esto quiere decir que será una tarifa establecida por el proveedor de internet así es pues si utilizan el servicio las 24 hrs o una hora el costo sería el mismo. ya que este es muy importante para el Centro de Salud Urbano Uno, debido a que cuenta con 80 áreas que requieren de la comunicación.

Así también se pretende un menor costo en energía eléctrica debido a que los teléfonos son alimentados mediante un switch POE (Energía sobre ethernet), y no se requiere de un número de cables conectados directamente a la corriente.

En los siguientes capítulos se explica de forma detallada y secuencial el sustento del trabajo de investigación.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 General

Gestionar las comunicaciones telefónicas internas y externas a través de un sistema de telefonía IP utilizando software como base para la construcción de una central telefónica (PBX) en el Centro De Salud Urbano Uno de los SSO, para permitir reducir los costos de los gastos en telefonía y desplegar un sistema de telefonía integrado y organizado.

### 1.1.2 Específicos

- Determinar los requisitos de las necesidades de comunicación telefónica del personal para la comunicación organizacional
- Diseñar el plan de marcación (Dial Plan) adecuado para el Centro De Salud Urbano Uno.
- Evaluar y seleccionar el hardware (teléfonos IP) a usarse en el sistema de telefonía IP adecuado para cada tipo de usuario.
- Analizar e interpretar el funcionamiento de hardware y software de un sistema telefónico IP basado en la plataforma Asterisk para la programación del conmutador.

- Instalar la central telefónica con su servidor y equipos que conforman toda la infraestructura de telecomunicaciones correspondiente para voz sobre IP.
- Identificar los distintos protocolos de comunicación que se utilizan en VoIP para su implementación en este proyecto, en especial el protocolo SIP (Protocolo de inicio de sesiones).

## **1.2 Hipótesis**

La implementación de un sistema de telefonía IP basado en software influye en eficiencia, organización y coordinación en la comunicación del Centro de Salud Urbano Uno de SSO.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 Que es la red de computadoras**

Una red de computadoras, también llamada red de ordenadores o red informática, es un conjunto de equipos (computadoras y/o dispositivos) conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte de datos, que comparten Información (archivos), recursos, impresoras, servicios (acceso a internet, E-mail, chat, juegos) (Tenenbaum, 2003).

#### **2.2 Clasificación de redes**

Las redes se configuran con el objetivo de transmitir datos de un sistema a otro o de disponer recursos en común, como servidores, bases de datos o impresoras (Martos, 2007).



En función del tamaño y del alcance de la red de ordenadores, se puede establecer una diferenciación entre diversas dimensiones de red. Entre los tipos de redes más importantes se encuentra la red de área local (Martos, 2007).

### 2.2.1 Red de área local

Una red de área local, red local o LAN (del inglés local area network) es la interconexión de varias computadoras y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros, o con repetidores podría llegar a la distancia de un campo de un kilómetro (Wayne, 2003).

### 2.2.2 Método de conexión

Por medios guiados: la información viaja en forma de ondas encapsuladas dentro de un cable, cómo lo son (Cedano, 2014):

- Par trenzado: forma de conexión en la que dos aisladores son entrelazados para tener menores interferencias, aumentar la potencia y disminuir la perturbación del ruido de los cables adyacentes como lo es el cable de par trenzado sin blindaje (UTP).
- Cable de par trenzado sin blindaje (UTP) Unshielded twisted pair: contiene pares trenzados sin blindar que se utilizan para diferentes tecnologías de redes

locales. Es de bajo costo y de fácil uso, pero produce más errores que otros tipos de cable y tiene limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal. Su resistencia es de 100 ohmios.

- Fibra óptica: es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir (Cedano, 2014).

### 2.2.3 Topología de la red

Es el arreglo físico o lógico en el cual los dispositivos o nodos de una red (computadoras, impresoras, servidores, hubs, Switchs, enrutadores,) se interconectan entre sí sobre un medio de comunicación. Está compuesta por dos partes, la topología física, que es la disposición real de los cables (los medios) y la topología lógica, que define la forma en que los hosts acceden a los medios. La topología física que se utilizara es jerárquica (Heredero *et al.*, 2004).

- La topología jerárquica es similar a una estrella extendida, pero en lugar de conectar los hubs o Switchs entre sí, el sistema se conecta con un computador que controla el tráfico de la topología (Heredero *et al.*, 2004).

#### 2.2.4 Direccionalidad de los datos

La clasificación de redes consiste de qué manera el emisor y receptor interpretan la información, y la forma en que esta fluye es mediante la dirección Full-Dúplex (bidireccionales): ambos pueden transmitir y recibir a la vez una misma información. (videoconferencia) (Binaji, 2016).

### **2.3 Protocolos de red**

Son un conjunto de reglas que gobiernan la comunicación entre dispositivos que están conectados a una red. Dichas reglas se constituyen de instrucciones que permiten a los dispositivos identificarse y conectarse entre sí, además de aplicar reglas de formateo, para que los mensajes viajen de la forma adecuada de principio a fin. Dichas reglas de formateo determinan si los datos son recibidos correctamente o si son rechazados o ha habido algún tipo de problema en la transferencia de la información (Wayne, 2003).

#### 2.3.1 Protocolo de la capa de acceso al medio

El protocolo ARP (Address Resolution Protocol) para redes IPv4 es uno de los protocolos fundamentales de Internet y de las redes locales (Desongles, 2005).

Este protocolo también trabaja junto con el protocolo IP para mapear direcciones IP en relación a las direcciones de hardware utilizados por un protocolo de enlace

datos. A estas direcciones de hardware se las denominan direcciones MAC. Estas direcciones sirven de código de identificación para cada una de las interfaces de red de los dispositivos. ARP opera en el medio de la capa de red y la capa de acceso al medio (si consideramos al modelo TCP/IP). Este protocolo se aplica cuando se utiliza el protocolo IP sobre Ethernet (Desongles, 2005).

### 2.3.2 Protocolo IP de la capa de red

El protocolo de IP es un estándar con especificaciones respecto a cómo deben funcionar los dispositivos conectados que se encuentran en Internet. Por un par de razones: el direccionamiento y el routing (Pérez, 2014).

El direccionamiento consiste en asegurar que cualquier dispositivo conectado a una determinada red cuente con una dirección de IP única. Así, se podrá conocer al origen y el destino de los datos en tránsito (Banquet y Bobillier, 2015).

(Verón, 2010) Por otro lado el routing determina el camino por el cual el tráfico debe transitar teniendo como base la dirección IP. La tarea de routing es realizada mediante los RouterOS, no solamente el que tenemos en nuestro hogar, sino los RouterOS de los operadores. A su vez, varios protocolos interactúan con IP para posibilitar la comunicación en cualquier red.

### 2.3.3 Protocolo de la capa de transporte

El protocolo de control de transmisión (TCP) es el aliado de IP para garantizar que los datos se transmiten de manera adecuada a través de Internet. Su función principal es asegurar que el tráfico llegue a destino de una manera confiable. Esta característica de confiabilidad no es posible lograrla únicamente mediante IP. Otras funciones de TCP son (Wayne, 2003):

- Que no se pierdan los paquetes de datos.
- Control del orden de los paquetes de datos.
- Control de una posible saturación que se llegue a experimentar.
- Prevención de duplicado de paquetes.

### 2.3.4 Protocolo de la capa de aplicación

- Hipertexto Transfer Protocol (HTTP) es el protocolo que permite que los navegadores y servidores web se comuniquen adecuadamente. Este es utilizado por navegadores web para solicitar archivos HTML de parte de los servidores remotos. Así, los usuarios podrán interactuar con dichos archivos mediante la visualización de las páginas web que cuentan con imágenes, música, vídeos y texto<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup><http://itroque.edu.mx/cisco/cisco1/course/module10/10.1.1.4/10.1.1.4.html>.

- Domain Name System (DNS) es el servicio encargado de traducir/interpretar nombres de dominio a direcciones IP. Recordar que los nombres de dominio se constituyen en base a caracteres alfabéticos (letras), los cuales son más fáciles de recordar. Para el usuario, es más fácil recordar un nombre que una serie numérica de cierta longitud. Sin embargo, internet en general funciona mediante las direcciones de IP. Siempre y cuando introduzca un nombre de dominio en el navegador, un servicio DNS recibe esa información para interpretarla y permitir la visualización de la página web deseada<sup>2</sup>.

## 2.4 Componentes de una red

Firewall es un elemento de seguridad que filtra el tráfico de red que a él llega, con un cortafuego se puede aislar un ordenador de todos los otros ordenadores de la red excepto de uno o varios que son los que nos interesa que puedan comunicarse con él<sup>3</sup>.

Router es un dispositivo de interconexión de redes de computadores que funciona como un bridge (puente de red) y como un enrutador. Un router puede ser configurado para actuar como bridge para parte del tráfico de red, y como enrutador para el resto<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup><https://www.hostinger.mx/tutoriales/que-es-dns/>

<sup>3</sup><https://tecnologia-informatica.com/que-es-firewall-como-funciona-tlPos-firewall>

<sup>4</sup><https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-router-wifi-comprar-mpliar-alcance/>

Switch es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa dos (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. La función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red<sup>5</sup>.

Switch Power over Ethernet (PoE) la alimentación a través de ethernet permiten que la alimentación eléctrica se suministre a un dispositivo de red (switch, punto de acceso, router, teléfono o cámara IP, etc) usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red<sup>6</sup>.

Hub es un dispositivo que permite centralizar el cableado de una red y poder ampliarla. Esto significa que dicho dispositivo recibe una señal y repite esta señal que emite a través de los puertos<sup>7</sup>.

Tarjeta de conexión a la red toda computadora que se conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectará a la parte trasera de la tarjeta, la compatibilidad a nivel físico y lógico se convierte en una cuestión relevante cuando se considera el uso de cualquier tarjeta de red. Hay que

---

<sup>5</sup><https://www.definicionabc.com/tecnologia/switch.php>

<sup>6</sup><https://www.fs.com/mx/how-to-connect-poe-switch-aid-622.html>

<sup>7</sup><https://www.definicionabc.com/tecnologia/hub-concentrador.php>

asegurarse que la tarjeta pueda funcionar en la estación deseada, y de que existen programas controladores que permitan al sistema operativo enlazarlo con sus protocolos y características a nivel físico<sup>8</sup>.

Las estaciones de trabajos pueden ser computadoras personales, se encargan de sus propias tareas de procesamiento, así que cuanto mayor y más rápido sea el equipo, mejor<sup>9</sup>.

Servidor es una computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes. También se suele denominar con la palabra servidor a Una aplicación informática o programa que realiza algunas tareas en beneficio de otras aplicaciones llamadas clientes. Algunos servicios habituales son los servicios de archivos, que permiten a los usuarios almacenar y acceder a los archivos de una computadora y los servicios de aplicaciones, que realizan tareas en beneficio directo del usuario final<sup>10</sup>.

## 2.5 Sistema operativo

Un sistema operativo es un conjunto de programas o software, destinado a permitir la comunicación entre el usuario y la máquina de forma cómoda y

---

<sup>8</sup> <https://oboutespañol.com/que-es-una-tarjeta-de-red-841391>

<sup>9</sup> [https://techlandia.com/estacion-computadora-hechos\\_400522/](https://techlandia.com/estacion-computadora-hechos_400522/)

<sup>10</sup> <https://site/informaticaredessdecomputadoras/unidad-1-introduccion-a-las-redes-de-datos>



eficiente; se encarga de gestionar los recursos del ordenador, esto incluye la gestión del hardware desde los niveles más básicos (Martínez *et al.*, 1997).

### 2.5.1 Componentes del sistema operativo

Es el programa (o software) más importante de un ordenador. Para que funcionen los otros programas, cada ordenador de uso general debe tener un sistema operativo. Los sistemas operativos realizan tareas básicas, como reconocimiento de la conexión del teclado, enviar la información a la pantalla, no perder de vista archivos y directorios en el disco, y controlar los dispositivos periféricos tales como impresoras, escáner, etc. Estos elementos se incluyen por lo general en este conjunto de software (Pérez, 2009).

- El núcleo, que representa las funciones básicas del sistema operativo, como, por ejemplo, la gestión de la memoria, de los procesos, de los archivos, de las entradas/salidas principales y de las funciones de comunicación<sup>11</sup>.
- El intérprete de comandos, que posibilita la comunicación con el sistema operativo a través de un lenguaje de control, permitiendo al usuario controlar los periféricos sin conocer las características del hardware utilizado, la gestión de las direcciones físicas, etcétera (Barberan, 2010).

---

<sup>11</sup> <https://www.adslzone.net/reportajes/software/que-es-sistema-operativo/>

- El sistema de archivos, que permite que los archivos se registren en una estructura arbórea (Wayne, 2003).

### 2.5.2 Que es GNU/Linux

Linux se diseñó para que fuera un sistema multi tarea y multi usuario. Estos hechos son suficientes para diferenciar a Linux de otros sistemas operativos más conocidos. Sin embargo, Linux es más diferente de lo que pueda imaginar. Nadie es dueño de Linux, a diferencia de otros sistemas operativos. Gran parte de su desarrollo lo realizan voluntarios de forma altruista (Rivero, 2009).

### 2.5.3 Sistema operativo CentOS

(Baclit, 2009) El Community Enterprise Operating System (CentOS), es un sistema operativo de código abierto, basado en la distribución Red Hat Enterprise Linux, conocido por la estabilidad, consistencia, administración fácil y replicación directa, operándose de manera similar, y cuyo objetivo es ofrecer al usuario un software de "clase empresarial" gratuito, se define como robusto, estable y fácil de instalar y utilizar, sus características son:

- Estabilidad: CentOS se desarrolla de forma continua con el fin de ofrecer la plataforma perfecta para el software más reciente.

- Seguridad: su código fuente subyacente cuenta con un elevado nivel en seguridad. Además, a la hora de integrar nuevos programas o actualizar CentOS, la comprobación de la seguridad y de errores tienen prioridad (Baclit, 2009).

## **2.6 Sistema Asterisk para el conmutador o central telefónica**

Esta aplicación fue desarrollada por el estudiante universitario Mark Spencer en 1999, él creó una empresa llamada LSS (Linux Support Services o Servicio de Soporte de Linux), comenzó a dar soporte en diversos servicios instalados en sistemas Linux. A medida que evolucionó la empresa, surgió la necesidad de crear un software que pudiera sustituir la central telefónica que existía en ese entonces, en esa etapa fue donde comenzó a desarrollar Asterisk (Pérez, 2009).

En el año 2002 cambió el nombre de la empresa LSS (Linux Support Services o Servicio de Soporte de Linux) a Digium, empresa que actualmente desarrolla Asterisk, evidentemente la aplicación se utiliza notablemente en los últimos años (Barberan, 2010).

Es un sistema de centralita IP utilizado por empresas de todos los tamaños para mejorar la comunicación, es líder mundial en plataformas de telefonía de código abierto, es el encargado de convertir un ordenador de propósito general en un sofisticado servidor de comunicaciones VoIP (Pérez, 2014).

### 2.6.1 Finalidad

Asterisk fue desarrollado con la finalidad de intercambiar voz entre: teléfonos normales (analógicos) y teléfonos IP por medio de una interfaz de conversión analógico-digital, gateways, servidores con Asterisk, teléfonos basados en software también llamados softphone, estos teléfonos regularmente se bajan de la web al existir versiones gratuitas y versiones comerciales(Perez, 2014).

El software básico de Asterisk incluye bastantes características, previamente disponibles en sistemas PBX propietarios, tales como: buzón de voz, conferencias de llamadas, respuesta interactiva y distribución automática, entre otras características<sup>12</sup>.

Los usuarios pueden agregar funciones de varias formas, al desarrollar scripts en el lenguaje propio de Asterisk, que posteriormente serán interpretados por éste; cuando se añaden módulos personalizados escritos en C; o al ser escritos en otros lenguajes. Para conectar teléfonos tradicionales a un servidor Linux con Asterisk, o para tener acceso a la PSTN (Public Switched Telephone Network o Red Telefónica Público Conmutada), el servidor debe estar equipado con cierto hardware ya que un modem no es suficiente<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> <https://www.asterisk.org/>

<sup>13</sup> <https://www.masIP.es/que-es-asterisk/>

Digium y otras empresas venden tarjetas con interfaz pci para conectar líneas telefónicas, líneas T1 o E1 que hace referencia a 32 canales digitales de 64K en un solo par de cobre, es decir que tiene 30 líneas telefónicas con una sola troncal, la primera y última se utilizan para control (Barberan, 2010).

También se les conoce como troncal digital, y otros servicios ya sean analógicos o digitales conectados al servidor. El mayor interés que recibe Asterisk se debe, en parte al soporte que presenta ante un amplio rango de protocolos de VoIP (Voice Over Internet o Voz por Internet), incluyendo SIP (Session Initiation Protocol o Protocolo de Inicio de Sesiones) (Barberan, 2010).

Asterisk, puede interpretar con teléfonos SIP al actuar como un servidor de registro y como puerta de enlace entre la tecnología IP (Internet Protocol o Protocolo de Internet) y la PSTN (Public switched telephone network o Red telefónica pública conmutada) (Aguilar, 2015)

Asterisk permite gradualmente migrar sistemas tradicionales hacia nuevas tecnologías. Algunas empresas están con servidores Asterisk en sustitución de los PBX; otras para proveer características novedosas que se pueden hacer con la aplicación de open Source (Pérez, 2009).

otras sólo migran a sistemas Asterisk para la reducción de costos, al transportar llamadas de larga distancia a través de internet como se ve en la Figura 1.

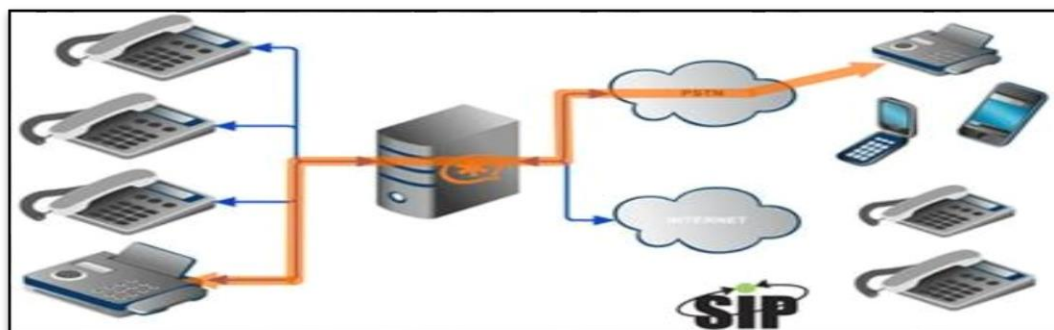


Figura 1. Asterisk sobre Internet. Fuente: Pérez, 2009

Asterisk permite tener un determinado número de teléfonos conectados un servidor el cual tenga establecida la aplicación y todas las configuraciones necesarias para realizar llamadas entre los mismos teléfonos de la misma red; además la aplicación es compatible con otras tecnologías como la PSTN (Public Switched Telephone Network o Red Telefónica Público Conmutada), lo que hace que la aplicación se convierta en una solución híbrida<sup>14</sup>.

El nombre hace referencia a un asterisco (\*), que es compatible para plataformas Unix/Linux, Mac, Solaris y Dos. Es más estable en open Source. Otro hecho destacable es que Asterisk trabaja en conjunto con los protocolos tcp/IP, suministra los servicios mediante protocolos IP y códec<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> <https://enlaza.mx/que-es-un-pbx-empresarial-basado-en-astisk/>

<sup>15</sup> <https://www.quarea.com/es/que-es-asterisk-centralita-telefonica-IP>

## 2.6.2 Licencia

Asterisk ha sido desarrollado con una doble licencia, por una parte, posee una licencia de software libre como es GPL (licencia publica general) que está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Y una licencia libre que permite ejecutar código cerrado o patentado (Pérez, 2014).

## **2.7 Issabel como administrador para la central telefónica**

Issabel, es un software de código abierto con nombre de mujer, surgió en el año 2016 de la mano de la comunidad de Asterisk para evitar la pérdida de los avances realizados durante años con Elastix, su predecesor<sup>16</sup>.

Se utiliza para instalar servidores. Las numerosas aplicaciones de Issabel hacen de este software una de las más completas herramientas de comunicaciones, sus funciones más destacadas son las siguientes<sup>17</sup>:

- Grabación de llamada
- Identificación de llamadas
- Configuración de callback
- Llamada en espera
- Soporte para videoconferencias

---

<sup>16</sup> <https://www.masIP.es/que-es-issabel/>

<sup>17</sup> <https://www.intersoftla.com/issabel/>

- Sintetización de voz
- Colas de llamadas
- Herramientas para crear lotes de extensiones.
- IVR flexible y configurable
- Identificación de llamadas
- Soporte para configuración de la central de llamadas dependiendo del horario.

### 2.7.1 Ventajas de Issabel

El software Issabel es una de las plataformas de comunicaciones más completas existentes en la actualidad, y aporta una serie de importantes beneficios a la empresa. A continuación, destacamos algunos de ellos (Yepez, 2018):

- Software gratuito: Issabel es un software de código abierto, que permite su descarga y utilización gratuita, además podemos realizar las modificaciones que consideremos oportuno.
- Interfaz intuitiva: el interfaz de gestión web es sumamente intuitivo, lo que permite una instalación y configuración muy sencilla y rápida.
- Desarrollo: Las funcionalidades de Issabel están en continuo desarrollo, ofreciendo cambios y mejoras actualizadas que mejoran día a día.



## 2.8 Firewall

Un firewall es un dispositivo que filtra el tráfico entre redes, como mínimo dos. El firewall puede ser un dispositivo físico o un software sobre un sistema operativo. En general se debe ver como una caja con dos o mas interfaces de red en la que se establecen unas reglas de filtrado con las que se decide si una conexión determinada puede establecerse o no. Incluso puede ir más allá y realizar modificaciones sobre las comunicaciones, como el NAT (Baclit *et al.*, 2009).

Hoy en día un firewall es un hardware específico con un sistema operativo o una IOS que filtra el tráfico TCP/UDP/ICMP/..IP y decide si un paquete pasa, se modifica, se convierte o se descarta. Para que un firewall entre redes funcione como tal debe tener al menos dos tarjetas de red (Baclit *et al.*, 2009).

### 2.8.1 Herramienta firewall iptables

Iptables es un Firewall simple instalado en la mayoría de las distribuciones de Linux. Esta es una herramienta de administración para la filtración y NAT de paquetes IPv4, en pocas palabras: es una herramienta para filtrar y bloquear tráfico de Internet. El firewall iptables está incluido por defecto en la mayoría de las versiones de CentOS (Bunají, 2016)

## **2.9 Introducción a la telefonía VoIP**

El sistema de VoIP empezó a difundirse entre los domicilios mediante software que utiliza internet para lograr que los usuarios puedan mantener diálogos a través de la computadora. El precio de cada llamada era cero, sin embargo, estas conversaciones a una velocidad de 56 Kbps entregada por un módem eran muy lenta y con ecos. Las primeras implementaciones de telefonía IP en Latinoamérica se iniciaron hace algunos años (Huidoro y Roldan, 2006).

Uno de los primeros casos del que se tiene conocimiento es en Colombia en la Universidad San Buenaventura, en Bogotá, que aproximadamente en el año 1999 logró instalar una red en el cual se llevó a cabo la convergencia de voz y datos (Huidoro y Roldan, 2006).

## **2.10 Voz sobre IP**

Básicamente describe a la propagación del tráfico de voz sobre internet, la transmisión de VoIP simplifica procesos y servicios que usualmente son de difícil implementación al utilizar la tradicional PSTN (Red Telefónica Pública Conmutada) además que representa un costo elevado. Dentro de las principales características de VoIP se tiene (Carballar, 2007):

- Voz IP puede transmitir más de una llamada sobre la misma línea telefónica funcionalidades que normalmente son facturadas con cargo por las compañías de teléfonos como: (identificación de llamadas, transferencia de llamadas) aquí son de menor costo o incluso gratuitas (Carballar, 2007).

### 2.10.1 Cómo funciona la voz sobre IP

Transforma las señales de voz en paquetes de datos reducidos que son transportados mediante internet en lugar de la tradicional PSTN (Public switched telephone network o Red Telefónica Pública Conmutada). Las señales de voz se encapsulan en paquetes IP que pueden ser transportados como IP nativo o como IP por Ethernet, Frame Relay o ATM (Cabezas, 2007):

#### a) Ventajas de la voz sobre IP

- Llamadas más baratas y entre sedes gratuitas.
- VoIP permite disfrutar de muchas funciones sin pagar tarifas adicionales tales como: (transferencia de llamadas, llamada en espera, captura y desvío de llamadas)
- Extender la productividad de la empresa automatizando y simplificando tareas.
- Tener amplia capacidad de expansión y movilidad.
- De fácil instalación y configuración en comparación a una central propietaria.

- Conectar todas sus sucursales en una sola red de teléfonos.
- Escalable en expansión o prevención de una red telefónica mas amplia
- Flexibilidad en video llamadas y conferencias

Integración con aplicaciones y sistemas

#### b) Desventajas de la voz sobre IP

- Calidad de llamada relativamente inferior con respecto a una de la PSTN.
- Sin seguridades suficientes un hacker puede tener acceso al servidor de VoIP y sufrir fraudes por suplantación de identidad.
- En el caso de que un virus infecte algún equipo de un servidor de VoIP el servicio telefónico puede quedar interrumpido
- Se debe disponer de un gran ancho de banda (Cabezas, 2007).

#### 2.10.2 Elementos de la VoIP

Los elementos que integran una red VoIP son partes esenciales en el proceso y se describen a continuación<sup>18</sup>:

- Cliente: pueden ser una App, un teléfono IP o un adaptador telefónico.
- Terminales: son los dispositivos que utilizarán los usuarios para comunicarse al realizar llamadas telefónicas. Implementados tanto en hardware como en software realizan las funciones de los teléfonos tradicionales.

---

<sup>18</sup> <https://www.uv.mx/universo/general/componentes-y-funciones-voip/>

- Gateway: de forma transparente se encargan de conectar las redes VoIP con las redes de telefonía tradicional.
- Gatekeepers: son el centro neurálgico de las redes VoIP. Se encargan de realizar tareas de autenticación de usuarios, control de admisión, control de ancho de banda, encaminamiento, servicios de facturación y temporización.

### **2.11 Red telefónica pública conmutada**

Ha sido tradicionalmente la PSTN (Public Switched Telephone Network) como la red pública de telecomunicaciones con mayor cobertura geográfica, la de mayor número de usuarios se afirma que es “el sistema más complejo que dispone la humanidad”, catalogada a la vez como la más importante en todo el mundo (Aguilar, 2015).

El hecho de ser conmutada significa que, se puede establecer una llamada entre dos usuarios en cualquier parte del mundo de manera distribuida, automática y prácticamente instantánea. Muy distinto de los sistemas de radiodifusión y de las redes privadas de comunicación (Prado, 2012).

En la red telefónica se utilizan muchos de los adelantos de las comunicaciones, como fibra óptica y la transmisión de señales digitales, pero en muchos sentidos sigue lo mismo del siglo XIX. La compatibilidad se ha mantenido en la mayoría los teléfonos con disco pueden coexistir con el equipo moderno de comunicación de datos (Alonzo *et al.*, 2015).

Aunque en un principio el propósito era transmitir la voz humana a diversos destinos y de una forma más o menos reconocible, la red telefónica conmutada se adaptó a cumplir con muchas otras necesidades como la comunicación de datos y la transmisión de video (Barberan, 2010).

## **2.12 Digitalización de la voz**

Uyless (2008) define que la voz humana, aun conducida a través de un teléfono, tiene una señal de tipo continua en el tiempo. En telefonía es necesario convertir dichas señales de audio a señales discretas en el tiempo. A este proceso de conversión analógico/ digital se le conoce como digitalización de la voz.

El objetivo de la digitalización es convertir la voz humana a un formato de información más manejable para los dispositivos que procesan y administran las señales (centrales telefónicas) (Uyless,2008).

Figueiras (2009) Menciona que la gran ventaja de trabajar con una señal digital es que, ante una posible atenuación, la señal puede re amplificarse y reconstruirse al mismo tiempo gracias a los sistemas de regeneración de señales, regularmente la comunicación entre centrales telefónicas es de tipo discreto (digital), al digitalizar una señal de voz, se debe entender que después de pasar por todo el proceso de conversión, se debe regresar a la forma continua (original);

con ello se cumple el proceso de comunicación de voz. Para hacer una conversión analógico-digitales tienen tres etapas.

### 2.12.1 Modulación

La modulación por impulsos codificados MIC o PCM (Pulse code modulation), es el procesamiento más utilizado en telefonía para convertir una señal analógica en digital y viceversa, esta conversión se basa en tres operaciones fundamentales: muestreo, cuantificación y codificación(Figueiras, 2009).

### 2.12.2 Muestreo de VoIP

Consiste en tomar de una señal analógica, pequeñas muestras en un intervalo de tiempo regular. Estas deben cumplir con el teorema de Nyquist, el cual dice: “Para que una señal pueda ser muestreada, procesada y posteriormente reconstruida a la forma original, debe cumplir la frecuencia de muestreo de la señal analógica a la señal original”, cómo se muestra en la Figura 2

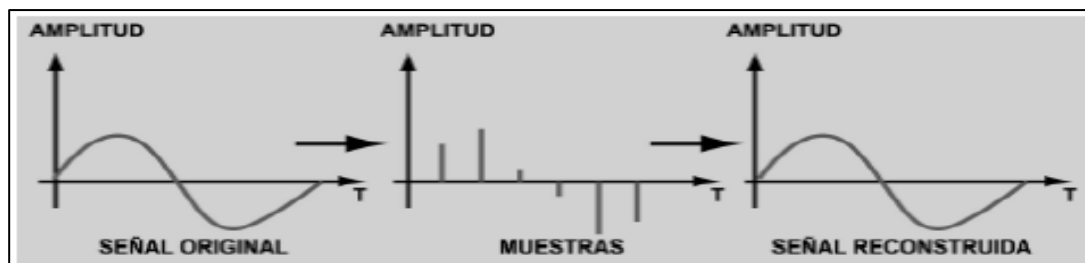


Figura 2. Muestreo de la señal original, procesada y reconstruida. Fuente: <http://www.servervolP.com/blog/digitalizacion-de-voz/principio-de-muestreo/>

### 2.12.3 Cuantificación de VoIP

El proceso de cuantificación digital es posterior a la etapa de muestreo en la que se toman valores de amplitud de una determinada señal analógica el objetivo es cuantificar con bits estos valores (Prado, 2012).

La cuantificación consiste en asignar valores de amplitud a una señal que ha sido muestreada, es decir, se asignan determinados niveles de cuantificación finitos (valores) al rango de amplitudes, de tal forma que las muestras de amplitud que estén dentro de un nivel de cuantificación tomen un valor aproximado al mismo. (Al nivel de cuantificación), tal como se muestra en la siguiente Figura 3 (Faundez, 2008).

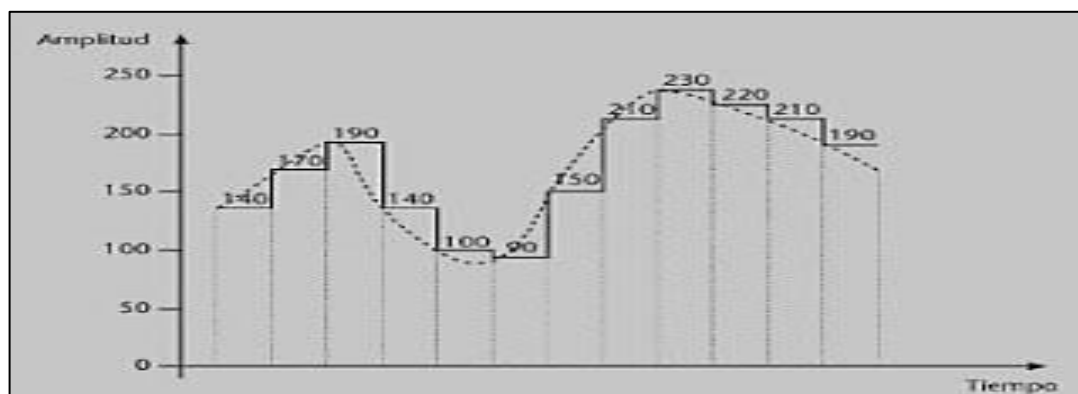


Figura 3. Cuantificación de una señal. Fuente: Faundez, 2008

El cuantificador asigna a todas las muestras que caigan en un mismo nivel de cuantificación. Existe un error de cuantificación en el proceso anterior debido a que se asignan valores aproximados de las amplitudes reales; el error de



cuantificación degrada la señal reconstruida. Para reducir el error, se agregan más niveles de cuantificación, al incrementar dichos niveles, los valores asignados serán más próximos a los reales así mismo se utilizan distintas técnicas de cuantificación (uniforme, logarítmica y vectorial) (Aguilar, 2015).

#### 2.12.4 Codificación de VoIP

La voz es una onda analógica que necesita transformarse a digital en algún formato antes de ser transmitida, Un codificador-decodificador o de manera abreviada códec es un algoritmo que traduce una señal analógica en una señal digital, por lo tanto, uno de los aspectos a valorar a la hora de elegir un códec es el tamaño al codificar la onda analógica<sup>19</sup>.

El próximo paso es la codificación, la cual consiste en asignar palabras binarias preestablecidas a cada nivel cuantificado, tal como se muestra en la Figura 4, de esta forma la señal analógica quedará expresada en dígitos (niveles binarios)<sup>20</sup>.

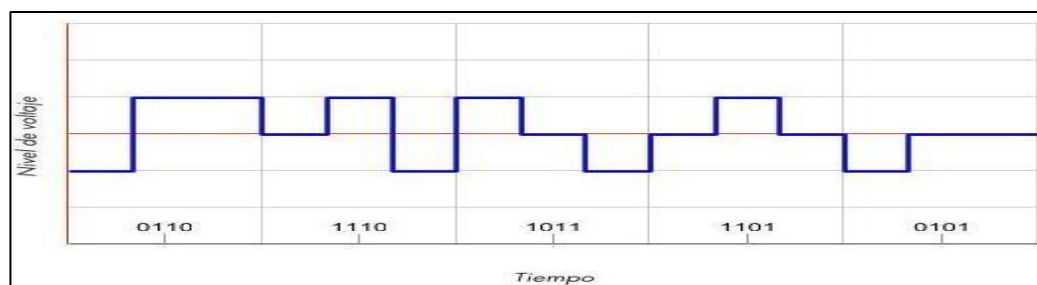


Figura 4. Codificación de una señal. Fuente: <https://www.adiptel.com/códec-voip/>

<sup>19</sup> <http://www.servervolp.com/block/codificación-de-la-voz/>

<sup>20</sup> <https://www.adIPtel.com/codec-voip/>

### **2.13 Señalización de la transmisión de voz**

A pesar de que en un principio la transmisión de la señal telefónica era totalmente analógica, es decir, del emisor al receptor, en la actualidad esta se reduce al último tramo, el comprendido desde la central local al abonado; el recorrido restante es transmitido en forma digital (Aman y Ardila, 2012).

En general, la señalización es la forma en que los dispositivos se ponen de acuerdo para la transmisión de voz, para ello se definen instrucciones tales que harán que se establezca un canal de comunicación. También se puede decir que la señalización es un mecanismo el cual permite comenzar, mantener y finalizar la transferencia de la voz (Caldera y Suazo, 2012).

Cabe señalar que, en un sistema de telefonía, la señalización es un factor indispensable para poder intercambiar voz. Sin la señalización es imposible lograr dicho intercambio (Carballar, 2007).

Para establecer una llamada de un punto a otro, se debe señalar toda la ruta, desde el abonado llamante hasta el abonado llamado. Se muestran los tipos de señalizaciones necesarias para establecer un canal de comunicación. Regularmente las señalizaciones necesarias en una llamada son las que van de teléfono a central, o bien, entre centrales (Andreu, 2011).

### 2.13.1 Señalización de usuario

El objetivo principal de los sistemas de señalización en una red de telecomunicaciones es permitir a los sistemas de conmutación intercambiar la información necesaria para el tratamiento del tráfico telefónico. Este tipo de señalización se da entre un abonado y la central local tal como aparece en la Figura 5 (Huidoro y Conesa, 2006).

Se usa el término “local “para definir una corta distancia entre el abonado y la central

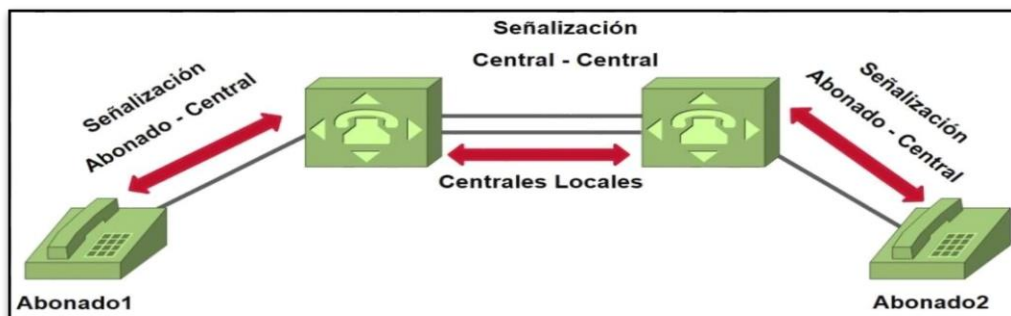


Figura 5. Señalizaciones para establecer un canal de comunicaciones. Fuente: Huidoro y Conesa, 2006.

El par de hilos en el extremo de la central están conectados a una batería de -48 volts; por el lado contrario, en el teléfono existe un interruptor conectado al suministro de energía de la central 48v. El interruptor permanece abierto siempre y cuando el teléfono esté colgado, si el teléfono se descuelga, el interruptor se cierra al generar una corriente de bucle, loop start en inglés (Almeida, 2015).

Cuando se cierra el circuito (loop start), la central emite un tono al usuario que la comunicación entre ambos fue exitosa e invitándole a marcar el número deseado, cómo se muestra en la Figura 6 (Almeida, 2015).

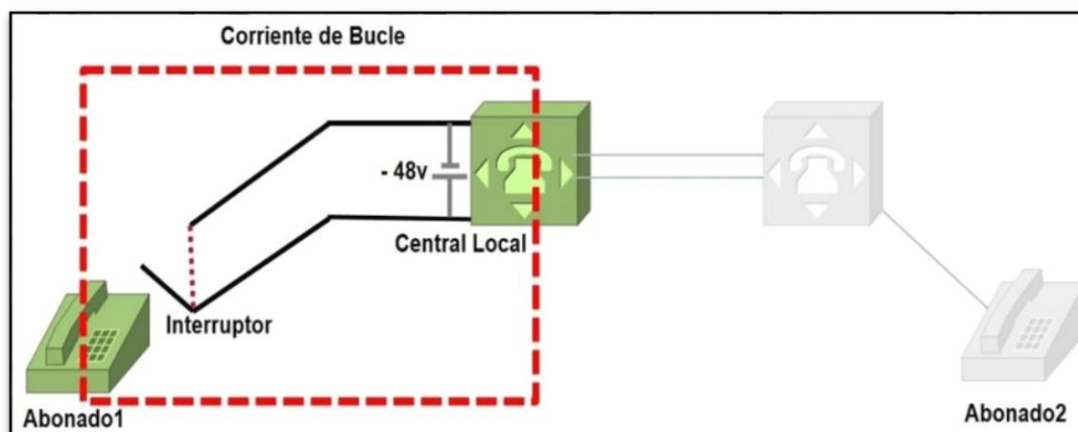


Figura 6. Señalizaciones entre abonado y central local. Fuente: Almeida, 2015

### 2.13.2 Señalización entre centrales

La señalización entre centrales telefónicas es de tipo digital, es decir, el intercambio de los mensajes para la señalización se da en bits. Esto tiene una gran ventaja, la distancia entre centrales es muy larga, se utilizan repetidores que retransmiten y amplifican la señal entre las centrales, a diferencia de repetir señales eléctricas, las señales digitales no se degradan y hacen eficiente el flujo de información en la señalización, entre centrales está involucrado el concepto de conmutación debido a los múltiples caminos (Alonzo *et al*, 2015).

### 2.13.3 Señalización completa de una llamada

La señalización es un proceso que está por detrás de una llamada, es todo un intercambio de mensajes entre los equipos, es decir el sistema debe producir, transmitir, recibir, reconocer e interpretar señales en un proceso cuyo resultado será una conexión específica a través del sistema de conmutación, como se muestra en la Figura 7<sup>21</sup>.



Figura 7. Señalización completa de una llamada. Fuente: Barberan, 2010

Al realizar una llamada, todo comienza desde el abonado llamante, pasa por la central local, ésta se comunica con la central en la cual está conectado. La señalización se da desde el abonado A y hasta el abonado B. al momento que los dos abonados se enlazan el emisor y receptor (Barberan, 2010).

<sup>21</sup> [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docts/voice/digital-cas/14007-net-signal-cotrol.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docts/voice/digital-cas/14007-net-signal-cotrol.html)

## 2.14 Conmutación de paquetes

El término conmutación se ha adoptado ya desde los principios de la telefonía, de forma muy simple, significa: cambiar o sustituir una cosa por otra. En el contexto de las comunicaciones, quiere decir: cambiar el destino de una señal o corriente eléctrica. Las distintas redes de telecomunicaciones se pueden clasificar en función de la técnica de conmutación empleada; así, se obtiene la conmutación telefónica basada en un circuito, de un paquete o mensaje (Aguilar, 2015).

Cada una adecuada para proporcionar determinados servicios, en general las de conmutación de circuitos las adecuadas para cursar el tráfico de voz ya que no introducen retardo durante la transferencia, al que la misma es muy sensible, llegan incluso a hacer inteligible una conversación si es muy elevado dicho retardo (Alonzo *et al.*, 2010).

Además, la imposibilidad de tener permanentemente conectados todos los usuarios entre sí, con dedicación exclusiva de ciertos medios para su uso, es lo que hace necesario el empleo de un sistema que permita establecer el enlace para la comunicación solamente durante el tiempo que ésta dure<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> <https://www.speedcheck.org/es/wiki/conmutación-de-paquetes/>

#### 2.14.1 Conmutación de circuitos para el canal de comunicación con el asterisk

Por conmutación de circuitos se entiende la técnica que permite establecer un canal de comunicación único dedicado a dos abonados por un periodo de tiempo determinado; Selecciona un camino disponible dentro de una red de nodos (centrales telefónicas) para que dos terminales -emisor y receptor- se comuniquen a través de un circuito único y específico (Prado, 2012).

#### **2.15 Establecimiento del circuito para la recepción**

El emisor solicita a un cierto nodo el establecimiento de conexión hacia una estación receptora. Este nodo es el encargado de dedicar uno de los canales lógicos a la estación emisora (Alonzo, 2015).

#### **2.16 Transferencia de datos en el Asterisk**

Una vez establecido el circuito exclusivo para esta transmisión (cada nodo reserva un canal para esta transmisión), la estación transmite desde el emisor hasta el receptor conmutado sin demoras de nodo en nodo, ya que estos nodos tienen reservado un canal lógico para ella y no necesitan procesar ninguna información (Barberan, 2010).

## 2.17 Desconexión del circuito para utilizar el nodo

Al terminar la transferencia, el emisor o el receptor indica al nodo más inmediato que ha finalizado la conexión, y este nodo informa al siguiente de este hecho y luego libera el canal dedicado en este caso deja a disposición de otros usuarios para la utilización de igual forma cómo se ve en la Figura 8 (Aman y Ardila, 2012).

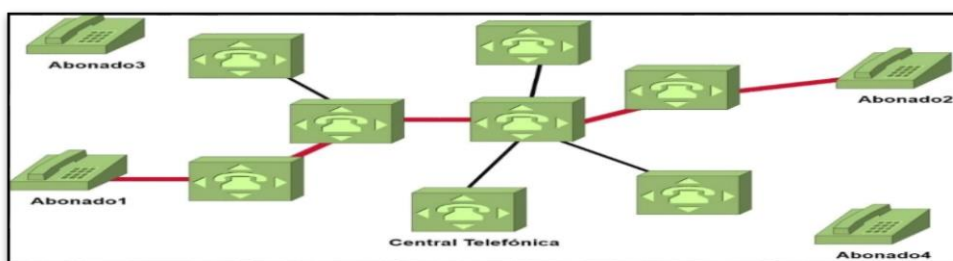


Figura 8. Conmutación de circuitos. Fuente: Aman y Ardila, 2012

Debido a que cada nodo conmutador debe saber organizar el tráfico y las conmutaciones, éstos deben tener la suficiente “inteligencia” como para realizar la labor eficientemente. Puesto que los canales (entre emisor/receptor y el nodo más cercano) están reservados, no circulen datos a través de ellos. Sin embargo, para tráfico de voz, el proceso de comunicación es casi continuo, puede ser un método bastante eficaz ya que el único retardo se presenta durante el establecimiento de la conexión (Caldera y Suazo, 2012).

Donde “N” es el número de usuarios a conectar. la eficiencia es muy baja, ya que, por ejemplo, para una red con solo cinco usuarios, se necesitan diez enlaces. al



tomar el mismo ejemplo, pero con una estructura en estrella, en donde el punto central es la central de conmutación, tan solo cinco enlaces. Las redes en malla resultan cuando el tráfico es alto y la distancia pequeña, las redes en estrella son ideal para tráfico pequeño y distancias grandes, como en la mayoría de los casos son aquellos nodos a los que se conectan los abonados (centrales locales) o intermedios entre nodo y nodo (centrales de tránsito) (Aguilar, 2015).

Se muestra que la red telefónica está organizada de manera jerárquica. El nivel más bajo (las centrales locales) se forma por el conjunto de nodos a que están conectados los usuarios. Siguen los nodos o centrales en niveles superiores, que no tienen usuarios: interurbanos y provinciales, conectados con enlaces de alta capacidad, como se muestra en la Figura 9 (Prado, 2012).

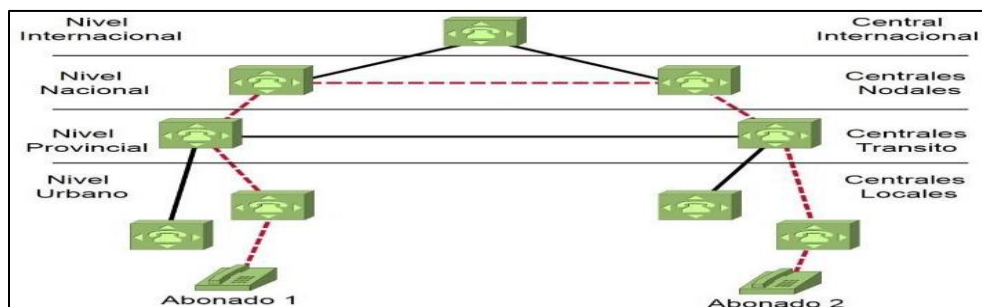


Figura 9. Jerarquías de la red telefónica. Fuente: Prado 2012

Con esta arquitectura se proporciona diferentes rutas para establecer llamadas, que son seleccionadas por los nodos, de acuerdo con criterios preestablecidos, y tratar de que la llamada no sea encaminada más que por aquellos nodos y canales estrictamente indispensables para completarla (Alonzo *et al*, 2015).

### **2.18 Private Branch Exchange, central de comunicación privada (PBX) para conexión de llamadas**

Un PBX es privado de conmutación automática o más bien una central privada automática, es un instrumento que se localiza dentro de una organización y que conecta las llamadas telefónicas que llegan por líneas troncales de la red telefónica conectada al sistema público a las extensiones asignadas. Los PBX pueden conmutar las llamadas a las extensiones que se ubican en otros PBX conectados. Casi todas las interconexiones de PBX son digitales, e incluso podrían ser circuitos T1, dedicados al propósito específico de interconectar PBX (Barberan, 2010).

Consiste simplemente en conectar las líneas al PBX y conectarse a una unidad separada que convierte las señales de voz y las de transporte en un formato IP. A éstas unidades se les conoce como reveladores VoIP y se conectan a un gateway que las transportará por una red IP. (Aman y Ardila, 2012).

### **2.19 Protocolo IAX2 (Inter-Asterisk Exchange)**

El protocolo IAX (ahora referido generalmente como IAX2 por la segunda versión) es uno de los protocolos utilizados por la central Asterisk para manejar conexiones VoIP entre servidores, y clientes VoIP que lo utilizan. IAX es robusto y muy simple en comparación con otros protocolos. Es por ello que este protocolo

es el más recomendado para la conexión con servidores asterisk ya que permite manejar una gran cantidad de códecs y flujo de audio/video, puede ser utilizado para transportar virtualmente cualquier tipo de datos. Es muy útil para realizar videoconferencias o presentaciones remotas. IAX utiliza un único puerto UDP, generalmente el 4569, para comunicaciones de señalización y datos entre puntos<sup>23</sup>.

El tráfico de voz es transmitido en banda (in-band), lo que hace a IAX2 un protocolo casi transparente a los cortafuegos y eficaz para trabajar en redes internas. En esto se diferencia de SIP, que utiliza una conexión RTP (real time transport o protocolo de transporte en tiempo real) fuera de banda (out-of-band) para entregar la información. IAX soporta entroncamiento (trunking), el cual un sólo enlace permite enviar datos y señalización por múltiples canales. el cual permite un mejor transporte de voz debido a que se encarga de suprimir el mayor ruido posible (Faundez, 2008).

Su objetivo 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 proveer un soporte nativo para ser transparente a los NAT. La estructura básica de IAX se fundamenta en el multiplexaje de la señalización y el flujo de datos sobre un mismo puerto de red entre dos sistemas (Alonzo *et al*, 2015).

---

<sup>23</sup> <https://www.3cx.es/voIP-sIP/central-telefonica-pbx/>

## 2.20 Codecs para la transformación de voz a datos

Códec es la abreviatura de codificador-decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos, capaz de transformar un archivo con un flujo de datos (stream) o una señal. Los códecs pueden codificar el flujo o la señal (a menudo para la transmisión, el almacenaje o el cifrado) y recuperarlo o descifrarlo del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones (Sattar, 2007).

Los códecs son usados en videoconferencias y emisiones de medios de comunicación, proporcionan diversas calidades de habla. El códec G.711 es el que mayor calidad de la voz consigue, sin embargo, el precio que hay que pagar es un mayor consumo de ancho de banda, requiere de 64kbps (Andreu, 2011).

Una manera de reducir el ancho de banda es disminuir el número de bits empleados en la codificación o tomar frecuencias de muestreo menores que la de Nyquist. El problema, entonces es la distorsión energética que sufre la señal durante el muestreo. Sin embargo, conseguir la disminución del ancho de banda afectaría en otros aspectos, como un aumento del retardo y una disminución de la calidad<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> <https://www.profesionalreview.com/2020/02/15/que-es-codec/>

Esta calidad no es una cantidad finita, es más bien subjetiva. Lo que una persona pensaría que es un habla perfectamente clara podría sonar demasiado confuso y electrónico para otra persona. La forma de hacer que el subjetivo mundo de la calidad en el sonido sea más subjetivo es por medio de la Mean Opinión Score (MOS, puntuación de opinión media)<sup>25</sup>.

### 2.21 Las terminales de telefonía IP

Una terminal telefónica IP es un dispositivo completamente digital y programable permite realizar una comunicación de voz o vídeo utilizando el protocolo IP, en una red LAN. tiene más ventajas que un teléfono convencional; algunos pueden tener múltiples líneas, incluir cámara de vídeo para realizar videoconferencias y servicios de calidad (Qos) (Faundez, 2008).

La configuración se realiza mediante un sistema de administración accedido vía web en una dirección IP asignada. Un teléfono IP suele ser un equipo que utiliza una conexión de red de datos en lugar de una conexión de red telefónica, como se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Teléfono IP. Fuente: Almeida, 2015

<sup>25</sup> <https://www.3cx.es/voIP-sIP/codecs/>

El Adaptador de teléfono analógico (ATA) son dispositivos que permiten conectar un teléfono analógico o RDSI a una red de VoIP. Disponen de un sistema de administración y gestión similar a los teléfonos IP, por lo que poseen también dirección IP, y las mismas ventajas que cualquier terminal IP (Yepez, 2018).

## 2.22 Metodología TOP DOWN utilizada

El propósito de esta metodología es diseñar redes que satisfagan los objetivos empresariales y técnicos de cualquier organización. Proporciona procesos y herramientas probados para ayudar a cumplir con los requisitos técnicos en cuanto a funcionalidad, disponibilidad, escalabilidad, accesibilidad y seguridad, en la Figura 11 se muestran las etapas de la metodología. La principal ventaja de esta metodología es mayor productividad al dividir el problema principal es posible que se le asignen los sub problemas a diferentes personas, con lo que se podría llegar a la solución final de una forma más rápida<sup>26</sup>.



Figura 11. Metodología top down. Fuente: <http://juancarlossaavedra.me/2015/01/disenio-de-red-con-top-down/>

<sup>26</sup> <http://juancarlossaavedra.me/2015/01/disenio-de-red-con-top-down/>

- Fase I análisis de requerimientos: se refiere al análisis de requisitos comenzando con la identificación de objetivos de negocio y requisitos técnicos; también caracteriza el estado actual de la red, en esto se incluye la arquitectura y el rendimiento de los principales de la infraestructura y dispositivos. Por último, se analiza el tráfico de red, esto incluye el flujo de datos y carga de los equipos activos de red (Martin, 2003).
  
- Fase II diseño lógico de la red: esta fase muestra diagramas de red de acuerdo con la información tomada en la fase anterior, el plan de proyecto es actualizado con los datos más relevantes para la implementación y se incluye la planificación de la seguridad, la red de gestión de diseño y de requisitos de acceso (Arango, 2006).
  
- Fase III diseño de la red física: durante la fase de diseño físico, se proponen las tecnologías y productos (marcas y referencias de equipos) que concuerden con el registro de diseño lógico (Arango, 2006).
  
- (Martin, 2003) Fase IV pruebas, optimización y documentación del diseño de la red: se aplica un plan de prueba a un piloto o prototipo, si se halla una falla se optimiza el diseño de la red y se documenta el trabajo con el diseño final. En todas las fases del diseño se recomienda

retroalimentación, sugerencias, mejoras o necesidades de nuevas aplicaciones con el usuario para el monitoreo de la red.

- Fase V implementar y probar la red: realizar cronograma de implementación, implementación del diseño de red (final), realizar pila de pruebas (Alonzo *et al*, 2015).
  
- Fase VI monitorear y optimizar la red: operación de la red en producción, monitoreo de la red, optimización de la red (Aguilar, 2015).

### **2.23 Centro de Salud Urbano Uno**

Anteriormente el Centro De Salud Urbano Uno no contaba con una infraestructura completa de telecomunicaciones, En el año 2015 se inició la remodelación, se agregaron más áreas de trabajo e infraestructura para mejorar la red de datos. Para el 2019 contaba con áreas de consulta general, estomatología, control de embarazo, atención de partos y puerperio, estimulación temprano, curaciones, medicina preventiva, vigilancia epidemiológica, vacunación etc, así como con 120 profesionales de la Salud, entre médicos, odontólogos, psicólogos, promotores y administradores<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> <https://imparcialoaxaca.mx/la-capital/11356/centro-de-salud-urbano-no-1-concluire-hasta-el-2018/>



## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Debido a la problemática se plantea el presente proyecto que inicia a mediados del mes de febrero del año 2020, con el objetivo de gestionar las comunicaciones telefónicas internas y externas a través de un sistema de telefonía IP que utiliza software Open Source como base para la construcción de una central telefónica (PBX) en el Centro De Salud Urbano Uno de los SSO (Secretaria de Salud del estado de Oaxaca), para permitir reducir los costos de los gastos en telefonía y desplegar un sistema telefónico integrado y organizado.

A continuación, se describe la metodología a utilizar para poder llevar a cabo la central telefónica VoIP como resultado de los requisitos para una mejor comunicación y administración entre las áreas del Centro De Salud Urbano Uno. La metodología top down considera: análisis de requerimientos, desarrollo de diseño lógico, desarrollo de diseño físico, pruebas de diseño, optimización y documentación, implementación, pruebas, monitoreo y optimización de red.

## 3.1 Fase I

### 3.1.1 Análisis de requerimientos

- Analizar metas del negocio: el Centro De Salud Urbano Uno de la ciudad de Oaxaca de Juárez, debido al constante avance tecnológico y a la evolución de las redes de comunicación y de redes inalámbricas, requiere de una implementación de red de voz en la ya existente red de datos para tener una comunicación entre las distintas áreas.
  
- Analizar metas técnicas: el Centro de Salud Urbano Uno ya cuenta con una red de datos en topología de estrella, debido a las modificaciones de la red y para poder implementar el servicio de voz se renueva a topología por la jerárquica y se requiere implementar una central Telefónica IP-PBX para optimizar la comunicación y aprovechar el ancho de banda de la red de datos. Para lograrlo se toman en cuenta los siguientes parámetros:
  - a) Escalabilidad: cada una de las áreas cuenta con nodos que permiten conectar el teléfono IP y a este a su vez poder conectar a una PC para compartir el acceso a internet.
  
  - b) Disponibilidad: la red estará disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Las restricciones están ligadas a la no operatividad de la red por

diferentes causas como por ejemplo siniestros naturales, etc., que no está a nuestro alcance.

- c) Confidencialidad: protección de la información mediante análisis avanzado de protocolos, la cual debe actualizarse para incorporar un nivel de seguridad proactivo
  
- d) Facilidad de uso: Los usuarios pueden acceder a la red de manera muy fácil y hacer uso de ella en todo momento, así como el acceso ilimitado a sus marcaciones.
  
- e) Adaptabilidad: El diseño es flexible, y puede ser adaptado ante algún cambio con nuevas tecnologías y sistemas de información.

– Analizar red existente actualmente el Centro de Salud Urbano Uno cuenta con una sala de equipamiento y distribución principal (MDF) de tres troncales digitales del tipo ADSL que proporcionan conmutación telefónica y banda ancha a través del mismo medio, proporcionando un agregado de ancho de banda de 200Mbps. La distribución de la señal de banda ancha se hace a través de modem/gateways sin políticas de acceso y limitaciones de ancho de banda a través de sistemas de administración de la red.

Para llevar a cabo el presente proyecto, se utilizan los siguientes reactivos que a continuación se describen la cantidad a utilizar así también como su modelo (Cuadro1).

Cuadro 1. Descripción de los reactivos a utilizar. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

Cantidad	Unidad	Hardware
1	pza.	servidor de comunicaciones IP-PBXI, marca Dell modelo poweredge R330/ formato rack montable 1UR/ 4 bahias de 3.5" para disco/ procesador intel XEON E3-1230 quad core v6 3.5GHZ, 8MB en memoria cache, 4C/4T/ memoria RAM de 8GB DDR4 dram 2400mt/s ECC UDIM expandible hasta 64GB/ unidad de disco duro de 1TB SATA 7.2k RPM / controlador de discos PERCH H330/ interfaces de red 2 RJ45, gigabit ethernet/ unidad óptica dvd-writer/ fuente de poder de 250watts.
1	pza.	tarjeta FX0 TDM400E PCI-e tarjeta FX0 asterisk plataforma PBX TDM400E, 2 puerto análogos RJ11 conector
80	pza.	teléfono IP/SIP marca cisco modelo SPA-502g tipo estándar, dos jack RJ45, alimentación de voltaje PoE, incluye suministro instalación y configuración
80	pza.	cable de parcheo FTP cat 6 longitud de .5 mt. linked Pro
80	pza.	cable de parcheo FTP cat 6 longitud de 3 mt. linked Pro
1	pza.	UPS marca TripLite modelo Smart 1500LCD/ 1500VA / 900W LCD inteligente multifunción, regulador de voltaje (AVR), montable en rack 1U, 8 conectores nema 5-15R, 4 respaldo y 2 supresión, RJ11/RJ45/coax., usb/serial
1	pza.	routeador hasta 5 enlaces WAN con filtrado de paquetes y balanceo de cargas marca Mikrotik modelo router board 3011 uias, cpu 1 núcleo, 5 puertos Gb, 5 puertos fast, 1 puerto SFP, licencia nivel 5 y montaje en rack, configurado como firewall
2	pza.	switch marca cisco modelo catalyst WS-C3750v2-48PS-S 48-port PoE, 10/100/1000mbps, con 48 puertos RJ45 + 2 SPF GB, con capacidad poe en todos los puertos
4	pza.	transceptor cisco para fibra óptica mini-gbic SFP 1G lc tx:850nm para fibra multi modo hasta 550m
2	pza.	Jumper de fibra óptica multimodo 50/125 xglo om4, lc-lc dúplex, 3 metros
1	pza.	charola para servidor 2ur north system hasta 50kg negro
1	pza.	rack de piso 19" por 7ft abierto north system

## 3.2 Fase II

### 3.2.1 Desarrollo de diseño lógico de red

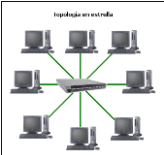
El diseño top-down de redes permite establecer la configuración correcta de los dispositivos físicos de la red según las normas de cableado estructurado.

Diseñar la topología de red es importante porque muestra cómo están conectados los nodos uno con otro para permitir brindar eficiencia, al tomar en cuenta que el teléfono IP se conecta al nodo y este teléfono proporcionara otro nodo para la conexión a internet para cubrir las necesidades de las áreas del Centro de Salud Urbano Uno, para lo cual se debe tener en cuenta varios factores como:

- Inversión a realizar.
- Tráfico en la red.
- Repartición de equipos.
- Escalabilidad.
- Flexibilidad
- Durabilidad
- Adaptabilidad
- Eficiencia

Se considera la información adquirida en el análisis del proyecto se encontró que ya cuenta con una topología de red instalada la cual se describe como del tipo estrella y presenta las siguientes características como se muestra en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de topología de estrella. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Topología	Características	Ventajas	Desventajas	Diseño
Estrella	Todos los equipos están conectados a un concentrador de cableado principal, los datos son transmitidos desde un punto central a los nodos, sin políticas de acceso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura simple</li> <li>- Cada PC es independiente de las demás PC</li> <li>- Facilidad de detectar errores</li> <li>- Fácil conexión a la red</li> <li>- Control de tráfico centralizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su funcionamiento, depende del switch/servidor central.</li> <li>- Si el switch/servidor falla, se cae toda la red.</li> <li>- Su crecimiento depende la capacidad del servidor</li> </ul>	

Esta topología implementada presenta flexibilidad y escalabilidad características que permiten que si un nodo presenta algún daño el desempeño de la red no se ve afectado, es decir cada pc es independiente del demás pc, así como su facilidad de conexión a la red y finalmente permite diagnosticar de forma más sencilla los diferentes problemas que puede presentar la red debido a que todo se concentra en un nodo central. Por tal motivo se procede a extender la topología de estrella implementada a una topología jerárquica, para así aprovechar al máximo toda la infraestructura de red.

A continuación, se muestra la propuesta de la topología para la comunicación entre las áreas del Centro de Salud, en donde el punto central se encuentra en el MDF, desde este punto se interconectan a los diferentes IDF mismos que permiten la conexión de todas las estaciones de trabajo que cuentan y solicitan una extensión telefónica, así como se muestra en la Figura 12.

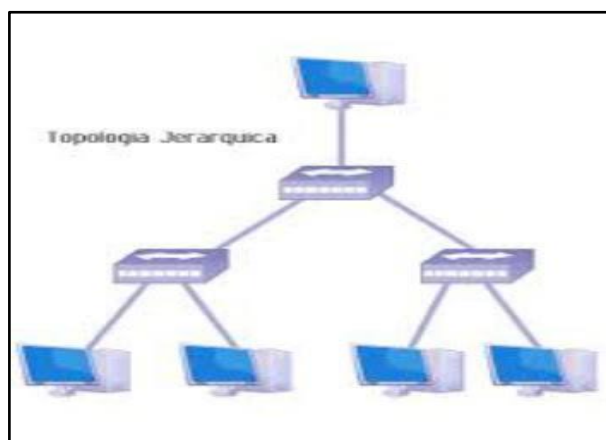


Figura 12. Topología jerárquica. Fuente: <https://images.app.goo.gl/b1GJYVqekhjRfnSh7>

### 3.3 Fase III

#### 3.3.1 Desarrollo de diseño físico

En esta fase se refleja una solución técnica debido a que al implementar el proyecto, es importante la selección adecuada de los reactivos a ser utilizados en el sistema de telefonía de VoIP ya que los mismos son los que garanticen el correcto uso y funcionamiento de dicho sistema.

Para el diseño físico se procede a realizar un análisis comparativo entre las varias marcas de dispositivos existentes en el mercado para así optar por la mejor opción al tomar en cuenta algunas características como, por ejemplo: escalabilidad, rendimiento, seguridad y factor económico.

Se debe tomar en cuenta que el Centro de Salud cuenta con el diseño del sistema de cableado estructurado para datos y voz, con tecnología Gigabit Ethernet en las áreas de distribución principal y Fast Ethernet en áreas de distribución intermedia. Para la elección de equipos se toma en cuenta los ya existentes dentro de las áreas como, por ejemplo: routers, switches, servidores, etc. Esta información permite elegir los equipos necesarios para el sistema de VoIP como: equipos terminales, Gateway de voz, etc.

### 3.3.2 Elección del equipamiento

La capa core utiliza un router para hasta cinco enlaces WAN, que permite filtrado de paquetes y balanceo de cargas marca Mikrotik modelo 3011 y un servidor de comunicaciones IP-PBX conmutador telefónico digital, marca Dell modelo poweredge R330 procesador intel XEON E3-1230 quad core v6 3.5GHZ, 8MB en memoria cache, 4C/4T/ memoria RAM de 8GB DDR4 dram 2400mt/s ECC UDIM expandible hasta 64GB/ unidad de disco duro de 1TB SATA 7.2k RPM.



Una capa de distribución con dos switch PoE marca Cisco con 24 puertos RJ45 + dos puertos SPF GB, con capacidad PoE en todos los puertos. Sistemas de cableado horizontal y vertical utilizando CAT seis hasta el escritorio.

Una Capa de acceso: nodos y teléfono IP/SIP Cisco SPA 502G con alimentación de voltaje PoE y dos interfaces ethernet (Figura 13).



Figura 13. Fotografía del interior en el cuarto de telecomunicaciones denominado rack. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

El plan de marcación o dial plan se define como un grupo de reglas que le indican a la central IP-PBX las rutas que debe seguir las llamadas para llegar al destino es decir es la tabla de enrutamiento.

En este caso el plan de marcación que se asigna al centro de salud se muestra en el cuadro siguiente y es el mismo que ya dispone actualmente debido a que resulta mucho más fácil seguir el uso de los mismos números para las extensiones que emplear unos nuevos como se muestra.

En el Cuadro 3 se muestra la cantidad de extensiones dentro del Centro de Salud Urbano Uno, así también el plan de marcación, el acceso a la red de telefonía pública se realiza al marcar el dígito nueve seguido del número telefónico.

Cuadro 3. Información general del plan de marcación. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

Información General	
Extensiones de la marcación	80
Plan de marcación	10 dígitos
Acceso a línea	9
Restricción a celular	Si
Restricción LD	No

El software a utilizar serán los siguientes: sistema operativo CentOS 7, Asterisk para la central telefónica y Issabel entorno grafico para la administración

### 3.4 Fase IV

#### 3.4.1 Pruebas del diseño, optimización y documentación

Esta sección aborda una breve explicación de la instalación y configuración tanto del router, servidor como de los teléfonos IP para el correcto funcionamiento. Para el desarrollo del proyecto se toma a Issabel como la plataforma IP-PBX para debido a que trabaja sobre el sistema operativo CentOS y libre de licencias. Y para el ruteo de paquetes se utiliza RouterOS de Mikrotik.

Para comenzar la configuración inicial de RouterOS se hace a través de una terminal que utiliza el protocolo ssh (security shell), por defecto well know port (puerto bien conocido) es 22. Una vez que se accede al router como se muestra en la figura anterior, aparece el mensaje de bienvenida Mikrotik y en seguida el cursor para poder realizar las configuraciones necesarias. como se muestra en la Figura 14.

```

MMM      MMM      KKK      TTTTTTTTTT      KKK
MMMM     MMMM     KKK      TTTTTTTTTT      KKK
MMM MMMM  MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  000000  TTT  III  KKK  KKK
MMM MM  MMM  III  KKKKK  RRR  RRR  000 000  TTT  III  KKKKK
MMM     MMM  III  KKK  KKK  RRRRRR  000 000  TTT  III  KKK  KKK
MMM     MMM  III  KKK  KKK  RRR  RRR  000000  TTT  III  KKK  KKK

MikroTik RouterOS 6.40.4 (c) 1999-2017      http://www.mikrotik.com/

[?] Gives the list of available commands
command [?] Gives help on the command and list of arguments

[Tab] Completes the command/word. If the input is ambiguous,
a second [Tab] gives possible options

/ Move up to base level
.. Move up one level
/command Use command at the base level

```

Figura 14. Captura de pantalla del acceso al Router Mikrotik. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

En seguida se seleccionan los puertos del router que se van a utilizar y se le define una subred, se asigna una dirección IP dentro del rango como se muestra en la Figura 15.

```

root@server:~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
[admin@MikroTik] > ip address print
Flags: X - disabled, I - invalid, (Disable) dynamic
# ADDRESS NETWORK INTERFACE
0 ;;; CLINICA
192.168.20.1/24 192.168.20.0 ether8_master
1 ;;; LAN10
10.10.1.4/27 10.10.1.0 sfp1-ADSL
2 ;;; RV
10.10.200.30/27 10.10.200.0 ether4
3 ;;; LAN
172.16.5.254/27 172.16.5.224 ether2
4 ;;; SERVER
10.10.20.1/28 10.10.20.0 ether2
[admin@MikroTik] >

```

Figura 15. Definición de puertos. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

Tercer paso con Firewall, el servidor cuenta con dos interfaces de red Gigabit Ethernet, la interface enp1s4 es definida como la interface “WAN” y la enp4s0 como la interface “LAN”. La interface Wan estará conectada a el router mientras que la interface LAN ira conectada a el switch, tal como se muestran en las Figuras 16 y 17.

```
root@server:~  
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda  
[root@server ~]# ifconfig  
enp1s4: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500  
  inet 10.10.20.10 netmask 255.255.252.0 broadcast 10.10.23.255  
  inet6 fe80::208:54ff:fe68:642d prefixlen 64 scopeid 0x20<link>  
  ether 00:08:54:68:64:2d txqueuelen 1000 (Ethernet)  
  RX packets 205556 bytes 40861332 (38.9 MiB)  
  RX errors 0 dropped 2 overruns 0 frame 0  
  TX packets 19060 bytes 1696626 (1.6 MiB)  
  TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Figura 16. Definición de Interfaz WAN. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

```
enp4s0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500  
  inet 10.1.3.250 netmask 255.255.255.224 broadcast 10.1.3.255  
  inet6 fe80::3e4a:92ff:feb2:c5d8 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>  
  ether 3c:4a:92:b2:c5:d8 txqueuelen 1000 (Ethernet)  
  RX packets 159639 bytes 14116981 (13.4 MiB)  
  RX errors 0 dropped 128783 overruns 0 frame 0  
  TX packets 27 bytes 4450 (4.3 KiB)  
  TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0  
  device interrupt 17
```

Figura 17. Definición de interfaz LAN. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

El código de configuración del Firewall está basado en iptables, el scrip se muestra en la siguiente Figura 18.

```
root@server:~
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
# Interfaz de red

WAN='enp1s4'

LAN='enp4s0'

# ----- INICIALIZACION -----

iptables -F

iptables -t nat -F

iptables -t mangle -F

iptables -X

# ----- LOOPBACK -----

iptables -A INPUT -i lo -j ACCEPT

# ----- FILTADO DE PAQUETES -----

iptables -A INPUT -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT

iptables -A INPUT -m state --state NEW -i $LAN -j ACCEPT

iptables -A FORWARD -i $WAN -o $LAN -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT

iptables -A FORWARD -i $LAN -o $WAN -j ACCEPT

iptables -A FORWARD -i $WAN -o $LAN -j ACCEPT

iptables -I FORWARD -p tcp --dport 443 -m string --string 'youtube.com' --algo bm --to 65535 -j DROP

iptables -I FORWARD -p tcp --dport 443 -m string --string 'facebook.com' --algo bm --to 65535 -j DROP

# ----- ENMASCARAMIENTO -----

iptables -t nat -A POSTROUTING -o $WAN -j MASQUERADE
```

Figura 18. Script del firewall. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

El firewall o cortafuegos impide el acceso a aquellos sistemas que no tienen autorización para comunicarse con el ordenador. En la siguiente Figura 19 se muestran las reglas activas del firewall.

```

root@server:~
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda

[root@server ~]# iptables -L
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
monitorix_IN_8  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:imap ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_7  udp  --  anywhere              udp spts:1024:65535 dpt:domain ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_6  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:mysql ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_5  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:netbios-ssn ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_4  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:pop3 ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_3  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:ssh ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_2  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:http ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_1  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:ftp ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_0  tcp  --  anywhere              tcp spts:1024:65535 dpt:smtp ctstate NEW,RELATED,ESTABLISHED
ACCEPT      udp  --  anywhere              anywhere          udp dpt:domain
ACCEPT      tcp  --  anywhere              anywhere          tcp dpt:domain
ACCEPT      udp  --  anywhere              anywhere          udp dpt:bootps
ACCEPT      tcp  --  anywhere              anywhere          tcp dpt:bootps
ACCEPT      tcp  --  anywhere              anywhere          state NEW tcp dpt:device2
ACCEPT      tcp  --  anywhere              anywhere          state NEW tcp dpt:mobrien-chat

Chain FORWARD (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
ACCEPT    all  --  anywhere              192.168.122.0/24   ctstate RELATED,ESTABLISHED
ACCEPT    all  --  192.168.122.0/24     anywhere
ACCEPT    all  --  anywhere              anywhere
REJECT    all  --  anywhere              anywhere          reject-with icmp-port-unreachable
REJECT    all  --  anywhere              anywhere          reject-with icmp-port-unreachable

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
monitorix_IN_8  tcp  --  anywhere              tcp spt:imap dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_7  udp  --  anywhere              udp spt:domain dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_6  tcp  --  anywhere              tcp spt:mysql dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_5  tcp  --  anywhere              tcp spt:netbios-ssn dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_4  tcp  --  anywhere              tcp spt:pop3 dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_3  tcp  --  anywhere              tcp spt:ssh dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_2  tcp  --  anywhere              tcp spt:http dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_1  tcp  --  anywhere              tcp spt:ftp dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
monitorix_IN_0  tcp  --  anywhere              tcp spt:smtp dpts:1024:65535 ctstate RELATED,ESTABLISHED
ACCEPT      udp  --  anywhere              anywhere          udp dpt:bootpc

Chain monitorix_IN_0 (2 references)
target     prot opt source                destination

```

Figura 19. Reglas activas del firewall. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Para la asignación de los diferentes puertos se agregó el siguiente comando `ip/addr/address=10.10.10.254/24 interface=ether6` (este puerto se utilizó para el puerto uno del servidor).

Posteriormente para la configuración del servidor se realiza lo siguiente: antes de botear el usb se realiza la instalación de la tarjeta DAHDI . Esta consta de tres donde se conectan las líneas troncales telefónicas análogas del proveedor. El funcionamiento de esta tarjeta se basa en un convertidor analógico-digital (ADC) como se muestra en las Figuras 20 y 21.



Figura 20. Tarjeta DAHDI. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto



Figura 21. Fotografía del servidor DELL con la tarjeta DAHDI instalada. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Lo siguiente es botear el sistema en el equipo y en la primera pantalla del boot se selecciona la opción “Install” como se muestra en la (Figura 22).

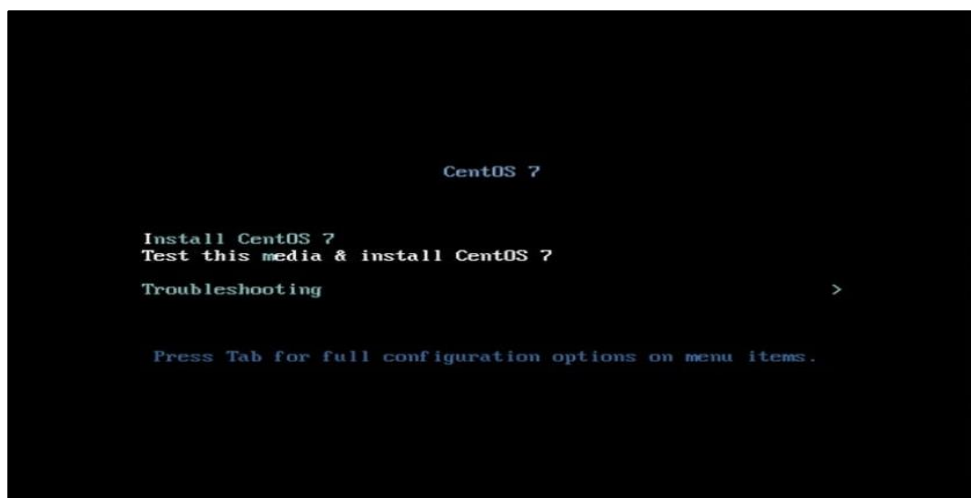


Figura 22. Pantalla principal del menú de booteo. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

Al finalizar la carga del sistema, aparece el asistente de ayuda de instalación “Anaconda”. El primer paso es definir el idioma, así como la distribución del teclado del equipo (Figura 23).



Figura 23. Configuración de Idioma al español. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.



Se da pulsar en continuar y aquí Anaconda installer muestra una serie de opciones con las cuales se configura la instalación (Figura 24).



Figura 24. Parámetros a configurar. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Se define la zona horaria, en la opción de “Fecha y Hora” (Figura 25).

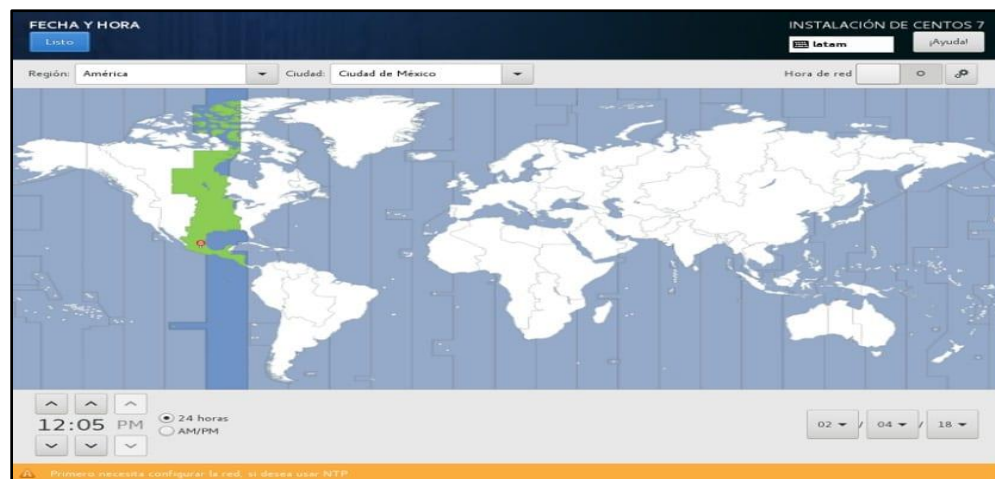


Figura 25. Selección de Zona Horaria. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Se presiona en el botón de la parte superior izquierda “Listo” y regresa al menú principal. Se selecciona “Origen de instalación” donde se instala CentOS, y se elige la opción “Voy a configurar las particiones” (Figura 26).

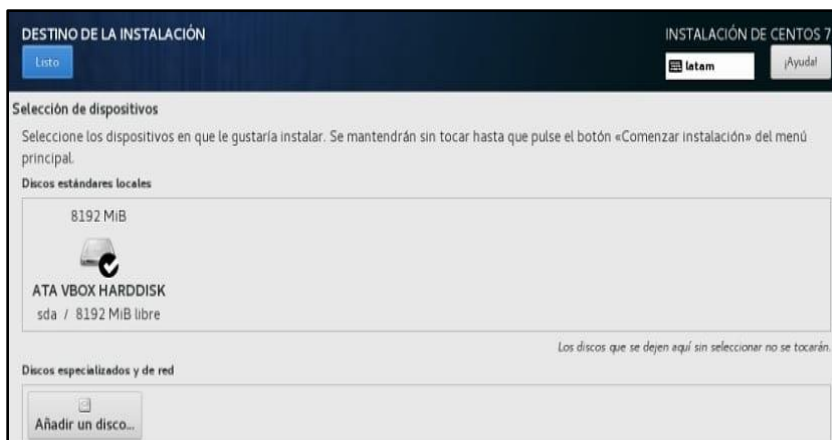


Figura 26. Selección de dispositivo para la instalación de CentOS. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

En seguida se presiona la opción “Red y Nombre de Equipo” donde se activa la conexión de red, en la opción configurar se selecciona la ventana que se abre en la pestaña “Generales” la casilla de “Conectarse automáticamente”. También se escribe el nombre del host de la forma host.dominio (Figura 27).

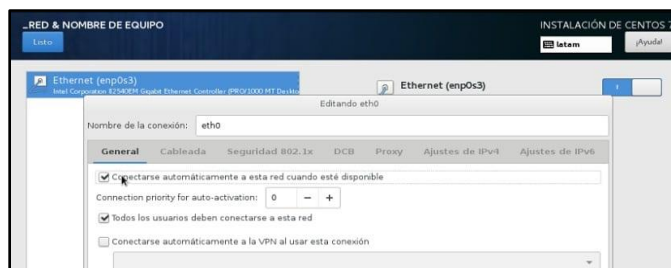


Figura 27. Activación de la red. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Al regresar al menú en la opción “Selección de software” se encuentran predefinidos varios grupos de paquetes, en este caso como solo se requiere la versión mínima se deja tal como está. En la opción de Security Policy existen varios perfiles de seguridad, cada uno implementa ciertas reglas al servidor, se recomienda utilizar la que está por defecto la “Estándar” (Figura 28).

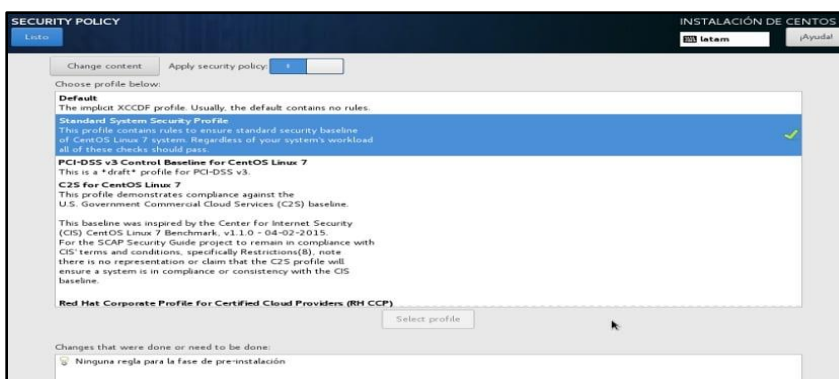


Figura 28. Configuración de Security Policy. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Ya finalizado todo el proceso de configuración, se pulsa en el botón install, que por último pide configurar la contraseña root así como un usuario para el sistema (Figura 29).

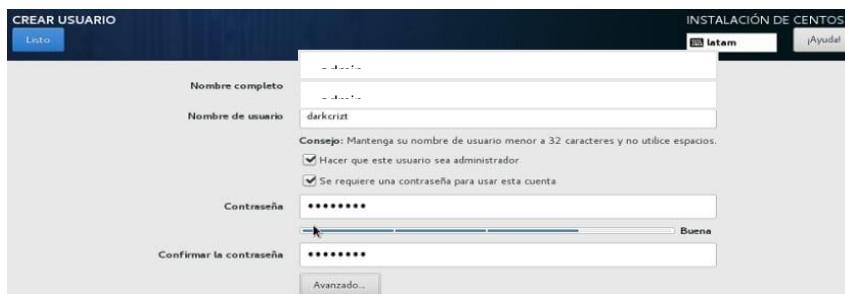


Figura 29. Asignación de usuario y contraseña. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.





Después de la instalación de los paquetes se solicita la contraseña para el usuario root de MariaDB (MySQL) que es la base de datos que utiliza Issabel (Figura 34).

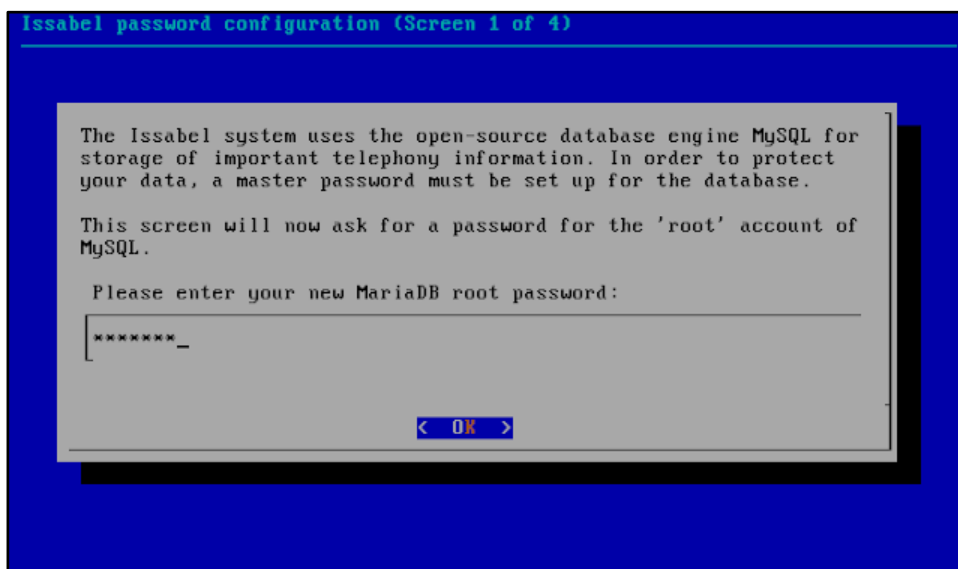


Figura 34. Asignación de contraseña para la base de datos. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Para el acceso a los componentes administrativos web de Issabel se asigna la contraseña al usuario admin (Figura 35).

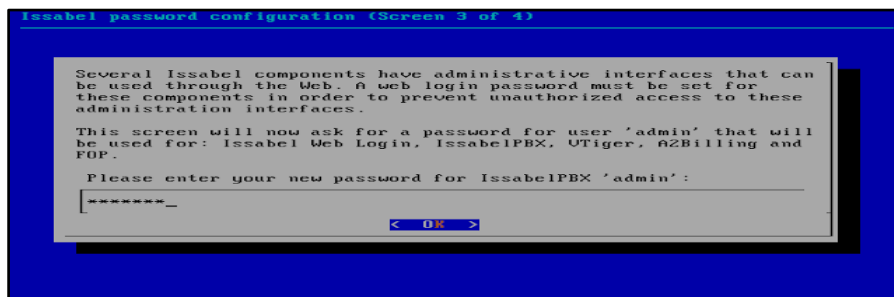
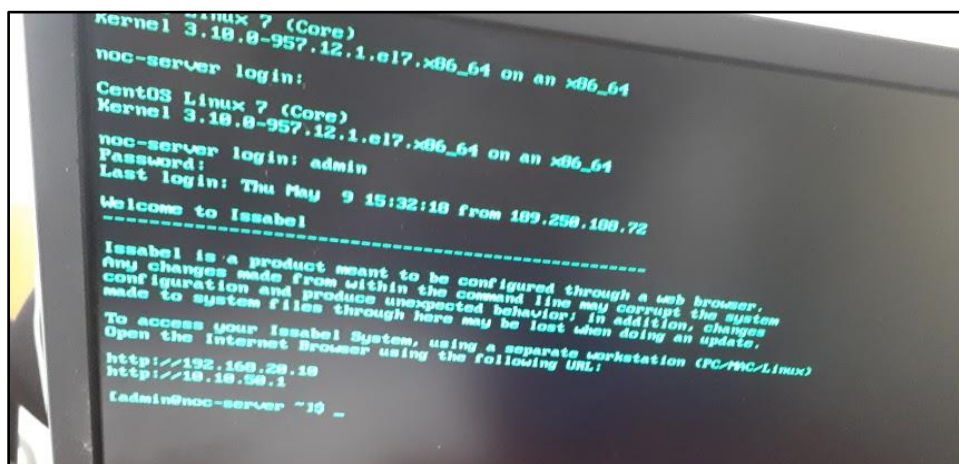


Figura 35. Asignación de contraseña al usuario Administrador. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Al finalizar la instalación se reinicia el equipo, al iniciar sesión en consola con usuario root se muestra la IP que permite la conexión web de Issabel (Figura 36).

A terminal window showing the login process for Issabel. The prompt is 'noc-server login:'. The user enters 'admin' and the password is accepted. The terminal displays 'Welcome to Issabel' followed by a warning message: 'Issabel is a product meant to be configured through a web browser. Any changes made from within the command line may corrupt the system configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes made to system files through here may be lost when doing an update. To access your Issabel System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux) Open the Internet Browser using the following URL: http://192.168.28.18 http://10.10.50.1'. The prompt returns to 'admin@noc-server ~]# \_'.

```
kernel Linux 7 (Core)
3.10.8-957.12.1.el7.x86_64 on an x86_64
noc-server login:
CentOS Linux 7 (Core)
Kernel 3.10.8-957.12.1.el7.x86_64 on an x86_64
noc-server login: admin
Password:
Last login: Thu May 9 15:32:18 from 109.250.100.72
Welcome to Issabel
-----
Issabel is a product meant to be configured through a web browser.
Any changes made from within the command line may corrupt the system
configuration and produce unexpected behavior; in addition, changes
made to system files through here may be lost when doing an update.
To access your Issabel System, using a separate workstation (PC/MAC/Linux)
Open the Internet Browser using the following URL:
http://192.168.28.18
http://10.10.50.1
admin@noc-server ~]# _
```

Figura 36. Pantalla con la bienvenida a Issabel. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Y finalmente, se puede acceder al entorno web de Issabel con la IP asignada y el usuario admin y la contraseña (Figura 37).

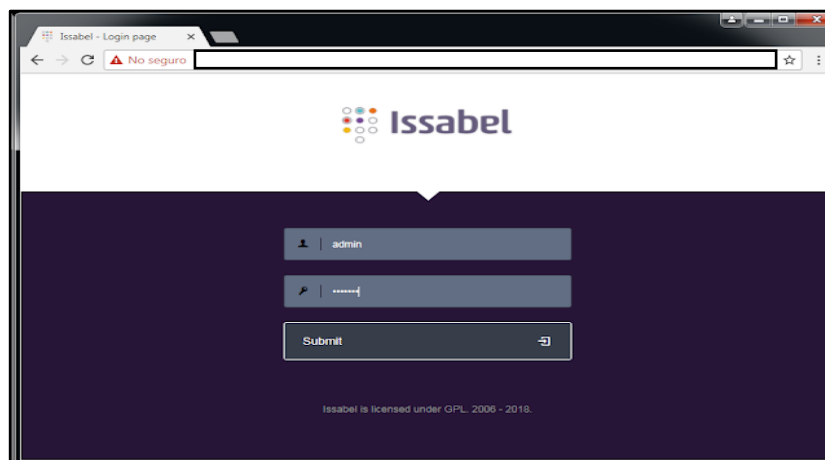


Figura 37. Pantalla principal de Issabel, en el entorno Web. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Seguido de la instalación y configuración del server, se continua a realizar la creación de las extensiones pbx. Esto con la finalidad de agregar nombre y número al teléfono para así llevar un control y administración de todos los usuarios pbx existentes en el panel del operador Issabel (Figura 38).

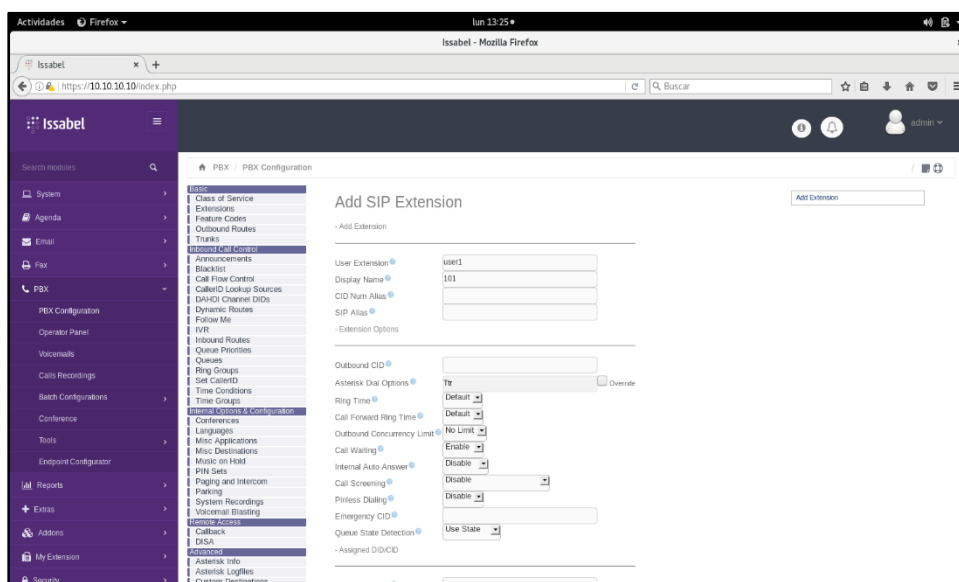


Figura 38. Creación de las extensiones pbx. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Los campos a capturar son los siguientes: el número de extensión del usuario, nombre del usuario en este caso el nombre del área en el que se colocará el teléfono, opciones de dispositivo/tecnología SIP, se escribe una contraseña alfanumérica para el dispositivo telefónico, se habilita el buzón y se le asigna una contraseña de caracteres numéricos, se pulsa en enviar para guardar los cambios en el formulario, todos los datos rellenos se pueden modificar en el momento que el administrador así lo desee, solo accediendo con la IP en Issabel.



Al crear las extensiones se realiza la configuración en los dispositivos telefónicos IP/SIP. Para ello se conecta el dispositivo telefónico a un puerto del switch el cual le asigna una dirección IP dinámica, para que en seguida se escriba en el navegador y poder acceder al dispositivo.

Dentro de la configuración se pulsa en admin login seguido de la contraseña que trae de fábrica y se accede a rellenar los siguientes campos: el número de

extensión y nombre que son los mismos datos que se proporcionan en la configuración de extensiones en Issabel esto con el fin de que se pueda enlazar, en seguida se rellena el campo del proxy de salida que es la dirección del servidor y la dirección IP se queda como dhcp(es decir automática o dinamica) (Figura 39).

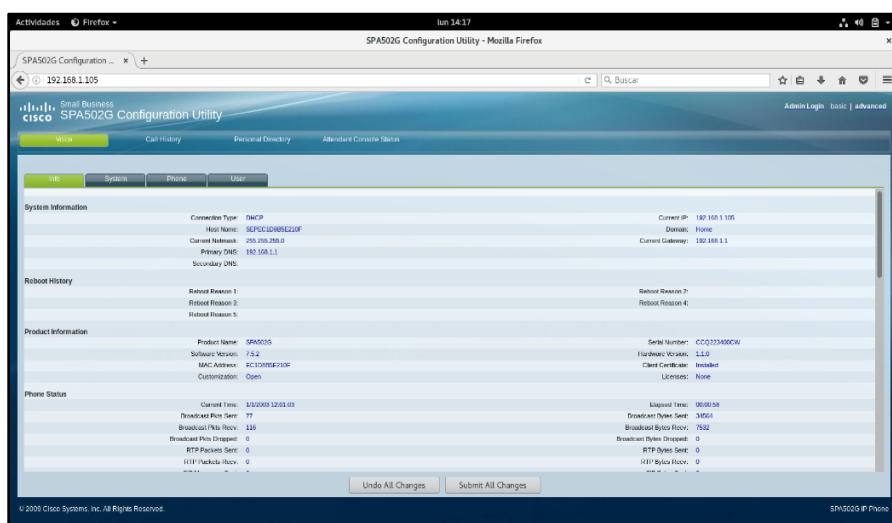


Figura 39. Configuración del dispositivo telefónico IP/SIP. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

### 3.5 Fase V

#### 3.5.1 Implementación y probar red

Una vez realizada las configuraciones anteriores se pone en marcha lo que se configuro, en este apartado, los teléfonos tienen que estar ubicados en áreas correspondientes, a la vez el cable tiene que estar conectado al switch, que como ya se mencionó anteriormente este está conectado al router y el router está conectado al enlace principal de Telmex, así el router le asigna direcciones dinámicas al switch que este proporciona al teléfono, y en cuanto se hayan conectados los dispositivos a nodos correspondientes se deben encender debido a que la alimentación es vía Ethernet por el switch PoE, estos ya deben mostrar en la pantalla el número de extensión y área (Figura 40).



Figura 40. Fotografía de los dispositivos IP/SIP conectados al switch. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Una vez conectados los dispositivos en el panel del operador de Issabel, muestra el número de dispositivos agregados y los que están conectados y el número de los que están suspendidos (Figura 41).

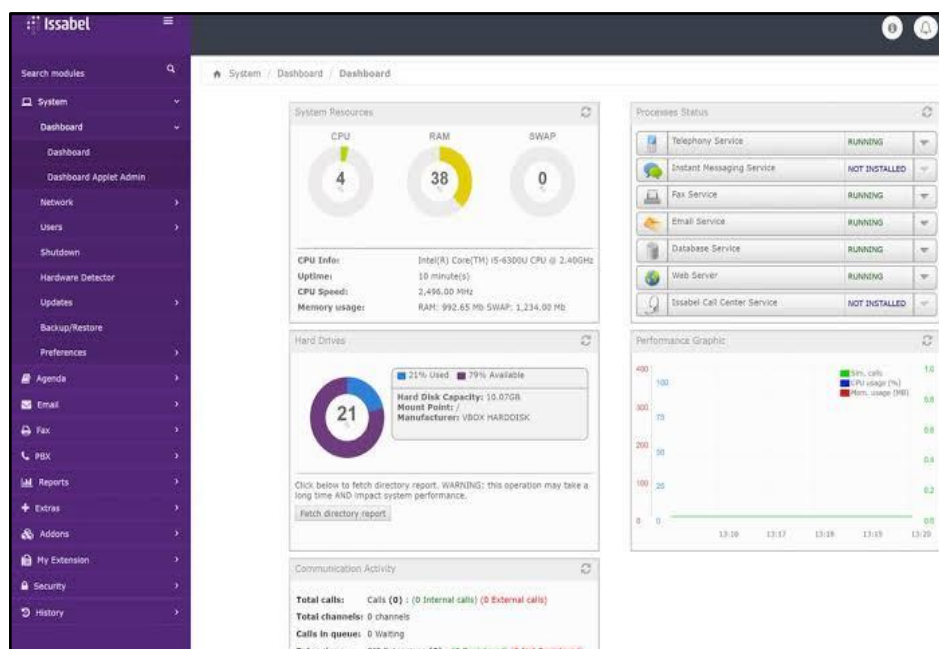


Figura 41. Entorno grafico del escritorio de Issabel donde muestra el número de extensiones registradas y de las que están conectadas. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Se procede a realizar la llamada con el número de extensión al que se desea marcar. Y si el dispositivo está conectado automáticamente suena el timbrado, por otra parte, si no llega a estar conectado manda un mensaje de voz que el usuario con el número de extensión no está disponible. Y se reinicia el Issabel para que vuelva a conectar todos los que están en el switch, o se verifica si no está el dispositivo encendido en el cuarto de telecomunicaciones se realiza la conexión manual del cable al switch. Y así se enlazan las llamadas entre áreas.

Para la entrada o salida a la red PSTN (Public Switched Telephone Network o Red Telefónica Público Conmutada) se realiza la marcación de la siguiente manera, se teclea el número nueve seguido del número que se desea marcar (Figura 42).



Figura 42. Marcación de un dispositivo IP/SIP a un número celular. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

En la Figura 43 se observa la llamada entrante del Centro de Salud Urbano Uno hacia la red pública, que puede llegar a ser un número de celular o incluso un número de casa



Figura 43. Captura de pantalla de la llamada entrante de una extensión en el centro de salud urbano uno. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

## 3.6 Fase VI

### 3.6.1 Monitorear y optimizar red

Al realizar las llamadas se tiene un control con ayuda del entorno grafico PBX Issabel mediante el panel de operador y reportes, lo cual indican al administrador en tiempo real el número de llamadas entrantes y salientes, así como de las extensiones que las realizaron, si la llamada no puede ser contestada automáticamente se queda un mensaje de voz y de igual manera se puede ver en el panel. Esto con la finalidad de monitorear a los usuarios PBX para el control. Como se muestra en las Figuras 44 y 45.



Figura 42. Monitoreo de las extensiones activas. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

Class	Time	Duration	Destination	Duration	Type	Message
02-Aug-2017	05:41:07	0:00:00	0000	00:00:00	Incoming	Listen Download
03-Aug-2017	07:40:40	0:00:14	991240700	00:00:14	Incoming	Listen Download
03-Aug-2017	07:40:20	0:00:34	0000	00:00:34	Incoming	Listen Download
03-Aug-2017	08:47:51	0:00:22	0000	00:00:22	Incoming	Listen Download
27-Jul-2017	00:51:50	0:00:41	0000	00:00:41	Incoming	Listen Download
28-Jul-2017	07:53:24	0:00:10	0000	00:00:10	Incoming	Listen Download
28-Jul-2017	09:48:10	0:00:03	0000	00:00:03	Incoming	Listen Download
28-Jul-2017	08:09:36	0:00:03	0000	00:00:03	Incoming	Listen Download

Figura 43. Reporte de llamadas realizadas. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1 Resultado**

Una vez concluido el proyecto denominado red de voz y datos para el Centro de Salud Urbano Uno en la ciudad de Oaxaca se tiene integrado y en funcionamiento el enlace de red con la integración de la topología jerárquica. el cual cumple con los objetivos planteados primordialmente extender la cobertura de red para proveer diferentes tipos de servicios entre los que destacan: internet de banda ancha, red inalámbrica y telefonía VoIP.

Una de las etapas de investigación que conllevo a desarrollar uno de los objetivos de la misma consiste en determinar en un marco teórico qué es la telefonía IP, las ventajas y desventajas que esta tecnología ofrece y que soluciones actuales existen en el mercado. Para lograr esto se realizó una exploración sobre el tema que arrojó resultados importantes y que se resume.

A continuación, se describe la telefonía IP con la tradicional las ventajas que ofrecen y por el cual se describe detalladamente por la recomendación que se sugiere a implementar la telefonía ip que se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Comparación de telefonía IP vs Telefonía tradicional. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.**

Telefonía IP	Telefonía Tradicional
La central telefónica establece una conexión permanente conmutación de circuitos entre ambos interlocutores, la conexión que utiliza para llevar señales de voz.	En una llamada telefónica IP, los paquetes de datos que contiene la señal de voz digitalizada y comprimida se envía a través de internet a la dirección IP del destino.
Y mientras la conexión se mantiene en línea permanece "bloqueada" o comúnmente llamamos ocupada. hasta que algunos de los dos extremos termine la conexión (cuelgue) la línea estará disponible nuevamente.	Tiene la capacidad de intercambiar datos, enviar imágenes, gráficas y videos, mientras que se está hablando con alguien.
Los recursos destinados para el desarrollo de una conversación telefónica convencional no pueden ser utilizados por otra llamada hasta que la primera no finaliza.	Utiliza mensajes orientados a no conexión.

Cuadro 4. Continua

La voz se codifica utilizando 64 kbps y se utiliza un canal full dúplex con dedicación completa.	La voz se puede transmitir sobre una red de paquetes, con calidad equivalente a la telefonía tradicional, con una velocidad de 8kbps sobre un canal semi-duplex .
Los conmutadores de circuitos son mas caros que los router utilizados en la telefonía IP.	Los conmutadores digitales PBX son menos caros por canal de voz.

Se puede dar a conocer las múltiples aplicaciones que se obtienen gracias a la telefonía IP tales como: administración, servicio de directorio, servicios de presencia, conferencia y contactos que a continuación se describen.

- Administración inteligente de llamadas: el usuario escoge cómo reaccionar ante una llamada (contestar, seleccionar tono de ocupado según quien llame, desviar la llamada, entre otras).
- Servicio de directorio: acceso inmediato a los números telefónicos de los integrantes de un grupo o empresa.
- Servicios de presencia: así como una aplicación de mensajería instantánea, muestra al administrador quienes están conectados.
- Conferencia y videoconferencias entre más de dos usuarios.



- Centros de contactos y gestión de relaciones con los clientes: el PBX es muy flexible y permite la administración de centros de llamada (Call Center) y centros de contactos.

## 4.2 Discusión

En el diseño de la red se utiliza la topología de modelo jerárquico por el tamaño de la institución que es grande y de una extensa área, así también permite la manejabilidad de la red y permite aumentar el número de dispositivos sin interrumpir el funcionamiento de la red.

Los elementos de red utilizados son los dispositivos a emplear según el cableado como rosetas las cuales deben ser de categoría seis, así como los patch cord desde la roseta a cada pc, dos patch panel.

Para la capa de acceso se recomiendan utilizar dos switch PoE. Para esta capa del proyecto se ha elegido los productos de marca CISCO ya que este switch se encuentra diseñado principalmente para ser utilizado en grupos de trabajo que requieran conexiones de 10/100/1000 Mbps seguras, confiables y disponibles en todo momento sin bloqueos del dispositivo ni interrupciones o saturaciones. en los momentos de máxima demanda de red. debido a la proporción del material de la institución además que son eficaz y eficientes para el mejor manejo y rendimiento de la red.

Para probar la red se llevó a cabo la instalación del servidor con el sistema operativo CentOS, de software libre o denominado Open Source ya que no cuenta en un costo de la licencia a si también se realizó la instalación del firewall, así como el DNS, se optó por este sistema operativo ya que es un sistema bastante robusto y puede ser configurado.

Posteriormente se realizó para verificar que la señal de internet a través de los enlaces de fibra óptica que se instaló esté en función correcta, el objetivo de la prueba es determinar si un host destino identificado con una determinada IP, es accesible desde otro host.

Para ello el host origen envía al host destino un paquete de información de 32 bytes y espera una respuesta de éste, que debe contener los mismos datos, esto se realiza con la finalidad de comprobar que hay acceso a la red y haya comunicación. Para ello se realizaron pruebas de paquetes en la red con el acrónimo ping de cada área a la que se estableció una dirección IP mediante el servidor y otras mediante el router.

Para la administración de la central telefónica VoIP se instaló el entorno gráfico del sistema Issabel para un mejor control y monitoreo de las extensiones y creaciones del PBX. Todo esto con la finalidad de realizar al usuario una interfaz amigable y fácil de utilizar.

Posteriormente se realizó la prueba de velocidad de descarga de paquetes en Megabytes por segundo con ayuda del proveedor de velocidad Fast.com. (Figura 46 y 47)



Figura 44. Velocidad de descarga de paquetes. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto.

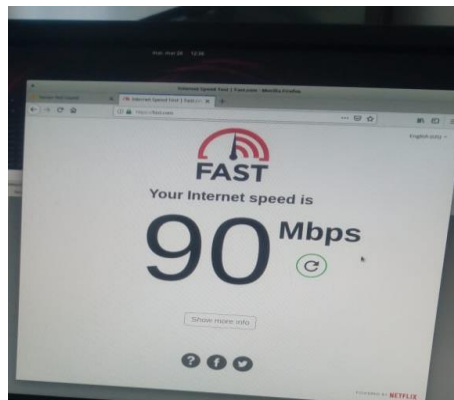


Figura 45. Velocidad de descarga de paquetes. Fuente: Elaborado de acuerdo a los requisitos del proyecto

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

El presente proyecto tuvo como objetivo crear un sistema telefónico mediante tecnología VoIP, que fuera capaz de ser escalable y optimizar el costo que genera una telefonía convencional, que se logró al gestionar las comunicaciones telefónicas internas y externas a través de un sistema de telefonía IP al utilizar software como base para la construcción de una central telefónica (PBX) en el Centro de Salud Urbano Uno de los SSO, para permitir reducir los costos de los gastos en telefonía y desplegar un sistema de telefónico integrado y organizado.

La central telefónica de voz sobre IP, es un medio de comunicación que da facilidades en labores diarias, que además de recibir y hacer llamadas brinda varias opciones, con la finalidad de ahorrar procesos y tiempo.

Al utilizar voz sobre IP, no se recurre a nuevas instalaciones o gastos para la implementación, se recurre a la misma red de datos ya existente que evita gastos

innecesarios para una tecnología que beneficia potencialmente a todos los usuarios del Centro de Salud Urbano Uno.

Actualmente las leyes dan prioridad al uso de herramientas de software libre, esto es un beneficio ya que podemos descargarlo de la web con la implementación de este sistema, se logran grandes ventajas tales como:

- Escalabilidad en número de extensiones.
- Alternativas a diferentes tarjetas fxs/fxo, al elegir la adecuada de acuerdo a cada necesidad, ya sea en marca y en modelo.
- Compatibilidad con tecnologías de otros fabricantes.
- Reducción en gastos operativos de llamadas utilizando el protocolo IP.

## **5.2 Recomendaciones**

Para mejorar tecnológicamente los medios de comunicación, se emplean líneas digitales (líneas SIP), que reemplacen a las actuales líneas analógicas. Este tipo de líneas permite tener llamadas concurrentes con un solo número telefónico, que facilita su administración.

Establecer políticas de seguridad de la información y acceso a los medios, esto ayuda que los usuarios hagan buen uso de los dispositivos informáticos, específicamente en el uso de los teléfonos IP.

Estos tipos de sistemas son vulnerables a usuarios externos y pueden hacer mal uso de la información, se recomienda que se configure la seguridad de la voz y datos, que es primordial en cualquier sistema de comunicaciones.

Una recomendación para brindar una mejor calidad de llamada, es instalar una tarjeta especial FXO ya que estas tarjetas son especiales para estos sistemas, y estas pueden ser menos sensibles al ruido o al eco.

Otra recomendación si se va implementar en alguna empresa, utilizar la estructura existente de la red, ya que no se invertirá en más recursos.

## **CAPÍTULO VI**

### **LITERATURA CITADA**

#### **6.1 Bibliográfica**

- Aguilar, T. S. 2015. Análisis diseño e implementación de un sistema de VOIP para el hospital un canto a la vida. Tesis de ingeniería. Universidad Politécnica salesiana sede Quito. Pp. (2-9)
- Alonzo, B. A; Maldonado, O. M. y Miguel, T. N. 2015. Implementación de un sistema telefónico basado en telefonía IP. Tesis de ingeniería. Instituto Politécnico Nacional. Mexico. Pp. (1-65)
- Amán, A. D. y Ardila, G. R. 2012. Análisis y diseño de una red de telefonía IP para la escuela Héroes del Cenepa de la ESPE. Tesis de tecnólogo en gestión de sistemas integrados de información. Escuela Politécnica del ejército Sangolqui. Pp. (1-8)
- Andrés, J. 2011. VoIP servicios en red. Primera edición. editorial Paraninfo. España. Pp. (44)
- Arango, R.C. 2006. Exploracion de la metodología top down desing en sistemas para el desarrollo de una ingeniería. Tesis de ingeniería. Universidad Eafitt. Estados unidos de america. Pp. (25-42)
- Avila, R, A. 2007. Iniciación a la red Internet. Edición primera. Editorial Ideas propias. España. Pp. (91)

- Baclit, R; Sicam C; Membrey, P. y Newbiyin, J. 2009. Fundación y manejo de Centos Linux. Traducido por Clay A. Edición primera. Editorial Apress. Estados Unidos de América. Pp. (71-87)
- Banquet, P y Bobillier, S. 2015. Linux. Tercera edición. Editorial ENI. España. Pp. (159)
- Barberan, P. J. 2010. Implementación de un sistema voIP basado en asterisk. Tesis de ingeniería. Universidad Politécnica del Centro. México. Pp. (8-18)
- Binaji, G. 2016. Desarrollo del proyecto de la red telemática, editorial ELearning, S.L. edición primera. Editorial Elearning, S. L. España Pp. (49)
- Cabezas, P. J. 2007. Sistemas de telefonía. Segunda edición. Tomo I. Editorial Paraninfo. República Dominicana. Pp. (239-250)
- Caldera, P. J. y Suazo, S. E. 2012. Implementación de la telefonía IP en Nicaragua. Tesis de ingeniería. Universidad Nacional de ingeniería. Managua Nicaragua. Pp. (17-39)
- Carballar, F. J. 2007. VoIP la telefonía de Internet. Edición primera. Editorial Paraninfo. España. Pp. (15-50).
- Cedano, O. M; Cedano, R. A; Rubio, G. J. y Vega, G. A. 2014, fundamentos de computación para ingenieros. primera edición. editorial patria. república dominicana Pp. (126-140)
- Desongles, C. J. 2005. Ayudantes térmicos de informática. Segunda edición. Editorial Mad, S. L. Alcalá de guadaira. Pp. (301)
- Fáundez, Z. M. 2008. Tratamiento digital de voz e imagen y aplicación a la multimedia. Primera edición. Editorial Marcombo. España. Pp. (38-45)
- Figueiras, R. A. 2009. Una panorámica de las telecomunicaciones. Traducido por Núñez. B. Primer edición. Estados Unidos de América. Pp. (203-215)
- Herederó, de P. C; Joaquin, L. J; Santiago, H. M; Romo, R. y Medina, S. S. 2004. Informática y comunicaciones en la empresa. Editorial Esic. Edición primera. España. Pp. (153-159)
- Huidoro, M. M. y Roldan, M. D. 2006. Redes servicios de telecomunicaciones. Edición primera. Editorial Paraninfo. España Pp. (75-93)
- Huidoro, M. M. y Conesa, P. R. 2006. Sistemas de telefonía. Quinta edición. Editorial Paraninfo. España Pp. (267-308)
- Martínez, G. P; Cabello, R. M. y Díaz M. J. 1997. Sistemas operativos. Primera edición. Editorial Díaz de santos. S.A. Juan Bravo. Pp. (2)



- Martín, Q. G. 2003. Introducción a la programación estructurada. edición primera. Editorial universitat de valencia.Valencia. Pp. (47)
- Martos, N. F; Bermejo, M. y Santos, R. M. 2007. Auxiliares administrativos de corporaciones locales de canavias. Cuarta edición. Editorial Mad, S. L Pp. (663-665)
- Pérez, B. 2014. Asterisk PBX. Primera edición. Editorial Bernardo Pérez. República Dominicana. Pp. (20-29)
- Pérez, B. 2009. Asterisk pbx. Edición primera. Editorial Sacit. República Dominicana Pp. (65-80)
- Prado, D. 2012. Análisis y diseño de un sistema de telefonía IP basado en software libre a través de softswitch con priorización de voz caso empresa servimeca. C. A. Tesis de ingeniería. Universidad católica Andrés Bello. Pp. (5-21)
- Rivero, F. 2009. De wimdows a Linux. Primera edición. Editorial usershop Pp. (20-25)
- Sattar, A. 2007. VoIP (voice over internet protocol. Traducido por Falcón, C. Primera edición. Editorial Apress Pp. (12-25)
- Tenenbaum, A. S. 2003. Redes de computadoras. Traducida por Trujano, M. G. Cuarta edición. Editorial Pearson pretinica hall. Phoenix Arizona Pp. (10-175)
- Uyless, D. B. 2008. Redes de transmisión de datos. Traducido por Echave, E. Primera edición. Editorial diaz de Santos..Madrid Pp. (1-15)
- Veron, H. A. 2010. Asterisk PBX: aprende a crear y diseñar soluciones de telefonía IP desde cero: implementa, administra y soluciona problemas en asterisk. Edición primera. Editorial parainfo. España. Pp. (150- 300)
- Wayne, T. 2003. Sistemas de comunicaciones electrónicas. Traducido por Hernández, M. G. Cuarta edición. Editorial Pearson educación. Phoenix Arizona Pp. (645-656)
- Yepez, J. J. 2018. Hardening y alta disponibilidad en sistemas telefónicos basados en Issabel pbx. Tesis de ingeniería. Universidad de guayaquill. Ecuador P. (103)

## 6.2 Electrónica

- 1) <http://itroque.edu.mx/cisco/cisco1/course/module10/10.1.1.4/10.1.1.4.html>.

- 2) <https://www.hostinger.mx/tutoriales/que-es-dns/>
- 3) <https://tecnologia-informatica.com/que-es-firewall-como-funciona-tipos-firewall>
- 4) <https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-router-wifi-comprar-mpliar-alcance/>
- 5) <https://www.definicionabc.com/tecnologia/switch.php>
- 6) <https://www.fs.com/mx/how-to-connect-poe-switch-aid-622.html>
- 7) <https://www.definicionabc.com/tecnologia/hub-concentrador.php>
- 8) <https://oboutespagnol.com/que-es-una-tarjeta-de-red-841391>
- 9) [https://techlandia.com/estacion-computadora-hechos\\_400522/](https://techlandia.com/estacion-computadora-hechos_400522/)
- 10) <https://site/informaticaredessdecomputadoras/unidad-1-introduccion-a-las-redes-de-datos>
- 11) <https://www.adslzone.net/reportajes/software/que-es-sistema-operativo/>
- 12) <https://www.asterisk.org/>
- 13) <https://www.masip.es/que-es-asterisk/>
- 14) <https://enlaza.mx/que-es-un-pbx-empresarial-basado-en-asterisk/>
- 15) <https://www.quarea.com/es/que-es-asterisk-centralita-telefonica-ip>
- 16) <https://www.masip.es/que-es-issabel/>
- 17) <https://www.intersoftla.com/issabel/>
- 18) <https://www.uv.mx/universo/general/componentes-y-funciones-voip/>
- 19) <http://www.servervoip.com/block/codificación-de-la-voz/>
- 20) <https://www.adiptel.com/codec-voip/>
- 21) [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/support/docts/voice/digital-cas/14007-net-signal-control.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docts/voice/digital-cas/14007-net-signal-control.html)
- 22) <https://www.speedcheck.org/es/wiki/conmutación-de-paquetes/>
- 23) <https://www.3cx.es/voip-sip/central-telefonica-pbx/>
- 24) <http://ribuni.uni.edu.ni/1260/1/25717-mirt.pdf>
- 25) <https://www.profesionalreview.com/2020/02/15/que-es-codec/>
- 26) <https://www.3cx.es/voip-sip/codecs/>
- 27) <http://juancarlossaavedra.me/2015/01/diseño-de-red-con-top-down/>

28) <https://imparcialoaxaca.mx/la-capital/11356/centro-de-salud-urbano-concluire-hasta-el-2018/>