

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN VÍA ETHERNET CON
PROTOCOLO TCP/IP BASADO EN MICROCONTROLADORES PARA LA
ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE LLAMADO DE ENFERMERÍA EN LA
EMPRESA TECH MEDIC**

JAIRO DANIEL BENAVIDES MORA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2014**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VÍA COMUNICACIÓN ETHERNET CON
PROTOCOLO TCP/IP BASADO EN MICROCONTROLADORES PARA LA
ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE LLAMADO DE ENFERMERÍA EN LA
EMPRESA TECH MEDIC**

JAIRO DANIEL BENAVIDES MORA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Electrónico**

**Director
JAIRO VICENTE SOLARTE PORTÍLLA
Ingeniero Electrónico**

**Codirector
ESTEBAN EFRAÍN ACOSTA MORA
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
SAN JUAN DE PASTO
2014**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“La universidad de Nariño no se hace responsable por las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Acuerdo 1. Artículo 324. Octubre 11 de 1966. Emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

JAIRO VICENTE SOLARTE
Presidente

Jurado 1

Jurado 2

San Juan de Pasto, Marzo 2014

DEDICATORIA

A mi Dios. Por haberme dado la salud, la fuerza y fortaleza para llegar hasta este punto.

A mi madre adorada. Por su constante trabajo para sacarme adelante, por apoyarme y confiar en mí, a pesar de las adversidades, y por la motivación que me brindo día a día, sin permitir que desfallezca.

A toda mi familia. Por permitirme compartir con ellos los momentos más maravillosos de toda mi vida, a mis primos por todos esos buenos ratos, a mis tíos por esos consejos sabios y provechosos, y a mi abuela por ser tan especial y tolerante conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Grima Mora, por su esfuerzo y esmero, quien me impulso para salir adelante y para llevar a feliz término esta maravillosa carrera.

A Esteban Efraín Acosta Mora, Gerente general, Tech Medic. Por darme la oportunidad de trabajar en su reconocida empresa, y por brindarme el apoyo, trabajo y tiempo necesario para realizar este proyecto.

A cada uno de los integrantes de la empresa Tech Medic, por acogerme en su grupo, en especial a Fabián Burgos por su valiosa contribución y amistad

Al ingeniero Jairo Vicente Solarte, por su paciencia y colaboración, quien brindo todo su conocimiento y experiencia para guiar este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros, por el apoyo en los momentos más difíciles y por compartir todos esos inolvidables momentos en el transcurso de la carrera.

A mi novia, por estar conmigo todo este tiempo, por su apoyo incondicional y por motivarme para terminar mi carrera.

A todas y cada una de las personas, que de una u otra manera contribuyeron con un granito de arena para poder cumplir mi meta.

.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. REFERENTES DEL PROYECTO	20
1.1 TÍTULO	20
1.2 MODALIDAD	20
1.3 EL PROBLEMA	20
1.3.1 Planteamiento del problema.....	20
1.3.2 Definición del problema.....	21
1.4 ALCANCE Y DELIMITACIÓN.....	21
1.5 OBJETIVOS	22
1.5.1 Objetivo general.	22
1.5.2 Objetivos específicos.	22
1.6 JUSTIFICACIÓN	22
2. MARCO REFERENCIAL.....	24
2.1 MARCO CONTEXTUAL.....	24
2.2 MARCO CONCEPTUAL	25
2.2.1 Intercomunicación. Transmisión de datos.....	25
2.2.2 Comunicación serie.....	26
2.2.3 Voz sobre IP.....	29
2.2.3.1 Protocolo IP:.....	30
2.2.3.2 Protocolo de Transporte.....	30
2.2.3.3 Codificación de la voz	31
2.2.4 Asterisk	31
2.2.5 Elastix	32
2.2.6 Nanoboard 3000 – AltiumDesigner.	33
2.2.7 Arduino Duemilanove – Arduino Ethernet Shield..	34
2.2.7.1 Arduino Duemilanove.....	34
2.2.7.2 Arduino Ethernet Shield..	35
2.2.8 ENC28J60 Y PIC 18F2550.....	36

2.2.8.1	ENC28J60.....	36
2.2.8.2	PIC 18F2550.....	37
3.	METODOLOGÍA	39
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO DE PASANTÍA.....	40
4.1	SOPORTE INTEGRAL A LAS LABORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS MÉDICOS Y HOSPITALARIOS .	40
4.2	SISTEMA ACTUAL DE LLAMADO DE ENFERMERÍA.....	41
4.2.1	Central de Enfermería.. ..	42
4.2.2	Tarjeta Esclavo.....	43
4.2.3	Tablero de llamado de habitación.....	44
4.2.4	Tablero de llamado de baño.	44
4.2.5	Cordón de Perilla.....	44
4.2.6	Luz Dintel.....	45
4.2.7	Fuente de Alimentación.....	46
4.2.8	Red de Distribución.	46
4.2.9	Funcionamiento	46
4.3	APOYO EN LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL ACTUAL SISTEMA DE LLAMADO DE ENFERMERÍA.....	46
4.3.1	Instalación del sistema en La Fundación Hospital San Pedro	47
4.3.2	Instalación del sistema en La Clínica de Especialidades las Américas ..	49
4.3.3	Instalación del sistema en el Hospital Infantil Los Ángeles.....	51
4.4	ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA LA MEJORA DEL SISTEMA	53
4.4.1	Pequeña central de telefonía IP con base en Elastix.. ..	54
4.4.1.1	Detector de Caller ID y tonos DTMF.	54
4.4.2	Dispositivos para acoplar el sistema de llamado de enfermería con la central telefónica IP.	56
4.5	ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO DE ENFERMERÍA.....	57
4.5.1	Red de datos para el montaje de una central IP.....	58
4.5.1.1	Estandares De Referencias Cableado Estructurado.....	59
4.5.1.2	Equipos de Red.....	61
4.5.2	Central telefónica IP.	64
4.5.2.1	Requerimientos de hardware	65

4.5.2.2	Requerimientos de Software.....	65
4.5.2.3	Diseño de la central telefónica IP.....	66
4.5.2.4	Creación de extensiones.....	67
4.5.2.5	Configuración de Dispositivos.....	70
4.5.3	Integración módulo Arduino con la central telefónica IP	70
4.5.3.1	Creación de AGI para interactuar con Arduino.....	71
4.5.3.2	Conexión de Arduino a la central telefónica IP.....	72
4.5.4	Mejoras adicionales	75
4.5.4.1	Registro y control de llamadas.....	75
4.5.4.2	Monitoreo y grabación de llamadas.	76
4.5.4.3	Agenda y calendario.	76
4.5.4.4	Troncales y proveedores VoIP.....	76
4.5.4.5	Softphone.....	76
4.5.4.6	Extensiones remotas.....	77
5.	CONCLUSIONES	78
6.	RECOMENDACIONES	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	80

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Configuración Sistema Voip Con Software Libre	32
Figura 2. Esquema General Componentes de Elastix	33
Figura 3. Nanoboard 3000xn	34
Figura 4. Arduino Duemilanove.....	35
Figura 5. Arduino Ethernet Shield	35
Figura 6. Diagrama de Bloques Wiznet W5100	36
Figura 7. Distribución Pines Enc28j60	37
Figura 8. Distribución Pines Pic 18f2550	38
Figura 9. Módulo de Información Para Enfermería	42
Figura 10. Diagrama de Bloques Módulo Central De Enfermería.....	43
Figura 11. Diagrama de Bloques Tarjeta Esclavo.....	43
Figura 12. Módulo de Estación Paciente.....	44
Figura 13. Cable Pulsador Paciente	45
Figura 14. Luz Dintel.....	45
Figura 15. Estación de Enfermería - Urgencias	47
Figura 16. Módulo Central Llamado de Enfermería - Urgencias	48
Figura 17. Módulo de Estación Paciente - Urgencias	48
Figura 18. Luz Dintel - Urgencias.....	49
Figura 19. Estación de Enfermería - Hospitalización	49
Figura 20. Luz Dintel - Urgencias.....	50
Figura 21. Módulo Central Llamado de Enfermería - Hospitalización	50
Figura 22. Módulo de Estación Paciente - Urgencias	51
Figura 23. Estación de Enfermería - Quirúrgicas	51
Figura 24. Módulo Central Llamado de Enfermería - Quirúrgicas.....	52
Figura 25. Luz Dintel - Hospitalización.....	52
Figura 26. Módulo de Estación Paciente - Urgencias	53
Figura 27. Interfaz Gráfica de Configuración Elastix.....	54
Figura 28. Caller Id en una llamada	55

Figura 29. Esquema General de Conexión	57
Figura 30. Topología Estrella Red de Datos	59
Figura 31. Configuraciones de Conector Rj-45	63
Figura 32. Jack Codificados.....	64
Figura 33. Diseño General Central Telefónica Ip	67
Figura 34. Formulario Creación de Extensiones Sip.....	68
Figura 35. Integración Arduino a la Central Ip Elastix	70
Figura 36. Configuración Grupo de Timbrado.....	74
Figura 37. Reporte de Llamadas Elastix	75
Figura 38. Softphone 3cx Instalado en Windows	77

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones RS-232	27
Tabla 2. Especificaciones RS-422	27
Tabla 3. Especificaciones RS-485	28
Tabla 4. Especificaciones Lazo de Corriente	29
Tabla 5. Número de puntos instalados por institución	46
Tabla 6. Dispositivos de prueba	56
Tabla 7. Resumen de las Categorías del Cable Utp	61
Tabla 8. Elementos Hardware Requeridos	65
Tabla 9. Elementos Software Requeridos	66
Tabla 10. Pool de Extensiones	68
Tabla 11. Parámetros de Configuración Arduino	73

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Protocolos de mantenimiento equipos biomédicos.....	83
Anexo B. Guía de instalación Elastix.....	85
Anexo C. Especificaciones técnicas teléfono IP Grandstream.....	89
Anexo D. Especificaciones técnicas Cisco SPA 9000 voice system.....	90
Anexo E. Guía rápida Asterisk.....	92

GLOSARIO

Asterisk: aplicación de código abierto que permite la administración de una central telefónica en una red de área local usando tecnología Voz sobre IP.

AGI (Asterisk Gateway Interface): establece una manera de interactuar con Asterisk desde una línea de comandos.

Arduino: es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios

ATA: Adaptador de Teléfono Análogo, dispositivo que permite la conexión de un teléfono análogo a una red telefónica basada en protocolo IP.

Caller ID: número telefónico de identificación del interlocutor llamante que se transmite en una llamada telefónica.

DTMF (Dual Tone Multifrequency): Multifrecuencia de doble tono. Tonos en diferentes Hertz que utiliza una telefonía para marcar números. Cada número u opción del teléfono tiene su tono que es identificado en la telefonía.

Elastix: Plataforma de código abierto completa que incluye la distribución CENTOS del sistema operativo Linux y demás aplicaciones como Asterisk, FreePBX, Sendmail, Zaptel, etc., que se instalan de manera automática sin la intervención del usuario.

Ethernet: Nombre asignado a una tecnología de redes de computadoras basada en tramas de datos. El nombre proviene del concepto físico éter (en inglés ether).

Firewall: Cortafuegos, conjunto de reglas de acceso para un dispositivo de una red de datos.

FXO: Puerto de hardware que recibe voltaje (tono de marcado) proveniente de la red telefónica pública conmutada (PSTN).

Gateway: Dispositivo que permite la salida de una red hacia otra.

H.323: Protocolo que proporciona una base para las comunicaciones de audio, video y datos a través de una red IP.

Host: Cliente o huésped en una red de datos.

IAX (Inter-Asterisk exchange protocol): Es uno de los protocolos utilizado por Asterisk, un servidor PBX de código abierto patrocinado por Digium. Es

utilizado para manejar conexiones VoIP entre servidores Asterisk, y entre servidores y clientes que también utilizan protocolo IAX.

Internet: Red mundial de computadoras interconectadas con diferentes protocolos, el más común es TCP/IP.

IP (Internet Protocol): Protocolo de Internet, Protocolo utilizado par comunicación. Utilizado para describir las direcciones de una red

Linux: Sistema operativo de código abierto muy popular, robusto y seguro. Desarrollado por Linus Torvalds desde Finlandia y diariamente actualizado por varios miles de programadores voluntarios alrededor del mundo.

PBX: Es un servicio que agrupa varias líneas telefónicas bajo una sola identificación de marcado, mediante el cual se enrutan las llamadas hacia las demás extensiones o troncales libres.

PHP (PHP Hypertext Pre-processor): Lenguaje de programación orientado a la creación de páginas web dinámicas.

Plan de numeración: Listado de extensiones utilizada en una red telefónica.

PSTN: Red telefónica pública conmutada. Comúnmente conocida como red de telefonía fija.

SIP: Protocolo de inicio de sesión entre dos terminales. Sirve para la transferencia de voz, video y datos.

TCP (Transmission Control Protocol): Protocolo de control de transmisión, permite establecer una conexión e intercambio de datos entre dos anfitriones.

UDP (User Datagram Protocol): es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas.

VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet, también llamado Voz sobre IP, Telefonía IP, etc. Es la tecnología que permite la transmisión de la voz a través de protocolo IP por medio de muestreo y codificación hasta convertirla en una trama de datos.

RESUMEN

El presente documento es un informe de actividades desarrolladas en el cumplimiento al proyecto de pasantía realizado en la empresa TECH MEDIC., encargada de realizar mantenimiento preventivo y correctivo de equipos biomédicos con los que cuenta la Fundación Hospital San Pedro y la Clínica de Especialidades Las Américas

Se plantea contribuir en mejorar el sistema de llamado de enfermería con el que actualmente cuenta la empresa, incluyendo el servicio de VoIP mediante la instalación de un servidor con el sistema operativo Linux en su distribución CentOS con el software de código abierto Asterisk.

Como actividades y funciones desempeñadas en la empresa, se relacionan: revisión bibliográfica de centrales telefónicas IP basadas en Asterisk. Montaje e implementación del sistema de llamado de enfermería en diferentes entidades de salud. Rutinas de supervisión, revisión y mantenimiento del sistema de llamado de enfermería.

En primera parte se revisan todos los fundamentos teóricos tanto de sistemas de llamado, como de tecnología sobre VoIP. Luego se analizan las posibles soluciones para mejorar el sistema actual y se escoge la que mejor se ajuste a las necesidades para a partir de esto realizar el diseño.

ABSTRACT

This document is a report of compliance activities in the internship project undertaken in the company TECH MEDIC who are responsible for carrying out preventive and corrective maintenance of biomedical equipment located in Hospital San Pedro and Clínica de Especialidades las Americas.

We propose to improve the nursing call system with which the company currently has, including the VoIP service by installing a server with the Linux operating system in its distribution centers with the Asterisk open source software.

As activities and functions performed by the company, we can highlight the following: a review of IP PBX based on Asterisk, Installation and implementation of the nursing call system in different health institutions including routine monitoring, review and maintenance.

In the first part we will review all the theoretical foundations of both systems called as VoIP technology. Then we will analyze the possible solutions to improve the current system and choose the one that best suits the needs for this from the design.

INTRODUCCIÓN

La salud juega un papel muy importante en el logro del mejoramiento del nivel de vida de la comunidad, para ello es fundamental que se cumplan los parámetros y normas establecidas para el funcionamiento de instituciones y entidades prestadoras de servicios de salud, quienes deberán considerar los diferentes factores que inciden en sus procesos, para cumplir a cabalidad con su misión.

La comunicación en entornos hospitalarios, es de vital importancia, ya que contribuye a mejorar el servicio prestado a los pacientes, principalmente desde el concepto de oportunidad; desde este aspecto se ve la necesidad de contar con un sistema de llamado de enfermería exigido en la resolución 1043 de 2006 por Ministerio de Protección social, que permita al paciente la comunicación directa con la estación de enfermería y posibilite una rápida respuesta por parte del personal médico al momento de una emergencia.

En razón de lo expuesto, la empresa Tech Medic pionera en la venta y mantenimiento de equipos biomédicos, ha diseñado un sistema de llamado de enfermería con base en los requerimientos de las entidades de salud que prestan su servicio en la región como son: Fundación Hospital San Pedro, Clínica de Especialidades las Américas, Hospital Infantil los Ángeles, Hospital Universitario Departamental y Hospital Civil de Ipiales.

El sistema de llamado de enfermería se instaló en cada una de las entidades antes mencionadas, y cuenta con las funcionalidades básicas, sin embargo no presta el servicio de comunicación por voz, siendo el objetivo principal de este trabajo de grado bajo la modalidad de pasantía.

Para la consecución del objetivo planteado en este proyecto, se hace uso de las posibilidades que ofrecen las centrales IP para la transmisión de voz sobre el protocolo de internet, administración de extensiones y la funcionalidad de interactuar con dispositivos externos.

La pequeña central IP, permite contar con una central telefónica de grandes prestaciones que, entre otros aspectos, ofrece un completo servidor unificado de comunicaciones, que integra tecnologías de fax, telefonía, mensajería instantánea, correo electrónico y videoconferencia, todo esto en un solo equipo.

El desarrollo de este proyecto consiste en instalar una pequeña central telefónica IP que permita integración con el actual sistema de llamado de enfermería y que proporcione los servicios de comunicación de voz IP. Para integrar la central IP con el sistema de llamado de enfermería y prestar el servicio de comunicación por voz, es necesario contar con un hardware capaz de recibir señales de la central IP y transmitir las al sistema de llamado de enfermería, para ello se hace uso de la

placas Arduino que poseen las interfaces para interactuar con ambos sistemas a la vez.

Las placas Arduino se caracterizan por disponer de un alto número de recursos, facilidad en su programación, interoperabilidad con otros sistemas y por poseer una estructura modular que permite ampliar sus funciones al agregar diferentes placas.

Elastix la distribución de código abierto que permite implementar la central IP, maneja tres grupos de usuario creados por omisión, con distintos niveles de privilegios, permitiendo de este modo que usuarios diferentes al administrador accedan a la interfaz pero con privilegios limitados. Cada grupo de usuarios tiene una matriz de permisos que asocia al grupo de usuarios con los módulos a los cuales dicho grupo tendrá acceso. De este modo se puede configurar una matriz personalizada según la necesidad de los usuarios.

La incorporación de una central IP al sistema de llamado de enfermería, trae consigo muchas ventajas, además de agregar comunicación por voz, permite contar con un gran número de servicios adicionales; entre ellos el registro y control de llamadas, remarcado automático, monitoreo y grabación de llamadas entre otros servicios, que se detallaran a lo largo de este trabajo.

Para llevar a cabo la actualización del sistema se tuvo en cuenta varios factores, entre ellos su costo, este fue un factor muy importante ya que la empresa tiene instalado y operando el sistema en varias entidades de salud, por lo cual se debía desarrollar una solución que permita ofrecer una actualización del sistema tratando de no alterar el diseño anterior, esto con el fin de disminuir costos en el montaje de actualización.

1. REFERENTES DEL PROYECTO

1.1 TITULO

Desarrollo de un sistema de comunicación vía Ethernet con protocolo TCP/IP basado en microcontroladores para la elaboración de un sistema de llamado de enfermería en la empresa Tech Medic.

1.2 MODALIDAD

Este trabajo de grado se encuentra dentro de la modalidad de pasantía laboral, estipulada en el artículo 5° del Acuerdo No. 005 de 2010, Reglamento Para Trabajos de Grado en la Facultad de Ingeniería.

1.3 EL PROBLEMA

1.3.1 Planteamiento del problema. Las entidades de salud deben procurar por el bienestar y buena atención de sus pacientes, para ello dichas entidades deben incorporar un plan de mejoramiento tanto en su infraestructura física como tecnológica.

Por lo general, en las áreas de hospitalización y de urgencias hay varios pacientes que permanecen bajo estricto cuidado y control por parte del personal médico y de enfermería, en ciertas ocasiones se presentan cambios en los signos vitales del paciente que necesitan atención inmediata por parte del personal médico que se encuentra de turno; esta es una de las razones, por las que se hace necesario el montaje de un sistema de llamado de enfermería que facilite la comunicación entre personal médico y de manera que se esté contribuyendo a la disminución de los tiempos de reacción cuando se presenta alguna urgencia.

La mayoría de instituciones de salud, hoy en día cuentan con un sistema de llamado de enfermería, que básicamente, es un sistema que consiste en la comunicación ya sea unidireccional o bidireccional entre el paciente y la central de enfermería, cuando el paciente necesite algún tipo de atención, en tales casos se hace uso de este sistema para activar una serie de alarmas lumínicas y sonoras que indican la ubicación del paciente y el motivo de la alarma, (como por ejemplo el caso de la alarma por código azul, que es un sistema de alarma que implica el manejo de los pacientes en paro cardio-respiratorio por un grupo entrenado, con funciones previamente asignadas.

Cuando no se cuenta con un sistema de llamado adecuado, se dificulta la comunicación entre el paciente y la central de enfermería, ocasionando retrasos

en la atención a pacientes en delicado estado de salud, lo que eventualmente podría terminar en consecuencias lamentables.

La empresa Tech Medic ha elaborado un sistema de llamado de enfermería que cumple con los requerimientos mínimos exigidos por el Ministerio de Protección Social, pero la empresa ha considerado desde hace algún tiempo, que su sistema es susceptible de mejorar, incorporando el servicio de transmisión de voz, lo que produciría que todas las atenciones se deban hacer personalmente, con el consecuente beneficio si se considera que hay pacientes en delicado estado de salud que necesitan atención inmediata pudiéndose detallar en forma verbal aspectos relacionados con la urgencia. La cara opuesta del beneficio se presenta cuando, se utiliza la opción para pequeñas solicitudes, que no ameritan atención urgente, trayendo pérdidas de tiempo en el desplazamiento que debe hacer el personal de enfermería hasta la habitación del paciente.

1.3.2 Definición del problema. ¿Es posible la implementación de un sistema de llamado de enfermería con opciones de voz, para que desde la habitación del paciente se permita solicitar ayuda a la central de enfermería de manera oportuna y eficiente?

1.4 ALCANCE Y DELIMITACIÓN

Mediante este trabajo de grado, se busca esencialmente, brindar asistencia profesional en las áreas de mantenimiento y operación de equipos de electromedicina, esto incluye:

- La realización de labores de identificación de falencias tecnológicas y propuesta de soluciones, cuya implementación será determinada por la dirección de Tech Medic.
- La participación en los procesos de implementación, actualización o rediseño de sistemas pertinentes a la electrónica, programados por la empresa, solo si estos tienen lugar dentro del periodo vigente de este trabajo de grado.

El trabajo central de la Pasantía consiste en complementar el sistema de llamado de enfermería con el que cuenta la empresa Tech Medic, mediante la implementación de las opciones para el llamado de voz. La mejora indicada se implementará en un diseño prototipo, en sola sede de las que Tech Medic tiene en el departamento de Nariño.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general. Complementar el sistema de llamado de enfermería de Tech Medic, mediante el diseño de un dispositivo prototipo basado en microcontroladores, capaz de transmitir señales de voz sobre IP empleando el protocolo TCP/IP.

1.5.2 Objetivos específicos:

- Analizar y estudiar el funcionamiento del actual sistema de llamado de enfermería desarrollado por la empresa Tech Medic, profundizando sobre el funcionamiento del módulo de comunicación utilizado.
- Estudiar las diferentes alternativas que existen para desarrollar un sistema de comunicación vía Ethernet con protocolo TCP/IP.
- Desarrollar un sistema prototipo capaz de comunicarse sobre conexión Ethernet con protocolo TCP/IP basado en microcontroladores.
- Instalar una pequeña central IP que permita agregar el servicio de transmisión de voz al sistema de llamado de enfermería.
- Crear extensiones hasta las habitaciones de los pacientes hospitalizados, de manera que se ofrezca comunicaciones de voz directamente a la estación de enfermería.
- Integrar la pequeña central IP al sistema de llamado de enfermería existente mediante el uso de un módulo Arduino.
- Brindar soporte técnico en los procesos de operación (preventivo y correctivo) de equipos médicos realizados en Tech Medic.

1.6 JUSTIFICACIÓN

La realización del trabajo de grado bajo la modalidad de pasantía, encuentra asidero en la importancia que reviste el emprender la etapa de trabajo profesional del Ingeniero electrónico egresado de la universidad de Nariño, debido a que el estudiante podrá en primer lugar, aplicar los conocimientos adquiridos en la teoría, en la implementación de soluciones a problemas y en segundo lugar, tendrá su primera aproximación al entorno laboral-prácticos.

Para las instituciones de salud en general, y para Tech Medic, en particular el proyecto representa la oportunidad de mejorar sus procesos técnicos, para estar

acorde las directrices expedidas por el Ministerio de Protección Social, específicamente en lo que dicta la resolución 1043 de 2006¹, en relación a la prestación de servicios de calidad a los pacientes del sistema de salud.

Desde esta perspectiva vale la pena resaltar la importancia que tienen los sistemas de llamado de enfermería, cuya implementación en centros hospitalarios conlleva a una mejor eficiencia en cuanto al servicio de hospitalización, disminuyen los tiempos de reacción ante una emergencia médica y permite una mejor comunicación entre el paciente y la estación de enfermería. La empresa Tech Medic cuenta con un sistema de llamado con interfaz RS 485 y encuentra altamente conveniente el desarrollo de un nuevo sistema de llamado de enfermería que incorpore servicios de voz, mediante la interconexión con una central IP.

Con el desarrollo de este proyecto de pasantía se integra el sistema de llamado de enfermería con una central PBX que proporcionara el servicio de transmisión de voz y registro de llamadas, además deja abierta la posibilidad de montar nuevos servicios (como por ejemplo, remarcado automático, buzón de voz y desvío de llamadas) en la plataforma elaborada.

La implementación de un sistema de llamado de enfermería en entidades hospitalarias trae consigo una mejor prestación de servicios, especialmente en el área de urgencias y de hospitalización y se prevé que a largo plazo este sistema no solo sea utilizado para la comunicación entre pacientes y personal médico de la institución, sino que también sirva para la comunicación entre pacientes y personal médico especializado de las diferentes clínicas y entidades de salud en la ciudad.

Entre los nuevos planes de mejoramiento hospitalario se encuentra la remodelación de la planta física, acompañado de un nuevo sistema de redes de datos, esto permite adecuar las instalaciones como son la central de enfermería y los cuartos de hospitalización, este hecho facilita el montaje de un sistema de llamado de enfermería.

¹ COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 1043 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO CONTEXTUAL

Como respuesta al desarrollo del sector salud en el País, se ha conformado una empresa dinámica que tiene la misión de asesorar y satisfacer la mayoría de necesidades en el suministro de equipos de uso médico y hospitalario.

Tech Medic, buscando ser pionera en el suroccidente colombiano y en especial en los departamentos de Nariño y Putumayo ha creado una división técnica que cuenta con personal idóneo liderando el mantenimiento especializado en el área de equipos biomédicos.

Tech Medic con su portafolio de servicios ofrece el cuidado de los equipos de uso médico y hospitalario, buscando disminuir el número de fallas y extender en la medida posible el tiempo de vida útil de dichos equipos.

Dentro de las prácticas de cuidado de los equipos se realizan tareas de mantenimiento preventivo, que se refiere al uso adecuado de los equipos y a tareas de limpieza, inspecciones sistemáticas y control de los indicadores en busca de fallas antes que ocurran daños en su operación.

MISIÓN

Tech Medic es una empresa que presta servicios relacionados con la venta, alquiler, mantenimiento y diagnóstico de equipos médicos a las entidades de salud con calidad, eficiencia y competitividad, genera innovación y produce tecnología propia, y brinda asesoría en el diseño y evaluación de la infraestructura hospitalaria. Tech Medic cuenta con la más alta tecnología y con personal profesional en las áreas de bioingeniería, electro-medicina e ingeniería clínica, lo que permite ofrecer a sus clientes la seguridad de contar con un servicio garantizado y responsable.

VISIÓN

Posicionarse en el sur-occidente colombiano como una empresa líder en el campo de la biotecnología y la ingeniería clínica, siendo pioneros en el desarrollo de productos de hardware y software aplicados al sector hospitalario, garantizando una excelente asistencia a través de la investigación, actualización, disposición técnica y de talento humano, satisfaciendo así las expectativas de sus clientes.

SERVICIOS

Entre los servicios que ofrece la empresa se encuentran:

- Venta y alquiler de equipo médico y odontológico.
- Diagnóstico, revisión y calibración.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Venta de repuestos y accesorios.
- Venta de material médico quirúrgico.
- Desarrollo de software y hardware

PRODUCTOS

El principal producto que ha fabricado la empresa Tech Medic es el sistema de llamado de enfermería, el cual ha sido instalado en las principales entidades de salud del departamento de Nariño, principalmente en la Fundación Hospital San Pedro, Clínica de Especialidades las Américas, Hospital Universitario Departamental, Hospital Infantil los Ángeles, entre otras.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Intercomunicación. Transmisión de datos:

- **Comunicaciones Digitales:** La información se envía por el canal de comunicaciones como una sucesión de impulsos.
- **Comunicaciones Analógicas:** La información se envía por la línea de comunicación como una gama continua de señales o frecuencias.
- **Comunicaciones Paralelo:** Se utiliza cada una de las líneas del bus para la transmisión de una señal concreta. Los datos se transmiten al mismo tiempo a través de varias líneas de datos.
- **Comunicaciones Serie:** Se transmiten datos, señales de control e información de sincronización sobre un mismo canal. Es necesaria la transformación de los datos a un formato serie.
- **Tipos de Direccionalidades:** Según el sentido de transmisión de datos entre dos nodos.
 - *Simplex:* Comunicación unilateral.
 - *Half-Duplex:* Comunicación bilateral no simultánea.
 - *Full-Duplex:* Comunicación bilateral simultánea

- **Comunicaciones Síncronas:** No necesita emplear bits de comienzo y fin para delimitar la trama (carácter).
- **Comunicaciones Asíncronas:** (Transmisión de Arranque/Parada) La información de sincronización forma parte de la trama (carácter).

2.2.2 Comunicación serie. Transmisión bit tras bit de información binaria sobre soporte físico, en el caso más simple par trenzado.²

La conexión física se realiza a través de interfaces series normalizadas por el Estándar ANSI/EIA-232

- RS-232
 - RS-422
 - RS-485
 - TTY – Lazo de Corriente-20 mA.
- **Interfaces Equilibrados:** Utilizan la tensión en una línea, comparándola con otra para determinar una marca (un 1 lógico), y la tensión opuesta para determinar un espacio (un 0 lógico). Por ejemplo: RS-422 y RS-485.
 - **Interfaces No Equilibrados:** Utilizan la tensión en una línea, comparándola con una señal de referencia (tierra) para determinar un 0 o un 1 lógico. Por ejemplo: RS-232 y RS-423.
 - ✓ **Comunicación serie RS-232:** La EIA (Electronics Industry Association) elaboro la norma RS-232, la cual define la interface mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial³. La RS-232 está limitada por la distancia de conexión y velocidad. También está limitada a la conexión punto a punto.

² CASTRO GIL, Alonso. Comunicaciones industriales principios básicos. UNED 2007

³ LÓPEZ PÉREZ, Eric. Ingeniería en microcontroladores. Tutorial del Protocolo RS-232 [en línea]. Disponible en: http://cselectrobomba.googlecode.com/files/Serial_RS232.pdf [Citado el 15 de Mayo de 2012]

Tabla 1. Especificaciones RS-232

Especificaciones	RS232
Modo de Operación	NO DIFERENCIAL
Numero de Dispositivos	1 EMISOR 1 RECEPTOR
Máxima longitud del cable	15 metros
Máxima velocidad de transmisión	19,2 Kb/s
Rango de trabajo	+/- 25V
Rango de señal	Alto +/-15 Bajo +/-15
Sensibilidad de entrada receptor	3V
Resistencia de entrada receptor	7K

Fuente: Este Trabajo de Grado

Comunicación serie RS-422: La RS-422 trabaja en forma diferencial con las líneas que transmite y recibe, el circuito tiene solo dos hilos sin que exista una línea de masa común. Los unos y ceros lógicos se establecen en función de la diferencia de tensión ambos conductores del circuito.

Tabla 2. Especificaciones RS-422

Especificaciones	RS422
Modo de Operación	DIFERENCIAL
Numero de Dispositivos	1 EMISOR 10 RECEPTOR
Máxima longitud del cable	1200 metros
Máxima velocidad de transmisión	10 Mb/s
Rango de trabajo	+/- 10V
Rango de señal	Alto +/-6V Bajo +/-2V
Sensibilidad de entrada receptor	+/-200mV
Resistencia de entrada receptor	>=4K

Fuente: Este Trabajo de Grado

Comunicación serie RS-485: Cuando se necesita transmitir a largas distancias o con más altas velocidades que RS-232, RS-485 es la solución. Utilizando enlaces con RS-485 no hay limitación a conectar tan solo dos dispositivos.

En una red de dispositivos sobre un una simple línea, es necesario direccionar uno en particular. Esto se puede realizar simplemente utilizando caracteres ASCII, constituyendo comandos de identificación del dispositivo y que este a su vez responde con los datos. Esto es un esquema básico de protocolo de comunicación denominado comúnmente maestro/esclavo (Master/Slave) ⁴.

Tabla 3. Especificaciones RS-485

Especificaciones	RS485
Modo de Operación	DIFERENCIAL
Numero de Dispositivos	32 EMISORES 32 RECEPTORES
Máxima longitud del cable	1200 metros
Máxima velocidad de transmisión	10 Mb/s
Rango de trabajo	-7V a +12V
Rango de señal	Alto +/-6V Bajo +/-1.5V
Sensibilidad de entrada receptor	+/-200mV
Resistencia de entrada receptor	>=12K

Fuente: Este Trabajo de Grado

Comunicación serie TTY- lazo de corriente: El protocolo TTY o Bucle de Corriente-20 mA., está constituido por cuatro hilos conductores: transmisión + y -, recepción + y -. La identificación de los ceros y unos lógicos se efectúa abriendo o cerrando el circuito de corriente.

Se emplean niveles de tensión elevados y resistencias limitadoras de elevado valor, de forma que la resistencia del conductor tenga poca influencia en el circuito; esto permite distancias de comunicación superiores a las de RS-232.

⁴ LÓPEZ PÉREZ, Eric. Ingeniería en microcontroladores. Tutorial del Protocolo RS-485 [en línea]. Disponible en: <http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf> [Citado el 30 de Mayo de 2012]

Tabla 4. Especificaciones Lazo de Corriente

Especificaciones	TTY
Modo de Operación	LAZO DE CORRIENTE
Numero de Dispositivos	1 EMISOR 1 RECEPTOR
Máxima longitud del cable	3000 metros
Máxima velocidad de transmisión	9.6 Kb/s
Rango de trabajo	0/4 a 20 mA
Rango de señal	Alto +/-10mA Bajo +/-10mA

Fuente: Este Trabajo de Grado

2.2.3 Voz sobre IP. VoIP es el acrónimo de “Voice Over Internet Protocol”, que tal y como el término dice, hace referencia a la transmisión de voz en paquetes IP sobre redes de datos. Llegados a este punto se logra la convergencia de la transmisión de voz y datos⁵.

La tecnología VoIP permite el transporte la voz, previamente procesada, encapsulándola en paquetes para luego poder ser transmitidas sobre redes de datos sin necesidad de disponer de una infraestructura telefónica convencional. Con lo que se consigue desarrollar una única red homogénea en la que se envía todo tipo de información ya sea voz, video o datos.

- **Protocolos de señalización:** Los protocolos de señalización en VoIP cumplen funciones de establecimiento de sesión, control del progreso de la llamada, entre otras. Estos protocolos se encuentran en la capa de sesión (capa 5) del modelo OSI. Los más populares en el ámbito de Asterisk son SIP e IAX.
- **Protocolos de transporte de voz:** Nos referimos aquí al protocolo que transporta la voz o lo que comúnmente se denomina carga útil. Este protocolo se llama RTP (Real-time Transport Protocol) y su función es simple: transportar la voz con el menor retraso posible. Este protocolo entra a funcionar una vez que el protocolo de señalización ha establecido la llamada entre los participantes.

⁵ GARCIA B, Ronald. Integración de PBX analógica/digital (nec) con PBX IP por software (Asterisk). Caracas 2008, 184p. Trabajo de grado (Ingeniería Electrónica). Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/xmlui/bitstream/123456789/760/1/Tesis.pdf>

2.2.3.1 Protocolo IP. El protocolo IP (Internet Protocol) trabaja a nivel de red donde la información se envía en paquetes llamados paquetes IP. Este protocolo ofrece un servicio sin garantías también llamado de mejor esfuerzo.

Es decir que nada garantiza que los paquetes lleguen a su destino, aunque se hará lo posible por hacerlos llegar.

- **Dirección IP:** Una dirección IP es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz (elemento de comunicación/conexión) de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP (*Internet Protocol*), que corresponde al nivel de red del Modelo OSI.
- **Direccionamiento IP:** El direccionamiento o enrutamiento permite determinar la ruta óptima para que un paquete IP llegue su destino.

2.2.3.2 Protocolo de Transporte:

- **Protocolo TCP.** Transmission Control Protocol. Este es un protocolo de transporte que se transmite sobre IP.
- TCP ayuda controlando que los datos transmitidos se encuentren libre de errores y sean recibidos por las aplicaciones en el mismo orden en que fueron enviados. Si se pierden datos en el camino, TCP introduce mecanismos para que estos datos sean reenviados.
- **Protocolo UDP:** El protocolo UDP (Protocolo de datagrama de usuario) es un protocolo no orientado a conexión de la capa de transporte del modelo TCP/IP. Este protocolo es muy simple ya que no proporciona detección de errores. UDP reduce la cantidad de información necesaria en los paquetes por lo que es un protocolo más rápido que TCP.

Esto lo hace adecuado para transmisión de información que debe ser transmitida en tiempo real como la voz.

2.2.3.3 Codificación de la voz: La voz debe codificarse para poder ser transmitida por la red IP. Para ello se hace uso de Codecs, los cuales son algoritmos que garantizan la codificación y compresión del audio para su posterior decodificación y descompresión antes de poder generar un sonido utilizable. Según el Codec utilizado en la transmisión, se utilizará más o menos ancho de banda. La cantidad de ancho de banda suele ser directamente proporcional a la calidad de los datos transmitidos. Algunos de los codecs más utilizados en la transmisión de voz son:

- **G.711⁶:** Muestra a una frecuencia de 8 kHz y utiliza PCM (Pulse Code Modulation) para comprimir, descomprimir, codificar y decodificar. Para este estándar existen dos algoritmos principales, el μ -law (usado en Norte América y Japón) y el A-law (usado en Europa y el resto del mundo).
- **G.722:** ofrece una tasa de muestreo de 14 bits a 16 kHz, es decir mucho mayor a G.711. En otras palabras más información de la señal de audio y por lo tanto se dice que la calidad de la voz es superior. De hecho es el codec utilizado en muchos de los teléfonos VoIP marcados como de alta definición o HD (High Definition).
- **G.729:** utiliza 8kbit/s por cada canal. La ventaja en la utilización de G.729 radica principalmente en su alta compresión y por ende bajo consumo de ancho de banda.
- **GSM:** comprime aproximadamente a 13kbit/s. La ventaja de este codec también es su compresión. Sin embargo, la calidad de voz se deteriora en relación a otros codecs.

2.2.4 Asterisk. Asterisk es una solución PBX (Private Branch Exchange) por software. Se puede implementar en un servidor que funcione preferiblemente, utilizando Sistemas Operativos de tiempo real por ejemplo Linux, BSD, Unix, etc. aunque también se puede instalar en sistemas de tiempo compartido como Windows.⁷

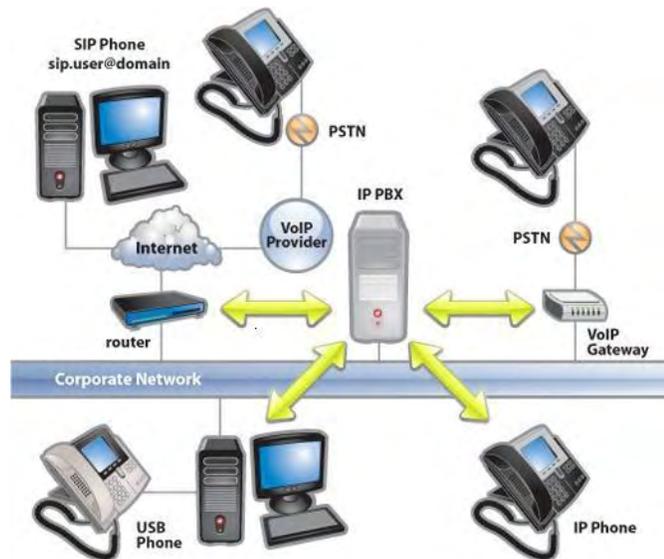
Consta de una central telefónica, un sistema de buzones de voz, un entorno de llamadas para Call Centers, un sistema integrable con soluciones CRM, entre

⁶ BLESA SIERRA, Roberto. Agente SIP embebido para establecimiento de sesiones VoIP y mensajería instantánea, Madrid 2007, 72p. Trabajo de grado. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6191/1/memoria.pdf>

⁷ NÚÑEZ HERRAN, Diana. Análisis y adaptación del módulo para la integración entre sugar crm y Asterisk enfocado hacia las pymes. Bogotá 2009, 73p. Trabajo de grado (Ingeniería de Sistemas) Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Disponible en: http://www.konradlorenz.edu.co/images/investigaciones/negocios/proyecto_sugarcrm-asterisk.pdf

otros. Asterisk da soluciones de telefonía basada en IP este puede ofrecer un rico conjunto de características y flexibilidad. Asterisk PBX ofrece funcionalidades y características avanzadas, este Interopera con PBX tradicionales basados en estándares y sistemas de telefonía de voz y Video de diversas compañías. Asterisk ofrece funciones avanzadas que se asocian a menudo con las grandes empresas de gama alta (y alto costo) de propiedad PBX como Avaya y Cisco entre otros.

Figura 1. Configuración Sistema VoIP con software libre



Fuente: 3CX. Cómo funciona una centralita IP/un sistema telefónico VOIP [en línea] <<http://www.3cx.es/voip-sip/ip-pbx-overview.php>> [Citado el 10 de Junio de 2012]

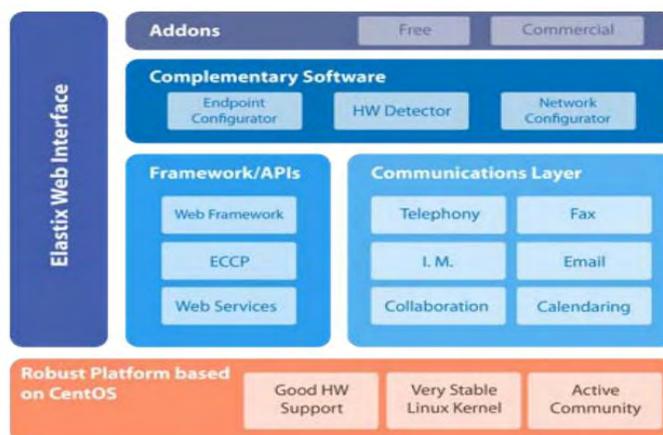
2.2.5 Elastix. Elastix es una distribución de software libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra diferentes tecnologías de comunicaciones en un solo paquete como:

- PBX
- Fax
- Email
- Mensajería Instantánea (IM)
- Calendario
- Colaboración

Elastix implementa gran parte de su funcionalidad sobre 4 programas de software muy importantes como son Asterisk, Hylafax, Openfire y Postfix. Estos brindan las

funciones de PBX, Fax, Mensajería Instantánea e Email, respectivamente.⁸ La parte de sistema operativo se basa en CentOS, una popular distribución Linux orientada a servidores. Cada uno de estos programas son desarrollados y mantenidos por diferentes compañías y comunidades. Donde está la grandeza de Elastix es en la creación de una interface Web común para la administración de estos servicios y la integración de los mismos de forma sumamente fácil y sencilla.

Figura 2. Esquema general componentes de elastix



Fuente: Sourceforge. Project of the Month Elastix [en línea] <https://sourceforge.net/blog/potm-201204/> [Citado el 15 de Julio de 2012]

2.2.6 Nanoboard 3000 – AltiumDesigner. AltiumDesigner es una plataforma integrada de diseño electrónico, todas las etapas de diseño se desarrollan dentro de un mismo ambiente haciendo más eficiente las labores de captura, verificación y documentación al permitir crear, editar y administrar desde una sola aplicación diferentes tipos de documentos y sincronizarlos entre sí⁹. La nanoboard 3000XN es un dispositivo hardware reprogramable basado en FPGA, permite elaborar diseños de sistemas embebidos fácilmente actualizables. Posee gran cantidad de herramientas que facilitan la elaboración de circuitos.

⁸ MUÑOZ, Alfio. Elastix a Ritmo de Merengue GNU Free Documentation License 2009 – 2010

⁹TRIVIÑO, Miguel A. Entrenamiento Especializado en Altium Designer, Software shop, 2011

Figura 3. Nanoboard 3000XN



Fuente: Este trabajo de Grado

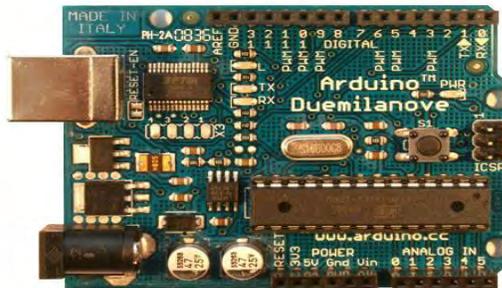
2.2.7 Arduino Duemilanove – Arduino Ethernet Shield. Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinares.¹⁰

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

2.2.7.1 Arduino Duemilanove. La placa utilizada para realizar las pruebas para este proyecto fue la placa Arduino Duemilanove la posee un microcontrolador basado en el ATmega328. Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz, conexión USB, entrada de alimentación, una cabecera ISCP, y un botón de reset.

¹⁰ ENRÍQUEZ HERRADOR, Rafael. Guía de Usuario de Arduino. [en línea]. California 2009 Creative Commons, Disponible en: http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf [Citado el 10 de Agosto de 2012]

Figura 4. Arduino Duemilanove



Fuente: Este trabajo de Grado

2.2.7.2 Arduino Ethernet Shield. Arduino Ethernet shield es una placa que se conecta a la placa Arduino para permitir la conexión a una red¹¹. El software posee una librería ethernet que facilitan su programación.

Figura 5. Arduino Ethernet Shield

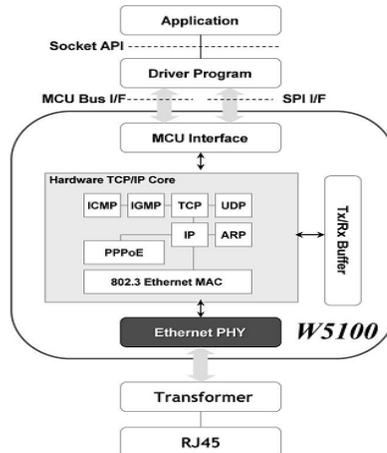


Fuente: Este trabajo de Grado

El componente principal de esta placa es el chip Wiznet W5100 el cual integra la pila tanto TCP/IP como la MAC y capa física de Ethernet lo que facilita el trabajo a la hora de elaborar una aplicación, ya que otros dispositivos llevan esta pila de protocolos en su software y no en su hardware.

¹¹ ARDUINO. Arduino Ethernet Shield [En línea]. s.f. Disponible en: <http://arduino.cc/es/Main/ArduinoEthernetShield> [Citado el 5 de Agosto de 2012]

Figura 6. Diagrama de bloques Wiznet W5100



Fuente: WIZNET COMPANY. W5100 datasheet [en línea]. (Corea del Sur): 2006. Disponible en: www.mct.net/download/wiznet/w5100.pdf [citado el 10 de Agosto de 2012].

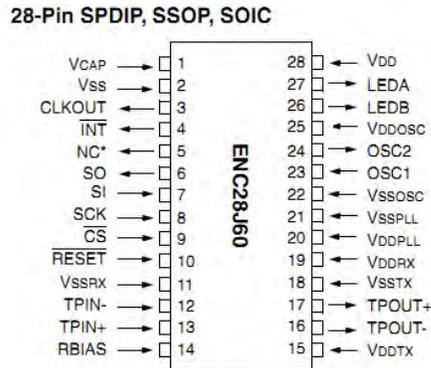
La comunicación con la placa Arduino se realiza mediante la interfaz SPI, la placa Ethernet Shield contiene un conector RJ 45 integrado, un botón de reset y varios leds que indican el estado de conexión.

2.2.8 ENC28J60 Y PIC 18F2550. Los PIC que contengan la interfaz SPI pueden ser fácilmente conectados a una red Ethernet mediante el controlador ENC28J60 de microchip

2.2.8.1 ENC28J60. Es un controlador conformado por 28 pines, funciona a 3.3V y posee un bus SPI y distintos registros que se utilizan para su configuración, su conexión es relativamente sencilla. A continuación se muestran sus principales características:

- Compatible con la norma IEEE 802.3u Fast Ethernet a 100 Mbit/s con auto-negociación de velocidad.
- Convierte señales de red a señales sincrónicas SPI.
- Velocidad máxima 10BaseT.
- Memoria RAM de 8Kbytes
- DMA para transmisión rápida con la memoria de datos.

Figura 7. Distribución Pines ENC28J60



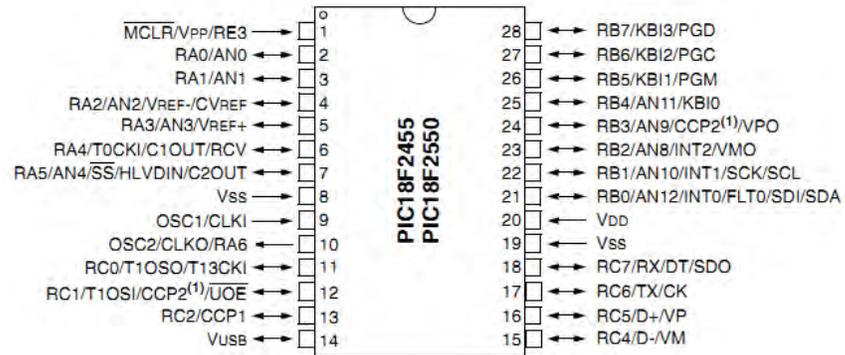
Fuente: MICROCHIP ENC28J60 datasheet [en línea]. (U.S.A): 2006. Disponible en: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39662b.pdf> [Citado el 28 de Agosto de 2012]

Mientras la mayoría de los controladores de Ethernet vienen en encapsulados de más de 80 pines, el ENC28J60, que cumple con la norma IEEE 802.3, ofrece características comparables, en encapsulados de 28 pines. El controlador de Ethernet ENC28J60 utiliza la interfaz serial sincrónica estándar SPI, que requiere solo cuatro líneas (chip select, tx data, rx data y clock) para conectarse con un micro-controlador. Estas características combinadas con el software gratuito TCP/IP de Microchip para microcontroladores PIC18, proveen la solución Ethernet completa más pequeña en la actualidad para aplicaciones integradas, en donde se las puede añadir conectividad de Ethernet.

Los microcontroladores pueden distribuir datos sobre una red y se pueden controlar remotamente. La infraestructura, el rendimiento, la interoperabilidad, la adaptabilidad y la facilidad del desarrollo de Ethernet lo hace una opción estándar para comunicaciones de aplicaciones integradas, como el creciente mercado voz sobre IP (VoIP).

2.2.8.2 PIC 18F2550. Para realizar las pruebas se utiliza el PIC 18f2550 el cual va conectado al ENC28J60 por la interfaz SPI, la cual permite recibir y transmitir simultáneamente 8 bits de forma síncrona.

Figura 8. Distribución Pines PIC 18F2550



Fuente: MICROCHIP PIC18F2550 datasheet [en línea]. (U.S.A): 2006. Disponible en: ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf [Citado el 30 de Agosto de 2012]

3. METODOLOGÍA

La aprobación y supervisión del proyecto, estará bajo la responsabilidad y dirección del Ingeniero Esteban Acosta, quien es el responsable del mantenimiento del equipo biomédico de la Fundación Hospital San Pedro, y quien para efectos de la pasantía tiene la función de asesor del estudiante.

Para la realización del presente proyecto se sigue una secuencia de actividades definidas, las cuales a grandes rasgos se describen a continuación.

Inicialmente y con la ayuda del personal correspondiente, se recibe inducción y capacitación, con el propósito de conocer las funciones de la empresa, sus objetivos y el reconocimiento de las actividades a realizar.

Una vez culminado el reconocimiento general de la empresa se efectúa un estudio para determinar el estado actual del sistema de llamado de enfermería, con el fin de conocer a fondo su funcionamiento, identificar sus fallas y las posibilidades de actualización del sistema.

Posteriormente, se evalúan las distintas plataformas de hardware comerciales con conectividad Ethernet y que implementen la pila de protocolos TCP/IP, de donde se selecciona la mejor opción para implementar la aplicación correspondiente, esto teniendo en cuenta los parámetros de flexibilidad y economía.

Teniendo en cuenta lo anterior, se decide por la instalación de una central telefónica IP que se integre al actual sistema de llamado de enfermería, que posibilite el servicio de transmisión de voz y que permita el monitoreo de llamadas de los pacientes hacia la central de enfermería. Se opta por la utilización de una placa Arduino como interfaz entre la central telefónica IP y el sistema actual de llamado de enfermería.

Se desarrollan los prototipos de pruebas para detectar errores y realizar posibles mejoras, en base a los resultados se elabora el prototipo final del sistema de llamado de enfermería. El prototipo final se pone en ejecución para ajustes definitivos y su posterior entrega.

Conjuntamente con las actividades del desarrollo del sistema de llamado de enfermería, se brinda apoyo en las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo biomédico a cargo de la empresa Tech Medic. Para ver más detalles consulte el anexo A.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO DE PASANTÍA

Las actividades del proyecto de pasantía se desarrollan dentro de la empresa Tech Medic, la cual se encuentra, en la parte técnica, a cargo del ingeniero Esteban Acosta Mora. La empresa presta sus servicios de mantenimiento a la Fundación Hospital San Pedro y Clínica de Especialidades Las Américas.

A continuación se describe las actividades desarrolladas durante el período de la pasantía dentro de esta empresa.

4.1 SOPORTE INTEGRAL A LAS LABORES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS MÉDICOS Y HOSPITALARIOS

El mantenimiento de equipos biomédicos constituye una tarea vital y fundamental para toda entidad prestadora del servicio de salud, esta actividad se realiza con el fin de prevenir y corregir las fallas, daños y mal funcionamiento de los equipos médicos y hospitalarios. Dentro del periodo de pasantía se realizó tareas de apoyo en las rutinas de mantenimiento preventivo a algunos equipos médicos adscritos al área de mantenimiento de la empresa Tech Medic.

El mantenimiento preventivo de los equipos biomédicos se debe considerar un proceso, que tiene como objetivo principal mantener en buen estado de funcionamiento los equipos o instrumentos. Mediante estas rutinas técnicas y administrativas se realiza la inspección sistemática de un equipo o instrumento con el propósito de mantenerlo en buen estado de funcionamiento, evitar y detectar fallas menores antes que lleguen a afectar el servicio.

La aplicación del mantenimiento preventivo permite que los estén en condiciones adecuadas para su uso en un procedimiento específico, eliminando los posibles riesgos de paralización prolongada, discontinuidad del servicio, entendiendo que son equipos de misión crítica, dado que, en gran medida, de ellos depende la oportunidad en la atención segura al paciente en el entorno hospitalario.

El programa de mantenimiento preventivo se basa en la ejecución periódica de actividades tales como inspección, cambio de accesorios, repuestos, componentes o algún otro tipo de elemento que permita que el equipo funcione eficientemente.

Las actividades de mantenimiento preventivo en la Fundación Hospital San Pedro y en Clínica de Especialidades las Américas se realizan basadas en la programación que existe en los cronogramas de mantenimiento de cada equipo,

éstos se efectúan por el personal técnico bajo la responsabilidad de la empresa Tech Medic, contratista de este servicio con las instituciones¹².

En algunos equipos que se encuentran en el hospital en condición de comodato, o que fueron adquiridos recientemente y se encuentran todavía cubiertos por garantía, este mantenimiento lo ejecuta directamente la empresa contratista o proveedora de los mismos, quienes periódicamente se trasladan a la institución para realizar dicha tarea.

Para realizar el mantenimiento preventivo se revisan las hojas de vida y los protocolos de mantenimiento de los equipos. Los protocolos son guías que indican los pasos, herramientas, conocimientos y tareas necesarias para cumplir a cabalidad con el mantenimiento.

Una vez realizado el mantenimiento preventivo según los protocolos establecidos, se diligencia un reporte describiendo las actividades realizadas y sugerencias de manejo del equipo, el reporte es entregado al jefe de área, y una vez firmado por este, se adjunta y se deja constancia en la hoja de vida del equipo.

Las tareas específicas que se realizaron en la ejecución del mantenimiento preventivo fueron de carácter básico como: desensamble de piezas, limpieza, lubricación, revisión de tarjetas y componentes electrónicos, diligencias reportes, entre otras. En el anexo A se describen los protocolos de mantenimiento de los equipos con los que se trabajó.

4.2 SISTEMA ACTUAL DE LLAMADO DE ENFERMERÍA

Existen diferentes diseños de sistemas de llamados de enfermería, cada uno cuenta con cierta capacidad de servicios y su precio varía de acuerdo a la cantidad de servicios prestados y de la calidad de los productos con el cual se encuentra fabricado. En este documento se describe brevemente el funcionamiento y las partes que conforman el sistema de llamado de enfermería, Diseñado y fabricado por la empresa Tech Medic resaltando los componentes con mayor importancia y posteriormente dar a conocer los lineamientos básicos de diseño. El sistema de llamado de enfermería se encuentra conformado de la siguiente manera.

¹² TENA AGUILAR, Luis Alberto. Diagnóstico Tecnológico de las UPS Equipos Biomédicos [en línea]. Lima: Disa IV Lima Este. [Citado el 18 de Julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.minsa.gob.pe/hospitalsjl/ArchivosDescarga/Transparencia/DiagnosticoTecnologico.pdf>

4.2.1 Central de Enfermería. En esta central se ubica el tablero de control, el cual cuenta con tres despliegues de 7 segmentos en el cual se informa el número y el piso de la habitación de la cual proviene el llamado, en este tablero confluyen todos los terminales de todas las habitaciones y baños, también se encuentra ubicada la fuente de poder que provee energía a todo el sistema.

El sistema de llamado prioriza de acuerdo a la importancia del evento indicándolo con el tipo de luz fija o intermitente o con un tono audible diferente, este módulo soporta hasta 32 habitaciones sencillas o 64 dobles de pacientes y permite la interconexión con otras centrales de las demás áreas, además el sistema posee una salida de control que permite activar dispositivos externos como por ejemplo: Timbres, luces o alarmas externas

En este módulo se encuentran ubicados los siguientes componentes.

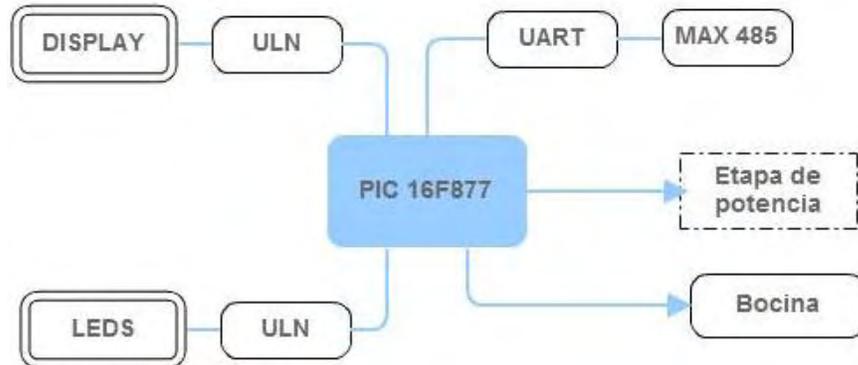
- Control Maestro
- Drivers de control Display
- Display de 3 dígitos 7 segmentos
- Alarma Sonora
- Indicador visual de prioridad

Figura 9. Módulo de información para enfermería



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 10. Diagrama de bloques Módulo central de enfermería.

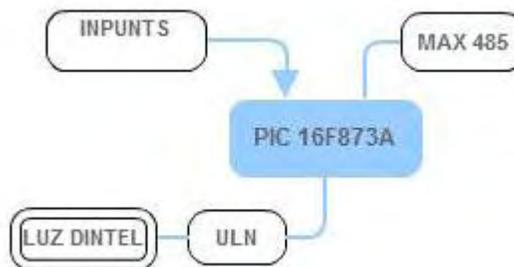


Fuente: Este Trabajo de Grado

En el diagrama anterior se muestran sus diferentes componentes, su principal componente es el PIC16F877, que es el encargado de recibir todas las señales de las habitaciones por medio del UART y el convertor MAX-485, el PIC16F877 posee una etapa de potencia para conectar sirenas u otro tipo de alarmas, además de los drivers que manejan los display de siete segmentos y el indicador visual de prioridad.

4.2.2 Tarjeta Esclavo. Su principal componente es el PIC 16F873A nuevamente con una conexión RS-485 que se conecta a través de la UART interna y el convertor max485, en la tarjeta se almacenan el número de habitación o cama, y el número de piso, cada tarjeta tiene capacidad para conectar dos camas, un baño y una luz dintel.

Figura 11. Diagrama de bloques tarjeta esclavo



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.2.3 Tablero de llamado de habitación. Este tablero se ubica en cada una de las camas de los pacientes, cuenta con los botones de “llamar”, “cancelar” y “código azul” los que permiten realizar el llamado hacia la central de enfermería, también cuenta con un Jack para enchufar el cordón de perilla.

Figura 12. Módulo de Estación Paciente



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.2.4 Tablero de llamado de baño. Este tablero se ubica en cada uno de los baños de las habitaciones, cuenta con los botones de “llamar” y “cancelar” los que permiten realizar el llamado hacia la central de enfermería, también cuenta con un Jack para enchufar el cordón de perilla.

4.2.5 Cordón de Perilla. Es una extensión del botón llamar, este permite una mejor ubicación de dicho botón para que el paciente pueda hacer el llamado sin ningún tipo de esfuerzo, está pensado para pacientes en delicado estado de salud o con algún tipo de fractura.

Figura 13. Cable Pulsador Paciente



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.2.6 Luz Dintel. Es una lámpara que se ubica en la parte superior de las habitaciones, esta lámpara cuenta con un conjunto de leds verdes, amarillos y azules. Su función es ubicar la habitación de la cual proviene el llamado e informar sobre el tipo de llamado se está realizando, para este sistema se consideró la siguiente norma.

- Luz verde parpadeante: Indica el llamado general de las habitaciones.
- Luz amarilla parpadeante: Indica que el llamado se ha producido de uno de los baños.
- Luz azul parpadeante: Indica que el llamado de código azul – pacientes con paro cardio respiratorio.

Figura 14. Luz dintel



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.2.7 Fuente de Alimentación. El sistema de llamado de enfermería cuenta con una fuente de 12 V a 3 A que suministra energía al módulo central y a las tarjetas de cada habitación. Se elaboró con 12V por facilidad en la instalación y mantenimiento, y con el fin de hacer más económico el sistema.

4.2.8 Red de Distribución. Para el montaje de esta red se utilizó cable UTP Categoría 5e y conectores de la misma categoría, esto por facilidad de la instalación y el blindaje que presenta este cable a las diferentes interferencias.

4.2.9 Funcionamiento. Desde cada cama el paciente puede elegir dos modos de llamada, llamado general con un pulsador de color verde y llamado de código azul con un pulsador de color azul. Cuando el paciente presiona el botón de llamado general se indica en la central de enfermería el número de habitación de donde proviene la llamada, adicionalmente se enciende la luz Dintel en color verde intermitente y se activa una alarma sonora, la cancelación de la llamada se realiza de forma manual por parte de la enfermera y se debe hacer desde la habitación del paciente, esto se hace con el fin de garantizar la atención al llamado. Cuando el paciente presiona el botón azul sucede algo similar a la descripción anterior pero ahora la luz dintel se iluminará de color azul y además el tono de sonido de la alarma cambiará. Los llamados desde los baños se indican con la luz dintel en color amarillo.

4.3 APOYO EN LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL ACTUAL SISTEMA DE LLAMADO DE ENFERMERÍA.

Una de las funciones encomendadas como pasante, consistió en colaborar con la instalación, montaje y puesta en marcha del sistema anteriormente descrito, en las diferentes clínicas y hospitales de la ciudad. En la siguiente tabla se indican los lugares en donde se instaló el sistema, y el número de puntos que se instalaron por lugar.

Tabla 5. Número de puntos instalados por Institución

Lugar	Puntos
Fundación Hospital San Pedro	104
Clínica de Especialidades las Américas	48
Hospital Infantil los Ángeles	39
Clínica Bellatrix	8

Fuente: Este Trabajo de Grado

4.3.1 Instalación del sistema en La Fundación Hospital San Pedro. Se instala es sistema de llamado de enfermería dentro de las instalaciones de la Fundación Hospital San Pedro en las áreas de:

- Hospitalización Medicina Interna: Se instalan 27 puntos
- Hospitalización Quirúrgicas: Se instalan 30 puntos
- Hospitalización Contributivo: Se instalan 19 puntos
- Ginecología: Se instalan 28 puntos.
- Urgencias: Se instalan 65 puntos.

Figura 15. Estación de enfermería - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 16. Módulo central llamado de enfermería - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 17. Módulo de estación paciente - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 18. Luz Dintel - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.3.2 Instalación del sistema en La Clínica de Especialidades las Américas.
En la clínica de especialidades las Américas, se instala el sistema de llamado de enfermería en las dos áreas de hospitalización y en urgencias.

Figura 19. Estación de enfermería - Hospitalización



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 20. Luz dintel - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 21. Módulo central llamado de enfermería - Hospitalización



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 22. Módulo de estación paciente - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.3.3 Instalación del sistema en el Hospital Infantil Los Ángeles. En el Hospital Infantil los Ángeles se lleva a cabo la instalación en las sección de quirúrgicas 23 puntos y en hospitalización 16 puntos.

Figura 23. Estación de enfermería - Quirúrgicas



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 24. Módulo central llamado de enfermería - Quirúrgicas



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 25. Luz dintel - Hospitalización



Fuente: Este Trabajo de Grado

Figura 26. Módulo de estación paciente - Urgencias



Fuente: Este Trabajo de Grado

4.4 ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA LA MEJORA DEL SISTEMA

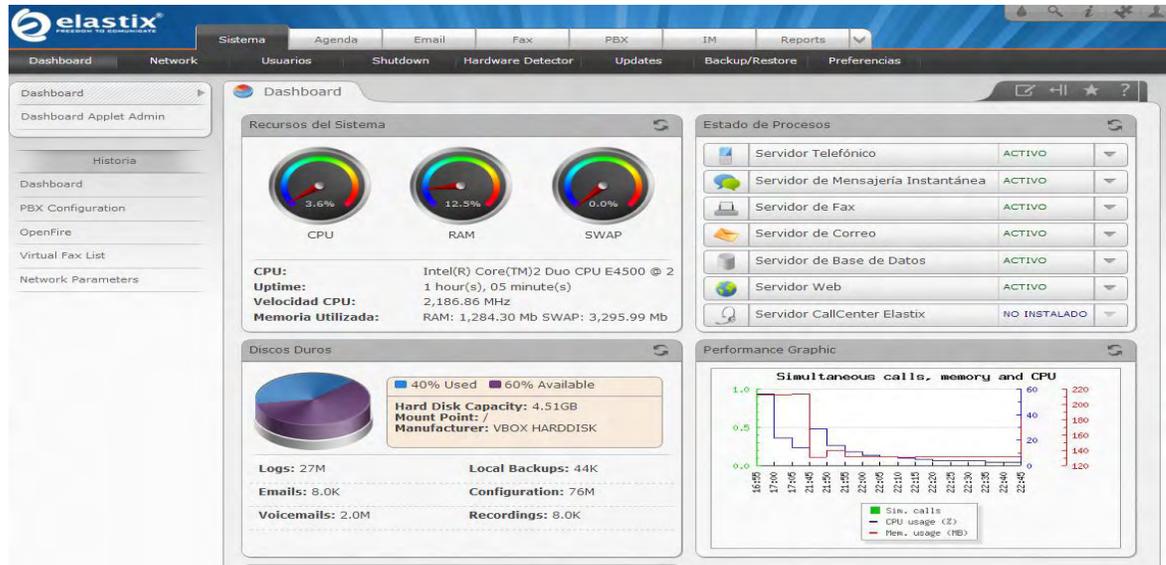
Si bien el sistema de llamado de enfermería funciona de forma adecuada, la intención de la empresa Tech Medic es mejorarlo mediante la inclusión de nuevos servicios, para esto se plantean varias alternativas de mejora, las cuales por requerimiento de la empresa deben ser integrables al antiguo sistema.

Se debe cumplir con el requerimiento principal, el cual es la inclusión del servicio de comunicación por voz al sistema, para ello se estudian diferentes dispositivos y plataformas integrables al sistema que puedan cumplir con dicha exigencia.

A continuación se mencionan algunos dispositivos y plataformas que se pueden acoplar al sistema.

4.4.1 Pequeña central de telefonía IP con base en Elastix. Para proporcionar comunicación por voz se propone la utilización de Elastix, el cual es un programa basado en Asterisk, que proporciona las funcionalidades de una central telefónica PBX, y como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí.

Figura 27. Interfaz gráfica de configuración Elastix



Fuente: Este trabajo de Grado

Esta alternativa se convierte en una buena opción para ser incluida en el sistema de llamado de enfermería, ya que además de permitir la realización de llamadas entre los usuarios de la red, también permite contratar una troncal que permita hacer llamadas a cualquier dispositivo móvil o fijo en el mundo; además esta PBX posee registros de llamadas que ayudan a monitorear la atención prestada a los pacientes y opciones adicionales que permitirán mejorar los servicios de llamado prestados.

4.4.1.1 Detector de Caller ID y tonos DTMF. Al contar con una central telefónica IP, es necesario que interactúe con el sistema de llamado de enfermería, o que al menos pueda enviar información que active o desactive las alarmas con las que cuenta el sistema.

Una idea que se propuso durante este proceso fue utilizar un circuito que detecte el Caller ID de donde proviene la llamada y lo muestre en el módulo central de la estación de enfermería, y para activar los diferentes tipos de alarma según el llamado, se pensó en utilizar un circuito detector de tonos DTMF que active un

tipo de alarma según el dígito marcado (por ejemplo, si el paciente marca el número 1, se active el llamado general, si presiona el número 2 se active el llamado de código azul). Adicional a esto se pensó en sacar un teclado paralelo al teléfono para que el paciente no tuviera que descolgar el teléfono para realizar el llamado.

Para la realización del circuito detector de Caller ID, se investigó diferentes formas de construirlo según los diferentes tipos de tecnologías usadas. Generalmente la información del Caller ID, es enviada durante el primero y segundo timbrado, por lo que se debe construir un circuito que interprete y almacene esta información para posteriormente enviarla al sistema de llamado.

Figura 28. Caller ID en una llamada

Primer Timbrado	Silencio entre timbres			Segundo Timbrado
2 Segundos	0.5	3 Segundos	0.5	2 Segundos
		Datos de Caller-ID		

Fuente: MORESCHI, Lucas Manuel. Sistema de identificación de llamadas y gestión de viajes para empresas de radio taxi. [En línea] [http://lucup.serveftp.org/Tesis/Capitulos/PDF/CAPITULO%203.%20Caller-ID%20\(24\).pdf](http://lucup.serveftp.org/Tesis/Capitulos/PDF/CAPITULO%203.%20Caller-ID%20(24).pdf)

Existen varios circuitos que se utilizan para identificar el número de la llamada entrante, sin embargo sus componentes no se encuentran disponibles comercialmente, lo que fue una limitante para realizar pruebas, esto hizo que no se tomara esta opción como alternativa para la actualización del sistema de llamado de enfermería, sin embargo ensayar esta alternativa conlleva a conocer más acerca de DTMF (Dual Tone Multi-Frequency) y a estudiar su uso dentro de Asterisk.

Lo que se pretende es utilizar este tipo de tonos para enviar información a la central de enfermería, y que el Arduino sea capaz de leer e interpretar los tonos, para activar o desactivar las alarmas, sin necesidad de circuitos externos, este tema se tratará con más detalles en capítulos posteriores en este documento.

4.4.2 Dispositivos para acoplar el sistema de llamado de enfermería con la central telefónica IP. Para relacionar la central telefónica IP con el antiguo sistema de llamado de enfermería, es necesario contar con una interfaz que se pueda conectar a ambos sistemas, para ello se estudian varios dispositivos con varios puertos y protocolos de conexión. En el desarrollo del proyecto de pasantía se trabajó con distintos dispositivos y plataformas que ofrecen una solución al problema. A continuación se mencionan algunos dispositivos utilizados para el desarrollo de pruebas con sus correspondientes características, así como las ventajas y desventajas que ofrece cada uno.

Tabla 6. Dispositivos de prueba

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Nanoboard 3000	Utiliza una FPGA Spartan 3AN. Pantalla TFT LCD (240x320) touchscreen. Protocolo lwIP Interfaz SVGA (24-Bit, 80MHz) Lector de tarjetas SD. Interfaz Ethernet 10/100. 1 Puerto RS 485 y 1 puerto RS 232.	Mayor velocidad de conexión. Facilidad para crear la PCB. Múltiples Puertos.	Altos costos. Materiales y elementos de difícil consecución. Lenguaje de programación desconocido.
Arduino con placa Ethernet	Proporciona un estándar de conector RJ45 Ethernet. Microcontrolador Atmega 328. W5100 TCP/IP Embedded. Ethernet Controller. Memoria interna de 16Kbytes para los buffers de transmisión/recepción.	Fácil programación. Bajos costos de adquisición. Código abierto. Interfaz TCP/IP embebida. Placas apilables.	Mayor consumo de memoria flash. Poca flexibilidad
ENC28J60 con PIC	Compatible con la norma IEEE 802.3u Convierte señales de red a señales sincrónicas SPI. Velocidad máxima 10BaseT. Memoria RAM de 8Kbytes DMA para transmisión	Compatible con la mayoría de PIC's. Bajos costos.	Velocidad máxima 10 mbps. Mayor complejidad en su programación.

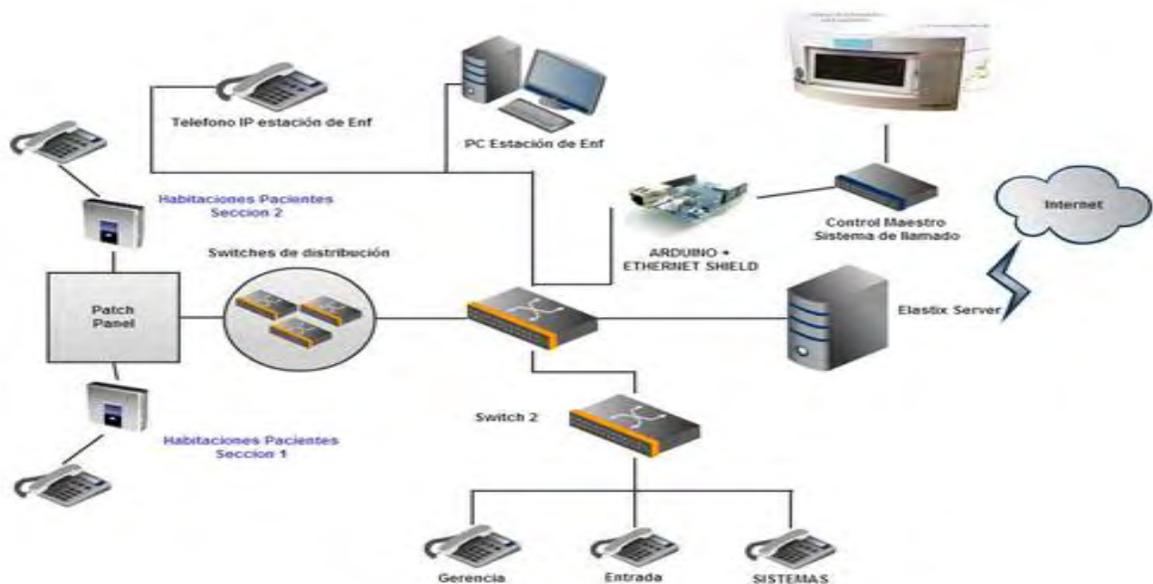
	rápida con la memoria de datos.		
--	---------------------------------	--	--

Fuente: Este trabajo de Grado

4.5 ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE LLAMADO DE ENFERMERÍA

Con base en los resultados obtenidos a partir de la evaluación de las alternativas planteadas, y teniendo en cuenta factores como el costo de los dispositivos, su facilidad de adquisición y montaje; se opta por la implementación de una central telefónica IP que se integre al actual sistema de llamado de enfermería mediante la inclusión de un dispositivo Arduino.

Figura 29. Esquema general de conexión



Fuente: Este trabajo de grado

Para instalar el servidor de comunicaciones se elige instalar un servidor de comunicaciones unificadas como Elastix, el cual es una distribución libre de Servidor de Comunicaciones Unificadas que integra en un solo paquete: VoIP PBX, Fax, Mensajería Instantánea y Correo electrónico.

Con la implementación del servidor de comunicaciones, los pacientes se pueden comunicar telefónicamente con la estación de enfermería, sin embargo en este punto hace falta la activación y desactivación de las señales de alarma propias del sistema de llamado de enfermería, para ello se decide acoplar el control maestro

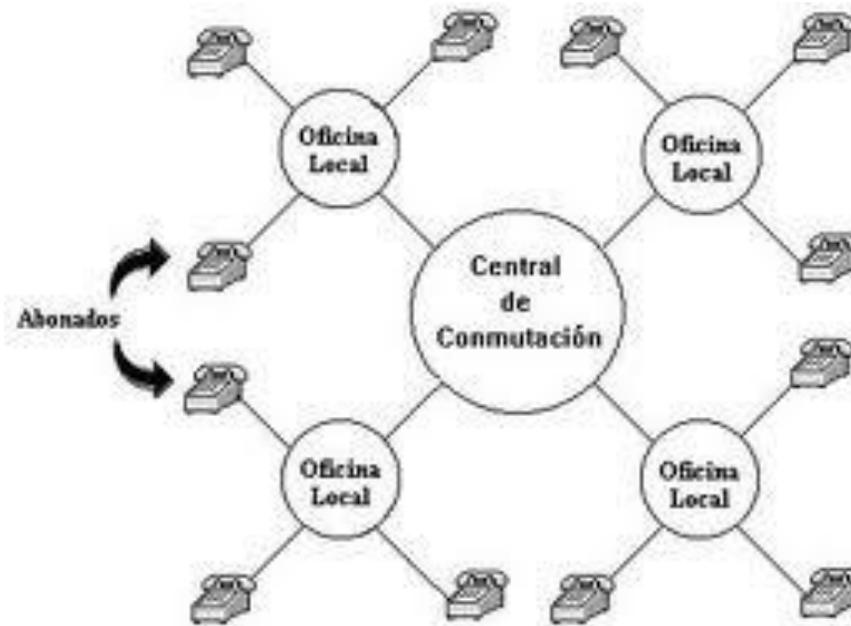
del antiguo sistema de llamado de enfermería con la central telefónica IP, cabe mencionar que la función del control maestro es recibir información (número de cama y el tipo de llamada que se está realizando) de cada una de las tarjetas esclavo instaladas en las habitaciones de los pacientes, y mostrar las alertas sonoras y lumínicas en la estación de enfermería.

Al interrelacionar la central telefónica IP con el Módulo maestro del sistema de llamado, lo que se pretende es que la placa arduino reciba el número de extensión del cual proviene el llamado y lo envíe al control maestro para que sea mostrado en el módulo de información del sistema, al mismo tiempo la placa arduino estará activa para recibir cualquier información de los dígitos presionados en el teléfono de la extensión y de acuerdo al número presionado se activara un tipo de alerta en la estación de enfermería.

Para la implementación de la central telefónica, se instala la red de datos en los cuartos de los pacientes y en las estaciones de enfermería, esta red se diseña de acuerdo a unas normas y parámetros establecidos, los cuales se profundizará con más detalle en la siguiente sub-sección.

4.5.1 Red de datos para el montaje de una central IP. La estación de enfermería debe estar centralizada con respecto a los cuartos de hospitalización, a una distancia no mayor a 35 m de la cama más alejada y controlar máximo 30 camas. Por esta razón se elige topología tipo estrella para el diseño de la red, ya que es la que mejor se adapta al diseño estructural de las centrales de enfermería.

Figura 30. Topología estrella red de datos



Fuente: OTAÑO, Sergio. Redes y Telecomunicaciones, Topologías de Red [en línea] http://redelectronica.blogspot.com/2008_10_01_archive.html [Citado el 20 de Agosto de 2012]

4.5.1.1 Estándares De Referencias Cableado Estructurado. TIA/EIA-568-A: Este antiguo Estándar para Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales especificaba los requisitos mínimos de cableado para telecomunicaciones, la topología recomendada y los límites de distancia, las especificaciones sobre el rendimiento de los aparatos de conexión y medios, y los conectores y asignaciones de pin.

TIA/EIA-568-B: El actual Estándar de Cableado especifica los requisitos sobre componentes y transmisión para los medios de telecomunicaciones. El estándar TIA/EIA-568-B se divide en tres secciones diferentes: 568-B.1, 568-B.2 y 568-B.3.

- TIA/EIA-568-B.1 especifica un sistema genérico de cableado para telecomunicaciones para edificios comerciales que admite un entorno de múltiples proveedores y productos.
- TIA/EIA-568-B.1.1 es una enmienda que se aplica al radio de curvatura del cable de conexión UTP de 4 pares y par trenzado apantallado (ScTP) de 4 pares.

- TIA/EIA-568-B.2 especifica los componentes de cableado, transmisión, modelos de sistemas y los procedimientos de medición necesarios para la verificación del cableado de par trenzado.
- TIA/EIA-568-B.2.1 es una enmienda que especifica los requisitos para el cableado de Categoría 6.
- TIA/EIA-568-B.3 especifica los componentes y requisitos de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica.

TIA/EIA-569-A: El Estándar para Recorridos y Espacios de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales especifica las prácticas de diseño y construcción dentro de los edificios y entre los mismos, que admiten equipos y medios de telecomunicaciones.

Categorías del Cable UTP (par trenzado sin blindaje)

Están basadas en el ancho de banda MHz.

- Cableado de categoría 1: Descrito en el estándar EIA/TIA 568B. El cableado de Categoría 1 se utiliza para comunicaciones telefónicas y no es adecuado para la transmisión de datos.
- Cableado de categoría 2: El cableado de Categoría 2 puede transmitir datos a velocidades de hasta 4 Mbps.
- Cableado de categoría 3: El cableado de Categoría 3 se utiliza en redes 10BaseT y puede transmitir datos a velocidades de hasta 10 Mbps.
- Cableado de categoría 4: El cableado de Categoría 4 se utiliza en redes Token Ring y puede transmitir datos a velocidades de hasta 16 Mbps.
- Cableado de categoría 5: El cableado de Categoría 5 puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps. O 100 Base T
- Cableado de categoría 6: Redes de alta velocidad hasta 1Gbps (Equipos)
- Las categorías 1 y 2 no son reconocidas por la norma.

Tabla 7. Resumen de las categorías del cable UTP

Designación	Ancho de Banda
Categoría 3	16 MHz. (10 Mbps.)
Categoría 4	20 MHz. (16 Mbps.)
Categoría 5	100 MHz. (100 Mbps.)
Categoría 5e	100 MHz. (125MHz) (250 Mbps.)
Categoría 6	250 MHz. (600 Mbps.)

Fuente:http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/cableado_estructurado.pdf

4.5.1.2 Equipos de Red:

Switch o Conmutadores: Son dispositivos utilizados para entregar todo el ancho de banda a un segmento de red en una fracción de tiempo. Permite utilizar toda la velocidad inter-red. Un switch en su presentación es muy parecido al hub, sólo difiere en su función lógica y en la adición de unos puertos para funciones adicionales. El switch realiza transferencia de tráfico de broadcast y de multicast, pero disminuye el dominio de colisión al mínimo.

Algunas características especiales de los switches son las siguientes:

Número de puertos. Se consiguen de 12 o 24 puertos. Además de los puertos nominales (12 o 24), tienen otros puertos adicionales que sirven para conectar un equipo a una velocidad mayor o para unirlo a otro switch. También se le pueden conectar opcionalmente, módulos para interconexión por fibra óptica.

Velocidad. Los switches manejan las velocidades más estándares de la topología Ethernet, es decir, 10, 100 y 1000 Mbps o pueden poseer puertos autosensing. Los puertos adicionales de alta velocidad siempre están por encima de la velocidad de los demás puertos. Por ejemplo, cuando el switch es de 10 Mbps, sus puertos de alta son de 100 Mbps, y cuando son de 100 Mbps los puertos los de alta son de 1000 Mbps. La razón de poseer un puerto a una velocidad mayor

es con el fin de proveer un canal que pueda manejar en lo posible todo el throughput que se genera en la comunicación entre dos switches, esto añadido a otra característica muy particular de los switches, el multilinktrunking.

Apilable. Es posible apilar varios switches de tal forma que se conserve la característica del switching y por consiguiente el dominio de la colisión. Se logra uniéndolos a través de los módulos de apilación o matriz.

Multilinktrunking. Cuando se poseen puertos de alta velocidad para unir dos switch, es posible mediante esta característica, sumar el ancho de banda disponible por cada puerto con el fin de tener un canal de más alta velocidad. El multilinktrunking, convierte dos enlaces de 100 Mbps entre los switch, en uno único de 200 Mbps, con esto se logra mayor acceso entre los dos equipos.

Administración. Esta característica se hace más necesaria en un equipo con tantas posibilidades de configuración como este. Como se ha visto, no sólo el acceso a la velocidad inter-red es la principal fortaleza de los switch, también lo es el multilinktrunking, las VLANs, la comunicación con otros equipos a velocidades hasta de un giga bit por segundo, la conexión a redes ATM y la posibilidad de realizar "switching" a nivel 3 de la capa OSI. La administración permite el manejo de todos estos recursos que hacen al switch un equipo ideal para el acceso a altas velocidades. Al igual que en otros equipos, la administración brinda la posibilidad de monitorear el estado de los puertos y el desempeño del equipo.

Dominio de Colisión. La gran fortaleza del switch que trae como secuencia el manejo de toda la velocidad inter-red entre cada uno de sus puertos, es el manejo del dominio de colisión. A diferencia del concentrador que repite los paquetes a todos los puertos presentando un dominio de colisión muy alto, el switch sólo establece un bus entre el puerto del paquete de origen y el puerto del paquete destino, con esto la colisión depende de la simultaneidad en la transmisión de estos dos puertos y no de los 6, 8, 12, 16, o 24 puertos de los hub.

Rack de comunicaciones: Es un gabinete necesario y recomendado para instalar el patch panel y los equipos activos proveedores de servicios. Posee unos soportes para conectar los equipos con una separación estándar de 19". Pueden estar provistos de ventiladores y extractores de aire, además de conexiones adecuadas de energía. Hay modelos abiertos que sólo tienen los soportes con la separación de 19" y otros más costosos cerrados y con puerta panorámica para supervisar el funcionamiento de los equipos activos y el estado de las conexiones cruzadas. También existen otros modelos que son para sujetar en la pared, estos no son de gran tamaño, generalmente de 60 cm de altura y con posibilidad de ser cerrados o abiertos.

PatchPanels: Son utilizados en la terminación de cualquier tipo de cable incluyendo FO. Son molduras de dos caras: en la cara posterior se realiza la terminación mecánica de cable y en la cara anterior se encuentran los diferentes tipos de conectores utilizados para realizar las conexiones cruzadas y se los conoce como puertos.

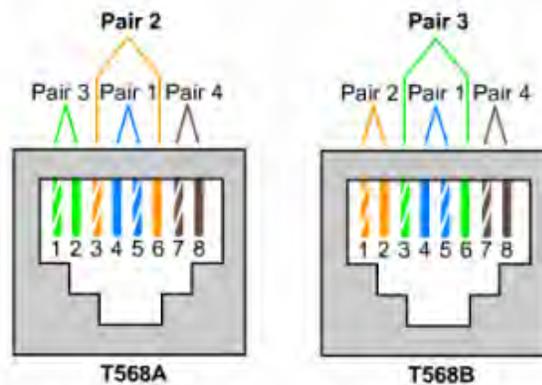
PatchCord: Es un trozo de cable UTP con dos conectores que se emplea entre un patch panel y un elemento de comunicación o entre el jack y la tarjeta de red.

Conector hembra RJ-45 (Jack): Son los conectores que se utilizan en la salida de telecomunicaciones, en el patch panel y en los equipos activos. Es el conector hembra (DCE) del sistema de cableado. Está compuesto por ocho contactos de tipo deslizante dispuestos en fila y recubiertos por una capa fina de oro de aproximadamente 50um para dar una menor pérdida por reflexión estructural a la hora de operar con el conector macho.

Configuraciones permitidas:

- T568A y T568B son las únicas configuraciones de armado permitidas.
- T568A se escoge en algunas instalaciones debido a su compatibilidad con versiones anteriores De teléfonos lineales 1 y 2

Figura 31. Configuraciones de conector RJ-45



Fuente:http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/cableado_estructurado.pdf

Los muebles modulares o divisorios de pared tienen múltiples configuraciones posibles. Se pueden utilizar jacks codificados por color para simplificar la identificación de los tipos de circuito, como se observa en la Figura 1. Los estándares de administración requieren que todos los circuitos estén claramente identificados para facilitar las conexiones y el diagnóstico de fallas.

Figura 32. Jack codificados



Fuente:http://www.uazuay.edu.ec/estudios/electronica/proyectos/cableado_estructurado.pdf

Plug: Es el conector macho del sistema de cableado estructurado. Su utilización está orientada principalmente hacia los patchcord (cables que une los equipos activos a los patch panel).

Posee también ocho contactos y un recubrimiento en oro. Al igual que al jack, el plug se le exige una muy buena calidad en los contactos y en la instalación, ya que es en estos dos elementos donde más problemas se presenta en la puesta en marcha y durante la operación normal.

4.5.2 Central telefónica IP. Para la implementación de la central telefónica IP, se utilizarán elementos propios de este tipo de comunicación, los cuales se detallan a continuación.

4.5.2.1 Requerimientos de hardware:

Tabla 8. Elementos hardware requeridos

Cantidad	Elemento	Función
1	Servidor con procesador Intel Dual Core de 2 GHz, 2 Gb de Memoria Ram, 500 Gb de Disco Duro, Tarjeta de red Ethernet PCI 10 / 100 / 1000 Mbps	Servir de plataforma para la instalación del servidor Elastix
1	Switch Gigabit 24 Puertos Tl-sg1024d Tp-link	Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red ¹³ . Se hace necesario el trabajo a una velocidad relativamente alta, debido a las posibilidades de inclusión de comunicación mediante video llamadas.
10	Voip Linksys Pap2	Es un adaptador utilizado para conectar teléfonos análogos a una central IP. Cada dispositivo soporta hasta dos teléfonos de tipo análogo.
1	Teléfono IP Grandstream Gxp-280	Es una interfaz red-usuario, mediante la cual se decodifica la información hacia un medio auditivo. Mediante este dispositivo se recibe las llamadas provenientes de las habitaciones de los pacientes.
20	Teléfono De Mesa Panasonic Kx-ts500	Serán instalados en cada habitación de los pacientes.

Fuente: Este trabajo de grado

4.5.2.2 Requerimientos de Software. El principal componente tipo software utilizado es la suite de comunicaciones unificadas Elastix, la cual integra los siguientes programas.

¹³WIKIPEDIA, la enciclopedia libre. Conmutador (dispositivo de red) [En línea]. 2012. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red)) [Citado el 27 de Agosto de 2012].

Tabla 9. Elementos software requeridos

Programa	Función
Asterisk	Proveer las funcionalidades de central telefónica (PBX), con capacidad para voz sobre IP.
Hylafax	Actúa como un servidor de fax el cual permite enviar y recibir faxes.
Postfix	Es un servidor de correo de software libre / código abierto, un programa informático para el enrutamiento y envío de correo electrónico, creado con la intención de que sea una alternativa más rápida, fácil de administrar y segura al ampliamente utilizado Sendmail.
Openfire	Es un sistema de mensajería instantánea GPL y hecho en java y utiliza el protocolo XMPP con el podrás tener tu propio servidor de mensajería se puede administrar los usuarios, compartir archivos, auditar mensajes, mensajes offline, mensajes broadcast, grupos, etc y además contiene plugins gratuitos con diferentes funciones extras.
FreePBX	Es el entorno gráfico que facilita la configuración de Asterisk, no a través de la edición de archivos de texto, sino a través de interfaces web amigables.

Fuente: Este trabajo de grado

Además de los anteriores programas se utilizara el programa Putty, mediante el cual se administra el servidor de forma remota por medio del protocolo SSH. En equipos con sistema operativo Linux este programa no se hace necesario, ya que la administración se la hace directamente desde la consola de comandos.

4.5.2.3 Diseño de la central telefónica IP. Dependiendo del número de habitaciones con las que cuenta cada central de enfermería, variará el número de teléfonos, adaptadores telefónicos análogos, numero de conectores y la cantidad de cable UTP.

El montaje de la central telefónica se realiza sobre la red de datos mencionada en la sección 4.2.1. Se instala el switch junto con el servidor en el módulo central de enfermería, de donde son conectados los adaptadores y los teléfonos que corresponden a cada habitación.

Figura 33. Diseño general central telefónica IP



Fuente: Este trabajo de Grado

Se realiza el mismo diseño para cada central de enfermería, en donde sea necesario el sistema del llamado.

4.5.2.4 Creación de extensiones. En esta sección se explica cómo crear y configurar cada una de las extensiones asignadas a cada habitación.

Una vez instalado el servidor Elastix, según lo especificado en el anexo B de este documento, Se ingresa remotamente al servidor por medio de su interfaz web, digitando en un navegador web la dirección IP del servidor. Se debe corroborar que la IP del computador que se utiliza para configurar el servidor, esté en el mismo rango de la IP asignada al servidor Elastix. Se ingresa con la cuenta de administrador hasta la pestaña PBX, en ella se configura 20 extensiones SIP para pacientes, una extensión SIP para la central de enfermería y una extensión para el Arduino.

Tabla 10. Pool de Extensiones

Nombre	Ext. / Numero	Protocolo	Phone
Arduino	1000	SIP	Arduino
Estación de Enfermería	100	SIP	Tel IP Grandstream
Paciente 1	101	SIP	ATA
Paciente 2	102	SIP	ATA
Paciente 3	103	SIP	ATA
▪	▪	▪	▪

Fuente: Este trabajo de grado

A continuación se muestra el formulario que se debe llenar por cada una de las extensiones SIP creadas.

Figura 34: Formulario creación de extensiones SIP

Fuente: Este trabajo de grado

Como se puede observar, el formulario muestra una serie de parámetros de configuración, sin embargo para hacer funcional una extensión basta con ingresar los siguientes datos:

- **User extensión:** Debe ser único, es el número de extensión que se asignara a cada habitación de paciente. Se debe tener en cuenta que este número coincida con el número asignado por el sistema de llamado de enfermería.
- **Display name:** Es el nombre con cual se identificara a cada paciente.
- **Secret:** Es la contraseña de autenticación para conectarse con el servidor elastix.

Realizar este procedimiento a veces resulta tedioso por la gran cantidad de extensiones, por ello hay un procedimiento alternativo que consiste en entrar a los archivos de Asterisk y editarlos manualmente. Los archivos a editar son SIP.conf y Extensions.conf

En el archivo SIP.conf se crean los nuevos usuarios agregando las siguientes líneas de código.

```
[100]
type=friend
secret=a20000b
qualify=yes
nat=no
host=dynamic
canreinvite=no
context=pacientes
```

Luego de agregar los usuarios, se crean las extensiones para cada uno de ellos, esto se lo hace editando el archivo Extensions.conf agregando el siguiente código:

```
[Ext_centralenf]
exten => 100,1,Dial(SIP/20000,30,Ttm)
exten => 100,2,Hangup
```

4.5.2.5 Configuración de Dispositivos. Una vez creadas las extensiones tanto para los pacientes y central de enfermería se procede a configurar los dispositivos utilizados en cada sección. En este caso se configuro un teléfono IP Grandstream 1400 para la estación de enfermería y ATAs Linksys para las habitaciones de los pacientes. La razón para utilizar estos dispositivos radica esencialmente en su costo, además de sus múltiples funciones.

4.5.3 Integración módulo Arduino con la central telefónica IP. Para relacionar la central telefónica IP con el sistema de llamado de enfermería es necesario contar con una interface de acoplamiento, para ello se utiliza una placa Arduino con su complemento Ethernet, la cual se conecta muy bien a la central mediante el uso de una AGI (Asterisk Gateway Interface), además la placa cuenta con una interface serial para conectarse con el sistema de llamado de enfermería.

Figura 35. Integración Arduino a la central IP elastix



Fuente: Este trabajo de grado

4.5.3.1 Creación de AGI para interactuar con Arduino. Los AGI permiten interactuar con Asterisk desde un programa de línea de comandos. Este programa puede ser escrito en prácticamente cualquier lenguaje de programación y es invocado por Asterisk desde el plan de marcado o dialplan. Para este caso se realiza un script en PHP el cual toma el Caller ID de la llamada entrante y lo envía a un registro del Arduino, para luego ser entregado al sistema de llamado de enfermería. Para la construcción de este script se utilizan las funciones de la librería `phpagi.php` las cuales ayudan considerablemente a la realización del código.

Los AGI deben ser guardados en la ruta `/var/lib/asterisk/agi-bin`, algo muy importante de mencionar es que los scripts AGI deben tener permisos de ejecución para el usuario Asterisk y el grupo del mismo nombre para que puedan correr. Además se debe verificar que la IP y el puerto asignado a Arduino correspondan a los mismos datos utilizados en la programación del sketch.

A continuación se muestra el script AGI utilizado en este proyecto:

```
#!/usr/bin/php -q

<?php
// Arduino Control
require("phpagi.php");
$agi = new AGI();
$_cid = $agi->parse_callerid
$arduino_ip = "tcp://192.168.10.15";
$arduino_port = 23;
$ttsengine = 0;
$enter_prompt = "indique el tipo de llamado. press 1 para llamado
general, 2 para código azul, 3 para llamado desde baño";
$sending_prompt = "Enviando información al Arduino";
$error_prompt = "error, por favor intente nuevamente.";

//Abrir socket de Arduino, asignar IP y puerto
$fp = fsockopen($arduino_ip, $arduino_port, $errno, $errstr);

if (!$fp) {
    speak($error_prompt);
    exit();
}
$continue = true;
while($continue){
    speak($enter_prompt);
    $return = $agi->get_data('beep', 10000, 1);
    if (($return['result'] >= 0) and ($return['result'] <= 2)){
        speak($sending_prompt);
        $ascii = chr($return['result']); //convertir # a ASCII
        fwrite($fp, $ascii); //Enviar num digitado al socket de Arduino
        fwrite($_cid); //Enviar alcaller ID socket de Arduino
    }
}
```

```

        else{
            speak($error_prompt);
        }
    }
    fclose($fp);

    // Speak function
    function speak($text){
    global $agi;
        if ($ttsengine == 0){
            $agi->text2wav($text);
        }else {
            $agi->swift($text);
        }
    }
    ?>

```

Una vez realizado el código, se debe configurar el dialplan para que ejecute el AGI cuando se llame a la extensión de Arduino, esto se hace modificando el archivo `extensions.conf` en el cual se agrega las siguientes líneas de código.

```

; Control_Arduino
exten => 1000,1, Answer
exten => 1000,2, AGI (control_arduino.php)
exten => 1000,3, Hangup

```

Cuando se agrega esta información, la central está lista para interactuar con Arduino. Ahora se debe configurar Arduino para recibirla información del AGI,

4.5.3.2 Conexión de Arduino a la central telefónica IP. Se conecta la placa Arduino a la central telefónica IP mediante su complemento Ethernet shield, posteriormente se conecta la UART de la placa Arduino con la del microcontrolador (PIC16F877) del control maestro del sistema de llamado, una vez cargados los códigos de programación en los dispositivos, se tiene el sistema listo para empezar a interactuar. La placa Arduino va a trabajar como una nueva extensión, permitiendo en este caso recibir llamadas de las diferentes extensiones de la central telefónica, además la placa va a recibir distintos tipos de información tales como la variable CALLER ID y tonos DTMF que serán transmitidos al control maestro del antiguo sistema para activar diferentes alarmas.

En nuevas instalaciones del sistema de llamado de enfermería se tiene planeado reemplazar totalmente la placa del control maestro y realizar todas las funciones en una placa Arduino con mayor capacidad de procesamiento y con un mayor número de pines, que permitan controlar el módulo de información y las distintas alarmas en la central de enfermería.

Se trabaja la programación con la librería Ethernet.h. Se asigna una MAC, una IP y un puerto, la IP es configurada de acuerdo a la configuración establecida en la red de datos, esta puede ser fija o establecida por un servidor DHCP. En este caso se trabajó con los siguientes valores:

Tabla 11. Parámetros de configuración Arduino

IP	192.168.0.10
MAC	DE:AD:BE:EF:FE:ED
Puerto	23

Fuente: Este Trabajo de Grado

A continuación se muestra y se explica el sketch del Arduino:

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

int cod_amar = 4;
int cod_azul = 5;
int cod_verd = 5;
int x;
int y;
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
byte ip[] = { 192, 168, 10, 15 };
Server server = Server(23);

void setup()
{
  Ethernet.begin(mac, ip);
  server.begin();
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LEDpin, OUTPUT);
}

void loop () {
  Client client = server.available();

  if (client){
    x = client.read();
    Serial.println(x);
    y = client.read();
    Serial.println(y);}

  if (x == 0){
    digitalWrite(cod_amar, HIGH);
    delay(5000);
    digitalWrite(cod_amar, LOW);}
  else if (x == 1){
    digitalWrite(cod_azul, HIGH);
```

```

    delay(5000);
    digitalWrite(cod_azul, LOW);}}
else if (x == 2){
    digitalWrite(cod_verd, HIGH)
    delay(5000);
    digitalWrite(cod_verd, LOW);};
}

```

El anterior código recibe la variable Caller ID del AGI que se ejecuta en Asterisk, lo almacena en un registro y lo envía hasta el control maestro del sistema de llamado de enfermería por comunicación serial, el control del sistema de llamado recibe esta información y lo indexa a su array para activar las alarmas e indicadores del módulo central del sistema de llamado de enfermería. Adicionalmente la placa Arduino está lista para recibir información sobre el dígito presionado por el usuario, en este caso se ha configurado la placa Arduino para que active diferentes salidas según el dígito presionado, esto con el fin de dejar un avance para construir la totalidad del sistema de llamado sobre la central telefónica IP, dejando de utilizar el sistema anterior.

Hasta ahora se ha configurado la central para que Arduino reciba la llamada, ejecute el código y se comunique con el sistema de llamado de enfermería, sin embargo aún se hace necesario configurar una extensión paralela para contestar la llamada en la central de enfermería, para esto se configura una extensión independiente y se crea un grupo de timbrado que contenga los números del Arduino y de la estación central de enfermería. Al grupo de timbrado se le asigna la extensión 600 y se agregan las extensiones 1000 y 100 que corresponden al Arduino y a la extensión de la central de enfermería.

Figura 36. Configuración Grupo de Timbrado

Editar grupo de extensiones

Descripción del grupo de extensiones:: Enfermería (Ext 600)

Ring Strategy: Sonar todos

Ring Time (max 60 sec) 20

Lista de extensiones:

- 1000
- 100

Fuente: Este trabajo de grado

Teniendo en cuenta los anteriores parámetros, se debe configurar las extensiones asignadas a los pacientes, para que dirija sus llamadas a la extensión 600.

De esta manera cuando se realicen llamadas a dicha extensión, serán atendidas por la extensión 100 y el Arduino a la vez.

La mayoría de adaptadores y teléfonos para Voz IP poseen la función *hotline*, la cual provee la función de levantar el teléfono y marcar una extensión preindicada, esta característica tiene una gran importancia ya que el paciente solo debe levantar el auricular del teléfono para comunicarse con la central de enfermería.

4.5.4 Mejoras adicionales. El objetivo fundamental de la realización de esta pasantía es la inclusión de comunicación por voz al sistema de llamado de enfermería, sin embargo la instalación de la pequeña central IP para cumplir este propósito, trae consigo muchas ventajas adicionales. A continuación se mencionan algunas de ellas.

4.5.4.1 Registro y control de llamadas: Asterisk genera Call Detail Records (CDRs) o Registros de Detalle de Llamadas y los puede almacenar en una base de datos. Accediendo a esta base de datos, se pueden generar reportes que detallan qué extensión llamó a qué número, si la llamada fue contestada o no, cuánto duró la llamada, o por qué puerto o línea telefónica se realizó la llamada. Esto resulta muy útil para seguir un control de atención de pacientes por parte del personal administrativo.

Figura 37. Reporte de llamadas elastix

Fecha	Fuente	Grupo de Timbrado	Destino	Canal origen	Account Code	Canal destino	Estado	Duración
2012-10-30 01:03:41	102		101	SIP/102-00000003		SIP/101-00000004	NO ANSWER	0s
2012-10-30 00:53:25	101		102	SIP/101-00000001		SIP/102-00000002	NO ANSWER	0s
2012-10-30 00:47:30	101		102	SIP/101-0000000c		SIP/102-0000000d	ANSWERED	11s
2012-10-30 00:47:22	101		101	SIP/101-0000000a		SIP/101-0000000b	ANSWERED	2s
2012-10-30 00:47:15	102		102	SIP/102-00000008		SIP/102-00000009	BUSY	0s

Fuente: Este trabajo de grado

4.5.4.2 Monitoreo y grabación de llamadas: Asterisk permite monitorear y grabar llamadas. El monitoreo se puede usar para fines de control de atención a pacientes. Para esto existe la facilidad de que a través de la digitación de un código predeterminado se permita escuchar en línea la conversación sostenida por una extensión cualquiera.

Adicionalmente existe la facilidad de grabar las conversaciones de cualquier extensión en forma aleatoria o programada previamente. Estas grabaciones se almacenarán en el disco duro del servidor Asterisk para su posterior revisión.

4.5.4.3 Agenda y calendario: Esta opción permite agendar eventos en formato calendario e inclusive generar llamadas de forma automática que recuerden el evento próximo. Se puede utilizar esta opción para recordar la administración de medicamentos en el horario programado.

4.5.4.4 Troncales y proveedores VoIP: Si la central telefónica IP dispone de una conexión a internet, se puede contratar los servicios para acceder a la red de telefonía convencional, en Asterisk existen varios tipos de troncales y se puede instalar más de una con proveedores diferentes, las troncales más utilizadas son las de tipo SIP e IAX. Esta función permite que los pacientes puedan comunicarse si es necesario con sus familiares y amigos a destinos nacionales e internacionales, con muy bajas tarifas además de tener un control estricto de su plan de marcado.

4.5.4.5 Softphone: Es un software que hace una simulación de teléfono convencional por computadora¹⁴. Una vez instalado la central telefónica IP, se pueden conectar extensiones a través de teléfonos IP, adaptadores telefónicos análogos, y también softphones, estos se pueden instalar en los sistema de cómputo de las distintas oficinas y también teléfonos inteligentes que se encuentren conectados a la red hospitalaria. Esta opción es de gran interés ya que permite al personal médico estar disponible ante cualquier llamado que se presente.

¹⁴ WIKIPEDIA, la enciclopedia libre. Softphone [En línea]. 2012. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Softphone> [Citado el 17 de Septiembre de 2012].

Figura 38. Softphone 3CX Instalado en Windows



Fuente: Este trabajo de grado

4.5.4.6 Extensiones remotas: Además de crear extensiones para oficinas y médicos que se encuentren dentro de la red local, también se puede crear extensiones remotas, que permitan conectarse al servidor desde cualquier lugar que tenga acceso a internet, esto permite a familiares de los pacientes, estar en contacto permanente con la persona que se encuentra hospitalizada solo configurando el softphone en casa con los datos de extensión asignada. Esta utilidad también sirve para que el personal médico y de enfermería esté conectado cuando se encuentre por fuera de la institución hospitalaria.

Se realizaron pruebas con este tipo de extensiones y cabe anotar que tienen un mejor desempeño extensiones creadas con el protocolo IAX (Inter Asterisk eXchange) ya que consume un menor ancho de banda y además soluciona mejor los problemas de NAT y de firewalls puesto que SIP transmite señalización por el puerto 5060 y usa pares de puertos ente 10000 y 20000 para la voz en sí. Esta separación de puertos tiende a causar problemas al pasar la comunicación de voz por un firewall. En cambio IAX transmite en UDP y usa solamente el puerto 4569 para transmitir tanto la señalización como la voz. Esto permite conducir comunicaciones a través de firewalls con mayor facilidad.

5. CONCLUSIONES

Contar con un adecuado sistema de llamado de enfermería, permite a las instituciones y entidades prestadoras de servicios de salud, brindar un mejor servicio de atención a sus pacientes.

Incorporar el servicio de transmisión de voz al sistema de llamado de enfermería, reduce los tiempos de atención a pacientes, en llamados que no ameriten presencia inmediata del personal de enfermería.

Entre las alternativas para mejorar e incluir el servicio de transmisión de voz al sistema de llamado de enfermería, acoplar una central IP con el sistema de llamado, se convierte en la mejor opción para cumplir con este propósito.

En el proceso de selección de los componentes a utilizar, se obtuvo conocimientos de la plataforma de desarrollo Arduino, la que ofrece las mejores características para ser conectada a la central telefónica IP y al sistema de llamado de enfermería.

La integración de una central telefónica IP al sistema de llamado, permite incluir el servicio de comunicación por voz al sistema y deja abierta la posibilidad de agregar servicios complementarios, que mejoren y optimicen los servicios prestados por el sistema de llamado de enfermería.

La inclusión de estudiantes en calidad de pasantes dentro de entidades como la empresa Tech Medic, constituye un avance hacia el reconocimiento de las nuevas tecnologías y la generación de experiencias mediante la resolución de problemas reales dentro de la empresa, logrando además estrechar vínculos de cooperación con las Instituciones Educativas.

6. RECOMENDACIONES

Incluir en la planta de personal de la empresa, a un técnico que se encargue de la administración y el mantenimiento del sistema de llamado de enfermería y que esté disponible en el caso de eventuales fallas.

Capacitar al personal médico y de enfermería, sobre el manejo y uso del sistema, de llamado, describir las diferentes opciones con las cuenta, y hacer una breve demostración de su funcionamiento.

Probar los tonos DTMF para activar los diferentes tipos de alarma del sistema de llamado, y de esta forma realizar todas las tareas del sistema por medio de la central IP.

Trabajar en el desarrollo de un modelo de teléfono IP, que se adapte a las condiciones de los pacientes y sobre todo que sea de fácil manejo.

Construir una PCB que integre las placas Arduino Duemilanove y Ethernet shield en una sola placa.

Fortalecer la cooperación interinstitucional entre la Universidad de Nariño y la empresa Tech Medic, ya que esto traería beneficios para ambas partes.

BIBLIOGRAFÍA

ARDUINO. Arduino Ethernet Shield [En línea]. s.f. Disponible en: <http://arduino.cc/es/Main/ArduinoEthernetShield> [Citado el 5 de Agosto de 2012].

BLESA SIERRA, Roberto. Agente SIP embebido para establecimiento de sesiones VoIP y mensajería instantánea, Madrid 2007, 72p. Trabajo de grado. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6191/1/memoria.pdf>

CASTRO GIL, Alonso. Comunicaciones industriales principios básicos. UNED 2007.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 1043 de 2006. Bogotá: 3 de abril de 2006

ENRÍQUEZ HERRADOR, Rafael. Guía de Usuario de Arduino. [en línea]. California 2009 Creative Commons, Disponible en: http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wpcontent/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf [Citado el 10 de Agosto de 2012]

GARCIA B, Ronald. Integración de PBX analógica/digital (nec) con PBX IP por software (Asterisk). Caracas 2008, 184p. Trabajo de grado (Ingeniería Electrónica). Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/xmlui/bitstream/123456789/760/1/Tesis.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC, 2008. 41 h. (NTC 1486).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Referencias bibliográficas contenido, forma y estructura. Bogotá: ICONTEC, 2008. 38 h. (NTC 5613).

LANDÍVAR, Edgar. Comunicaciones Unificadas con Elastix. 2da edición. California: Creative Commons, 2011. 479p

LÓPEZ PÉREZ, Eric. Ingeniería en microcontroladores. Tutorial del Protocolo RS-232 [en línea]. Disponible en: http://cselectrobomba.googlecode.com/files/Serial_RS232.pdf [Citado el 15 de Mayo de 2012]

LÓPEZ PÉREZ, Eric. Ingeniería en microcontroladores. Tutorial del Protocolo RS-485 [en línea]. Disponible en: <http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf> [Citado el 30 de Mayo de 2012]

MUÑOZ, Alfio. Elastix a Ritmo de Merengue. GNU Free Documentation License 2009 – 2010

NÚÑEZ HERRAN, Diana. Análisis y adaptación del módulo para la integración entre sugar crm y Asterisk enfocado hacia las pymes. Bogotá 2009, 73p. Trabajo de grado (Ingeniería de Sistemas) Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Disponible en: http://www.konradlorenz.edu.co/images/investigaciones/negocios/proyecto_sugarcrm-asterisk.pdf

TENA AGUILAR, Luis Alberto. Diagnóstico Tecnológico de las UPS Equipos Biomédicos [en línea]. Lima: Disa IV Lima Este. [Citado el 18 de Julio de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.minsa.gob.pe/hospitalsjl/ArchivosDescarga/Transparencia/DiagnosticoTecnologico.pdf>

TRIVIÑO, Miguel A. Entrenamiento Especializado en Altium Designer, Software shop, 2011

UNIVERSIDAD DE NARIÑO, Consejo Académico. Acuerdo No. 005, “Por el cual se deroga el Acuerdo No. 043 del 30 de abril de 2002 y se adopta la nueva reglamentación del trabajo de grado...”, San Juan de Pasto: La Universidad, 2010. 9p.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO, Departamento de Ingeniería Electrónica. Proyecto Educativo de Programa (PEP). San Juan de Pasto: La Universidad, 2010. p.8.

WIKIPEDIA, la enciclopedia libre. Conmutador (dispositivo de red) [En línea]. 2012. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red)) [Citado el 27 de Agosto de 2012].

ANEXOS

Anexo A. Protocolos de mantenimiento equipos médicos

		PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO									
		<i>CÓDIGO</i>			<i>VERSIÓN</i>			<i>PÁGINAS</i>			
EQUIPO	Succionador										
MARCA	Medi Pump						SERVICIO:				
MODELO	1130-067A						Prematuros				
SERIE	085950000073						ÁREA:				
Nº DE ACTIVO							Neonatología				
Frec. Mantenimiento	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>S</i>	<i>A</i>	1	2	3	4	5	6
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo.											
Efectuar limpieza integral externa e interna del equipo.											
Inspeccionar diafragma y flappers.											
Inspeccionar partes mecánicas (cojinetes, balineras, alabes, etc.).											
Inspeccionar sistema eléctrico y accesorios (cordón de Alimentación, devanados del motor, carbones, etc.).											
Revisar nivel de aceite del motor, lubricar si es necesario.											
Verificar la posición del diafragma con el conj. de tapa de vacío.											
Inspeccionar fugas en el sistema de vacío.											
Verificar nivel de flujo de succión.											
Verificar el funcionamiento del equipo.											

		PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO									
		<i>CÓDIGO</i>			<i>VERSION</i>			<i>PÁGINAS</i>			
EQUIPO	Centrífuga										
MARCA	Clay Adams						SERVICIO:				
MODELO	Dinac 420101						Central de Material				
SERIE	280048						ÁREA:				
Nº DE ACTIVO	253200058						Laboratorio Clínico				
Frec. Mantenimiento	<i>M</i>	<i>B</i>	<i>T</i>	<i>S</i>	<i>A</i>	1	2	3	4	5	6
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo.											
Efectuar limpieza integral exterior del equipo.											
Revisar partes y accesorios metálicos y sintéticos (soportes, cabezal,											

Efectuar limpieza integral interna del equipo						
Revisar conexiones eléctricas, internas y externas						
Verificar perillas de control y señalizaciones						
Revisar el motor y sus componentes (carbones, balineras, eje, acoplamiento, juego, etc.), cambiar carbones y lubricar si es						
Verificar la velocidad de funcionamiento en todo el rango (máximo 3,500 -						
Comprobar sistema de frenado y mecanismos de seguridad						
Comprobar operatividad de la unidad en todos los modos de trabajo (inspección de ruidos o vibraciones inusuales)						

	PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO										
	<i>CÓDIGO</i>			<i>VERSIÓN</i>			<i>PÁGINAS</i>				
EQUIPO	Lámpara Cuello de Cisne										
MARCA							SERVICIO:				
MODELO							ÁREA:				
SERIE											
Nº DE ACTIVO											
Frec. Mantenimiento	M	B	T	S	A	1	2	3	4	5	6
Inspeccionar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo											
Efectuar limpieza integral externa											
Inspeccionar el cuerpo y la base del equipo											
Revisar la pantalla <u>reflejante</u>											
Verificar el cable de alimentación y su polarización a tierra (medir resistencia a tierra: $\leq 0.5\Omega$)											
Verificar el interruptor de encendido/apagado											
Verificar posicionamiento y flexibilidad del cuello de cisne de la lámpara y el voltaje en el bombillo											
Lubricar rodos											
Ajustar tuercas y tornillos (si es necesario)											
Verificar el funcionamiento del equipo en todos los modos de operación											

Anexo B. Guía de instalación Elastix

Arranque desde CD

Elastix se distribuye como un archivo de imagen tipo ISO. Se quemó este disco en un CD y se configuró la BIOS para que arranque desde la unidad de CD. El primer pantallazo que se obtiene es el siguiente.



Pantalla de instalación inicial

El proceso de instalación iniciará automáticamente.

Preferencias y bienvenida

Una vez cargados los archivos necesarios para la instalación de elastix, el programa de instalación nos solicita el idioma que será utilizado durante el proceso de instalación.



Selección de idioma para instalación

A continuación se procede a escoger el tipo de teclado de acuerdo al idioma.



Selección de tipo de teclado

Particiones del disco duro

Este es un proceso muy importante ya que elegiremos el lugar de instalación de todos los archivos que se instalan junto a elastix.

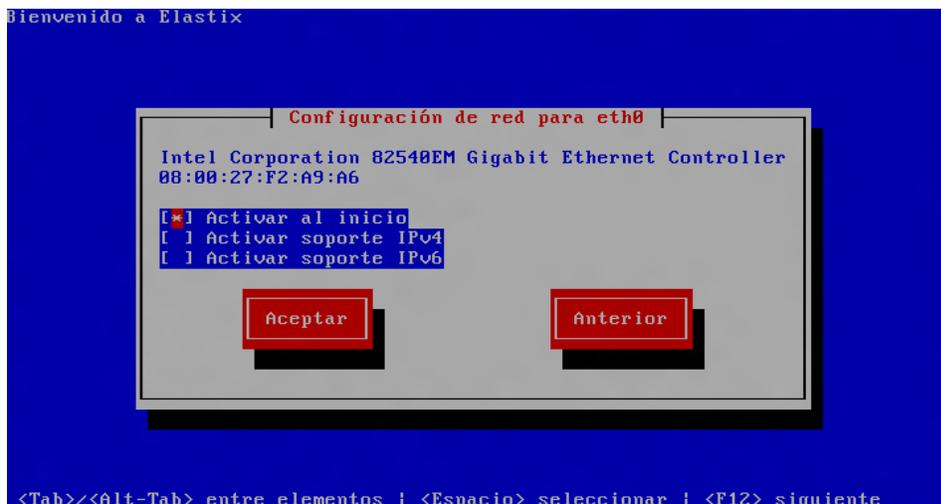


Particionamiento de disco duro

Una vez finalizado este proceso, el programa nos preguntara si deseamos revisar las particiones creadas.

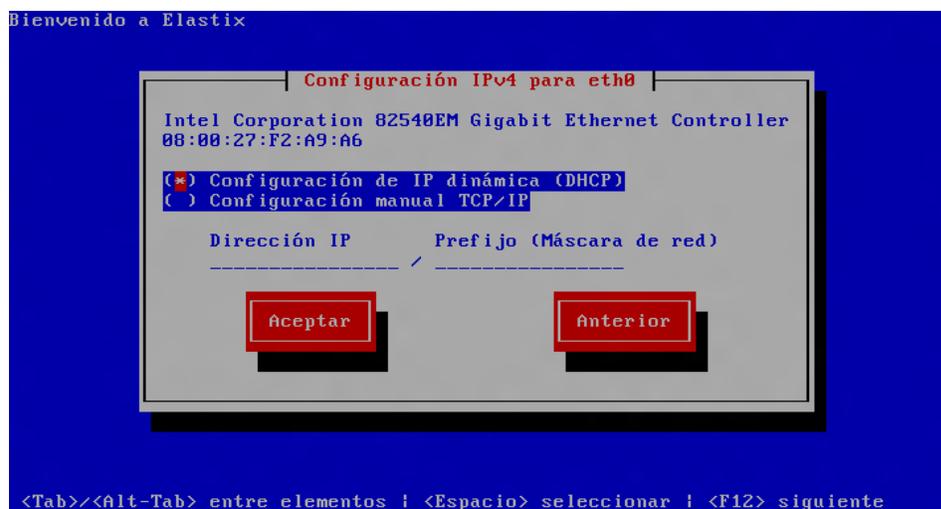
Configuración de parámetros de red

En esta sección se configura los parámetros de red para las tarjetas de red con las que cuenta el servidor



Activación de parámetros de la tarjeta de red en eth()

Para cada tarjeta de red que se tenga instalada se preguntara si se la desea activar a tiempo de arranque y que tipo de soporte IP se va a utilizar.



Configuración de dirección de red y mascara de red

Si se cuenta con un servidor DCHP en la red, se debe elegir la configuración de IP dinámica, sin embargo es recomendable configurar una IP manual según el tipo de red con el cual se disponga.

Posteriormente se asigna un nombre de host al servidor.



Configuración nombre del host

Por último se configura el huso horario de la región y la contraseña de administrador de elastix, esta debe ser lo suficientemente segura para prevenir ataques e ingresos no autorizados al servidor.



Contraseña de administrador (root)

Finalizado este proceso, el sistema se reinicia y comienza el formateo de los discos y la instalación de los paquetes que conforman elastix.

ANEXO C. Especificaciones Técnicas Teléfono IP Grandstream

Protocolos / Estándares	SIP RFC3261, TCP/IP/UDP, RTP/RTCP, HTTP/HTTPS, ARP/RARP, ICMP, DNS (registro A, SRV,NAPTR), DHCP, PPPoE TELNET, TFTP, NTP, STUN, SIMPLE, TR-069, 802.1x
Interfaces de Red	Puertos de conmutación doble de 10/100 Mbps, PoE integrado (sólo el GXP1405)
Pantalla del Teléfono	Pantalla gráfica LCD de 128x40 pixel
Teclas de funciones	2 teclas de líneas con LED bicolor y 2 cuentas SIP, 3 teclas XML programables, 5 teclas navegación / menú / volumen, 8 teclas con funciones dedicadas para: LLAMADA EN ESPERA, TRANSFERENCIA DE LLAMADAS, CONFERENCIA, VOLUMEN, AURICULARES, MUTE (Silencio), ALTAVOZ, LLAMAR / REMARCAR
Códec de voz	Compatible con G.723.1, G.729A/B, G.711µ/a-law, G.726, G 722 (banda ancha), e iLBC, DTMF dentro de banda y fuera de banda (en audio, RFC2833, SIP INFO)
Funciones de Telefonía	Llamada en Espera, Transferencia de Llamada, Conferencia de 3 vías, estacionamiento de llamadas (call park), captura de llamadas, apariencia de llamada compartida (SCA-Shared Call Appearance)/apariencia de llamada en puente (BLA-Bridged Call Appearance), agenda telefónica descargable (XML, LDAP, hasta 500 entradas), llamada en espera, registro de llamadas (hasta 200 registros), marcado automático al descolgar, respuesta automática, hacer clic para marcar, plan de marcado flexible, escritorio móvil (hot desking), tonos de llamada musicales personalizados, servidor redundante y conmutación ante error
Audio HD	Sí, tanto en el auricular como en el teléfono con altavoz
Conector para auricular	Conector (jack) de auricular RJ9
Base de soporte	Sí, con posición en 2 ángulos diferente
Montaje para pared	Sí
Qos	QoS nivel 2 (802.1Q,802.1p) & nivel 3(ToS, DiffServ, MPLS)
Seguridad	Contraseñas a nivel del usuario y del administrador, autenticación MD5 y MD5-sess, archivo de configuración seguro en base a AES, SRTP, TLS, control de acceso a medios 802.1x
Multilingüe	Inglés, Alemán, Italiano, Francés, Español, Portugués, Ruso, Croata, Chino (simple y tradicional), Coreano, Japonés, etc.
Actualización/ Aprovechamiento	Actualización del firmware mediante TFTP/HTTP/HTTPS, aprovisionamiento general mediante TR-069 o archivo de configuración XML encriptado AES
Alimentación y eficiencia de energía sustentable	Adaptador de alimentación incluido: Entrada: 100-240 VCA 50-50 Hz; Salida: +5 VCD, 800 mA; Alimentación a través de Ethernet (802.3af, Sólo GXP1405), Consumo máximo de energía 2.5 W (adaptador de alimentación) o 3W (PoE)
Físico	Dimensiones de la unidad: 186mm (W) x 210mm (L) 81mm (D); peso de la unidad: 0.7KG; Peso del empaque: 1.1KG

Anexo D. Especificaciones Técnicas Cisco SPA9000 Voice System

Specifications	
Data networking	<ul style="list-style-type: none"> • MAC address (IEEE 802.3) • IPv4 (RFC 791) upgradable to v6 (RFC 1883) • Address Resolution Protocol (ARP) • DNS: A record (RFC 1706), SRV record (RFC 2782) • DHCP client (RFC 2131) • DHCP server (RFC 2131) • Point to Point Protocol over Ethernet (PPoE) client (RFC 2516) • Internet Control Message Protocol (ICMP) (RFC 792) • TCP (RFC 793) • User Datagram Protocol (UDP) (RFC 768) • RTP (RFC, 1890) • Real Time Control Protocol (RTCP) (RFC 1889) • DiffServ (RFC 2475), ToS (RFC 791, 1349) • VLAN tagging (IEEE 802.1p/Q) • Simple Network Time Protocol (SNTP) (RFC 2030) • Upload data rate limiting: static and automatic • Quality of service (QoS): voice packet prioritization over other packet types • Router or bridge mode of operation • MAC address cloning • Port forwarding
Voice gateway	<ul style="list-style-type: none"> • SIP version 2 (RFC 3261, 3262, 3263, 3264) • SIP proxy redundancy: dynamic via DNS SRV, A records • Reregistration with primary SIP proxy server • SIP support in NAT networks (including Serial Tunnel [STUN]) • Highly secure (encrypted) calling via prestandard implementation of secure RTP • Codec name assignment • Voice algorithms: <ul style="list-style-type: none"> • G.711 (A-law and μ-law) • G.726 (16/24/32/40 kbps) • G.729 A • G.723.1 (6.3 kbps, 5.3 kbps) • Dynamic payload support • Adjustable audio frames per packet • Dual-tone multifrequency (DTMF): in-band and out-of-band (RFC 2833) (SIP INFO) • Flexible dial plan support with interdigit timers • IP address/URI dialing support • Call progress tone generation • Jitter buffer: adaptive • Frame loss concealment • -Voice activity detection (VAD) with silence suppression • Attenuation/gain adjustments • Message waiting indicator (MWI) tones • Visual message waiting indicator (VMWI) via NOTIFY, SUBSCRIBE • Caller ID support (name and number)

Provisioning, administration, and maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • Web browser administration and configuration via integral web server • Telephone keypad configuration of select networking parameters via IVR • Automated provisioning and upgrade via HTTPS, HTTP, TFTP • Asynchronous notification of upgrade availability via NOTIFY • Nonintrusive, in-service upgrades • Report generation and event logging • Stats in BYE message • Syslog and debug server records: per-line configurable
Physical interfaces	<ul style="list-style-type: none"> • Two 10/100BASE-T RJ-45 Ethernet ports (IEEE 802.3): 1 WAN, 1 LAN • 2 RJ-11 FXS phone ports for analog circuit telephone device (tip/ring)
Subscriber line interface circuit (SLIC)	<ul style="list-style-type: none"> • Ring voltage: 40-55 Vrms configurable • Ring frequency: 10-40 Hz • Ring waveform: trapezoidal and sinusoidal • Maximum ringer load: 3 ringer equivalence numbers (RENS) • On-hook/off-hook characteristics: on-hook voltage (tip/ring): -50V nominal, off-hook current: 25 mA min, terminating impedance: 8 configurable settings including North America 600 ohms, European CTR21 switching type (100-240V) automatic
Compliance	
FCC (Part 15 Class B), CE, A-Tick, ICES-003	
Security	
<ul style="list-style-type: none"> • Password-protected system reset to factory default • Password-protected administrator and user access authority • HTTPS with factory-installed client certificate • HTTP digest: encrypted authentication via MD5 (RFC 1321) • Up to 256-bit Advanced Encryption Standard (AES) encryption 	
LEDs	
Power, Internet, Phone 1, Phone 2	
Documentation	
Quick Installation and Configuration Guide, User Guide, Administration Guide-Service Providers Only, Provisioning Guide-Service Providers Only	
Package Contents	

Anexo E. Guía rápida Asterisk

INICIAR Y DETENER ASTERISK

asterisk	Arrancar Asterisk.
asterisk -c	Iniciar Asterisk y abrir la consola remota
asterisk -r	Ingresar a la consola remota
asterisk -rx 'comando'	Ejecutar comando sin ingresar a la consola.
stop now	Detener el servicio Asterisk desde la consola remota.
stop gracefully	Detener el servicio Asterisk cuando todos los canales activos sean completados.
stop when convenient	Detener el servicio Asterisk cuando todos los canales activos sean completados. Nuevas llamadas son aceptadas. El sistema esperará hasta que no exista actividad.
exit	Salir de la consola remota. No detiene el servicio Asterisk.

DIRECTORIOS Y ARCHIVOS

/etc/asterisk/	Contiene todos los archivos de configuración.
/etc/asterisk/extensions.conf	Archivo de configuración del dialplan.
/etc/asterisk/sip.conf	Archivo de configuración de los canales SIP.
/etc/asterisk/iax.conf	Archivo de configuración de los canales IAX.
/etc/asterisk/voicemail.conf	Archivo de configuración del sistema de correo de voz.
/usr/lib/asterisk/modules	Contiene las librerías, aplicaciones y módulos.
/var/run/asterisk	Contiene datos de los procesos.
/var/lib/asterisk/sounds/	Contiene los archivos de sonido.
/var/log/asterisk/	Contiene los archivos de bitacora.
/var/spool/asterisk	Contiene los archivos de llamadas.

COMANDOS IMPORTANTES CLI

set verbose 5	
set debug	
sip show peers	
sip show channels	

AYUDA DENTRO DEL CLI

help	
help sip	
help sip show	
help sip show peers	

REGEX EN EXTENSIONS.CONF

X	0-9
Z	1-9
N	2-9
[5-7]	5, 6 y 7
[15-7]	1,5,6 y 7
.	Cualquier carácter o dígito

SIP.CONF

[general]	Sección de configuración global
port=5060	Asterisk escucha puerto 5060
bindaddr=0.0.0.0	Escucha peticiones de todos los interfaces.
[200]	Configura el canal SIP 200 (puede ser alfanumérico).
type=friend	Configura el tipo de canal. Asterisk <= user, Asterisk => peer, Asterisk = friend.
username=200	Usuario
secret=123	Contraseña
host=dynamic	Define la dirección IP para el dispositivo SIP. dynamic = todos los IPs.
context=internos	Contexto el cual es iniciado cuando el dispositivo abre el canal.
qualify=yes	Monitoreo de latencia.
nat=yes	Soporte para NAT.

EXTENSIONS.CONF

[general]	Sección de configuración general del dialplan.
static=yes	La configuración es estática.
writeprotect=yes	No permitir cambiar el dialplan desde la consola.
[globals]	Sección de variables.
VAR2=23	Fijar una variable global.
[nombre]	Define un contexto nombre.
setGlobal(VAR1=1)	Fija la variable global var1.
set(VAR3=Test)	Fija una variable del canal.
dial(tech/u:p@host)	Conecta con un host / usuario usando un canal.
answer()	Contesta un canal.
hangup()	Cierra el canal.
wait(n)	Espera por n segundos.
goto(n)	Salta a una prioridad n en la misma extensión. Goto(1001,12) salta a la prioridad 12 de la extensión 1001. Goto(internos,2003,5) salta a la prioridad 5 de la extensión 2003 en el contexto internos).
gotoif(\$ \${X}=1 ?;1;5)	Salta a la prioridad 1 si la variable X tiene un valor de 1, sino salta a la prioridad 5 de la extensión.
gotoiftime(9:00-17:00)mon-fri 1-31 *?dia,s,1)	Salta al contexto 'dia' a la extensión s, prioridad 1 cuando esta en horas 9-17 de lunes a viernes...
saynumber()	Nombra un número.
sayalpha()	Nombre una cadena.
saydigits()	Nombra los dígitos
sayunixtime()	Nombre fecha/hora del servidor.
voicemail()	Conecta una llamada con el correo de voz. Opciones: u=unavailable, b=busy, s=gabación.
voicemailmain()	Conecta a un usuario con el menú principal del sistema de correo de voz.