

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE COMUNICACIÓN PARA EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE QUITO

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

ROBERTO OMAR ANDRADE PAREDES

DIEGO FERNANDO SILVA CASTELLANOS

DIRECTOR: Ph. D. ERICSSON LÓPEZ IZURIETA

Quito, Marzo 2007

DECLARACIÓN

Nosotros, Roberto Omar Andrade Paredes y Diego Fernando Silva Castellanos, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Roberto Omar Andrade Paredes

Diego Fernando Silva Castellanos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Roberto Omar Andrade Paredes y Diego Fernando Silva Castellanos, bajo mi supervisión.

Ph. D. Ericson López Izurieta
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Dr. Ericson López, al Ing. Fernando Flores y al Ing. Fabio González, por el tiempo, las recomendaciones y su colaboración brindada para la elaboración del presente proyecto.

Un agradecimiento especial a Dios, a mi familia y amigos, quienes aportaron de una u otra manera con la realización del presente plan de titulación.

Roberto Andrade P.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios, quien me brinda la fuerza y sabiduría para afrontar cada día.

A mis padres, quienes me han respaldado emocional y económicamente en mi formación como persona y profesional.

A mis hermanos, que han estado presentes con su apoyo cuando los necesitaba.

Y a mi esposa, por su amor, tiempo y empuje desde el día en que la conocí.

Roberto Andrade P.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque a pesar de todas las vicisitudes, nunca he dejado de sentir que está conmigo.

Al Doctor Ericson López, por su acertada guía y por su constante apoyo en la realización de este proyecto.

A los Ingenieros Fernando Flores y Fabio González por sus oportunas sugerencias, las mismas que contribuyeron al mejoramiento de este trabajo.

Diego Silva Castellanos

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicarlo a mis amados padres, Conchita y Arcenio, por hacer de mí un hombre de bien y porque con su esfuerzo, amor y apoyo incondicional he logrado culminar esta importante etapa de mi vida.

Diego Silva Castellanos

CONTENIDO

CONTENIDO.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
RESUMEN.....	IX
PRESENTACIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	1
1 CONCEPTOS BÁSICOS Y FUNDAMENTOS DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN.....	1
1.1 RED DE ÁREA LOCAL (LAN).....	1
1.1.1 TECNOLOGÍAS ETHERNET.....	1
1.1.2 COMPONENTES DE LA RED LAN.....	2
1.2 RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA (WLAN).....	5
1.2.1 TIPOS DE TOPOLOGÍA DE RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA.....	6
1.2.2 TECNOLOGÍAS DE REDES INALÁMBRICAS IEEE 802.11 (a,b,g).....	8
1.3 CABLEADO ESTRUCTURADO.....	10
1.3.1 ESTÁNDAR ANSI/EIA/TIA 568-B.....	11
1.3.2 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO.....	12
1.3.2.1 Cableado Horizontal.....	13
1.3.2.2 Cableado Vertical o vertebral (<i>Backbone</i>).....	15
1.3.2.3 Sala de Telecomunicaciones.....	17
1.3.2.4 Armario de telecomunicaciones.....	18
1.3.2.5 Área de Trabajo.....	18
1.3.2.6 Sala de Equipos.....	19
1.3.2.7 Instalaciones de Entrada.....	19
1.3.2.8 Administración.....	20
1.4 TELEFONÍA IP.....	21
1.4.1 MODOS DE COMUNICACIÓN EN LA TELEFONÍA IP.....	21
1.4.2 TIPOS DE REDES PARA TELEFONÍA IP.....	21
1.4.3 DIFERENCIAS ENTRE TELEFONÍA IP Y LA TELEFONÍA TRADICIONAL.....	22
1.4.4 COMPONENTES Y CALIDAD DE SERVICIO DE LA TELEFONÍA IP.....	24
1.4.4.1 Componentes de Telefonía IP.....	24
1.4.4.2 Calidad de servicio en la telefonía IP.....	25
1.4.5 PBX IP ASTERISK.....	26
1.4.5.1 Métodos de conexión con la Red Telefónica Pública (PSTN).....	26
1.4.5.2 Interfaces.....	27
1.4.5.3 Protocolos.....	28
1.4.5.4 Terminales de usuario para Asterisk.....	29
1.4.5.5 Requerimientos de hardware.....	29
1.5 VIDEO SOBRE RED.....	31
1.5.1 CIRCUITO CERRADO DE VIDEO (CIRCUITO CERRADO DE TV - CCTV).....	33
1.5.1.1 Componentes de un CCTV.....	34
CAPÍTULO II.....	41

2	DISEÑO DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN	41
2.1	ANÁLISIS DE LOS RECURSOS DEL OBSERVATORIO Y DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA INTEGRAL	41
2.2	DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	44
2.2.1	UBICACIÓN DE LAS SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES	45
2.2.2	DISEÑO Y UBICACIÓN DE LA SALA DE EQUIPOS	45
2.2.3	DISEÑO Y UBICACIÓN DEL ARMARIO DE TELECOMUNICACIONES	46
2.2.4	DISEÑO DEL CABLEADO HORIZONTAL	48
2.2.4.1	Análisis de los planos, selección de la vía y el método de enrutamiento del cable	48
2.2.4.2	Determinación de la longitud del cableado	49
2.2.4.3	Selección y dimensionamiento de los elementos requeridos.....	51
2.2.5	DISEÑO Y UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENTRADA.	53
2.2.6	DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE ADMINISTRACIÓN.....	53
2.3	DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL	56
2.3.1	REQUERIMIENTOS DE TRÁFICO DE LA RED	56
2.3.1.1	<i>Throughput</i> para aplicaciones de red.....	56
2.3.1.2	Estimación del ancho de banda requerido por cada segmento de red	60
2.3.1.3	Selección de la tecnología de red, equipo de conmutación y medio de transmisión	60
2.3.1.4	Capacidad de canal para acceso a Internet	60
2.3.2	REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA RED	61
2.4	DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA.....	62
2.4.1	ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA RED	62
2.4.2	CAPACIDAD DE CANAL PARA LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	63
2.4.3	REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA RED	65
2.5	DISEÑO DEL SISTEMA PBX-IP ASTERISK.....	66
2.5.1	REQUERIMIENTOS PARA LA PBX-IP ASTERISK	66
2.5.2	SELECCIÓN DEL HARDWARE PARA LA PBX-IP ASTERISK	67
2.5.3	SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA PBX-IP ASTERISK	69
2.5.4	DISEÑO DEL PLAN DE NUMERACIÓN.....	70
2.5.4.1	Definiciones.....	70
2.5.4.2	Diseño de contextos y extensiones para el Observatorio Astronómico de Quito	73
2.5.4.3	Diseño de la longitud de la cadena de numeración	79
2.5.4.4	Plan de Numeración.....	81
2.6	DISEÑO DE LA CENTRAL DE VIDEO.....	83
2.6.1	REQUERIMIENTOS DEL CIRCUITO CERRADO DE VIDEO	83
2.6.2	CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	83
2.6.3	UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VIGILANCIA Y DE LA CENTRAL DE VIDEO	84
2.6.4	SELECCIÓN DEL HARDWARE PARA EL CIRCUITO CERRADO DE VIDEO	84
2.7	DIAGRAMA DE RED DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN 87	87
	CAPÍTULO III	89

3	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE COMUNICACIÓN ...	89
3.1	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	89
3.1.1	INSTALACIÓN DE CANALETAS PERIMETRALES DECORATIVAS 89	
3.1.2	INSTALACIÓN DEL CABLE UTP.....	90
3.1.3	INSTALACIÓN DE LOS CONECTORES RJ-45 EN EL CABLE UTP..	91
3.1.4	INSTALACIÓN DE JACKS RJ-45.....	92
3.1.5	INSTALACIÓN DE LAS SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES ...	93
3.1.6	INSTALACIÓN DEL PATCH PANEL.....	94
3.2	CONFIGURACIÓN DE LA RED LAN	94
3.3	CONFIGURACIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA....	96
3.3.1	CONFIGURACIÓN DEL <i>ACCESS POINT</i>	96
3.3.2	CONFIGURACIÓN DE LOS ADAPTADORES DE RED INALÁMBRICOS	98
3.4	IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA PBX-IP ASTERISK	99
3.4.1	INSTALACIÓN DEL HARDWARE DE LA PBX-IP ASTERISK.....	99
3.4.2	INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE LA PBX-IP ASTERISK	101
3.4.2.1	Compilación e instalación de Zaptel	102
3.4.2.2	Compilación e instalación de libpri.....	103
3.4.2.3	Compilación e instalación de Asterisk	103
3.4.3	CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA PBX-IP ASTERISK	104
3.4.3.1	Configuración de las interfaces Zaptel	104
3.4.3.2	Definición del Plan de Numeración.....	110
3.4.3.3	Configuración de extensiones SIP.....	125
3.4.3.4	Configuración de correo de voz.....	128
3.4.3.5	Configuración de salas de conferencia	131
3.4.3.6	Configuración de parqueo de llamadas	132
3.4.4	CONFIGURACIÓN DEL <i>SOFTPHONE</i> X-LITE 3.0.....	133
3.4.5	CONFIGURACIÓN DEL REGISTRO DE LLAMADAS	136
3.5	IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL DE VIDEO (CCTV)	141
3.5.1	INSTALACIÓN DEL CIRCUITO CERRADO DE VIDEO (CCTV)	141
3.5.2	CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL DE VIDEO (CCTV).....	143
3.5.3	INSTALACIÓN DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN PARA LA CENTRAL DE VIDEO	148
3.5.4	CONFIGURACIÓN DEL ACCESO REMOTO.....	148
	CAPÍTULO IV	152
4	ANÁLISIS DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN	152
4.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED LAN.....	153
4.1.1	CONECTIVIDAD A NIVEL FÍSICO	153
4.1.2	CONECTIVIDAD A NIVEL LÓGICO	154
4.1.3	TRÁFICO DE INFORMACIÓN	154
4.1.4	NIVELES DE SEGURIDAD	155
4.2	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED WLAN.....	157
4.2.1	CONECTIVIDAD FÍSICA	157
4.2.2	CONECTIVIDAD LÓGICA.....	158
4.2.3	TRÁFICO DE INFORMACIÓN	159
4.2.4	NIVELES DE SEGURIDAD	159

4.3	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PBX-IP ASTERISK	
	160	
4.3.1	COMUNICACIÓN INTERNA	160
4.3.2	COMUNICACIÓN CON USUARIOS DE LA PSTN.....	161
4.3.3	FUNCIONAMIENTO DE LAS APLICACIONES	162
4.3.4	ESTABILIDAD DEL SISTEMA.....	163
4.4	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE VIDEO.....	164
4.4.1	NITIDEZ DE LA IMAGEN Y ÁNGULO DE COBERTURA VIGILADA	
	164	
4.4.2	FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE LAS APLICACIONES DEL	
	SISTEMA	166
4.4.3	TRÁFICO DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA.....	166
4.4.4	ESTABILIDAD DEL SISTEMA.....	167
4.5	EVALUACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE COMUNICACIÓN..	168
4.6	COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE	
	COMUNICACIÓN.....	169
	CAPÍTULO V	175
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL SISTEMA INTEGRAL	
	DE COMUNICACIÓN	175
5.1	CONCLUSIONES.....	175
5.2	RECOMENDACIONES	180
	ANEXOS	185
	Anexo 1. PLANTA BAJA Y EXTERIORES	186
	Anexo 2. PLANTA ALTA	187
	Anexo 3. SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES	188
	Anexo 4. SERVIDOR PROXY SQUID.....	190
	Anexo 5. APLICACIONES DE ASTERISK	198
	Anexo 6. CÓDIGO FUENTE DE ASTERISK	203
	Anexo 7. MANUAL DE USUARIO DE ASTERISK	218
	Anexo 8. CÓDIGO FUENTE DEL REGISTRO DE LLAMADAS.....	225
	Anexo 9. NIVELES DE POTENCIA DE LA WLAN	230
	APÉNDICES	232
	Apéndice 1. MENÚ IVR	233
	Apéndice 2. PROTOCOLO SIP	235
	Apéndice 3. SUPRESOR DE PICOS PARA LÍNEA TELEFÓNICA.....	242
	Apéndice 4. MÚSICA EN ESPERA EN ASTERISK.....	244
	Apéndice 5. LISTA DE PROVEEDORES	245

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1. 1 Tecnologías Ethernet y sus características	2
Tabla 1. 2 Características de la tecnología 802.11b	8
Tabla 1. 3 Características de la tecnología 802.11a	8
Tabla 1. 4 Características de la tecnología 802.11	9
Tabla 1. 5 Tarjetas de interfaces Digium.....	28
Tabla 1. 6 Requerimientos de hardware para Asterisk.....	30
Tabla 1. 7 Características generales de las tarjetas de video de la serie GV	39
Tabla 1. 8 Requerimientos de hardware y software para la tarjeta de video de la serie GV	39

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1 Características de los computadores del Observatorio.....	42
Tabla 2. 2 Distribución de las salidas de telecomunicaciones por secciones.....	45
Tabla 2. 3 Distancias desde el armario de telecomunicaciones a las salidas de telecomunicaciones y longitud de cable requerida.....	50
Tabla 2. 4 Medios de transporte del cableado horizontal.....	51
Tabla 2. 5 Accesorios para canaletas del cableado horizontal	52
Tabla 2. 6 Elementos para las tomas de salida de telecomunicaciones.....	52
Tabla 2. 7 Elementos para los <i>patch cords</i> de los subsistemas del Cableado Estructurado.....	52
Tabla 2. 8 Elementos para las instalaciones de entrada.....	53
Tabla 2. 9 Identificadores de espacio, de cable y de equipos de terminación para el Sistema de Cableado Estructurado	55
Tabla 2. 10 <i>Throughput</i> estimado para cada aplicación de red	59
Tabla 2. 11 Distribución de direcciones IP de la red LAN	62
Tabla 2. 12 Distancias y ángulos entre las secciones que conforman la WLAN y la sala de equipos.....	63
Tabla 2. 13 Distribución de direcciones IP de la WLAN.....	65
Tabla 2. 14 Número de extensiones posibles de acuerdo a la longitud de numeración	80
Tabla 2. 15 Numeración definida por contextos.....	81
Tabla 2. 16 Numeración de extensiones especiales	81
Tabla 2. 17 Numeración de extensiones por secciones	82
Tabla 2. 18 Numeración de extensiones de funciones especiales	82

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1 Descripción de las diferentes funciones de la central de video	143
---	-----

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1 Valores de sensibilidad en las secciones de la WLAN.....	158
Tabla 4. 2 Costos referenciales de los elementos del Sistema de Cableado Estructurado	170
Tabla 4. 3 Costos referenciales de la implementación del Sistema de Cableado Estructurado.....	170
Tabla 4. 4 Costos referenciales de los elementos de la Red de Área Local	171
Tabla 4. 5 Costos referenciales de la implementación de la Red de Área Local.....	171
Tabla 4. 6 Costos referenciales de los elementos de la Red de Área Local Inalámbrica	171
Tabla 4. 7 Costos referenciales de la implementación de la Red de Área Local Inalámbrica	172
Tabla 4. 8 Costos referenciales de los elementos de la PBX-IP Asterisk	172
Tabla 4. 9 Costos referenciales de la implementación de la PBX-IP Asterisk.....	172
Tabla 4. 10 Costos referenciales de los elementos del CCTV.....	173
Tabla 4. 11 Costos referenciales de la implementación del CCTV.....	173
Tabla 4. 12 Costos referenciales de equipos adicionales.....	174

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1 Topologías en estrella: Base-T ^[5]	2
Figura 1. 2 Tecnologías de redes locales inalámbricas ^[6]	5
Figura 1. 3 Topología Ad-Hoc ^[5]	6
Figura 1. 4 Topología de Infraestructura ^[5]	7
Figura 1. 5 Conjunto de servicios extendido (ESS) ^[5]	7
Figura 1. 6 Diagrama del Cableado Estructurado Horizontal ^[3]	14
Figura 1. 7 Distancias de <i>patch cords</i>	14
Figura 1. 8 Diagrama de Cableado Estructurado Vertical ^[14]	16
Figura 1. 9 Configuraciones de pines para conectores RJ-45 según las normas T568A y T568B	19
Figura 1. 10 Formatos de cámara	34
Figura 1. 11 Aspectos que se presentan entre formatos de lente y cámara	35

CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Tarjeta Digium TDM400P ^[5]	68
Figura 2. 2 Parámetros para el cálculo de la lente	85
Figura 2. 3 Diagrama de red del Sistema Integrado de Comunicación del Observatorio	87

CAPÍTULO III

Figura 3. 1 Sección del Cableado Estructurado montado sobre canaleta decorativa	90
Figura 3. 2 Sección de cable UTP montado sobre canaleta decorativa.....	91
Figura 3. 3 Destrenzado del cable UTP	91
Figura 3. 4 Chaqueta protectora ubicada dentro del conector RJ-45	92
Figura 3. 5 Conector RJ-45 con la normativa T568B	92
Figura 3. 6 Código de colores del <i>jack</i> RJ-45 según la normativa T568A o T568B.....	93
Figura 3. 7 Salida de telecomunicaciones con sus correspondientes identificadores	93
Figura 3. 8 Ventana de configuración de Propiedades de Protocolo Internet (TCP/IP) 95	
Figura 3. 9 Ventana de configuración de Propiedades del sistema	95
Figura 3. 10 Ventana de Cambios en el nombre de equipo.....	96
Figura 3. 11 Ventana de configuración LAN del <i>Access Point</i>	97
Figura 3. 12 Ventana de configuración básica del <i>Access Point</i>	97
Figura 3. 13 Ventana de configuración de filtrado por direcciones MAC del <i>Access Point</i>	98

Figura 3. 14 Ventanas de configuración del adaptador de red inalámbrico.....	99
Figura 3. 15 Localización de los módulos FXS y FXO en la tarjeta Digium TDM400P [5]	100
Figura 3. 16 <i>Softphone X-Lite 3.0</i>	133
Figura 3. 17 Ventana principal de propiedades de cuenta SIP del <i>softphone X-Lite 3.0</i>	135
Figura 3. 18 Ventana de configuración de QoS del <i>softphone X-Lite 3.0</i>	136
Figura 3. 19 Diagrama de flujo del programa <i>registros</i>	139
Figura 3. 20 Diagrama de flujo del programa <i>registros_asterisk</i>	140
Figura 3. 21 Ventana de instalación del modo de aplicación del CCTV.....	141
Figura 3. 22 Ventana de selección del controlador de la tarjeta capturadora de video	142
Figura 3. 23 Ventana de selección del sistema de video	142
Figura 3. 24 Ventana principal de la central de video ^[4]	143
Figura 3. 25 Ventana de configuración de la central de video	146
Figura 3. 26 Ventana de configuración de parámetros relacionados a cada cámara...	147
Figura 3. 27 Ventana de configuración del Servidor de <i>WebCam</i>	150
Figura 3. 28 Ventana de acceso remoto mediante el explorador de Internet de Windows	150

CAPÍTULO IV

Figura 4. 1 Datos obtenidos del mensaje PING.....	154
Figura 4. 2 Medición del volumen tráfico ordinario	155
Figura 4. 3 Medición de niveles de sensibilidad con el programa Netstumbler.....	157
Figura 4. 4 Escena captada por la cámara de color con <i>zoom</i> de las afueras del Observatorio	165
Figura 4. 5 Medición de tráfico de video MPEG-4	167

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo implementar en el Observatorio Astronómico de Quito un sistema integrado de comunicación, que permita la transmisión de voz, datos y video sobre una misma infraestructura de red, con la finalidad de satisfacer las necesidades de comunicación entre las distintas secciones del Observatorio sin incurrir en los grandes costos de implementar sistemas de comunicación aislados.

La transferencia de voz sobre red utilizando tecnología VoIP, permite implementar la aplicación de telefonía IP mediante una PBX IP que proporcione comunicación entre las distintas secciones del Observatorio y adicionalmente ofrezca los servicios de una PBX profesional como son, por ejemplo, llamadas en espera, buzón de mensajes, re-direccionamiento de llamadas, conferencias, contestadora de voz interactiva, entre otros. Esta PBX IP se implementa mediante el software Asterisk de licencia GNU en un computador personal con sistema operativo Linux Fedora Core 4, sin incurrir en los grandes desembolsos de dinero que implicaría adquirir una PBX comercial en el mercado. Con la finalidad de establecer comunicación con la PSTN, la PBX Asterisk cuenta con dos interfaces FXO lo que le permite actuar como un *gateway* entre la red de conmutación de circuitos (PSTN) y la red de conmutación de paquetes (Red IP). Los terminales que puede manejar la PBX IP Asterisk son: teléfonos tradicionales por medio de interfaces FXS o de **Adaptadores de Terminales Analógicos (ATA)**, teléfonos IP o *softphones*.

Por otro lado, la utilización de la técnica de compresión MPEG-4 en aplicaciones de video sobre red permite la transferencia de información en tiempo real sin congestionar la red y con un mínimo de pérdidas. Las características antes expuestas permiten implementar un circuito cerrado de video (CCTV) con monitoreo local o monitoreo remoto desde cualquier *host* conectado a la red (LAN o Internet); mediante una central de video que maneje cuatro cámaras ubicadas en lugares estratégicos de tal manera que cubran casi en su totalidad los alrededores del Observatorio. La implementación de la

central de video se realiza utilizando una tarjeta capturadora de video PCI GV600 y su software propietario el mismo que permite la administración del sistema como visualización de las imágenes, configuración y secuenciamiento de las cámaras, almacenamiento de eventos, etc. Adicionalmente el sistema permite levantar servidores de red como por ejemplo un servidor webcam, que permite la visualización de las imágenes y el control de las cámaras de manera remota.

En lo concerniente a la transferencia de datos, como son documentos, archivos, correo electrónico, la implementación de las redes LAN y WLAN permite un eficiente y rápido intercambio de información entre las diferentes secciones del Observatorio, lo cual conlleva a la optimización de recursos y de tiempo. Adicionalmente el requerimiento del personal del Observatorio a un servicio de acceso a Internet, que permita un mejor desarrollo investigativo de los proyectos que ejecute el Observatorio, precisa de la implementación de un *gateway* entre la LAN y el MODEM ADSL de Andinanet. Este *gateway* es implementado en un computador con el sistema operativo Linux mediante dos tarjetas adaptadoras de red con direcciones IP correspondientes a las direcciones de red de la LAN y del módem ADSL. Frente a la limitada capacidad del canal de Acceso a Internet y con la finalidad de administrar de mejor manera este recurso, se implementa un servidor Proxy-caché mediante el software Squid 2.0 de licencia GNU, en el cual, mediante listas de control de acceso de *hosts*, de redes o de horarios combinados, permite cumplir los objetivos antes mencionados.

Los sistemas descritos anteriormente se implementan sobre una misma infraestructura de red mediante un sistema de cableado estructurado, bajo la norma ANSI/EIA/TIA 568-B, que proporciona una presentación estética adecuada y una administración organizada del sistema integral en sí y una red de área local inalámbrica bajo el estándar IEEE 802.11, que permite la conexión de las secciones de difícil cableado.

PRESENTACIÓN

Una red de computadores era hace algunos años, un lujo de las grandes organizaciones, pero con la creciente popularidad de Internet y la necesidad de compartir recursos y acceder instantáneamente a la información almacenada en las distintas secciones de una organización, contar con una red de computadores resulta hoy en día obligatorio.

Adicionalmente los ambientes empresariales requieren comunicación telefónica al interior y hacia el exterior de sus instalaciones. Para comunicaciones internas sería costoso que cada empleado cuente con una línea telefónica proveniente de la red telefónica pública. De igual manera, para las comunicaciones externas el contar con un excesivo número de líneas telefónicas, provenientes de la red telefónica pública, sería impráctico desde el punto de vista administrativo porque sería complicado llevar un control de las llamadas salientes y entrantes, además cada línea telefónica está relacionada a un número telefónico, por lo cual contaríamos con una gran cantidad de opciones para el usuario llamante hacia la organización, lo que le llevaría demasiado tiempo al momento de realizar la llamada, aún más cuando el usuario no tiene claro hacia que sección o departamento de la organización desea comunicarse.

Lo mejor es concentrar las líneas internas y conmutar con líneas externas, de tal manera de permitir la salida a la red telefónica pública de las llamadas que lo necesiten y proporcionar un enrutamiento eficiente a las llamadas entrantes hacia las distintas secciones y departamentos de la organización. Por esto, es necesario contar con una central telefónica (PBX), que proporcione estas funciones de administración y gestión de llamadas.

Las empresas u organizaciones requieren también niveles de seguridad, que les permita tener un control sobre las personas que ingresan, el entorno que rodea a sus instalaciones, sus bienes físicos y el bienestar del personal. Con

este propósito lo más eficiente es contar con un circuito cerrado de televisión que permita vigilar los interiores y exteriores de las instalaciones, proporcionando funciones de monitoreo local o remoto y grabación de eventos con la finalidad de salvaguardar los bienes y a los empleados de la organización.

Aunque es posible tener los sistemas anteriormente descritos por separado, la integración de los mismos sobre una sola infraestructura de red, resulta menos costosa que implementar los sistemas de manera independiente, lo cual permite el uso más eficiente de dicha red y un manejo administrativo unificado.

El Sistema Integral de Comunicación propuesto en este proyecto, permite *integrar* los terminales de los subsistemas en un mismo computador, puesto que con un solo computador se puede realizar y recibir llamadas telefónicas, monitorear los exteriores del Observatorio, transferir archivos (documentos, audio y/o video) y tener acceso a Internet, con el concerniente ahorro de dinero y espacio que esto implica.

CAPÍTULO I

CONCEPTOS BÁSICOS Y FUNDAMENTOS DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN

1.1 RED DE ÁREA LOCAL (LAN)

Una red de área local es un conjunto de computadores independientes que se encuentran próximos geográficamente y que se comunican entre sí a través de un medio de red compartido, con el objetivo de compartir los recursos e información con los que trabaja un computador normalmente.

Dado que muchos equipos pueden operar en una red, ésta se puede administrar eficazmente desde un punto central (un administrador de red).

En una red se pueden tener características de seguridad, que impidan el acceso a usuarios no autorizados y prevenga la alteración de información sensible.

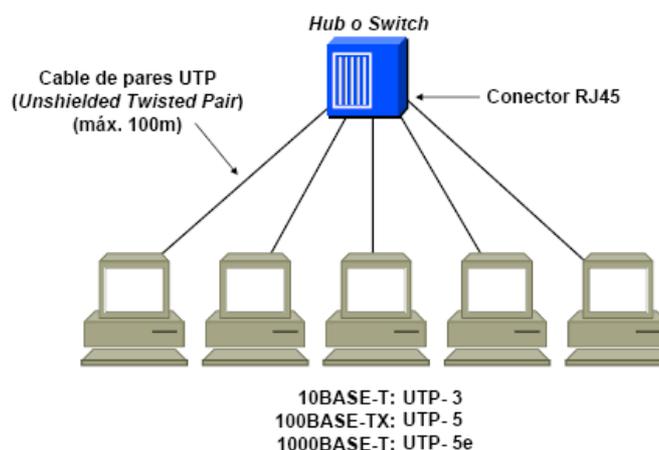
1.1.1 TECNOLOGÍAS ETHERNET

Ethernet es la tecnología que la mayoría de usuarios informáticos eligen a la hora de implementar redes LAN ya que posee un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Sumado a esto la capacidad de soportar casi todos los protocolos de redes populares, hacen de Ethernet la tecnología ideal.

En la siguiente tabla se presenta algunas de las tecnologías Ethernet, las mismas que utilizan CSMA/CD para gestionar el canal de comunicaciones.

Tabla 1. 1 Tecnologías Ethernet y sus características

TECNOLOGÍA ETHERNET	VELOCIDAD DE Tx (Mbps)	MÁXIMA LONGITUD DEL SEGMENTO (m)	MEDIO DE TRANSMISIÓN	TIPO DE CONECTOR	TOPOLOGÍA
10Base5	10	500	Coaxial grueso de 50 Ω	N	Bus
10Base2	10	185	Coaxial delgado de 50 Ω	BNC	Bus
10Base-T	10	100	UTP	RJ 45	Estrella
100Base-Tx	100	100	STP o UTP cat 5	RJ 45	Estrella
1000Base-T	1000	100	UTP cat 5e o cat 6	RJ 45	Estrella

Figura 1. 1 Topologías en estrella: Base-T ^[5]

1.1.2 COMPONENTES DE LA RED LAN

Estación de trabajo

En redes Ethernet a una estación de trabajo se la conoce como *host* y se define como un computador que tiene una dirección de red, un nombre definido y que puede intercambiar información con otro computador. Una dirección de red identifica a un computador dentro de la red.

Tarjeta de interfaz de Red

La tarjeta de interfaz de red, comúnmente llamada NIC (*Network Interface Card*) se emplea para conectar una computadora a una red con la finalidad de que ésta pueda transferir y recibir datos de otros dispositivos de la red. La NIC proporciona una conexión física entre el cable de red y el bus interno del computador y provee la dirección MAC del nivel de enlace de datos, la cual permite identificar al equipo dentro de la red.

Medios de transmisión

Para la adecuada selección del medio de transmisión hay que tener en cuenta ciertos factores como son la capacidad, confiabilidad, topología y naturaleza de los datos.

A continuación se presentan un breve detalle de las categorías de cables UTP, de mayor utilización en la implementación de una red LAN:

- **Categoría 3.** Aplica a cables UTP de 100 ohmios y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 16 MHz de ancho de banda.
- **Categoría 5e.** Aplica a cables UTP de 100 ohmios y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 100 MHz de ancho de banda.
- **Categoría 6.** Aplica a cables UTP de 100 ohmios y sus componentes de conexión, para aplicaciones de hasta 250 MHz de ancho de banda.

Servidores

Son computadores potentes que ofrecen servicios a una o más estaciones de trabajo llamadas clientes. Entre estos servicios están el acceso a archivos,

aplicaciones, cola de impresión, entre otros. A continuación se enuncian los tipos de servidores más utilizados:

- Servidores de archivo e impresión.
- Servidores de bases de datos.
- Servidores de correo.
- Servidores de comunicaciones.
- Servidores DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*, Protocolo de configuración dinámica de hosts).
- Servidores DNS (*Domain Name System*, Sistema de Nombre de Dominio).
- *Firewalls* y servidores *Proxy*.

Puente (Bridge)

Un puente o *bridge* es un dispositivo de pocos puertos que permite la interconexión de redes de computadores. El puente opera en la capa 2 (nivel de enlace) del modelo OSI y realiza el direccionamiento de tramas en función de una tabla de direcciones MAC

Conmutador (Switch) Ethernet

El *switch* al igual que el *bridge* transmite datos basado en las direcciones MAC de destino del paquete. El *switch* realiza la conmutación a nivel de *hardware*, la cual es más rápida que la conmutación realizada por el *bridge* a nivel de *software*.

Encaminadores (Routers)

Los *routers* interconectan diferentes tipos de redes, por ejemplo Token Ring, Ethernet, entre otras. Un ruteador opera en las tres primeras capas del modelo

OSI, en donde la parte del enrutamiento se realiza en la capa de red, empleado tablas de rutas.

1.2 RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA (WLAN)

Una red local inalámbrica (*Wireless LAN* o WLAN) es un sistema de comunicación implementado como una alternativa para las redes cableadas convencionales, viniendo a ser una extensión de las mismas, que permiten el intercambio de información entre los distintos medios en una forma transparente al usuario.

Las redes inalámbricas usan tecnologías de radiofrecuencia (RF), por lo que transmiten y reciben datos a través del aire minimizando la necesidad de conexiones cableadas.

Existen diferentes tecnologías para las WLAN. En la siguiente figura se puede visualizar un panorama general de las tecnologías de las redes locales inalámbricas.

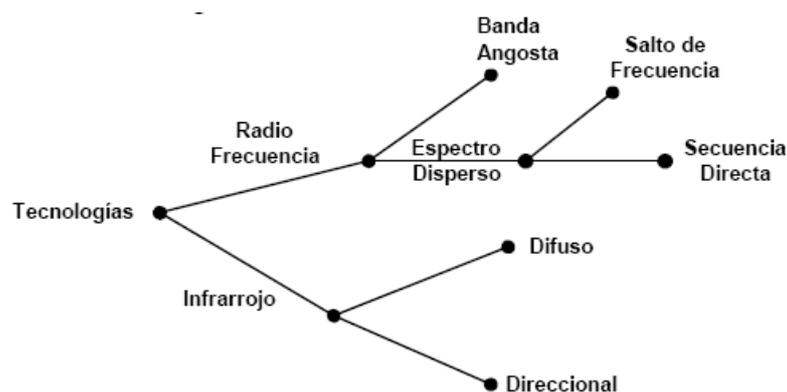


Figura 1. 2 Tecnologías de redes locales inalámbricas ^[6]

1.2.1 TIPOS DE TOPOLOGÍA DE RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA

Topología Ad-Hoc

Es la arquitectura más sencilla, ya que en ella los únicos elementos necesarios son terminales móviles equipados con los correspondientes adaptadores de red para comunicaciones inalámbricas y no necesitan un punto de acceso. Es también conocida como una red punto a punto o conjunto de servicios básicos independiente (IBSS, *Independent Basic Service Set*).

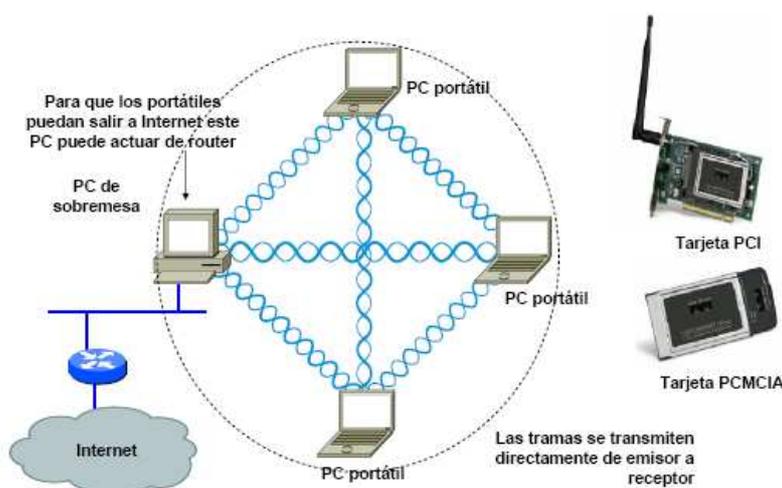


Figura 1. 3 Topología Ad-Hoc ^[5]

Topología de Infraestructura

Es una arquitectura utilizada para proporcionar la comunicación entre la red local cableada y los clientes inalámbricos, para lo cual se necesita un punto de acceso para la transmisión de datos entre las dos redes.

El área de cobertura la definen el punto de acceso y sus clientes inalámbricos asociados. Esta configuración se conoce como conjunto de servicios básicos (BSS, *Basic Service Set*). Un conjunto de servicios extendidos (ESS, *Extended Service Set*) es la unión de dos o más BSSs.

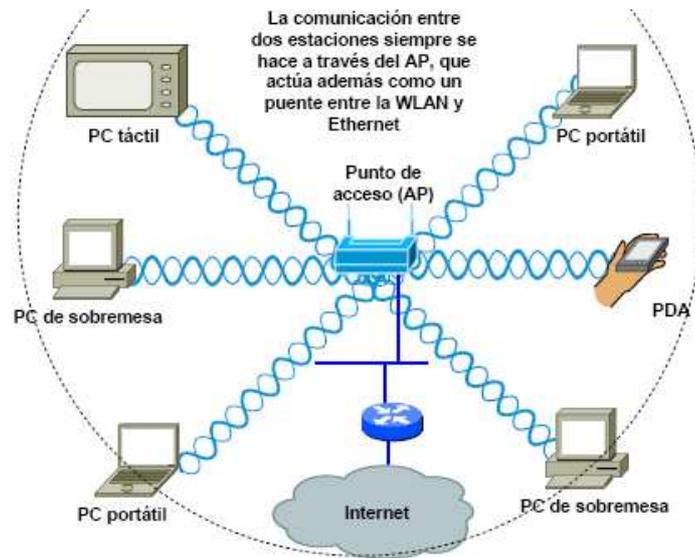


Figura 1. 4 Topología de Infraestructura ^[5]

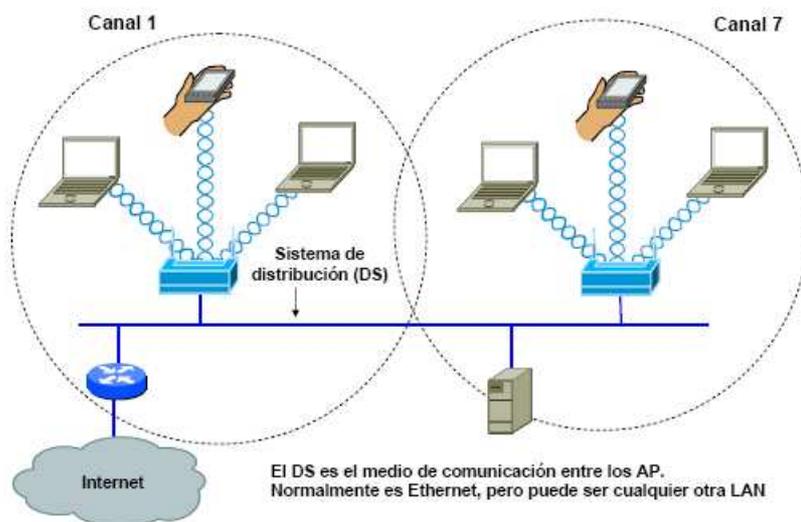


Figura 1. 5 Conjunto de servicios extendido (ESS) ^[5]

1.2.2 TECNOLOGÍAS DE REDES INALÁMBRICAS IEEE 802.11 (a,b,g)

A continuación se presentan los aspectos más relevantes de las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.

Tabla 1. 2 Características de la tecnología 802.11b

802.11b Wi-Fi	
Frecuencia de trabajo	2.4 GHz
Velocidades de transmisión	1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps, 11 Mbps
Tecnología de transmisión	DSSS (<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i>), espectro ensanchado por secuencia directa.
Distancia de operación óptima	100 m en interiores y 400 m en exteriores.
Aplicaciones	Computadores portátiles, de escritorio donde sea dificultoso cablear, PDAs.

Tabla 1. 3 Características de la tecnología 802.11a

802.11a Wi-Fi 5	
Frecuencia de trabajo	5 Ghz
Velocidades de transmisión	6 Mbps, 9 Mbps, 12 Mbps, 18 Mbps, 24 Mbps, 36 Mbps, 54 Mbps.
Tecnología de transmisión	OFDM (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>), multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

Distancia de operación óptima	50 m en interiores y 200 en exteriores.
Aplicaciones	Computadores portátiles, móviles en entornos privados o empresariales, computadores de escritorio donde cablear sea un inconveniente.

Tabla 1. 4 Características de la tecnología 802.11

802.11g Wi-Fi	
Frecuencia de trabajo	2.4 Ghz
Velocidades	1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps, 6 Mbps, 9 Mbps, 11 Mbps, 12 Mbps, 18 Mbps, 24 Mbps, 36 Mbps, 48 Mbps, 54 Mbps.
Tecnología de transmisión	OFDM (<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>), multiplexación por división de frecuencia ortogonal.
Distancia de operación óptima	50 m en interiores y 200 en exteriores.
Aplicaciones	Computadores portátiles, computadores de escritorio donde cablear entraña dificultades, PDAs. Compatible hacia atrás con las redes 802.11b

1.3 CABLEADO ESTRUCTURADO

El cableado estructurado de una red puede definirse como la infraestructura flexible de cables organizada bajo una plataforma estandarizada capaz de soportar múltiples tipos de comunicación (voz, datos, textos e imágenes), independientemente de los dispositivos y equipos asociados con los servicios de telecomunicaciones a proporcionar.

Los sistemas de cableado estructurado son de baja corriente (telefonía, vídeo e informáticas), aunque la manera sistemática de este tipo de cableado, podría aplicarse al cableado de alta corriente (sistema de 220 V). Es importante integrar en el diseño de un edificio ambos cableados para evitar interferencias entre ellos.

Aplicaciones del Cableado Estructurado

Las técnicas de cableado estructurado se aplican en lugares donde:

- La densidad de puestos informáticos y teléfonos es muy alta: Empresas, oficinas, instituciones educativas, etc.
- Se necesita gran calidad de conexionado así como una rápida y efectiva gestión de red: Hospitales, fábricas automatizadas, aeropuertos, etc.
- Se requiera la comunicación entre las diversas áreas que conforman una infraestructura física: Universidades, instituciones bancarias, edificios inteligentes, etc.

Ventajas del Cableado Estructurado

Algunas de las ventajas que se obtienen al implementar un sistema de cableado estructurado se detallan a continuación.

- **Convergencia.** Permite realizar un cableado unificado para proporcionar los servicios de datos y telefonía utilizando una misma estructura independientemente de los equipos y productos que se utilicen.
- **Flexibilidad.** El sistema de cableado estructurado proporciona la flexibilidad de añadir a nuevos usuarios, trasladar los equipos de una oficina a otra, o agregar nuevos servicios a ser transportados por la red sin la necesidad de incurrir en altos costos de re-cableado.
- **Confiabilidad y mantenimiento.** El sistema de cableado estructurado al ser diseñado con una topología estrella, le permite ser un sistema confiable. La existencia de daño o desconexión en el sistema se limitan sólo a la parte o sección dañada y no afecta al resto de la red. Esta característica facilita y agiliza las labores de mantenimiento de la red.
- **Costos.** La instalación de los sistemas de cableado estructurado pueden resultar costosos, pero la remodelación o expansión del cableado son significativamente más baratos e implican menos interrupciones después de la ocupación del edificio.

1.3.1 ESTÁNDAR ANSI/EIA/TIA 568-B

El estándar ANSI/TIA/EIA 568-B y sus actualizaciones especifican los requerimientos de un sistema de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores para los edificios comerciales.

Consideraciones de diseño del Cableado Estructurado según el estándar ANSI/EIA/TIA 568-B

El estándar considera tres aspectos fundamentales relacionados con los sistemas de telecomunicaciones y los edificios.

- Los edificios son dinámicos.
- Los sistemas de telecomunicaciones son dinámicos.
- Telecomunicaciones es más que datos y voz.

Alcance

La norma ANSI/EIA/TIA 568-B especifica los requerimientos mínimos para el cableado de establecimientos comerciales y de oficinas. Se hacen recomendaciones para:

- Las topologías.
- La distancia máxima de los cables.
- El rendimiento de los componentes.
- Las tomas y los conectores de telecomunicaciones.

1.3.2 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE CABLEADO ESTRUCTURADO

La norma ANSI/EIA/TIA 568-B divide los sistemas de cableado de telecomunicaciones en los siguientes elementos o subsistemas:

- Cableado Horizontal.
- Cableado Vertebral o Vertical.
- Armario de Telecomunicaciones.
- Área de trabajo.
- Sala de equipos.

- Instalaciones de entrada.
- Administración.

1.3.2.1 Cableado Horizontal

Este subsistema comprende el conjunto de medios de transmisión (cables, fibras ópticas) que se distribuyen de manera horizontal entre los pisos y techos de un edificio y que se extiende desde la toma de salida de telecomunicaciones que se encuentra en el área de trabajo hasta el *patch panel* ubicado en el armario de telecomunicaciones.

En este subsistema se estudian y definen las rutas más adecuadas para distribuir la totalidad del cableado a lo largo de un piso, es el que genera más análisis y detalle en el diseño por cuanto incide directamente en la conformación arquitectónica del edificio o espacio físico a cablear.

Topología del Cableado Horizontal

La norma ANSI/EIA/TIA 568-B hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología del cableado horizontal:

- El cableado horizontal debe seguir una topología estrella.
- Cada salida de telecomunicaciones del área de trabajo debe conectarse a una interconexión del armario de telecomunicaciones.
- El cableado horizontal en una oficina debe terminar en un armario de telecomunicaciones ubicada en el mismo piso que el área de trabajo servida.
- No se permiten empalmes de ningún tipo en el cableado horizontal.



Figura 1.6 Diagrama del Cableado Estructurado Horizontal ^[3]

Distancias del Cableado Horizontal

Sin importar el medio físico de transmisión que se utilice la distancia horizontal máxima no debe exceder los 90 metros de longitud. La distancia se mide desde el *patch panel* hasta la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo.

Las distancias de los *patch cords* ubicados en el armario de telecomunicaciones no debe exceder los 5 m de longitud y los que se encuentran en el área de trabajo deben tener una distancia máxima de 5 m. La suma de las longitudes de ambos *patch cords* por lo tanto no debe exceder los 10 m de longitud.

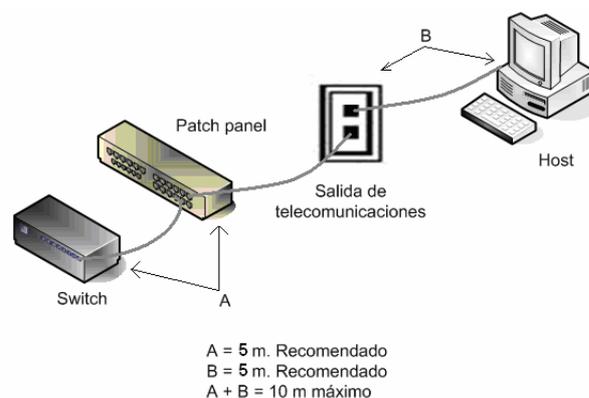


Figura 1.7 Distancias de *patch cords*

Medios de transporte para Cableado Horizontal

Entre los diferentes tipos de medios de transporte para la distribución del cableado horizontal se pueden tener: Las bandejas o canaletas de aluminio o de lámina, tuberías metálicas, ductos metálicos, zócalos de divisiones o de ventanas y muebles, canaletas perimetrales o por cielo raso, escalerillas, entre otros.

1.3.2.2 Cableado Vertical o vertebral (*Backbone*)

El estándar ANSI/EIA/TIA 568-B define el cableado vertical o vertebral (*Backbone*) de la siguiente forma: “La función del cableado vertical o *backbone* es la de proporcionar interconexiones entre los armarios de telecomunicaciones, los cuartos de equipos y las instalaciones de entrada en un sistema de cableado estructurado de telecomunicaciones”.

Topología del Cableado Vertical

La norma ANSI/EIA/TIA 568-B hace las siguientes recomendaciones en cuanto a la topología vertical:

- El cableado vertical deberá seguir la topología estrella convencional.
- No debe haber más de dos niveles jerárquicos de interconexiones en el cableado vertical, para limitar la degradación de la señal debido a los sistemas pasivos y para permitir aumentos y modificaciones del cableado de manera simple.
- No se permiten empalmes en el cableado vertical.
- En las instalaciones que tienen un gran número de edificios o que cubran una gran extensión geográfica se puede elegir subdividir la

instalación completa en áreas menores dentro de un alcance de la norma ANSI/EIA/TIA 568-B. En este caso se excederá el número total de niveles de interconexiones.

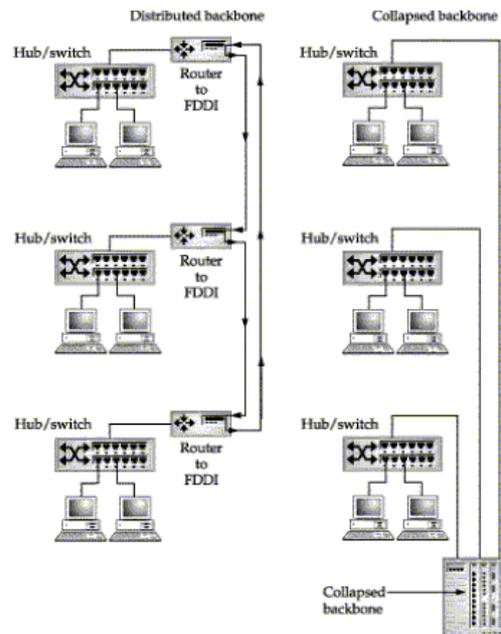


Figura 1. 8 Diagrama de Cableado Estructurado Vertical ^[14]

Distancias del Cableado Vertical

Las distancias máximas del cableado vertical dependen de la aplicación a soportar. El estándar proporciona las distancias en aplicaciones típicas para cada medio de transmisión específico.

Las instalaciones que exceden los límites de distancia deben dividirse en áreas que pueden ser soportadas por el cableado vertical dentro de la norma ANSI/EIA/TIA 568-B. Las interconexiones individuales que están fuera del alcance de la norma se pueden efectuar utilizando equipo y tecnologías empleadas para aplicaciones de área amplia.

Medios de transporte para Cableado Vertical

Se distinguen dos tipos de canalizaciones de *backbone*: Canalizaciones externas entre edificios y canalizaciones internas al edificio.

- **Canalizaciones externas entre edificios.** Las canalizaciones externas entre edificios son necesarias para interconectar instalaciones de entrada de varios edificios de una misma corporación, en ambientes del tipo campus. La recomendación ANSI/TIA/EIA-569 admite, para estos casos, cuatro tipos de canalizaciones:
 - Canalizaciones subterráneas
 - Canalizaciones directamente enterradas
 - *Backbone* aéreos
 - Canalizaciones en túneles

- **Canalizaciones internas.** Las canalizaciones internas de *backbone*, generalmente llamadas montantes, son las que vinculan las instalaciones de entrada con la sala de equipos, y la sala de equipos con los armarios o salas de telecomunicaciones. Para estos casos se admiten dos tipos de canalizaciones:
 - Canalizaciones montantes verticales
 - Canalizaciones montantes horizontales

1.3.2.3 Sala de Telecomunicaciones

La sala de telecomunicaciones alberga a los equipos de telecomunicaciones (*hubs, switches, routers*), terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado con los sistemas de cableado de telecomunicaciones.

1.3.2.4 Armario de telecomunicaciones

Este subsistema es el punto de transición entre el subsistema de cableado vertical (*backbone*) y las canalizaciones del subsistema de cableado horizontal.

El armario de telecomunicaciones contendrá el equipamiento de control y de telecomunicaciones típicamente equipos activos de datos, como por ejemplo *switches*.

Es recomendable disponer de ventilación y/o aires acondicionados de acuerdo a las características de los equipos que se instalarán en este subsistema.

1.3.2.5 Área de Trabajo

Este subsistema se extiende desde la toma de salida de telecomunicaciones ubicada en el área de trabajo, hasta el equipo de la estación de trabajo (PC, teléfono, impresora, fax, etc.).

El equipo que sea parte de la estación de trabajo está fuera del alcance de la norma ANSI/EIA/TIA 568-B.

Conectores para las tomas de salida de telecomunicaciones

Los cables UTP son terminados en los conectores de telecomunicaciones en *jacks* modulares.

El estándar ANSI/TIA/EIA 568-B admite dos formas de conectar los cables en los conectores modulares. Estas dos formas de conexión son las que se denominan T568A y T568B.

En La siguiente figura se indica la disposición de cada uno de los hilos de un cable UTP, para ambos tipos de conexiones:

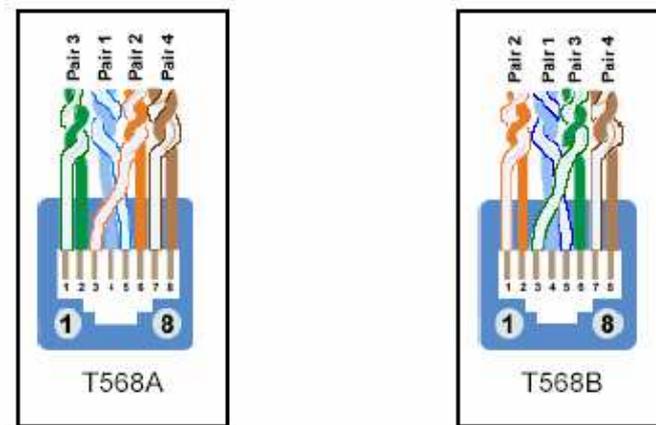


Figura 1.9 Configuraciones de pines para conectores RJ-45 según las normas T568A y T568B

1.3.2.6 Sala de Equipos

Este subsistema es definido como el espacio centralizado de uso específico para los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio. Estos equipos pueden incluir centrales telefónicas (PBX), equipos informáticos (servidores), centrales de video, etc. Sólo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.

1.3.2.7 Instalaciones de Entrada

Este subsistema se define como el lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o donde llegan las canalizaciones de interconexión con otros edificios de la misma corporación.

Las instalaciones de entrada consta de los cables, dispositivos de protección, *hardware* de conexión, *hardware* de transición y otro equipo necesario que

permita ser la interfaz de conexión con las redes públicas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, y otros equipos de telecomunicaciones.

Sistemas de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra ha sido establecido por el estándar ANSI/EIA /TIA-607 y es un componente importante de cualquier sistema de cableado. El sistema de puesta a tierra proporciona el drenaje de corriente a todas las instalaciones eléctricas instaladas en canaletas y es totalmente independiente del sistema a tierra para la UPS, canaleta, tableros eléctricos y equipos de potencia en general.

1.3.2.8 Administración

El sistema de administración, es el proceso formal de mantener documentada la infraestructura del Sistema de Cableado Estructurado, así como sus respectivas actualizaciones, el sistema se basa en las recomendaciones del estándar ANSI/EIA/TIA 606.

Un esquema típico de administración incluye lo siguiente: Etiquetas, informes o registros, dibujos, órdenes de trabajo que permiten documentar cambios y actualizaciones, lineamientos de etiquetado, etc.

Un identificador debe ser marcado en cada unidad de *hardware* de terminación, esto es en: Puertos de *patch panel*, puertos en las salidas de la pared, cables, etc.

Las terminaciones de estaciones pueden ser etiquetadas sobre la salida de pared, caja o el conector mismo.

Las etiquetas pueden ser adhesivas, insertadas o de cualquier otro tipo para propósitos especiales.

1.4 TELEFONÍA IP

La telefonía IP es una aplicación inmediata de VoIP que permite realizar llamadas telefónicas a través de redes que utilizan el protocolo de comunicación IP (*Internet Protocol*). Esta tecnología digitaliza la voz y la comprime en paquetes de datos que se convierten de nuevo en señales de voz en el punto de destino.

1.4.1 MODOS DE COMUNICACIÓN EN LA TELEFONÍA IP

- **Comunicación PC – PC.** Los usuarios conectados a Internet mediante computadoras con funciones multimedia y la instalación de un *software* adecuado pueden entablar una conversación en tiempo real con otra computadora similar ubicada en cualquier parte del planeta.
- **Comunicación PC – Teléfono.** Esta segunda modalidad posibilita la comunicación entre dos usuarios, aunque uno de ellos no esté conectado a Internet. Una persona conectada a través de su PC con Internet puede llamar al teléfono fijo de otro usuario.
- **Comunicación Teléfono – Teléfono.** Esta tercera modalidad permite la comunicación entre dos usuarios con teléfonos fijos por medio del protocolo IP. El establecimiento y mantenimiento de la llamada es realizada mediante una central conectada a Internet que comunica a los dos usuarios.

1.4.2 TIPOS DE REDES PARA TELEFONÍA IP

En la actualidad podemos encontrar tres tipos de redes a través de las cuales se puede proporcionar y utilizar aplicaciones basadas en la tecnología VoIP. Estos tipos de redes se describen a continuación:

-
- **Internet.** La comunicación telefónica IP se realiza utilizando la Internet. El estado actual de la red no permite un uso profesional para el tráfico de voz.
 - **Red IP pública.** Los operadores de este tipo de redes ofrecen a las empresas la conectividad necesaria para interconectar sus redes de área local y transportar tráfico IP. Se puede considerar similar a Internet, pero con una mayor calidad de servicio y con importantes mejoras en seguridad. Hay operadores que incluso ofrecen garantías de bajo retardo y/o ancho de banda, lo que las hace muy interesantes para el tráfico de voz.
 - **Intranet.** La red IP es implementada por la propia empresa. Suele constar de varias redes LAN (Ethernet conmutada, ATM, etc.) que se interconectan mediante redes WAN tipo Frame-Relay/ATM, líneas punto a punto, RDSI para el acceso remoto, etc. En este caso la empresa tiene bajo su control prácticamente todos los parámetros de la red, por lo que resulta ideal para su uso en el transporte de la voz.

1.4.3 DIFERENCIAS ENTRE TELEFONÍA IP Y LA TELEFONÍA TRADICIONAL

Existen diferencias significativas entre la telefonía IP y la telefonía tradicional. A continuación se presentan algunas de ellas.

- **Tecnología de conmutación.** Para la realización de una comunicación telefónica, la telefonía tradicional utiliza conmutación de circuitos, mientras la telefonía IP utiliza conmutación de paquetes.
- **Enrutamiento de llamada.** La telefonía IP es implementada sobre redes IP por lo cual utiliza enrutamiento dinámico basado en una dirección no

geográfica, mientras la telefonía tradicional el encaminamiento es estático basado en una numeración asociada con una localización geográfica.

- **Flexibilidad.** La telefonía IP es soportada sobre una arquitectura descentralizada como la red de Internet, lo cual permite una ejecución más rápida de las aplicaciones a diferencia de la telefonía tradicional que requiere establecer conexión con las centrales telefónicas correspondientes para acceder a las funcionalidades que ofrece el servicio telefónico.
- **Regulación.** La regulación es diferente para los dos tipos de tecnología telefónica. Mientras que la telefonía tradicional ha sido sujeta a una extensa regulación en todos los países, lo cual inhibe una competencia real, la telefonía IP al ser aplicada sobre la Internet que es una red abierta; favorece, promueve y facilita la entrada a nuevos mercados, aunque en la actualidad empieza a establecerse un control del comercio sobre ella.
- **Facturación.** Los servicios de telefonía IP a través de Internet al ser independiente de la distancia permite facturar las llamadas aplicando tarifa local, a diferencia de llamadas internacionales realizadas con la telefonía tradicional que presenta costos más altos.
- **Implementación.** La telefonía IP es soportada sobre una infraestructura en la cual la inteligencia de la red se distribuye a lo largo de la misma, lo cual permite que el procesamiento de la información así como el incremento de nuevas funcionalidades sea efectuada también por los terminales (equipos personales), a diferencia de la telefonía tradicional en la que los terminales (teléfonos) son tontos. Esto permite una implementación y mantenimiento más barato respecto a la telefonía tradicional.

1.4.4 COMPONENTES Y CALIDAD DE SERVICIO DE LA TELEFONÍA IP

1.4.4.1 Componentes de Telefonía IP

- **Terminales.** Un terminal es el dispositivo que provee la interfaz entre el usuario y la red de telefonía IP para la transferencia de información, este dispositivo puede ser implementado en base a hardware o software.
- **Gatekeepers.** Un *gatekeeper* es un dispositivo implementado generalmente en base a software y es el encargado de control centralizado de toda la comunicación de VoIP, de tal manera que en caso de existir un *gatekeeper* dentro de la arquitectura de red de VoIP todas las comunicaciones deberían pasar a través de él.
- **Gateways.** Un *gateway* es el dispositivo que permite la interconexión con redes de diferente tecnología de conmutación actuando de manera transparente al usuario. Por ejemplo un *gateway-FXO* permitiría la interconexión de la red IP con la Red Telefónica Pública.

Protocolos de Telefonía IP

Los protocolos de Telefonía IP definen la manera en que los distintos dispositivos de VoIP deben establecer la comunicación. Dependiendo del protocolo utilizado dependerá la eficacia y complejidad de la comunicación.

Los protocolos de señalización utilizados en Telefonía-IP son: H.323, MGCP (*Media Gateway Control Protocol*) y SIP (*Session Initiation Protocol*).

1.4.4.2 Calidad de servicio en la telefonía IP

La calidad de servicio (QoS) es la capacidad de proporcionar un servicio garantizado a un usuario. Relacionado con la calidad de servicio en la telefonía IP se consideran en la actualidad dos aspectos: la baja calidad de Internet y las condiciones de garantizar la calidad de servicio en redes de transmisión de paquetes.

Respecto al primer aspecto se puede contratar canales de transporte punto a punto.

El segundo aspecto se refiere al medio de transportar a los paquetes IP. Una red IP y *Gigabit Ethernet* posee una serie de herramientas para garantizar una calidad de servicio (establecimiento de prioridades, identificación de paquetes, etc.).

Los problemas que son evidentes en una red de VoIP son la latencia, el *jitter* y el Eco.

- **Latencia.** Se define así al espacio en la conversación debido a los retardos acumulados. El primer retardo es en la matriz de *switch* (el retardo producido por el proceso *store-and-forward*) y el retardo de procesamiento (cambio de encabezado de paquetes, por ejemplo). A esto se suman los retardos propios del proceso de compresión vocal (insignificante en codificación G.711 y más elevado en aplicaciones con G.729).
- **Jitter.** Es el efecto por el cual el retardo entre paquetes no es constante. Se trata de una latencia variable producida por la congestión de tráfico en la red.
- **Eco.** Las características anteriores (latencia y *jitter*) pueden producir eco sobre la señal telefónica.

- **Pérdida de Paquetes.** Representa el porcentaje de paquetes transmitidos que se descartan en la red. Estos descartes pueden ser producto de alta tasa de error en alguno de los medios de enlace o por sobrepasarse la capacidad de un buffer de una interfaz en momentos de congestión.

1.4.5 PBX IP ASTERISK

Asterisk puede definirse como una PBX híbrida modular diseñada en *software* de fuente abierta, ejecutado en el sistema operativo Linux.

Al mencionar al sistema Asterisk como una PBX híbrida, denotamos la flexibilidad que posee el sistema de manejar teléfonos analógicos y teléfonos IP, así como su capacidad de conectarse con líneas telefónicas correspondientes a la red telefónica pública (PSTN), o con conexiones digitales de alta capacidad que le permite el establecimiento de múltiples llamadas en una sola conexión.

Trabaja con voz sobre IP en varios protocolos (SIP, H323, etc.) e interopera con casi todo el equipo estándar basado en telefonía IP usando *hardware* relativamente barato.

Asterisk es un *framework*, lo cual permite seleccionar o remover módulos específicos, permitiendo configurar un sistema telefónico propietario y proporcionando flexibilidad de expansión del sistema PBX.

1.4.5.1 Métodos de conexión con la Red Telefónica Pública (PSTN)

Existen diferentes métodos para la conexión de Asterisk con la PSTN. A continuación se detallan algunos métodos de conexión.

- **Línea POST.** Este método es utilizado para conectar Asterisk con líneas analógicas provenientes de un *carrier* telefónico, en cada línea POST solo puede llevarse una comunicación por intervalo de tiempo. Para una instalación pequeña este método es el más aconsejable, se requiere interfaces FXO (*Foreing eXchange Office*) que permitan la interconexión entre los sistemas.
- **RDSI (Red digital de servicios Integrados).** La RDSI es una red digital completa presentada en dos versiones; BRI (*Basic Rate Interface*) y PRI (*Primary Rate Interface*). La RDSI divide una línea en múltiples canales, cada canal tiene su *payload* o señalización. Pueden soportarse dos llamadas telefónicas simultáneamente en un solo BRI, y en un PRI puede soportar hasta 23 llamadas simultáneas.
- **T1 o E1.** Un dispositivo T1 contiene 24 canales, y en el que cada canal puede contener una llamada. Los dispositivos E1 a su vez pueden manejar 32 canales.
- **Conexiones VoIP.** Se pueden enrutar las llamadas sobre una infraestructura VoIP, accediendo a diversas ciudades y países.

1.4.5.2 Interfaces

Asterisk soporta tres grupos de interfaces: zaptel, no-zaptel e interfaces para protocolos de voz sobre paquetes.

- **Interfaces Zaptel pseudo TDM.** Las interfaces Zaptel permiten la conexión con redes telefónicas tradicionales digitales o analógicas soportando conmutación pseudo TDM entre ellas. Se dice que la conmutación es pseudo TDM por la utilización del procesador de la computadora para simular a un multiplexor TDM, lo cual incrementa el trabajo del procesador pero reduce los costos del hardware.

A continuación se presentan las interfaces Zaptel desarrolladas por la empresa Digium.

Tabla 1. 5 Tarjetas de interfaces Digium

Tipo	Descripción
Wildcard TE4xxP	Soporta 4 conexiones E1/T1/J1 con supresión de echo.
Wildcard TE2xxP	Soporta 2 conexiones E1/T1/J1 con supresión de echo.
Wildcard TE110P	Soporta 1 conexión E1/T1/J1 con supresión de echo.
Wildcard TDM400P	Soportan 4 conexiones FXO, FXS o un arreglo de ellas.
Wildcard TDM2400P	Soportan 24 puertos para líneas analógicas y POTS.

- **Interfaces no-Zaptel.** Las interfaces no Zaptel proveen conectividad con sistemas tradicionales, pero no soportan conmutación seudo TDM. Estas interfaces pueden ser: ISDN4Linux, OSS/ALSA, Interfaz Telefónica de Linux (LTI), Adtran VoFR.
- **Interfaces para protocolos de voz sobre paquetes.** Estas interfaces trabajan sobre *hardware* no especializado. Únicamente se requiere una conexión apropiada a la red para la transmisión de paquetes; típicamente se utiliza una interfaz de red Ethernet.

1.4.5.3 Protocolos

Los protocolos de voz sobre redes de conmutación de paquetes que soporta Asterisk son: SIP, MGCP, H.323, VoFR, IAX.

1.4.5.4 Terminales de usuario para Asterisk

- **Teléfonos analógicos.** Estos terminales son los teléfonos tradicionales utilizados para la comunicación a través de la red telefónica pública. Para conectar estos teléfonos con la central Asterisk es necesario la utilización de adaptadores telefónicos (ATA) o de tarjetas con interfaces FXS.
- **Teléfonos digitales propietarios.** Algunos fabricantes han introducido *gateways* que permiten la operación de sus teléfonos utilizando el protocolo SIP, característica que permite el funcionamiento con la central Asterisk.
- **Teléfonos IP.** Los teléfonos IP que manejen SIP y H.323 y no incluyan implementaciones propietarias pueden operar con Asterisk en una red de datos típica.
- **Softphones.** Los *softphones* son implementaciones de software en computadoras personales con tarjeta de audio, micrófono y audífonos. Si el *softphone* soporta los protocolos SIP o H.323 y no usa implementaciones propietarias puede funcionar con Asterisk.
- **Adaptadores telefónicos.** Los Adaptadores para Terminales Analógicos (ATA) permiten conectar los teléfonos tradicionales y ofrecer una traducción a un sistema digital de VoIP o propietario.

1.4.5.5 Requerimientos de hardware

Asterisk ha sido desarrollada con la finalidad de proporcionar las funciones de una PBX en un computador personal, por lo cual no será necesaria la adquisición de hardware especializado como una interfaz Zaptel, a menos que se desee una conexión con una red telefónica tradicional. Sin embargo, para que Asterisk funcione adecuadamente, se deben tomar ciertas consideraciones al momento de

elegir el equipo servidor, los terminales de usuario, y las características de la red de datos.

Requerimientos del Servidor

Asterisk es un sistema que debe brindar una ejecución en tiempo real de sus aplicaciones, motivo por el cual debe tener acceso prioritario al procesador y a los buses del sistema.

Los requerimientos de hardware con los que debe contar el servidor sobre el cual será instalado Asterisk dependen de las funciones que se desea que el sistema proporcione. Por ejemplo, conversaciones en VoIP requieren un mayor poder de procesamiento que comunicaciones TDM. El manejo de un mayor número de canales de comunicación requerirá de espacio de memoria adicional y de poder de procesamiento más elevado, en comparación si solo se establecieran un par de llamadas.

A continuación se presenta una tabla con los requerimientos mínimos de hardware en relación con el número de canales de comunicación a manejar.

Tabla 1. 6 Requerimientos de hardware para Asterisk

Propósito	Número de canales	Sistema mínimo
Sistema de estudio	Menos de 5	x86 de 400MHz con 256MB RAM
SOHO	5 a 10	x86 de 1GHz con 512MB RAM
Sistemas medios	Menos de 15	X86 de 3GHz con 1GB RAM
Sistemas grandes	Más de 15	Procesadores duales o arquitecturas distribuidas en varios servidores.

Requerimientos de la red

En ambientes de redes LAN, el ancho de banda que requiere Asterisk para las comunicaciones de cierta manera está garantizado a menos que la red maneje volúmenes de tráfico enormes. Una implementación con *switchs* dedicados a los teléfonos IP, aún sin la dedicación de recursos exclusivos para Asterisk por parte de la red, proporciona un sistema de comunicaciones con un aceptable nivel de calidad debido al bajo ancho de banda que requieren las comunicaciones dentro de un ambiente LAN. Sin embargo, en ambientes WAN el ancho de banda requerido es mayor dependiendo del *codec* escogido y de la capacidad del enlace para soportar todas las llamadas que el sistema requiere. Una solución a este tipo de problema es la utilización de administradores de ancho de banda para este tipo de enlaces.

Requerimientos de terminales de usuario

Asterisk puede manejar diferentes equipos terminales como son: módems, máquinas de fax, *softphones*, teléfonos analógicos, teléfonos IP y otras PBX conectadas.

La calidad de sonido estará relacionada con la disponibilidad de recursos en la PC, la calidad del software utilizado y la calidad de la red de datos entre PC y servidor Asterisk.

1.5 VIDEO SOBRE RED

La transmisión de vídeo sobre redes de telecomunicaciones ha llegado en la actualidad a convertirse en un sistema habitual de comunicación, debido al crecimiento masivo que ha supuesto la Internet. Hoy en día es muy común acceder a diversas aplicaciones como mirar películas, utilizar servicios de videoconferencia, distribución de TV, entre otras. Estas aplicaciones normalmente

demandan un elevado ancho de banda y a menudo crean cuellos de botella en las redes de telecomunicaciones.

La tecnología de red adecuada para las aplicaciones de vídeo, dependerán del entorno en el cual se proporcione el servicio de transmisión de video. Por ejemplo, para un alto ancho de banda el tipo de red adecuada sería ATM; para un entorno de red de área local podría utilizarse Fast Ethernet, y para usuarios conectados a la Internet, ADSL.

Desventajas del video sobre red

El vídeo es muy sensible al retardo de la red, debido a que éste puede provocar cortes en las secuencias. La pérdida de alguna información en el video sin comprimir no es muy relevante, ya que al perderse un fotograma, el siguiente fotograma proporciona la suficiente información para poder interpretar la secuencia. En cambio el video comprimido es mucho más sensible a errores de transmisión, ya que las técnicas de compresión que se valen de la redundancia espacial y temporal pueden perder la información de esta redundancia y los efectos de la falta de datos pueden propagarse en los próximos fotogramas.

Algunas técnicas de compresión compensan esta sensibilidad a la pérdida de datos enviando la información completa sobre un fotograma cada cierto tiempo, incluso si los datos del fotograma no han cambiado. Esta técnica también es útil para los sistemas de múltiples clientes, para que los usuarios que acaban de conectarse, reciban las imágenes completas.

Formato de compresión de video MPEG

MPEG (*Motion Picture Expert Group*, Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento), es un estándar internacional, definido por un comité llamado MPEG

formado por la ISO, para la representación codificada y comprimida de imágenes en movimiento y audio asociado, orientado a medios de almacenamiento digital.

MPEG aplica la compresión temporal y la espacial. Guarda una imagen, la compara con la siguiente y almacena sólo las diferencias. Se alcanzan así grados de compresión muy elevados.

El estándar MPEG-4 es un estándar orientado inicialmente a las videoconferencias y para Internet. Ofrece un ancho rango de velocidades desde usuarios con módems de 10 kbps a usuarios con anchos de banda de 10 Mbps. Es rápido codificando el vídeo de alta calidad, para contenidos en tiempo real y bajo demanda.

1.5.1 CIRCUITO CERRADO DE VIDEO (CIRCUITO CERRADO DE TV - CCTV)

Aplicaciones del CCTV

El CCTV, tienen como función principal la seguridad de los inmuebles físicos así como del personal de una organización. El CCTV ayuda a proteger vidas humanas mediante el monitoreo de áreas distantes, en lugares donde al momento de surgir algún accidente las personas involucradas en el mismo no puedan pedir ayuda. También son muy utilizados para el control del personal de una organización.

El CCTV reduce la posibilidad de que personas no autorizadas puedan acceder a informaciones confidenciales.

Permite observar áreas donde se manejan materiales o algunas maquinarias cuya acción puede causar daño físico e inclusive la muerte del personal que trabaja en dichas áreas (por ejemplo, lugares donde se manejan sustancias químicas, materiales radiactivos, sustancias con alto grado de inflamabilidad, entre otras).

Los sistemas de CCTV pueden integrarse con alarmas de sensores, de tal manera que puedan grabarse los eventos que ocurren en el momento de ser violentada una alarma.

Muchas localidades pueden ser monitoreadas simultáneamente por una persona desde una posición central de seguridad. Esto puede permitir seguir la ruta de una persona o vehículo desde el momento en que ingresa a las instalaciones hasta su destinación central y así tener la posibilidad de interceptarlo por las fuerzas de seguridad. Además, el uso de sistemas CCTV elimina la necesidad de que guardias tengan que hacer rondas a localidades remotas.

1.5.1.1 Componentes de un CCTV

Cámaras de TV en circuito cerrado

Constituyen el elemento base del sistema, ya que transforman una imagen óptica en una señal eléctrica fácilmente transmisible. Actualmente las cámaras de TV capturan imágenes mediante un dispositivo sólido fotosensible denominado CCD (*Charged Coupled Device*, Dispositivo de carga acoplado).

Existen en la actualidad tres formatos estandarizados, cada uno de ellos con la mitad de superficie sensible que el anterior, pero manteniendo la relación en sus lados de 4/3 (anchura/altura). En la siguiente figura se presentan las dimensiones de los diferentes formatos de cámara.

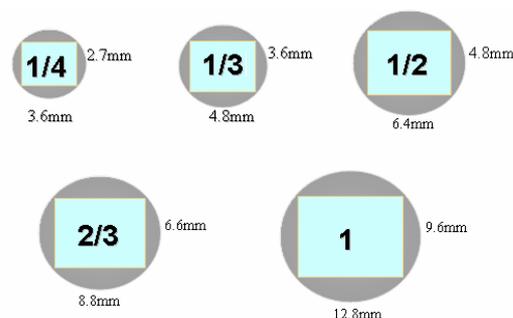


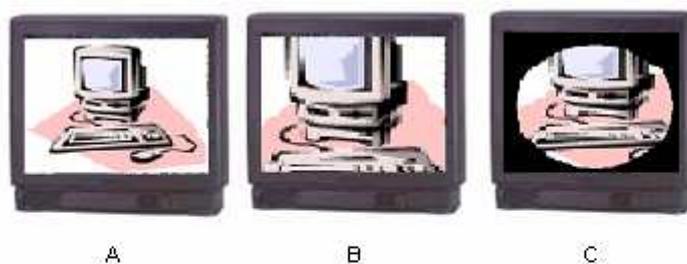
Figura 1. 10 Formatos de cámara

Lentes

Su función es la de reproducir en la superficie del dispositivo captador, con la mayor nitidez posible las imágenes situadas frente a ellas por medios ópticos.

Los parámetros que definen el tipo de lente son los siguientes:

- **El formato** es el máximo tamaño de imagen que puede proporcionar; así, un lente para cámaras de 1/2" puede emplearse en cámaras de 1/3", pero no a la inversa, pues podría recortar los bordes de la imagen. Los formatos pequeños de lentes al emplearse en formatos grandes de cámara proporcionarían una visión tipo tubo.



A : Formato de lente igual al formato de cámara
B : Formato de lente mayor al formato de cámara
C : Formato de lente menor al formato de cámara

Figura 1. 11 Aspectos que se presentan entre formatos de lente y cámara

- **La distancia focal**, normalmente expresada en milímetros, corresponde a la distancia existente entre el CCD y el primer cristal del lente. Tiene gran importancia para saber el ángulo que abarcará cada objetivo, para un formato determinado. A mayor distancia focal menor ángulo de visión pero mayor alcance.
- **Angulo de cobertura**. Los lentes con una distancia focal similar al formato de la cámara a la que están acoplados abarcan un ángulo horizontal cercano al del ojo humano (30°) y se les denomina normales; los de

distancia focal inferior que abarcan un ángulo mayor se denominan gran angular y los de distancia focal superior que amplían el tamaño del objeto se denominan teleobjetivos.

- **La luminosidad** indica la máxima cantidad de luz que puede atravesar por un lente, se expresa por un número adimensional que es el cociente entre su distancia focal y el diámetro correspondiente a su apertura máxima; en CCTV son habituales los lentes de luminosidad 1.4, e incluso inferiores a 1.

El formato y el ángulo de cobertura son fijos, pero la distancia focal puede variarse, como sucede en los lentes de distancia focal variable denominados *zoom*. Esta variación introduce otros tipos de parámetros:

- **El foco** permite ajustar la distancia a la que se encuentra el objetivo que desea captarse, a fin de que se reproduzca nítidamente en la superficie del dispositivo captador; habitualmente puede ajustarse desde un metro hasta el infinito.
- **El zoom** permite variar la distancia focal y con ello, modificar el ángulo abarcado; normalmente varían de un gran angular (no muy potente) a un teleobjetivo, por ejemplo de 6 a 36 mm. (en el formato de 1/3"). Se debe considerar que en distancias focales más largas el enfoque es bastante crítico.
- **Diafragma.** Los lentes puede automatizarse de forma que se adapten a la luz ambiente, obteniéndose los lentes auto-iris; estos lentes son aconsejables para condiciones muy variables de luz (por ejemplo cámaras ubicadas en exteriores).

Armazones de protección

Cuando las cámaras de TV tienen que aislarse de manipulaciones, o bien situarse en el exterior de edificaciones de elevada temperatura o humedad, deben protegerse mediante las adecuadas carcasas. Pueden ser metálicas (generalmente de aluminio) o de diferentes materias plásticas, aunque las de mayor resistencia se construyen de acero.

Elementos reproductores de imagen

Los elementos de un circuito cerrado de TV que nos permiten reproducir las imágenes captadas por las cámaras son los monitores. Un monitor de TV en circuito cerrado es básicamente similar a un televisor doméstico, si bien carece de los circuitos de radiofrecuencia y dispone de selector de impedancia para la señal de entrada; también está diseñado para soportar un funcionamiento continuo.

Elementos grabadores de imagen

Los dispositivos grabadores de imágenes en movimiento más empleados en vigilancia son las videograbadoras que utilizan *cassettes* VHS. Se pueden utilizar dispositivos digitalizadores que almacenan las imágenes digitalizadas en soportes informáticos (CD's, Discos duros).

Elementos transmisores de la señal de video

La señal de video que sale de la cámara debe llegar en las mejores condiciones posibles al monitor o monitores correspondientes, para lo cual se emplean:

- **Líneas de transmisión**, que deben ser capaces de transportar la señal de vídeo, la cual puede alcanzar frecuencias de 8 MHz, con un mínimo de

pérdidas, por lo que se utilizan habitualmente cables de tipo coaxial, adaptados a la impedancia nominal del circuito cerrado de TV (75 ohmios).

- **Amplificadores de línea**, utilizados para elevar y compensar las pérdidas, sobre todo en altas frecuencias de la señal de vídeo.

Elementos de control

- **Selectores (o conmutadores) de vídeo.** Permiten seleccionar las imágenes provenientes de varias cámaras, tanto para dirigirlas a un monitor determinado como a un grabador de vídeo. Estos selectores suelen dotarse con dispositivos de conmutación automática, que reciben el nombre de secuenciales, aunque siempre debe ser factible la selección manual.

Tarjetas capturadoras de video

La implementación de los sistemas de circuito cerrado de video, puede realizarse mediante la instalación de tarjetas capturadoras de video del tipo PCI en una computadora personal. Estas tarjetas utilizan compresión de video MPEG-4 y permite la conexión con redes RDSI, LAN e Internet.

Las tarjetas capturadoras de video cumplen con las funciones de los elementos de control, permiten la visualización de las imágenes de video en el monitor del computador y permiten almacenar la información de video en el disco duro del computador (digitalizador).

A continuación se presentan las características generales y los requerimientos de hardware y software para las tarjetas capturadoras de video de la empresa Geovisión.

Tabla 1. 7 Características generales de las tarjetas de video de la serie GV

Tarjeta	Formato de Compresión	Tramas por segundo	Canales de entrada	Sistema Operativo
GV-600	MPEG-4	30	1-16	Win2000/XP
GV-650	MPEG-4	120	4-16	Win2000/XP
GV-800	MPEG-4	120	4-16	Win2000/XP
GV-1000	MPEG-4	480	16	Win2000/XP

Tabla 1. 8 Requerimientos de hardware y software para la tarjeta de video de la serie GV

	GV-250	GV-600	GV-650	GV-800	GV-900	GV-1000
Sistema Operativo	Windows XP / Windows 2000 / Windows 2003 Server					
Procesador	P III 500MHz	P III 800MHz		P IV 2.6GHz	P IV 2.8GHz	
RAM	256MB SDRAM				512MB DDR400 SDRAM	512MB DDR4000 SDRAM
Disco Duro	80GB				120GB	250GB
VGA	NVIDIA GeForce MX200 32MB				NVIDIA GeForce MX440 64MB	

REFERENCIAS

TESIS

- [1] LOZA Edison, *Implementación de un prototipo de mini central PBX con capacidad de VoIP utilizando Linux*, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2006

LIBRO Y MANUAL

- [2] GOMILLION David, DEMPSTER Barrie; *Building Telephony Systems with Asterisk*, 1ra. Edición, Packt Publishing, Reino Unido, 2005
- [3] CODESIS, *Técnico en Redes y Comunicaciones para computadores*, Tomo 2

ARTÍCULOS

- [4] CASTAÑEDA Rodolfo, *Protocolos para Voz IP*, Cicese, 2005
- [5] LÓPEZ José, *Redes y Servicios Telemáticos*, Interconexión de redes e Internet, España, 2005
- [6] RUIZ Jorge, *Teoría de Redes WLAN*, ATI Wireless WlreLAN, Quito, 2003.
- [7] ROBLES Gregorio, *Wireless MAN*, Versión 1.0, España, 2002
- [8] MOLINA Enrique, DE MIGUEL Enrique, MOMPÓ Vicente, *Redes Inalámbricas: IEEE 802.11*, ATI Wireless WlreLAN, Quito, 2006

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- [9] <http://www.monografias.com/trabajos28/manual-redes/manual-redes.shtml>
- [10] http://www.forohxc.com/wifi/Taller/contenidos/Taller_Wi-Fi_1.pdf
- [11] <http://www.monografias.com/trabajos16/telefonía-senalización/telefonía-senalización.shtml>
- [12] http://es.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol
- [13] <http://www.magnumsecurity.net/files/Servicios%20Presentación%20CCTV.ppt>
- [14] <http://www.windowsecurity.com/img/upl/Backbone-1.gif>

CAPÍTULO II

DISEÑO DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN

2.1 ANÁLISIS DE LOS RECURSOS DEL OBSERVATORIO Y DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA INTEGRAL

El Observatorio Astronómico de Quito posee una infraestructura circular conformada de dos plantas, una torre central y cuatro torres en su parte frontal. Alrededor del edificio central se encuentran ubicadas tres pequeñas edificaciones externas que corresponden a las secciones de: Mecánica, Biblioteca y Electrónica (Ver Anexos 1 y 2).

Las dos plantas y la torre central están conformadas por las siguientes secciones:

- **PLANTA BAJA:** Dirección, Secretaría, Astronomía, Meteorología e Informática.
- **PLANTA ALTA:** Torre 1 (oficina), Torre 2 (oficina), Torre 3 (oficina) y Sala de Equipos (Torre 4).
- **TORRE CENTRAL:** Cúpula del Telescopio MERZ.

El Observatorio Astronómico de Quito no posee una infraestructura de red para las secciones que allí funcionan y los computadores con los que dispone actualmente presentan las características que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. 1 Características de los computadores del Observatorio

** Sin la característica

SECCIONES	Microprocesador	Tamaño de RAM	Capacidad en Disco	Tarjeta(s) adaptadora(s) de red	Sistema Operativo
Dirección	Intel Pentium IV 2 GHz	256 MB	80 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps	Windows XP
Secretaría	Intel Pentium 100 MHz	32 MB	3 GB	**	Windows 95
Informática	Intel Celeron 650 MHz	256 MB	60 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps	Windows XP
Informática	Intel Pentium IV 2.41 GHz	128 MB	60 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps	Windows XP
Informática	Intel Pentium 100 MHz	64 MB	30 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps	Windows 98
Astronomía	Intel Pentium IV 2.66 GHz	512 MB	80 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps	Windows XP
Meteorología	Intel Pentium II 233 MHz	128 MB	10 GB	**	Windows XP
Torre 2	Intel Pentium D 3.2 GHz	2 GB	160 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps y Wireless 802.11g USB	Windows XP
Sala de Equipos	Intel Pentium IV 2.66 GHz	512 MB	80 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps	Fedora Core 4
Biblioteca	Intel Pentium 66 MHz	16 MB	2 GB	**	Windows 95
Electrónica	Intel Pentium IV 2.66 GHz	512 MB	80 GB	Fast Ethernet 10/100 Mbps y Wireless 802.11g USB	Windows XP

Realizando un análisis de las características presentadas, se determina que la mayoría de los computadores cumplen con los requerimientos mínimos de *hardware* y *software* necesarios para la conexión a la red, pero algunos de ellos no podrán utilizar de manera eficiente los recursos de la red debido a sus limitaciones de hardware.

El Observatorio Astronómico de Quito adicionalmente cuenta con los siguientes equipos de comunicaciones:

- *Switch* de 8 puertos Fast Ethernet 10/100 Mbps, Auto MDI / MDIX, Store & Forward, marca CNET.
- *Switch* de 16 puertos Fast Ethernet 10/100 Mbps, Auto MDI / MDIX, Store & Forward, marca ENCORE.
- Módem ADSL SmartAX MT 800 (128 * 64 kbps).
- *Access Point* 802.11g / 2.4 GHz, marca D-Link, modelo DWL-2100AP

Para cubrir los requerimientos de comunicación de las secciones del Observatorio Astronómico de Quito, así como la utilización de los recursos existentes actualmente en el Observatorio, se ha optado por utilizar la tecnología de red Fast Ethernet (100Base-Tx), la misma que proporciona un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación; así como por su capacidad de soportar casi todos los protocolos de redes populares. Adicionalmente la topología tipo estrella de ésta tecnología permitirá una administración centralizada de la red.

Con la finalidad de cubrir los requerimientos de comunicación entre las secciones que conforman el Observatorio Astronómico de Quito, se ha considerado la implementación de 12 salidas de telecomunicaciones, las cuales se distribuyen en 10 tomas para datos (VoIP, video IP y archivos) y 2 para voz analógica TDM mediante un Sistema de Cableado Estructurado para las secciones de la planta baja y sala de equipos; y la implementación de una red LAN inalámbrica (WLAN) para las secciones exteriores, de planta alta y la cúpula del telescopio Merz, telescopio principal del Observatorio.

La selección del Sistema de Cableado Estructurado para las secciones de la planta baja, se ha considerado en base a que corresponden a secciones del tipo administrativo y a las secciones de Informática, Meteorología y Astronomía, lugares donde se requiere una buena calidad de servicio relacionada con la transferencia de información, comunicaciones mediante la PBX-IP y acceso a Internet.

La implementación de la red WLAN permitirá la interconexión de las secciones de la planta baja y la sala de equipos con las secciones de la planta alta, exteriores y cúpula del Telescopio Merz; sitios en los cuales la interconexión mediante un sistema de cableado resulta inconveniente debido al diseño arquitectónico del Observatorio.

2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Para implementar el Sistema de Cableado Estructurado se considerará la norma ANSI/EIA/TIA 568-B, la cual permite un diseño e implementación del cableado de telecomunicaciones contando con poca información acerca de los productos de telecomunicaciones que posteriormente se instalarán.

Para la distribución de pines de los conectores y *jacks* RJ-45 del Sistema de Cableado Estructurado, se ha optado por seguir el diagrama conectorización T568B. Entre los diagramas de conectorización T568A y T568B no existen diferencias técnicas, la única diferencia entre las dos esquemas es la posición de los pares de transmisión/recepción y por lo tanto ninguna norma posee alguna ventaja respecto de la otra.

Se debe tener en cuenta de que esta norma se debe mantener a lo largo de todo el sistema, de lo contrario no existiría conectividad física entre los elementos del mismo.

2.2.1 UBICACIÓN DE LAS SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES

Teniendo en cuenta el estándar ANSI/EIA/TIA 568-B, se ha considerado ubicar una salida de telecomunicaciones doble por cada área de trabajo. Estos puntos se encuentran indicados sobre los planos (Anexo 3), como ya se había mencionado anteriormente conforme a los requerimientos de las necesidades de comunicación del Observatorio.

Tabla 2. 2 Distribución de las salidas de telecomunicaciones por secciones

SECCIONES	Salidas de telecom. Dobles	Jacks RJ-45	Voz Analógica (TDM)	Datos
Dirección	1	2	1	1
Secretaría	1	2	1	1
Astronomía	1	2	0	2
Meteorología	1	2	0	2
Informática	1	2	0	2
Sala de Equipos	1	2	0	2
TOTAL	6	12	2	10

2.2.2 DISEÑO Y UBICACIÓN DE LA SALA DE EQUIPOS

En el diseño y ubicación de la Sala de Equipos, se deben considerar los siguientes aspectos:

- El posible incremento de equipos que irán ubicados en la Sala de Equipos, así como la posibilidad de expansión de la sala.
- Facilidades de acceso para equipos de gran tamaño.
- Evitar ubicar la sala de equipos en un lugar dónde puede haber filtraciones

de agua, por el techo o por las paredes.

- Es recomendable que esté ubicada cerca de las canalizaciones montantes (*backbone*), ya que a la Sala de Equipos llegan generalmente una cantidad considerable de cables desde estas canalizaciones.
- Se debe considerar los aspectos relacionados con fuentes de interferencia electromagnética, vibraciones, iluminación, consumo eléctrico, prevención de incendios.

Para la ubicación de la sala de equipos, de acuerdo a las recomendaciones mencionadas anteriormente, se ha seleccionado la torre superior número cuatro (ver Anexo 2). Ésta cumple con los requerimientos de encontrarse cerca de las instalaciones de entrada (líneas telefónicas) y cuenta con iluminación y ventilación adecuada. Pese a no contar con un alto grado de seguridad, permite restringir el acceso del personal no autorizado a la configuración y administración del Sistema Integrado de Comunicación.

Para los servicios que proporcionará el Sistema Integrado de Comunicación, se ha considerado que este subsistema deberá contar como mínimo con los siguientes equipos:

- Servidor Asterisk (PBX IP)
- Servidor del Circuito Cerrado de Video

2.2.3 DISEÑO Y UBICACIÓN DEL ARMARIO DE TELECOMUNICACIONES

Los armarios de telecomunicaciones deben ser diseñados y provisionados de acuerdo a las recomendaciones de la norma EIA/TIA 569A. El diseño relacionado con el armario de telecomunicaciones debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

-
- El armario de telecomunicaciones debe tener una ubicación central con respecto al área que se requiere servir.
 - Se recomienda disponer de por lo menos un armario de telecomunicaciones por piso y que no esté compartido con equipamiento de energía eléctrica.
 - La distancia de las canalizaciones de distribución horizontal desde el armario de telecomunicaciones hasta las áreas de trabajo no puede superar en ningún caso los 90 m. Si alguna área de trabajo sobrepasa esta distancia, debe preverse de otro armario de telecomunicaciones para cumplir este requerimiento.

Para la ubicación del armario de telecomunicaciones se ha determinado que se encuentre localizado en la misma Sala de Equipos (torre superior, número cuatro), con la finalidad de contar con una sola área destinada a la administración de la red.

Para los servicios que proporcionará el Sistema Integrado de Comunicación y su expansión futura, se ha considerado que el armario de telecomunicaciones disponga de los siguientes equipos y dispositivos de interconexión:

- Módem ADSL (SmartAX MT 800)
- Access Point IEEE 802.11g / 2.4GHz (D-Link, DWL-2100AP)
- Switch de 16 puertos Fast Ethernet 10/100 Mbps (ENCORE)
- Patch Panel de 24 puertos Categoría 5e

El armario de telecomunicaciones considerado para los equipos y dispositivos indicados será un *Rack* abierto de pared de 3 unidades de 19”.

2.2.4 DISEÑO DEL CABLEADO HORIZONTAL

Al momento de seleccionar el cableado horizontal se debe considerar los siguientes aspectos sobre el mismo:

- Debe acomodar varias aplicaciones de usuario para minimizar los cambios requeridos cuando las necesidades evolucionan.
- Es necesario evitar colocar los cables de cobre muy cerca de fuentes potenciales de emisiones electromagnéticas (EMI).
- El cableado horizontal es típicamente el más difícil de mantener debido a la complejidad de trabajo en una oficina en producción. Es sumamente necesario que se tome en cuenta no sólo las necesidades actuales sino las futuras para no causar molestias a los usuarios en el trabajo diario.

Para que el diseño del cableado horizontal tenga una forma compacta y ordenada, se ha determinado seguir el siguiente procedimiento:

- Análisis de los planos.
- Selección de la vía y el método de enrutamiento del cable.
- Determinación de la longitud del cableado.
- Selección y dimensionamiento de los elementos requeridos.

2.2.4.1 Análisis de los planos, selección de la vía y el método de enrutamiento del cable

Mediante el análisis del plano del Observatorio (Anexos 1 y 2), se puede determinar las áreas de las secciones y la distancia entre las mismas. Se debe tomar en cuenta la distribución física y ubicación del mobiliario, con la finalidad de determinar con éxito la mejor vía por donde irá el subsistema de cableado horizontal.

Se ha considerado la implementación de un cableado perimetral mediante canaletas decorativas para las secciones de la planta baja, con el fin de mantener la estética del Observatorio. El cableado empezará en la sala de equipos desde el armario de telecomunicaciones, se realizará una perforación en el piso de la sala de equipos y seguidamente en el piso de la bodega que se encuentra bajo del mismo, con la finalidad de llegar a la sección denominada Meteorología. Luego, el cableado se distribuirá hacia los costados conforme la ubicación de las secciones de la planta baja.

2.2.4.2 Determinación de la longitud del cableado

Con la ubicación establecida de las salidas de telecomunicaciones y del armario de telecomunicaciones, se procede a medir las distancias desde cada salida hasta el armario de telecomunicaciones.

En el procedimiento utilizado para el cálculo de la longitud total del cable se ha considerado los siguientes aspectos:

- Los planos arquitectónicos a partir de los cuales se esta obteniendo la información de las distancias, pueden no reflejar las dimensiones reales del edificio por variación en escala o por falta de exactitud en las mediciones realizadas.
- En la mayoría de los casos, la ubicación de algunas salidas de telecomunicaciones son cambiadas en el momento de realizar la instalación, debido a que suelen ocurrir imprevistos que obligan a los diseñadores a utilizar otras rutas de cableado.

La longitud del cableado horizontal ha sido establecida en base a mediciones realizadas sobre la infraestructura física y al análisis de los planos arquitectónicos.

A cada distancia obtenida en la medición se les adiciona un 10% para considerar los posibles errores en mediciones, trayectos diferentes o cambios de lugar de las salidas de telecomunicaciones. Seguidamente se le añade la holgura de terminación en el armario de telecomunicaciones (HTC) y la holgura en la salida de telecomunicaciones (HTO). Se consideran los siguientes valores para las respectivas holguras:

HTC = 2m (Holgura en el armario de telecomunicaciones)

HTO = 0.5m (Holgura en la salida de telecomunicaciones)

En la tabla siguiente se presenta las distancias obtenidas desde el armario de telecomunicaciones a las salidas de telecomunicaciones de las distintas secciones, así como la longitud de cable a utilizar para cada salida de telecomunicaciones doble.

Tabla 2. 3 Distancias desde el armario de telecomunicaciones a las salidas de telecomunicaciones y longitud de cable requerida

SECCIONES	Distancias (m)	Distancias Corregidas (m)	Longitud de cable por salida de telecom. Doble (m)
Dirección	18	22.3	44.6
Secretaría	16.1	20.21	40.42
Astronomía	16.8	20.98	41.96
Meteorología	9.77	13.24	26.48
Informática	12.6	16.36	32.72
Sala de Equipos	1	3.6	7.2
TOTAL	74.27	96.69	193.38

Finalmente se determina la cantidad de rollos de cables requeridos, para lo cual se divide la longitud total de cable para el valor de la longitud de un rollo (305 metros); el valor obtenido se aproxima por arriba.

$$\# \text{rollos} = \frac{\text{longitud total de cable}}{305 \text{ m}}$$

$$\# \text{rollos} = \frac{193.38 \text{ m}}{305 \text{ m}} = 0.634$$

$$\# \text{rollos} = 1$$

2.2.4.3 Selección y dimensionamiento de los elementos requeridos

Una vez determinado el número de salidas de telecomunicaciones, ubicación del armario de telecomunicaciones y las respectivas distancias del cableado desde cada salida de telecomunicaciones hasta el armario de telecomunicaciones, se procede a determinar la cantidad de elementos requeridos en el diseño del cableado horizontal.

Tabla 2. 4 Medios de transporte del cableado horizontal

Elemento	Longitud (m)	Cantidad (Unidades)
Canaleta plástica 60x40	5.80	3
Canaleta plástica 40x25	12.66	7
Canaleta plástica 32x12	8.88	5
Canaleta plástica 20x12	4.77	3
Canaleta metálica	0.30	1
Canaleta metálica	0.40	1

Tabla 2. 5 Accesorios para canaletas del cableado horizontal

Elemento	Cantidad (Unidades)
Angulo plano para canaleta 60x40	3
Angulo plano para canaleta 40x25	6
Angulo plano para canaleta 32x12	6
Angulo plano para canaleta 20x12	4
Unión para canaleta 60x40	5
Unión para canaleta 40x25	10
Unión para canaleta 32x12	8
Unión para canaleta 20x12	2

Tabla 2. 6 Elementos para las tomas de salida de telecomunicaciones

Elemento	Cantidad (Unidades)
Caja sobrepuesta de 40 mm	6
Face Plate de 2 puertos	6
Jack RJ 45 cat 5e	12

Tabla 2. 7 Elementos para los *patch cords* de los subsistemas del Cableado Estructurado

Subsistema	Elemento	Cantidad (Unidades)
Armario de telecomunicaciones	Conector RJ 45 cat 5e	28
Áreas de trabajo	Conector RJ 45 cat 5e	22
	Conector RJ 11	2

2.2.5 DISEÑO Y UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENTRADA

Las vías y espacios de la instalación de entrada deben ser diseñados e instalados de acuerdo a las recomendaciones de la norma EIA/TIA 569. Se considerarán las siguientes recomendaciones:

- Utilización de tuberías para el cableado vertical.
- El estándar recomienda la ubicación de las Instalaciones de entrada en un lugar seco, cercano a las canalizaciones “montantes” verticales (*Backbone*).

Las instalaciones de entrada para el Sistema Integrado de Comunicación serán únicamente dos líneas telefónicas provistas por Andinatel. Estas son enrutadas desde la acometida de entrada hacia la sala de equipos mediante cable telefónico AWG #22. Las dos líneas se interconectarán con el servidor PBX-IP Asterisk y una de ellas adicionalmente con el módem ADSL para el servicio de Internet. Se ha considerado la utilización de tubería plástica para la protección de los cables a la intemperie.

Tabla 2. 8 Elementos para las instalaciones de entrada

Elemento	Cant.	Und.
Cajetín telefónico	4	U
Conector RJ 11	10	U
Tubo PVC ½”	50	cm
Cable telefónico AWG #22	2	m

2.2.6 DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE ADMINISTRACIÓN

El diseño del subsistema de administración se relaciona con la documentación de la infraestructura del Sistema de Cableado Estructurado.

Sistema de identificación

El plan de etiquetado de identificación para este Sistema de Cableado Estructurado se realiza en base a las recomendaciones del estándar ANSI/EIA/TIA 606, considerando la utilización de etiquetas con sus respectivos identificadores. A continuación se detalla los tipos de identificadores que se utilizarán para este sistema.

- **Identificadores de ruta.** Se coloca en los elementos de enrutamiento de los medios de transmisión, en los extremos de dichos elementos que se encuentran en el armario de telecomunicaciones, sala de equipos o infraestructura de entrada. A veces es necesario utilizar etiquetas en puntos intermedios de los elementos mencionados, especialmente cuando se utilizan cajas de paso.

CT	Bandeja porta cable (Canaleta)
CD	Conducto o tubería

- **Identificadores de espacio.** Se emplea en las entradas de todas las áreas y espacios que forman parte del Sistema de Cableado Estructurado.

ER	Sala de equipos
TC	Armario de telecomunicaciones
EF	Infraestructura de entrada
WA	Área de trabajo

- **Identificadores de cable.** Se ubica en los medios de transmisión. Se etiqueta en ambos extremos con etiquetas adhesivas.

C	Cable de datos
LT	Línea Telefónica

- **Identificadores de equipos de terminación.** Para cada uno de los equipos de terminación se ha utilizado un único identificador.

PC	<i>Patch cord</i>
V	Toma tipo RJ-45 para voz
D	Toma tipo RJ-45 para datos

Para la descripción de los identificadores se utilizará la siguiente nomenclatura:

N-n-xx

Donde N= Identificador
 n= Sección
 xx= Puerto del *patch panel*

En la siguiente tabla se presenta los identificadores de espacio, de cable y de equipos de terminación ha utilizarse en el Sistema de Cableado Estructurado.

Tabla 2. 9 Identificadores de espacio, de cable y de equipos de terminación para el Sistema de Cableado Estructurado

SECCIONES	Identificador de espacio	Identificador de cable	Identificador de equipo de terminación	
			Datos / Voz	<i>Patch Cord</i>
Dirección (D)	WA-D	C-D-01	V-D-01	PC-01
		C-D-02	D-D-02	PC-02
Secretaría (S)	WA-S	C-S-03	V-S-03	PC-03
		C-S-04	D-S-04	PC-04
Astronomía (A)	WA-A	C-A-05	D-A-05	PC-05
		C-A-06	D-A-06	PC-06
Meteorología (M)	WA-M	C-M-07	D-M-07	PC-07
		C-M-08	D-M-08	PC-08
Informática (I)	WA-I	C-I-09	D-I-09	PC-09
		C-I-10	D-I-10	PC-10

Sala de Equipos (ER)	ER	C-ER-11 C-ER-12 LT-ER-23 LT-ER-24	D-ER-11 D-ER-12	PC-11 PC-12
----------------------	----	--	--------------------	----------------

2.3 DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL

2.3.1 REQUERIMIENTOS DE TRÁFICO DE LA RED

Dentro del diseño de la Red de Área Local es necesario determinar los requerimientos de tráfico de la red con el fin de seleccionar la categoría de cable a utilizar así como las características de los equipos de comunicaciones.

En cuanto a la calidad de servicio, se estima que el tráfico en cada segmento de la red no deberá superar el 70% de su capacidad nominal¹.

2.3.1.1 *Throughput* para aplicaciones de red

Realizando un análisis de las aplicaciones de red que manejará el Observatorio Astronómico de Quito, se ha estimado los siguientes valores de *throughput* en la hora pico (10h00 – 11h00), los cuales permitirán dimensionar el tráfico de la red.

Acceso a Internet

Para el acceso a Internet se ha considerado los siguientes aspectos:

- Acceso a páginas WEB
- Descarga de archivos

1. http://www.consulintel.es/html/Tutoriales/Lantronix/guia_et_p4.html

Se estima que cada usuario ingresa a 20 páginas WEB en el lapso de una hora. El tamaño promedio aproximado de una página WEB que contiene texto y aplicaciones multimedia es de 200 kbytes. Considerado estos parámetros el *throughput* estimado para acceso a páginas WEB será de:

$$T_{\text{acceso WEB}} = \frac{20 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{200 \text{ kbytes}}{1 \text{ página}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 8.88 \text{ kbps}$$

Donde $T = \textit{Throughput}$

Para la descarga de archivos de Internet se ha considerado la descarga de libros, siendo ésta la más habitual por parte de los usuarios del Observatorio. El tamaño promedio de un libro se estima que es de 10 MB y el tiempo estimado de descarga del mismo es de 20 minutos. El *throughput* estimado para este tipo de aplicación será:

$$T_{\text{Descarga de archivos}} = \frac{10 \text{ Mbytes}}{1 \text{ archivo}} * \frac{1 \text{ archivo}}{20 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 66.67 \text{ kbps}$$

En base a los valores obtenidos anteriormente, el *throughput* estimado para acceso a Internet será:

$$T_{\text{acceso Internet}} = T_{\text{descarga de archivos}} + T_{\text{acceso WEB}}$$

$$T_{\text{acceso Internet}} = 66.67 \text{ kbps} + 8.88 \text{ kbps} = 75.55 \text{ kbps}$$

Correo Electrónico

Se estima un tamaño promedio aproximado de 20 kbytes para archivos de correo electrónico y una transferencia de 20 archivos en el lapso de una hora. Considerando los aspectos anteriormente expuestos, el *throughput* estimado para este tipo de información será:

$$T_{\text{correo electrónico}} = \frac{20 \text{ kbytes}}{\text{correo}} * \frac{20 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 0.88 \text{ kbps}$$

Comunicaciones VoIP

La PBX-IP Asterisk utilizada en este proyecto es una arquitectura de fuente abierta que puede operar con una variedad de formatos de *codecs*. Para las comunicaciones de voz requeridas en el Observatorio se considerarán la utilización de los siguientes *codecs*:

- **G.711 μ (ley μ)** ocupa un ancho de banda de 64 kbps, utilizado para la comunicación telefónica. Este *codec* es imprescindible para la comunicación con usuarios de la PSTN y con usuarios de extensiones analógicas.
- **GSM** que tiene un ancho de banda de 12 kbps y es utilizado para transmisión de *prompts* de audio.

En base a la consideración de las características de los *codecs* ha utilizarse se estima un *throughput* para comunicaciones de VoIP de 64 kbps.

Video sobre red

La central de video transmite el video y audio captados por la cámaras de vigilancia a través de una red de datos mediante el protocolo UDP, en formato MPEG-4 con una tasa de 25 tramas por segundo.

Considerado que en una trama Ethernet tiene un tamaño máximo de trama de 1518 bytes, el *throughput* estimado de acuerdo a las consideraciones mencionadas será de:

$$T_{\text{video}} = \frac{25 \text{ tramas}}{1 \text{ segundo}} * \frac{1518 \text{ bytes}}{1 \text{ trama}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 303.6 \text{ kbps}$$

Transferencia de archivos

Estimando que los archivos que enviarán y recibirán los usuarios del Observatorio serán por lo general documentos de texto con un tamaño de 50 kbytes y esporádicamente documentos de texto con imágenes de 100 kbytes de tamaño. El *throughput* estimado en base a los archivos de mayor tamaño transferido será de:

$$T_{\text{archivos}} = \frac{100\text{Kbytes}}{1 \text{ archivo}} * \frac{10 \text{ archivos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 2.22 \text{ kbps}$$

Servicios de impresión

Para los servicios de impresión se estima que en el lapso de una hora se imprimen 40 páginas, y el tamaño aproximado de cada página es de 25 kbytes. Según lo expresado, el *throughput* estimado será de:

$$T_{\text{impresión}} = \frac{25\text{Kbytes}}{1 \text{ página}} * \frac{40 \text{ páginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} = 2.22 \text{ kbps}$$

A continuación se presentan los valores estimados de *throughput* para cada aplicación de red.

Tabla 2. 10 *Throughput* estimado para cada aplicación de red

Aplicación	<i>Throughput</i>
Acceso a Internet	75.55 kbps
Correo Electrónico	0.88 kbps
VoIP	64 kbps
Video sobre red	303.6 kbps
Transmisión de archivos	2.22 kbps
Servicios de impresión	2.22 kbps

2.3.1.2 Estimación del ancho de banda requerido por cada segmento de red

El *throughput* total estimado por usuario o segmento de red se obtiene mediante la sumatoria del *throughput* estimado para cada una de las aplicaciones de red:

$$T_{\text{total}} = 75.55 \text{ Kbps} + 0.88 \text{ kbps} + 64 \text{ kbps} + 303.6 \text{ kbps} + 2.22 \text{ kbps} + 2.22 \text{ kbps}$$

$$T_{\text{total}} = 448.47 \text{ kbps}$$

Este *throughput* es similar tanto para las secciones que forman parte del Sistema de Cableado Estructurado como para las secciones pertenecientes a la red LAN inalámbrica.

2.3.1.3 Selección de la tecnología de red, equipo de conmutación y medio de transmisión

Para las secciones que utilizarán el Sistema de Cableado Estructurado se ha optado por utilizar el *switch* de 16 puertos Fast Ethernet 10/100 Mbps de marca ENCORE con el que cuenta el Observatorio, el mismo que posee las características técnicas necesarias que permitirán cubrir ampliamente los requerimientos de tráfico y de calidad de servicio para cada segmento de red. El número adicional de puertos permitirá una futura ampliación de la red.

Como medio físico se utilizará el cable UTP categoría 5e, el cual proporcionará el suficiente ancho de banda para las aplicaciones que se ejecutarán sobre la red según el análisis de los requerimientos considerados.

2.3.1.4 Capacidad de canal para acceso a Internet

La capacidad de canal de acceso a Internet contratada actualmente por el Observatorio es de 128 * 64 kbps mediante un módem ADSL. Con respecto a la

capacidad del canal de acceso a Internet, cabe mencionar que dicha capacidad corresponde a una conexión del tipo doméstica, por lo cual se estima que puede ser insuficiente para los requerimientos de tráfico del Observatorio.

Con la finalidad de descongestionar el canal de acceso a Internet, aislar la red interna del Observatorio y controlar el acceso de los usuarios a Internet, se ha optado por implementar un Servidor Proxy WEB. Lo referente a este Servidor se encuentra detallado en el Anexo 4.

2.3.2 REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA RED

Para la administración de la red se ha decidido la utilización de direcciones IP estáticas con la finalidad de mantener organizada la red; lo cual permitirá monitorear el tráfico consumido por cada usuario de la red, restringir el acceso a determinados puertos de comunicación a determinados usuarios y realizar un mantenimiento de la red de manera más eficiente.

Considerando el número de usuarios actuales que ocuparían la red y la posible expansión de la misma, se ha decidido utilizar la dirección de red privada de clase C 192.168.2.0.

La seguridad en la red LAN se manejará mediante la asignación de clave de usuario, propia del sistema operativo utilizado. Sería recomendable la utilización de un servidor de autenticación mediante el sistema operativo Windows 2003 Server con la finalidad de mejorar la seguridad del Sistema Integral de Comunicación.

Distribución de las direcciones IP

En la tabla siguiente se muestran las direcciones IP, máscara de subred y puerta de enlace asignadas a las secciones y equipos de comunicación del Observatorio

Astronómico de Quito.

Tabla 2. 11 Distribución de direcciones IP de la red LAN

SECCIONES / EQUIPOS	Dirección IP	Máscara de Subred	Puerta de enlace
Módem ADSL	192.168.1.1	255.255.255.0	-----
Conexión a Internet	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.1
Servidor Asterisk - Proxy	192.168.2.1	255.255.255.0	-----
<i>Access Point</i>	192.168.2.2	255.255.255.0	192.168.2.1
Servidor de Red	192.168.2.3	255.255.255.0	192.168.2.1
Servidor CCTV	192.168.2.4	255.255.255.0	192.168.2.1
Secretaría	192.168.2.5	255.255.255.0	192.168.2.1
Informática (a)	192.168.2.6	255.255.255.0	192.168.2.1
Informática (b)	192.168.2.7	255.255.255.0	192.168.2.1
Informática (c)	192.168.2.8	255.255.255.0	192.168.2.1
Informática (d)	192.168.2.9	255.255.255.0	192.168.2.1
Meteorología (a)	192.168.2.10	255.255.255.0	192.168.2.1
Meteorología (b)	192.168.2.11	255.255.255.0	192.168.2.1
	192.168.2.12	255.255.255.0	192.168.2.1
Astronomía (b)	192.168.2.13	255.255.255.0	192.168.2.1
Dirección	192.168.2.14	255.255.255.0	192.168.2.1

2.4 DISEÑO DE LA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA

2.4.1 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA RED

En base al análisis de los planos arquitectónicos y a la inspección física de la infraestructura del Observatorio Astronómico de Quito, se ha considerado la ubicación del equipo de comunicaciones inalámbrico (*Acces Point*) en la sala de equipos, con la finalidad de asegurar la línea de vista entre éste y las secciones de planta alta, exteriores y la cúpula del Telescopio Merz. Esta ubicación satisface adecuadamente los requerimientos de línea de vista para la mayoría de las

secciones salvo la correspondiente a Electrónica, que debido al diseño arquitectónico del Observatorio no es posible asegurar la línea de vista.

Las secciones que serán cubiertas por la red LAN inalámbrica se especifican en la tabla siguiente con las distancias y ángulos de elevación y depresión desde la sala de equipos hacia cada sección.

Tabla 2. 12 Distancias y ángulos entre las secciones que conforman la WLAN y la sala de equipos

SECCIONES	Distancias (m)	Ángulo (°)
Torre 1 (oficina)	9.50	0
Torre 2 (oficina)	22.20	0
Torre 3 (oficina)	26.50	0
Telescopio Merz	18.31	29
Mecánica	14.36	25.13
Electrónica	37.50	65.04
Biblioteca	39.47	45.1

2.4.2 CAPACIDAD DE CANAL PARA LA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Como se mencionó anteriormente, el equipo de comunicaciones inalámbricas con el que actualmente cuenta el Observatorio es un *Access Point* marca D-Link modelo DWL-2100AP que cumple con los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.1x, IEEE 802.3 e IEEE 802.3u y según especificaciones del fabricante, su rango de operación es de 400 metros en exteriores y 100 metros en interiores. Adicionalmente cuenta con una antena dipolo de 5 dBi, cuyo ancho de haz horizontal es de 360° y el ancho de haz vertical es de 40°. El número máximo de usuarios que este equipo soporta es de 25¹.

1. El Access Point DWL-2100AP permite comunicarse a una vasta gama de dispositivos *Wireless* entre sí en un número de entre 20 a 25 clientes aproximadamente. Aunque esto dependerá mucho del tipo y frecuencia del tráfico generado en la red.

Referencia: http://www.maximopc.org/articulos/d-link_dwl-2000ap_access_point_p6.html

Realizando un análisis de las distancias y ángulos de cada sección y el número de usuarios del Observatorio, el *Access Point* D-Link DWL-2100AP que posee el Observatorio podrá cubrir aceptablemente las secciones de planta alta, exteriores y Telescopio Merz, así como también cubriría adecuadamente a todos los usuarios, excepto la sección de Electrónica que posiblemente se encuentre fuera de la zona de cobertura del *Access Point* debido al ángulo existente entre la sala de equipos y dicha sección, así como la falta de línea de vista entre estos dos puntos.

Considerando el número de usuarios inalámbricos actuales del Observatorio y el tráfico estimado para cada uno de ellos se estima que la capacidad del enlace entre la LAN y WLAN es igual a:

$$C_{LAN-WLAN} = 448.47 \text{ kbps} * 7 \text{ usuarios} = 3.14 \text{ Mbps}$$

Teniendo en cuenta que la capacidad del puerto de enlace del equipo inalámbrico para la LAN, es un puerto Ethernet de 10/100 Mbps se puede inferir que esta capacidad es por demás adecuada para el tráfico estimado.

Se ha considerado la utilización de un repetidor inalámbrico que amplíe la zona de cobertura del *Access Point* con el objetivo de interconectar la sección de Electrónica con el resto de secciones, para lo cual se opta por utilizar un *Access Point* de similares características al utilizado, para la cobertura de las secciones de la LAN inalámbrica, pero configurado en modo repetidor, con la finalidad de mantener homogeneidad entre las características técnicas de los equipos.

La ubicación del repetidor inalámbrico será en la sección denominada como R indicada en el Anexo 1.

La distancia y el ángulo existente entre la sección R y la sección de Electrónica así como entre la sección R y la sala de equipos son:

28.8 metros y 22.5 grados desde la sala de equipos hacia la sección R.

20 metros y 0 grados desde la sección R hacia la sección de Electrónica.

Según estos valores, se puede determinar que existirá comunicación entre el *Access Point* y el repetidor, así como también entre el repetidor y el adaptador inalámbrico, correspondiente a la sección de Electrónica.

2.4.3 REQUERIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA RED

Para la administración de la red WLAN, considerando que ésta es una expansión de la red LAN, se utiliza la continuación del rango de direcciones IP establecidas en la red LAN. El identificativo SSID para la red del Observatorio es: “observatorio”.

Se utilizará el canal 6 para evitar la interferencia mutua con las redes inalámbricas cercanas al Observatorio. La asignación del canal de operación del *Access Point* se ha establecido en base al análisis de las redes inalámbricas cercanas, mediante la utilización del *software* NETSTUMBLER que permite detectar redes inalámbricas y permite conocer información relacionada con las mismas, información como niveles de potencia, canal de trabajo, SSID, entre otras. Para proporcionar seguridad en el acceso a la red LAN inalámbrica se ha establecido utilizar un control de acceso mediante filtrado por direcciones MAC.

Distribución de las direcciones IP

Tabla 2. 13 Distribución de direcciones IP de la WLAN

SECCIONES	Dirección IP	Máscara de Subred	Puerta de enlace
Torre 1	192.168.2.15	255.255.255.0	192.168.2.1
Torre 2	192.168.2.16	255.255.255.0	192.168.2.1
Torre 3	192.168.2.17	255.255.255.0	192.168.2.1
Telescopio Merz	192.168.2.18	255.255.255.0	192.168.2.1

Biblioteca	192.168.2.19	255.255.255.0	192.168.2.1
Electrónica	192.168.2.20	255.255.255.0	192.168.2.1
Mecánica	192.168.2.21	255.255.255.0	192.168.2.1

2.5 DISEÑO DEL SISTEMA PBX-IP ASTERISK

2.5.1 REQUERIMIENTOS PARA LA PBX-IP ASTERISK

Con la finalidad de proveer la comunicación entre las secciones que conforman el Observatorio Astronómico de Quito y con la Red Telefónica Pública, Andinatel; la PBX-IP Asterisk del presente proyecto deberá contar con las siguientes capacidades:

- Soporte para 2 líneas telefónicas públicas provistas por Andinatel.
- Soporte para 2 extensiones analógicas.
- Soporte para extensiones de Telefonía IP dentro de la red de área local.

Adicionalmente, la PBX-IP Asterisk deberá proporcionar las características siguientes:

- **Buzón de mensajes de voz.** Esta aplicación permite grabar mensajes de voz para extensiones cuyos usuarios no se encuentren. Cada usuario dispondrá de su propio buzón privado al cual podrá acceder llamando a una extensión especial desde cualquier extensión interna o mediante un terminal telefónico conectado a la red telefónica pública.
- **Contestadora Automática Interactiva (IVR, *Interactive Voice Response*).** Esta aplicación permitirá a un usuario de la PSTN acceder a un menú de voz que le proporcionará un conjunto de opciones, permitiéndole elegir la extensión o el servicio de acuerdo con sus necesidades de comunicación o información.

-
- **Enrutamiento de llamadas.** Esta aplicación permitirá la conmutación de llamadas en base a criterios establecidos en el plan de numeración.
 - **Restricción de llamadas.** Esta aplicación limitará a determinadas extensiones la capacidad de comunicación tanto interna como externa, es decir, se pueden establecer restricciones para llamadas internas, locales, nacionales, internacionales y a telefonía celular. La restricción de llamadas son establecidas por políticas internas del Observatorio Astronómico de Quito.
 - **Transferencia de llamadas.** Esta aplicación permitirá a una extensión conmutar una llamada hacia otra extensión.
 - **Parqueo de llamadas.** Permitirá que una comunicación sea parqueada en una extensión especial de espera. La llamada en espera podrá ser tomada desde cualquier otra extensión.
 - **Conferencias.** Esta aplicación proporcionará la capacidad de establecer salas de conferencias con la participación de tres o más usuarios. Las conferencias tendrán soporte de privacidad.
 - **Registro de llamadas.** Esta aplicación permitirá llevar un registro del origen y destino de llamadas, así como su duración.

2.5.2 SELECCIÓN DEL HARDWARE PARA LA PBX-IP ASTERISK

Computador para el Servidor Asterisk

El sistema PBX-IP Asterisk a implementarse de acuerdo al número de extensiones a utilizar es un sistema SOHO, por lo tanto, el computador personal a seleccionar deberá contar con las siguientes características: procesador x86 de 1GHz con 512 MB RAM, un puerto PCI 2.2 y una tarjeta adaptadora de red Fast

Ethernet 10/100 Mbps.

El computador asignado por el Observatorio Astronómico de Quito para la implementación de la PBX-IP Asterisk, tiene un procesador PENTIUM IV de 2.6 GHz con 512 MB de RAM, dos puertos PCI 2.2 y una tarjeta adaptadora de red Fast Ethernet 10/100 Mbps; el mismo que cumple con los requerimientos para el sistema telefónico a implementar.

Adicionalmente se ha seleccionado un disco duro de 80 GB con espacio suficiente para el almacenamiento de los mensajes de voz, *prompts* de sonido y archivos de registro de llamadas.

Tarjeta TDM

Para el manejo de las dos líneas telefónicas públicas y de las dos extensiones analógicas, se ha seleccionado la tarjeta Digium TDM400P que incluye dos módulos FXO, dos módulos FXS y una interfaz PCI 2.2. Las interfaces FXO (*Foreign eXchange Office*) son las que posibilitan la comunicación con las líneas telefónicas públicas, mientras que las interfaces FXS (*Foreign eXchange Station*) permiten la comunicación con las extensiones analógicas.

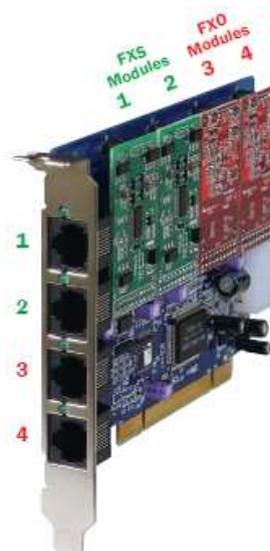


Figura 2. 1 Tarjeta Digium TDM400P ^[5]

2.5.3 SELECCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA PBX-IP ASTERISK

Sistema operativo

El sistema Asterisk puede funcionar en diferentes distribuciones de Linux, siendo recomendable seleccionar aquella con la cual exista una mayor familiarización. Independientemente de la distribución seleccionada, esta deberá contar con los siguientes paquetes: bison, cvs, gcc 3.x, kernel-source, libtermcap-devel, libnewt, openssl, readline.

Para la implementación del presente proyecto se ha seleccionado la distribución de Linux Fedora Core 4, la cual cuenta con todos los paquetes mencionados anteriormente si se realiza la instalación de la distribución en modo servidor completo.

Software Asterisk

La instalación del sistema Asterisk requiere la instalación de tres paquetes principales: El programa principal Asterisk (asterisk), los controladores de telefonía Zapata (zaptel), y las librerías PRI (libpri). Los controladores Zaptel son requeridos si se utiliza hardware analógico o digital. Las librerías PRI son utilizadas para temporización y emulación TDM. El programa Asterisk contiene la herramienta completa del sistema Asterisk con la configuración de las funcionalidades de la PBX.

Para las funcionalidades requeridas de la PBX-IP Asterisk, la conmutación con líneas analógicas y el manejo de comunicación de voz sobre IP del presente proyecto se ha seleccionado los siguientes paquetes:

- Asterisk versión 1.0.9
- Zaptel versión 1.0.9.2
- Libpri versión 1.0.9

- AsteriskSounds_ES (Sonidos en español de Asterisk)

El paquete de sonidos en español de Asterisk contiene grabaciones de números, letras del alfabeto y frases que permiten estructurar un mensaje relacionado con un evento determinado de la PBX-IP Asterisk, como por ejemplo notificar la indisponibilidad del usuario de una extensión.

2.5.4 DISEÑO DEL PLAN DE NUMERACIÓN

2.5.4.1 Definiciones

Previamente al diseño del plan de numeración es necesario definir ciertos conceptos sobre los cuales se basa la PBX-IP Asterisk para la conmutación de llamadas.

Extensiones

Al contrario de una PBX tradicional, donde una extensión es una terminal de comunicación, en la PBX-IP Asterisk una extensión se define como una lista de aplicaciones (y argumentos) que se ejecutan en determinado orden de acuerdo a una prioridad establecida.

Cada extensión puede presentar comportamientos diferentes ante la presencia de una llamada, los cuales son definidos mediante la edición del archivo de configuración ***extensions.conf*** ubicado en el directorio ***/etc/asterisk***.

En el Anexo 5 se presentan las diferentes aplicaciones que podría ejecutar una extensión.

Una extensión será definida de la siguiente manera:

exten => numeración, prioridad, función o aplicación

- **La numeración** es el número que posee la extensión dentro del plan de numeración establecido.
- **La prioridad** se define como el número de acción ha tomar ante un evento determinado. Las prioridades se ejecutan de manera secuencial empezando desde la de valor uno hasta la de valor enésima definida. Dentro de una extensión no pueden definirse dos prioridades con el mismo valor. Ante determinados eventos podría requerirse no seguir la ejecución secuencial de las prioridades, por lo cual se puede saltar hacia una prioridad de valor igual a $n + 101$, donde n es el valor de la última prioridad ejecutada.
- **La función o aplicación** es la acción ha realizar por parte de la extensión. Dependiendo del valor de la prioridad ha ejecutarse, esta puede ser por ejemplo timbrar ante la presencia de un requerimiento de comunicación, o el envío de una llamada hacia un buzón de voz.

Contexto

Un contexto es un grupo de extensiones, las cuales poseen determinadas características comunes entre sí. Por ejemplo, se podría agrupar dentro de un contexto denominado “departamento técnico” a todas las extensiones de los usuarios que pertenecen a este departamento, o podrían agruparse todas las extensiones que tienen acceso para realizar llamadas hacia la PSTN en un solo contexto denominado “Local”.

Las extensiones agrupadas dentro de un contexto pueden comunicarse entre ellas, pero no pueden comunicarse con las pertenecientes a un contexto diferente.

Dentro de cada contexto se debe definir el comportamiento de cada una de las

extensiones que forman parte del contexto ante una eventual llamada.

Esta agrupación de extensiones permite el diseño de un plan de numeración mejor organizado y de fácil revisión. Adicionalmente posibilita la restricción de las capacidades en determinadas extensiones. Por ejemplo, se puede agrupar dentro de un contexto denominado “internacional” todas las extensiones a las cuales se les permita la capacidad de realizar llamadas internacionales, de esta manera todas las extensiones que se encuentren fuera de este contexto no poseerán esta capacidad.

Inclusiones

Para posibilitar la comunicación entre extensiones pertenecientes a contextos diferentes es necesario realizar inclusiones de contexto, es decir, incluir un contexto dentro de otro. De esta manera las extensiones pertenecientes al contexto incluyente puede llamar a las extensiones agrupadas en el contexto incluido, no obstante la situación inversa no es posible. Por ejemplo, se pueden incluir dentro del contexto “llamadas internacionales” el contexto “llamadas locales”, de esta manera todas las extensiones pertenecientes al contexto “llamadas internacionales” pueden realizar llamadas internacionales y locales, pero las agrupadas dentro del contexto “llamadas locales” solo pueden realizar llamadas locales.

Marcación Predictiva

Este tipo de marcación tiene como finalidad la identificación del tipo de extensión que se marcará. Por ejemplo, se podría utilizar cualquier dígito para indicarle a la PBX-IP Asterisk que se está efectuando una llamada hacia la PSTN ya que luego de marcado dicho dígito, la PBX-IP Asterisk esperará los dígitos restantes para conectarse a la PSTN, dependiendo si es una llamada local, regional, internacional o a una red de telefonía móvil. Esto permite una operación más

eficaz de la PBX-IP Asterisk.

2.5.4.2 Diseño de contextos y extensiones para el Observatorio Astronómico de Quito

Contexto Director

Este contexto contendrá la extensión destinada a la sección de Dirección. Ante el requerimiento de comunicación esta timbrará durante un intervalo de tiempo de 25 segundos en el cual la llamada esperará ser contestada. En el caso de no ser atendida esta llamada será enviada al buzón de voz, el cual le informará al llamante que el usuario de la extensión llamada no se encuentra presente y que puede dejar un mensaje después de un tono. Si la extensión se encontraba ocupada, la llamada no contestada será enviada a un buzón de voz que le informará al llamante que la extensión llamada se encuentra ocupada y que puede dejar un mensaje después de un tono.

Este contexto incluirá los contextos *default*, *secretaria* y *SIP*, lo que le permitirá a esta extensión comunicarse con las extensiones del contexto de *secretaría*, *SIP* y *default*.

La extensión que pertenece a este contexto es un teléfono analógico, el cual se conectará a la PBX-IP Asterisk mediante la tarjeta Digium TDM400P a través del interfaz FXS 1.

Contexto Secretaría

El siguiente contexto contendrá la extensión destinada a la sección de Secretaría. El comportamiento de esta extensión es igual al de la extensión perteneciente al contexto *Director*.

La creación de este contexto tiene la finalidad de permitir a los usuarios de la PBX-IP Asterisk comunicarse con el terminal de la sección Secretaría sin acceder al IVR del sistema.

Este contexto incluirá los contextos *default*, *director* y *SIP*, lo que le permitirá a esta extensión comunicarse con las extensiones del contexto de *director*, *SIP* y *default*.

La extensión que pertenece a este contexto es un teléfono analógico, el cual se conectará a la PBX-IP Asterisk mediante la tarjeta Digium TDM400P a través del interfaz FXS 2.

Contexto Dirección

Dentro de este contexto se encontrará una extensión destinada a la sección Dirección. Esta extensión utilizará el mismo teléfono analógico del contexto *director*. La creación de este contexto se realizará con la finalidad de proporcionar funcionalidades adicionales de la PBX-IP Asterisk a los usuarios de esta extensión, pero restringirá las mismas a los usuarios de las extensiones pertenecientes al contexto *SIP* debido a que este contexto no incluirá al contexto *dirección*. El comportamiento de esta extensión es igual al de la extensión perteneciente al contexto *Director*.

La extensión definida para este contexto podrá realizar llamadas hacia los usuarios de la PSTN o de las redes telefónicas celulares, anteponiendo el número 9 al número telefónico deseado a través de cualquiera de las dos líneas telefónicas pertenecientes a la PSTN.

El contexto *dirección* incluirá a los contextos *recepción*, *default* y *SIP*, lo cual le permitirá efectuar llamadas hacia las extensiones pertenecientes a estos contextos.

Contexto Recepción

El siguiente contexto contendrá una extensión que proporcionará las funciones del IVR. Si se recibe una llamada desde de la PSTN hacia la PBX-IP Asterisk, la llamada será contestada por la extensión “s” perteneciente al contexto *daytime*. Ésta redireccionará la llamada hacia la extensión perteneciente al contexto *recepción*. La extensión contestará la llamada redireccionada y ejecutará un saludo de bienvenida y a continuación proporcionará un menú audible al llamante (Apéndice 1).

La extensión destinada al contexto *recepción* es el mismo teléfono analógico utilizado para el contexto *secretaría*.

La creación de este contexto tiene la finalidad de permitir al terminal perteneciente a la sección de Secretaría realizar llamadas hacia los usuarios de la PSTN o de las redes telefónicas celulares anteponiendo el número 9 al número telefónico deseado a través de cualquiera de las dos líneas telefónicas públicas.

El contexto recepción incluirá los contextos *dirección*, *default* y *SIP*, lo que le permitirá realizar llamadas hacia las extensiones pertenecientes a estos contextos.

Contexto SIP

Dentro de este contexto se agruparán todas las extensiones que manejan el protocolo de comunicación SIP. Las extensiones SIP para el presente proyecto serán implementadas utilizando el *softphone* X-lite. Las extensiones se conectarán a la PBX-IP Asterisk mediante la redes LAN y WLAN diseñadas para el Observatorio Astronómico de Quito.

El comportamiento ante una eventual llamada es igual al de la extensión del contexto *director*. Todas las extensiones pertenecientes a este contexto

presentarán comportamientos idénticos ante el requerimiento de comunicación.

Dentro del contexto *SIP* se incluyen los contextos *default*, *secretaria* y *director* que permiten a las extensiones del contexto *SIP* el establecimiento de comunicación con las extensiones pertenecientes a los contextos incluidos.

Nótese que este contexto no incluye a los contextos *recepción* y *dirección*, lo cual limitará a las extensiones del contexto *SIP* a utilizar solo una de las dos líneas telefónicas de la PSTN.

Contexto Incoming

Este contexto permitirá que una llamada proveniente de la PSTN a través de cualquiera de las interfaces FXO de la tarjeta Digium TDM400P sea direccionada a una extensión predeterminada *s*, la cual contesta la llamada. Este contexto incluirá a los contextos *daytime* y *nighttime*.

Contexto Daytime

El contexto *daytime* permitirá la redirección de una llamada proveniente de la PSTN al contexto *recepción* si la misma es efectuada dentro de los horarios laborables del Observatorio. El contexto *daytime* incluirá al contexto *recepción* para poder realizar la redirección de la llamada.

Contexto Nighttime

El contexto *nighttime* atenderá las llamadas provenientes de la PSTN fuera de los horarios laborables del Observatorio. Este contexto presentará una estructura de IVR similar a la del contexto *recepción* para una llamada entrante, con la única diferencia de que el menú de opciones no proporcionará la opción 0

correspondiente a que la llamada sea atendida por la operadora.

Contexto Conferencias

Este contexto agrupará dos extensiones, las cuales permitirán el acceso a dos salas de conferencia por parte de las extensiones que conforman la PBX-IP Asterisk.

El ingreso a cada sala de conferencia se realizará mediante una clave de acceso, lo cual proporcionará la privacidad necesaria a la conferencia.

Este contexto incluirá los contextos *secretaría*, *director* y *SIP*, lo cual permitirá que todas las extensiones pertenecientes a la PBX-IP Asterisk puedan acceder a este servicio.

Contexto Emergencias

Este contexto permitirá a todas las extensiones pertenecientes a la PBX-IP Asterisk realizar llamadas a los números de emergencia (Policía, Bomberos, Emergencia 911) y al IVR de Andinatel sin ninguna restricción.

Las llamadas hacia estos números se realizarán anteponiendo el número 9. Este contexto incluirá a los contextos *SIP*, *director* y *secretaría* para permitir a todas las extensiones este tipo de llamadas.

Contexto Parkedcalls

Este contexto es definido por defecto dentro de la configuración de la PBX-IP Asterisk y permite que una llamada en curso pueda ser parqueada dentro de una extensión perteneciente a este contexto hasta ser nuevamente atendida por la

extensión que la puso en espera o por cualquier otra extensión.

Dentro de este contexto se definirá la extensión que permite parquear la llamada. Las extensiones donde se parquearán las llamadas se las definirá dentro del archivo de configuración **features.conf**.

Contexto Buzón de voz

Este contexto incluirá una extensión que permite a un usuario de la PBX-IP Asterisk acceder a su casillero de mensajes de voz mediante una contraseña. Una vez dentro de su casillero, el usuario escuchará un menú de opciones (predefinido por el sistema Asterisk) que le permitirá administrar sus mensajes.

Contexto Prompts

Este contexto agrupará extensiones que permitirán grabar y escuchar *prompts* de sonido personalizados. Los *prompts* de sonido serán almacenados dentro de un directorio específicamente creado para este fin. Este contexto se encontrará incluido dentro del contexto *default* de tal manera que los *prompts* puedan grabarse desde cualquier extensión.

Contexto Especiales

El contexto abarcará extensiones que permitirán ejecutar aplicaciones en modo remoto a través de llamadas desde la PSTN hacia la PBX-IP Asterisk. También cuenta con una extensión que proporcionará al usuario llamante la hora actual del sistema y otra extensión que permitirá a los usuarios SIP realizar llamadas hacia la PSTN a través de una de las líneas telefónicas públicas.

Contexto Default

Este contexto incluirá a todos los contextos que son generales a todas las extensiones. Esto permite una mejor organización del plan de numeración. Este contexto incluirá a los siguientes contextos: buzón, parkedcalls, prompts, conferencias, emergencias y especiales.

2.5.4.3 Diseño de la longitud de la cadena de numeración

La longitud de la cadena de numeración para el sistema telefónico debe proporcionar comodidad a los usuarios del sistema y adicionalmente ser flexible a la adición de nuevas extensiones.

A continuación se presentan algunos criterios para la selección de un adecuado sistema de numeración.

La numeración de las extensiones debe tener la misma longitud de dígitos y no ser demasiado extensa, lo cual permite una fácil memorización por parte de los usuarios del sistema.

La longitud de la numeración debe permitir añadir nuevas extensiones sin modificar el plan de numeración actual.

Es recomendable que las extensiones conformen grupos con similar numeración de acuerdo a la ubicación o función de las secciones a las que pertenecen. Por ejemplo, todas las extensiones que pertenezcan a secciones administrativas posean la numeración 200, mientras las secciones de servicio técnico la numeración 300.

El dígito cero generalmente no es utilizado como primer dígito de la numeración de una extensión, debido a que la mayoría de personas no se sienten emocionalmente conforme con dicho número. Extensiones que empiezan con el

dígito nueve generalmente son reservadas para llamadas hacia la PSTN.

Las extensiones que proveen servicios determinados como por ejemplo conferencia, buzón de mensajes, utilizan un mismo dígito como prefijo común. Generalmente se utiliza el número 8.

Se debe considerar un plan de numeración para un número de tres veces el número de usuarios actuales. Esto permite añadir de manera fácil nuevas extensiones y cubrir el número de extensiones perdidas al no utilizar como primer dígito los números 0,8 y 9.

En caso de requerir extender la longitud de la cadena de numeración para añadir nuevas extensiones es recomendable aumentar un dígito a la numeración actual existente, a que los usuarios aprendan una nueva numeración.

En caso de requerir extensiones con funciones especiales se pueden utilizar los caracteres asterisco (*) o numeral (#) para comunicarse con dichas extensiones. Esto proporciona un número adicional de extensiones.

La siguiente tabla proporciona el número de extensiones posibles de acuerdo a la longitud de la cadena de numeración, excluyendo los dígitos 0, 8 y 9 de acuerdo a los criterios definidos anteriormente.

Tabla 2. 14 Número de extensiones posibles de acuerdo a la longitud de numeración

Longitud de la numeración (# de dígitos)	Número de extensiones Posibles	Número de extensiones aceptadas	Número de extensiones no aceptadas
1	10	7	3
2	100	70	30
3	1000	700	300
4	10000	7000	3000

2.5.4.4 Plan de Numeración

A continuación se presenta el plan de numeración asignado a la PBX-IP Asterisk del Observatorio en base a los criterios de diseño mencionados anteriormente.

Tabla 2. 15 Numeración definida por contextos

Contexto	Numeración asignada
Dirección	30
Recepción	31
Director	32
Secretaría	33
SIP	34 – 60
Emergencias	9ZXX

Tabla 2. 16 Numeración de extensiones especiales

Extensiones especiales	Numeración asignada
Buzón de voz	*10
Informe de hora exacta	*60
Ejecución de aplicaciones	11–15
Grabación y escucha de <i>prompts</i> de sonido	16 – 17
Conferencias	500 – 501
Parqueo de llamadas	701 – 720
Local	9XXXXXXXX
Celular	90NNXXXXXXXX
Llamada al servicio 1800	91XXXXXXXXXX

Tabla 2. 17 Numeración de extensiones por secciones

Secciones	Contexto	Extensión	Inclusiones
Dirección	Director	30	Recepción SIP Default
	Dirección	32	
Secretaria	Recepción	31	Dirección SIP Default
	Secretaria	33	
Informática (a)	SIP	34	Sin inclusiones
Informática (b)	SIP	35	
Meteorología (a)	SIP	36	
Meteorología (b)	SIP	37	
Astronomía (a)	SIP	38	
Astronomía (b)	SIP	39	
Sala de Equipos	SIP	40	
Torre 1	SIP	41	
Torre 2	SIP	42	
Torre 3	SIP	43	
Telescopio Merz	SIP	44	
Electrónica	SIP	50	
Biblioteca	SIP	51	
Mecánica	SIP	52	

Tabla 2. 18 Numeración de extensiones de funciones especiales

Funciones Especiales	Contexto	Extensión
Buzón de voz	Buzón	*10
Información de hora exacta	Especiales	*60
Visualización calendario	Especiales	12
Apagado del sistema	Especiales	13
Grabación de <i>prompt</i> de sonido	Prompts	16
Escucha de <i>prompt</i> de sonido	Prompts	17

2.6 DISEÑO DE LA CENTRAL DE VIDEO

2.6.1 REQUERIMIENTOS DEL CIRCUITO CERRADO DE VIDEO

El Observatorio Astronómico de Quito se encuentra ubicado en la zona central del parque de la Alameda, sector que cuenta con un elevado índice delincencial. Con la finalidad de proporcionar una mayor seguridad al personal y al público general que visita el Observatorio, se considera la implementación de un circuito cerrado de video (CCTV) que permita realizar un monitoreo de los exteriores del Observatorio en las áreas consideradas como conflictivas.

El contar con un sistema de circuito cerrado de video permitirá disuadir e identificar a posibles delincuentes y adicionalmente será un respaldo para el personal de vigilancia del Observatorio.

2.6.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño del sistema de circuito cerrado de video se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Localización de las áreas conflictivas.** Se debe realizar un análisis de los sectores que frecuentemente son aprovechados por los delincuentes (zonas poco transitadas, sectores oscuros o con gran número de árboles).
- **Ubicación de las cámaras de vigilancia.** Las cámaras de vigilancia deben ser colocadas en lugares que les permitan tener un buen ángulo de visión de las áreas conflictivas. Su ubicación debe servir de disuasión a los delincuentes y estar lejos de posibles sabotajes. La selección de las cámaras de vigilancia debe estar acorde con los factores de iluminación y de la distancia del objetivo a vigilar.
- **Ubicación de la central de video.** La central de video deberá ser

preferiblemente colocada en una posición central a las cámaras de vigilancia, lo que posibilite la facilidad en el sistema de cableado tanto para la transmisión de las señales de video mediante cable coaxial así como las señales de alimentación, evitando de esta manera degradaciones en la calidad de imagen. Adicionalmente deberá ser colocado en un lugar que esté fuera de posibles sabotajes.

2.6.3 UBICACIÓN DE LAS CÁMARAS DE VIGILANCIA Y DE LA CENTRAL DE VIDEO

Con la finalidad de abarcar un considerable campo de visión de las áreas conflictivas en los exteriores del Observatorio, se ha considerado la ubicación de cuatro cámaras de vigilancia sobre las torres 1, 2 y 3 y sobre la sala de equipos (ver Anexo 2). Este arreglo de cámaras proporcionará un monitoreo de aproximadamente 360 grados tomando como centro la infraestructura del Observatorio. Adicionalmente, al encontrarse ubicadas sobre los altos de cada torre imposibilita sabotajes contra las mismas. Las cámaras a ubicarse sobre la torre 1, torre 2, torre 3 y la sala de equipos se conectarán a la central de video mediante cable coaxial RG-59.

La central de video se encontrará ubicada en la sala de equipos para proporcionar una ubicación aproximadamente central a las cuatro cámaras y un nivel adecuado de seguridad a posibles sabotajes considerando que la ubicación de dicha sección se encuentra en la planta alta del Observatorio.

2.6.4 SELECCIÓN DEL HARDWARE PARA EL CIRCUITO CERRADO DE VIDEO

Lente y cámara de vigilancia

La graduación en milímetros de la lente para abarcar el área que deberá verse en

la pantalla del monitor se obtiene mediante la siguiente relación:

El valor de la distancia de la cámara al objetivo a vigilar dividido para el ancho del objetivo y multiplicado por un factor de 4,8.

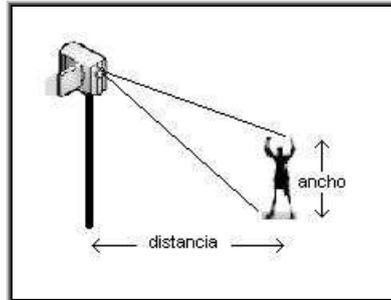


Figura 2. 2 Parámetros para el cálculo de la lente

Este resultado es el valor de la distancia focal expresado en milímetros.

Para tener un campo de visión exacto se considerará el uso de lentes de distancia focal variable que puedan hacer un ajuste al campo requerido.

Se debe considerar adicionalmente que las cámaras de vigilancia son para exteriores, por lo cual están sometidas a condiciones de iluminación variable motivo por el cual se requiere que la lente tenga control automático de iris.

Se ha considerado realizar un monitoreo de las zonas ubicadas a 2 metros hacia fuera de la cerca metálica que rodea la infraestructura del Observatorio.

Las distancias de estas zonas respecto con la ubicación de las cámaras de vigilancia de acuerdo al análisis de planos arquitectónicos y medidas realizadas es de 34 m. El ancho de la zona a monitorear se considera es de 5m.

La graduación de la lente requerida para este monitoreo será de:

$$\text{Lente} = \frac{34 \text{ m}}{5 \text{ m}} * 4.8 \text{ mm} = 32.64 \text{ mm}$$

En base a las consideraciones efectuadas y el resultado anterior obtenido se requiere de un lente varifocal que abarque la graduación de 32.64 mm con iris automático.

En el mercado se consigue el siguiente lente para las características requeridas:

Lente varifocal de 6 - 60 mm DC A/I

El argumento A/I especifica que la lente cuenta con auto iris. El argumento DC especifica el tipo de alimentación que requiere la lente para el auto iris.

Para este tipo de lente se podrá utilizar las siguientes cámaras:

- Cámara Vprofesional de color de 420 líneas de resolución, con formato de imagen 1/3" y de 12 o 24 voltios de alimentación DC.
- Cámara Vprofesional de color de 420 líneas de resolución, con formato de imagen 1/4" y de 12 o 24 voltios de alimentación DC.

Se ha seleccionado la cámara con formato de imagen de 1/3" en base a que con este tipo de formato se obtiene una mayor cobertura del área a monitorear.

Servidor de la central de video

La tarjeta capturadora de video requiere de un computador personal que cumpla con los siguientes requerimientos mínimos: 800 MHz de procesador, 256 MB de memoria RAM, 60 GB de disco duro y sistema operativo Windows XP.

La capacidad del disco duro permite almacenar las grabaciones de video, motivo por el cual se requiere de una alta capacidad de almacenamiento. La utilización de una capacidad de memoria mayor a la mínima requerida permitirá mejorar la transmisión del video en tiempo real.

Tarjeta capturadora de video

Para proporcionar las funcionalidades de la central de video como son monitoreo, secuenciamiento de cámaras, grabación de imágenes, y el control de las cuatro cámaras de vigilancia se ha considerado la utilización de una tarjeta capturadora de video GV-600. La tarjeta capturadora de video proporciona la expansión del sistema mediante la utilización de cámaras IP. Adicionalmente la tarjeta capturadora de video permite utilizar el monitor del computador donde ha sido instalada como monitor del sistema de circuito cerrado de video.

2.7 DIAGRAMA DE RED DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN

A continuación se presenta el diagrama de red del Sistema Integral de Comunicación del Observatorio donde se incluyen todos los dispositivos empleados en el mismo y la ubicación de cada uno de ellos.

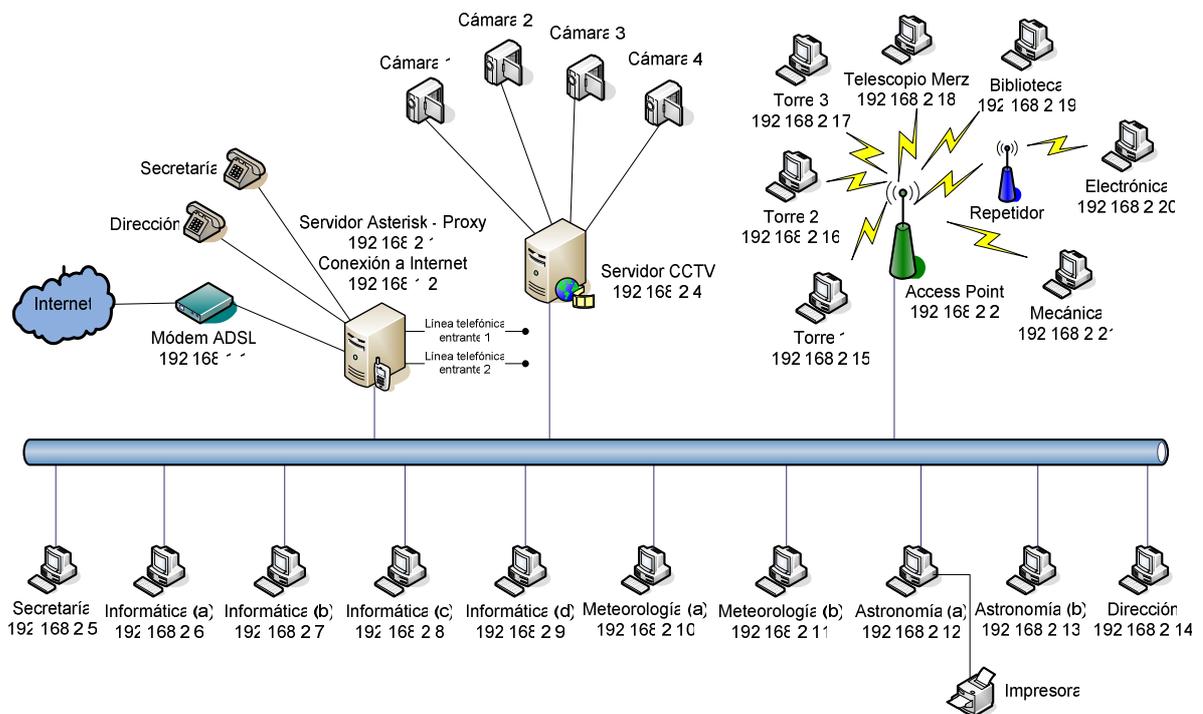


Figura 2.3 Diagrama de red del Sistema Integrado de Comunicación del Observatorio

REFERENCIAS

TESIS

- [1] HERRERA Myriam, HIDALGO Wendy; *Ingeniería de detalle para el diseño de una intranet con conexión a Internet para aplicaciones de voz, datos y video utilizando la arquitectura TCP/IP*; Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2004

LIBROS

- [2] GOMILLION David, DEMPSTER Barrie; *Building Telephony Systems with Asterisk*, 1ra Edición, Packt Publishing, Reino Unido, 2005
- [3] MAHLER Paul, *VoIP Telephony with Asterisk*, 1ra Edición, Signate, USA, 2004

MANUALES

- [4] CODESIS, *Técnico en Redes y Comunicaciones para computadores*, Tomo 2
- [5] DIGIUM, *Installing the TDM400P*, USA, 2006

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- [6] <http://www.monografias.com/trabajos28/manual-redes/manual-redes.shtml>
- [7] <http://www.magnumsecurity.net/files/Servicios%20Presentación%20CCTV.ppt>

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE COMUNICACIÓN

3.1 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO

3.1.1 INSTALACIÓN DE CANALETAS PERIMETRALES DECORATIVAS

Conforme al análisis de diseño previamente realizado en el Capítulo 2 sobre la ubicación de las salidas de telecomunicaciones, la vía y método de enrutamiento del subsistema de cableado horizontal; se colocaron las canaletas perimetrales decorativas acorde al número de cables a transportar (Anexo 3).

La longitud de las canaletas que existen en el mercado es de 2 metros, por lo que es necesario utilizar varias canaletas para transportar el cable desde el armario de telecomunicaciones hasta las salidas de telecomunicaciones.

Cada canaleta es asegurada mediante la utilización de tacos *fischer* número 6 colocados alternadamente de izquierda a derecha a lo largo de cada canaleta.

En la unión entre canaletas completas o segmentos de canaletas se han colocado uniones para mantener la estética del diseño.

El diseño arquitectónico del Observatorio presenta ángulos mayores a 90 grados, motivo por el cual es necesario hacer cortes en las canaletas que permitan unir segmentos de las mismas en estos ángulos. En la intersección de estos segmentos de canaletas se utilizan uniones para conservar la presentación estética del sistema.

Para la unión entre canaletas perpendiculares entre si se utilizan ángulos planos.

En la figura siguiente se puede apreciar la colocación de uniones entre canaletas (tanto entre segmentos como en los que se unen en un ángulo mayor a 90 grados) y también se observa la ubicación del ángulo plano entre canaletas perpendiculares.



Figura 3. 1 Sección del Cableado Estructurado montado sobre canaleta decorativa

En la sala de equipos se utilizan canaletas metálicas para el cableado instalado sobre el piso.

En determinada parte de la ruta entre la sala de equipos y la sección Meteorología (en el piso de la bodega que se encuentra entre éstas) también se ha utilizado canaleta metálica.

3.1.2 INSTALACIÓN DEL CABLE UTP

La longitud real del cable desde el armario de telecomunicaciones hasta cada una de las salidas de telecomunicaciones no debe exceder los 90 metros. La longitud de los *patch cords* del armario de telecomunicaciones y las salidas de telecomunicaciones en conjunto no debe exceder los 10 metros.

Se debe mantener un radio (r) de curvatura mínimo de cuatro veces el diámetro del cable. Para el cable UTP que tiene un diámetro (d) interior de 0.25 pulgadas (6 mm), el radio mínimo de curvatura sería de 1.0 pulgada (24 mm).

No se debe torcer la envoltura o ajustar demasiado los sujetadores de cable, para evitar roturas en la envoltura o distorsionar la simetría del cable.

Se debe evitar la tensión excesiva del cable para evitar el destrenzado de los cables.



Figura 3. 2 Sección de cable UTP montado sobre canaleta decorativa

3.1.3 INSTALACIÓN DE LOS CONECTORES RJ-45 EN EL CABLE UTP

La longitud máxima de destrenzado para la conexión con el conector RJ-45 es de 13 mm para categoría 5e.

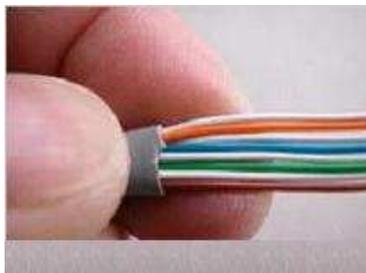


Figura 3. 3 Destrenzado del cable UTP

Se debe mantener la envoltura del cable lo más cercana posible al punto de terminación mecánica de manera que el cable tenga protección externa justo hasta la entrada a los pines.



Figura 3. 4 Chaqueta protectora ubicada dentro del conector RJ-45

Los cables en el conector RJ-45 deben ser empujados hasta el fondo, asegurándose de que llegan hasta el final, de tal forma que se puedan ver los hilos cuando se mira el conector desde el extremo.

Se debe inspeccionar que la distribución de hilos por colores esté de acuerdo con el diagrama de conectorización T568B seleccionado.

Mediante la herramienta de conexión se presionan los contactos del conector contra los cables.



Figura 3. 5 Conector RJ-45 con la normativa T568B

3.1.4 INSTALACIÓN DE JACKS RJ-45

El trenzado de los pares individuales debe mantenerse dentro de un margen de 13 mm del punto de terminación.

Ajustar el trenzado del cable o volver a trenzar un par puede cambiar la geometría del cable y ocasionar una degradación de la transmisión.

Se debe colocar cada hilo de acuerdo al código de colores que presenta el *jack* de acuerdo al diagrama de conectorización de pines T568B seleccionado.



Figura 3. 6 Código de colores del *jack* RJ-45 según la normativa T568A o T568B

Se presionan los hilos hacia abajo utilizando la herramienta de conexión 110 de posición sencilla.

3.1.5 INSTALACIÓN DE LAS SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES

Se debe dejar una holgura de 20 cm detrás de la salida de pared y asegurarse mantener el radio mínimo de curvatura.

Cada una de las salidas de telecomunicaciones cuenta con sus correspondientes identificadores, de acuerdo a lo establecido en el diseño del subsistema de administración.



Figura 3. 7 Salida de telecomunicaciones con sus correspondientes identificadores

3.1.6 INSTALACIÓN DEL PATCH PANEL

Se debe retirar la envoltura del cable necesaria para la terminación, teniendo cuidado de no dañar los conductores. Se sostiene el cable firmemente en donde los pares salgan de la envoltura, colocando al mismo tiempo los pares de izquierda a derecha según la configuración T568B escogida.

Se empuja los hilos hacia abajo utilizando la herramienta de terminación 110 de posición sencilla. La cantidad de destrenzado en un par como resultado de la terminación no deberá exceder los 13 mm.

El radio mínimo de curvatura del cable, de acuerdo a las definiciones de los estándares TIA/EIA 568-B, es 4 veces el diámetro del cable.

3.2 CONFIGURACIÓN DE LA RED LAN

La mayoría de computadoras pertenecientes a las secciones que conforman el Observatorio Astronómico de Quito tienen instalado el sistema operativo Windows XP. Para la configuración de la red LAN se configuran las direcciones IP establecidas en el diseño lógico de la red definido en el Capítulo 2 mediante los siguientes pasos:

Se accede a la ventana de configuración del protocolo TCP/IP a través de **Inicio/ Mis sitios de red/ Ver conexiones de red/ Propiedades de conexión de área local/ Propiedades de protocolo TCP/IP**. Dentro de esta ventana se configuran la dirección IP, la máscara de subred, la puerta de enlace y la dirección del servidor DNS.

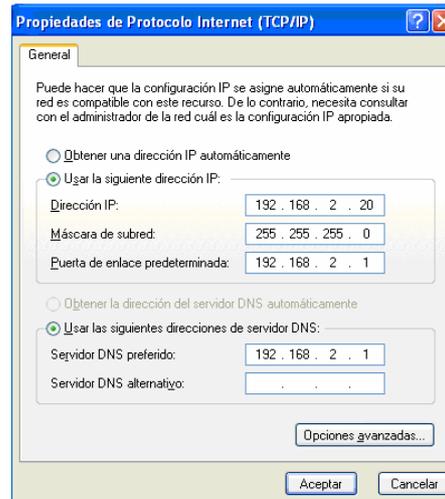


Figura 3. 8 Ventana de configuración de Propiedades de Protocolo Internet (TCP/IP)

Este procedimiento se realiza de manera similar en todas las computadoras del Observatorio, solamente asignando la dirección IP correspondiente para cada máquina.

Para identificar cada una de las computadoras del Observatorio y acceder a los recursos de la red es necesario definir un nombre de equipo y un grupo de trabajo o dominio. Esta configuración se realiza mediante los siguientes pasos:

Se accede a la ventana de *Propiedades del sistema* a la opción **nombre de equipo** a través de **Inicio/Mi PC/Propiedades/Nombre de equipo**.



Figura 3. 9 Ventana de configuración de Propiedades del sistema

Dentro de esta ventana se selecciona la opción **cambiar** para establecer el nombre de equipo y el grupo de trabajo.

Para el presente proyecto se utiliza como nombre de equipo el nombre de la sección a la que pertenece la máquina y el grupo de trabajo para todas las computadoras es "OBSERVATORIO".

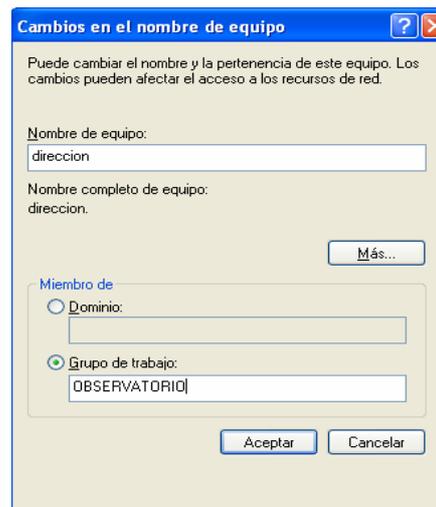


Figura 3. 10 Ventana de Cambios en el nombre de equipo

3.3 CONFIGURACIÓN DE LA RED DE ÁREA LOCAL INALÁMBRICA

3.3.1 CONFIGURACIÓN DEL ACCESS POINT

A la configuración del *Access Point* se accede mediante el *Web Browser* con la dirección IP de fábrica 192.168.0.50. El computador utilizado para la configuración deberá pertenecer a la misma red, para la cual se utiliza la dirección IP 192.168.0.51. El usuario predeterminado para el acceso a la configuración del *Access Point* es admin y no posee *password*.

El *Access Point* adquirirá los valores establecidos en cada ventana de configuración únicamente al aplicar los cambios mediante la opción **Apply**.

El primer paso en la configuración del *Access Point* es establecer su dirección IP, máscara de subred y puerta de enlace correspondientes de acuerdo al diseño lógico de la red. Este paso se realiza accediendo en la ventana principal a la opción **LAN/Home**. Luego de aplicar esta configuración, el *Access Point* adoptará la nueva dirección IP, máscara de subred y su puerta de enlace por lo que, para continuar con la configuración del *Access Point* es necesario que el computador utilizado para la configuración pertenezca a la nueva red.

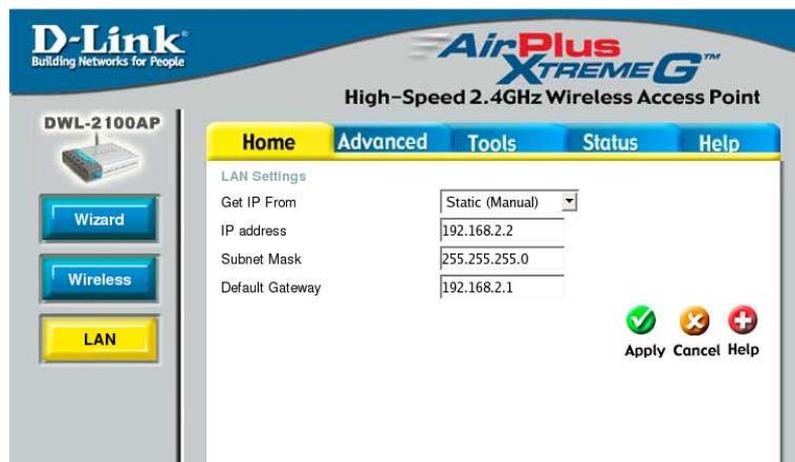


Figura 3. 11 Ventana de configuración LAN del *Access Point*

Para el establecimiento del SSID y el canal de comunicación, se debe acceder a **Wireless/Home**. En este caso se establece como SSID "observatorio" y como canal de operación, el número 6.



Figura 3. 12 Ventana de configuración básica del *Access Point*

Para la configuración del filtrado por direcciones MAC se accede a **Wireless/Advanced/Filter**. Dado que el filtrado seleccionado para la red inalámbrica del Observatorio se realiza por aceptación de direcciones MAC, se escoge la opción **Accept** en la configuración **Access Control**. Dentro del campo **Mac Address** se establecen las direcciones MAC correspondientes a las máquinas que pertenecen a la red inalámbrica del Observatorio. Cada dirección MAC se registra individualmente presionando **Save**.



Figura 3. 13 Ventana de configuración de filtrado por direcciones MAC del Access Point

3.3.2 CONFIGURACIÓN DE LOS ADAPTADORES DE RED INALÁMBRICOS

Los controladores se instalan mediante el *software* de instalación propio del adaptador. Luego de que la instalación de los controladores haya finalizado, se accede a la ventana de configuración del adaptador inalámbrico a través de **Inicio/ Mis sitios de red/ Ver conexiones de red/ Propiedades de conexiones de red inalámbricas**.

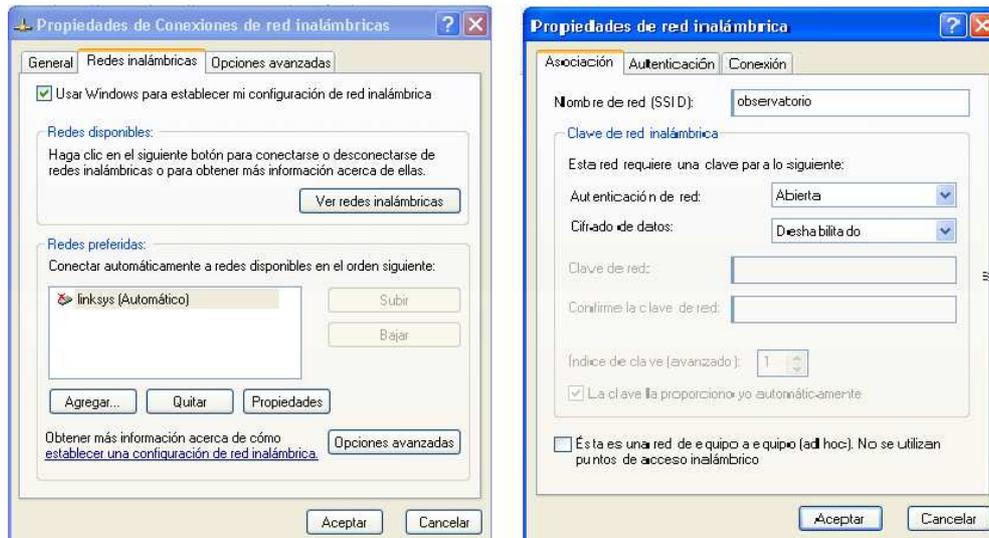


Figura 3. 14 Ventanas de configuración del adaptador de red inalámbrico

3.4 IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA PBX-IP ASTERISK

3.4.1 INSTALACIÓN DEL HARDWARE DE LA PBX-IP ASTERISK

Instalación de la tarjeta TDM400P

Para evitar el funcionamiento incorrecto o posibles daños en la tarjeta TDM400P se definen los siguientes pasos de instalación:

1. Apagar el computador.
2. Inserta la tarjeta en la ranura PCI de 5 voltios (PCI 2.2).
3. Insertar un conector de 12 voltios de 4 pines de la fuente de alimentación del computador en el conector plástico blanco localizado en la esquina de la tarjeta.
4. Encender la computadora.

En la figura siguiente se muestra la tarjeta TDM400P con sus respectivos módulos y su localización.

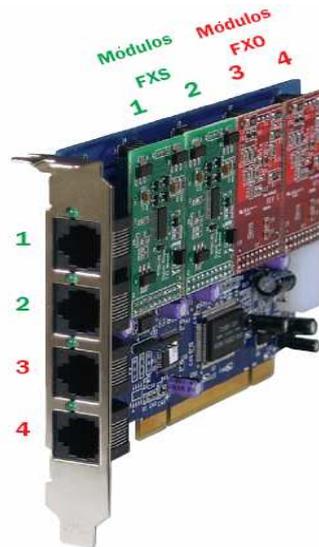


Figura 3.15 Localización de los módulos FXS y FXO en la tarjeta Digium TDM400P ^[5]

Para el presente proyecto los módulos de la tarjeta TDM400P serán utilizados de la siguiente manera:

En el módulo FXS 1 (Zap/1) se conecta el terminal analógico (teléfono tradicional) de la sección de Dirección.

En el módulo FXS 2 (Zap/2) se conecta el terminal analógico (teléfono tradicional) de la sección de Secretaría.

El Observatorio Astronómico de Quito cuenta con dos líneas telefónicas provistas por Andinatel. Una de estas líneas comparte los servicios de telefonía con la conexión ADSL y la central de monitoreo del sistema de alarmas contratadas por el Observatorio.

Considerando que el sistema PBX-IP Asterisk busca en orden secuencial desde el módulo FXO 3 el primer módulo que se encuentre disponible para el establecimiento de llamadas a través de la PSTN, y que la calidad de sonido es superior en la línea que no comparte los servicios de ADSL y de monitoreo; se ha establecido que esta línea se conecte en el módulo FXO 3 (Zap/3).

Se debe tener cuidado de no conectar las líneas telefónicas de la PSTN en los módulos FXS ya que se podrían destruir los módulos e inclusive la tarjeta.

3.4.2 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DE LA PBX-IP ASTERISK

La instalación del sistema Asterisk requiere de la instalación de tres paquetes principales: El programa principal Asterisk (asterisk), los controladores de telefonía Zapata (zaptel), y las librerías PRI (libpri).

La compilación e instalación de los tres paquetes principales debe realizarse en el siguiente orden: Zaptel, Libpri y Asterisk, debido a que el programa Asterisk requiere de los controladores Zaptel y de las librerías Libpri para una correcta instalación.

La instalación de cada uno de los paquetes genera determinados archivos de configuración. Así, la instalación de los controladores Zaptel genera un archivo de configuración denominado **zaptel.conf** el cual se ubica en el directorio **/etc**. La instalación de las librerías Libpri generan los archivos de configuración relacionados con las librerías PRI que se ubican dentro del directorio **/var/lib/asterisk** y la instalación del paquete Asterisk genera los archivos de configuración de las funcionalidades de la PBX que se ubican dentro del directorio **/etc/asterisk**.

El código fuente de los paquetes Asterisk puede ser obtenido a través de <ftp://ftp.digium.com>, o desde <http://www.asterisk.org>.

Los paquetes obtenidos deben ser descomprimidos dentro del directorio **usr/src**. Los paquetes deben instalarse en el siguiente orden: Zaptel, a continuación Libpri y finalmente Asterisk.

3.4.2.1 Compilación e instalación de Zaptel

Las fuentes de Zaptel se encuentran contenidas en el directorio **usr/src/zaptel-version** (version es la versión de Zaptel ha instalar). Los comandos para la compilación e instalación de Zaptel son:

```
# cd /usr/src/zaptel-version
# make clean
# make linux26
# make install
# make config
```

El comando **make clean** no siempre es necesario, pero permite limpiar el directorio de archivos binarios flotantes, puede utilizarse el comando nuevamente al final de la instalación para remover archivos compilados que no se utilizarán.

El comando **make linux26** permite la compilación de los módulos en archivos binarios. Este comando es exclusivo para distribuciones de Linux con kernel 2.6, para versiones de kernel anteriores se utiliza el comando **make**.

El comando **make install** copia los archivos compilados a sus respectivas ubicaciones.

Finalmente el comando **make config** permite iniciar los controladores de manera automática en tiempo de arranque.

Una vez instalados los paquetes, se pueden cargar los módulos correspondientes a la tarjeta Zaptel utilizada.

El módulo para la tarjeta Wildcard TDM400P utilizada en el presente proyecto es **wctdm**. Para cargar los módulos se utiliza los siguientes comandos:

```
# modprobe zaptel
```

```
# modprobe wctdm
```

Para comprobar la correcta instalación de la tarjeta se puede utilizar la herramienta **zttool**, que permite visualizar el estado de la tarjeta, el número de interfaces configuradas y activadas. Esta herramienta se instala desde el directorio `/usr/src/zaptel-version` mediante el comando:

```
# ztcfg
```

3.4.2.2 Compilación e instalación de libpri

La compilación e instalación de las librerías sigue los mismos comandos utilizados para Zaptel:

```
# cd /usr/src/libpri-version  
# make clean  
# make  
# make install
```

Las librerías libpri no necesitan ser cargadas como los módulos Zaptel mediante el comando **modprobe**. Asterisk detecta y utiliza las librerías libpri durante su compilación.

3.4.2.3 Compilación e instalación de Asterisk

Para la compilación e instalación de Asterisk se deben ejecutar los siguientes comandos:

```
# cd /usr/src/asterisk-version  
# make clean  
# make
```

```
# make install  
# make samples
```

La línea de comandos ***make samples*** proporciona una guía para la configuración de los archivos que contienen las funcionalidades de la PBX-IP Asterisk.

3.4.3 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA PBX-IP ASTERISK

La configuración del Sistema PBX-IP Asterisk consiste básicamente en editar los archivos que contienen el funcionamiento del sistema mediante cualquier editor de texto. Cada cambio realizado en los archivos de configuración debe ser acompañado de una recarga (***reload***) del programa Asterisk.

Dentro de la edición de los archivos de configuración es necesario escribir líneas de comentarios que proporcionen información sobre las líneas de comandos utilizadas como referencia para futuras modificaciones o depuración de posibles errores. Estas líneas de comentarios se encuentran dentro del texto de configuración precedidas del caracter “;” (punto y coma).

En los siguientes subcapítulos se explica la configuración necesaria de los archivos de configuración del sistema Asterisk para cumplir con los requisitos planteados para el presente proyecto. En el Anexo 6 se presentan los archivos de configuración completos.

3.4.3.1 Configuración de las interfaces Zaptel

Para la configuración de la interfaces Zaptel, se modifican dos archivos de configuración: ***zaptel.conf*** y ***zapata.conf***.

Configuración del archivo **zaptel.conf**

El archivo **zaptel.conf** se encuentra dentro del directorio **/etc**. Una vez que se efectúen los cambios necesarios en el archivo se debe forzar a los controladores Zaptel a releer el archivo para detectar los mismos, para lo cual se debe ejecutar nuevamente las líneas de comandos siguientes:

```
# modprobe zaptel  
# modprobe wctdm
```

La configuración de **zaptel.conf** tiene como fin la configuración de los parámetros de señalización telefónica regional y de los interfaces Zaptel de la tarjeta Digium TDM400P.

La configuración de los parámetros de señalización telefónica regional se encuentra relacionada con la definida en cada país y permiten ajustar el sistema PBX a los tonos telefónicos adecuados (tonos de marcado, timbrado, ocupado), para lo cual dentro del archivo **zaptel.conf** se define las siguientes líneas:

```
# loadzone = xx  
# defaultzone = xx
```

Las letras xx corresponden a dos letras que representan el código del país. Así por ejemplo: España = es, Estados Unidos = us, etc.

La señalización utilizada en nuestro país es similar a la señalización Norteamericana por lo cual se edita las líneas mencionadas de la siguiente manera:

```
# loadzone = us  
# defaultzone = us
```

La configuración de cada interfaz Zaptel consiste en definir el tipo de interfaz (FXO o FXS) y tipo de señalización en lazo local que utilizará cada interfaz. El tipo de interfaz se declara utilizando lógica inversa, es decir, un canal FXO se declarará como FXS y viceversa. La señalización en lazo local puede ser: *loopstart* (ls), *groundstart* (gs) y *kewlstart* (ks)¹.

Para configurar un interfaz Zaptel se debe seguir la siguiente sintaxis:

Señalización de interfaz + señalización en lazo local = interfaz Zaptel

Para la tarjeta Digium TDM400P del presente proyecto la declaración de los interfaces Zaptel se definen de la siguiente manera:

fxoks=1

fxoks=2

fxsks=3

fxsks=4

Configuración del archivo `zapata.conf`

El archivo **zapata.conf** se encuentra en la ubicación */etc/asterisk/*. Este archivo contiene los parámetros relacionados con los interfaces Zaptel, tipo de señalización que maneja cada canal, contexto al que pertenece, la calidad de audio de los canales (*echocancel*, *echocancelwhenbridge*, *rxgain*, *txgain*), opciones para identificación de llamada (*usecallerid*, *hidecallerid*, *calleridwaiting*), registro de llamadas (*amaflags*), lenguaje del sistema (*language*), y otras características adicionales.

1. **Loopstart** es usada por prácticamente todas las líneas analógicas telefónicas. Esto permite que un teléfono indique el colgado/descolgado, y que el punto terminal indique el timbrado/no timbrado.

Kewlstart está basada en loopstart, pero amplía el protocolo permitiendo al punto terminal invertir la polaridad de la línea telefónica para indicar al teléfono que el otro extremo de la llamada ha colgado. La mayoría de los puntos terminales y casi ninguna PBX (excepto Asterisk) soportan esta característica. Generalmente, es necesario para detectar el colgado. Kewlstart es el protocolo de señalización preferido para los circuitos analógicos en Asterisk.

Ground start es la señalización que coloca a tierra momentáneamente uno de los hilos de un terminal cuando éste requiere el tono de marcado. Esta señalización no es muy común en nuevas instalaciones.

La declaración del tipo de señalización y contexto de cada canal Zaptel se realiza mediante las siguientes líneas:

context => nombre del contexto del plan de numeración

signalling => tipo de señalización

channel => número del canal

El tipo de señalización para cada interfaz es el mismo utilizado en **zaptel.conf** pero separando con un guión bajo entre el tipo de interfaz y la señalización de lazo local.

Los parámetros relacionados con los requerimientos del presente proyecto se editan dentro de la sección definida como [channels] del archivo **zapata.conf**.

[channels]

La siguiente línea define el idioma que manejará el sistema Asterisk.

language=es

Las siguientes líneas permiten utilizar los servicios de identificación de llamada

usecallerid=yes

hidecallerid=no

La siguiente línea permite utilizar el servicio de espera de llamada en las líneas telefónicas conectadas a las interfaces FXO.

callwaiting=yes

La línea de comando siguiente permite poner en espera una llamada en base a su identificador de llamada.

callwaitingcallerid=yes

Las siguientes líneas están relacionadas con la calidad de audio. La primera de estas líneas permite establecer un número de muestras de la señal de datos para cancelar el eco. Se puede utilizar “yes” (128 muestras), “no” (0 muestras), o un valor desde 32 a 255.

echocancel=yes

La siguiente línea permite cancelar el eco que pueden establecerse en la conmutación TDM de los interfaces Zaptel.

echocancelwhenbridged=yes

La siguiente línea permite enviar un impulso para silenciar el canal de comunicación con la finalidad de disminuir el eco existente en el inicio de la comunicación. Se puede establecer el valor de “yes” (400 ms) o “no” o un valor numérico relacionado con un valor de 10 ms a 4000 ms; para el presente proyecto se ha establecido el valor de 728 en base a pruebas de funcionamiento.

echotraining=728

La siguiente línea permite establecer valores de ganancia para la recepción o transmisión de la comunicación, el valor se establece en dB o en porcentajes. En base a pruebas de funcionamiento, se han establecido los siguientes valores:

rxgain=1

txgain=1

La siguiente línea permite que la detección DTMF por parte del sistema Asterisk se realice lentamente.

relaxdtmf=yes

La línea `immediate=no` especifica si el sistema Asterisk proporciona un tono de marcado para la lectura de dígitos DTMF cuando se levanta un microteléfono con la finalidad de ejecutar el primer comando relacionado con la extensión marcada. Si la línea se edita como `immediate=yes`, al levantar un microteléfono se ejecuta el primer comando relacionado con la extensión “s”

```
immediate=no
```

Las siguientes líneas permiten registrar características de las llamadas efectuadas.

```
amaflags=default
```

La siguiente línea permite la detección de comunicaciones vía fax.

```
faxdetect=both
```

La siguiente línea permite seleccionar el tipo de música para llamadas en espera.

```
musiconhold=default
```

Esta línea permite configurar *buffers* para mejorar el *jitter* en los interfaces Zaptel (para el valor de 20 ms se establece el valor de 4).

```
jitterbuffers=4
```

Las siguientes líneas definen el contexto y tipo de señalización para cada interfaz Zaptel de la tarjeta Digium.

```
context=incoming
```

```
signalling=fxs_ks
```

```
channel => 3
```

```
context=incoming  
signalling=fxs_ks  
channel => 4
```

```
context=direccion  
signalling=fxo_ks  
channel => 1
```

```
context=recepcion  
signalling=fxo_ks  
channel => 2
```

3.4.3.2 Definición del Plan de Numeración

La configuración del plan de numeración se realiza editando el archivo **extensions.conf** que se encuentra ubicado en el directorio */etc/asterisk/*.

La declaración de los contextos del sistema Asterisk en el archivo **extensions.conf** se realiza escribiendo el nombre del contexto dentro de los caracteres “[]”. A continuación del nombre del contexto se escriben verticalmente las líneas de configuración que definen el comportamiento que deben presentar las extensiones pertenecientes al contexto, mediante la utilización de las prioridades y aplicaciones definidas para cada extensión.

Dentro de la sección predeterminada [general] en el archivo **extensions.conf** se definen las siguientes líneas de configuración:

```
static = yes  
writeprotect = no
```

Estas líneas evitan que el archivo de configuración pueda ser modificado en tiempo de ejecución por un usuario mediante el comando “save dialplan”.

Configuración del contexto Director

Las siguientes líneas permiten la comunicación de la extensión perteneciente a este contexto con las extensiones pertenecientes a los contextos incluidos.

```
include => secretaria
```

```
include => sip
```

La siguiente línea proporciona la espera de un segundo antes de seguir con la prioridad siguiente.

```
exten => 32,1,Wait,1
```

La siguiente línea permite que el sistema Asterisk proporcione la señal de timbrado a esta extensión durante un intervalo de 25 segundos ante el requerimiento de comunicación. Si el usuario llamado no contesta la llamada dentro de este intervalo de tiempo, se ejecuta la propiedad siguiente o la propiedad n+101, dependiendo si el usuario no se encuentra disponible o se encuentra con otra llamada en curso.

```
exten => 32,2,Dial(Zap/1,25,rt)
```

La siguiente línea permite redireccionar la llamada hacia el correo de voz personal si el usuario llamado no se encuentra disponible.

```
exten => 32,3,Voicemail(u32)
```

La siguiente línea redirecciona la llamada hacia el correo de voz personal si el usuario llamado se encuentra ocupado.

```
exten => 32,103,Voicemail(b32)
```

La siguiente línea cuelga inmediatamente la llamada.

exten => 32,4,Hangup

Configuración del contexto Secretaría

La configuración de este contexto es similar al contexto anterior; simplemente cambia el valor de la extensión perteneciente a este contexto.

Configuración del contexto Dirección

La siguiente línea permite realizar marcación predictiva de llamadas hacia la PSTN mediante el dígito 9.

ignorepat => 9

Las siguientes líneas permiten el establecimiento de comunicación de la extensión perteneciente a este contexto con las extensiones pertenecientes a los contextos incluidos.

include => recepcion

include => sip

include => default

Las siguientes líneas definen el comportamiento de la extensión de manera similar a lo expuesto en el contexto director, solamente cambia la numeración de la extensión.

exten => 30,1,Wait,1

exten => 30,2,Dial(zap/1,25,rt)

exten => 30,3,Voicemail(u30)

exten => 30,103,Voicemail(b30)

exten => 30,4,Hangup

Las siguientes líneas permiten la comunicación de una extensión perteneciente al sistema Asterisk con un usuario de la PSTN. El patrón 9XXXXXXX especifica el número telefónico del usuario ha llamar precedido por el dígito 9 que indica al sistema Asterisk que la llamada es a través de la PSTN.

La siguiente línea proporciona la espera de 2 segundos antes de proseguir con la siguiente prioridad. Esta espera se define con la finalidad de corregir inhabilitaciones de los canales debido a limitaciones técnicas propias de la tarjeta TDM. Este valor se ha establecido en base a pruebas de funcionamiento.

```
exten => _9XXXXXXX,1,Wait,2
```

La línea siguiente busca el canal que se encuentre disponible para establecer la comunicación.

```
exten => _9XXXXXXX,2,ChanlsAvail(Zap/3&Zap/4)
```

La siguiente línea realiza el requerimiento de comunicación con un usuario de la PSTN durante un intervalo de 25 segundos.

```
exten => _9XXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,Tr)
```

La siguiente línea cuelga la llamada inmediatamente.

```
exten => _9XXXXXXX,4,Hangup
```

Las siguientes líneas permiten la comunicación de una extensión perteneciente al sistema Asterisk con un usuario perteneciente a alguna de las redes telefónicas celulares. El patrón 90NNXXXXXX especifica el número telefónico del usuario ha llamar precedido por el dígito 9 que indica al sistema Asterisk que la llamada es a través de la PSTN.

Las siguientes líneas permiten un comportamiento similar al expuesto para llamadas a usuarios de la PSTN.

```
exten => _90NNXXXXXX,1,Wait,2
exten => _90NNXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _90NNXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _90NNXXXXXX,4,Hangup
```

Las siguientes líneas permiten la comunicación de una extensión perteneciente al sistema Asterisk con los servicios 1800. El patrón 91XXXXXXXXXX especifica el número telefónico ha llamar precedido por el dígito 9 que indica al sistema Asterisk que la llamada es a través de la PSTN.

Las siguientes líneas definen un comportamiento similar el expuesto en las llamadas hacia usuarios de la PSTN.

```
exten => _91XXXXXXXXXX,1,Wait,2
exten => _91XXXXXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _91XXXXXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _91XXXXXXXXXX,4,Hangup
```

Configuración del contexto Recepción

Las siguientes líneas definen el comportamiento de marcación predictiva y los contextos incluidos.

```
ignorepat => 9
```

```
include => direccion
```

```
include => sip
```

```
include => default
```

Las siguientes líneas permiten el siguiente comportamiento del IVR: La extensión contesta automáticamente una llamada, a continuación se define un tiempo de 5 segundos entre dígitos para que el usuario llamante digite una extensión con la que desee comunicarse, y seguidamente se define un tiempo de 10 segundos una vez concluidas todas las prioridades definidas para que el usuario llamante digite la extensión con la que desea comunicarse o la opción del IVR escogida.

exten => 31,1,Answer

exten => 31,2,DigitTimeout,5

exten => 31,3,ResponseTimeout,10

exten => 31,4,Wait,1

Las siguientes líneas proporcionan al usuario llamante un menú audible con todas las opciones definidas para el IVR (Ver Apéndice 1).

exten => 31,5,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial1)

exten => 31,6,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial2)

exten => 31,7,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial3)

exten => 31,8,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial4)

exten => 31,9,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial5)

exten => 31,10,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial6)

exten => 31,11,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial7)

exten => 31,12,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial8)

exten => 31,13,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial9)

Las siguientes líneas definen el comportamiento del IVR de acuerdo a la opción escogida por el usuario llamante. Cuando el usuario llamante digita el número 0, el sistema Asterisk envía una señal de requerimiento de comunicación al terminal de la sección Secretaría, si dentro del intervalo de 25 segundos el usuario de esta extensión no atiende la llamada, el sistema continúa con la prioridad siguiente en la cual envía el requerimiento de comunicación al terminal perteneciente a la sección Dirección durante el intervalo de 15 segundos. Si el usuario perteneciente

a esta extensión no atiende la llamada, esta es reenviada al menú principal del IVR.

```
exten => 0,1,Wait,1
exten => 0,2,Dial(zap/2,25,rt)
exten => 0,3,Dial(zap/1,15,rt)
exten => 0,4,Wait,2
exten => 0,5,Goto(31,4)
```

Las siguientes líneas ejecutan mediante la aplicación *Playback* los *prompts* de sonido que contienen la información relacionada con los horarios de atención del museo, cuando el usuario llamante digita la opción 1. La última línea de esta opción reenvía la llamada al menú principal del IVR.

```
exten => 1,1,Playback(/Bienvenida/horariosatencion1)
exten => 1,2,Playback(/Bienvenida/horariosatencion2)
exten => 1,3,Playback(/Bienvenida/horariosatencion3)
exten => 1,4,Goto(31,4)
```

Las siguientes líneas ejecutan mediante la aplicación *Playback* los *prompts* de sonido que contienen la información relacionada con los horarios de atención nocturna, cuando el usuario llamante digita la opción 2. La última línea de esta opción reenvía la llamada al menú principal del IVR.

```
exten => 2,1,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur1)
exten => 2,2,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur2)
exten => 2,3,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur3)
exten => 2,4,Goto(31,4)
```

La siguiente línea permite enviar la llamada a la extensión 38, cuando el usuario llamante digite el número 3.

```
exten => 3,1,Goto(38,1)
```

La siguiente línea permite enviar la llamada hacia la extensión *60, cuando el usuario llamante digite el número 4.

```
exten => 4,1,Goto(*60,1)
```

La siguiente línea reenvía la llamada al inicio del menú principal, cuando el usuario llamante digite el número 5.

```
exten => 5,1,Goto(31,1)
```

La siguiente línea cuelga inmediatamente la llamada si el usuario digita la tecla correspondiente a numeral (#)

```
exten => #,1,Playback(/Bienvenida/gracias)
```

```
exten => #,2,Hangup
```

Dentro de este contexto se editan las líneas que permiten establecer llamadas hacia usuarios de la PSTN, de redes celulares, o de servicio 1800 a la extensión perteneciente a este contexto de manera similar a lo realizado en el contexto *dirección*.

Configuración del contexto Internas

La configuración de este contexto se basa en la inclusión de los contextos *director* y *secretaría*, los cuales están relacionados con las interfaces FXS de la tarjeta TDM400P.

```
include => director
```

```
include => secretaria
```

Configuración del contexto SIP

Las siguientes líneas incluyen los contextos que contienen las extensiones con las cuales podrán comunicarse las extensiones de tipo SIP. No se incluyen los contextos *dirección* y *recepción* para limitar a los usuarios SIP la realización de llamadas a teléfonos celulares o a usuarios de la PSTN a través de la interfaz Zap/3.

```
include => director
```

```
include => secretaria
```

```
include => default
```

Las siguientes líneas definen el comportamiento de la extensión SIP similar al expuesto para el contexto *director*.

```
exten => 38,1,Wait,1
```

```
exten => 38,2,Dial(SIP/meteorologia,25,tr)
```

```
exten => 38,3,Voicemail(u38)
```

```
exten => 38,103,Voicemail(b38)
```

```
exten => 38,4,Hangup
```

Esta configuración es similar para todas las extensiones SIP existentes en el sistema Asterisk del Observatorio.

Las configuraciones específicas de los terminales SIP como son nombre de usuario, tipo de dirección IP, entre otras características se definen en el archivo **sip.conf**.

Configuración del contexto Incoming

El siguiente contexto es predeterminado en el sistema Asterisk, dentro de este contexto se incluyen los contextos *daytime* y *nigtime*. Dentro del contexto *daytime*

se define el comportamiento del sistema Asterisk en el horario de 8:00 hasta las 22:30 todos los días de la semana. El contexto *nighttime* define el comportamiento de la central fuera de estos horarios.

```
include => daytime|8:00-22:30|mon-sun|*|*
```

```
include => nighttime
```

Configuración del contexto Daytime

La siguiente línea incluye el contexto *recepción*, lo cual permitirá enviar una llamada recibida desde la PSTN, hacia la extensión perteneciente a este contexto.

```
include => recepcion
```

La extensión **s** definida dentro de este contexto es predeterminada para el sistema Asterisk.

Las siguientes líneas redireccionan la llamada hacia la extensión perteneciente al contexto *recepción*. Esta extensión es la definida para el comportamiento del IVR.

```
exten => s,1,Wait,1
```

```
exten => s,2,Goto(recepcion,31,1)
```

Configuración del contexto Nighttime

La configuración de este contexto es similar al definido para el IVR, solamente se excluye la opción 0, debido a que se considera que dentro de el tiempo en el cual opera este contexto no habrá presencia de personal dentro del Observatorio.

La extensión utilizada para este contexto es la extensión predefinida **s**.

Configuración del contexto Conferencias

Las siguientes líneas incluyen los contextos *internas* y *SIP*, lo cual permitirá que todas las extensiones que pertenecen al sistema Asterisk accedan a este servicio.

```
include => internas
```

```
include => sip
```

Las siguientes líneas permiten acceder a la aplicación *MeetMe*. La sintaxis definida para este tipo de aplicación es:

```
MeetMe(Número_de_conferencia,opciones,contraseña)
```

```
exten => 500,1,MeetMe(500,i,)
```

```
exten => 501,1,MeetMe(501,i,)
```

Se ha escogido la opción *i*, que permite el anuncio sonoro de ingresos o salidas de usuarios a la sala de conferencias. Se ha omitido la contraseña de acceso en la sintaxis de la aplicación *MeetMe* de tal manera que cualquier usuario que desee ingresar a la sala de conferencia debe digitar la clave de acceso definida en ***meetme.conf***. Si la clave de acceso es incluida en la sintaxis de la aplicación *MeetMe* los usuarios podrán ingresar directamente a las salas de conferencia.

El número de conferencia se edita en el archivo ***meetme.conf***.

Configuración del contexto Emergencias

Las siguientes líneas permiten realizar llamadas hacia los números de emergencia (911, 101, 102, etc.), a través del interfaz FXO disponible.

```
ignorepat => 9
```

```
exten => _9ZXX,1,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
```

```
exten => _9ZXX,2,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
```

```
exten => _9ZXX,3,Hangup
```

Configuración del contexto Parkedcalls

Las siguientes líneas de comandos permitirán a un usuario del sistema Asterisk colocar en espera una llamada en curso, digitando #700. Las características de este tipo de servicio se definen en el archivo **features.conf**.

La siguiente línea permite a la extensión definida para parqueo de llamadas contestar automáticamente la llamada colocada en espera.

```
exten => 700,1,Answer
```

La siguiente línea permite que la extensión colocada en espera pueda escuchar música mientras espera ser atendida.

```
exten => 700,2,MusicOnHold(default)
```

Configuración del Buzón de voz

Las siguientes líneas permiten a un usuario del sistema Asterisk acceder al menú principal de buzón voz. Este menú es predefinido del sistema Asterisk. Para acceder a este menú el usuario debe digitar *10 según lo definido en el diseño del plan de numeración.

```
exten => _*10,1,VoicemailMain
```

```
exten => _*10,2,Hangup
```

Configuración del contexto Prompts

Las siguientes líneas de configuración permiten mediante la aplicación *Record* grabar un archivo de sonido con el nombre *prompt* en formato gsm en el directorio definido por el administrador del sistema. Para el presente proyecto este directorio se denomina ***/Bienvenida/***.

```
exten => 16,1,Wait,1
exten => 16,2,Record(/Bienvenida/prompt:gsm)
exten => 16,3,Hangup
```

Las siguientes líneas permiten escuchar el mensaje de sonido denominado *prompt* almacenado en el directorio ***/Bienvenida/*** mediante la aplicación *Playback*.

```
exten => 17,1,Wait
exten => 17,2,Playback(/Bienvenida/prompt)
exten => 17,3,Hangup
```

El nombre del archivo de sonido a grabar puede cambiarse según se requiera.

Configuración del contexto Especiales

Las siguientes líneas permiten realizar llamadas hacia usuarios de la PSTN, a través del canal Zap/4.

Estas líneas se han definido con el objetivo de que los usuarios SIP puedan realizar llamadas externas únicamente por el interfaz Zap/4. Se ha hecho esta consideración tomando en cuenta que la línea telefónica conectada a la interfaz Zap/3 es la más conocida para el público en general por lo que se requiere su disponibilidad la mayor parte del tiempo.

```
exten => _9XXXXXXXX,1,Wait,1
exten => _9XXXXXXXX,2,Dial(Zap/4/${EXTEN:1},25,Tr)
exten => _9XXXXXXXX,3,Hangup
```

Las siguientes líneas permiten ejecutar la aplicación “calendario” llamando a esta extensión. El comportamiento definido para esta extensión es el siguiente: Al existir un requerimiento de comunicación con esta extensión, esta atiende automáticamente la llamada, la siguiente prioridad pide al llamante la clave de autenticación mediante la aplicación *Authenticate*, el argumento de esta aplicación es la clave definida para continuar con la siguiente prioridad. Si la clave digitada por el llamante es la correcta se ejecuta la prioridad 3 que ejecuta la aplicación *System* que a su vez ejecuta la aplicación **./calendario** definida dentro de su argumento.

```
exten => 12,1,Answer
exten => 12,2,Authenticate(3333)
exten => 12,3,System(./calendario)
exten => 12,4,Hangup
```

Las siguientes líneas permiten ejecutar la aplicación *shutdown*, la cual apagará el computador donde se ejecuta el sistema Asterisk. El comportamiento definido para esta extensión es similar al de la extensión anterior.

```
exten => 13,1,Answer
exten => 13,2,Authenticate(1212)
exten => 13,3,System(shutdown -g 3)
exten => 13,4,Hangup
```

Las siguientes líneas permiten recargar el sistema Asterisk, al llamar a esta extensión. El comportamiento definido es similar al de las dos extensiones anteriores.

```
exten => 14,1,Wait,1
exten => 14,2,Authenticate(00)
exten => 14,3,System(/usr/sbin/asterisk -rx reload)
exten => 14,4,Hangup
```

Las siguientes líneas definen el comportamiento de la extensión *60 que proporciona al llamante la hora que posee el sistema. La extensión contesta automáticamente la llamada, y seguidamente proporciona un archivo de sonido de presentación de la aplicación solicitada al llamante. El archivo de sonido es previamente almacenado en el directorio */Bienvenida/*.

```
exten => *60,1,Answer
exten => *60,2,Playback(/Bienvenida/horaactual)
```

La siguiente línea ejecuta la aplicación ejecuta el comando *SayUnixTime* que proporciona la hora del sistema operativo Linux sobre el que se ejecuta Asterisk. Se ha seleccionado los siguientes parámetros del formato *SayUnixTime*:

- A.-** Día de la semana (viernes, sábado, etc.)
- B.-** Nombre del mes (enero, febrero, etc.)
- d.-** Día numérico del mes (primero, dieciocho, etc.)
- H.-** Hora, 24 horas
- M.-** Minuto

```
exten => *60,3,SayUnixTime( ,AdB HM)
```

Las siguientes líneas proporcionan un sonido (*beep*) que le indica la finalización de la aplicación y seguidamente cuelga inmediatamente la llamada.

```
exten => *60,4,Playback(beep)
exten => *60,5,Hangup
```

Configuración del contexto Default

La configuración de este contexto consiste en incluir todos los contextos que son generales a todas las extensiones que conforman el sistema Asterisk del Observatorio.

```
include => buzon
include => musica_espera
include => parkedcalls
include => prompts
include => conferencias
include => emergencia
include => especiales
```

3.4.3.3 Configuración de extensiones SIP

La configuración de las características asociadas con cada extensión SIP, se definen editado el archivo ***sip.conf*** que se encuentra en la ubicación ***/etc/asterisk/***. Todas las extensiones SIP poseen características generales como son: contexto al que pertenecen, puerto UDP de escucha (el predeterminado es el 5060), direcciones IP a las que se habilitará el servicio, niveles de calidad de servicio (TOS), tipo de *codecs* que manejará el sistema.

Las características generales de los terminales SIP se definen dentro de la sección [general] del archivo de configuración. En este archivo se definen también los parámetros asociados con cada extensión SIP como son: tipo de usuario (*user,peer,friend*)¹, el nombre de usuario, contraseña, tipo de dirección IP (estática o dinámica), modo de registro de llamadas, *codecs* que maneja, si el terminal se encuentra detrás de un *firewall*, si cuenta con la cualidad de transferir llamadas, entre otras características adicionales.

1. **User** define una conexión para llamadas entrantes. **Peer** define una conexión para llamadas salientes. **Friend** define una conexión para llamadas entrantes y salientes.

Para esta configuración es necesario crear una sección dentro del archivo de configuración **sip.conf** asociada con cada usuario, esto se realiza escribiendo el nombre definido para el usuario SIP dentro de los caracteres [].

Para el presente proyecto se edita el archivo **sip.conf** de la siguiente manera:

[general]

La siguiente línea define el puerto UDP de escucha. Asterisk utiliza de manera predeterminada el puerto 5060.

```
port=5060
```

En la siguiente línea se define las direcciones IP que accederán al servicio SIP, para que el acceso sea permitido a todas las redes se utiliza la dirección 0.0.0.0.

```
binaddress=0.0.0.0
```

Las siguientes líneas definen el idioma para los usuarios SIP y el contexto al que pertenecerán dentro del archivo **extensions.conf**.

```
language=es
```

```
context=sip
```

Las siguientes líneas de configuración deshabilita en primera instancia todos los *codecs* con los que opera el sistema Asterisk y a continuación habilita los *codecs* ulaw (G.711 μ) y gsm.

```
disallow=all
```

```
allow=ulaw
```

```
allow=gsm
```

En las siguientes líneas se presenta la edición de las características asociadas a un usuario SIP.

[meteorologia]

La siguiente línea define el tipo de usuario SIP, la opción "friend" permite al usuario enviar y recibir llamadas.

```
type=friend
```

Las líneas que se presentan a continuación definen el nombre de usuario, su clave de autenticación y su identificador ID de llamada.

```
username=meteorologia
```

```
secret=1234
```

```
callerid="meteorologia" <38>
```

En la siguiente línea se especifica la dirección IP del *host* del usuario SIP, la opción "dynamic" permite la utilización de direcciones IP asignadas por DHCP o de manera estática.

```
host=dynamic
```

Las siguientes líneas permiten el registro de llamadas efectuadas y recibidas por el usuario SIP y la opción de transferir llamadas.

```
amaflags=billing
```

```
transfer=yes
```

Las siguientes líneas deshabilitan todos los *codecs* que se definieron para los usuarios SIP, y a continuación habilitan los *codecs* que utilizarán para la comunicación. Estas modificaciones afectan solo al usuario SIP que se configura.

```
disallow=all
```

allow=ulaw

allow=gsm

La configuración para el resto de usuario SIP se realiza de igual manera, solamente se modifica el nombre de usuario e identificador de llamada.

3.4.3.4 Configuración de correo de voz

La funcionalidad del correo de voz del sistema Asterisk permite a los usuarios llamantes la opción de que si el usuario llamado se encuentra con una llamada en curso o no está disponible, pueda dejar un mensaje de voz a dicho usuario. Adicionalmente el sistema Asterisk enviará un mensaje al correo electrónico personal del usuario llamado para notificarle de la existencia del mensaje; las características del mismo e inclusive el mensaje de voz grabado.

Cada usuario del sistema Asterisk contará con su propio buzón de voz dentro del sistema.

Las características del correo de voz (voicemail) se definen editando el archivo **voicemail.conf** que se encuentra ubicado en el directorio **/etc/asterisk/**.

En la sección [general] de este archivo se definen parámetros relacionados con la dirección de correo (mail) desde donde se envían las notificaciones de mensaje al correo electrónico personal de cada usuario, si el correo electrónico enviado adjuntará el mensaje de voz, el *subject* (asunto) del correo electrónico y el programa mediante el cual se envía el correo. Asterisk utiliza el programa *sendmail* por defecto para esta función, y otras características adicionales.

Dentro de este archivo de configuración se debe establecer una sección donde se definan los buzones de voz para cada usuario, conjuntamente con su nombre, contraseña de acceso, y correo electrónico personal.

Para el presente proyecto se ha definido a esta sección como [internas].

El archivo **voicemail.conf** para el sistema Asterisk del presente proyecto se edita de la siguiente manera:

[general]

La siguiente línea define el tipo de formato que se utilizará para almacenar los mensajes de voz.

```
format=wav49|gsm|wav
```

La siguiente línea define el servidor de correo que envía el mensaje electrónico de notificación al correo personal del usuario.

```
serveremail=asteriskOAQ
```

La línea a continuación permite adjuntar el mensaje de voz en el correo electrónico enviado.

```
attach=yes
```

Las siguientes líneas de configuración definen el tiempo máximo y mínimo en segundos de un mensaje de voz.

```
maxmessage=180
```

```
minmessage=3
```

Las siguientes líneas especifican el tiempo máximo en segundos para grabar un saludo personal y el número de segundos en silencio antes y al final de la grabación.

```
maxgreet=60
```

```
skipms=3000
maxsilence=10
silencethreshold=128
```

La siguiente línea define el número máximo de intentos de envío de la notificación al correo electrónico personal.

```
maxlogins=3
```

Las siguientes líneas permiten definir la estructura del mensaje de correo electrónico.

La primera línea define el *subject* o asunto del mensaje de correo electrónico enviado y las líneas siguientes el cuerpo del mensaje electrónico.

```
emailsubject=[PBX]: Nuevo Mensaje ${VM_MSGNUM} en buzón
${VM_MAILBOX}
```

```
emailbody=Estimado ${VM_NAME}:\n\n\t Le informamos que tiene un mensaje
de voz de ${VM_DUR} de duración (número ${VM_MSGNUM}) en el buzón
${VM_MAILBOX} de ${VM_CALLERID}, el mensaje corresponde a la fecha
${VM_DATE},. Gracias!\n\n\t\t\t\t\t--Asterisk\n
```

La siguiente línea define la aplicación que se utilizará para enviar el correo electrónico, el sistema Asterisk utiliza de manera predeterminada la aplicación *sendmail*.

```
mailcmd=/usr/sbin/sendmail -t
delete=yes
```

En la siguiente sección del archivo de configuración se define el buzón de voz personal para cada usuario. La sintaxis para esta configuración es la siguiente:

buzón => clave, usuario, cuenta de correo electrónico,,adjuntar mensaje de voz (“yes” o “no”).

[internas]

36 => 3600,Ed,granja.eduardo@gmail.com,,attach=yes

37 => 3700,Roberto,robertoandrade533@hotmail.com,,attach=yes

38 => 3800,Mary,marylu1007@yahoo.com,,attach=yes

39 => 3900,Sra.Carmen,carmenoaq@hotmail.com,,attach=yes

3.4.3.5 Configuración de salas de conferencia

Las salas de conferencia permiten que múltiples usuarios participen en una misma comunicación. Las salas de conferencia se configuran editando el archivo **meetme.conf** ubicado en la dirección **/etc/asterisk/**.

Dentro de la sección [rooms] del archivo de configuración se define las salas de conferencia bajo la siguiente sintaxis de línea de comando:

conf => número_de_conferencia,contraseña

El número de conferencia es el correspondiente al determinado en el plan de numeración establecido para salas de conferencias y contraseña establecerá la secuencia de números que deberán ser digitados por un usuario para acceder a este tipo de aplicación.

Para el presente proyecto el archivo **meetme.conf** se edita de la siguiente manera:

[rooms]

conf => 500,123

conf => 501,456

3.4.3.6 Configuración de parqueo de llamadas

La funcionalidad de parqueo de llamadas permite transferir una llamada a una casilla determinada donde ésta esperará ser tomada nuevamente dentro de un lapso de tiempo determinado. El usuario transferido escuchará música mientras espera.

La configuración de esta funcionalidad se realiza editando el archivo **features.conf**, ubicado en el directorio */etc/asterisk/*. En este archivo se define parámetros como: extensión mediante la cual se parquea la llamada, rango de casillas para el parqueo de llamadas, contexto al que pertenecerán las llamadas parqueadas, y el tiempo en segundos en que una llamada puede permanecer en espera.

Para el sistema Asterisk del Observatorio el archivo **features.conf** se edita de la siguiente manera:

```
[general]
```

Las siguientes líneas definen la extensión a marcar para parquear una llamada y el rango de extensiones donde se parquearán las llamadas.

```
parkext => 700  
parkpos => 701-720
```

Las siguientes líneas definen el contexto al que pertenecen las llamadas parqueadas dentro del plan de numeración y el número de segundos que una llamada puede ser parqueada.

```
calls on  
context => parkedcalls  
parkingtime => 45
```

La siguiente línea proporciona un tono al llamante al momento del parqueo de la llamada.

courtesytone = beep

3.4.4 CONFIGURACIÓN DEL *SOFTPHONE* X-LITE 3.0

Configuración de una cuenta SIP

Para poder utilizar una cuenta para comunicación VoIP es necesario que dicha cuenta se encuentre registrada y habilitada en la PBX-IP Asterisk. Para esto primeramente se requiere crear una extensión SIP en la PBX-IP Asterisk y luego, en base a los parámetros establecidos para esta nueva extensión SIP se procede a configurar al *softphone*.



Figura 3. 16 *Softphone* X-Lite 3.0

Los pasos para crear una cuenta en el *softphone* X-Lite 3.0 son los que se detallan a continuación:

Una vez abierto el programa se debe hacer clic en la opción **menú**, escoger **Sip Account Settings** y dar un clic en **Add**; entonces aparecerá la ventana de propiedades de la cuenta que se desea crear.

Una vez dentro de la ventana de propiedades de cuenta, se deben configurar los siguientes campos:

- **Display Name.** En este campo se escribe el nombre que los demás usuarios verán desplegado cuando reciban una llamada de este *softphone*.
- **User Name.** En este campo se escribe el nombre de la cuenta SIP que ha sido creada en la PBX-IP Asterisk y que estará asociada a este *softphone*.
- **Password.** Es la contraseña de registro de la cuenta SIP creada en la PBX-IP Asterisk.
- **Authorization user name.** En este campo va el mismo nombre que en el de *User name*.
- **Domain.** En este campo se debe establecer la dirección IP del servidor de dominio, es decir, de la PBX-IP Asterisk.
- **Proxy Address.** Dentro de este campo se establece la dirección IP del servidor PBX-IP Asterisk seguido del puerto de escucha.

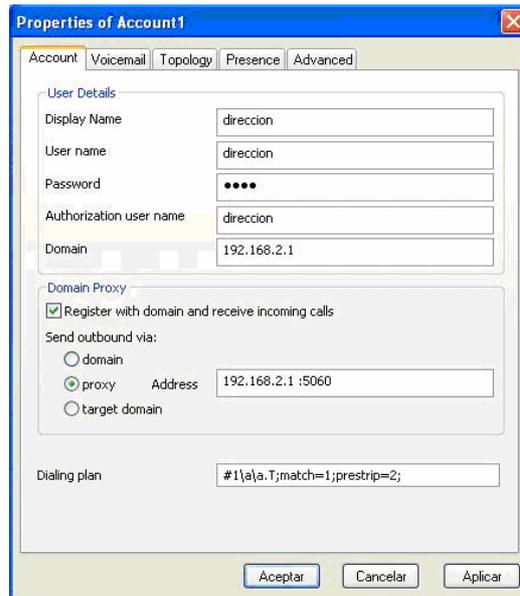


Figura 3. 17 Ventana principal de propiedades de cuenta SIP del *softphone X-Lite 3.0*

Configuración de Calidad de Servicio (QoS)

Con la finalidad de asegurar una óptima calidad en la comunicación, es preciso establecer una calidad de servicio (QoS) para el tráfico de voz y para la señalización, mediante un valor de DSCP¹. Para configurar el mencionado valor se accede a **Options/Advanced/Quality of Service**.

En el campo DSCP de la opción *Audio QoS* se debe establecer el valor de 46, correspondiente a calidad de servicio de voz (RTP, RTSP). Por último, en el campo DSCP de la opción *Signaling QoS* hay que establecer el valor de 26, correspondiente a calidad de servicio de control de voz (SIP, H.323).

1. **DSCP** (*Differentiated Services Code Point*) se encuentra especificado en RFC2474. Es un valor localizado en el campo DS de la cabecera IP. Los valores de DSCP corresponden a la calidad de servicio QoS de acuerdo a la naturaleza del tráfico.

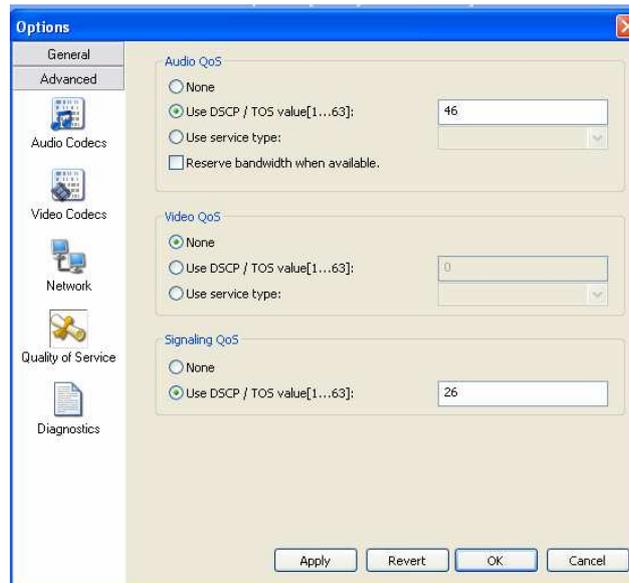


Figura 3. 18 Ventana de configuración de QoS del *softphone X-Lite 3.0*

3.4.5 CONFIGURACIÓN DEL REGISTRO DE LLAMADAS

Asterisk mantiene un registro detallado de llamadas CDR (*Call Detail Record*). El análisis de esta información permite buscar patrones o anomalías que determinen un mal uso del sistema telefónico, así como el mejoramiento del registro telefónico en base a los números marcados más comúnmente.

El registro de llamadas se realiza mediante la variable **amaflags** que puede tomar los valores de “default”, ”omit” o “documentation”

Asterisk incluye de manera predeterminada el módulo **cdr-cvs** donde se registran las llamadas entrantes y salientes. La información se almacena en el archivo **Master.cvs**, el cual se encuentra en **var/log/asterisk/cdr-cvs**. La información del archivo **Master.cvs** presenta los siguientes parámetros:

1. Valor determinado para el canal Zap o para un usuario SIP o IAX. (account code).
2. Origen de la llamada, número de identificación de llamada (Caller ID).
3. Destino de la llamada.

4. Contexto de destino.
5. Identificador de llamada (caller ID) con texto (nombre de usuario).
6. Canal del origen de llamada.
7. Canal de destino de la llamada.
8. Última aplicación ejecutada en el canal.
9. Datos (argumentos) de la última aplicación.
10. Tiempo de inicio de la llamada (start time).
11. Tiempo en el que la llamada fue contestada (answer time).
12. Tiempo de finalización de la llamada.
13. Duración de la llamada (diferencia entre el inicio y fin de la llamada).
14. Tiempo facturable (diferencia entre el tiempo de la contestación de una llamada y su finalización)
15. Estado de la llamada (contestada, ocupada o no disponible)
16. Tipo de variable **amaflags** utilizada.
17. Campo definido para el usuario, máximo 255 caracteres.

Para un eficiente almacenamiento y presentación de los registros de llamadas se ha diseñado una base de datos para el sistema Asterisk. La base de datos está conformada de 2 programas: **registros** y **registros_asterisk**.

El primer programa crea a partir de una copia del archivo **master.cvs** los siguientes archivos:

```
/reg_PBX/registro$mrg  
/reg_PBX/registro1$mrg  
/reg_PBX/registro2$mrg
```

Donde **\$mreg** corresponde al valor del mes y año en que se generaron los archivos mediante la siguiente sintaxis: mes expresado con tres letras seguido del año, por ejemplo may2006.

El archivo **/reg_PBX/registro\$mrg** contiene información relacionada con los parámetros 3, 6, 10, 14 del archivo **Master.cvs**.

El archivo */reg_PBX/registro1\$mrg* contiene información relacionada con los parámetros 3, 5,10, 14 del archivo **Master.cvs**.

El archivo */reg_PBX/registro2\$mrg* contiene información relacionada con los parámetros 6, 7, 10,14 del archivo **Master.cvs**.

El programa **registros** generará automáticamente los tres archivos cuando la fecha del sistema coincida con una fecha definida por el administrador del sistema en el código del programa.

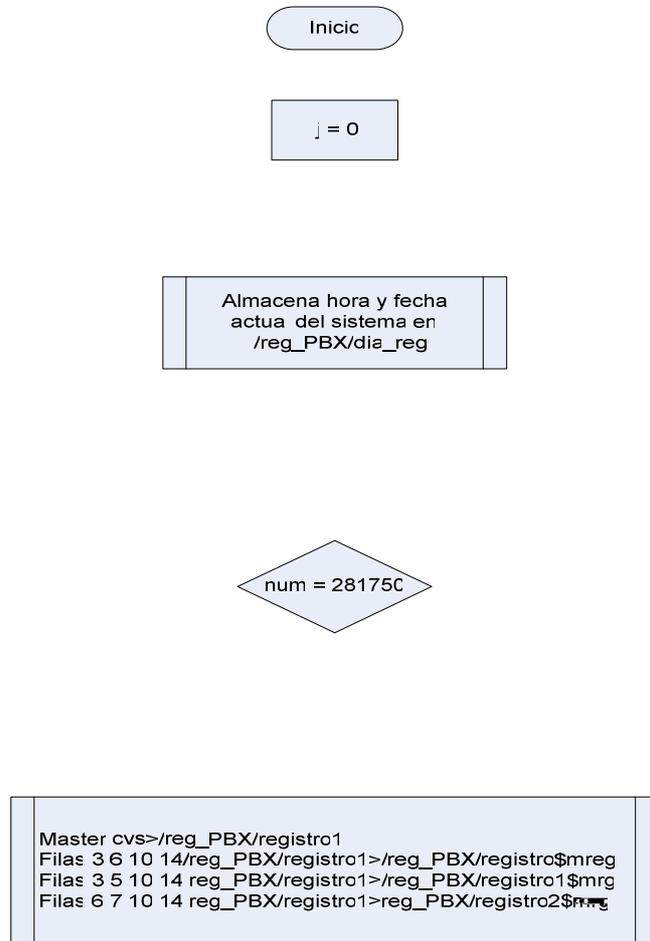
Una vez generado los tres archivos, la información contenida en al archivo **Master.cvs** es borrada y el programa vuelve a ejecutarse hasta una nueva coincidencia del valor relacionado con la fecha definida por el administrador en el código del programa.

El valor establecido actualmente es 281750, que corresponde al día 28 de cualquier mes a las 17 horas con 50 minutos. La consideración del día 28 ha sido en base a que corresponde al último día del mes más corto (Febrero).

El programa **registros_asterisk** permite la presentación de los datos almacenados en los registros creados por el programa **registros**. El usuario de la base de datos debe ingresar el mes y año correspondiente al registro que se desea revisar utilizando la sintaxis explicada anteriormente. A continuación el usuario puede seleccionar tres opciones para la revisión de datos:

- La primera en base al origen de la llamada, es decir, si la llamada fue realizada desde una extensión analógica o una extensión SIP.
- La segunda opción en base al destino de la llamada, es decir, si la llamada fue realizada hacia un usuario de la PSTN o a otra extensión del sistema Asterisk.
- La tercera opción es en base a una fecha específica.

La configuración de los dos programas expuestos sigue la estructura presentada en los siguientes diagramas de flujo. El código fuente de los dos programas se presentan en el Anexo 8.



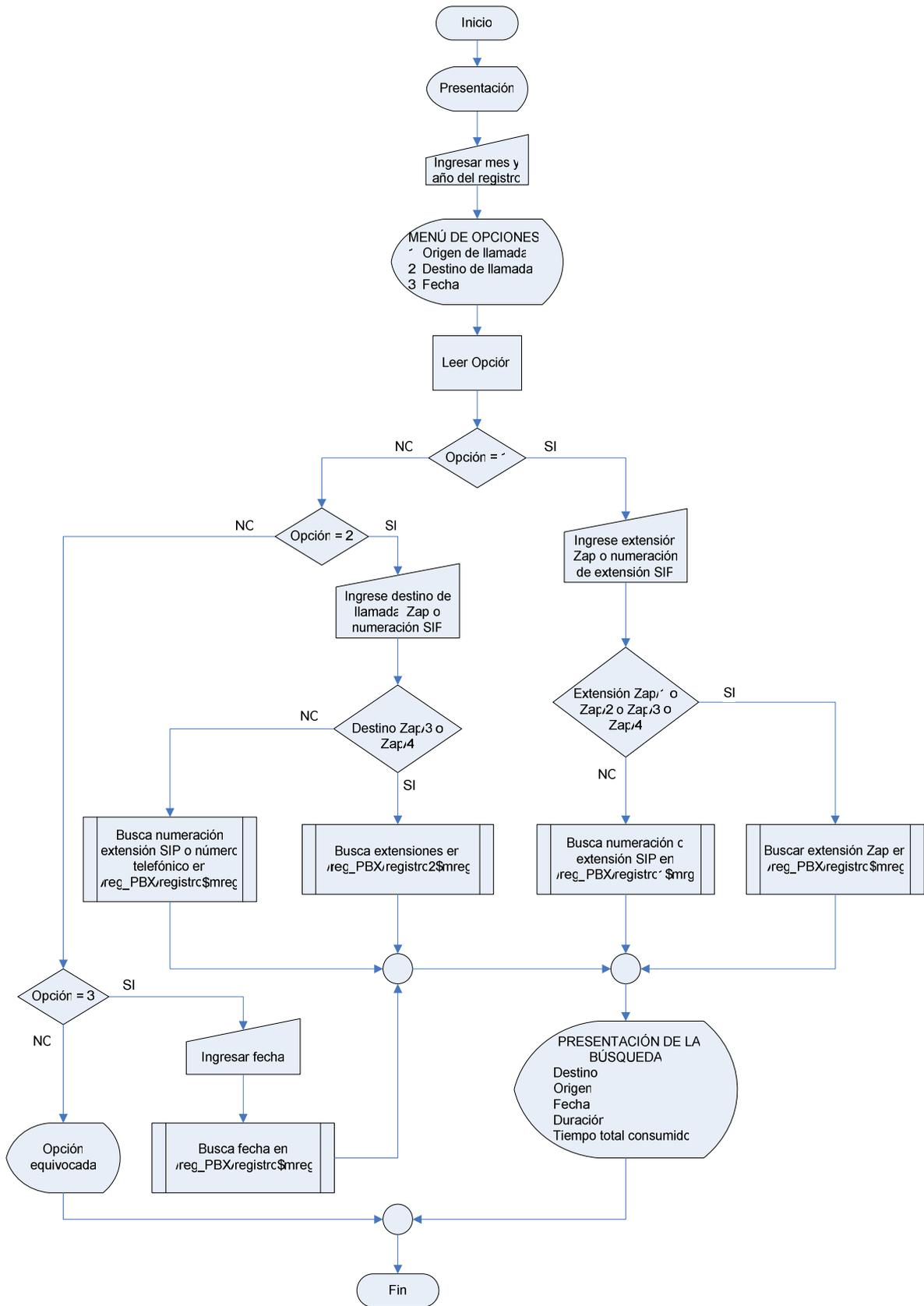


Figura 3. 20 Diagrama de flujo del programa *registros_asterisk*

3.5 IMPLEMENTACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL DE VIDEO (CCTV)

3.5.1 INSTALACIÓN DEL CIRCUITO CERRADO DE VIDEO (CCTV)

Para una correcta instalación de de la tarjeta capturadora de video (GV CARD) se deben seguir los siguientes pasos:

- Insertar la tarjeta capturadora de video en un *slot* PCI.
- Insertar el CD de instalación, instalar los *drivers* de la tarjeta y el software del sistema de CCTV.
- Reiniciar el sistema.

Instalación del software del sistema

Mediante el CD de instalación del software del sistema se ejecuta el archivo Setup.exe, el mismo que despliega un menú que permite seleccionar el modo de aplicación en que funcionará el sistema (Sistema Principal, Acceso remoto, Central, etc.).

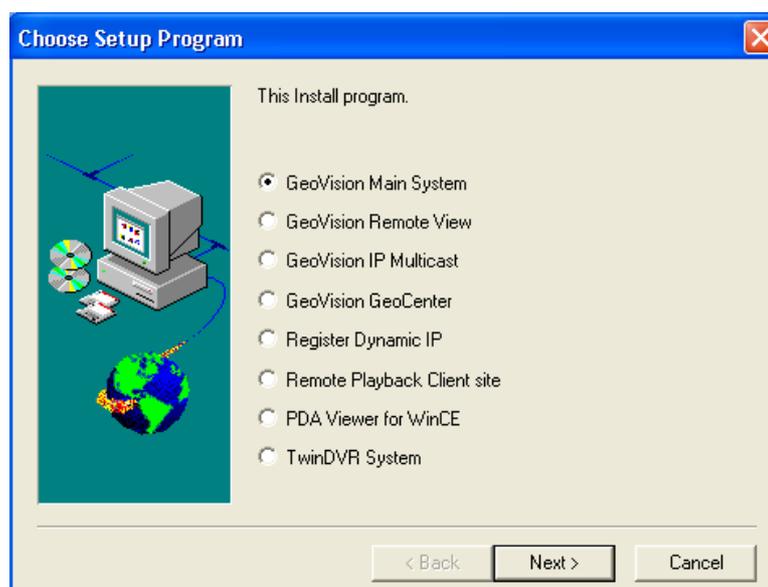


Figura 3. 21 Ventana de instalación del modo de aplicación del CCTV

Dentro del presente proyecto se requiere la instalación de un sistema principal de CCTV por lo cual se selecciona el modo de aplicación de Sistema Principal (*Main System*). A continuación se debe seleccionar el controlador (*driver*) relacionado con la tarjeta capturadora de video, para el presente proyecto se selecciona el controlador correspondiente de la tarjeta capturadora de video GV600.

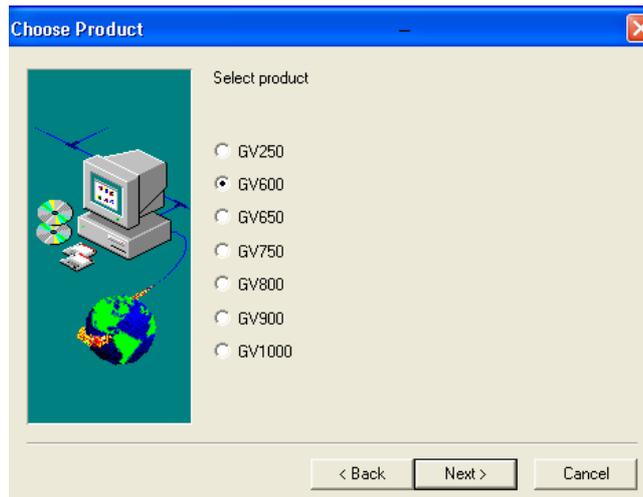


Figura 3. 22 Ventana de selección del controlador de la tarjeta capturadora de video

Una vez escogido el controlador adecuado, las siguientes ventanas de instalación permitirán configurar los parámetros del sistema relacionados con número de píxeles del monitor que utilizará el sistema, directorio de destino donde se instalará el sistema y sistema de video a utilizar (NTSC, PAL o SECAM).

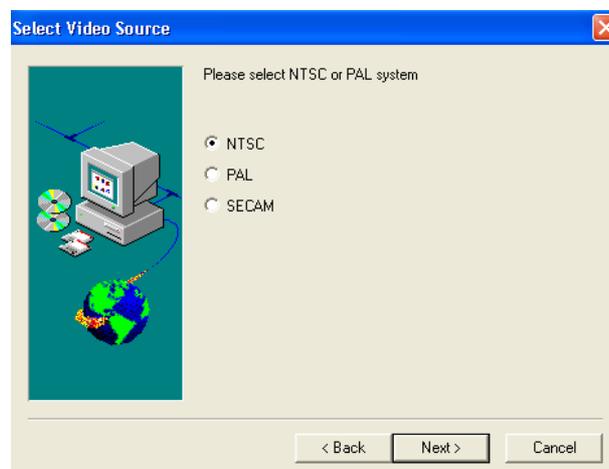


Figura 3. 23 Ventana de selección del sistema de video

3.5.2 CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL DE VIDEO (CCTV)

La primera vez que se ejecuta el sistema será necesario definir una identificación y clave de acceso para el administrador del sistema. Una vez definidos estos parámetros se ingresara automáticamente al programa del sistema principal de la central de video. Las diferentes funcionalidades que proporciona el sistema se indican a continuación.

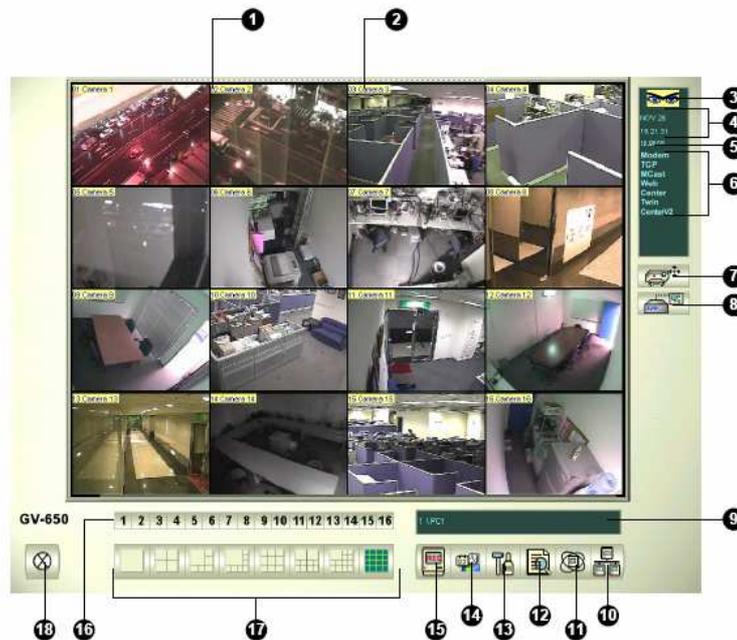


Figura 3. 24 Ventana principal de la central de video ^[4]

Tabla 3. 1 Descripción de las diferentes funciones de la central de video

Número	Nombre	Descripción
1	Número de Cámara	Identificativo de la cámara corresponde al número de puerto de la tarjeta GV
2	Nombre de cámara	Indica el nombre designado a la cámara
3	El ojo (<i>The eye</i>)	Si el ojo parpadea significa que el sistema no esta funcionando adecuadamente

4	Date/Time	Indica la hora y fecha
5	Espacio de almacenaje	Indica la cantidad de espacio disponible para almacenamiento
6	Conexión	Indica que existe una conexión remota con el servidor
7	Control PTZ	Controla el moviendo PTZ de la cámara
8	Control I/O	Entradas y salidas de controles externos (alarmas)
9	Nombre de locación	Indica la posición geográfica en la que se encuentra el servidor
10	Red (<i>Network</i>)	Permite conexión de aplicaciones remotas en el servidor
11	Escaneo de cámaras	Permite el escaneo de cámaras en el monitor
12	Log Video/audio	Selecciona la reproducción de los archivos de video
13	Configuración	Permite configurar el sistema
14	Horario	Permite configurar un horario para el almacenamiento de video
15	Monitor	Activa monitoreo de vigilancia
16	Selección de cámara	Presenta la imagen captada por la cámara en la pantalla completa (<i>Full Screen</i>) del computador
17	División de pantalla	Selecciona la división de la pantalla en que se presentarán las imágenes de todas las cámaras
18	Salir (<i>Exit</i>)	Permite salir del programa o cambiar de usuario

Mediante la opción **configuración** se puede configurar cada una de las cámaras que conforman el sistema y los parámetros globales acerca del almacenamiento de las imágenes. Los cambios pueden aplicarse a todas las cámaras o de manera individual.

Configuración global de los parámetros de grabación

Los parámetros globales relacionados con la grabación de imágenes se realiza dentro de la ventana de configuración seleccionado la opción **System configure** seleccionado la opción *General Setting* (Configuración General). Dentro de esta ventana se pueden configurar los siguientes parámetros.

- **Start Monitor.** Permite seleccionar el modo de control de monitor al momento de iniciar el sistema.
- **Monitor All.** Permite desplegar las imágenes captadas por todas las cámaras que conforman el sistema al momento de iniciar el mismo.
- **Schedule Monitor.** Permite monitorear las cámaras en base a un horario establecido.
- **Log Store.** Permite seleccionar la ubicación y tiempo de almacenaje de los archivos de audio/video. Los principales parámetros a configurar son:
 - *Available:* Permite seleccionar el espacio libre de almacenaje.
 - *Keep Days:* Permite configurar el tiempo de días que se mantendrá almacenado un archivo de audio/video.
- **Pre Rec motion.** Permite almacenar video ante la presencia de un evento determinado durante un lapso de tiempo definido.

Configuración de los parámetros específicos de cada cámara

Se pueden configurar los parámetros relacionados con cada cámara para lo cual será necesario seleccionar la lengüeta (*tab*) en la ventana de configuración correspondiente a la cámara a configurar.

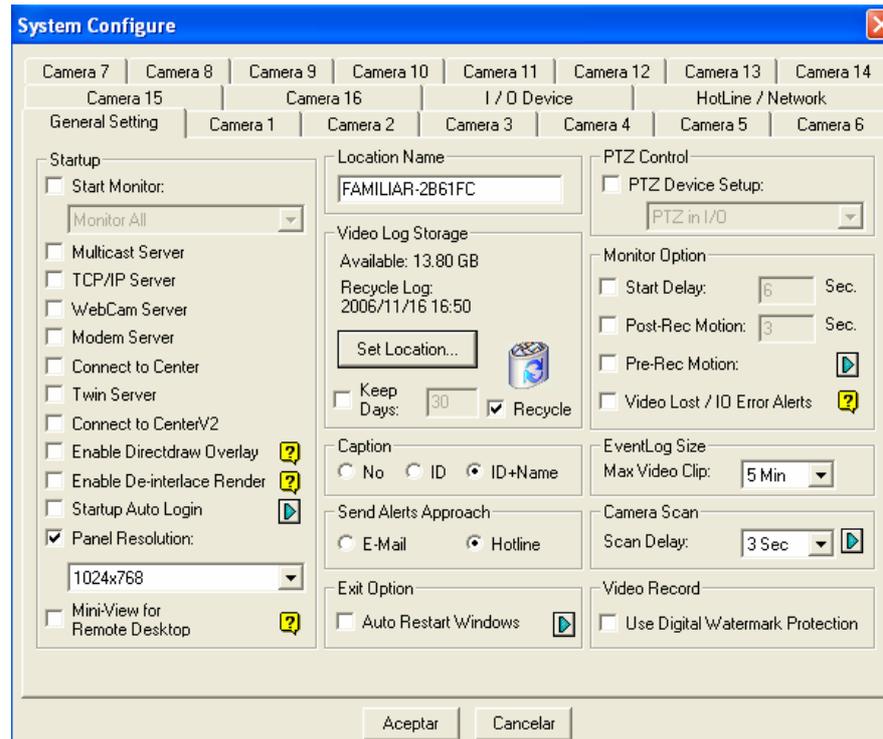


Figura 3. 25 Ventana de configuración de la central de video

Los parámetros principales a configurar son:

- **Camara Name.** Permite definir un nombre a la cámara.
- **Frame/Sec.** Permite ajustar la tasa de tramas de grabación. Existen tres opciones disponibles. *Smart, High, Low.*
 - *Smart.* Permite al sistema seleccionar el número de tramas que sea posible cuando ocurre un evento.

- *High*. El sistema permite distribuir un alto número de tramas a la cámara seleccionada mientras el resto de cámaras compartirán el resto de tramas.
 - *Low*. El sistema distribuye un bajo porcentaje de tramas a la cámara seleccionada, por lo cual esta tendrá menor prioridad ante la presencia de un evento.
- **Rec Control**. Permite seleccionar la calidad de grabación de cada cámara. Mayor calidad de grabación requiere mayor espacio de almacenaje.
 - **Motion Sensivity**. Permite seleccionar la sensibilidad de las cámaras para detectar movimientos. Existen 10 niveles, el valor más alto especifica una mayor sensibilidad.
 - **Mask Filter**. Permite seleccionar un área en la cual el sistema ignorará movimientos.

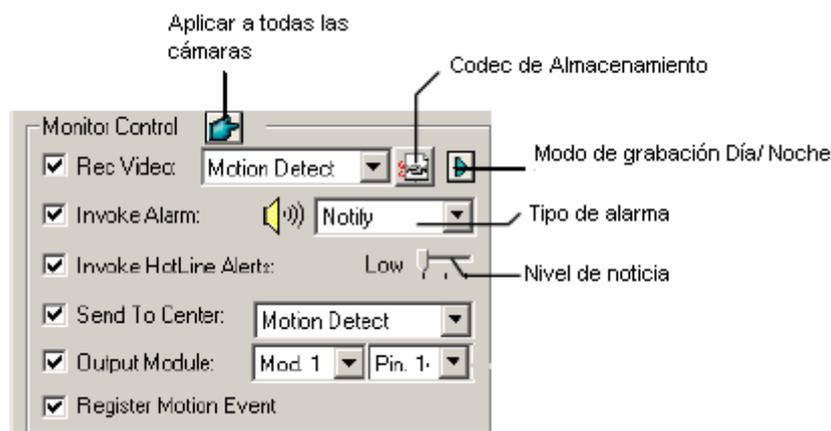


Figura 3. 26 Ventana de configuración de parámetros relacionados a cada cámara

3.5.3 INSTALACIÓN DEL MEDIO DE TRANSMISIÓN PARA LA CENTRAL DE VIDEO

Los conectores de entrada de la tarjeta adaptadora de video así como los conectores de salida de las cámaras de vigilancia tienen una impedancia de 75 ohmios, razón por la cual se requiere un medio de transmisión que se acople a dicha impedancia. Adicionalmente, como las cámaras de vigilancia se ubicarán en exteriores se requiere de un medio de transmisión que proteja la información de interferencias electromagnéticas sin requerir de canaletas o tuberías para dicho propósito. En base a las consideraciones expuestas, en el presente proyecto se utilizará cable coaxial de 75 ohmios de impedancia. Este medio de transmisión permite alcanzar distancias de hasta 100 km y velocidades de 622 Mbps.

Por otra parte, se requiere un medio de transmisión para proveer la señal de alimentación que precisan las cámaras para su funcionamiento, para lo cual se ha escogido en el presente proyecto alambre gemelo AWG #22.

Se debe tener en cuenta que mientras mayor sea la distancia entre la ubicación de las cámaras y la tarjeta adaptadora de video se presentarán pérdidas en la señal de alimentación, lo que provocará el funcionamiento inadecuado de las cámaras en lo relacionado a la nitidez de la imagen, funciones del *zoom* o inclusive podría suceder que la cámara no encienda.

3.5.4 CONFIGURACIÓN DEL ACCESO REMOTO

Una de las ventajas de implementar un circuito cerrado de video (CCTV) sobre una infraestructura de red, es la flexibilidad que proporciona el sistema para acceder a las escenas captadas por las diferentes cámaras y el control de las mismas desde cualquier *host* perteneciente a la LAN, e inclusive desde cualquier *host* que se encuentre conectado a Internet.

La funcionalidad de acceso remoto requiere de la habilitación del servidor de *WebCam* propio del sistema, el cual proporciona una página WEB por medio de la que se accede a las escenas captadas, se modifica la posición de las cámaras y se puede almacenar los eventos en el computador remoto. Este servidor se habilita seleccionando la funcionalidad **Network** y escogiendo la opción **WebCam Server**. Una vez habilitado el servidor aparece una nueva ventana de configuración en la cual se selecciona el tipo de transferencia de las tramas de video entre dos modos: tipo servidor de video local o transferencias de imágenes JPEG por FTP. Para el presente proyecto se ha seleccionado la primera opción, la misma que permite la transmisión de video en tiempo real utilizando técnicas de compresión MPEG-4. Dentro de esta ventana se pueden ajustar los parámetros relacionados con la calidad de la imagen de los archivos JPEG y los puertos para la transferencia de información de audio y video de las escenas captadas por las diferentes cámaras. Los puertos por defecto utilizados son 5550 para video y 6550 para audio. Una vez configurados los aspectos antes expuestos es necesario activar el servidor mediante la opción **Execute**.

Para que un usuario acceda de manera remota a la central de video deberá utilizar el explorador de Internet de Windows, escribiendo en el campo de URL la dirección IP correspondiente a la central de video. Para una correcta interacción con la página WEB provista por el servidor *WebCam*, es necesario que el usuario remoto cuente con los controladores ActiveX¹ actualizados en su equipo.

Cabe mencionar que el acceso remoto al sistema no admite el ingreso a la configuración general del mismo.

1. **ActiveX**. Componentes de software de Microsoft, que permiten activar el sonido, las aplicaciones Java y las animaciones que se desea integrar en una página Web.

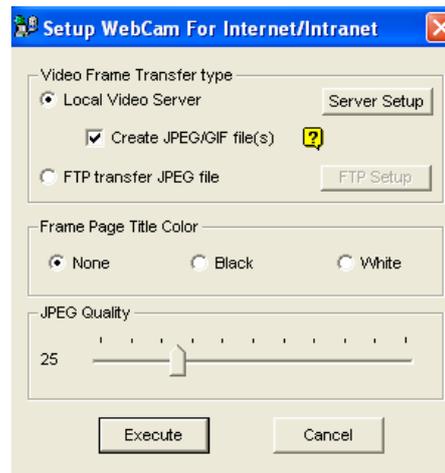


Figura 3. 27 Ventana de configuración del Servidor de WebCam

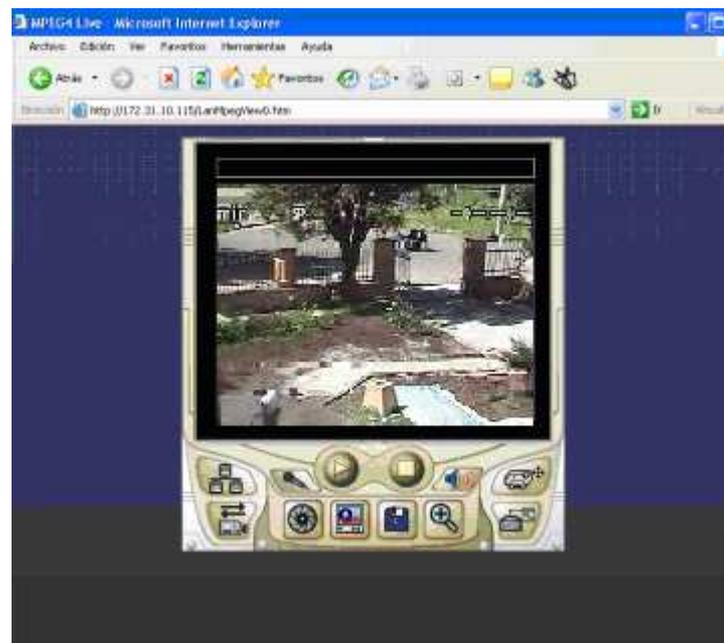


Figura 3. 28 Ventana de acceso remoto mediante el explorador de Internet de Windows

REFERENCIAS

TESIS

- [1] LOZA Edison, *Implementación de un prototipo de mini central PBX con capacidad de VoIP utilizando Linux*, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2006

LIBRO

- [2] GOMILLION David, DEMPSTER Barrie; *Building Telephony Systems with Asterisk*, 1ra Edición, Packt Publishing, Reino Unido, 2005

MANUALES

- [3] CODESIS, *Técnico en Redes y Comunicaciones para computadores*, Tomo 2
[4] GEOVISIÓN, Manual de la tarjeta capturadora de video GV600
[5] DIGIUM, *Installing the TDM400P*, USA, 2006

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

- [6] <http://www.monografias.com/trabajos28/manual-redes/manual-redes.shtml>
[7] <http://mike.calle69.net/asterisk/>
[8] <http://www.aarnet.edu.au/engineering/networkdesign/qos/precedence.html>
[9] <http://www.linuxparatodos.net>

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN

En el presente capítulo se presentan las pruebas correspondientes que permiten la evaluación del correcto funcionamiento del sistema implementado, así como de sus limitaciones.

En este capítulo también se proporcionan los costos requeridos para la implementación del Sistema Integrado de Comunicación así como de equipos y dispositivos compatibles con el sistema que permitan la utilización de los servicios proporcionados por el mismo.

Las pruebas a realizarse se han dividido para un mejor análisis en las siguientes etapas:

La primera etapa se relaciona con las pruebas correspondientes a la red LAN en cuanto a conectividad, estabilidad de la comunicación, tráfico de información y niveles de seguridad.

La segunda etapa comprende las pruebas relacionadas con la red WLAN en lo correspondiente a conectividad física y lógica, estabilidad de comunicación, niveles de señal, velocidad de transmisión y niveles de seguridad.

La tercera etapa está relacionada con el funcionamiento del sistema PBX-IP Asterisk en cuanto a conectividad, estabilidad, calidad de servicio, y correcto funcionamiento de las aplicaciones del sistema.

La cuarta etapa se relaciona con el funcionamiento del circuito cerrado de video, respecto a la nitidez de la escena, cobertura del sistema, calidad de servicio y acceso remoto.

Cabe mencionar, que las pruebas para cada subsistema se efectúan con los otros subsistemas funcionando completamente, de tal manera de poder analizar la estabilidad de todo el Sistema Integrado de Comunicación.

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED LAN

Para comprobar el correcto funcionamiento de la red LAN, se consideró el análisis de los siguientes aspectos:

- Conectividad física desde cada salida de telecomunicaciones hasta su correspondiente terminación mecánica en la sala de equipos.
- Conectividad a nivel lógico de los hosts pertenecientes a la red LAN y estabilidad de las comunicaciones.
- Tráfico de información utilizado por segmento de red.
- Niveles de seguridad.

4.1.1 CONECTIVIDAD A NIVEL FÍSICO

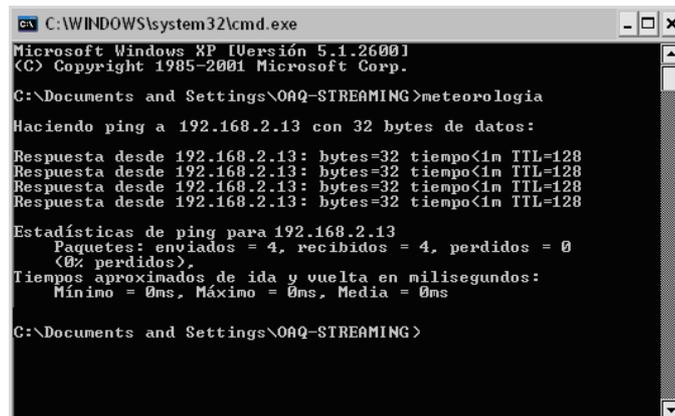
Para la prueba relacionada con este aspecto se utilizó un equipo de mapeo de pines, verificándose la correcta correspondencia entre los pares de ambos extremos del segmento de red de prueba.

En base al resultado obtenido se puede inferir que la conexión física del segmento de red se encuentra en perfectas condiciones.

Se utilizó la misma técnica para cada uno de los segmentos de red que conforman la red LAN obteniéndose resultados similares.

4.1.2 CONECTIVIDAD A NIVEL LÓGICO

Para comprobar el correcto funcionamiento de este aspecto se envió un mensaje PING a cada una de las máquinas de la red, obteniendo los resultados que se muestran en la figura siguiente.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600.1
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\OAQ-STREAMING>meteorologia
Haciendo ping a 192.168.2.13 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.2.13: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.2.13
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\OAQ-STREAMING>
```

Figura 4. 1 Datos obtenidos del mensaje PING

En base a este resultado se infiere que los hosts tienen una adecuada conexión a nivel lógico. Considerando adicionalmente que no se presentaron interrupciones o pérdidas de los paquetes ICMP¹ se deriva que la estabilidad en las comunicaciones a través de la red LAN es adecuada.

4.1.3 TRÁFICO DE INFORMACIÓN

Para el análisis de esta prueba se ha excluido el tráfico de video, el mismo que será analizado más adelante.

Para comprobar que el tráfico de información utilizado es similar al estimado para un adecuado funcionamiento de la red LAN, se utilizó el software para medición de tráfico denominado COMM TRAFFIC.

1. **ICMP, Internet Control Message Protocol.** Es un protocolo que corre a nivel de capa de red, el cual provee al equipo origen reportes sobre estado, retardo, errores de enlace o conexión, etc. concernientes al procesamiento de paquetes.

La medición de tráfico se realizó a la hora pico (10h00 a 11h00). En la siguiente figura se presentan los datos obtenidos.

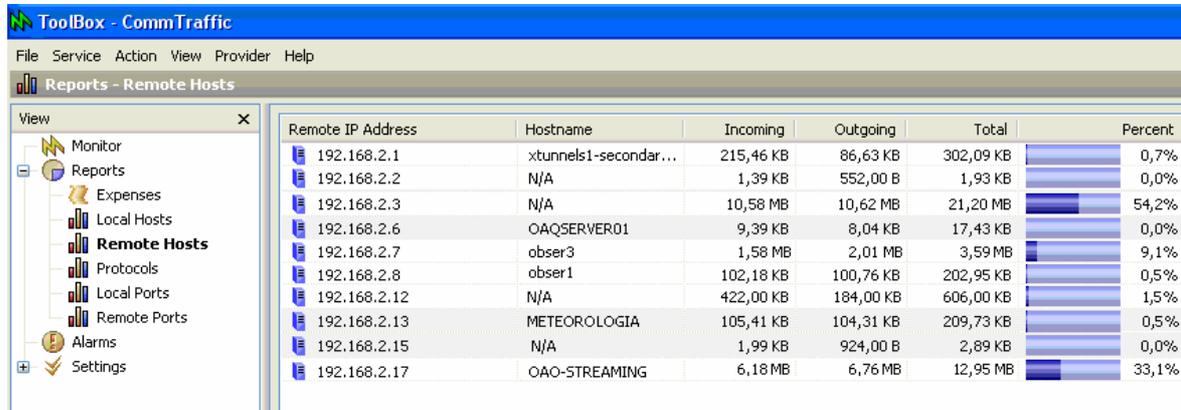


Figura 4. 2 Medición del volumen tráfico ordinario

A continuación se procede a determinar el ancho de banda del segmento de red que transporta el mayor valor volumen de tráfico (192.168.2.3, Servidor Asterisk).

$$T = \frac{21.20 \text{ Mbytes}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} = 47.11 \text{ Kbps}$$

Comparado este resultado con el valor de ancho de banda estimado, el cual es de 144.87 Kbps (ver subcapítulo 2.3.1.2, excluyendo el valor de video sobre red), se determina que el valor estimado esta acorde con los requerimientos de tráfico de red. De este resultado se infiere adicionalmente que el ancho de banda para el resto de segmentos es por demás adecuado.

4.1.4 NIVELES DE SEGURIDAD

La seguridad establecida para los usuarios de la red LAN actualmente se basa en nombre de usuario y clave de acceso. Las claves de acceso no deben ser demasiado simples y debe ser conformada por un conjunto de mínimo 8 caracteres en mayúsculas, minúsculas, números no consecutivos y símbolos. Se recomienda que las claves no se relacionen con información personal pero debe ser fácil de recordar para el usuario. Las claves adicionalmente deben ser

cambiadas periódicamente en un lapso de tiempo definido por el usuario o el administrador del Sistema de acuerdo a las políticas de seguridad interna o en el caso de detectar amenazas de intrusos.

Para evitar posibles amenazas de virus, el *software* antivirus debe ser constantemente actualizado.

Se recomienda mantener respaldos de toda la información relevante por parte de cada usuario en una partición segura de su disco duro y/o en dispositivos de almacenamiento extraíbles. Adicionalmente respecto a este punto, el Observatorio cuenta con una computadora destinada a guardar los respaldos de todas las computadoras pertenecientes al mismo.

Para mejorar la seguridad de la red se puede utilizar la funcionalidad *Active Directory*¹ de Windows 2003 Server, la cual permite la centralización de la seguridad de la red. Mediante el *Active Directory* se pueden establecer entre otras las siguientes políticas de seguridad: Políticas a nivel de dominio, como son políticas de cuentas y políticas de bloqueo de cuentas. Políticas de auditoría, que permiten el análisis del sistema respecto de acciones satisfactorias o fallidas. Asignación de derechos de usuario, al cual le permite trabajar en modo sesión o modo privilegio.

Para que las políticas de seguridad establecidas funcionen adecuadamente es importante concientizar al personal sobre la confidencialidad de la información y fidelidad a la organización.

En vista de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en base a los cuatro aspectos expuestos, se deriva que el funcionamiento de la red LAN es adecuado.

1. **Active Directory** es una base de datos de información sobre usuarios, computadoras, impresoras y casi absolutamente cualquier objeto relacionado a la computación en la empresa

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED WLAN

Para comprobar el funcionamiento adecuado de la red WLAN, se consideró los siguientes aspectos:

- Conectividad física desde el *Access Point* hacia cada una de las secciones cubiertas de manera inalámbrica (niveles de potencia de señal).
- Conectividad a nivel lógico de los *hosts* pertenecientes a la red WLAN y estabilidad del sistema.
- Tráfico de información utilizado por segmento de red.
- Niveles de seguridad.

4.2.1 CONECTIVIDAD FÍSICA

Para comprobar el presente aspecto se utilizó el software NETSTUMBLER, obteniendo los valores expuestos en la tabla 4.1 de niveles de sensibilidad de señal en las secciones cubiertas de manera inalámbrica (Ver también Anexo 9).

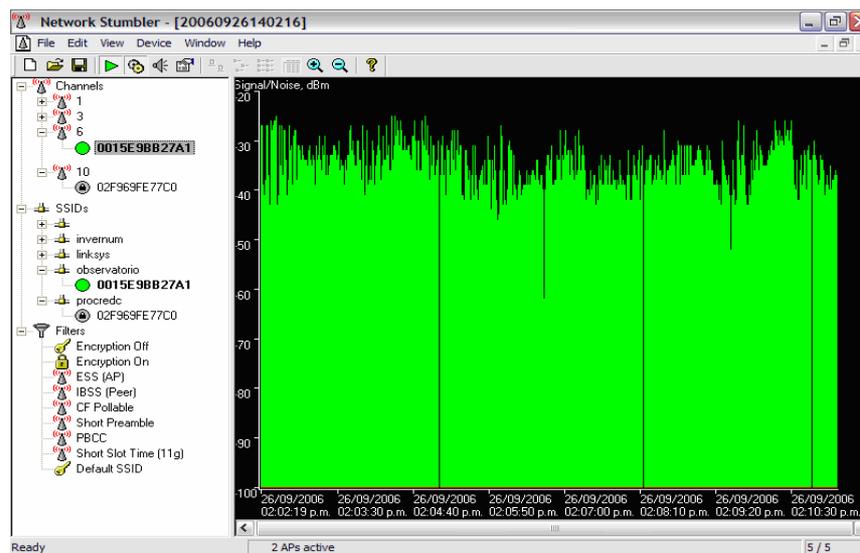


Figura 4.3 Medición de niveles de sensibilidad con el programa Netstumbler

Tabla 4. 1 Valores de sensibilidad en las secciones de la WLAN

Secciones	Sensibilidad (dBm)
Torre 1	-39
Torre 2	-58
Torre 3	-65
Telescopio Merz	-68
Biblioteca	-58
Electrónica	-78
Mecánica	-61
Sección R	-56

De acuerdo a las pruebas realizadas se determinó que existe una comunicación eficiente entre el *Access Point* y el equipo inalámbrico de prueba a valores de sensibilidad de señal mayores a -70 dBm. En base a este valor y los datos obtenidos de sensibilidad de señal para las distintas secciones, se puede determinar que la conectividad física entre el *Access Point* y los *hosts* correspondientes a cada sección cubierta de manera inalámbrica es adecuada, excepto en la correspondiente a la sección de Electrónica.

4.2.2 CONECTIVIDAD LÓGICA

La comprobación de este aspecto se ha realizado de manera similar al expuesto para la red LAN.

De los valores obtenidos se puede inferir que existe conectividad lógica adecuada entre los *hosts* conectados inalámbricamente y al no presentar pérdidas considerables de paquetes la estabilidad de comunicación en la red WLAN es apropiada.

4.2.3 TRÁFICO DE INFORMACIÓN

La medición de este parámetro se realizó conjuntamente con el tráfico de la red LAN. De igual manera que en el análisis de pruebas de la red LAN no se incluye los valores de tráfico relacionados con la aplicación de video sobre red.

De los datos presentados en la figura 4.2, se utiliza el mayor valor de volumen de tráfico correspondiente a un usuario inalámbrico (192.168.2.17, OAQ-STREAMING) para determinar el ancho de banda utilizado por dicho usuario.

$$T = \frac{12.95 \text{ Mbytes}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ seg}} = 28.77 \text{ Kbps}$$

Del resultado obtenido se puede inferir que el resto de usuarios inalámbricos consumirán un ancho de banda similar.

Considerando el número total de usuarios inalámbricos que pertenecen al Observatorio, la capacidad de canal inalámbrico utilizado es de aproximadamente:

$$T = 28.77 \text{ Kbps} * 7 \text{ usuarios inalámbricos} = 201.44 \text{ Kbps}$$

Con lo cual se puede determinar que el ancho de banda para el canal inalámbrico estimado cumple adecuadamente con los requerimientos de tráfico.

4.2.4 NIVELES DE SEGURIDAD

La seguridad establecida para acceso a la red WLAN se definió en base a la aceptación de direcciones MAC de los adaptadores de red inalámbricos. Se comprobó que efectivamente cualquier computador con un adaptador de red inalámbrico con dirección MAC diferente a los establecidos en la lista de acceso por filtrado MAC, no se asociaba con el *Access Point*.

En vista de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en base a los cuatro aspectos expuestos, se concluye que el funcionamiento de la red WLAN es adecuado.

4.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PBX-IP ASTERISK

Para comprobar el funcionamiento correcto del sistema Asterisk, se tomó en cuenta los siguientes aspectos.

- Comunicación entre usuarios del sistema.
- Comunicación con usuarios de la PSTN.
- Funcionamiento adecuado de las aplicaciones del sistema.
- Estabilidad del sistema.

4.3.1 COMUNICACIÓN INTERNA

En lo concerniente a este aspecto se efectuaron llamadas entre usuarios con terminales analógicos, entre un usuario con terminal analógico y un usuario con terminal SIP y entre dos usuarios con terminales SIP; obteniéndose los siguientes resultados:

La calidad de sonido entre terminales analógicos es muy buena, la comunicación se desarrolla de manera nítida y no se presenta eco en la misma. Existe una cancelación de las señales de voz cuando los dos usuarios hablan al mismo tiempo.

La calidad de sonido entre un terminal analógico y un terminal SIP es buena, se escucha de manera nítida la comunicación aunque existen pérdidas de paquetes de voz debido al tipo de transporte de los datos. Se presenta también un alto grado de eco si alguno de los usuarios habla cerca al parlante.

La calidad de sonido se degrada si alguno de los usuarios se acerca demasiado al micrófono, no vocaliza adecuadamente o habla demasiado rápido.

La calidad de sonido está fuertemente relacionada con el tipo de micrófono y el computador sobre el cual se ejecuta el *softphone*. Se comprobó que si el micrófono utilizado no es muy bueno, la calidad de sonido se degrada y mientras mayores sean la velocidad del procesador y la capacidad de memoria disponible en el computador que contiene el *softphone*, mejor es la calidad de sonido.

De la observación anterior se puede advertir que mientras mayor sea el número de recursos utilizados en el computador en el cual se ejecuta el *softphone*, menor será la calidad de sonido.

De manera similar que en el caso anterior, si los dos usuarios hablan al mismo tiempo existe una cancelación de las señales de voz.

La calidad de sonido en una comunicación con un usuario con terminal SIP conectado de manera inalámbrica se verá afectada por los mismos parámetros que degradan la calidad de servicio de una comunicación inalámbrica.

4.3.2 COMUNICACIÓN CON USUARIOS DE LA PSTN

La calidad de sonido entre un usuario del sistema Asterisk que cuenta con un terminal analógico y un usuario de la PSTN se considera como muy buena. La comunicación es nítida y existe eco solamente los dos primeros segundos de comunicación debido al modo de transmisión de la voz del sistema telefónico (únicamente sobre un par de hilos). No existen recortes en la comunicación, aunque presenta cancelación de señales de voz cuando los dos usuarios hablan simultáneamente.

La calidad de sonido entre un usuario con terminal SIP del sistema Asterisk y un usuario de la PSTN se considera como buena. La comunicación es nítida aunque

se presenta problemas de eco debido a la realimentación propia de la tarjeta de audio del computador, además de la presencia de recortes en la comunicación debido a la velocidad del procesador, la capacidad de memoria y la calidad de los elementos transductores (micrófono y parlante).

La calidad de sonido se degrada si el usuario con terminal SIP, no vocaliza adecuadamente, habla demasiado rápido, se acerca demasiado al micrófono o habla muy cerca del parlante.

4.3.3 FUNCIONAMIENTO DE LAS APLICACIONES

Respecto a las aplicaciones definidas para el sistema Asterisk se comprobó que funcionan de manera satisfactoria.

Cada usuario cuenta con su propio buzón de voz y los mensajes dejados son enviados a su correspondiente correo electrónico.

Los servicios de conferencia funcionan adecuadamente y la calidad de sonido dentro de este servicio mejora considerablemente. El número de usuarios que pueden utilizar este servicio es de máximo cinco, un número mayor usuarios afecta la calidad de sonido.

El servicio de IVR funciona de manera adecuada y proporciona las opciones definidas para el público general. Si las dos líneas telefónicas de la PSTN se encuentran ocupadas ningún usuario de la PSTN podrá acceder a este servicio. El servicio de IVR utilizará el canal de comunicación en el que atendió una llamada externa hasta que realice todas las propiedades definidas para el mismo aunque el usuario llamante haya colgado su terminal telefónico. Esta característica inhabilita la utilización de este canal para el establecimiento de otra llamada mientras dure este proceso.

La transferencia de llamadas externas a través de la PSTN hacia extensiones internas funciona de manera adecuada tanto si la llamada ingresa o se envía a un usuario de la PSTN. Existe problema con este servicio cuando se establece comunicación con otra central telefónica donde se requiere utilizar la tecla “#” para acceder a una opción ya que esta tecla es la misma que es utilizada para el sistema Asterisk implementado. La resolución de este problema se daría permitiendo la utilización de esta tecla para comunicaciones hacia la PSTN, pero se presentaría un nuevo problema debido a que con esta característica cualquier usuario de la PSTN podría transferir llamadas desde su propio terminal presionando dicha tecla, lo que provocaría la pérdida de la comunicación. Para evitar el problema mencionado se debe tener muy claro la utilización de las opciones de transferencia de la aplicación **Dial**, con la finalidad de utilizar esta opción de la manera más adecuada.

Las aplicaciones definidas en el contexto *especiales* funcionan adecuadamente. Cabe aclarar que mientras una aplicación se encuentre en proceso de ejecución, el canal de comunicación utilizado para llamar a la extensión que ejecuta dicha aplicación quedará inhabilitado mientras dure este proceso.

4.3.4 ESTABILIDAD DEL SISTEMA

El sistema Asterisk funciona adecuadamente, no presenta inestabilidades durante el tiempo que tiene funcionando, aún cuando en la instalación del sistema operativo hubo conflictos debido a la incompatibilidad de la *mainboard* con el sistema operativo LINUX.

El sistema está conectado a un UPS que proporciona el funcionamiento permanente del sistema en caso de fallos del sistema eléctrico. En caso de que el sistema eléctrico quede inhabilitado durante un lapso grande de tiempo, se pueden intercambiar fácilmente de manera manual las conexiones del sistema con las líneas telefónicas de la PSTN, de tal forma que éstas últimas queden

conectadas directamente a las extensiones analógicas con el objetivo de proveer el servicio telefónico al Observatorio ante la mencionada eventualidad.

El computador sobre el cual se ejecuta el sistema Asterisk cuenta con dos sesiones de usuarios, root y administrador, lo cual permite utilizar los recursos del computador sin poner en riesgo al sistema Asterisk utilizando la sesión de administrador; cualidad que ofrece el sistema operativo LINUX.

En base a los cuatro aspectos considerados se puede inferir que el sistema Asterisk funciona adecuadamente.

4.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA CENTRAL DE VIDEO

Para comprobar el funcionamiento correcto del sistema de circuito cerrado de video, se tomó en cuenta los siguientes aspectos.

- Nitidez de la imagen y área de cobertura vigilada.
- Funcionamiento adecuado de las aplicaciones del sistema.
- Tráfico de información del sistema.
- Estabilidad y niveles de seguridad del sistema.

4.4.1 NITIDEZ DE LA IMAGEN Y ÁNGULO DE COBERTURA VIGILADA

Para la realización de estas pruebas no se ha podido contar con las cámaras requeridas en el diseño del sistema por no disponer de los recursos económicos para adquirir las mismas, por lo que se han realizado las pruebas con cuatro cámaras domesticas, dos cámara blanco y negro, una cámara de color y una cámara de color con *zoom*, con las cuales se han obtenido los siguientes resultados:

- **Cámara blanco y negro.** Este tipo de cámara proporciona escenas con mejores detalles, en las cuales se puede identificar de mejor manera los relieves de los objetos captados por la cámara.
- **Cámara de color.** Este tipo de cámara proporciona escenas con menor detalle que la de blanco y negro pero al proporcionar escenas con una amplia gama de colores permite identificar de mejor manera los objetos captados.
- **Cámara de color con zoom.** Este tipo de cámara cuenta con las características mencionadas anteriormente, pero la funcionalidad de *zoom*, permite mejorar el alcance de enfoque lo cual permite observar con mejor detalle objetos lejanos. Esta funcionalidad sin embargo produce una pérdida en el ángulo de cobertura captado.



Figura 4. 4 Escena captada por la cámara de color con *zoom* de las afueras del Observatorio

Las variaciones de luz propias del medio ambiente pueden afectar la nitidez de la imagen por lo cual será necesario ajustar el iris de la lente de manera manual o automática dependiendo de la característica de la cámara de video. En el caso de poca presencia de luz, por ejemplo en las noches se puede utilizar la opción de *Nightshoot* con las que cuentan algunas cámaras para solventar esta ausencia.

El ángulo de cobertura estimado que cada cámara cubre es de aproximadamente 90 grados. Esta prueba se realizó utilizando cuatro cámaras, ubicando cada una desde el ángulo muerto de la anterior obteniendo una cobertura casi completa del perímetro del Observatorio.

4.4.2 FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE LAS APLICACIONES DEL SISTEMA

Para esta prueba se ha verificado que las funciones provistas por el sistema de circuito cerrado de video funcionen adecuadamente. Entre las funciones analizadas se tienen: secuenciamiento de cámaras, almacenamiento de archivos, grabación mediante detección de movimiento y acceso remoto; obteniendo un correcto funcionamiento de cada una de ellas.

4.4.3 TRÁFICO DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA

La medición del tráfico de video sobre red se ha realizado mediante el Administrador de tareas de Windows con la utilidad de Funciones de red, en el computador remoto. Esta prueba se ha realizado mediante una comunicación *peer to peer* entre un usuario remoto y la central de video, manteniendo exclusivamente esta única comunicación entre estos dos equipos.

El valor de tráfico promedio obtenido para escenas continuas sin presencia de movimiento es de 300 kbps, para escenas con poco movimiento el tráfico promedio es de 450 kbps y para escenas con bastante movimiento presenta valores de tráfico de 700 kbps.

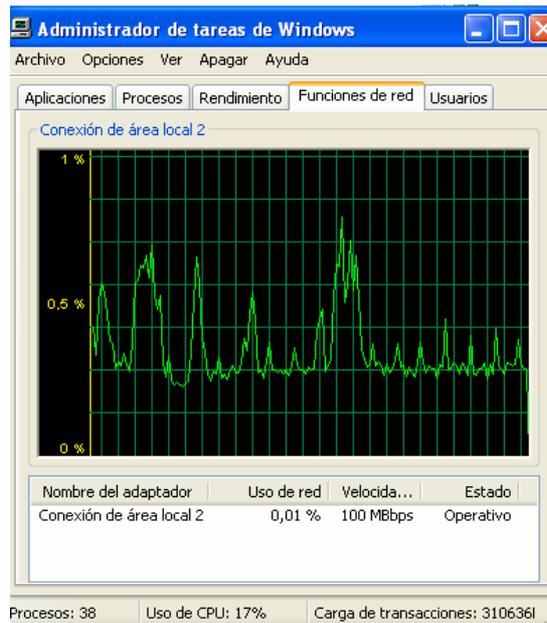


Figura 4. 5 Medición de tráfico de video MPEG-4

4.4.4 ESTABILIDAD DEL SISTEMA

El sistema funciona adecuadamente con diferentes tipos de cámaras (cámara B/N, de color y cámara con *zoom*).

Así mismo, el sistema tiene un correcto funcionamiento relacionado con escenas en las que se presentan mucho, poco o ningún movimiento por parte de los objetos. Para cualquiera de las tres situaciones mencionadas anteriormente, las escenas son claras y sin recortes.

Cabe mencionar que de no existir señal de video en ninguna de las entradas de la tarjeta capturadora de video, el *software* del sistema de CCTV se reinicia y requiere de la autenticación del administrador para volver a operar. Si dicha autenticación no es ingresada en el lapso de un minuto, el *software* del sistema de CCTV obliga al servidor donde se encuentra instalado a reiniciarse. Lógicamente, cuando se presente este caso, no se puede iniciar el acceso remoto así como tampoco se puede realizar ningún tipo de configuración al sistema. Esta característica es propia del sistema de CCTV y es acompañada por el envío de

señales de alarma hacía el correo electrónico o número telefónico configurado por el administrador previamente en el *software* del sistema de CCTV.

En base a los cuatro aspectos considerados se puede determinar que el sistema CCTV funciona adecuadamente.

4.5 EVALUACIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE COMUNICACIÓN

Considerando los resultados obtenidos de las pruebas de funcionamiento realizadas a cada subsistema y que los mismos se encontraban funcionando simultáneamente se puede inferir que la convergencia y funcionamiento de los mismos es adecuada. Lo expresado anteriormente se sustenta en que luego de que todos los subsistemas fueran implementados y puestos en funcionamiento, el Sistema Integrado de Comunicación opera de manera normal y eficiente, es decir, el personal del Observatorio al mismo tiempo que accede a Internet, transfiere datos, puede recibir o realizar llamadas telefónicas u observar lo que pasa en las afueras del Observatorio, todo esto con su equipo de trabajo.

Cabe mencionar que la limitada capacidad de canal inalámbrico, así como los factores que atenúan la señal irradiada, pueden disminuir la calidad de servicio de las diferentes aplicaciones de red que se desempeñen sobre la WLAN.

Respecto a la calidad de servicio de las aplicaciones de red sobre la LAN se puede determinar que es muy buena. Esta inferencia se basa en la medición de tráfico existente sobre la red, el mismo que es de 347.11 kbps cuando las cámaras del CCTV no detectan presencia de movimiento y de 747.11 kbps cuando existe presencia de movimiento. De estos valores se puede determinar que la capacidad provista por cada uno de los segmentos de la LAN, satisfacen ampliamente este requerimiento de tráfico, por lo cual se puede asegurar que no existirá congestión de la red.

La calidad de servicio del Sistema Integrado de Comunicación para determinados usuarios puede verse afectada dependiendo de las características de hardware de los equipos terminales del usuario.

En base a los criterios mencionados anteriormente se puede determinar que el Sistema Integrado de Comunicación es estable en cuanto a convergencia de los subsistemas, funcionamiento y calidad de servicio de los mismos. Adicionalmente, el incorrecto funcionamiento de unos de los subsistemas no afecta de manera crítica el desempeño de los otros subsistemas, lo cual permite que el Sistema Integrado de Comunicación siga funcionando de manera parcial ofreciendo el resto de aplicaciones de red al personal del Observatorio.

4.6 COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN

Dentro de este subcapítulo se presentan los costos necesarios para la implementación del Sistema Integral de Comunicación. La presentación de los costos se ha dividido en valores de implementación de sistemas independientes (Sistema de cableado, LAN, WLAN, PBX-IP y CCTV) y el valor en conjunto de todos los sistemas.

A la par con la redacción de este proyecto se realizó la implementación del Sistema Integral, motivo por el cual se indican dentro de la presentación de costos los elementos del Sistema integral de Comunicación que fueron adquiridos por el Observatorio, los integrantes del presente proyecto y la Escuela Politécnica Nacional, con el objeto de proporcionar una referencia entre el costo de la implementación actual y el costo necesario para la implementación del Sistema en su totalidad. Se debe tener en cuenta que los costos presentados están sujetos a las variaciones propias del mercado.

En los costos del diseño de los sistemas se incluye la documentación respectiva como son manuales y planos realizados en AutoCad.

Tabla 4. 2 Costos referenciales de los elementos del Sistema de Cableado Estructurado

Cant. (UND)	Descripción	Precio Unit.	Precio Total
1	Patch Panel de 24 puertos cat 5e	\$ 85,00	\$ 85,00
1	Rack de pared de 3 unidades de 19"	\$ 18,00	\$ 18,00
1	Bandeja metálica de 19"	\$ 10,08	\$ 10,08
3	Canaleta plástica 60x40	\$ 6,00	\$ 18,00
7	Canaleta plástica 40x25	\$ 4,00	\$ 28,00
5	Canaleta plástica 32x12	\$ 2,12	\$ 10,60
3	Canaleta plástica 20x12	\$ 1,13	\$ 3,39
1	Tubo PVC 1/2" (50 cm)	\$ 0,50	\$ 0,50
3	Angulo plano para canaleta 60x40	\$ 1,71	\$ 5,13
6	Angulo plano para canaleta 40x25	\$ 0,64	\$ 3,84
6	Angulo plano para canaleta 32x12	\$ 0,51	\$ 3,06
4	Angulo plano para canaleta 20x12	\$ 0,32	\$ 1,28
5	Unión para canaleta 60x40	\$ 1,71	\$ 8,55
10	Unión para canaleta 40x25	\$ 0,64	\$ 6,40
8	Unión para canaleta 32x12	\$ 0,51	\$ 4,08
2	Unión para canaleta 20x12	\$ 0,32	\$ 0,64
6	Caja sobrepuesta de 40 mm	\$ 1,38	\$ 8,28
6	Face plate de 2 puertos	\$ 1,05	\$ 6,30
4	Cajetín telefónico	\$ 0,60	\$ 2,40
50	Conector RJ 45 cat 5e	\$ 0,38	\$ 19,00
12	Jack RJ 45 cat 5e	\$ 2,70	\$ 32,40
14	Conector RJ 11	\$ 0,12	\$ 1,68
1	Rollo de cable UTP cat 5e	\$ 79,30	\$ 79,30
2	Metros de cable telefónico	\$ 0,20	\$ 0,40
1	Herramienta de conexión	\$ 35,00	\$ 35,00
1	Herramienta de impacto	\$ 20,00	\$ 20,00
SUBTOTAL			\$ 411,31
IVA (12%)			\$ 49,36
TOTAL			\$ 460,67

Tabla 4. 3 Costos referenciales de la implementación del Sistema de Cableado Estructurado

Horas	Tarea	Precio/h	Precio Total
5	Diseño del sistema	\$ 25,00	\$ 125,00
24	Implementación del sistema	\$ 20,00	\$ 480,00
1	Pruebas de funcionamiento	\$ 10,00	\$ 10,00
SUBTOTAL			\$ 615,00
IVA (12%)			\$ 73,80
TOTAL			\$ 688,80

Tabla 4. 4 Costos referenciales de los elementos de la Red de Área Local

Cant.(UND)	Descripción	Precio Unit.	Precio Total
1	Switch Fast Ethernet 10/100 Mbps 16 puertos ENCORE	\$ 35,71	\$ 35,71
1	Switch Fast Ethernet 10/100 Mbps 8 puertos CNET	\$ 17,86	\$ 17,86
10	PC Pentium IV 2.66 Ghz, 512 MB RAM, 80 GB HDD	\$ 625,00	\$ 6.250,00
1	PC Pentium D 2.66 Ghz, 512 MB RAM, 80 GB HDD	\$ 850,00	\$ 850,00
1	Impresora multifunción Sharp AL-1641CS	\$ 482,00	\$ 482,00
1	Tarjeta adaptadora de red PCI D-Link (PROXY)	\$ 8,00	\$ 8,00
1	UPS 500 VA marca CDP	\$ 49,69	\$ 49,69
SUBTOTAL			\$ 7.693,26
IVA (12%)			\$ 923,19
TOTAL			\$ 8.616,45

Tabla 4. 5 Costos referenciales de la implementación de la Red de Área Local

Horas	Tarea	Precio/h	Precio Total
2	Diseño de la Red	\$ 25,00	\$ 50,00
1	Implementación de la Red	\$ 20,00	\$ 20,00
2	Implementación del servidor proxy	\$ 25,00	\$ 50,00
1	Pruebas de funcionamiento	\$ 10,00	\$ 10,00
SUBTOTAL			\$ 130,00
IVA (12%)			\$ 15,60
TOTAL			\$ 145,60

Tabla 4. 6 Costos referenciales de los elementos de la Red de Área Local Inalámbrica

Cant. (Und)	Descripción	Precio Unit.	Precio Total
2	Access Point D-Link modelo DWL-2100AP	\$ 91,25	\$ 182,50
1	Antena dipolo omnidireccional 5 dBi D-Link DWL-50AT	\$ 22,17	\$ 22,17
2	Tarjetas NIC inalámbricas USB D-Link DWL-G122	\$ 35,90	\$ 71,80
5	Tarjetas NIC inalámbricas PCI Advantek Networks	\$ 25,00	\$ 125,00
SUBTOTAL			\$ 401,47
IVA (12%)			\$ 48,18
TOTAL			\$ 449,65

Tabla 4. 7 Costos referenciales de la implementación de la Red de Área Local Inalámbrica

Horas	Tarea	Precio/h	Precio Total
1	Diseño de la red	\$ 25,00	\$ 25,00
1	Implementación de la red	\$ 20,00	\$ 20,00
1	Pruebas de funcionamiento	\$ 10,00	\$ 10,00
SUBTOTAL			\$ 55,00
IVA (12%)			\$ 6,60
TOTAL			\$ 61,60

Tabla 4. 8 Costos referenciales de los elementos de la PBX-IP Asterisk

Cant. (UND)	Descripción	Precio
1	Tarjeta Digium TDM400P	\$ 440,00
1	PC Pentium IV 2.66 GHz, 512 MB RAM y 80 GB	\$ 625,00
1	Sistema operativo (4 CDs) Linux Fedora Core 4	\$ 8,00
1	Software Asterisk	\$ 0,00
1	Softphone X-Lite 3.0	\$ 0,00
SUBTOTAL		\$ 1.073,00
IVA (12%)		\$ 128,76
TOTAL		\$ 1.201,76

Tabla 4. 9 Costos referenciales de la implementación de la PBX-IP Asterisk

Horas	Tarea	Precio/h	Precio Total
1	Instalación del hardware	\$ 20,00	\$ 20,00
4	Instalación del software (Sist. operativo y Asterisk)	\$ 20,00	\$ 80,00
5	Diseño del plan de numeración	\$ 25,00	\$ 125,00
3	Implementación del plan de numeración	\$ 20,00	\$ 60,00
3	Implementación de base de datos para facturación	\$ 25,00	\$ 75,00
1	Pruebas de funcionamiento	\$ 10,00	\$ 10,00
SUBTOTAL			\$ 370,00
IVA (12%)			\$ 44,40
TOTAL			\$ 414,40

Tabla 4. 10 Costos referenciales de los elementos del CCTV

Cant. (Und)	Descripción	Precio Unit.	Precio Total
1	Tarjeta de video 4 canales GEOVISION	\$ 197,86	\$ 197,86
4	Cámaras mini domo 1/4" B/N 3,6 mm	\$ 76,00	\$ 304,00
1	PC Pentium IV 2.66 GHz, 512 MB RAM y 80 GB	\$ 625,00	\$ 625,00
50	Metros de cable coaxial 75 Ω	\$ 0,55	\$ 27,50
8	Conectores BNC	\$ 0,60	\$ 4,80
SUBTOTAL			\$ 1.159,16
IVA (12%)			\$ 139,10
TOTAL			\$ 1.298,26

Tabla 4. 11 Costos referenciales de la implementación del CCTV

Horas	Tarea	Precio/h	Precio Total
1	Instalación del hardware	\$ 20,00	\$ 20,00
1	Instalación del software	\$ 20,00	\$ 20,00
2	Diseño del sistema	\$ 25,00	\$ 50,00
3	Implementación del sistema	\$ 20,00	\$ 60,00
1	Pruebas de funcionamiento	\$ 10,00	\$ 10,00
SUBTOTAL			\$ 160,00
IVA (12%)			\$ 19,20
TOTAL			\$ 179,20

El costo total del Sistema Integral de Comunicación corresponderá a la sumatoria de los costos de los sistemas independientes.

Costo Total de los elementos del Sistema Integral de Comunicación = Costo de elementos del Sistema de Cableado + Costo de elementos de la LAN + Costo de elementos de la WLAN + Costo de elementos de la PBX_IP + Costo de elementos del CCTV

Costo Total de los elementos del Sistema Integral de Comunicación = \$460,67+ \$8.616,45 + \$349,65 + \$1.201,76 + \$1.298,26 = **\$11.926,79**

Costo Total de la implementación del Sistema Integral de Comunicación = Costo de la implementación del Sistema de Cableado + Costo de la

implementación de la LAN + Costo de la implementación de la WLAN + Costo de la implementación de la PBX-IP + Costo de la implementación del CCTV

Costo Total de la implementación del Sistema Integral de Comunicación =
 $\$688,80 + \$145,60 + \$61,60 + \$392,00 + \$179,20 = \mathbf{\$1.467,20}$

Costo Total del Sistema Integral de Comunicación = Costo Total de los elementos del Sistema Integral de Comunicación + Costo Total de la implementación del Sistema Integral de Comunicación

Costo Total del Sistema Integral de Comunicación = $\$11.926,79 + \$1.467,20 =$
 $\mathbf{\$13.393,99}$

A continuación se presentan una tabla con los costos de referencia para equipos adicionales para el Sistema Integrado de Comunicación:

Tabla 4. 12 Costos referenciales de equipos adicionales

Equipo	Precio	Precio + IVA
Adaptador Telefónico Analógico (ATA)	\$ 150,00	\$ 168,00
Teléfono VoIP puerto USB	\$ 35,00	\$ 39,20
Módulo FXO	\$ 75,00	\$ 84,00
Módulo FXS	\$ 80,00	\$ 92,00
Teléfono IP MAX IP 10	\$ 97,00	\$ 110,00
Cámara IP	\$ 175,00	\$ 196,00

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL SISTEMA INTEGRAL DE COMUNICACIÓN

En el presente capítulo se exponen las conclusiones y recomendaciones del Sistema Integral de Comunicación, las mismas que han sido realizadas en base al diseño, implementación y pruebas de funcionamiento del mismo.

5.1 CONCLUSIONES

La implementación del Sistema Integral de Comunicación es más económica y de fácil administración y mantenimiento, en contraposición con sistemas de comunicación aislados.

El contar con una sola infraestructura de red para todos los sistemas de comunicación, permite utilizar de manera más eficiente el ancho de banda de los medios de transmisión utilizados. Adicionalmente, la topología estrella de la red asegura el funcionamiento permanente del sistema, pese a fallos en algunos de sus segmentos o subsistemas. Esta característica facilita enormemente el mantenimiento, reparación o expansión del sistema, sin interferir en las actividades laborables del personal del Observatorio.

Al implementar el Sistema Integrado de Comunicación sobre una infraestructura de red con tecnología IP, permite la versatilidad de las redes de próxima generación (NGN), la cual faculta descentralizar la inteligencia de la red sobre los terminales de usuario.

El mejoramiento de los subsistemas por separado, mejora la capacidad total del Sistema. Por ejemplo, mejorando la calidad de servicio de las comunicaciones inalámbricas, se mejora la calidad de servicio de comunicación inalámbrica VoIP.

La falla de uno de los subsistemas no limita completamente la capacidad total de los otros subsistemas que conforman el Sistema Integral de Comunicación. Por ejemplo, el fallo de la red LAN limitará las comunicaciones telefónicas internas con los terminales SIP, pero se mantendrá la comunicación con los terminales analógicos y con usuarios de la PSTN.

La implementación de la red de datos en la cual todos sus usuarios tengan acceso al Internet, mejorará la labor investigativa para los proyectos que desarrolla el Observatorio.

Algunas de las computadoras pertenecientes al Observatorio, cuentan con una capacidad de memoria y de velocidad de procesador muy baja, lo cual no les permite aprovechar eficientemente la capacidad de la red (ancho de banda y velocidad de transmisión).

Los niveles de seguridad y de administración para los usuarios de la red LAN en el Observatorio, considerando que es una red pequeña tanto en distancias entre secciones, así como en el número de usuarios, no se recomienda utilizar servidores de autenticación, que restrinjan fuertemente el acceso de un usuario a los recursos e información de un similar, como por ejemplo el uso del sistema operativo Windows 2003 Server, siendo el limitante el costo de la licencia para su utilización y la falta de una real necesidad.

La utilización de direcciones IP estáticas facilita la labor administrativa de la red, debido a que se podrá monitorear el uso de la red de manera eficiente por parte de cada usuario, mediante la utilización de software de medición de tráfico de red, el mismo que permiten conocer tiempo de conexión, volumen de tráfico, puertos de acceso, protocolos de comunicación entre otros, así como restringir el acceso a Internet a usuarios que no utilicen adecuadamente este tipo de servicio, por ejemplo, mediante el uso de un servidor Proxy.

El Observatorio ha sido construido con paredes demasiado gruesas, que imposibilita la penetración de las señales inalámbricas a través de las mismas, la

infraestructura circular del Observatorio impide tener un lugar desde el cual exista línea de vista hacia todas las secciones que se desea cubrir.

Lamentablemente no todo el hardware computacional existente en el mercado es compatible con algunas de las distribuciones de LINUX, por lo cual es necesario comprobar con diferentes distribuciones de LINUX al instalar el sistema operativo donde se implementará el servidor Asterisk, con el fin de instalar la distribución que permita asegurar la estabilidad del sistema.

La utilización de *softphones* y teléfonos IP en telefonía VoIP en contraposición a los teléfonos “tontos” de la telefonía tradicional, permite mejorar la calidad de servicio en las comunicaciones y contar con aplicaciones que proporcionan un valor agregado al sistema (directorios, modo no molestar, identificador de llamada, etc.).

La utilización de hardware adicional para el sistema Asterisk, depende exclusivamente de las necesidades requeridas. Así, la convivencia del sistema Asterisk con la telefonía tradicional requiere de tarjetas telefónicas que proporcionen las interfaces para la conexión del sistema Asterisk con la PSTN.

La calidad de la comunicación en terminales SIP a base de software (*softphone*), esta íntimamente ligada a la capacidad de memoria y velocidad de procesamiento que posea el computador sobre el cual se instala el terminal. De tal manera que las computadoras con mayor capacidad de memoria y velocidad de procesador, mantendrán comunicaciones nítidas a diferencia de computadores con características opuestas, en los cuales se tendrá distorsión de la señal de voz proporcionada al usuario.

La calidad de sonido depende también de la calidad de los dispositivos transductores (micrófono, parlante) utilizados, mientras mejor sean sus características mejor será el tipo de comunicación. La cercanía del micrófono con el parlante en el momento de comunicación puede provocar eco en la comunicación.

La mala vocalización o pronunciación demasiado rápida por parte de algunos de los usuarios que participan en la comunicación, afectan también directamente la calidad de la comunicación.

La tarjeta TDM400P de Digium no detecta cuando un usuario remoto colgó su terminal telefónico, lo cual produce una inhabilitación del canal de comunicación durante dos segundos. Esta característica es más agravante cuando el usuario remoto accede al servicio de salas de conferencia, debido a que al no detectar la tarjeta TDM400P la finalización de la llamada por parte del usuario remoto, el canal de comunicación sigue siendo utilizado de manera indefinida.

Es necesario establecer períodos de retardo dentro de la configuración del comportamiento de las extensiones cuando éstas inician, reciben y finalizan una llamada con la finalidad de asegurar la estabilidad del sistema debido a la limitación técnica de la tarjeta TDM400P antes mencionada.

La calidad de las comunicaciones está directamente relacionada con las características del medio de transmisión utilizado, de tal manera que si existe congestión de tráfico en el medio de transmisión existirán recortes en la comunicación. La comunicación de VoIP realizada con dispositivos conectados inalámbricamente será afectada por los mismos parámetros que afectan las comunicaciones inalámbricas (ruidos, obstáculos físicos, factores meteorológicos).

Las averías en las líneas telefónicas pertenecientes a la PSTN, inhabilita la utilización del sistema Asterisk para realizar llamadas hacia usuarios de la PSTN, y adicionalmente no permite que un usuario de la PSTN ingrese al IVR o a establezca comunicación con un usuario del sistema Asterisk.

El sistema Asterisk puede bloquearse debido a demasiadas recargas (ejecución del comando *reload*), o de no encontrarse conectada la línea telefónica a la interfaz FXO de la tarjeta DIGIUM a través de la cual se requiere establecer comunicación con la PSTN. Esta inestabilidad no se le atribuye al sistema

Asterisk sino a la incompatibilidad de la *mainboard* del computador actualmente utilizado con la distribución de LINUX empleada. Esta conclusión se emite en base a que el sistema Asterisk previamente fue instalado en otro computador con similares características de *hardware*, el mismo que no presentó ninguna incompatibilidad con la distribución de LINUX ni el bloqueo del sistema Asterisk debido a los aspectos mencionados anteriormente.

La calidad de la comunicación telefónica depende del *codec* seleccionado, la utilización de *codecs* propietarios como por ejemplo, G.729 puede proporcionar comunicaciones nítidas con poco eco y baja distorsión de la señal.

El CCTV implementado es muy versátil y flexible a la hora de configurarlo y usarlo puesto que, gracias a la tecnología actual se puede conectar al sistema cámaras inalámbricas, el audio y video transportados por la red informática pueden ser captados por cualquier computador, ya sea a través de la Intranet o a través de Internet.

La tarjeta capturadora de video es compatible con diferentes tipos de cámaras, lo cual permite aprovechar las diferentes capacidades de cada una de ellas en aplicaciones de monitoreo. Adicionalmente, esta característica permite seleccionar entre un amplio rango de cámaras que más se ajusten al presupuesto y requerimiento de la organización o institución.

La característica de grabación bajo presencia de movimiento de la tarjeta capturadora de video, permite optimizar el espacio de almacenamiento de las escenas, lo cual permitirá archivar información relevante y no escenas sin presencia de movimiento, lo que permitirá un análisis posterior de los eventos producidos de manera más eficiente.

El número de usuarios máximo de cada subsistema (CCTV, telefonía IP Asterisk) esta relacionado con las características de *hardware* de los servidores correspondientes, por lo cual la cantidad de usuarios puede ser expandida mejorando las características de los servidores.

5.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que el administrador del Sistema Integral mejore la calidad de servicio de cada subsistema, de tal manera que la capacidad total del Sistema Integral sea más eficiente.

Se recomienda al administrador del Sistema Integral establecer claves de acceso a cada uno de los equipos de comunicación que forman parte del mismo, con la finalidad de restringir el acceso a personal no autorizado a la configuración de cada uno.

De acuerdo a las mediciones de tráfico realizadas, se determina que existe suficiente ancho de banda en los medios de transmisión utilizados, lo cual permite incluir nuevas aplicaciones que contribuyan al mejoramiento del Sistema Integral, como por ejemplo el servicio de fax vía correo electrónico mediante el *software* AsterFax.

Se recomienda crear conciencia en el personal del Observatorio sobre el uso correcto de cada uno de los subsistemas que conforman el Sistema Integral, de tal modo que este último sea utilizado para fines propios del Observatorio y no con fines lucrativos personales o que vayan en contra de la moral o políticas internas, como por ejemplo rentar el servicio de acceso a Internet a personas ajenas al Observatorio.

Se recomienda al administrador del sistema estar acorde con el apareamiento de nuevas aplicaciones de red y mejoras en el sistema operativo utilizado, a fin de poder brindar a los usuarios del sistema un mejor servicio.

Se recomienda cambiar los computadores que cuentan con baja capacidad de memoria y velocidad de procesador, a fin de que los usuarios que cuentan con estos computadores puedan utilizar eficientemente las aplicaciones de la red (acceso a Internet, comunicaciones VoIP).

Con la finalidad de salvaguardar a cada *hosts* de virus que infecten su sistema, se recomienda actualizar constantemente los antivirus instalados, y no deshabilitar los *firewalls* que le ofrece el sistema operativo utilizado. Es por esto que se sugiere como una mejor alternativa, la implementación de un servidor antivirus para toda la red del Observatorio. Con este servidor lo que se busca es proveer protección continua en tiempo real a todas las máquinas que conforman la red. El software antivirus se actualiza automáticamente vía Internet, de tal modo, que toda la red se encuentre protegida con el software más reciente, y el personal del Observatorio no tendría que preocuparse de actualizarlo.

La velocidad de conexión actual de Internet es muy baja considerando el número de usuarios y el tipo de páginas WEB a las que acceden los mismos (páginas WEB con aplicaciones multimedia), adicionalmente aplicaciones de red que podría utilizar el Observatorio, como son comunicaciones VoIP o *datastream* a través de Internet, por lo cual es necesaria una conexión con mayor ancho de banda o establecer restricciones del tamaño del ancho de banda utilizado por cada usuario. Se recomienda contratar una conexión de 512 Kbps simétrico (G.SHDSL) la cual cubriría satisfactoriamente el tráfico estimado a través del canal de Internet y adicionalmente mejorará la calidad de servicio de las aplicaciones en tiempo real.

Se debe concientizar al personal sobre el uso adecuado del servicio de acceso a Internet. Se debe recordar que éste servicio está dedicado exclusivamente al desarrollo y cumplimiento de las actividades propias del Observatorio, en lo que concierne a la investigación en astronomía y a la administración del mismo. La utilización del servicio de acceso a Internet, con fines personales, debería realizarse en horas no laborables o en horarios que no interfieran con las actividades propias del Observatorio.

Se recomienda al administrador del sistema resetear el *Access Point* solo en casos extremos de fallos, ya que el mismo produce la desconfiguración de las características establecidas en el *Access Point*.

Se recomienda al personal del Observatorio que se conecta de manera inalámbrica, utilizar de manera adecuada el acceso a las aplicaciones de red, teniendo en cuenta de que se utiliza un medio compartido por lo cual el acaparar todo el ancho de banda disponible, afecta al resto de usuarios inalámbricos.

Procurar que los adaptadores inalámbricos sigan manteniendo línea de vista con el *Access Point*, en caso de reubicación de los *hosts* dentro de cada una de las secciones.

La utilización de demasiadas aplicaciones que demanden gran cantidad de procesamiento y memoria pueden provocar una degradación en la calidad de la comunicación telefónica, por lo cual se recomienda a los usuarios del Observatorio reducir el número de estas aplicaciones si la calidad de comunicación es demasiado baja.

Problemas de comunicación del sistema Asterisk con la PSTN pueden ser consecuencia de averías en las líneas telefónicas de la PSTN más que fallos del sistema Asterisk, por lo cual se recomienda comprobar el correcto funcionamiento de las líneas telefónicas por parte del administrador del sistema ante la presencia de dichos fallos.

Una baja calidad de comunicación telefónica podría ser consecuencia de la utilización de micrófonos y/o parlantes de bajo rendimiento en los *softphones* X-Lite, teléfonos analógicos con una baja calidad sonora, e inclusive una vocalización muy débil por parte de alguno de los participantes de la comunicación, por lo cual se recomienda al administrador del sistema tener en cuenta estos aspectos previo a una reconfiguración de los parámetros de recepción y/o ganancia en el archivo *zapata.conf* del Sistema Asterisk.

Se recomienda al administrador del sistema estar acorde con las actualizaciones del sistema Asterisk con el fin de integrar nuevas aplicaciones o mejorar la estabilidad del sistema, las mismas que permitan mejorar la calidad de servicio proporcionada a los usuarios.

Las comunicaciones de VoIP, es una tecnología que tiende a convertirse en un líder de las comunicaciones a nivel mundial, adicionalmente el sistema Asterisk cuenta con aplicaciones de telemando y al ser un programa de código fuente abierto que se ejecuta sobre el sistema operativo LINUX, permite la creación de *scripts* que permitan la automatización y ejecución de aplicaciones desde cualquier parte del mundo, por lo cual se recomienda al Observatorio Astronómico de Quito utilizar estas características con la finalidad de no subutilizar el sistema.

Al establecer los valores de ganancia y recepción dentro del archivo *zapata.conf*, se debe tener en cuenta que los parámetros que afectan a la calidad de comunicación con usuarios internos y con usuarios de la PSTN son diferentes, por lo cual se debe establecer un compromiso en la selección de estos valores de tal manera de llegar a un punto en el cual, la comunicación tanto con usuarios internos como con usuarios de la PSTN resulte satisfactoria.

Se recomienda no utilizar los servicios de salas de conferencias con usuarios de la PSTN, debido a limitaciones técnicas de la tarjeta Digium para detectar cuando un usuario de la PSTN cuelga su terminal telefónico, lo cual inhabilitará el canal de comunicación (línea telefónica pública del Observatorio) utilizado. En el caso imperativo de la utilización de este servicio con usuarios de la PSTN es necesario reiniciar el sistema Asterisk una vez finalizada todas las comunicaciones existentes dentro de la sala de conferencia.

En el caso de modificaciones en la configuración del sistema Asterisk, se recomienda al administrador del sistema tener bien estructuradas todas las líneas de configuración necesarias para dichas modificaciones con el fin de procurar un mínimo número de recargas que no afecten la estabilidad del sistema. De acuerdo a pruebas realizadas en el sistema se recomienda que el número máximo de recargas para no afectar el sistema sea de tres por día.

Para la utilización del sistema Asterisk a través de Internet, es necesaria la contratación de una dirección IP pública por parte del Observatorio, de esta manera un usuario del sistema puede comunicarse con otros usuarios del mismo

sistema Asterisk desde cualquier parte del mundo mediante el Internet. Si se considera la utilización del servicio de VoIP a través de Internet mediante un servidor Proxy es necesario que se habiliten los puertos correspondientes al rango de 10000 a 20000, que se utilizan para comunicaciones mediante el protocolo RTP, con la finalidad de no interferir con las comunicaciones de VoIP.

Experimentalmente se ha comprobado que la desactivación de los *softphones* X-Lite 3 por períodos mayores a 2 semanas, produce una eliminación de los valores de configuración establecidos en el mismo, por lo cual se recomienda no sobrepasar este período de tiempo.

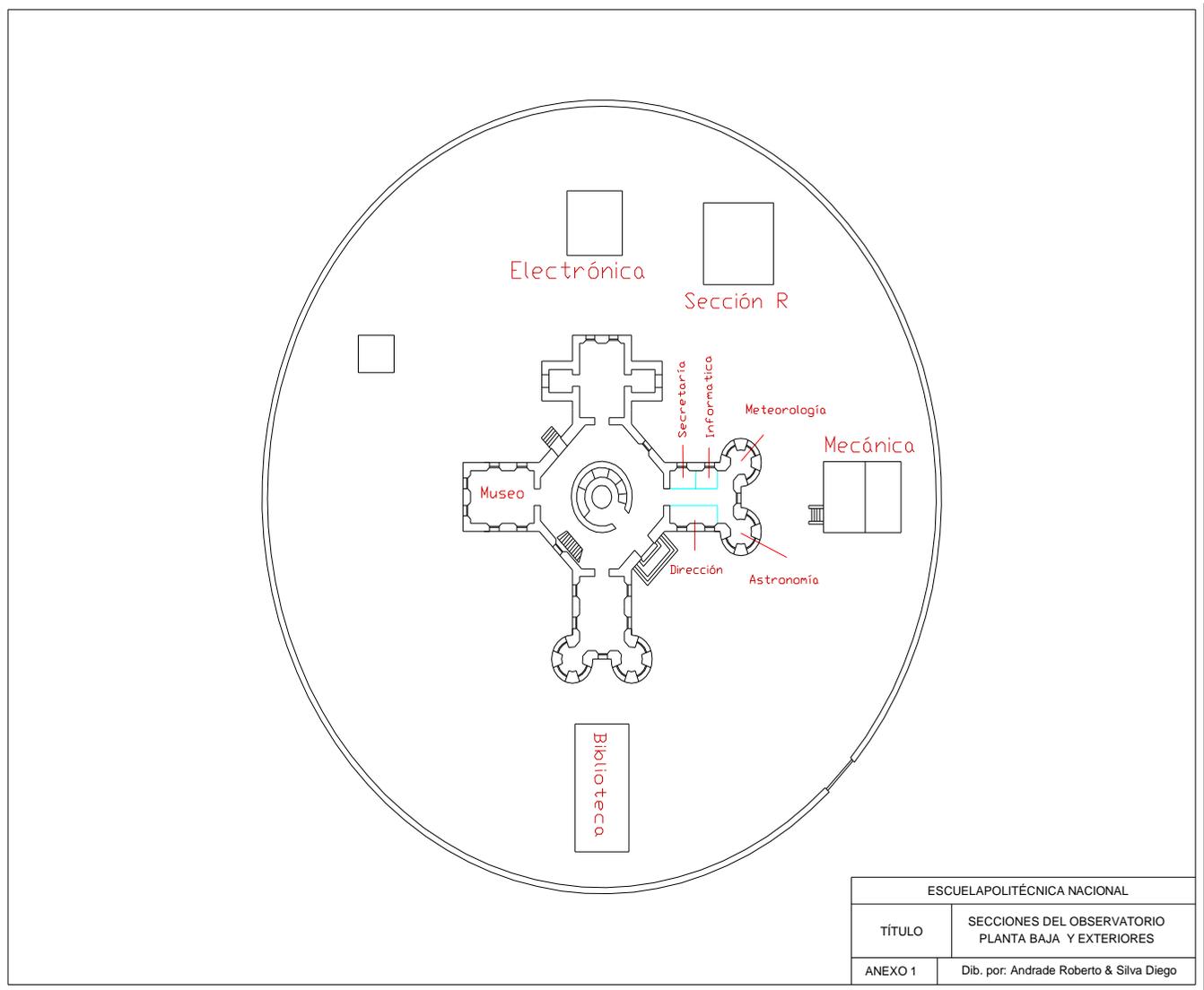
Para obtener el máximo rendimiento del CCTV es conveniente que las cámaras estén situadas en cascada, es decir, que cada cámara abarque el ángulo muerto de la anterior, y que la distancia entre ellas no exceda los 60 metros.

El sistema de CCTV ofrece muchas otras aplicaciones que se encuentran fuera del alcance de este proyecto pero que resultan de gran interés y que sin duda vendrían a ser muy útiles para el Observatorio. Una de estas es la aplicación de conteo de objetos, en la que se tiene la posibilidad de seleccionar dos regiones para que cuando un objeto, en este caso, una persona pase de la región 1 a la región 2, se contabilice como un ingreso y cuando se registre el paso de la región 2 a la 1, se cuente como una salida. Esta aplicación le serviría al Observatorio para llevar un control sobre los visitantes que diariamente recibe en su museo.

ANEXOS

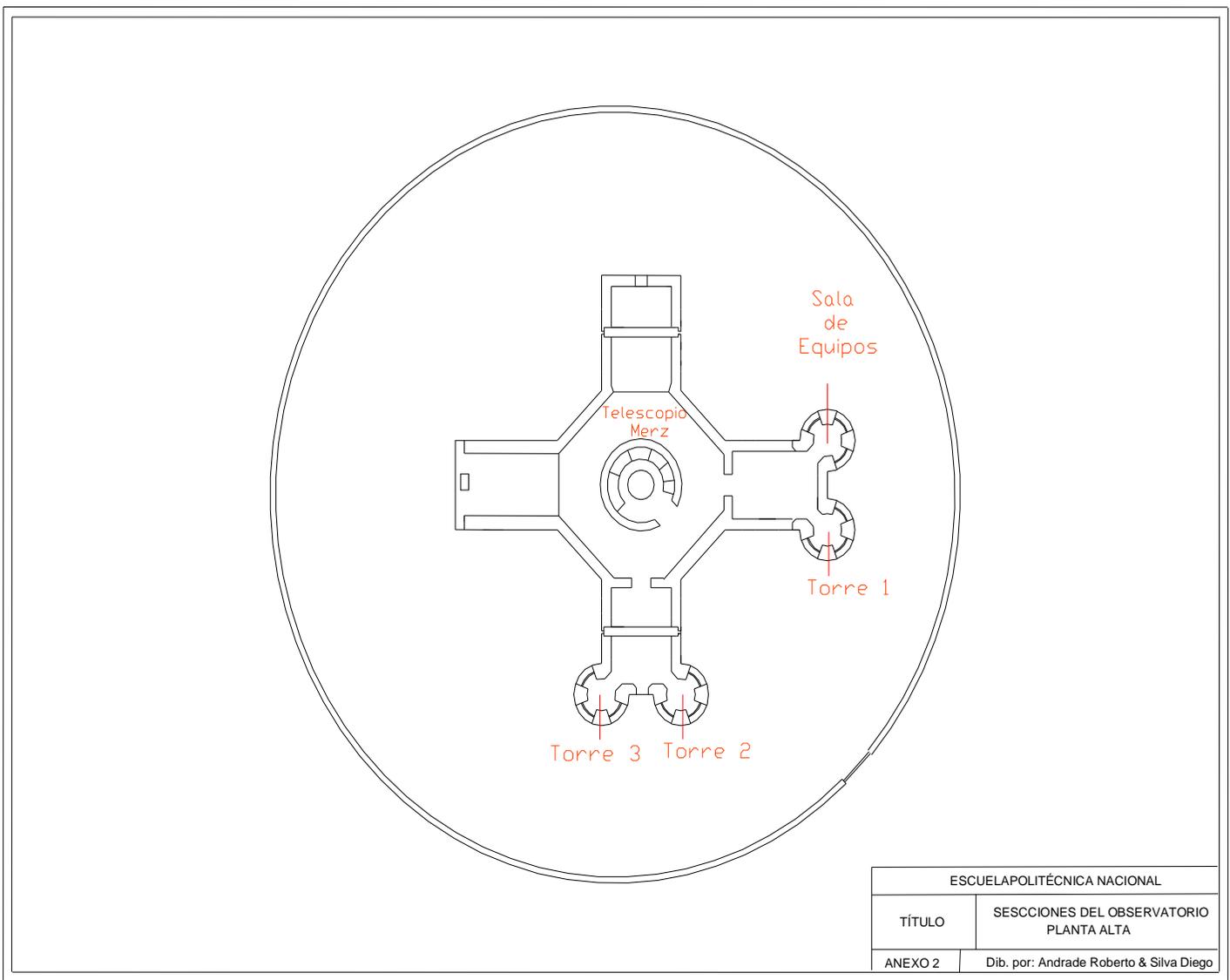
ANEXO 1

PLANTA BAJA Y EXTERIORES



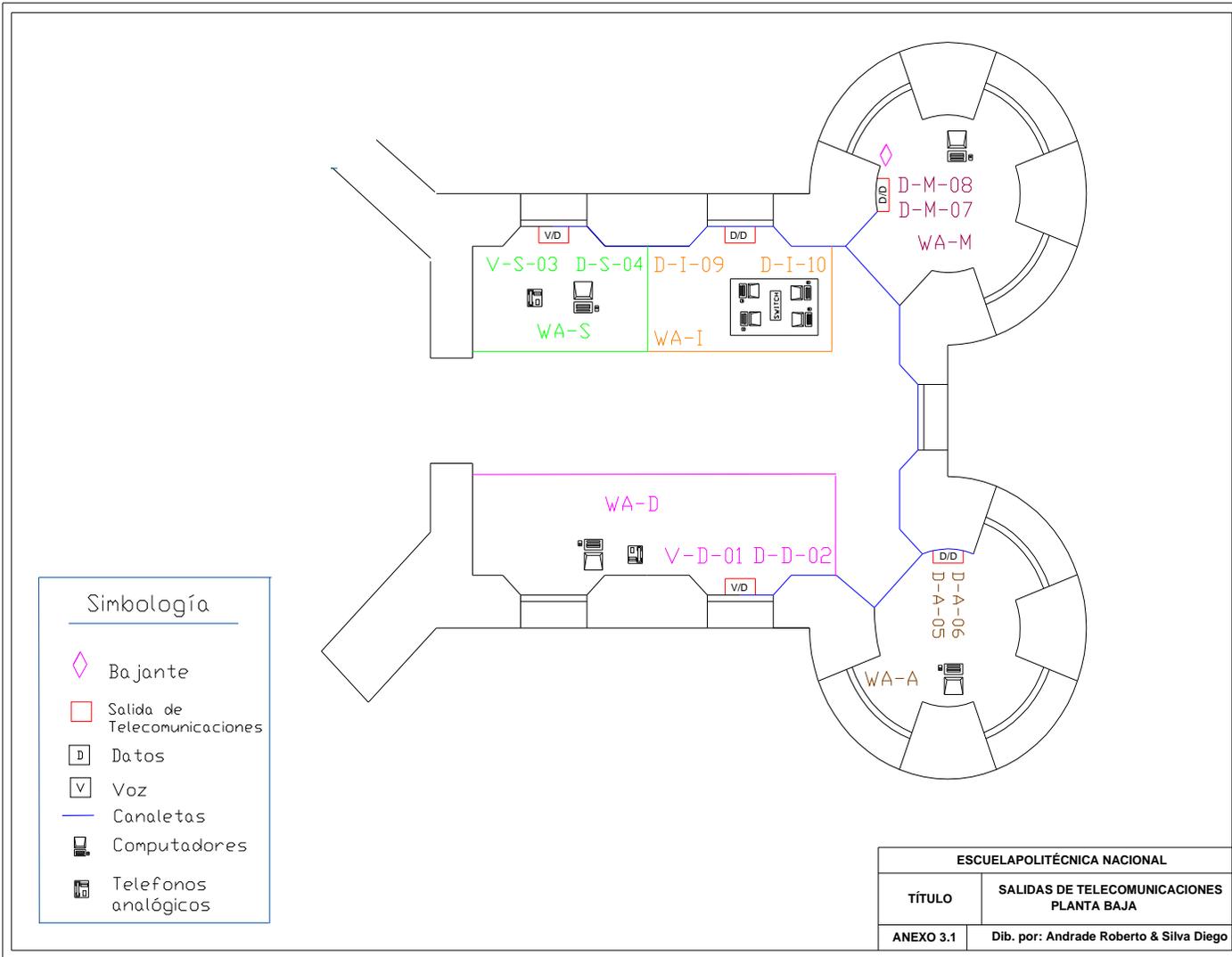
ANEXO 2

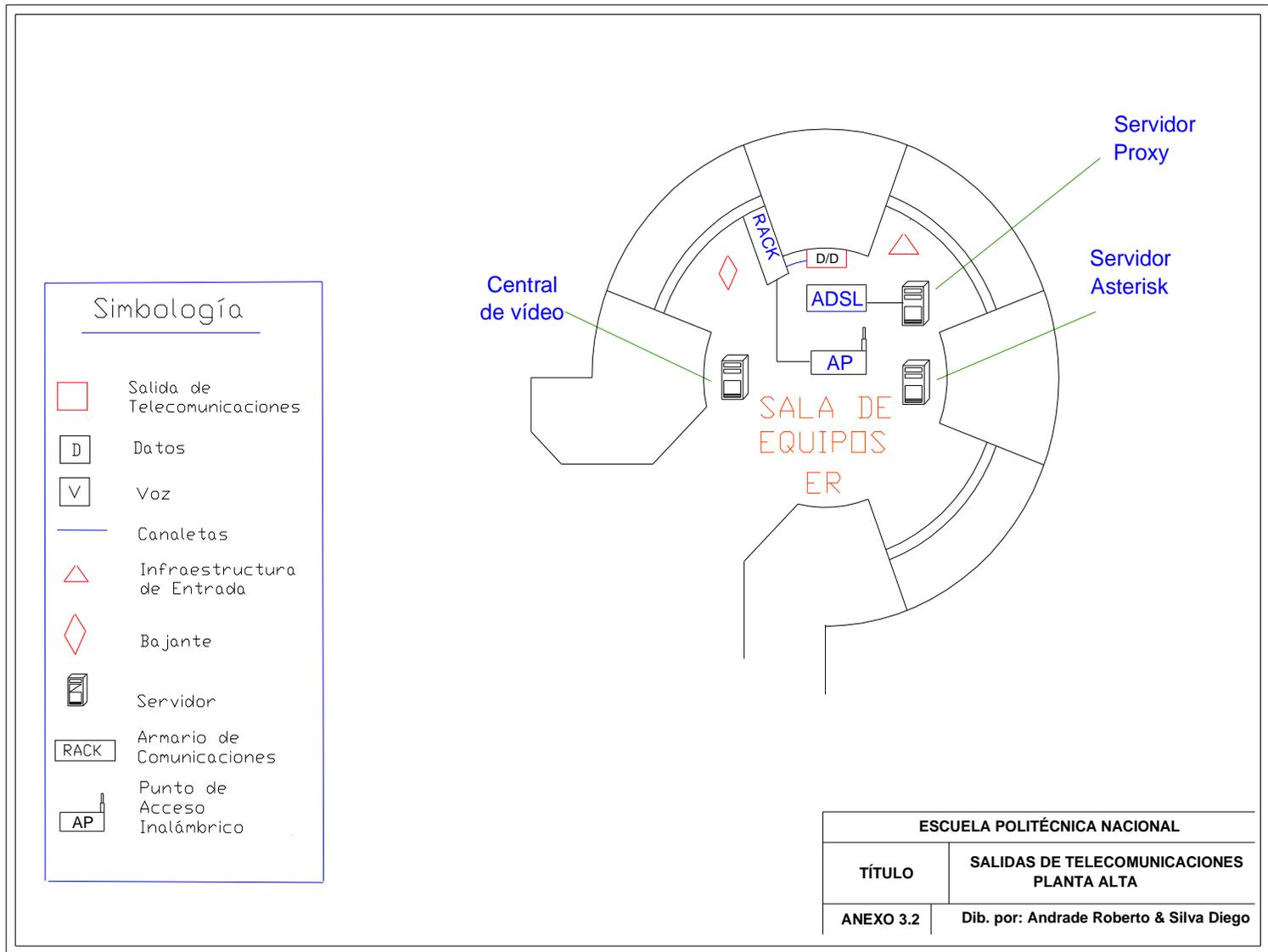
PLANTA ALTA



ANEXO 3

SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES





Simbología

	Salida de Telecomunicaciones
	Datos
	Voz
	Canaletas
	Infraestructura de Entrada
	Bajante
	Servidor
	Armario de Comunicaciones
	Punto de Acceso Inalámbrico

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	
TÍTULO	SALIDAS DE TELECOMUNICACIONES PLANTA ALTA
ANEXO 3.2	Dib. por: Andrade Roberto & Silva Diego

ANEXO 4

SERVIDOR PROXY SQUID

Un Servidor Intermediario (Proxy) es una computadora o dispositivo que ofrece un servicio de red que consiste en permitir a los clientes realizar conexiones de red indirectas hacia otros servicios de red.

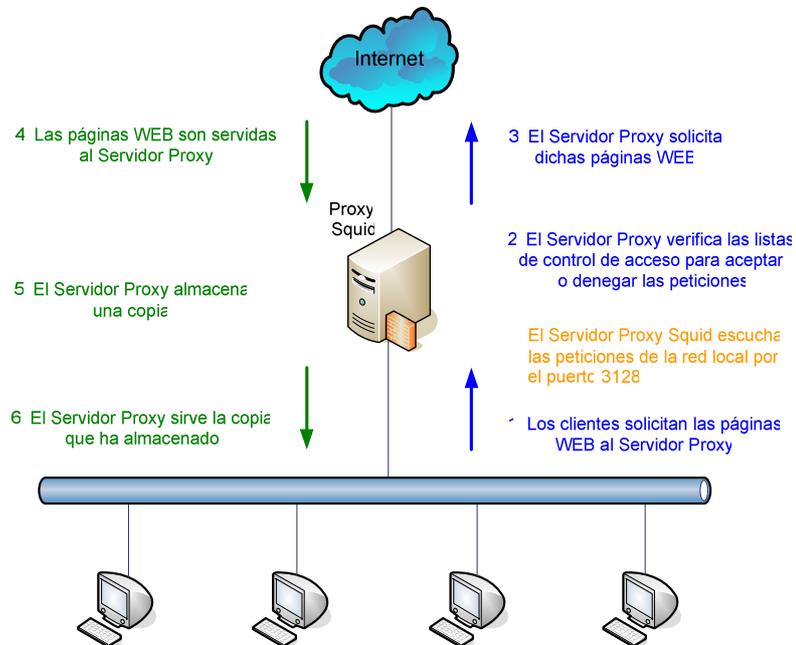
En este proyecto se ha utilizado el Proxy Squid, el mismo que puede funcionar como Servidor Intermediario (Proxy) y caché de contenido de red para los protocolos HTTP, FTP, GOPHER y WAIS, Proxy de SSL, caché transparente, caché de consultas DNS, aceleración HTTP y otras muchas más como filtración de contenido y control de acceso por IP y por usuario.

Hay que tener en cuenta que Squid no debe ser utilizado como servidor Proxy para protocolos como SMTP, POP3, TELNET, SSH, IRC, etc. Si se requiere de un servidor Proxy para cualquier protocolo distinto a HTTP, HTTPS, FTP, GOPHER y WAIS se requerirá implementar obligatoriamente un enmascaramiento de IP o NAT o bien hacer uso de un servidor SOCKS como Dante¹.

En este caso, Squid ha sido configurado con el objetivo de ahorrar ancho de banda ya que abre un puerto por donde escucha las peticiones WEB de los clientes de la red local y será él quien realice la petición al servidor remoto para luego almacenar una copia, de tal forma que si otro cliente requiere visitar la misma WEB, es el Proxy Squid el que se la sirve. Adicionalmente para este proyecto el servidor Proxy Squid cuenta con listas de control de acceso, las mismas que permiten aceptar o denegar peticiones de acceso a Internet de forma individual de los clientes.

1. <http://www.inet.no/dante/>

En la siguiente figura se describe el funcionamiento del Servidor Proxy Squid del presente proyecto.



Funcionamiento del Proxy Squid

Configuración de Squid

La configuración del Proxy Squid de este proyecto es la que se describe a continuación.

- Esta línea especifica el puerto por donde el Proxy Squid escucha las peticiones.

```
http_port 3128
```

- ☑ Esta línea establece el tamaño máximo de los objetos que serán almacenados en disco.

```
maximum_object_size 4096 KB
```

- ☑ A continuación se procede a determinar el tamaño del caché que tendrá en disco, para lo cual se ha estimado que la duración del caché sea de una semana y el tamaño máximo del objeto almacenado sea de 4096 kB. Bajo estas consideraciones, el tamaño del caché será:

$$\frac{4\text{Mbytes}}{1\text{objeto}} * \frac{20\text{objetos}}{1\text{hora} * 1\text{usuario}} * \frac{2\text{horas}}{1\text{día}} * \frac{5\text{días}}{1\text{semana}} * 10\text{usuarios} = 8000\text{MB} / \text{semana}$$

Dado que contar con un gran tamaño en caché provocaría un retraso excesivo en la actualización de páginas WEB y considerando que no siempre los 10 usuarios realicen peticiones al servidor, se ha optado por seleccionar un capacidad de caché menor a la estimada; siendo éste valor el de 5000 MB. Entonces, la siguiente línea describe el directorio en el cual se almacenará el caché (/var/spool/squid), el tamaño máximo de éste (5000 MB), la cantidad de subdirectorios de primer nivel que puede contener (16, el valor por defecto) y el número de subdirectorios de segundo nivel (256, también por defecto) que puede almacenar.

```
cache_dir ufs /var/spool/squid 5000 16 256
```

- ☑ Esta línea especifica la cantidad de memoria usada para el tráfico de información. Se recomienda que este valor mantenga una relación de submúltiplos de diez con respecto al valor del tamaño de caché en disco establecido anteriormente.

```
cache_mem 50
```

- Con el fin de abarcar a todas las redes, se crea una lista de control de acceso (acl) para todas ellas.

```
acl all src 0.0.0.0/0.0.0.0
```

- Esta línea establece la lista de acceso para la propia máquina.

```
acl localhost src 127.0.0.1/255.255.255.255
```

- Las líneas siguientes son listas de control de acceso creadas con el objetivo de separar la red LAN (red1, red1a y red1b) de la red WLAN (red2, red2a y red2b), logrando de esta forma administrar de manera grupal (o individual si el caso lo amerita) el acceso a Internet de los clientes.

```
acl red1 src "/etc/squid/observatorio1"
acl red1a src "/etc/squid/observatoriola"
acl red1b src "/etc/squid/observatorio1b"
acl red2 src "/etc/squid/observatorio2"
acl red2a src "/etc/squid/observatorio2a"
acl red2b src "/etc/squid/observatorio2b"
```

En la siguiente tabla se muestran las listas de control de acceso y las máquinas (direcciones IP) pertenecientes a éstas.

Listas de control de acceso

Nombre de la lista de control de acceso	Ruta	Direcciones IP
red1	/etc/squid/observatorio1	192.168.2.1 192.168.2.2 192.168.2.3 192.168.2.4 192.168.2.5

red1a	/etc/squid/observatorio1a	192.168.2.6 192.168.2.7 192.168.2.8 192.168.2.9 192.168.2.10
red1b	/etc/squid/observatorio1b	192.168.2.11 192.168.2.12 192.168.2.13 192.168.2.14
red2	/etc/squid/observatorio2	192.168.2.15 192.168.2.16 192.168.2.17 192.168.2.18 192.168.2.19
red2a	/etc/squid/observatorio2a	192.168.2.20 192.168.2.21 192.168.2.22 192.168.2.23 192.168.2.24
red2b	/etc/squid/observatorio2b	192.168.2.25 192.168.2.26 192.168.2.27 192.168.2.28

- Estas líneas corresponden a listas de control de acceso por horarios, las mismas que se encuentran especificadas por días de la semana (M - Lunes, T - Martes, W - Miércoles, H - Jueves, F - Viernes, A - Sábado, S - Domingo) y por intervalos de tiempo.

```

acl horario time MTWHFA 08:00-22:00
acl horario1 time MTWHFA 08:00-09:00
acl horario2 time MTWHFA 09:00-11:00
acl horario3 time MTWHFA 11:00-13:00
acl horario4 time MTWHFA 13:00-14:00
acl horario5 time MTWHFA 14:00-16:00
acl horario6 time MTWHFA 16:00-18:00
acl horario7 time MTWHFA 18:00-22:00

```

- Esta línea permite el acceso a la propia máquina.

```
http_access allow localhost
```

- Las líneas siguientes permiten el acceso a las máquinas que forman parte de las listas de control de acceso descritas (red1, red1a, etc.).

```
http_access allow red1
http_access allow red1a
http_access allow red1b
http_access allow red2
http_access allow red2a
http_access allow red2b
```

- Esta línea deniega el acceso al resto de las redes que no pertenezcan a las listas de control de acceso definidas anteriormente.

```
http_access deny all
```

Las listas de control de acceso de grupos (máquinas pertenecientes a éstos) y las listas de control de acceso de horarios pueden ser organizadas y combinadas de manera que mejor se adapten a las políticas de administración del Observatorio.

Configuración de las interfaces Ethernet y de la tabla de encaminamiento

Para evitar que los clientes pasen por alto al servidor Proxy (y burlar las políticas de administración que pueda implantar el Observatorio), se han utilizado dos adaptadores Ethernet, de modo que uno sea el interfaz con la red local (eth0) y el

otro lo sea con el módem ADSL (eth1). La configuración de las Interfaces Ethernet y de la puerta de enlace predeterminada se realiza mediante las siguientes líneas.

```
ifconfig eth0 192.168.2.1 netmask 255.255.255.0 up
ifconfig eth1 192.168.1.2 netmask 255.255.255.0 up
route add default gw 192.168.1.1 eth1
```

Las rutas en la tabla de encaminamiento se añaden con las siguientes líneas.

```
route add -net 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 eth1
route add -net 192.168.2.0 netmask 255.255.255.0 eth0
```

La tabla de encaminamiento se visualiza mediante el siguiente comando:

```
route -n
```

Finalmente, la tabla de encaminamiento queda de la siguiente manera:

```
Kernel IP routing table
Destination      Gateway          Genmask          Flags Metric Ref    Use Iface
192.168.2.0      *                255.255.255.0   U        0      0      0 eth0
192.168.1.0      *                255.255.255.0   U        0      0      0 eth1
169.254.0.0     *                255.255.0.0     U        0      0      0 eth1
default          192.168.1.1    0.0.0.0         UG       0      0      0 eth1
```

Configuración de los clientes

En Internet Explorer se accede a **Herramientas/Opciones de Internet/Conexiones/Configuración de Lan**. En esta ventana se debe marcar la casilla *"Utilizar un servidor proxy para su LAN"* poniendo como dirección, la IP del

servidor Proxy (192.168.2.1) y como puerto el 3128, que es el que se ha establecido en Squid.

Adicionalmente se debe marcar la casilla “No usar servidor proxy para direcciones locales”. Esto con la finalidad de que las máquinas de la red puedan acceder a la base de datos del Registro de Asistencia del Observatorio.



Ventana de Configuración del Proxy de Internet Explorer

REFERENCIAS

- [1] <http://es.tldp.org/Tutoriales/doc-servir-web-escuela/doc-servir-web-escuela-html/squid.html>
Configuración de Squid
- [2] <http://www.linuxparatodos.net>
Linux Para Todos - Cómo configurar Squid: Parámetros básicos para Servidor Intermediario (Proxy)
- [3] <http://www.redes-linux.com/compartir.php>
Compartir la conexión a Internet

ANEXO 5

APLICACIONES DE ASTERISK

Las aplicaciones son las encargadas de realizar una determinada acción en una extensión, ejecutándose una a la vez y de acuerdo al orden de prioridad asignada para cada una de ellas.

Las aplicaciones se definen por su nombre seguido de los argumentos que se colocan entre paréntesis y separados por comas. Existen ciertas aplicaciones que no requieren argumentos. Si un argumento es omitido, su espacio debe ser dejado en blanco, usando dos comas consecutivas para señalar que un argumento ha sido omitido.

A continuación se describen las aplicaciones utilizadas en el presente proyecto.

Answer()

Permite contestar una llamada. Existen aplicaciones que requieren que la llamada sea contestada para luego poder realizar sus funciones.

Background(nombre_del_archivo)

Esta aplicación espera un ingreso por parte del usuario mientras reproduce un archivo de audio que será escuchado por el mismo. Si el usuario presiona una tecla, la reproducción del archivo de audio se detiene y el sistema procede según el ingreso del usuario.

Asterisk incluye archivos grabados de origen profesional en inglés dentro de su paquete *asterisk-sounds*. Existen paquetes en diferentes idiomas que se pueden obtener gratuitamente y que pueden ser usados dentro del directorio

/var/lib/asterisk/sounds/xx, donde *xx* son las primeras letras del idioma, por ejemplo “es” para español. El idioma utilizado se define mediante el comando *SetLanguage(xx)*.

Es posible grabar archivos de audio propios y luego utilizarlos con las aplicaciones *Playback* y *Background*. La grabación se realiza con la aplicación *Record*, descrita más adelante.

ChanlsAvail(tecnología/identificador&tecnología/identificador&...)

Esta aplicación verifica que canal, de entre los definidos, se encuentra disponible. Si existe algún canal libre, asignará este valor a la variable $\${AVAILCHAN}$, la cual es utilizada posteriormente por la aplicación *Dial* para realizar llamadas usando el canal disponible. Si no encuentra canales libres, saltará a la prioridad *n + 101*.

Dial(tecnología/identificador,timeout,opciones)

Esta aplicación permite conmutar una llamada a una extensión determinada. El primer parámetro hace referencia al tipo de tecnología a la que pertenece una extensión, ésta puede ser Zap, SIP o IAX. El parámetro *identificador* establece la interfaz definida dentro de esa tecnología. Por ejemplo, *Zap/1* identifica al primer canal de una interfaz Zaptel, o *SIP/director* identifica una extensión SIP llamada director.

Es posible establecer que una llamada trate de ser conectada a más de una extensión, es decir, que el timbre suene en más de una extensión a la vez y la primera que conteste será el destino de la conmutación de la llamada e inmediatamente cesará el timbrado en las otras. Para esta característica se utiliza el símbolo “&” para unir las diferentes extensiones. Por ejemplo, se puede definir *Zap/2&SIP/director* para que ambas extensiones timbren.

El parámetro *timeout* define el tiempo en el cual se intenta establecer la comunicación con una extensión antes de declararla como ausente. La ausencia de este parámetro hace que el sistema intente establecer la comunicación con dicha extensión hasta que alguien conteste o hasta que el usuario llamante desista y cuelgue.

En cuanto a las opciones, éstas deben ser establecidas una a continuación de otra, sin que existan espacios entre ellas. En la siguiente tabla se describen las opciones de la aplicación *Dial* usadas en este proyecto.

Opciones de la aplicación *Dial*

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN
r	Provee el tono de timbrado para el usuario llamante.
t	Permite que el usuario llamado transfiera la llamada usando # y el número de extensión destino.
T	Permite que el usuario llamante transfiera la llamada usando # y el número de extensión destino.

Goto(contexto,extensión,prioridad)

Esta aplicación permite conmutar una llamada a una extensión de un contexto diferente y a una prioridad específica.

Esta aplicación puede ser definida por uno, dos o tres parámetros. Si se define un parámetro, éste debe ser una prioridad en la misma extensión. Si se definen dos parámetros, éstos deben ser una extensión y una prioridad dentro del mismo contexto. Usando los tres parámetros se puede definir un contexto, una extensión y una prioridad en particular para la conmutación.

Hangup()

Esta aplicación termina una llamada. El usuario será notificado que el sistema ha colgado (terminado la comunicación) al recibir el tono respectivo.

MeetMe(Número_de_conferencia,opciones,contraseña)

El número de conferencia hace referencia a una “sala de conferencia” creada en el archivo `meetme.conf`. La contraseña (la cual debe ser la misma que la establecida en el archivo `meetme.conf`), si se la declara, permite al usuario el acceso directo a la sala de conferencia. Por el contrario, si este parámetro es omitido el usuario debe digitar la contraseña establecida en el archivo `meetme.conf`. En la tabla siguiente se describen las opciones más importantes de la aplicación *MeetMe*.

Opciones de la aplicación *MeetMe*

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN
m	Modo solo escucha
t	Modo solo hablar, no escuchar
i	Anuncio sonoro de ingresos o salidas de usuarios a la sala
r	Graba la conferencia

Playback(nombre_del_archivo)

Esta aplicación permite la reproducción de un archivo de audio de extensión `gsm`. La aplicación reproduce el archivo de audio completamente antes de continuar con la siguiente prioridad. Mientras esta aplicación se encuentra en ejecución, los ingresos por parte del usuario son ignorados.

La aplicación *Playback* puede ser utilizada para reproducir mensajes que no requieran interacción por parte del usuario, como por ejemplo notificaciones.

Record(nombre_del_archivo:formato)

Esta aplicación permite grabar el audio de un canal en un archivo determinado. El formato determina el tipo de archivo que tendrá la grabación; algunos formatos son: wav, gsm, vox, g729, etc. Si existe un archivo con igual nombre entonces será reemplazado.

SetLanguage(xx)

Esta aplicación permite establecer el idioma que se utilizará para los mensajes de audio propios de Asterisk. Esta aplicación hace que Asterisk busque los archivos de audio en el directorio `/var/lib/asterisk/sounds/xx` en lugar del directorio por defecto `/var/lib/asterisk/sounds`.

REFERENCIA

- [1] LOZA Edison, *Implementación de un prototipo de mini central PBX con capacidad de VoIP utilizando Linux*, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2006

ANEXO 6

CÓDIGO FUENTE DE ASTERISK

extensions.conf

```
[general]

static=yes

writeprotect=no

[globals]

[default]

; Este contexto incluye los contextos comunes de las extensiones
; que conforman la PBX Asterisk.

include => buzon
include => musica_espera
include => parkedcalls
include => prompts
include => conferencias
include => emergencia
include => especiales

[especiales]

; Este contexto incluye las extensiones que proporcionan la hora actual,
; comunicación de extensiones SIP con la PSTN mediante autenticación, y
; extensiones para ejecución de programas.

exten => *60,1,Answer
exten => *60,2,Playback(/Bienvenida/horaactual)
exten => *60,3,SayUnixTime( , ,AdB HM)
exten => *60,4,Playback(beep)
exten => *60,5,Goto(31,4)

exten => _9XXXXXXX,1,Wait,1
exten => _9XXXXXXX,2,Dial(Zap/4/${EXTEN:1},25,r)
exten => _9XXXXXXX,3,Hangup

exten => _91XXXXXXXXXX,1,Wait,1
exten => _91XXXXXXXXXX,2,Dial(Zap/4/${EXTEN:1},25,r)
exten => _91XXXXXXXXXX,3,Hangup

exten => 12,1,Answer
exten => 12,2,Authenticate(3333)
exten => 12,3,System(./calendario)
exten => 12,4,Hangup

exten => 13,1,Answer
exten => 13,2,Authenticate(1212)
exten => 13,3,System(shutdown -g 3)
```

```
exten => 13,4,Hangup
```

```
exten => 14,1,Wait,1
```

```
exten => 14,2,Authenticate(00)
```

```
exten => 14,3,System(/usr/sbin/asterisk -rx reload)
```

```
exten => 14,4,Hangup
```

```
[daytime]
```

```
; El presente contexto recibe las llamadas entrantes desde la PSTN hacia
; la PBX Asterisk en horario de oficina a través de la extensión s.
; Una vez contestada la llamada la redirecciona al contexto recepción.
```

```
include => recepcion
```

```
exten => s,1,Answer,1
```

```
exten => s,2,Goto(recepcion,31,1)
```

```
exten => fax,1,Answer
```

```
exten => fax,2,AbsoluteTimeout(15)
```

```
exten => fax,3,SetVar(FAXFILE=/var/spool/fax/${UNIQUEID}.tif)
```

```
exten => fax,4,rxfax(${FAXFILE})
```

```
[prompts]
```

```
; El contexto prompts cuenta con una extensión que permite la grabación
; de un mensaje de voz en el directorio /Bienvenida/.
; El contexto prompt contiene adicionalmente una extensión que permite
; escuchar la grabación realizada
```

```
exten => 16,1,Wait,1
```

```
exten => 16,2,Record(/Bienvenida/prompt:gsm)
```

```
exten => 16,3,Hangup
```

```
exten => 17,1,Wait
```

```
exten => 17,2,Playback(/Bienvenida/prompt)
```

```
exten => 17,3,Hangup
```

```
[direccion]
```

```
; El presente contexto contiene la extensión relacionada a la sección de
; dirección y las funcionalidades con las que cuenta la misma.
; El contexto incluye los contextos a los que puede acceder dicha
extensión.
```

```
ignorepat => 9
```

```
include => recepcion
```

```
include => sip
```

```
include => default
```

```
exten => 30,1,Answer
```

```
exten => 30,2,Dial(Zap/1,25,rt)
```

```
exten => 30,3,Voicemail(u30)
```

```
exten => 30,103,Voicemail(b30)
```

```
exten => 30,4,Hangup
```

```

exten => _9XXXXXXX,1,Wait,2
exten => _9XXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _9XXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _9XXXXXXX,4,Wait,2
exten => _9XXXXXXX,5,Hangup

exten => _90NNXXXXXX,1,Wait,2
exten => _90NNXXXXXX,2,Authenticate(3333)
exten => _90NNXXXXXX,3,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _90NNXXXXXX,4,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _90NNXXXXXX,5,Wait,2
exten => _90NNXXXXXX,6,Hangup

exten => _91XXXXXXXXXX,1,Wait,2
exten => _91XXXXXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _91XXXXXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _91XXXXXXXXXX,4,Wait,2
exten => _91XXXXXXXXXX,5,Hangup

```

[recepcion]

```

; Este contexto contiene la extensión relacionada a la sección de
; recepción y las funcionalidades con las que cuenta la misma.
; El contexto incluye los contextos a los que puede acceder dicha
extensión.

```

```
ignorepat => 9
```

```
include => direccion
include => sip
include => default

```

```

; Las siguientes líneas continen la configuración de la extensión
; relacionada a la sección de recepción.
; Esta extensión es configurada como una IVR, la cual presenta las
; diferentes opciones a las que se puede ingresar al realizar una llamada
; desde la PSTN hacia la PBX Asterisk.

```

```

exten => 31,1,Answer
exten => 31,2,DigitTimeout,5
exten => 31,3,ResponseTimeout,10
exten => 31,4,Wait,1
exten => 31,5,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial1)
exten => 31,6,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial2)
exten => 31,7,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial3)
exten => 31,8,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial4)
exten => 31,9,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial5)
exten => 31,10,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial6)
exten => 31,11,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial7)
exten => 31,12,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial8)
exten => 31,13,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial9)

```

; Las líneas presentadas a continuación están relacionadas con la
 ; configuración de las extensiones a las cuales se puede acceder mediante
 ; las opciones presentadas en el mensaje inicial del IVR de la PBX
 Asterisk.

```

exten => 0,1,Wait,1
exten => 0,2,Dial(Zap/2,25,rt)
exten => 0,3,Dial(Zap/1,15,rt)
exten => 0,4,Wait,2
exten => 0,5,Goto(31,4)
exten => 1,1,Playback(/Bienvenida/horariosatencion1)
exten => 1,2,Playback(/Bienvenida/horariosatencion2)
exten => 1,3,Playback(/Bienvenida/horariosatencion3)
exten => 1,4,Goto(31,4)
exten => 2,1,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur1)
exten => 2,2,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur2)
exten => 2,3,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur3)
exten => 2,4,Goto(31,4)
exten => 3,1,Goto(38,1)
exten => 4,1,Goto(*60,1)
exten => 5,1,Goto(31,1)
exten => 8,1,Dial(Zap/1&Zap/2&SIP/meteorologia,30,rt)
exten => #,1,Playback(/Bienvenida/gracias)
exten => #,2,Hangup

exten => _9XXXXXXXX,1,Wait,2
exten => _9XXXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _9XXXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,Tr)
exten => _9XXXXXXXX,4,Wait,2
exten => _9XXXXXXXX,5,Hangup

exten => _90NNXXXXXXXX,1,Wait,2
exten => _90NNXXXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _90NNXXXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,Tr)
exten => _90NNXXXXXXXX,4,Wait,2
exten => _90NNXXXXXXXX,5,Hangup

exten => _91XXXXXXXXXX,1,Wait,2
exten => _91XXXXXXXXXX,2,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _91XXXXXXXXXX,3,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _91XXXXXXXXXX,4,Wait,2
exten => _91XXXXXXXXXX,5,Hangup

```

[director]

; El presente contexto contiene la extensión relacionada a la sección de
 ; dirección y las funcionalidades con las que cuenta la misma.
 ; El contexto incluye los contextos a los que puede acceder dicha
 extensión.
 ; Nota: Este contexto y el contexto dirección están relacionados a una
 misma
 ; interfaz analógica de la PBX Asterisk, pero la creación de este
 contexto
 ; limita a otras extensiones acceder a determinadas funcionalidades
 ; asignadas al Director del OAQ.

```

include => secretaria
include => sip

```

```
exten => 32,1,Wait,1
exten => 32,2,Dial(Zap/1,25,rt)
exten => 32,3,Voicemail(u32)
exten => 32,103,Voicemail(b32)
exten => 32,4,Hangup
```

```
[secretaria]
```

```
; El presente contexto contiene la extensión relacionada a la secretaria.
; Nota: Este contexto y el contexto recepción están relacionadas a una
misma
; interfaz analógica de la PBX Asterisk, la creación de este contexto
limita
; a otras extensiones acceder a determinadas funcionalidades asignadas al
; Director del OAQ.
```

```
include => director
include => sip
```

```
exten => 33,1,Wait,1
exten => 33,2,Dial(Zap/2,25,rt)
exten => 33,3,Voicemail(u33)
exten => 33,103,Voicemail(b33)
exten => 33,4,Hangup
```

```
[sip]
```

```
; El contexto sip contiene las extensiones SIP, que forman parte de la PBX
; Asterisk. Adicionalmente incluye los contextos a los cuales pueden
acceder
; estas extensiones.
```

```
include => director
include => secretaria
include => default
```

```
exten => 34,1,Wait,1
exten => 34,2,Dial(SIP/informaticaa,25,tr)
exten => 34,3,Voicemail(u34)
exten => 34,103,Voicemail(b34)
exten => 34,4,Hangup
```

```
exten => 35,1,Wait,1
exten => 35,2,Dial(SIP/informaticab,25,tr)
exten => 35,3,Voicemail(u35)
exten => 35,103,Voicemail(b35)
exten => 35,4,Hangup
```

```
exten => 36,1,Wait,1
exten => 36,2,Dial(SIP/meteorologia,25,tr)
exten => 36,3,Voicemail(u36)
exten => 36,103,Voicemail(b36)
exten => 36,4,Hangup
```

```
exten => 37,1,Wait,1
exten => 37,2,Dial(SIP/ meteorologiaa,25,tr)
```

```
exten => 37,3,Voicemail(u37)
exten => 37,103,Voicemail(b37)
exten => 37,4,Hangup

exten => 38,1,Wait,1
exten => 38,2,Dial(SIP/astronomia,25,tr)
exten => 38,3,Voicemail(u38)
exten => 38,103,Voicemail(b38)
exten => 38,4,Hangup

exten => 39,1,Wait,1
exten => 39,2,Dial(SIP/astronomiaa,25,tr)
exten => 39,3,Voicemail(u39)
exten => 39,103,Voicemail(b39)
exten => 39,4,Hangup

exten => 40,1,Wait,1
exten => 40,2,Dial(SIP/sequipos,25,tr)
exten => 40,3,Voicemail(u40)
exten => 40,103,Voicemail(b40)
exten => 40,4,Hangup

exten => 41,1,Wait,1
exten => 41,2,Dial(SIP/torre1,25,tr)
exten => 41,3,Voicemail(u41)
exten => 41,103,Voicemail(b41)
exten => 41,4,Hangup

exten => 42,1,Wait,1
exten => 42,2,Dial(SIP/telvir,25,tr)
exten => 42,3,Voicemail(u42)
exten => 42,103,Voicemail(b42)
exten => 42,4,Hangup

exten => 43,1,Wait,1
exten => 43,2,Dial(SIP/torre3,25,tr)
exten => 43,3,Voicemail(u43)
exten => 43,103,Voicemail(b43)
exten => 43,4,Hangup

exten => 44,1,Wait,1
exten => 44,2,Dial(SIP/tmerz,25,tr)
exten => 44,3,Voicemail(u44)
exten => 44,103,Voicemail(b44)
exten => 44,4,Hangup

exten => 45,1,Wait,1
exten => 45,2,Dial(SIP/proyectos,25,tr)
exten => 45,3,Voicemail(u45)
exten => 45,103,Voicemail(b45)
exten => 45,4,Hangup

exten => 50,1,Wait,1
exten => 50,2,Dial(SIP/electronica,25,tr)
exten => 50,3,Voicemail(u50)
exten => 50,103,Voicemail(b50)
exten => 50,4,Hangup
```

```

exten => 51,1,Wait,1
exten => 51,2,Dial(SIP/mecanica,25,tr)
exten => 51,3,Voicemail(u51)
exten => 51,103,Voicemail(b51)
exten => 51,4,Hangup

exten => 52,1,Wait,1
exten => 52,2,Dial(SIP/biblioteca,25,tr)
exten => 52,3,Voicemail(u52)
exten => 52,103,Voicemail(b52)
exten => 52,4,Hangup

exten => 53,1,Wait,1
exten => 53,2,Dial(SIP/administrador,25,tr)
exten => 53,3,Voicemail(u53)
exten => 53,103,Voicemail(b53)
exten => 53,4,Hangup

```

[internas]

```

; Este contexto incluye los contextos relacionados con las interfaces
; analógicas.
; Nota: Este contexto incluye a los contextos pertenecientes a las
; secciones de dirección y secretaria del OAQ que contienen un menor
; número
; de contextos incluidos, lo que proporciona seguridad al acceso a
; funciones
; determinadas de la PBX Asterisk.

```

```

include => director
include => secretaria

```

[incoming]

```

; El presente contexto incluye los contextos relacionados al
; comportamiento
; de la central en horarios de oficina y fuera de ellos.

```

```

include => daytime|8:00-22:30|mon-sun|*|*
include => nighttime

```

[nighttime]

```

; El presente contexto contiene la configuración relacionada con el
; comportamiento de la PBX Asterisk en horarios fuera de oficina.
; Nota: Este contexto contiene líneas de configuración similares al
; presentado en el contexto recepción, salvo las líneas de configuración
; relacionada a la marcación de las extensiones relacionadas con las
; interfaces analógicas.

```

```

exten => s,1,Wait,0
exten => s,2,Answer
exten => s,3,DigitTimeout,5
exten => s,4,ResponseTimeout,10
exten => s,5,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial1)
exten => s,6,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial4)
exten => s,7,BackGround(/Bienvenida/saludoinitial5)

```

```

exten => s,8,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial6)
exten => s,9,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial7)
exten => s,10,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial8)
exten => s,11,BackGround(/Bienvenida/saludoinicial9)

```

; Las líneas presentadas a continuación están relacionadas con la configuración de las extensiones a las cuales se puede acceder mediante las opciones presentadas en el mensaje inicial del IVR de la PBX Asterisk.

```

exten => 1,1,Playback(/Bienvenida/horariosatencion1)
exten => 1,2,Playback(/Bienvenida/horariosatencion2)
exten => 1,3,Playback(/Bienvenida/horariosatencion3)
exten => 1,4,Goto(31,4)
exten => 2,1,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur1)
exten => 2,2,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur2)
exten => 2,3,Playback(/Bienvenida/horariosnoctur3)
exten => 2,4,Goto(31,4)
exten => 3,1,Goto(38,1)
exten => 4,1,Goto(*60,1)
exten => 5,1,Goto(31,1)
exten => 8,1,Dial(Zap/1&Zap/2&SIP/informaticaa,30,rt)
;exten => #,1,Playback(/Bienvenida/gracias)
exten => #,1,Hangup

```

[buzon]

; El contexto buzón contiene la extensión que permite el acceso al buzón de mensajes de voz de la PBX Asterisk.

```

exten => *_10,1,VoicemailMain
exten => *_10,2,Hangup

```

[musica_espera]

; Este contexto contiene una extensión que proporciona una grabación musical hacia la cual se puede dirigir una llamada.

```

exten => 100,1,Answer
exten => 100,2,MusicOnHold(default)

```

[parkedcalls]

; El contexto parkedcall permite dejar una llamada en espera, permitiéndole escuchar una grabación musical hasta ser recuperada.

```

exten => 700,1,Answer
exten => 700,2,MusicOnHold(default)

```

[conferencias]

; Este contexto incluye las extensiones que permiten realizar cuartos de conferencias entre diferentes extensiones.

```
; El contexto incluye los contextos que contiene a las extensiones que
; conforman la PBX Asterisk.
```

```
include => internas
include => sip
```

```
exten => 500,1,MeetMe(500,i,)
exten => 501,1,MeetMe(501,i,)
```

```
[emergencia]
```

```
; El siguiente contexto permite a las extensiones de la PBX
; Asterisk, realizar llamadas hacia números de emergencia através de la
PSTN.
```

```
ignorepat => 9
```

```
exten => _9ZXX,1,ChanIsAvail(Zap/3&Zap/4)
exten => _9ZXX,2,Dial(${AVAILCHAN}/${EXTEN:1},25,r)
exten => _9ZXX,3,Hangup
```

sip.conf

```
[general]
```

```
port=5060
binaddress=0.0.0.0
language=es
context=sip
videosupport=yes
disallow=all ; Deshabilita todos los codecs
allow=ulaw ; Permite el codec ulaw (g711) 10kb/s
allow=ilbc ; Permite el codec ilbc 3kb/s
allow=gsm ; Permite el codec gsm 3kb/s
allow=g729 ; Permite el codec g729 2.5kb/s (propietario)
tos=188
```

```
[informaticaa]
```

```
type=friend
username=informaticaa
secret=1234
callerid="informaticaa" <34>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
```

```
[informaticab]
type=friend
username=informaticab
secret=1234
callerid="informaticab" <35>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
```

```
[meteorologia]
type=friend
username= meteorologia
secret=1234
callerid=" meteorologia" <36>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
```

```
[meteorologiaa]
type=friend
username= meteorologiaa
secret=1234
callerid=" meteorologiaa" <37>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
```

```
[astronomia]
type=friend
username= astronomia
secret=1234
callerid=" astronomia" <38>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
allow=h261
allow=h263
```

```
[astronomiaa]
type=friend
username=astronomiaa
secret=1234
callerid="astronomiaa" <39>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
```

```
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[sequipos]  
type=friend  
username=sequipos  
secret=1234  
callerid="sequipos" <40>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[torrel]  
type=friend  
username=torrel  
secret=1234  
callerid="torrel" <41>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[telvir]  
type=friend  
username=telvir  
secret=1234  
callerid="telvir" <42>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[torre3]  
type=friend  
username=torre3  
secret=1234  
callerid="torre3" <43>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[tmerz]  
type=friend
```

```
username=tmerz  
secret=1234  
callerid="tmerz" <44>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[proyectos]  
type=friend  
username=proyectos  
secret=1234  
callerid="proyectos" <45>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
nat=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[electronica]  
type=friend  
username=electronica  
secret=1234  
callerid="electronica" <50>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[mecanica]  
type=friend  
username=mecanica  
secret=1234  
callerid="mecanica" <51>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[biblioteca]  
type=friend  
username=biblioteca  
secret=1234  
callerid="biblioteca" <52>  
host=dynamic  
amaflags=billing  
transfer=yes  
disallow=all  
allow=ulaw  
allow=gsm
```

```
[administrador]
type=friend
username=administrador
secret=1234
callerid="administrador" <53>
host=dynamic
amaflags=billing
transfer=yes
disallow=all
allow=ulaw
allow=gsm
```

voicemail.conf

```
[general]
format=wav49|gsm|wav
serveremail=oaq@asterisk.net
fromstring=Observatorio Astronomico de Quito
attach=yes
maxmessage=180
minmessage=3
maxgreet=60
skipms=3000
maxsilence=10
silencethreshold=128
maxlogins=3
```

```
emailsubject= Nuevo Mensaje ${VM_MSGNUM} de la PBX
emailbody=Estimado ${VM_NAME}:\n\n\t Le informamos que tiene un mensaje
de voz de ${VM_DUR} de duracion (numero ${VM_MSGNUM}) en el buzón
${VM_MAILBOX} de ${VM_CALLERID},el mensaje corresponde a la fecha
${VM_DATE},. Gracias!\n\n\t\t\t\t\t--Observatorio Astronomico de Quito--\n
```

```
mailcmd=/usr/sbin/sendmail -t
delete=yes
```

```
[default]
```

```
[internas]
```

```
30 => 3000,,,,attach=yes
31 => 3100,,,,attach=yes
32 => 3200,Dr.Lopez,,,attach=yes
33 => 3300,Sra.Carmen,carmenoaq@hotmail.com,,attach=yes
34 => 3400,Edgar,,,attach=yes
35 => 3500,Edgar,,,attach=yes
36 => 3600,Ed,granja.eduardo@gmail.com,,attach=yes
```

```
37 => 3700,Edgar,robertoandrade533@hotmail.com,,attach=yes
38 => 3800,Mary,marylul007@yahoo.com,,attach=yes
39 => 3900,Sra.Carmen,carmenoaq@hotmail.com,,attach=yes
41 => 4100,,,,attach=yes
42 => 4200,Jorge,baloojp@hotmail.com,,attach=yes
43 => 4300,Dr.Lopez,ericson102@yahoo.com,,attach=yes
45 => 4500,Cristian,cvascenez@gmail.com,,attach=yes
```

meetme.conf

```
[rooms]
conf => 500,123
conf => 501,456
```

features.conf

```
[general]
parkext => 700
parkpos => 701-720

calls on
context => parkedcalls
parkingtime => 45

courtesytone = beep
```

zaptel.conf

```
loadzone=us
defaultzone=us

fxoks=1
fxoks=2
fxsks=3
fxsks=4
```

zapata.conf

```
[channels]

language=es
usecallerid=yes
callwaiting=yes
usecallingpres=yes
callwaitingcallerid=yes
transfer=yes
cancallforward=yes
echocancel=yes
echocancelwhenbridged=yes
echotraining=400
relaxdtmf=yes
rxgain=1
txgain=1
immediate=no
amaflags=default
faxdetect=both
musiconhold=default
jitterbuffers=4
```

```
context=incoming
signalling=fxs_ks
channel => 3
```

```
context=incoming
signalling=fxs_ks
channel => 4
```

```
context=direccion
signalling=fxo_ks
channel => 1
```

```
context=recepcion
signalling=fxo_ks
channel => 2
```

ANEXO 7

MANUAL DE USUARIO DE ASTERISK

CALENDARIO

Permite la visualización en la consola de Asterisk del calendario con el mes en curso, llamando a la extensión 12. Esta aplicación se encuentra protegida por una contraseña.

1. Llamar a la extensión 12

2. Ingresar la contraseña requerida

Si la contraseña ha sido ingresada correctamente, el calendario correspondiente al mes en curso se desplegará en la consola de Asterisk. En el caso de que la contraseña sea ingresada incorrectamente tres veces, el sistema finalizará la comunicación con la extensión 12.

APAGADO REMOTO DEL SERVIDOR ASTERISK

Esta aplicación permite apagar el computador en el cual se ejecuta el sistema Asterisk, realizando una llamada a la extensión 13. Por obvias razones de seguridad, esta aplicación está protegida por una contraseña.

1. Llamar a la extensión 13

2. Ingresar la contraseña requerida

Si la contraseña ha sido ingresada correctamente, el computador se apagará en tres minutos. Si la contraseña ha sido ingresada incorrectamente tres veces, la comunicación con esta extensión terminará.

RECARGA REMOTA DEL SERVIDOR ASTERISK

Esta aplicación permite realizar una recarga (*reload*) del sistema Asterisk llamando a la extensión 14. Esta característica puede ser útil cuando se presente inestabilidad en el sistema y el administrador requiera realizar una recarga del mismo y no se encuentre cerca del servidor. Esta aplicación se encuentra protegida por una contraseña.

1. Llamar a la extensión 14

2. Ingresar la contraseña requerida

Si la contraseña es ingresada correctamente, el sistema Asterisk será recargado, de lo contrario, si la clave es incorrectamente ingresada en tres intentos, la comunicación con la extensión termina.

TRANSFERENCIA DE LLAMADAS

Esta aplicación permite a un usuario de una extensión trasladar una llamada (conversación) a otra extensión.

1. Presionar la tecla numeral (#)

2. Digitar la extensión a la que se desee trasladar la llamada

La extensión a la que se transfiere la llamada empezará a timbrar y la extensión que efectuó la transferencia quedará libre para realizar o recibir una nueva llamada.

PARQUEO DE LLAMADAS

Con esta aplicación, un usuario tiene la posibilidad de trasladar a su interlocutor a una determinada extensión en la cual escucha música mientras espera ser

atendido nuevamente, en tanto que la extensión del usuario que realizó la operación queda liberada para poder efectuar o recibir una nueva llamada.

Esta característica podría ser utilizada cuando se requiera anunciar previamente a un usuario que tiene una llamada par que éste decida si la toma o no.

1. Presionar la tecla numeral (#)

2. Digitar la extensión 700

El sistema le informará al usuario que ha realizado esta operación, el número de extensión en la que se ha colocado en espera a su interlocutor, por ejemplo 701.

Se pueden parquear llamadas en las extensiones que comprenden el rango entre 701 a 720, es decir, veinte llamadas.

El tiempo máximo que una llamada puede ser parqueada es de 45 segundos. Cuando este tiempo haya expirado, la llamada que se encuentra parqueada será colgada.

3. Para atender la llamada en espera, llamar a la extensión en la que se encuentra parqueada, por ejemplo 701

GRABACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE *PROMPTS* DE AUDIO

Asterisk ofrece la posibilidad de grabar archivos de audio para luego ser utilizados en la misma PBX con la finalidad de proporcionar información a los usuarios que interactúen con ella.

1. GRABACIÓN DEL ARCHIVO DE AUDIO.

1.1. Establecer el nombre y formato del archivo de audio

Estos parámetros son establecidos en el archivo */etc/asterisk/extensions.conf* en la siguiente línea:

```
exten => 16,2,Record(/Bienvenida/prompt:gsm)
```

En la cual se ha definido como nombre del archivo */Bienvenida/prompt* y como formato *gsm*.

1.2. Realizar una recarga del sistema

Esto permitirá que se actualicen los datos introducidos.

1.3. Llamar a la extensión 16

1.4. Grabar el archivo de audio deseado

1.5. Para finalizar la grabación colgar o presionar la tecla numeral (#)

2. REPRODUCCIÓN DEL ARCHIVO DE AUDIO.

2.1. Establecer el nombre del archivo de audio

Este parámetro es establecido en el archivo */etc/asterisk/extensions.conf* en la siguiente línea:

```
exten => 17,2,Playback(/Bienvenida/prompt)
```

En la que se a definido el nombre del archivo a escuchar como */Bienvenida/prompt*.

2.2. Llamar a la extensión 17

Empezará la reproducción del archivo de audio con el nombre definido anteriormente.

CONFERENCIAS

Esta aplicación permite que más de dos personas participen en una conversación de manera simultánea. Se han establecido dos salas de conferencia, la 500 y la 501 y se recomienda un máximo de cinco participantes por cada una. Para el ingreso a una sala se requiere de una contraseña.

1. Marcar a la sala de conferencia a la que se desee ingresar (500 o 501)

2. Ingresar el pin (contraseña) de la conferencia requerida

Si la contraseña es ingresada de forma correcta, el usuario escuchará un tono que le indicará que ya se encuentra dentro de la sala de conferencia. Si la contraseña se introduce de manera errada tres veces, el sistema cortará la comunicación con el usuario.

BUZÓN DE MENSAJES

Esta característica le permite a un usuario del sistema Asterisk poseer un buzón de voz, en el cual puedan dejarle un mensaje cuando no consigan comunicarse con éste, ya sea porque no se encuentra o porque se encuentra ocupando su extensión. El mensaje de voz también es enviado a su dirección de correo electrónico como archivo adjunto.

Para acceder al buzón de voz se debe realizar lo siguiente.

1. Marcar *10

2. Digitar el buzón (extensión)**3. Digitar la contraseña personal de acceso**

A continuación se presentan los comandos disponibles para el buzón de mensajes.

- 1 Escuchar los mensajes del buzón
- 3 Opciones avanzadas
- 1 Repetir
- 5 Repetir el mensaje actual
- 6 Reproducir el siguiente mensaje
- 7 Eliminar el mensaje actual
- 8 Enviar el mensaje a otro buzón
- 9 Guardar el mensaje en una carpeta
- * Ayuda; durante la reproducción del mensaje: Volver a escuchar el mensaje
- # Salir; durante la reproducción del mensaje: Avanzar al siguiente mensaje
- 2 Cambio de carpetas
- 0 Opciones del buzón
- 1 Grabar el mensaje personal de no disponible
- 2 Grabar el mensaje personal de ocupado
- 3 Grabar el nombre
- 4 Cambiar la contraseña
- * Regresar al menú principal
- * Ayuda

Durante la reproducción de un mensaje, presione numeral (#) para avanzar rápidamente o asterisco (*) para rebobinar. El tiempo configurado (por defecto en el archivo *voicemail.conf*) para cada salto es de 3000 ms.

Los siguientes comandos permiten cambiar la contraseña de usuario.

- Ingresar al buzón de mensajes
- Digitar 0
- Digitar 4

- Cambiar la contraseña
- Confirmar la nueva contraseña

Luego de que un mensaje entrante, mensaje personal de ocupado, mensaje personal de no disponible, saludo o nombre haya sido grabado, están disponibles los siguientes comandos.

- 1 Aceptar
- 2 Revisar
- 3 Regrabar

REFERENCIA

[1] MAHLER Paul, *VoIP Telephony with Asterisk*, 1ra Edición, Signate, USA, 2004

ANEXO 8

CÓDIGO FUENTE DEL REGISTRO DE LLAMADAS

Código fuente del programa *registros*

```

j=0
while [ $j = 0 ]
do
date | cut -c 9,10,12,13,15,16 > /reg_PBX/dia_reg
num=`cat /reg_PBX/dia_reg`

# La siguiente línea contiene el día y la hora en la que se
# realizara la facturación en el siguiente formato DDHHMM

if [ $num = 281750 ]
then
    date | cut -c 5-7,25-28 > /mes_reg
    mrg=`cat /mes_reg`
    cat /var/log/asterisk/cdr-csv/Master.csv > /reg_PBX/registrol
    cut -d "," -f 3,6,10,14 /reg_PBX/registrol >>
/reg_PBX/registro$mrg
    cut -d "," -f 3,5,10,14 /reg_PBX/registrol >>
/reg_PBX/registrol$mrg
    cut -d "," -f 6,7,10,14 /reg_PBX/registrol >>
/reg_PBX/registro2$mrg
    let j=($j+1)
    echo $j
fi

done
sleep 10s
echo bye
cat /var/log/asterisk/cdr-csv/Master1 > /var/log/asterisk/cdr-
csv/Master.csv

./registros

```

Código fuente del programa *registros_asterisk*

```

clear

reg=0

echo -e "\\n\\t\\t\\t Observatorio Astronomico de Quito"
echo -e "\\n\\t\\t\\t\\t Bienvenido "
echo -e "\\n\\n\\t\\t\\t\\t Registro de llamadas "
echo -e "\\t\\t\\t\\t de la PBX-IP del OAQ "
echo -e "\\n\\n\\n\\t\\t\\t Seleccione mes y año de registro y presione
ENTER"
echo -e "\\n\\t\\t\\t mesaño "
echo -e "\\n\\t\\t\\t ejm: may2006 "
read mreg
clear
echo -e "\\n\\n\\t\\t\\t\\t Seleccione una opción y presione ENTER"
echo -e "\\n\\t\\t\\t\\t 1 Origen de llamada"
echo -e "\\n\\t\\t\\t\\t 2 Destino de llamada"
echo -e "\\n\\t\\t\\t\\t 3 Fecha "

read opc

if [ $opc = 1 ]
then
clear
echo -e "\\n\\n\\t Ingrese una Extensión"
echo -e "\\t ejm: "Zap/1-1" ; 33 "
echo -e "\\n\\t Las extensiones Zaptel deben especificarse
dentro de comillas\\n"

read ext
if [ $ext = 0 ]
then
echo -e "\\n\\n\\t Ingrese una Extensión"
echo -e "\\t ejm: Zap/1-1 ; 33 \\n"

else
if [ $ext = "Zap/1-1" ]
then
var=y

else
if [ $ext = "Zap/1-2" ]
then
var=y
else
if [ $ext = "Zap/2-1" ]
then
var=y
else
if [ $ext = "Zap/2-2" ]
then
var=y
echo $var
else
if [ $ext = "Zap/3-1" ]

```

```

        then
        var=y
        else
        if [ $ext = '"Zap/4-1"' ]
        then
        var=y
        else
        var=x
        fi
        fi
        fi
        fi
        fi
        if [ $var = y ]
        then
        let reg=`cat /reg_PBX/registro$mreg | cut -d "," -f 2 | grep $ext |
        wc -l`

        if [ $reg = 0 ]
        then
        echo "No existe registro"
        else
        echo -e "\\nDestino, Origen, Fecha, Duración\n"
        cat /reg_PBX/registro$mreg | awk 'BEGIN {FS=",";cont=0} $2 ~
'$ext' { cont=cont+$4; print ($1,$2,$3,$4);} END { printf ("\n\nTiempo
total consumido = %d (seg)\n",cont); printf ("\n\nTiempo total consumido
= %f (horas)\n",cont/3600)}'
        echo -e "\\n\n\n"
        fi
        else
        let reg=`cat /reg_PBX/registrol$mreg | cut -d "," -f 2 | grep
$ext | wc -l`

        if [ $reg = 0 ]
        then
        echo "No existe registro"
        else
        echo -e "\\nDestino, Origen, Fecha, Duración\n"
        cat /reg_PBX/registrol$mreg | awk 'BEGIN {FS=",";cont=0} $2 ~
'$ext' { cont=cont+$4; print ($1,$2,$3,$4);} END { printf ("\n\nTiempo
total consumido = %d (seg)\n",cont); printf ("\n\nTiempo total consumido
= %f (horas)\n",cont/3600)}'
        echo -e "\\n\n\n"
        fi
        fi
        fi
        else
        if [ $opc = 2 ]
        then
        clear
        echo -e "\\n\n\n\t Ingrese Destino de llamada"
        echo -e "\t ejm:92650992\n"
        read ext
        if [ $ext = 0 ]
        then
        echo -e "\\n\n\n\t Ingrese Destino de llamada"

```

```

echo -e "\\t ejm:92650992 \\n"
else
    if [ $ext = "Zap/3-1" ]
    then
        var=y
    else
        if [ $ext = "Zap/4-1" ]
        then
            var=y
        else
            var=x
        fi
    fi
fi
if [ $var = y ]
then
    let reg=`cat /reg_PBX/registro2$mreg | cut -d "," -f 2 | grep $ext
| wc -l`

    if [ $reg = 0 ]
    then
        echo "No existe registro"
    else
        echo -e "\\nOrigen, Destino, Fecha, Duración\n"
        cat /reg_PBX/registro2$mreg | awk 'BEGIN {FS=",";cont=0} $2 ~
'$ext' { cont=cont+$4; print ($1,$2,$3,$4);} END { printf ("\n\nTiempo
total consumido = %d (seg)\n",cont); printf ("\n\nTiempo total consumido
= %f (horas)\n",cont/3600)}'
        echo -e "\\n\n\n"
        fi
    else
        let reg=`cat /reg_PBX/registro$mreg | cut -d "," -f 1 | grep
$ext | wc -l`

        if [ $reg = 0 ]
        then
            echo "No existe registro"
        else
            echo -e "\\nDestino, Origen, Fecha, Duración\n"
            cat /reg_PBX/registro$mreg | awk 'BEGIN {FS=",";cont=0} $1 ~
'$ext' { cont=cont+$4; print ($1,$2,$3,$4);} END { printf ("\n\nTiempo
total consumido = %d (seg)\n",cont); printf ("\n\nTiempo total consumido
= %f (horas)\n",cont/3600)}'
            echo -e "\\n\n\n"
            fi
        fi
    fi
fi
# tercera opcion
else
if [ $opc = 3 ]
then
    clear
    echo -e "\\n\n\n\t Ingrese Fecha"
    echo -e "\\t año-mes-día\n"
    echo -e "\\t ejm:2006-05-18\n"
read ext
if [ $ext = 0 ]
then

```

```

        echo -e "\\t Ingrese Fecha"
        echo -e "\\t año-mes-día\\n"

    else
        let reg=`cat /reg_PBX/registro$mreg | cut -d "," -f 3 | grep
$ext | wc -l`

        if [ $reg = 0 ]
        then
            echo "No existe registro"
        else
            echo -e "\\nDestino, Origen,      Fecha,      Duración\\n"
            cat /reg_PBX/registro$mreg | grep $ext | awk
' {print($1,$2,$3,$4)} '
            echo -e "\\n\\n"
            "
        fi

    fi

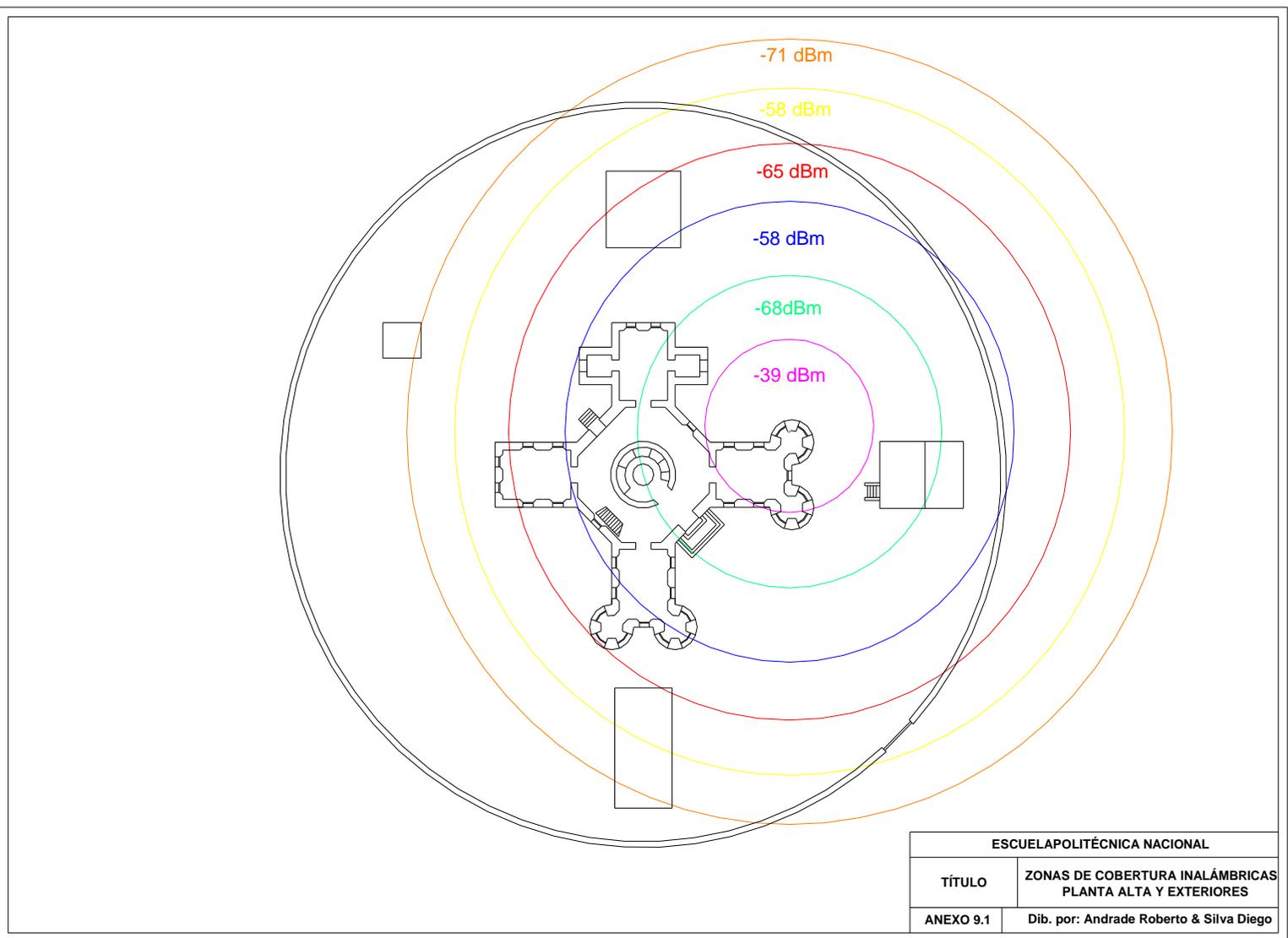
# Cuarta opcion
else
    echo -e "\\n\\t\\tSelección equivocada vuelva a intentar\\n"
fi
fi
fi

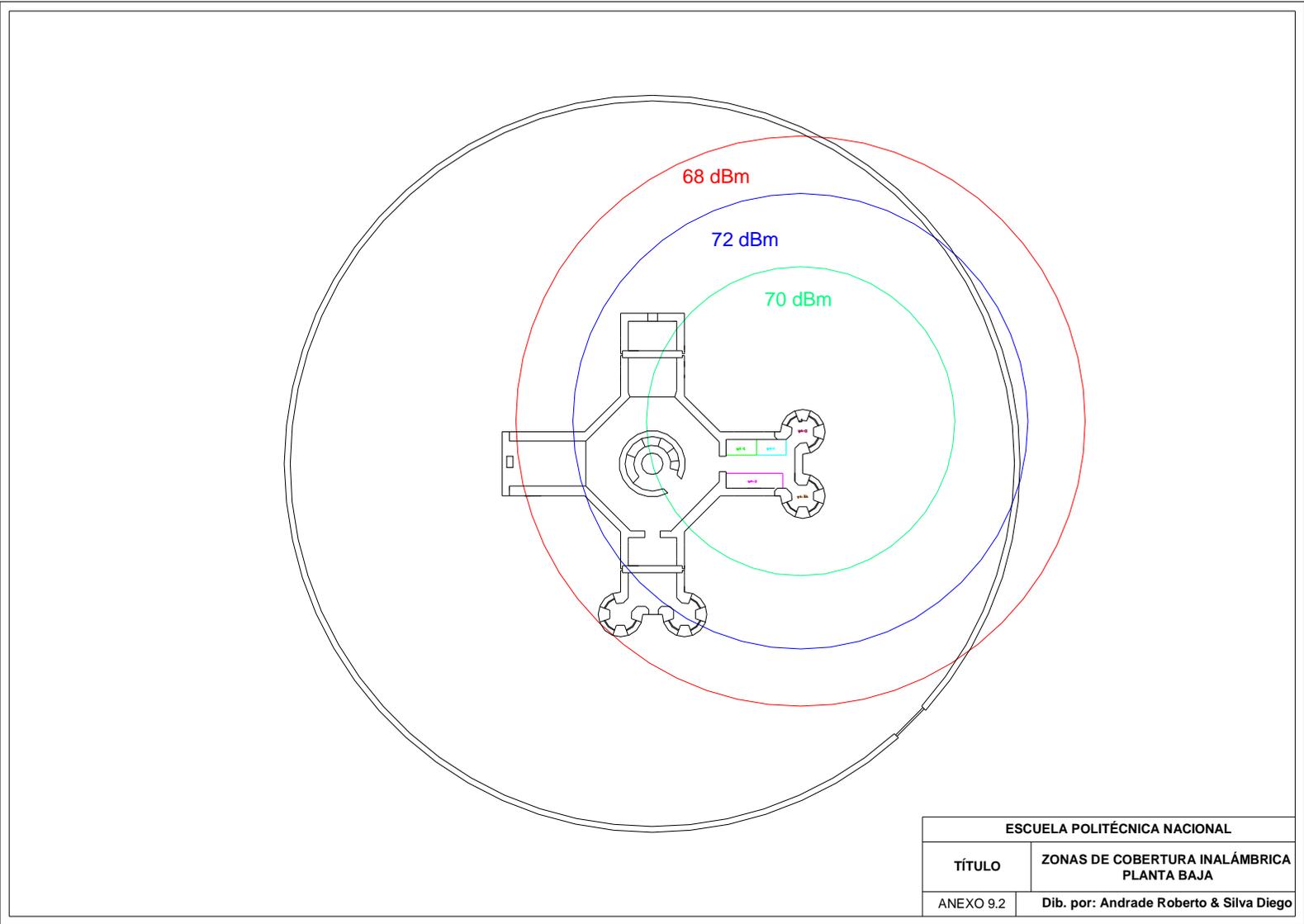
echo -e "\\nDesea Salir del programa, s(Si)  \\n"
read resp
if [ $resp = s ]
then
    exit
else
    ./registros_asterisk
fi

```

ANEXO 9

NIVELES DE POTENCIA DE LA WLAN





ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	
TÍTULO	ZONAS DE COBERTURA INALÁMBRICA PLANTA BAJA
ANEXO 9.2	Dib. por: Andrade Roberto & Silva Diego

APÉNDICES

APÉNDICE 1

MENÚ IVR

Bienvenido al Observatorio Astronómico de Quito de la Escuela Politécnica Nacional

Si conoce el número de la extensión con la que desea comunicarse digítela ahora

Si desea ser atendido por la secretaria del Observatorio presione 0

Para conocer los horarios de atención en el museo presione 1

Para conocer sobre las observaciones nocturnas presione 2

Para información meteorológica o astronómica presione 3

Para conocer la hora exacta presione 4

Para volver al menú principal presione 5

Para salir del sistema presione la tecla de número, gracias

OPCIONES AL PRESIONAR LA TECLA 1

El observatorio Astronómico de Quito estará gustoso de atenderle de Lunes a Viernes de 9 a 12 horas y de 14:30 a 17:30

Grupos numerosos previa reservación

El costo para adultos es de 1 dólar, estudiantes 60 centavos y niños 40 centavos

OPCIONES AL PRESIONAR LA TECLA 2

El observatorio Astronómico de Quito estará gustoso de atenderle en el ingreso de Lunes a Viernes de 18:30 hasta las 20:30 en noches despejadas

El costo para adultos es de 1 dólar y niños 50 centavos

Para la información de la condición meteorológica nocturna comuníquese con la extensión 38 a partir de las 18 horas

APÉNDICE 2

PROTOCOLO SIP

SIP (*Session Initiation Protocol*) es un protocolo de señalización de capa aplicación que define la iniciación, modificación y terminación de sesiones interactivas de comunicaciones multimedia entre usuarios, tales como conferencia, telefonía, notificación de eventos y mensajería instantánea. Este protocolo ha sido desarrollado principalmente para proporcionar “presencia” y “movilidad” dentro de una red IP.

SIP es independiente de los protocolos de capas inferiores. Funciona sobre TCP o UDP, así como IP, ATM, Frame Relay o X.25. Un datagrama UDP soporta un solo mensaje SIP, mientras que una conexión TCP puede soportar múltiples transacciones SIP.

SIP es un protocolo basado en texto (ISO 10646 con codificación UTF-8 RFC 2279) basado en http. Este hecho lo convierte en un protocolo flexible y extensible, posibilitando una fácil implementación y depuración.

Elementos de la arquitectura SIP

Los elementos de la arquitectura SIP son: Agentes Usuario (*User Agent, UA*) y los servidores de red.

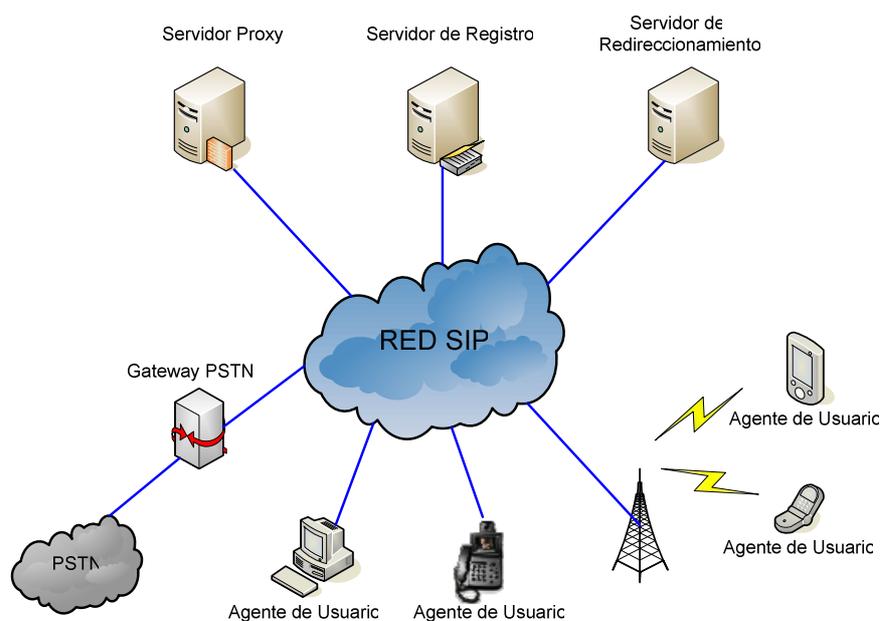
- ☑ **Agentes de Usuario.** Los Agentes de Usuario son aplicaciones que residen en las estaciones terminales SIP. Los Agentes usuario pueden actuar como Agentes Usuario Clientes (*User Agent Client, UAC*) quienes son los que originan las solicitudes SIP, o Agentes Usuario Servidores (*User Agent Server, UAS*) los que responden a estas solicitudes SIP. Los UAC y UAS pueden soportar por sí solos una comunicación básica SIP sin necesidad de servidores.

- ☑ **Los Servidores SIP** se clasifican como servidores de Registro, Proxy, y de Redirección.

El servidor de Registro facilita que los usuarios señalen su ubicación. Estos servidores suelen encontrarse incluidos en los servidores de ubicación.

El servidor Proxy actúa como intermediario entre un cliente que envía un pedido, y otro servidor que puede ser otro Proxy o un servidor UA. Además, el Proxy provee funciones de autorización, autenticación y seguridad.

Los servidores de Redirección (Redirect Server) procesan mensajes INVITE, que son solicitudes SIP, y retornan la dirección URL de la parte llamada, o cómo contactar con ella (respuesta 3xx). De lo contrario rechaza la llamada, enviando una respuesta de error (error de cliente 4xx o error de servidor 5xx).



Arquitectura distribuida en SIP

Funcionamiento de SIP

Cuando un usuario o terminal SIP desea establecer una comunicación con otro envía un mensaje a su servidor Proxy para conocer la dirección física que tiene en ese momento el destinatario de la comunicación. En esta fase, el llamante indicará al servidor Proxy la dirección URL de este último.

Durante el proceso de registro, un usuario emplea un mensaje SIP para indicar su dirección IP y URL al servidor de Registro que le preste servicio (mensaje de solicitud REGISTER). También son utilizados por los servidores Proxy y de redirección para obtener información respecto a la localización.

Los mensajes SIP, solicitudes (métodos) y respuestas (códigos de estado); emplean el formato de mensaje genérico establecido en la RFC 822.

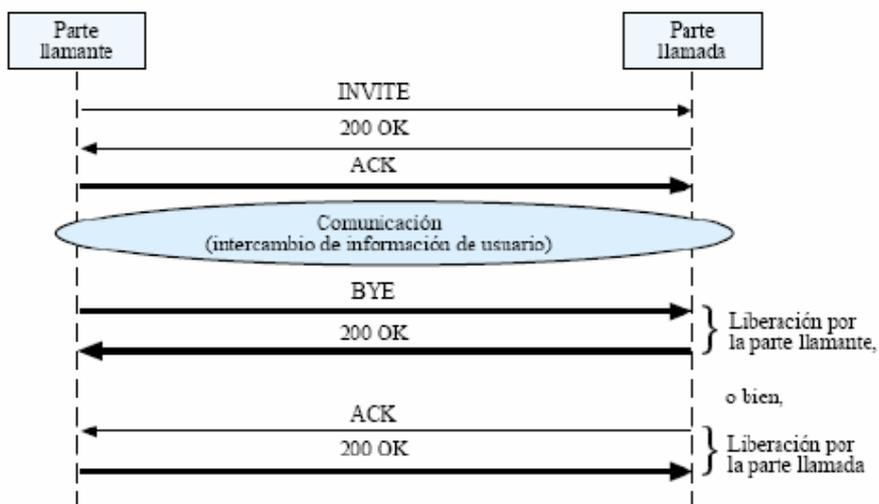
Los seis métodos (solicitudes) básicos definidos en SIP son los siguientes:

- INVITE.** Invita a un usuario a participar en una sesión. Localiza e identifica al usuario.
- ACK.** Confirma que se ha recibido una respuesta a una solicitud INVITE desde un servidor reconociéndola como adecuada.
- OPTIONS.** Solicita las capacidades del receptor.
- BYE.** Termina la sesión entre los usuarios.
- CANCEL.** Cancela una solicitud (INVITE) pendiente.
- REGISTER.** Solicitud de registro en un servidor de Registro.

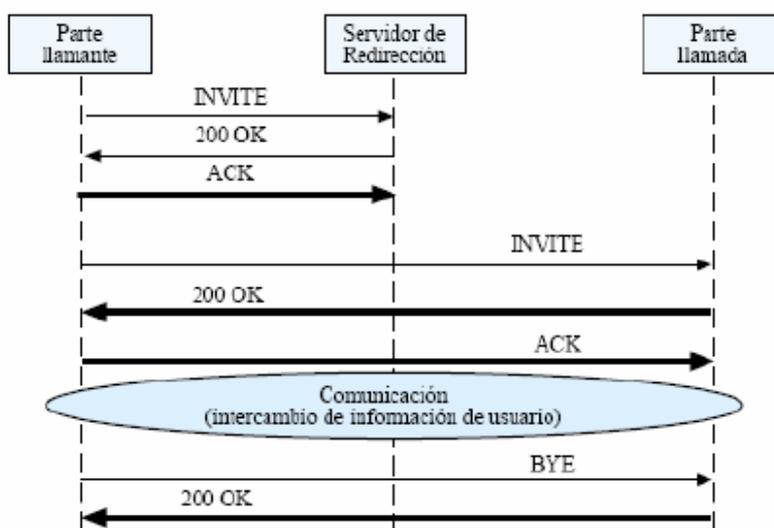
Los códigos de estado (mensajes de respuesta) se originan para comunicar la recepción de un requerimiento y las medidas que se tomarán en relación al mismo. Los códigos de respuesta son los siguientes:

- ☑ **1xx. Información provisional.** Requerimiento en proceso pero no completado.
- ☑ **2xx. Completo.** Requerimiento completado satisfactoriamente.
- ☑ **3xx. Redirección.** Más acciones deben ser consideradas para completar la solicitud.
- ☑ **4xx. Error en el cliente.** La solicitud contiene mal la sintaxis o no puede ser resuelta en este servidor.
- ☑ **5xx. Error en el servidor.** El servidor ha errado en la resolución de una solicitud aparentemente válida.
- ☑ **6xx. Falla global.** La solicitud no puede ser resuelta en servidor alguno.

La dirección usada en SIP se basa en un localizador URL (*Uniform Resource Locator*) el cual consta de dos partes. La primera está destinada a identificar al usuario y puede ser una cadena de caracteres o un número telefónico. La parte del *host* está definida por un nombre de dominio o una dirección IP. En base a lo expresado, la dirección URL de SIP posee un formato del tipo *sip:usuario@dominio*.



Ejemplo de negociación SIP exitosa punto a punto ^[2]

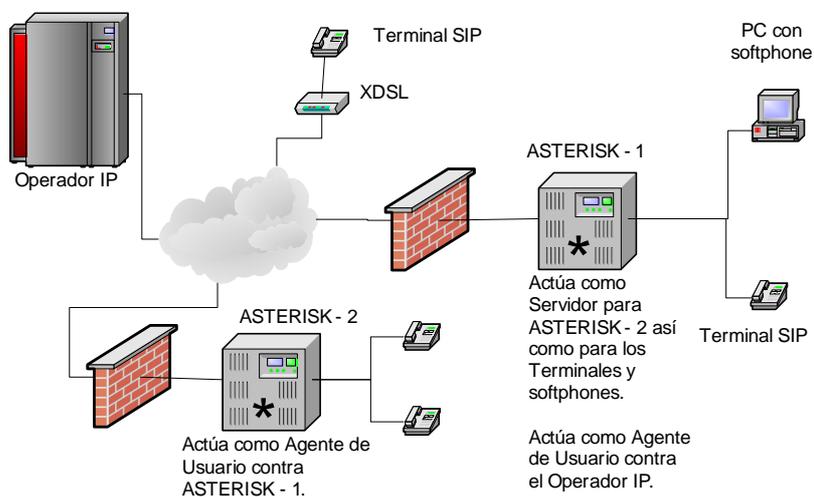


Ejemplo de comunicación SIP exitosa con servidor de redirección ^[2]

SIP en Asterisk

Asterisk puede tener los siguientes roles dentro de las comunicaciones que se realicen a través del Protocolo SIP.

- ☑ **Agente de Usuario.** Como Agente de Usuario, Asterisk puede conectarse a Operadores IP que soporten protocolo SIP, así como a otras PBX Asterisk.
- ☑ **Servidor.** Como Servidor, Asterisk puede recibir peticiones de Registro de Agentes de Usuario, pudiendo ser estos clientes *hardware* (teléfonos IP), clientes *software* (*softphones*), otras PBX Asterisk o cualquier Agente de Usuario.



Formas de trabajo de Asterisk con SIP ^[4]

REFERENCIAS

TESIS

- [1] LOZA Edison, *Implementación de un prototipo de mini central PBX con capacidad de VoIP utilizando Linux*, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2006
- [2] RAMAL David, *Diseño de un sistema de telefonía IP y plan de empresa para su comercialización*, Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2005

ARTÍCULOS

- [3] CASTAÑEDA Rodolfo, *Protocolos para Voz IP*, Cicese, 2005
- [4] SERRANO Sergio, *Introducción a Asterisk*, Asterisk en Español, Astricon Europe, 2005

DIRECCIÓN ELECTRÓNICA

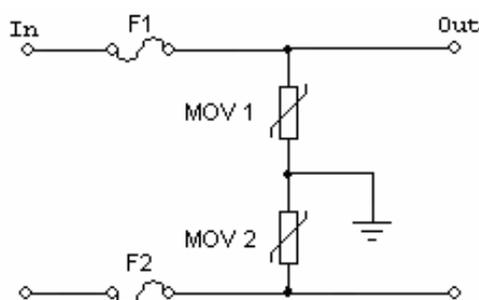
- [5] <http://www.monografias.com/trabajos16/telefonía-senalizacion/telefonía-senalizacion.shtml>
Telefonía IP

APÉNDICE 3

SUPRESOR DE PICOS PARA LÍNEA TELEFÓNICA

El objetivo de implementar un supresor de picos para línea telefónica es precisamente, el de minimizar el riesgo de daño de los equipos conectados a dicha línea, ya sea por sobrevoltaje o picos de energía producidos por inducciones fuertes a través de la línea telefónica.

El circuito se basa en fusibles (la protección más elemental) y varistores. Los varistores al igual que los diodos pueden absorber energías transitorias (incluso más altas) pero además pueden suprimir los transitorios positivos y negativos. Cuando aparece un transitorio, el varistor cambia su resistencia de un valor alto a otro valor muy bajo; así, el transitorio es absorbido por el varistor, protegiendo de esta manera los componentes deseados. Otra de las ventajas que poseen los varistores es su tiempo de respuesta, el cual es de aproximadamente 500 pico segundos (0.5 ns), con lo que se garantiza que el circuito de interés quede protegido contra los picos de tan corta duración, los cuales el fusible o los diodos no son capaces de detectar.



Supresor de picos para línea telefónica

Para empezar con el dimensionamiento de los componentes del circuito se requiere conocer el voltaje de estado estable del sistema a proteger, valor que para el varistor será el Voltaje de Trabajo (expresado por los fabricantes como V_{RMS}). A continuación se presenta una tabla con los voltajes presentes en una línea telefónica.

Voltajes presentes en la línea telefónica

Evento	Magnitud
Teléfono colgado	45 Vdc - 50 Vdc
Teléfono descolgado	5 Vdc - 10 Vdc
Timbrado	90 Vac - 100 Vac

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el valor de voltaje más alto de estado estable presente en una línea telefónica es de $50\text{Vdc} + 100\text{Vac} = 150\text{Vac}$ o $106.07\text{V}_{\text{RMS}}$. El valor estándar más próximo para el voltaje de trabajo de un varistor es de 115V_{RMS} . Entonces, para los varistores se tiene que:

MOV1 = MOV 2 : NTE1V115 (Varistor de 115 V_{RMS})

Para el dimensionamiento de los fusibles se debe tomar en cuenta el voltaje de timbrado y la impedancia AC, la misma que es de 600 ohmios. Entonces la corriente es:

$$I_F = \frac{V_{\text{Timbrado}}}{Z_{AC}} = \frac{100\text{V}_{AC}}{600\Omega} = 166.67\text{ mA}$$

Por lo tanto, las especificaciones de los fusibles son:

F1 = F2 : 250V - 250mA

REFERENCIAS

- [1] EPCOS AG, *Varistor Applications*, Alemania, 2002
- [2] Syfer Technology Ltd., *Multilayer Varistor Filters*, USA, 2003
- [3] <http://www.ifent.org/lecciones/electronica/TVBN/CONCEPTOSTELE.html>

APÉNDICE 4

MÚSICA EN ESPERA EN ASTERISK

Para proveer música en espera al sistema PBX-IP Asterisk se debe configurar MusicOnHold con el software mpg123 versión 0.59r, por lo tanto si ya se cuenta con mpg123 con una versión distinta a la mencionada, se debe desinstalar y luego bajar las fuentes del archivo desde:

<http://www.mpg123.de/mpg123/mpg123-0.59r.tar.gz>

Descomprimir y compilar con: `make linux`, posteriormente; `make install`, y por ultimo crear el enlace simbolico correspondiente:

```
ln -s /usr/local/bin/mpg123 /usr/bin/mpg123
```

Los archivos en `/etc/asterisk` que se deben modificar son:

- `/etc/asterisk/zapata.conf` ; agregar la linea "musiconhold=default" bajo el contexto [channels]
- `/etc/asterisk/musicondhold.conf` ; descomentar la linea que dice "default => mp3:/var/lib/asterisk/mohmp3"

Para crear la extensión de música en espera, agregar en `extensions.conf`

```
exten => 100,1,Answer()
```

```
exten => 100,2,MusicOnHold(default)
```

APÉNDICE 5

LISTA DE PROVEEDORES

QUITO - ECUADOR

- **FIX GROUP** Equipo para telefonía IP
- **ENLACE DIGITAL** Elementos para cableado estructurado y cámaras IP
- **TECOMPARTES** Elementos para cableado estructurado y dispositivos electrónicos
- **ICO** Equipos para Circuito Cerrado de Video y alarmas
- **DIMACO** Equipos para Circuito Cerrado de Video y alarmas

ESTADOS UNIDOS

- **DIGIUM** Componentes y *software* para telefonía IP