

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TITULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN
SISTEMA DE SEGURIDAD DE CCTV, SISTEMA DE ALARMA DE INTRUSIÓN
E INTERCONEXIÓN DE LAS REDES A TRAVÉS DE UN ENLACE
MICROONDA PARA LAS FERRETERÍAS MEGA CENTRO JARAMILLO Y
FRANQUICIA DISENSA JARAMILLO”**

**ROMMEL ALFONSO MEJIA DONOSO
CESAR RICARDO NICOLALDE TOLEDO**

Sangolquí – Ecuador

2011

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título en ingeniería electrónica titulado **“Diseño, implementación y puesta en funcionamiento de un sistema de seguridad de CCTV, sistema de alarma de intrusión e interconexión de las redes a través de un enlace microonda para las ferreterías Mega Centro Jaramillo y Franquicia Disensa Jaramillo”** fue realizada en su totalidad por los señores Rommel Alfonso Mejía Donoso y Cesar Ricardo Nicolalde Toledo bajo nuestra dirección.

Certificamos lo antepuesto para su uso de la manera que se creyera conveniente, nos suscribimos.

Ing. Alejandro Castro

DIRECTOR

Ing. Carlos Romero

CODIRECTOR

DEDICATORIA

A mis padres Rommel y Patricia, quienes han sido una fuente constante de apoyo para alcanzar mis metas y objetivos, y han sido quienes con su ejemplo han permitido que vea el lado hermoso de la vida y ahora este logro mío es para ellos.

A mis hermanos Juan David y Paty, a quienes les deseo que cumplan todo lo que se propongan y sepan que todo es posible con la ayuda de Dios y la perseverancia, estoy seguro que van a llegar lejos en su vida y serán personas de bien.

Finalmente, a mis abuelos Luis Alfonso y Sigifredo, y a mi abuela Inesita que siempre inculcaron valores muy importantes en mi vida, los cuales me sirvieron de mucho, desde lo lejos se que ellos guían parte de mi camino, este triunfo de igual manera para ellos.

Rommel Alfonso Mejía Donoso

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico con mucho cariño a mis padres César y Diana, quienes con mucho amor y cariño me supieron ayudar incondicionalmente en el transcurso y culminación de mi carrera profesional, a mis hermanas Vivi y Michelle, que siempre han estado a mi lado, y que este proyecto las llene de entusiasmo y orgullo para que sean unas excelentes profesionales.

Se lo dedico a mi Nena, la pequeña luz en mi vida, quien con su hermosa sonrisa me inspira e impulsa a cristalizar todas las metas propuestas , a toda mi Familia, quienes siempre me han brindado su apoyo y hemos compartido buenos y malos momentos y que este proyecto se sume a los buenos momentos compartidos.

A mis abuelitos Rafael y José que en paz descanse, junto con mi abuelita Cándida y Marujita a quien no conocí pero por medio de mi padre estuvo presente, pues es un logro para ellos también, ya que desde pequeño fueron mis segundos padres, me corrigieron y apoyaron para llegar a ser un mejor ser humano.

César Ricardo Nicolalde Toledo

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, a mi esposa Soledad y a mi hija Valentina, motivo de inspiración para dar con la culminación del presente proyecto.

A mis padres y mis hermanos, por su insistencia, su apoyo, su paciencia, su dedicación y por todo lo compartido a lo largo de mi vida, en especial en esta última etapa que pone fin al inicio de nuevas metas, la misma que ha sido difícil pero no imposible.

A todos mis profesores, en especial al Sr. Ing. Alejandro Castro por todo su apoyo y colaboración en la dirección de este proyecto de grado; de igual forma al Sr. Ing. Carlos Romero, codirector de este proyecto, por toda su colaboración en la consecución de los objetivos del proyecto.

Rommel Alfonso Mejía Donoso.

AGRADECIMIENTO

Gracias a esa entidad toda poderosa que nos brinda su bendición desde un mundo no terrenal, a mis padres César y Diana, quienes han sido una gran inspiración y ejemplo de amor y trabajo, siento un profundo sentimiento de pena el hecho que mi padre no se encuentra físicamente en este mundo para ver la culminación de su esfuerzo, pero siempre estará en mis pensamientos y en mi corazón, y le doy gracias, que junto a mi madre y hermanas no me dejaron renunciar en los momentos más difíciles de la carrera.

A mi familia, que siempre me han sabido brindar un consejo y me han apoyado a lo largo de mi vida y en el transcurso de la carrera, haré todo lo posible para ser recíproco y apoyarlos de igual manera.

Al departamento de gerencia de las ferreterías Jaramillo por la confianza depositada en nosotros para el desarrollo del proyecto en sus instalaciones y por facilitarnos el acceso a todas sus áreas.

A nuestros profesores, que con su paciencia y dedicación, forjan nuevos profesionales en las aulas de clases, a nuestro director y codirector Ing. Alejandro Castro e Ing. Carlos Romero por el tiempo y conocimientos brindados para la elaboración y culminación de este proyecto.

A mis diferentes amigos hechos en las diferentes etapas de la carrera, quienes han sido un apoyo fundamental para salir adelante, ya que como individuos, debemos constituir una mejor sociedad y para ello se debe fomentar el trabajo en grupo, en forma puntual agradezco la amistad y paciencia de mi amigo Rommel por levantarme en los momentos más duros de mi vida y ayudarme a culminar este proyecto. Y a todos los amigos que nos ayudaron a culminar este proyecto.

A todos ustedes, gracias.

César Ricardo Nicolalde Toledo.

PRÓLOGO

El desarrollo del proyecto “DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD DE CCTV, SISTEMA DE ALARMA DE INTRUSIÓN E INTERCONEXIÓN DE LAS REDES A TRAVÉS DE UN ENLACE MICROONDA PARA LAS FERRETERÍAS MEGA CENTRO JARAMILLO Y FRANQUICIA DISENSA JARAMILLO”, comprende un estudio teórico y práctico de algunos de los servicios que puede brindar la Ingeniera Electrónica en la sociedad, en la vida fuera de la Universidad, aplicando los conocimientos tanto de nuestra carrera como de mercado.

El objetivo del presente proyecto es proveer una fuente de consulta y apoyo, lo relatado en este proyecto, son las necesidades actuales de los centros de negocios en el mundo, son requerimientos tecnológicos para una mayor eficiencia y control de la empresa, siempre debe estar soportado por el asunto técnico, al igual que el económico, siempre se trata de satisfacer las necesidades del cliente y el usuario final, para alcanzar éxito, experiencia y buenas referencias.

Para este efecto, la teoría contenida en el proyecto abarca muchos temas, los cuales podrían ser utilizados en el mejor de los casos en proyectos de implementación similares. Estos temas van desde la forma de cómo concebir un proyecto, alinearlos dentro de un marco para el cliente y finalmente implementarlo usufructuando del mismo. La integración de los sistemas electrónicos es eminente y inevitable, es la tendencia del futuro, por lo que este proyecto es un ejemplo claro cómo podemos tener varios productos prestando distintos servicios en una misma empresa, servicios como el monitoreo de CCTV por internet, comunicación telefónica sin tarificación de una central vía VoIP, la interconexión de centros vía enlaces microondas para compartir recursos como Datos, Voz y Video, centrales de telefonía híbridas y un servidor de integración.

Es por esto, que el presente proyecto se enfoca en el diseño de un sistema de integración de servicios de video vigilancia, redes LAN y telefonía IP para adaptarse al crecimiento y desarrollo de nuevos servicios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO 1.....	1
1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	2
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO	3
1.4 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 General.....	3
1.4.2 Específicos	4
1.5 SISTEMA ACTUAL DE LA EMPRESA Y ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS.....	4
CAPITULO 2.....	7
2. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CCTV	7
2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO DE CCTV	7
2.1.1 Requerimientos eléctricos y espaciales	8
2.1.2 Transmisión y sincronismo del video.....	9
2.1.2.1 Transmisión por radiofrecuencia	11
2.1.2.2 Enlace por microondas	12
2.1.2.3 Transmisión por Internet	12
2.1.2.4 Transmisión múltiplex.....	14
2.1.3 Alimentación y protecciones.....	14
2.1.3.1 Cámaras de video y Video Grabador Digital de 4 canales y 16 canales	15
2.1.3.2 Servidor de video DVR	20
2.1.4 Diseño del Sistema de CCTV.....	23
2.1.4.1 Selección del CCTV adecuado	23
2.1.4.2 Cálculo del campo de visión.....	36
2.2 SOFTWARE PARA EL MANEJO DEL CCTV	37
CAPITULO 3.....	40
3. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LAS REDES DE DATOS	40
3.1 INFRAESTRUCTURA.....	40
3.1.1 Instalación de Entrada o acometida.....	44
3.1.2 Centro de Monitoreo	53
3.1.3 Cuarto de Telecomunicaciones	58
3.1.4 Gabinete de Telecomunicaciones.....	59
3.1.5 Cableado estructurado	60
3.1.5.1 Par Trenzado	61
3.1.5.2 Cable Coaxial	62
3.1.5.3 Fibra Óptica.....	65
3.1.6 Nodo central de cableado	68

3.1.7	Cableado horizontal	69
3.1.8	Cableado vertebral	71
3.1.9	Área de trabajo	72
3.1.10	Topología de la Red	74
3.2	INTERCONEXIÓN DE LAS REDES DE DATOS	80
3.2.1	Instalación y configuración de Windows server 2003, para correo electrónico interno de la empresa y un servidor ftp	80
3.2.1.1	Servicio FTP	82
3.2.1.2	Configuración del servidor de dominio	85
3.2.1.3	Configuración de cuentas de usuarios	90
3.2.1.4	Configuración del servicio de correo	93
3.3	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA	98
3.3.1	Restricción de Tiempo:	106
3.3.2	Restricción de llamadas entrantes y salientes:.....	108
3.3.3	Configuración del Interfono	110
3.4	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE VOZ SOBRE IP “VOIP”	111
3.4.1	Introducción a la telefonía y evolución	112
3.4.2	Arquitectura	113
3.4.2.1	Configuración del plan de marcado	114
3.4.2.2	Códigos de programación	116
3.4.3	Protocolos de VoIP	117
3.4.3.1	Protocolo SIP:	118
3.4.3.2	Protocolo IAX	120
3.4.3.3	Protocolo H.323.....	121
3.4.3.4	Protocolo MGCP	122
3.4.3.5	Protocolo SCCP.....	123
3.4.3.6	Cuadro de Comparación	124
3.4.4	Diseño del sistema.....	126
3.5	FINALIZACIÓN DE LA RED JARAMILLO.....	127
3.6	PRODUCTOS.....	129
3.6.1	Rack	129
3.6.2	Conmutadores y enrutadores de comunicaciones.....	129
3.6.3	Paneles de parcheo, que centralizan todo el cableado de la planta.....	130
3.6.4	Cortafuegos o Firewall.....	130
CAPITULO IV		132
4. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO PARA EL SISTEMA DE INTRUSIÓN Y EL SISTEMA DE AUDIO.....		132
4.1	PARÁMETROS DE DISEÑO	132
4.1.1	General	132
4.1.2	Requerimientos eléctricos y espaciales	132

4.1.3	Alimentación y protecciones	133
4.2	SITEMA DE INTRUSIÓN	134
4.2.1	Central de 8 zonas expandible	134
4.2.2	Sensores y Detectores	135
4.2.3	Diseño del Sistema de Intrusos	138
4.2.3.1	Selección del Sistema	138
4.2.3.2	Calculo del campo de detección	141
4.2.3.3	Programación de zonas.....	142
4.3	SISTEMA DE SONORIZACIÓN.....	143
4.3.1	Tipos de Instalaciones	143
4.3.1.1	Acoplamiento amplificador-altavoz	145
4.3.1.2	Acoplamiento directo	145
4.3.1.3	Línea de tensión.....	146
4.3.2	Distribución de impedancias	147
4.3.2.1	Calculo de Impedancias.....	150
4.3.2.2	Calculo de Potencias.....	151
CAPITULO V.....		153
5.	PLANIFICACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL RADIO ENLACE.....	153
5.1	ESTUDIO DEL RADIO ENLACE	153
5.1.1	Modelo de propagación de las ondas radio eléctricas	167
5.1.2	Clasificación de los modelos de propagación:	170
5.2	REDES INALAMBRICAS	191
5.2.1	Clases de Redes inalámbricas	193
5.3	DESCRIPCION E IMPLEMENTACIÓN DEL RADIO ENLACE	202
5.3.1	Estudio de la zona	202
5.3.2	Adquisición de coordenadas de los puntos a enlazar	203
5.3.3	Distancia del enlace.....	204
5.3.4	Selección de frecuencia.....	206
5.3.5	Estudio de factibilidad del canal para el radio enlace	212
5.3.6	Estudio del perfil del terreno	220
5.3.7	Descripción de los equipos para el radio enlace.....	234
5.3.8	Procedimiento para cálculos del radio enlace	236
5.1.1.1	Cálculo de pérdidas y atenuaciones presentes en el radio enlace.....	237
5.1.1.2	Estudio de ganancias y potencias para los equipos del radio enlace.....	243
5.3.9	Simulación del radio enlace utilizando el software RADIOMOVILE	249
5.4	DIRECCIONAMIENTO IP	255
5.4.1	Montaje físico del equipo	257
5.5	MARCO REGULATORIO	258
5.6	SEGURIDAD DE LA RED INALÁMBRICA.....	260
CAPITULO VI.....		263

6.	PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN LA ESTRUCTURA DE LOS LOCALES.....	263
6.1	PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.....	263
6.1.1	Diseño en Autocad 2009	269
6.1.2	Canalización y Ductos.....	270
6.1.3	Tomas de Corriente	270
6.1.4	Fuente de poder ininterrumpida	270
6.2	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN.....	271
6.2.1	Resistividad equivalente del terreno.....	271
6.2.2	Puntos de puesta a tierra.....	274
6.2.3	TVSS.....	275

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Menú de características del DVR	21
Tabla 2.2.- Relación entre formato y milímetros de resolución	26
Tabla 2.3.- Relación entre Distancia Focal y Velocidad de Obturación.....	35
Tabla 2.4.- Relación entre milímetros de resolución y grados	37
Tabla 3.1.- Líneas externas.....	106
Tabla 3.2.- Tabla de extensiones telefónicas.....	106
Tabla 3.3.- Principales protocolos	118
Tabla 3.4.- Tecnología Disponibilidad Seguridad NAT Total	125
Tabla 3.5.- Datos de direcciones DNS.	126
Tabla 3.6.- Datos de direcciones VoIP Franquicia Disensa J.....	127
Tabla 3.7.- Datos de direcciones VoIP Mega Centro J.	127
Tabla 4.1.- Características Central Alarma Prosys	139
Tabla 4.2.- Matriz de Audio.....	148
Tabla 5.1.- División del espectro radioeléctrico según la UIT.....	155
Tabla 5.2.- cuadro de la división del espectro radioeléctrico	164
Tabla 5.3.- Banda de frecuencias para las microondas según Estados Unidos	166
Tabla 5.4.- Recomendación ITU-R P1411-3, zonas para la propagación de OE.....	170
Tabla 5.5.- Descripción del tipo de célula (o celda) y su tamaño de cobertura.....	170
Tabla 5.6.- Parámetros Del Canal SUI	186
Tabla 5.7.- Parámetros De La Categoría Del Terreno Para SUI.	187
Tabla 5.8.- datos para el cálculo de la distancia del radio enlace.....	204
Tabla 5.9.- Bandas de frecuencias para Banda Ancha	213
Tabla 5.10.- Canales liberados en Ecuador para 5 [GHz]	218
Tabla 5.11.- Potencia máxima de transmisión en Ecuador.....	219
Tabla 5.12.- Datos de $f - P_{tx}$ para el radio enlace.....	220
Tabla 5.13.- Datos de la curvatura de la tierra.....	223
Tabla 5.14.- Curvatura o protuberancia de la tierra.....	225
Tabla 5.15.- Puntos del radio enlace con sus alturas “y” y distancias “x”	228
Tabla 5.16.- Alturas de las antenas.....	229
Tabla 5.17.- Valores para la 1era zona de Fresnel del enlace	233
Tabla 5.18.- Datos finales del radio enlace	247
Tabla 5.19.- Potencia de radiación del equipo.....	248
Tabla 6.1.- Relación de impedancia del terreno vs. profundidad.....	274
Tabla 6.2.- Naturaleza del tipo de terreno vs. Impedancia	274

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.- Cámara Tipo Domo Vari Focal	16
Figura 2.2.- Cámara Tipo Mini Domo.....	17
Figura 2.3.- Cámara Tipo Bullet.....	17
Figura 2.4.- Cámara Tipo Bullet Vari Focal	18
Figura 2.5.- Cámara Tipo Bullet Gran Angular	19
Figura 2.6.- Dvr Stand Alone De 16 Ch	20
Figura 2.7.- Representación Cámara De Video.....	23
Figura 2.8.- Relación Entre Formato Y Milímetros De Resolución.....	27
Figura 2.9.- Lente De Cctv	29
Figura 2.10.- Funcionamiento De La Lente	31
Figura 2.11.- Clasificación De Los Lentes	32
Figura 2.12.- Chip Ccd	32
Figura 2.13.- Forma De Captación De Una Imagen.....	33
Figura 2.14.- Sistema De Transferencia De Frames.....	34
Figura 2.15.- Sistema De Transferencia Entre Líneas.....	35
Figura 2.16.- Relación Entre Milímetros De Resolución Y Grados.....	37
Figura 2.17.- Pantalla De Inicio Dvr Online	38
Figura 2.18.- Manejo De Software Dvr Online.....	39
Figura 3.1.- Ejemplo Una Infraestructura Física	42
Figura 3.2.- Ejemplo Una Infraestructura Lógica.....	43
Figura 3.3.- Acometida Para El Agua Potable O Aguas Negras	44
Figura 3.4.- Acometida Para Gas.....	45
Figura 3.5.- Acometida De Toma Eléctrica Para Alta O Baja Tensión.....	45
Figura 3.6.- Acometida Telefónica.....	46
Figura 3.7.- Acometida De Datos.....	46
Figura 3.8.- Uso Actual De La Línea Telefónica Con Adsl	47
Figura 3.9.- Como Se Ve Físicamente Un Filtro Adsl	48
Figura 3.10.- Detalle De Funcionamiento Del Filtro Adsl.....	48
Figura 3.11.- Ejemplo De Una Conexión Tv-Digital Hd Satelital	49
Figura 3.12.- Ejemplo De Acometida Aérea	50
Figura 3.13.- Ejemplo De Acometida Subterránea.....	52
Figura 3.14.- Ubicación Centros De Monitoreo De Red.....	54
Figura 3.15.- Monitoreo Remoto De Los Usuarios Avanzados	56
Figura 3.16.- Esquema De Monitoreo Remoto Usando El Comunicador Ip.....	57
Figura 3.17.- Ejemplos De Cuartos De Telecomunicaciones.....	59
Figura 3.18.- Ejemplos De Cuartos De Telecomunicaciones.....	60
Figura 3.19.- Vista Física Del Par Trenzado	61
Figura 3.20.- Ejemplo De Estructura De Un Cable Coaxial	63
Figura 3.21.- Ejemplo De Fibra Óptica	65
Figura 3.22.- Fibra Óptica Brillando Cuando Transmite Luz	67
Figura 3.23.- Ejemplo De Nodo Central	69
Figura 3.24.- Ejemplo De Cableado Horizontal.....	69
Figura 3.25.- Estándar Eia/Tia 568a Y 568b Respectivamente.....	71

Figura 3.26.- Cable Directo Con Estándar Eia/Tia 568a.....	71
Figura 3.27.- Ejemplo De Cableado Vertical.....	72
Figura 3.28.- Ejemplo De Área De Trabajo.....	73
Figura 3.29.- Red Total Con Sus Elementos.....	74
Figura 3.30.- Estructura De Una Topología En Estrella.....	76
Figura 3.31.- Estructura De Una Topología En Bus.....	77
Figura 3.32.- Estructura De Una Topología En Anillo.....	78
Figura 3.33.- Estructura De Una Topología De Arbol.....	79
Figura 3.34.- Estructura Punto A Punto.....	79
Figura 3.35.- Conexión Mega Centro Jaramillo Y Franquicia Disensa Jaramillo.....	80
Figura 3.36.- Administrador De Servicios De Windows Server 2003.....	81
Figura 3.37.- Sistema De Central Híbrida.....	99
Figura 3.38.- Interfaz Multimedia De Bienvenida De La Central Telefónica.....	99
Figura 3.39.- Documentación Electrónica De La Central Telefónica.....	100
Figura 3.40.- Diagrama De Servicios De La Central Telefónica Panasonic Kx-Tes824..	101
Figura 3.41.- Teléfono Específico Kx-T7730.....	102
Figura 3.42.- Teléfono Regular Panasonic.....	102
Figura 3.43.- Pasos Para La Conexión Pc – Central.....	103
Figura 3.44.- Ícono De La Interfaz De Programación De La Central.....	104
Figura 3.45.- Código Para Ingreso Al Software.....	104
Figura 3.46.- Interfaz De Inicio.....	105
Figura 3.47.- Menú Temporizadores De Llamadas.....	108
Figura 3.48.- Bloqueo De Llamadas De Extensiones.....	109
Figura 3.49.- Copiar Desde Ln 1 A Ln #.....	110
Figura 3.50.- Confirmación De Copia.....	110
Figura 3.51.- Timbre Del Portero Eléctrico.....	111
Figura 3.52.- Configuración De Dirección Ip.....	113
Figura 3.53.- Comprobación De Dirección Ip.....	114
Figura 3.54.- Configuración Del Dial Plan.....	115
Figura 3.55.- Transporte De Medios.....	119
Figura 3.56.- Ejemplo Utilización Protocolo Iax.....	120
Figura 3.57.- Protocolo H323.....	122
Figura 3.58.- Protocolo MgcP.....	123
Figura 3.59.- Protocolo Skinny.....	124
Figura 3.60.- Diagrama Final De La Red Jaramillo.....	128
Figura 3.61.- Ejemplo De Rack.....	129
Figura 3.62.- Ejemplo De Patch Panel.....	130
Figura 3.63.- Funcionamiento De Un Firewall.....	131
Figura 3.64.- Ejemplo De Patch Cord.....	131
Figura 4.1.- Distancias Máximas De Cableado	134
Figura 4.2.- Figuras De Sensores De Detección	136
Figura 4.3.- Fuente De Poder De 5 Amp	141
Figura 4.4.- Detección Discriminador De Audio	141
Figura 4.5.- Campo De Detección Sensor	142
Figura 4.6.- Diagramas De Conexiones Sonorización.....	144
Figura 4.7.- Acoplamiento Directo.....	146
Figura 4.8.- Transformador De Adaptación De Impedancias	147
Figura 4.9.- Circuito De Altavoces En Serie.....	149
Figura 4.10.- Diagrama De Conexión De Circuitos De Audio.....	152
Figura 5.1.- Radio Enlace De Largo Y Corto Alcance.....	153

Figura 5.2.- Topografía De Terreno En 3d Y Proyectado En 2d En La Parte Superior...	155
Figura 5.3.- Ejemplo De Perfil De Terreno (Captura Con Radio Mobile).....	156
Figura 5.4.- Onda Electromagnética.....	158
Figura 5.5.- Onda Electromagnética Polarizada Verticalmente.....	160
Figura 5.6.- Polarización Lineal, Onda Del Campo Eléctrico \vec{E}	161
Figura 5.7.- Polarización Circular, Onda Del Campo Eléctrico \vec{E}	161
Figura 5.8.- Espectro Electromagnético.....	163
Figura 5.9.- Multitrayectoria De Una Señal Propagada.....	180
Figura 5.10.- Modelo De Walfish-Ikegami.....	181
Figura 5.11.- Método De Walfish-Bertoni.....	184
Figura 5.12.- Propagación Sobre La Edificación.....	190
Figura 5.13.- Propagación A Través De Las Calles.....	190
Figura 5.14.- Ejemplo De Red Inalámbrica.....	192
Figura 5.15.- Clases De Redes Inalámbricas Según Su Tamaño Geográfico.....	194
Figura 5.16.- Enlace Punto A Punto.....	198
Figura 5.17.- Antena De Grilla Polarización: A) Horizontal, B) Vertical.....	199
Figura 5.18.- Enlace Punto – Multipunto.....	200
Figura 5.19.- Antena Omnidireccional, Grafica De Radiación.....	201
Figura 5.20.- Colocación De Puntos Y Distancia Del Radio Enlace.....	205
Figura 5.21.- Ejemplo De La Interfaz De Netstumbler.....	207
Figura 5.22.- Escaneo De Frecuencias A 2.4 [Ghz] Mediante La Nanostation2.....	208
Figura 5.23.- Escaneo De Frecuencias A 5 [Ghz] Mediante La Nanostation5.....	209
Figura 5.24.- Banda De Frecuencias De 5725 – 5830 [Mhz].....	216
Figura 5.25.- Curvatura De La Tierra Para K = 2/3 Y 4/3.....	225
Figura 5.26.- Hoja De Trabajo Para Factor K = 4/3.....	226
Figura 5.27.- Hoja De Trabajo Para K = 4/3 Y “Eje Y” = 1[M].....	227
Figura 5.28.- Perfil Visto Desde “Google Earth”.....	228
Figura 5.29.- Perfil Del Terreno Punto A (Izq.) Hasta Punto B (Der.).....	229
Figura 5.30.- Línea De Vista Del Enlace.....	230
Figura 5.31.- Zonas De Fresnel.....	232
Figura 5.32.- Primera Zona De Fresnel Del Enlace.....	233
Figura 5.33.- Elementos De Un Radio Enlace.....	234
Figura 5.34.- A) Parte Posterior Y B) Parte Frontal (Antenas Planas De 14[Dbi]).....	235
Figura 5.35.- Inyector Poe Y Adaptador De La Nanostation5.....	235
Figura 5.36.- Elementos De Nuestro Radio Enlace, Con Nanostation5.....	236
Figura 5.37.- Algunos Tipos De Pigtails, En Diferentes Medidas.....	240
Figura 5.38.- Conector Sma Y Reverse Sma.....	240
Figura 5.39.- Conector Tipo N.....	241
Figura 5.40.- Diagrama Completo Del Radio Enlace.....	250
Figura 5.41.- Vista Superior Del Enlace Con Radio Mobile.....	250
Figura 5.42.- Topografía Del Terreno Del Radio Enlace.....	251
Figura 5.43.- Perfil Del Radio Enlace Desde “A” A “B”.....	252
Figura 5.44.- Radio Link Desde “A” A “B”.....	253
Figura 5.45.- Perfil Del Radio Enlace Desde “B” A “A”.....	254
Figura 5.46.- Radio Link Desde “B” A “A”.....	255
Figura 5.47.- Direccionamiento Wlan.....	256
Figura 6.1.- Sensor Infrarrojo Doble Tecnologia.....	264
Figura 6.2.- Sensor Infrarrojo 12 Mts.....	264
Figura 6.3.- Central De Alarma.....	264

Figura 6.4.- Tarjeta Expansora 8 Zonas	264
Figura 6.5.- Transformador Central.....	264
Figura 6.6.- Fuente De Poder	265
Figura 6.7.- Bateria 12vdc	265
Figura 6.8.- Detector De Rotura De Cristales	265
Figura 6.9.- Teclado	265
Figura 6.10.- Contacto Magnetico Tipo Industrial	265
Figura 6.11.- Sirena De 15 W.....	266
Figura 6.12.- Sirena Autoprotejida 30 W	266
Figura 6.13.- Pulsador De Panico.....	266
Figura 6.14.- Camara De Video Tipo Bullet	266
Figura 6.15.- Camara De Video Tipo Domo	266
Figura 6.16.- Monitor	267
Figura 6.17.- Video Grabadora Digital (Dvr).....	267
Figura 6.18.- Parlantes.....	267
Figura 6.19.- Equipo Amplificador	267
Figura 6.20.- Microfono	268
Figura 6.21.- Control De Volumen.....	268
Figura 6.22.- Central Telefonica.....	268
Figura 6.23.- Telefonos	268
Figura 6.24.- Gateway De Voip.....	269
Figura 6.25.- Nano Station	269
Figura 6.26.- Mastil	269
Figura 6.27.- Supresores Según El Tipo De Instalación.....	277
Figura 6.28.- Multitoma	280
Figura 6.29.- Tvss Tipo B.....	283
Figura 6.30.- Tvss Tipo C	284

ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ec. 2.1)	15
(Ec. 2.2)	36
(Ec. 5.1)	159
(Ec. 5.2)	159
(Ec. 5.3)	176
(Ec. 5.4)	177
(Ec. 5.5)	177
(Ec. 5.6)	178
(Ec. 5.7)	178
(Ec. 5.8)	179
(Ec. 5.9)	179
(Ec. 5.10)	179
(Ec. 5.11)	179
(Ec. 5.12)	181
(Ec. 5.13)	181
(Ec. 5.14)	181
(Ec. 5.15)	181
(Ec. 5.16)	181
(Ec. 5.17)	181
(Ec. 5.18)	182
(Ec. 5.19)	182
(Ec. 5.20)	182
(Ec. 5.21)	182
(Ec. 5.22)	184
(Ec. 5.23)	185
(Ec. 5.24)	185
(Ec. 5.25)	185
(Ec. 5.26)	185
(Ec. 5.27)	186
(Ec. 5.28)	186
(Ec. 5.29)	186
(Ec. 5.30)	189
(Ec. 5.31)	189
(Ec. 5.32)	189
(Ec. 5.33)	189
(Ec. 5.34)	189
(Ec. 5.35)	190
(Ec. 5.36)	204
(Ec. 5.37)	223
(Ec. 5.38)	224
(Ec. 5.39)	231
(Ec. 5.40)	245
(Ec. 5.41)	246
(Ec. 5.42)	248

CAPITULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

La seguridad en nuestros tiempos es una utopía en la que muchos sueñan, y ya que la indemnidad de un establecimiento o persona no es segura y predecible, debemos recurrir a métodos que si bien no nos protegerán en su totalidad, por lo menos nos alerten del peligro al cual podemos estar expuestos.

Con este problema en la actualidad, la inseguridad social, ¿qué medidas preventivas debemos tomar para no estar expuestos totalmente a estos problemas?

En respuesta a los requerimientos operativos de seguridad, el Sistema de CCTV se plantea como la herramienta indispensable, para el control de las actividades que se implementarán en los locales comerciales, el Diseño del Sistema de CCTV permitirá mejorar el control de las operaciones realizadas por los comerciantes y la comunidad.

Es aquí donde la seguridad ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de cualquier empresa, siempre es indispensable la necesidad de tener cada vez más cerca recursos que permitan mejorar los cimientos de seguridad, para ello una de las soluciones que se impulsan hoy en día, es la seguridad electrónica.

En la actualidad estos locales comerciales no cuentan con ningún sistema de seguridad y no existe un enlace entre sus redes, de tal manera que, cuando se quiere realizar un monitoreo o control de alguno de estos locales, es necesario la presencia física ya sea del gerente o un encargado.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Una manera muy segura de controlar la seguridad de nuestro espacio físico, personal de trabajo y personas ajenas a nuestro entorno, es la seguridad electrónica, como es el monitoreo por medio de un circuito cerrado de televisión “CCTV, que son las siglas en ingles de *Closed Circuit Television*”, el cual permite tener un monitoreo continuo del área a ser vigilada, y gracias al “DVR, de las siglas en ingles *Digital Video Recorder*”, dispositivo que permite grabar lo que las cámaras de seguridad previamente distribuidas en un espacio físico captan con el uso del DVR, es posible desplazarse en la línea del tiempo de grabación, y tener acceso al lugar, fecha y hora que se requiere supervisar, a esto se suma la facilidad de enlazarse al sistema de video mediante acceso remoto, ya sea desde la misma red privada de la empresa o desde cualquier sitio del mundo a través del Internet y monitorear remotamente el establecimiento.

Debido a la necesidad de supervisar lo que pasa en el entorno físico de la empresa, es necesario enlazar sus sucursales o almacenes como primer paso a la modernización y seguridad de todos sus bienes.

Otro aspecto importante es la red que permitirá ayudar a que los cambios o modificaciones puedan ser realizados en cualquiera de los dos locales, mediante la persona que se hará cargo de la administración de estos servicios, otro aspecto fundamental es la utilización del mismo medio de comunicaciones para transmitir otro tipo de información, no limitando el enlace a solo Datos, sino también la transmisión Audio, como es voz sobre ip VoIP desde central telefónica ubicada en el Mega Centro, utilizando un Gateway IP con soporte de conexión a Ethernet, y comunicándonos con el Gateway IP de la Franquicia.

Es por esto que la empresa Ferreterías Jaramillo, ubicada en la provincia de Pichincha, en el cantón Pedro Vicente Maldonado, requiere de un diseño e implementación de un sistema de seguridad con CCTV (tanto interno como externo), alarma para intrusión no permitida, central telefónica, cableado estructurado para el funcionamiento de la Red LAN, sistema de sonorización, y el levantamiento de un radio enlace para la interconexión de ambos centros, con el fin de integrar todos tus servicios, y finalmente contratando un servicio de Internet Local “ISP”, para el monitoreo remoto de la red.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El estudio e implementación del presente proyecto, permitirá interconectar las redes de sus locales y centralizar todo el sistema implementado, a la vez que se incrementará el servicio de la red, de tal forma que el tráfico de esta red permitirá el transporte de voz, video y datos, todos estos servicios de la nueva red serán unificados con las redes de cada local, y así mejorar el margen de seguridad del propietario y sus empleados.

A la vez se planificará y construirá el cableado para red, para la ubicación de las cámaras del CCTV, el sistema de intrusos, y las protecciones y puesta a tierra respectivas totalmente nuevas.

Al finalizar el proyecto se dispondrá de todos los documentos necesarios, donde estará la información detallada del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de video seguridad a implementarse y de ser necesario, con sus respectivas seguridades de comunicación inalámbrica.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

- Diseñar e implementar un sistema de seguridad de CCTV, sistema de alarma de intrusión e interconexión de las redes a través de un enlace microonda para las Mega Centro Jaramillo y Franquicia Disensa Jaramillo.
-

1.4.2 Específicos

- Proveer y precautelar la seguridad, tanto como del personal laboral, como la de los locales y sus activos, por medio de la utilización de sistemas de sensores de vigilancia para brindar seguridad electrónica.
- Realizar un análisis económico de la implementación del proyecto y establecer las ventajas del sistema implementado.
- Planificar e implementar la toma para corriente normal y regulada, los puntos de red y línea telefónica, los ductos para el cableado eléctrico de los dispositivos electrónicos, para el cableado estructurado, telefonía analógica y digital VoIP, sistema de audio, para el CCTV y alarma de intrusión.
- Permitir el almacenamiento y registro de la señales de video producto de las actividades controladas por el Sistema de CCTV e Intrusión.
- Unificar las redes, de tal forma que el aplicativo de video vigilancia pueda funcionar en línea y exista una interoperabilidad con la red de los dos locales.
- Establecer un enlace microondas entre ambos puntos, tal que permita la transmisión de Audio, Video y Datos, asegurando una conectividad continua y sin interferencias en todas las estaciones del año y simular este enlace para un mejor resultado.
- Asegurar una comunicación inalámbrica, tal que no haya intrusiones indeseables en la transmisión de información y evitar acceso a datos sensibles de la empresa.
- Estudiar las diferentes tasas de muestreo para el video y recomendar la más óptima para el monitoreo remoto y para la optimización del uso de la memoria de los HDD.

1.5 SISTEMA ACTUAL DE LA EMPRESA Y ESTUDIO DE REQUERIMIENTOS.

Actualmente el Centro no cuenta con ningún sistema de seguridad y no posee un enlace directo ya sea microonda o cableada entre el Mega Centro y la franquicia Disensa, por lo que primeramente se deberá configurar la red e implementar un radio enlace vía microondas (Tx y Rx) para su conexión, adicionalmente se deberá establecer la decisión del sistema de seguridad de intrusión y de CCTV a ser implementada en las instalaciones de los dos locales, exponiendo al dueño especificaciones técnicas de los dispositivos, costos, para decidir la opción más conveniente para el cliente.

Se posee un sistema de video vigilancia inalámbrica, pero muy susceptible a interferencias, a tal punto que los teléfonos inalámbricos interfieren con la imagen de las cámaras. Se sugerirá la implementación de un servidor de video, para establecer los requerimientos para su montaje y puesta en funcionamiento.

Existe un UPS Smart de 3000 VA, suficiente para la alimentación del servidor y las PC's de administración.

CAPITULO 2

2. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CCTV

2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO DE CCTV

Introducción.

Los medios ópticos en los actuales sistemas de vigilancia constituye un gran avance en el extenso campo de las seguridades, las mismas que han ido evolucionando desde su etapa inicial con la implantación de elementos aislados hasta las aplicaciones más novedosas donde interactúan con la mayoría de medios de protección y son controlados funcionalmente mediante equipos electrónicos y programas informáticos.

Entre las aplicaciones más usuales destacamos:

- Vigilancia periférica y perimetral de todo tipo de instalaciones.
 - Supervisión de espacios de control de acceso y seguimientos interiores.
 - Control del estado de áreas restringidas y zonas internas.
 - Protección específica de objetos de valor.
 - Detección volumétrica.
 - Supervisión y control a distancia de instalaciones.
 - Grabación, transmisión y almacenamiento de imágenes y sonido.
-

El sistema de vigilancia por circuito cerrado de televisión (CCTV) consta de un conjunto de dispositivos que permiten captar y enviar datos (imágenes, sonido) desde la zona vigilada a los lugares donde elija el cliente con el objetivo de controlar y proteger un espacio definido.

Para la instalación de CCTV, con enlaces inalámbricos de un establecimiento hacia otro son necesarios una serie de equipos.

- Medios de captación de imágenes.
- Equipos para la visualización de imágenes.
- Medios de transmisión.
- Equipos para el almacenamiento.
- Equipos de conmutación.
- Medios de control de vídeo.
- Equipos de alarma.

Básicamente, los sistemas de CCTV admiten desde sencillas instalaciones compuestas de cámaras, monitor y video grabadora hasta complejos sistemas integrados por múltiples y avanzados elementos: multiplexores, matrices distribuidas, servidores IP, transmisores y grabadores digitales, dispositivos motorizados, etc.

Entre las aplicaciones más extendidas destacamos el empleo de los sistemas combinados de CCTV e intrusión, que es nuestro caso de interactuar con los dos sistemas para aumentar el nivel de seguridad, adecuando a las instalaciones con la pretensión de obtener imágenes de las zonas donde se produce la intrusión y almacenar las imágenes captadas.

2.1.1 **Requerimientos eléctricos y espaciales**

Para el desarrollo del presente proyecto mediante diseño arquitectónico definido se diseñaron los ductos, cajas de paso, tomas, mangueras y cableado, cuando la infraestructura física estaba en construcción por lo que todas y cada una de las ubicaciones

de los equipos de video vigilancia son precisas y confiables, confiables ya que todo el cableado de alimentación y de transmisión de datos está probado y sumamente protegido por la estructura física del inmueble. En las instalaciones de vigilancia para el CCTV se utilizo mangueras PVC de ½” de tal forma que contengan el cable de vídeo (cable coaxial RG6) y el de alimentación (sucre 2x18), dentro de una sola cubierta ya que representa un considerable ahorro en tiempos de instalación y consecuentemente, en su costo económico. Asimismo el impacto estético en el entorno del local es menor al reducir la presencia de líneas de transmisión de datos y energía.

Todo el sistema está desarrollado para cubrir las zonas más vulnerables, internas y externas, además de tener todo el equipamiento de video grabación en forma centralizada en un punto, para de esta forma derivar las conexiones de monitoreo a los sitios dispuestos por Ferreterías Jaramillo.

Las ubicaciones de los equipos y dispositivos de seguridad se verán más adelante en el capítulo VI, diseñados en AUTOCAD 2009.

2.1.2 Transmisión y sincronismo del video

Existen algunas formas de transportar los datos (video, audio) capturado por las cámaras por un medio de comunicación, hacia los monitores, sistemas de almacenamiento o equipos de tratamiento. Los medios de transmisión podemos clasificarlos por la vía en que se transporta la información:

- Vía cable o cableados: necesitan este soporte para cumplir su misión: par trenzado cable coaxial, fibra óptica.
- Vía radio o inalámbricos: la información de propaga en determinadas frecuencias por el aire en forma de ondas electromagnéticas: microondas, láser, infrarrojos, etc.

Los constantes requerimientos de las necesidades actuales han acelerado la evolución e implantación de los medios de transmisión digitales en remplazo de la tecnología analógica. Ello está provocando la sustitución de los, ampliamente extendidos, sistemas de cable bifilar o coaxial por tendidos de fibra óptica o enlaces vía radio que permite una

mayor capacidad y velocidad en la transmisión de datos, y cada día mientras la tecnología sigue avanzando, se vuelven más accesibles para el usuario final.

Sin embargo para el proyecto se utilizó como medio de transmisión físico el cable coaxial RG-6, el cual nos permite una capacidad de transporte de video en hasta 400 metros, además de permitirnos transportar señales eléctricas de alta frecuencia, este medio físico está constituido por dos conductores concéntricos, uno central, llamado positivo o vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla o blindaje, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto está protegido por una cubierta aislante.

Debido a la existencia de luminarias con balastro, las cuales emiten una radiación nociva que elimina por completo la señal de apenas un 1Vpp del video, si el medio de transmisión está a menos de tres metros y debido a que en nuestro proyecto se manejan distancias relativamente cortas en el interior de las ferreterías, el cable coaxial es el más apropiado ya que tiene mayor vida útil y una respuesta en frecuencia mejor que la del par trenzado, permitiendo por tanto mayores frecuencias y velocidades de transmisión, además de brindarnos un ancho de banda de hasta 6 MHz, siendo más que suficiente para nuestra aplicación que ocupa 4.25 MHz

Se puede decir además que su uso está generalizado al permitir la transmisión de las señales de video directamente (sin necesidad de transformador, conversor, modulador, video balun) entre la cámara y los dispositivos finales (visualización, almacenamiento o tratamiento), y su protección contra las interferencias eléctricas causadas por equipos es mucho mayor.

El sistema de transmisión permite obtener las imágenes u audio en tiempo real, los medios por los cuales se pueden transmitir son:

- Por cable bifilar.
 - Par trenzado.
-

-
- Por cable coaxial.
 - Por fibra óptica.
 - Por línea telefónica.
 - Transmisión RDSI.
 - Enlace por microondas.
 - Enlace por radiofrecuencia.
 - Transmisión por Internet.
 - Transmisión multiplex.
 - Enlace por láser e infrarrojo.

Dentro de los métodos de propagación para el enlace que se efectuó para interconectar las dos ferreterías existen los siguientes:

2.1.2.1 Transmisión por radiofrecuencia.

Técnica que se usa para la transmisión a distancia de audio, vídeo y datos mediante ondas electromagnéticas cuya frecuencia está comprendida entre 30 KHz y 300 GHz

Como características principales indicamos:

- El equipo consta de emisor, receptor y repetidores intermedios.
 - Tiene elevadas prestaciones y alcance, lo que le convierte en un medio de los más empleados.
 - Transmisión inalámbrica, no precisa cables conductores, se propagan por el aire.
 - Precisa un modulador de radiofrecuencia en la salida de la cámara y un demodulador RF en la entrada al dispositivo final.
 - Es posible la transmisión en tiempo real.
 - Permite emitir y recibir señales de vídeo, audio, alarmas y telecontrol.
 - Transmisión bidireccional.
 - Las ondas electromagnéticas se propagan por el espacio a la velocidad de la luz, ello implica una alta velocidad de transmisión.
-

-
- Para conseguir elevados alcances se precisa, además de repetidores, elevada potencia de salida y receptores muy sensibles. Incluso se emplean satélites de comunicaciones.

2.1.2.2 Enlace por microondas.

Las microondas son ondas (pueden propagarse en el vacío sin necesidad de un soporte material) cuya frecuencia está comprendida entre 2 y 40 GHz

Como podemos deducir se trata de un sistema de transmisión inalámbrica ya que no precisa la instalación de líneas de cableado.

Las características principales son:

- La transmisión se realiza entre un emisor (modulador de microondas) y un receptor (demodulador), ayudados por repetidores intermedios para conseguir mayores alcances.
- Es imprescindible el contacto directo entre el emisor y receptor, pudiendo intercalar muchos repetidores (antenas parabólicas).
- Permite la transmisión en tiempo real.
- Permite transmitir y recibir señales de vídeo, audio, alarmas y telecontrol.
- Sensibilidad a ciertas interferencias y condiciones atmosféricas adversas.
- Alta capacidad de transportar datos.
- Largos alcances sobre el terreno e incluso, con la ayuda de satélites de comunicaciones.

2.1.2.3 Transmisión por Internet.

El diseño de equipos (servidor de vídeo) que utilizan el protocolo TCP/IP se ha generalizado en la fabricación de dispositivos para sistemas de vigilancia por CCTV fundamentalmente por dos motivos:

-
- Las prestaciones: vídeo, audio y control remoto, incluida la verificación de alarmas, con plenas garantías de fiabilidad.
 - La instalación: más económica al disponer de una red de uso público.

La transmisión de imágenes y audio de las distintas cámaras, utilizando el protocolo TCP/IP en redes LAN o WAN, se realiza por medio de RDSI, ADSL, fibra óptica, GSM o módem.

Algunas de las características de estos medios de transmisión son:

- Transmisión de vídeo y audio por red (Internet o Intranet), facilitando la verificación de alarmas, control remoto y la tele vigilancia.
 - La transmisión puede llegar a cualquier lugar del mundo a través de la línea RDSI, ADSL, GSM solo con disponer de un ordenador de sobremesa o portátil en red o conectado a Internet, con sus correspondientes contraseñas o password.
 - Manejo y configuración por medio del navegador de Internet.
 - Software específico para la gestión y tratamiento de imágenes.
 - Notificación de las alarmas al titular, a un autorizado o servicios de seguridad, por medio de correo electrónico, teléfono fijo o móvil, etc.
 - Control de sensores, relés, alarmas y equipos auxiliares de calefacción, aire acondicionado, etc.
 - Grabación digital en disco duro del equipo o VCR, incluidas imágenes previas de alarma.
 - Visualización de imágenes en tiempo real o de las almacenadas.
 - Utilización de sistemas de compresión de datos: MPEG, JPEG, Wavelet,... que agilizan las transmisiones y reducen los espacios de almacenamiento.
 - Empleo de métodos criptográficos que aseguren la confidencialidad de las comunicaciones
 - Puertos para conexión de periféricos (módem, adaptador) y enlaces a ordenadores o redes.
 - Integración en cualquier sistema existente.
-

2.1.2.4 Transmisión múltiplex.

Sistema de transmisión que permite el envío simultáneo de varias informaciones por un solo canal. La transmisión puede efectuarse de dos formas:

- Por división de frecuencia: se procede a asignar una frecuencia portadora diferente para cada una de las informaciones transmitidas.
- Por división de tiempo: las diferentes informaciones se envían al canal de transmisión común durante intervalos de tiempo distintos.

Esta tecnología, adoptada por sistema de CCTV, permite la transmisión mediante un solo canal de vídeo de las imágenes multiplexadas de varias cámaras y la reconstrucción por separado de cada señal, obteniendo una imagen separada y estable. Sus componentes son:

- El canal de transmisión: puede ser cable coaxial, fibra óptica, enlace a microondas o láser, radio frecuencia...
- El equipo multiplexor: mezcla y ajusta la señal de vídeo de entrada y la codifica para la transmisión.
- El des multiplexor: separa y ajusta la señal multiplexada para enviarla a su salida correspondiente.

Todas estas atribuciones las posee nuestro equipo de grabación digital como se verá más adelante en la sección 2.1.3.2

2.1.3 Alimentación y protecciones

En lo que respecta a la alimentación eléctrica de las cámaras de video se utilizo una fuente de poder de 12VDC de 10 AMP, suficiente para cubrir las necesidades de las 15 cámaras instaladas, las mismas que tienen un consumo de corriente de 300 [mA], como se muestra en la siguiente ecuación:

$$P = I \cdot V$$

(Ec. 2.11)

$$P = 300mA \cdot 12$$

$$P = 3.6 \text{ Watts}$$

$$P_{total} = 3.6 \text{ Watts} \cdot 15 \text{ Cámaras}$$

$$P_{total} = 54 \text{ Watts}$$

$$I_{consumo} = 4.5 \text{ Amp}$$

Y para las 3 cámaras exteriores ubicadas en el DVR de la Garita, de 600mAmp de consumo individual, se requiere de una fuente de 1.8 Amp, cabe señalar que se debe considerar el consumo suponiendo que los infrarrojos estén encendidos, ya que si no se considera este asunto la fuente no alcanzara a brindar el consumo de corriente requerido y no podrá energizar a la cámara de video.

Se destino para su energizado conductores de cobre gemelo 2x22 AWG, esta fuente de alimentación es específica para lo que respecta a CCTV, cuenta con una protección individual por fusible para cada cámara, con salidas de corriente directa filtradas y reguladas, lo cual es indispensable para el manejo de equipos digitales, para lo cual se necesita de una alimentación totalmente confiable.

2.1.3.1 Cámaras de video y Video Grabador Digital de 4 canales y 16 canales.

Según los requerimientos establecidos y la planificación del cableado horizontal y eléctrico de la Ferretería y la Franquicia, se determino que se requiere tres video grabadoras digitales, una de 16 canales para la Ferretería (Rack Principal), uno de cuatro canales para la misma Ferretería, pero ubicado en la Garita del guardia con acceso únicamente a las cámaras exteriores al local, parqueaderos y bodegas. Por el otro lado del enlace se requirió un video grabador digital de 4 canales.

En la totalidad se instalo un total de 20 cámaras de video, de cinco tipos distintos de acuerdo a las necesidades y de acuerdo al presupuesto; En Comercial Jaramillo Ferretero, se instalo un total de 18 cámaras, 5 domos vari focales, 7 mini domos, 2 tipo bala para interiores, y 4 tipo bala para exteriores vari focal.

Y en la Franquicia, se instalaron 2 cámaras, una tipo bala con lente gran angular y otra tipo bala para exteriores vari focal.

A continuación describimos los tipos de cámaras utilizadas:



Figura 2.1.- Cámara tipo Domo Vari focal¹

Esta cámara de excelente resolución y colores bien definidos serán las encargadas de monitorear secciones donde los artículos de venta son pequeños y de fácil hurto, son ideales por su lente vari focal y su resolución, además posee micrófono integrado a la cámara que le permite tener evidencia en video y audio de excelente calidad.

Principales Características:

- 1/3" SONY Super HAD CCD
- Lente 3.8mm
- Resolución : 380 líneas de TV
- Min. Iluminación : 0.3 Lux
- Auto Ajuste de Luz, Day&Night (ICR)
- AGC, BLC, On/Off
- Movimiento en 3-Ejes. (3-Axis)
- Micrófono Integrado

¹ Hoja técnica CNB 2000 N



Figura 2.2.- Cámara Tipo Mini Domo²

Principales Características:

- Mini Domo Color Día Noche
- 14 Leds Infrarrojos
- Sensor LDR que enciende los LEDs solo en condiciones de baja iluminación y maximiza la vida útil de los LEDs infrarrojos
- Distancia de cobertura de 10 metros
- Sensor CCD 1/3"
- Lente de 3,6mm gran angular
- Gran Angulo de visión de 92.6° grados
- Resolución 420 TVL
- Sensibilidad 0Lux con IR encendidos.
- Encendido de LEDs con Luz <3Lux
- Alimentación de 12vcc



Figura 2.3.- Cámara Tipo Bullet

² Hoja técnica Mini Domo

Principales Características:

- Sensor de Imagen: CCD a color de 1/3".
- Resolución Horizontal: Resolución estándar con imágenes de excelente calidad.
- Cantidad Efectiva de Píxeles: NTSC: 512 (H) x 492(V).
- Sensibilidad: 0.4Lux / F2.0, a 0 Lux con Infrarrojo Encendido.
- Apagador Electrónico: NTSC: 1/60 (1/50) - 1/100,000 sec.
- Energía: 12V DC.
- Balance de Blancos: ATW.
- Protección Ambiental: IP66.
- Relación Señal a Ruido (S/N): >48dB (AGC apagado).
- Lente: Estándar 3.6mm.
- Salida de Video: Compuesta por 1.0 Vp-p a 75 ohm.
- LED Infrarrojo: 21 LEDs.
- Ángulo del Lente: Ángulo de Visión: 92.6°.
- Rango Efectivo con IR encendido: 15 metros (Basado en: Objetos de visión reflejada con iluminación IR).
- Consumo de Corriente: IR encendidos: 280 mA, IR apagado: 90mA.
- Dimensiones: 93 x 55 mm.
- Peso: 90 grs.



Figura 2.4.- Cámara Tipo Bullet Vari Focal

Principales Características:

- Resolución 450 TVL
- Lente Vari focal de 4-9 mm 0 lux 36 leds IR
- Alcance Visión nocturna 40-50 mt
- Menú en pantalla OSD
- Disparador electrónico 1/60 - 1/100.000 seg
- Nivel de ruido 48 db
- Salida de video 1 Vp-p 75 ohm
- Alimentación 12 vdc, 800 mA
- Consumo de corriente Menor a 500 mA
- Housing Aluminio



Figura 2.5.- Cámara Tipo Bullet Gran Angular

- Sensor de Imagen: CCD a color de 1/3".
 - Resolución Horizontal: Resolución estándar con imágenes de excelente calidad.
 - Cantidad Efectiva de Pixeles: NTSC: 512 (H) x 492(V).
 - Sensibilidad: 0.4Lux / F2.0, a 0 Lux con Infrarrojo Encendido.
 - Apagador Electrónico: NTSC: 1/60 (1/50) - 1/100,000 sec.
 - Energía: 12V DC.
 - Balance de Blancos: ATW.
 - Modo de Iris: AES.
 - Protección Ambiental: IP66.
 - Relación Señal a Ruido (S/N): >48dB (AGC apagado).
 - Lente: Estándar 3.6mm.
-

-
- Salida de Video: Compuesta por 1.0 Vp-p a 75 ohm.
 - LED Infrarrojo: 21 LEDs.
 - Ángulo del Lente: Ángulo de Visión: 180°.
 - Rango Efectivo con IR encendido: 15 metros (Basado en: Objetos de visión reflejada con iluminación IR).
 - Consumo de Corriente: IR encendidos: 280 mA, IR apagado: 90mA.
 - Dimensiones: 93 x 55 mm.
 - Peso: 90 grs.

2.1.3.2 Servidor de video DVR



Figura 2.6.- DVR Stand alone de 16 CH

Este equipo es el alma del CCTV, permite almacenar la información en un disco rígido. Graba la información, procesa las imágenes y las muestra en un monitor. Posee capacidad para 16 cámaras, con sus respectivas entradas y salidas de alarma; La video grabadora digital utilizada posee las siguientes características las mismas que han sido habilitadas de acuerdo a nuestra conveniencia enfocada al entorno a proteger:

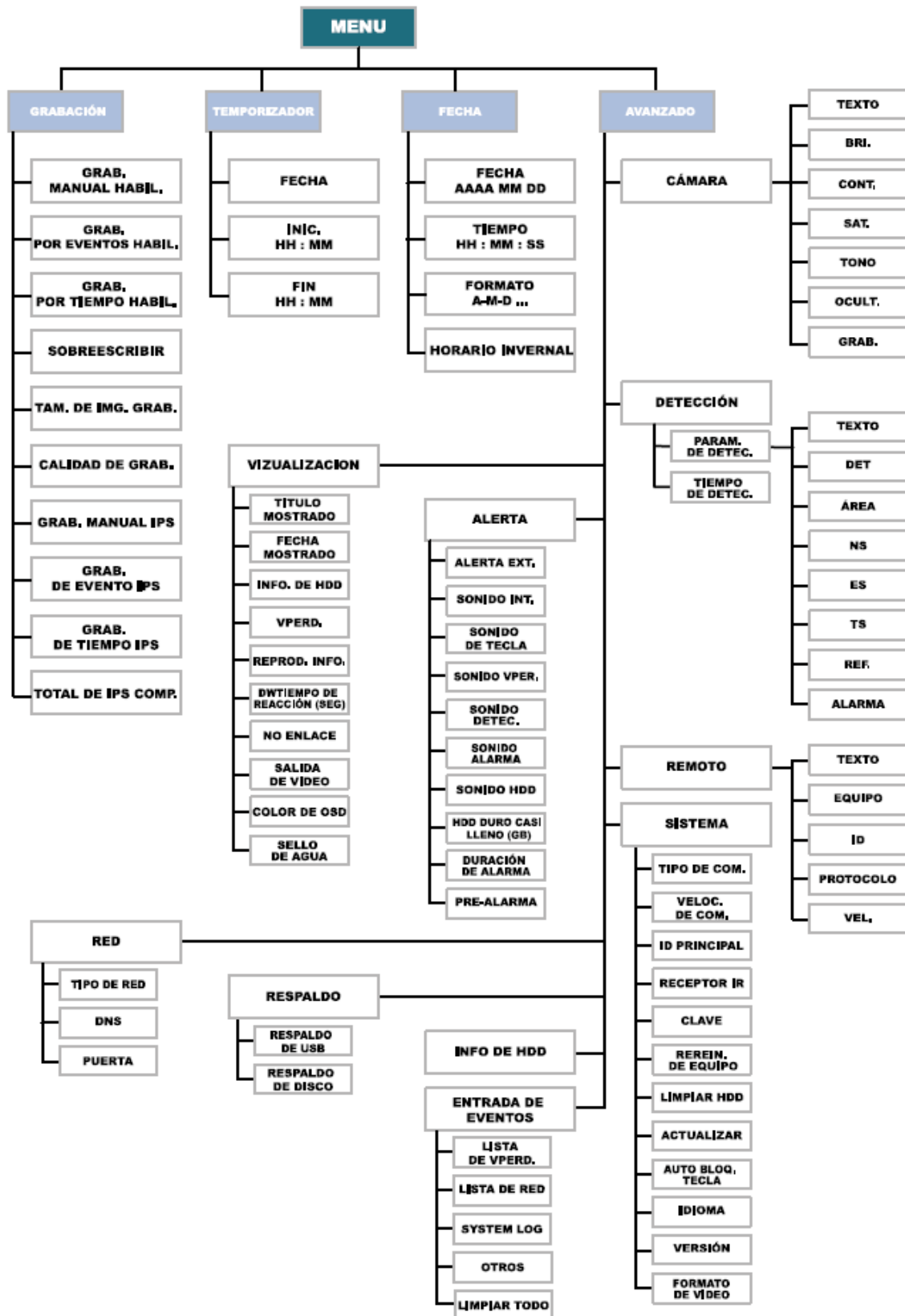


Tabla 2.1.- Menú de características del DVR

Características del equipo

-
- Sistema de video NTSC / PAL (detección automática)
 - Formato de compresión de video MPEG4
 - Entradas de video 16 Canales. Señal de video compuesta 1 Vp-p 75
 - Salidas de lazo de video 16 Canales. Señal de video compuesta 1 Vp-p 75
 - Salida de video (BNC) Main Monitor: For stable display
 - Llamado de Monitor: Por secuencias de desplazamiento
 - Ω BNC Ω BNC
 - Salida de video (VGA) Construcción-en VGA interface para monitor LCD
 - (Resolución de salida sobre los 1600 x 1200)
 - Tasa máxima de grabación FRAME: 120 IPS @ 704×480 / 100 IPS @ 704×576
 - Field: 240 IPS @ 704×240 / 200 IPS @ 704×288
 - CIF: 480 IPS @ 352×240 / 400 IPS @ 352×288
 - Velocidad ajustable de grabado FRAME: 120, 60, 30, 15 IPS / 100, 50, 25, 12 IPS
 - Field: 240, 120, 60, 30 IPS / 200, 100, 50, 25 IPS
 - CIF: 480, 240, 120, 60 IPS / 400, 200, 100, 50 IPS
 - Setéo de calidad de imagen Buena, Alta, Normal y Básica
 - HDD Tipo SATA
 - Modos de grabación Manual / Timer / Motion / Alarm / Remote
 - Tasa de refrescamiento 480 IPS / 400 IPS
 - Audio I/O 4 audio-in, 2 audio-out (Mono)
 - Área de detección de movimiento 16 × 12 rejillas por cámara para todos los canales
 - Pre-alarma de grabación Si (8MB)
 - Dispositivo de Backup (1) USB Flash Drive; (2) Network; (3) DVD writer
 - Transmisión Web
 - Ethernet 10/100 Base-T (Soporta control remoto y visualización en vivo vía Ethernet)
 - Licensed software “Video Viewer”, Internet Explorer /
 - Mozilla Firefox web browser, and QuickTime player
 - Web Interface
 - * Operating System: Windows Vista / XP / 2000; Apple Mac
 - R.E.T.R. (Remote Event Trigger Recording) YES
-

Para la franquicia y la Garita del guardia se ha utilizado un DVR de 4 canales, lo importante en escoger este equipo es que su tasa de grabación sea no menor a 30 FPS, lo cual nos permite tener imágenes con alta resolución y sin problemas de entrecortes, además posee su puerto Ethernet para cumplir con nuestras expectativas de realizar el monitoreo remoto.

2.1.4 Diseño del Sistema de CCTV

2.1.4.1 Selección del CCTV adecuado

Cada sistema de acuerdo con sus espacios y usos debe tener las cámaras aplicables a ese entorno. El criterio de selección involucra ciertos parámetros a tomar en cuenta tales como: sensibilidad, resolución y capacidad para aislar el ruido en la señal.

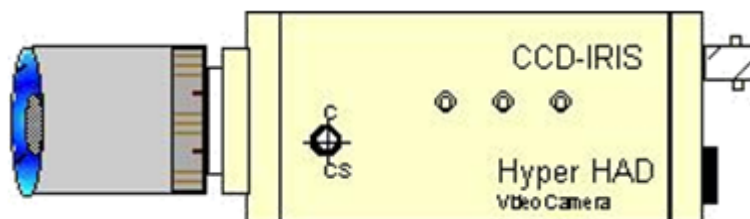


Figura 2.7.- Representación Cámara de video

Sensibilidad

Es la capacidad de captar la luz que refleja un objeto, la sensibilidad de una cámara da una idea de la capacidad de reproducción de imágenes de video en condiciones de baja iluminación. Cuanto mayor es la sensibilidad de la cámara, mayor es la calidad de reproducción en dichas condiciones. La sensibilidad se mide en LUX. A menor cantidad de LUX, mayor sensibilidad posee. Existe una gran ventaja de las cámaras B/N frente a las de color cuando el nivel de iluminación es escaso. Cuando se realiza el diseño de un CCTV, se debe tener en cuenta la luz reflejada por los objetos que componen la escena.

Cuanto mayor sea la luz reflejada, menor será la iluminación real necesaria de la escena, para obtener una buena calidad de imagen. Esto permite usar en los Sistemas profesionales cámaras más económicas cuando la escena está bien iluminada.

Resolución

Una medida de la habilidad de una cámara o sistema de televisión para reproducir el detalle de la imagen con fidelidad. La resolución en líneas horizontales de TV es el número de transiciones blanco/negro que pueden ser resueltas a través de la imagen. Es una función del número de píxeles que puede manejar un sensor de imagen (CCD) y el ancho de banda de circuito de la cámara. Típicamente la resolución de las cámaras es 350 TV líneas, aún cuando hay cámaras de alta resolución con 450 TV líneas.

Existen cámaras de color que en cambio de sobreponer la señal de crominancia en la de luminancia, las suministra en líneas separadas. Es conocido como separación Y/C y requiere dos cables coaxiales desde la cámara para llevar las señales separadamente. Esta Técnica incrementa el ancho de banda y por tanto la resolución, típicamente mejor de 500 TV Líneas.

Además de la sensibilidad y la resolución, también es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos, tales como:

- Tipo
 - Ubicación
 - Formato
 - Iris
 - Compensación de contraluz
 - Rango Dinámico Extendido
 - Montura
 - Lente
 - Velocidad de Obturación
-

El tipo de cámara puede ser monocromática, a color y día/noche (combinación de color y monocromática), además según el área a cubrir puede ser fija o PTZ (Pan, Tilt, Zoom), para nuestro proyecto se escogió, que las cámaras sean a color día/noche y fijas, ya que no existe una persona que las controle, además que se requiere de mucho mas presupuesto, y para la aplicación son suficientes.

La ubicación es un factor que depende mucho también, se debe ver si es para exteriores o interiores, si corre riesgo de vandalismo, o si requiere de soportes o accesorios adicionales para su montaje; Para los interiores de los centros ferreteros en su mayoría fueron cámaras tipo domo para interiores, y para los exteriores cámaras tipo bala o bullet, equipadas con empaques y con una carcasa metálica para este ambiente.

Dimensiones del sensor que garantiza una baja o alta resolución, esto es manejado por un chip CCD o CMOS, el CCD "Charged-Couple Device" Consiste de varios cientos de miles de elementos de cuadro (pixels) en un pequeño chip de 1/2", 1/3", o 1/4". Cada uno responde a la luz incidente almacenando una carga proporcional. Se arreglan en una malla precisa con registros de transferencia verticales y horizontales (dirección) que llevan la señal de cada punto al video procesador. Esta transferencia ocurre 60 veces por segundo.

El microprocesador es un elemento sensible a la luz que convierte una imagen en un flujo eléctrico. Inventado en los 70's los CCDs inicialmente se emplearon como memorias. También se emplean en telecine, fax, scanners, etc. No son susceptibles de imágenes manchadas o con retardos y hacen posible las cámaras livianas.

El chip de 1/3" CCD es el formato más empleado, su tamaño es 5.5mm (diagonal), 4.4mm (horizontal) y 3.3mm (vertical).

El chip de 1/4" es más empleado últimamente en cámaras de color 4mm (diagonal), 3.2mm (horizontal) y 2.4mm (vertical), su gran ventaja es que su fabricación es posible en cualquier planta de fabricación de memorias, microprocesadores y demás controladores sin apenas realizar cambios en la cadena de montaje, lo que repercute en un menor coste. Estos dispositivos se caracterizan ante todo porque cada fotodiodo integrado en el sensor lleva consigo la electrónica necesaria para convertir la carga de electrones generada en

voltaje, así como un registro individual de este voltaje. Esto afirma que la superficie necesaria para captar la luz a un mismo tamaño de celda, es menor que en un CCD, pero tiene la gran ventaja de poder acceder a la información captada no solo en la totalidad del dispositivo sino también a una zona particular de éste. El chip sensor CMOS no sólo integra los fotodiodos sino que también integra toda la electrónica necesaria para el control y lectura de estos, así como el conversor analógico-digital, lo que se traduce en un menor tamaño de los circuitos necesarios para la captura de imágenes.

Formato

Los avances tecnológicos han logrado la disminución de las dimensiones del formato de los sensores de CCD. Para las instalaciones de cámaras, una consideración fundamental es garantizar que el formato de las lentes acopladas a las cámaras sea igual o mayor que el diseño del formato de la cámara.

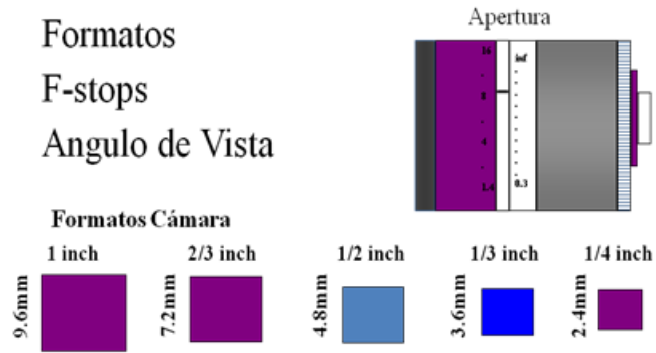
Si sucediera lo contrario, la imagen de video en pantalla del monitor saldría sombreada situación que se la conoce como (visión de túnel).

Formato	Milímetros
1"	= 12.8 H / 9.6 V
2/3"	= 9.6 H / 7.2 V
1/2"	= 6.4 H / 4.8 V
1/3"	= 4.8 H / 3.6 V
1/4"	= 3.2 H / 2.4 V

Tabla 2.2.- Relación entre formato y milímetros de resolución³

A continuación se muestra gráficamente

³ <http://www.starligh.com/manuales/cctv/DistanciaFocal.pdf>



El formato del lente seleccionado DEBE SER igual o mayor que el formato de la cámara

Figura 2.8.- Relación entre Formato y Milímetros de Resolución⁴

Iris

Abertura de lente ajustable que regula la cantidad de luz que entra en la cámara está directamente relacionada con el focus.

Focus

La zona al frente y atrás del objeto en la cual el enfoque permanece. Cualquier cosa dentro de esta área aparecerá claramente definida. La profundidad de campo tiene las siguientes características:

- Números grandes de Focus dan gran profundidad de campo. Entre más pequeño es el iris mayor es la profundidad.
- Distancias focales cortas dan grandes profundidades de campo.
- Distancias grandes al objeto dan grandes profundidades de campo.
- La profundidad de campo es mayor detrás que delante del sujeto.

Compensación de contraluz (Backlight)

⁴ Biblioteca digital personal BasicCCTV1/diapositiva12

Se utiliza para ayudar a corregir los tiempos cuando la luz detrás de un objeto que está intentando ver es mucho más brillante que la del objeto mismo. Mediante el uso de BLC el brillo de la luz se reduce hasta que el sujeto aparezca más brillante y crear una mejor imagen detallada de la materia.

Otra solución para las cámaras de puertas y de entradas, es instalar cámaras que tienen un amplio rango dinámico (WDR).

WDR

La FUNCIÓN WDR (Wide dynamic Range) (Rango Dinámico Extendido) evita el problema que tienen las cámaras con los contrastes de luz extremos, que pueden presentarse por deslumbramientos, luz directa del sol o sombras, el captador de imagen está basado en píxeles, digitalizan la luz en el punto de captura, produciendo imágenes muy claras bajo cualquier tipo de iluminación. Básicamente es la fusión de varias imágenes tomadas en diferentes espectros de frecuencia. Este trata de recrear todos los elementos que el ojo humano puede ver simultáneamente.

Montura

Los lentes para cámaras de CCTV poseen montura a rosca y existen dos tipos: montura “C” y montura “CS”.

Los de montura “C” son los antiguos lentes usados en cámaras de 2/3” de tubo y tienen un foco trasero a 17,5mm del último lente.

Los de montura “CS” son los modernos lentes que se usan cámaras de 1/2”, 1/3” y 1/4” CCD y tienen un foco trasero a 12,5mm del último lente.

Los lentes de montura “C” se pueden usar en cámaras CCD con montura “CS” mediante un anillo adaptador.

Los lentes de montura “CS” no se pueden usar en cámaras de montura “C”.

En general, los lentes se fabrican para adaptarse a cada medida de sensor de cámara, pero como regla se utiliza lo siguiente: "el de mayor cobertura sirve para el de menor cobertura, pero no al revés".

Esto significa que el lente para 2/3" sirve para el de 1/2" y para el de 1/3" y para el de 1/4"; el de 1/2" sirve para 1/3" y 1/4" y así sucesivamente. Pero el lente para 1/3" no sirve para 1/2" ni para 2/3".

Existen otros tipos de lentes que vienen contruidos con la placa de cámara, que también tienen una rosca más pequeña en diámetro que las de montura "C" o "CS", estos lentes no son intercambiables y se los denomina OEM pues sólo sirven para dichas cámaras.

Lente

Son los encargados de enfocar la escena sobre el sensor CCD de la cámara. Se dividen primariamente en lentes normales, gran angular y teleobjetivo o simplemente tele.

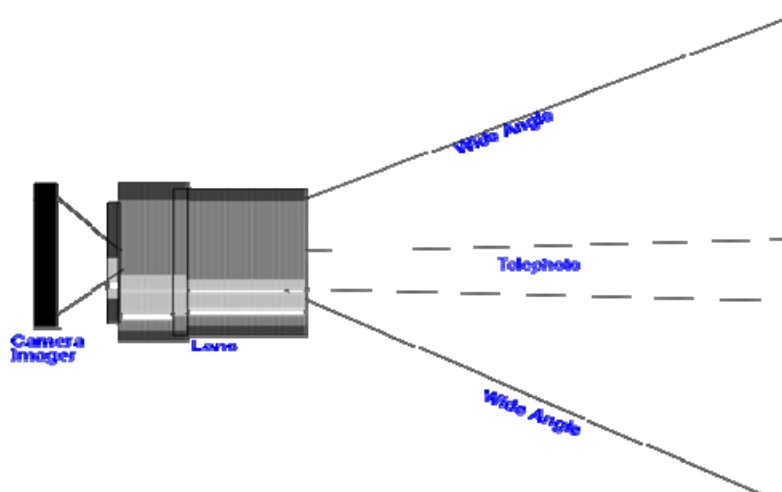


Figura 2.9.- Lente de CCTV⁵

Los lentes normales o de ángulo normal, toman o ven casi igual que el ojo humano, un ángulo de 33/39° (sexagesimales).

⁵ Biblioteca digital personal BasicCCTV1/diapositiva19

Los lentes gran angular o de ángulo amplio, toman o ven más ángulo que el ojo humano, un ángulo de 45/100° o más según el tipo (180° en los ojos de pescado).

Los lentes tele o de ángulo estrecho, toman o ven menos que el ojo humano, un ángulo de 30/1° o menos según el tipo. Secundariamente todos los lentes se dividen en: con iris fijo, sin iris, con iris manual o con auto-iris.

Los de iris fijo o sin iris no poseen ajuste para regular el pasaje de la luz a través de sí mismo (el iris es el elemento que al abrirse o cerrarse regula el paso de la luz). Los de iris manual poseen un ajuste que permite variar el paso de la luz a través del lente.

Los de auto-iris poseen un motor que regula el pasaje de la luz en forma automática. Existen dos tipos de auto-iris: los pasivos (CC) y los activos (Video). Los auto-iris pasivos, tienen el motor pero no la electrónica de comando en el interior del lente. Es la cámara la que debe tener el control electrónico incluido para el comando. También se los denomina CC-Iris.

Los auto-iris activos tienen motor y la electrónica de control incluida en el interior del lente. La cámara entrega alimentación en CC y la señal de video. También se los denomina Video-Iris.

Existen también lentes especiales, como son: ultra luminosos, pin hole y zoom. Los lentes ultra luminosos son dispositivos de gran apertura relativa y se utilizan en cámaras ultrasensibles para obtener el máximo rendimiento en horas nocturnas y diurnas. Sólo se disponen como auto-iris activo.

Los lentes pin-hole son dispositivos que tienen un frente de muy pequeño diámetro, sólo 1,5/2mm, lo cual los convierte en espías a través de paredes, bolsos, puertas, etc. Se disponen con iris manual o auto-iris activo o pasivo. Los lentes zoom son dispositivos de distancia focal variable, es decir, se comportan como varios lentes juntos. Pueden disponerse de varias multiplicaciones: 6x, 10x, 15x, 20x y 30x; es decir, entre la mínima y

la máxima distancia focal: 6x-8-48mm; 10x-7,5-75mm; 15x-8-120mm; 20x-12-240mm; 30x-12-360mm.

Se proveen con auto-iris activo, con enfoque y variación de distancia focal manual o servo comandada. En esta última se disponen motores con embrague y engranajes aptos para control a distancia y operación continua.

También se disponen actualmente zoom de corta multiplicación denominados Vari-zoom, generalmente 2-2,5 o 3x, de enfoque y variación de distancia focal manual y auto-iris o iris manual. Son aconsejables para instalaciones en aplicaciones de interior o exterior cercanas, ya que conjugan varias distancias focales usuales en un solo lente.

Todos los lentes a usados en los CCTV deben ser de vidrio óptico para asegurar una correcta visión de la escena a tomar y tener larga vida. Existen algunas cámaras económicas que poseen lentes de plástico, lo cual no asegura una correcta visión y tienen poca durabilidad.

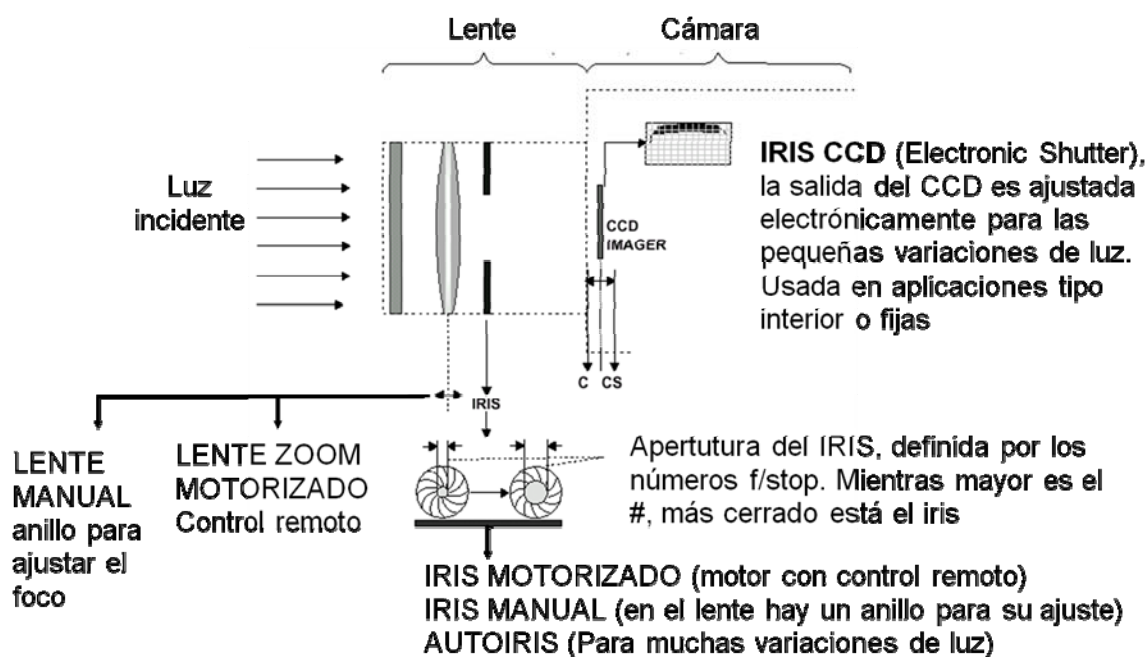


Figura 2.10.- Funcionamiento de la Lente⁶

⁶ Biblioteca digital personal CCTVUE/diapositiva11

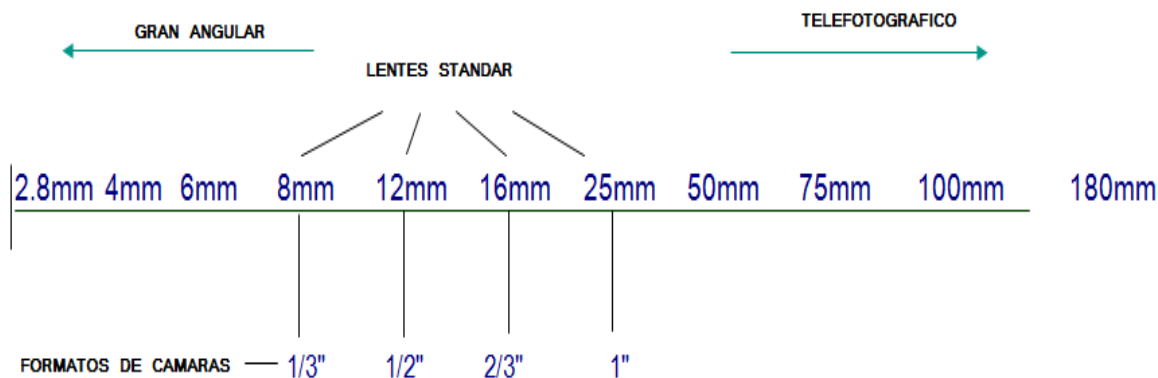


Figura 2.11.- Clasificación de los Lentes⁷

Consideraciones importantes CCD

El CCD es un chip que se dispone como una celdilla de múltiples pocillos en los que los fotones de la imagen obtenida se convierten en potenciales eléctricos. Básicamente lo que hace es convertir fotones en electrones. Las cámaras de vídeo analógicas de más calidad pueden incorporar tres CCDs con el fin de que cada uno analice un color.

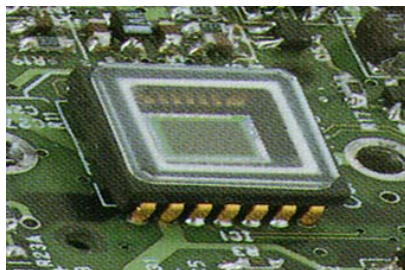


Figura 2.12.- Chip CCD

Los potenciales eléctricos obtenidos mediante el CCD se disponen en forma de líneas que posteriormente formarán la imagen en la pantalla. Los mismos potenciales eléctricos pueden ser transformados en señales digitales que podrán ser usadas por el ordenador para su transformación en imágenes. Para digitalizar la imagen habrá que traducir estas señales analógicas en señales digitales (numéricas) por medio de una tarjeta digitalizadora, función que cumple el DVR.

⁷ Biblioteca digital personal BasicCCTV1/diapositiva9

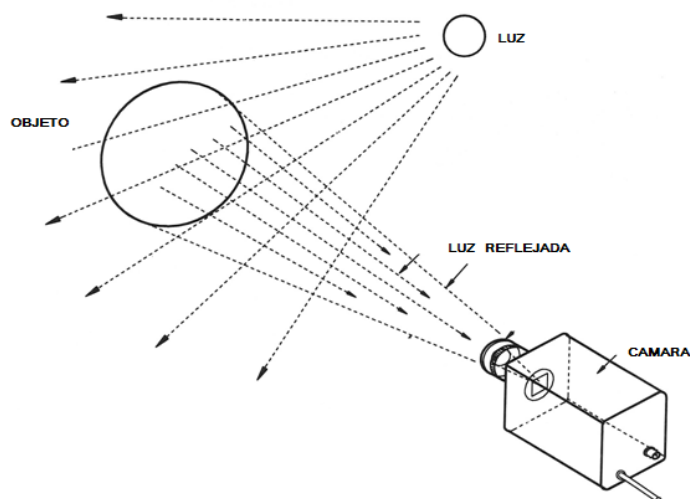


Figura 2.13.- Forma de Captación de una imagen⁸

Estructura CCD

Trasferencia de Cuadros (Frames)

En este tipo de estructura el chip de silicio en el que se encuentran los elementos CCD se divide en dos áreas. En la mitad superior del dispositivo se encuentra la sección en la que va a incidir la luminosidad de la imagen que se desea captar, denominada área de captación, mientras que en la mitad inferior, se encuentra el área de almacenamiento de cargas y el registro de salida, que es donde pasará la información de la imagen adquirida. Mediante esta configuración se obtiene un mayor factor de relleno.

Durante el período de borrado vertical, las cargas generadas en el área de captación son transferidas rápidamente al área de almacenamiento, de forma que cuando comience la captura del siguiente campo los foto sensores se encuentren totalmente descargados para no contaminar la imagen siguiente.

Si durante el proceso de transferencia de cargas los sensores se vieran expuestos a la luz, una carga adicional se sumaría a las que se están enviando hacia el área de almacenamiento, con lo que se contaminaría la imagen. La única forma de prevenir que

⁸ Curso de CCTV "ALAS" Biblioteca digital personal página 29

esto ocurra, es utilizando un obturador mecánico que proteja de la luz a la matriz de elementos CCD durante el proceso de transferencia.

El inconveniente que presenta este tipo de sensores, es una velocidad de obturación baja, y un coste más alto, al tener que ser el sensor más grande.

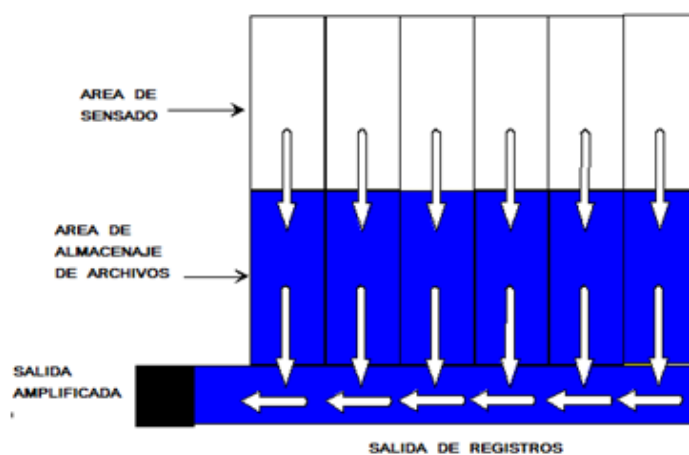


Figura 2.14.- Sistema de Transferencia de Frames⁹

Transferencia entre líneas

Este tipo de estructura incorpora características de las dos anteriores. La parte superior de la estructura es exactamente igual a su correspondiente en la transferencia interlínea. Las cargas se mueven horizontalmente desde los elementos foto sensores hacia el registro de desplazamiento vertical. Una vez que las cargas están en este registro, en lugar de ser leídas fila a fila, son enviadas al array de almacenamiento, y es desde este array, desde donde las cargas pasan fila a fila al registro de salida.

La diferencia con el tipo anterior se encuentra en que en esta zona de almacenamiento los “paquetes de información” no corren ningún peligro de ser contaminados por excesos de carga que hayan penetrado en el registro de desplazamiento vertical, ya que permanecen en éste durante un período de tiempo muy pequeño.

⁹ Curso de CCTV "ALAS" Biblioteca digital personal página 35

Este tipo de estructura ofrece las mejores prestaciones de los CCDs actuales. Sin embargo, su estructura es compleja y requieren un área total mayor, debido a que tiene la zona de almacenamiento separada.

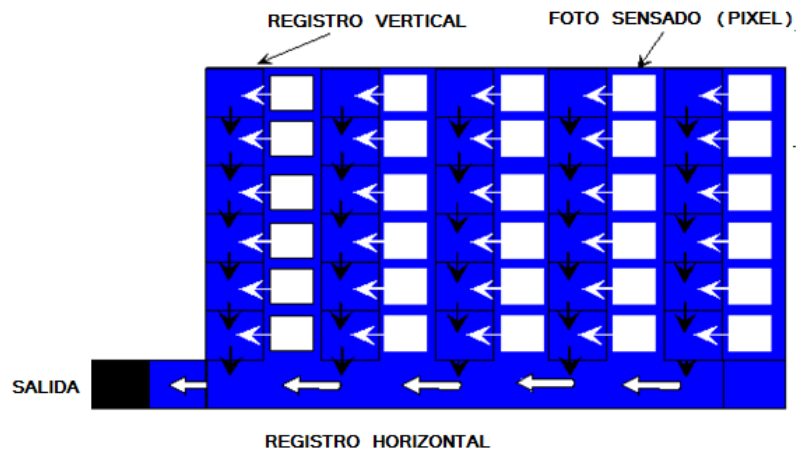


Figura 2.15.- Sistema de transferencia entre líneas¹⁰

Velocidad de obturación

Las cámaras básicas muestran u “observan” una imagen a una tasa de 60 veces por segundo (la velocidad de un obturador de 1/60). La tecnología de procesamiento de señal digital en la cámara ha sido mejorada. Por tanto, este circuito puede analizar la señal de video y si es necesario cambiar la frecuencia de muestreo de la imagen a hasta 100.000 veces por segundo. Esto permite que las imágenes más oscuras puedan ser sometidas a una mayor cantidad de muestreos “digitales”, utilicen la luz existente y produzcan así mejores imágenes.

Distancia Focal de la Lente	Velocidad de Obturación Mínima
20 mm , 24 mm , 28mm, 35 mm	1/30 seg
50 mm, 80 mm	1/60 seg
105 mm, 135 mm	1/125 seg
200 mm, 300 mm	1/250 seg
500 mm	1/500 seg

Tabla 2.3.- Relación entre Distancia Focal y Velocidad de Obturación¹¹

¹⁰ Curso de CCTV "ALAS" Biblioteca digital personal página 36

2.1.4.2 Cálculo del campo de visión

Este dato se lo toma con la presencia de varios factores los cuales están relacionados por la siguiente ecuación:

$$Lente (mm) = \frac{Distancia}{Objeto} \cdot Formato de Cámara$$

(Ec. 2.12)

Donde:

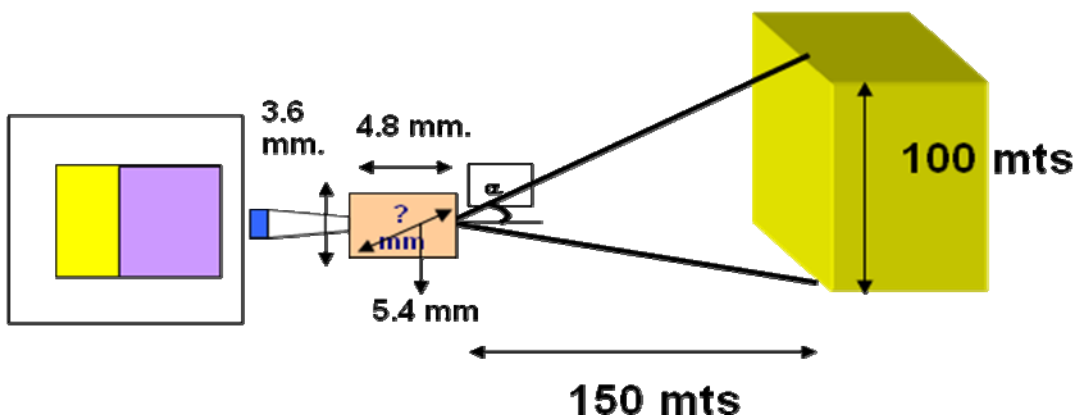
Distancia = distancia entre el lente de la cámara y el objeto visto

Objeto = área necesaria a cubrir (puede ser el ancho horizontal o la altura vertical)

Formato Cámara = medido en milímetros (H=ancho horizontal, V=altura vertical)

Mientras más pequeño el milimetraje (longitud focal) del lente, más amplio es el ángulo de visión.

En el caso particular de nuestro proyecto utilizaremos la cámara exterior al parqueadero, la cual vigila el perímetro lateral del establecimiento y realizaremos el cálculo respectivo, como se muestra a continuación:



$$Lente = \frac{3.6 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mts}}{100 \text{ mts}}$$

$$Lente = 5.4 \text{ mm}$$

¹¹ <http://nayibe.wordpress.com/2009/02/>

Lo que nos indica la ecuación es que deberíamos usar un lente mínimo de 5.4 mm, por lo que se requiere de una cámara vari focal, por lo cual se escogió una que nos brinde el ajuste del lente entre 3 mm a 9 mm.

También se puede tomar en cuenta que existe una tabla para la selección de Lentes – Milimetrage, para ángulos de visión vea Tabla 2.4

Lentes Formato 1/2 pulg	Lentes Formato 1/3 pulg
3.6mm = 92.6 grados H 71.7 grados V	2.8mm = 94.8 grados H 71.0 grados V
6.0mm = 57.2 grados H 43.7 grados V	4.0mm = 63.5 grados H 49.0 grados V
12mm = 29.5 grados H 22.1 grados V	8.0mm = 32.5 grados H 24.8 grados V

Figura 2.16.- Relación entre milímetros de resolución y grados¹²

Angulo de referencia horizontal α	Referencia	Aplicación	Formato 1/3"	Formato 1/2"
80 grados	Angulo extremadamente amplio	Ascensores, áreas muy amplias	< 2.8 mm	< 3.7 mm
60 grados	Angulo amplio	Áreas pequeñas	4 mm	6 mm
30 grados	estándar	Accesos, vistas de locaciones globales	8 mm	12 mm
variable	zoom	Detalles, objetos distantes	5.8 - 58 mm	7.7 - 77 mm

Tabla 2.4.- Relación entre milímetros de resolución y grados¹³

2.2 SOFTWARE PARA EL MANEJO DEL CCTV

Este software nos permite interactuar con el DVR y las distintas cámaras conectadas al mismo. Se puede visualizar las imágenes de vigilancia a través de la red utilizando el navegador Web de Internet Explorer o Mozilla.

¹² Curso de CCTV "ALAS" Biblioteca digital personal página 72

¹³ Curso de CCTV "ALAS" Biblioteca digital personal página 72

Para ello se instala primero el software AP con su respectiva licencia, este software instalado en el computador nos permite que el programa se ejecute a través del buscador de internet y su licencia viene incluida con el equipo, al ser una licencia prácticamente libre se la puede utilizar en cualquier computador, sin importar.

Posteriormente para el ingreso es necesario la dirección IP en el cuadro de dirección URL, en nuestro caso el DVR posee una IP Estática: 192.168.1.100 perteneciente a la Red LAN del establecimiento, ingresando aparecerá la siguiente imagen.



Figura 2.17.- Pantalla de inicio DVR online

- La clave de acceso por defecto y la contraseña es “admin”
- Una vez ingresado debe estar descargado e instalado en el computador a monitorear el software del AP y el software Java, necesarios para ejecutar el programa de monitoreo.
- La ventaja de esto es el poder monitorear desde la franquicia al comercial ferretero y viceversa, una vez establecido con la empresa proveedora del servicio de internet para que provea de una dirección IP fija, por medio de las configuraciones del

router nosotros podremos visualizar desde cualquier computador, en cualquier parte con acceso a internet.

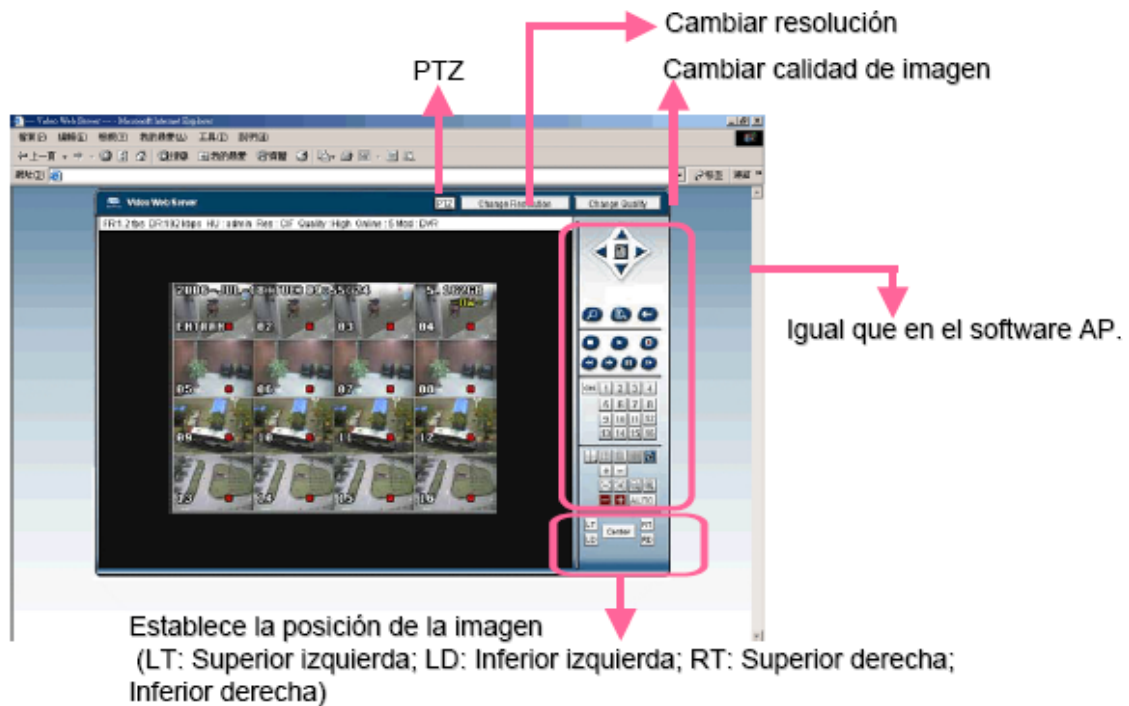


Figura 2.18.- Manejo de Software DVR online

Los iconos para el manejo del DVR a través del programa son de fácil ubicación y son plenamente predecibles en su función, por lo que solo es cuestión de interactuar con el programa para su total familiarización.

CAPITULO 3

3. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE LAS REDES DE DATOS

3.1 INFRAESTRUCTURA

Cuando nos referimos a la parte de infraestructura de una red de datos, ya sea una red doméstica ó una red empresarial, se hace mención a los diferentes elementos que lo conforman, tanto en la parte física (dispositivos de Hardware y tipo de cableado) como en la parte lógica (Software, protocolos, programación, etc.), todos estos elementos en conjunto son necesarios para así, tratar de brindar todas las particularidades que tiene una red.

Aunque hay muchos tipos de redes locales, entre ellas hay unas características comunes, destacando algunas de estas particularidades tenemos:

- La capacidad de conectividad,
- Capacidad de conmutación,
- Capacidad de enrutamiento,
- Seguridad de la red, y
- Control de acceso.

Para diferenciar a grosso modo los elementos de una red tenemos:

La infraestructura física de la red: se refiere al diseño físico de la red junto con los dispositivos físicos o de hardware que serán implementados. En cuanto a las conexiones físicas de las redes, tenemos algunas configuraciones para realizar dichas conexiones entre ordenadores, a continuación presentaremos las más comunes:

Conexión de Red en Bus,

Conexión de Red en Anillo,

Conexión de Red en Estrella,

Y se puede realizar una Conexión Híbridas (una combinación de las conexiones anteriores).

Entre los elementos de la infraestructura física para una red de datos tenemos elementos tales como: Ruteadores (Routers), Concentradores (Hubs), Switch, Gateways (Puertos), Cortafuegos (Firewall), estos elementos necesitan de una conexión física, para ello tenemos el cableado estructurado, el cual nos ayudará para la interconexión de estos dispositivos, esta conexión física puede ser por medio de: Cable Coaxial, Par Trenzado ó Fibra Óptica, de las cuales, la más común es el par trenzado de cobre, pero en la actualidad contamos con elementos híbridos, capaces de trabajar con puertos para fibra óptica y par trenzado de cobre a la vez.

Actualmente se dispone de dispositivos para redes inalámbricas, y pueden alcanzar velocidades de transmisión igual que las redes con par trenzado de cobre, tales como: Access Point (Punto de Acceso) y Ruteadores Inalámbricos (Routers Wireless) entre los más comunes.

A continuación se muestra en la figura N° 3.1, como sería la parte física de una red de datos.

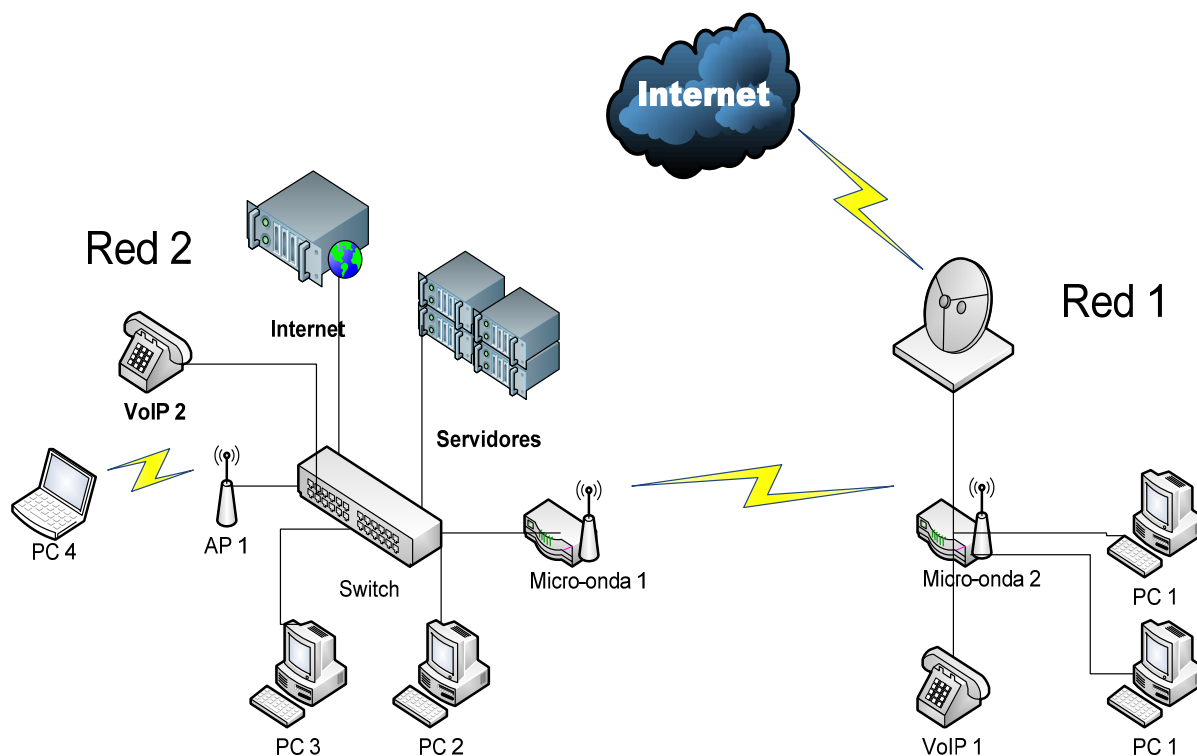


Figura 3.1.- Ejemplo una infraestructura física.

La infraestructura lógica de la red: como lo mencionamos anteriormente, este grupo se compone de todos los componentes de software, parte de la red que no es visible ni tangible para el cliente, pero es de gran importancia para la funcionalidad de la red, es necesario para permitir la conectividad entre los dispositivos físicos mencionados en la infraestructura física, la parte lógica de una red nos permite proporcionar la seguridad y fiabilidad para comunicar a los clientes de la red. Aquí se define cómo los datos van a circular a través de la red, esto se logra definiendo rutas para que la información de los ordenadores se comuniquen de forma rápida y eficiente. La lógica de la red de infraestructura se compone de productos de software, bases de datos para el almacenamiento de datos, los protocolos para los diferentes dispositivos de la red, aplicaciones, enlaces a Internet o a otras redes, seguridad para la detección y prevención de intrusos (hackers) e incluso control parental para los ordenadores, sistemas cortafuegos (firewalls) y es importante incluir un sistema de acceso para realizar copias de seguridad de los datos almacenados.

Y a continuación veremos en la figura N° 3.2, la parte de la red que no vemos, pero tiene su simbología y flujo de datos.

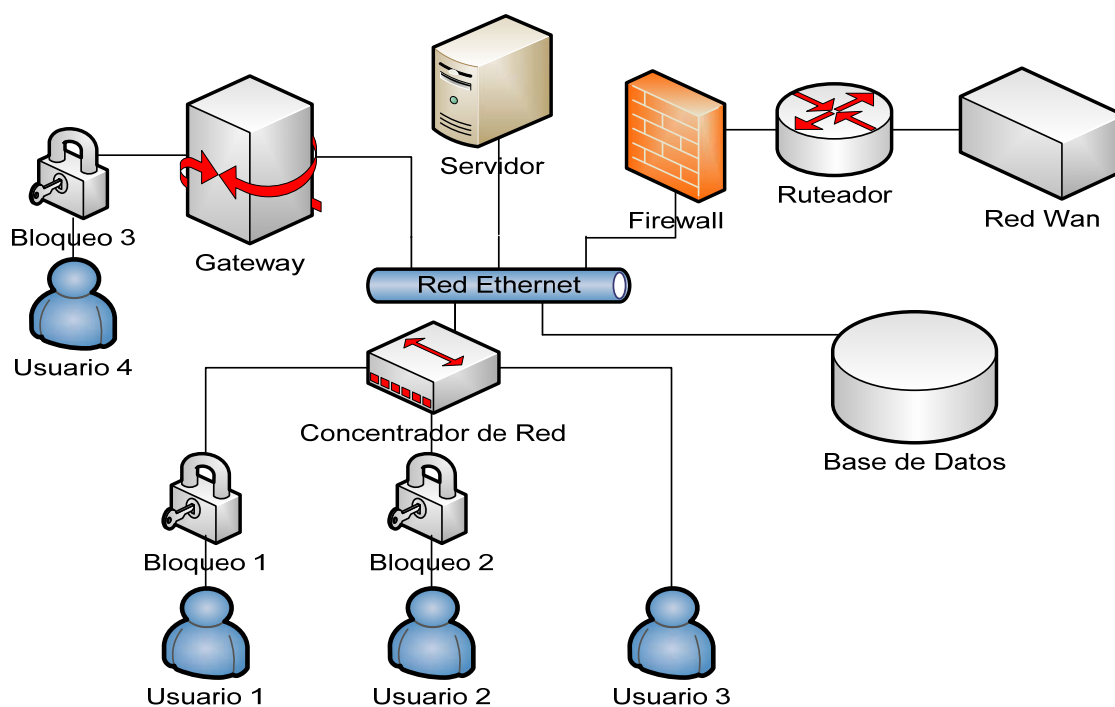


Figura 3.2.- Ejemplo una infraestructura lógica.

Y todo este conjunto debe estar albergado en un espacio físico debidamente distribuido (según los requerimientos del cliente) y debe contar con un sistema de seguridad. Es necesario que esté en un ambiente adecuado, para que el conjunto trabaje en condiciones normales (temperatura, humedad, etc.) y estén seguramente cuidados y vigilados (seguridad de acceso restringido, sistema de intrusión, sistema CCTV, sistema contra incendios, etc.), ya que la infraestructura de una red de datos, es la columna vertebral de las comunicaciones, ya sea de una red en el domicilio, en una empresa y/o institución.

Cabe recalcar que para el sistema contra incendio es necesario informarse sobre qué tipo agente extintor utilizaremos para el caso de fuego en nuestros sistemas de servidores, actualmente se utilizan agentes halogenados para evitar el cambio brusco de temperatura, efecto que ocurre con extintores de dióxido carbono.

Otro factor que debemos mencionar, es que el sistema debe estar debidamente apoyado en un Sistema de Alimentación Ininterrumpida “SAI” (ó sistemas UPS en inglés

Uninterruptible Power Supply), para las estaciones de trabajo y ordenadores, según los requerimientos de potencia eléctrica del conjunto, estos sistemas pueden ir desde un UPS básico para reserva y protección de equipos domésticos hasta los poderosos Smart UPS (Sistemas de alimentación ininterrumpida inteligentes) que tienen como característica principal su gran capacidad de protección de energía redundante de alto rendimiento con potencia y autonomía escalables¹⁴ para servidores, y para las redes de voz y/o datos. Todos estos sistemas cuentan con un conjunto de baterías y estabilizadores de voltaje para brindar la máxima protección eléctrica al sistema.

3.1.1 Instalación de Entrada o acometida¹⁵

Al referirnos a la instalación de entrada o acometida para una edificación, es necesario dar a conocer que existen algunos tipos de acometidas, tales como:

- Acometida para el agua potable o aguas negras,

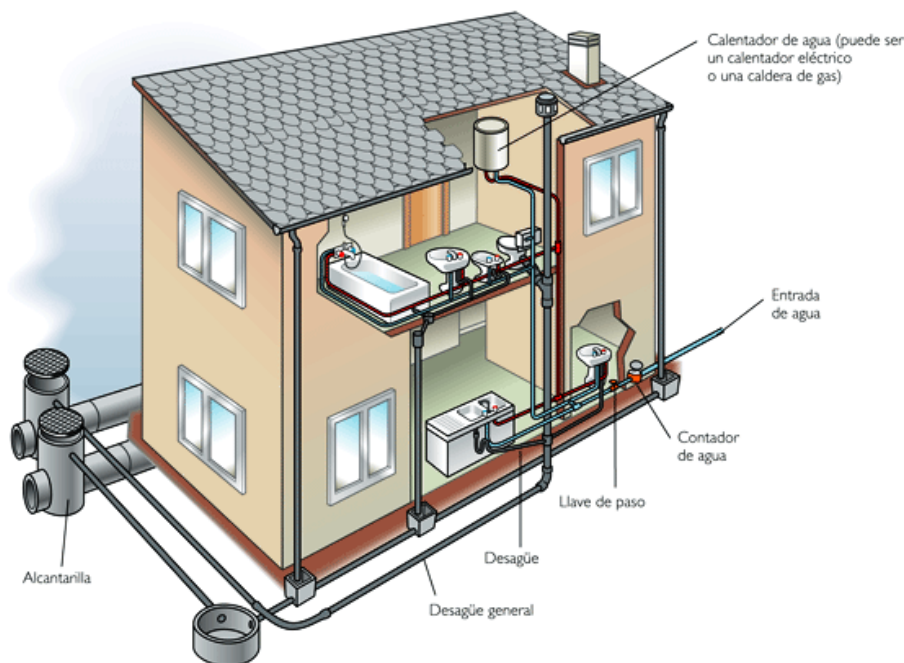


Figura 3.3.- Acometida para el agua potable o aguas negras.

¹⁴ Que varía según la demanda de potencia eléctrica de los dispositivos.

¹⁵ Instalación por la que se deriva hacia un edificio u otro lugar parte del fluido que circula por una conducción principal. Acometida eléctrica. Real Academia Española ©

- Acometida para gas,

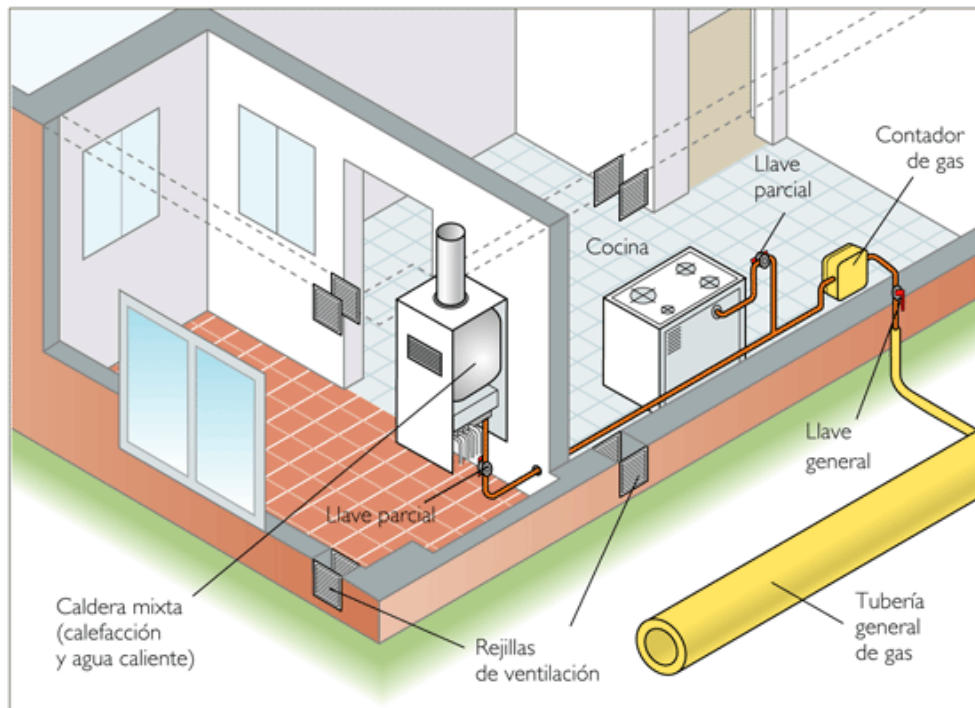


Figura 3.4.- Acometida para gas.

- Acometida de toma eléctrica para alta o baja tensión,

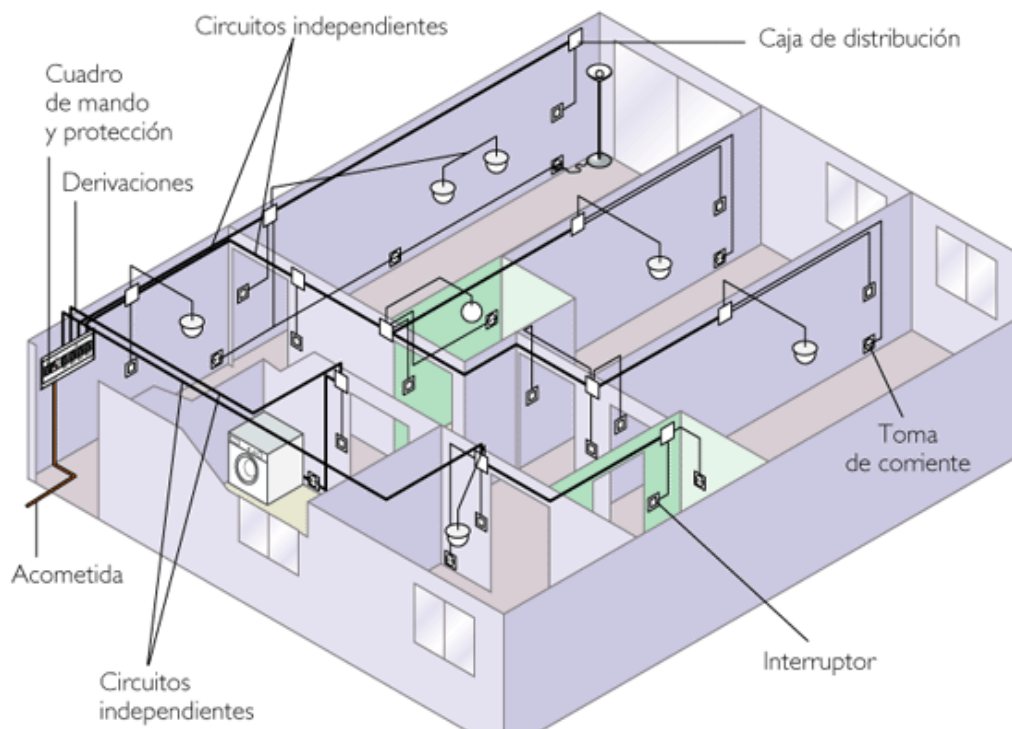


Figura 3.5.- Acometida de toma eléctrica para alta o baja tensión.

- Acometida telefónica,

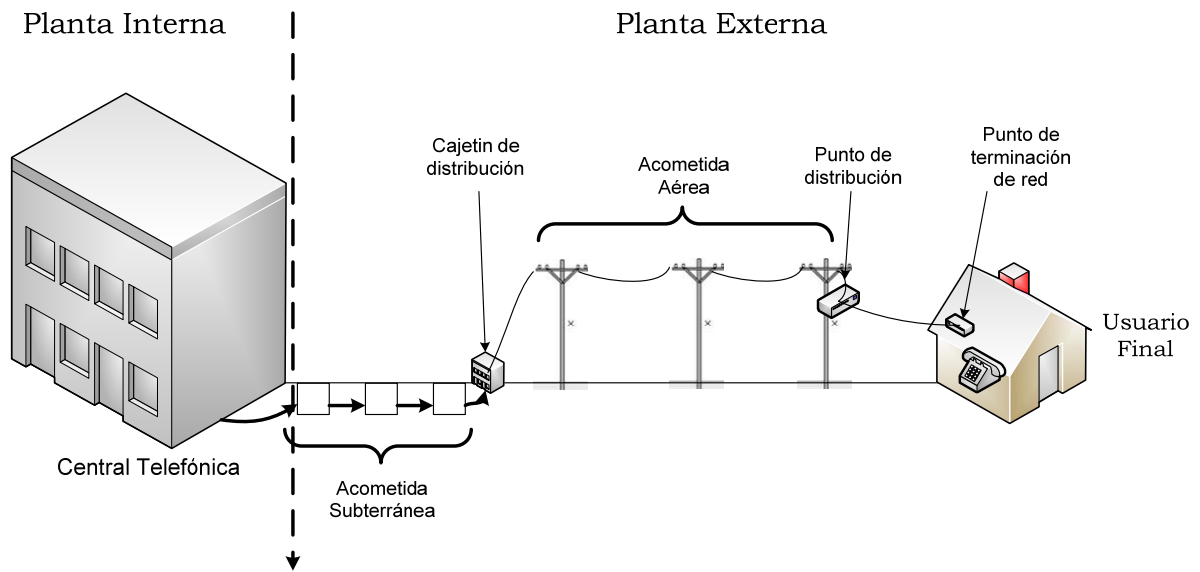


Figura 3.6.- Acometida telefónica.

- Y acometida de datos.

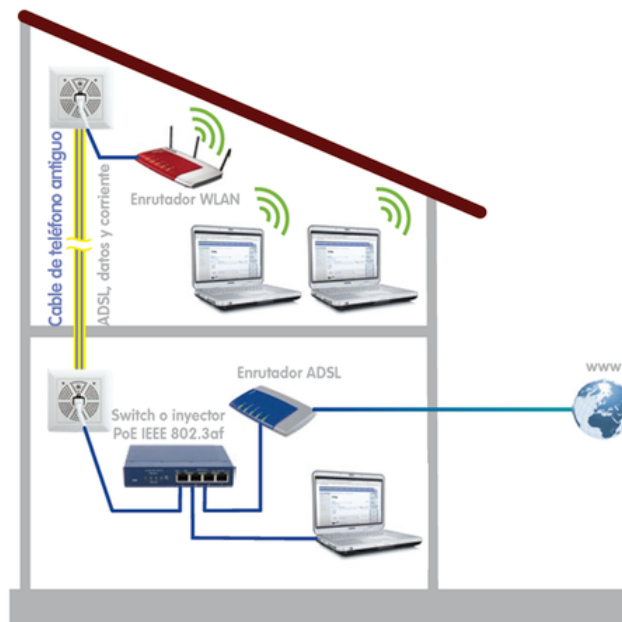


Figura 3.7.- Acometida de datos.

Hoy en día el uso de la acometida para la línea telefónica y para datos son una misma, es más, por el mismo par telefónico, se implementa el paso de telefonía, Internet y

transferencia de Datos (si está disponible en el sector y ambos puntos tienen el mismo proveedor de datos), y es posible mediante la tecnología xDSL.

DSL que significa *Digital Subscriber Line* (en español *Línea de Suscripción Digital*), es un término utilizado para referirse de forma global a todas las tecnologías que proveen una conexión digital de banda ancha sobre la línea de abonado de la red telefónica básica o conmutada como: "X"DSL.- ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2.

El común es que usan el mismo par de cobre convencional de la línea telefónica para la transmisión de datos a gran velocidad (conexión al Internet), para el usuario final.

La principal diferencia entre ADSL y otras tecnologías DSL, es que la velocidad de subida (upload) y bajada (download) de datos es asimétrica, es decir, que normalmente permiten una velocidad de bajada mayor que la de subida.

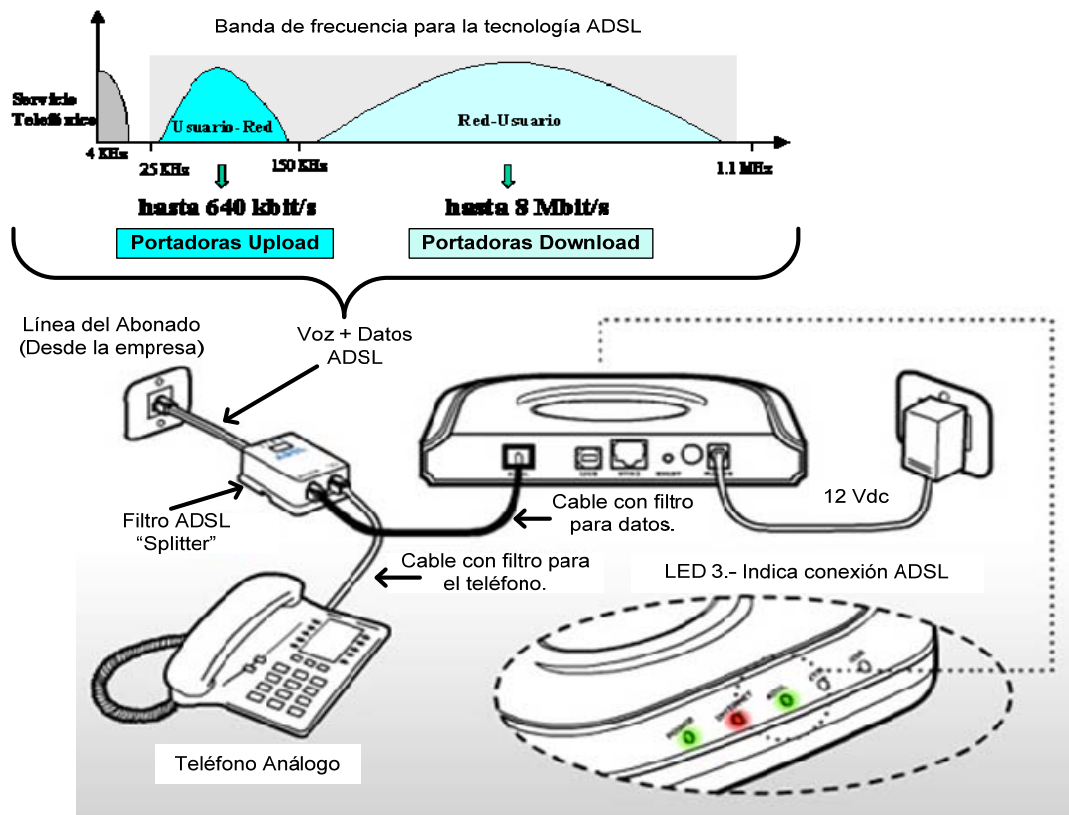


Figura 3.8.- Uso actual de la línea telefónica con ADSL.

El filtro para ADSL es un filtro pasa bajo y alto, para la línea telefónica y el modem ADSL respectivamente, es usado para prevenir interferencia entre ambos servicios que operan en la misma línea que llega al usuario final.



Figura 3.9.- Como se ve físicamente un filtro ADLS

Sin este filtro, las señales o ecos de los dispositivos analógicos pueden reducir el rendimiento y producir problemas de conexión con el servicio de ADSL, mientras que para los dispositivos analógicos puede resultar como ruido en la línea y otros problemas, por este motivo se requiere un filtro por cada teléfono, fax, módem analógico, y otros dispositivos que utilicen la línea telefónica, y se puede dejar el módem ADSL como el único dispositivo sin filtrar.

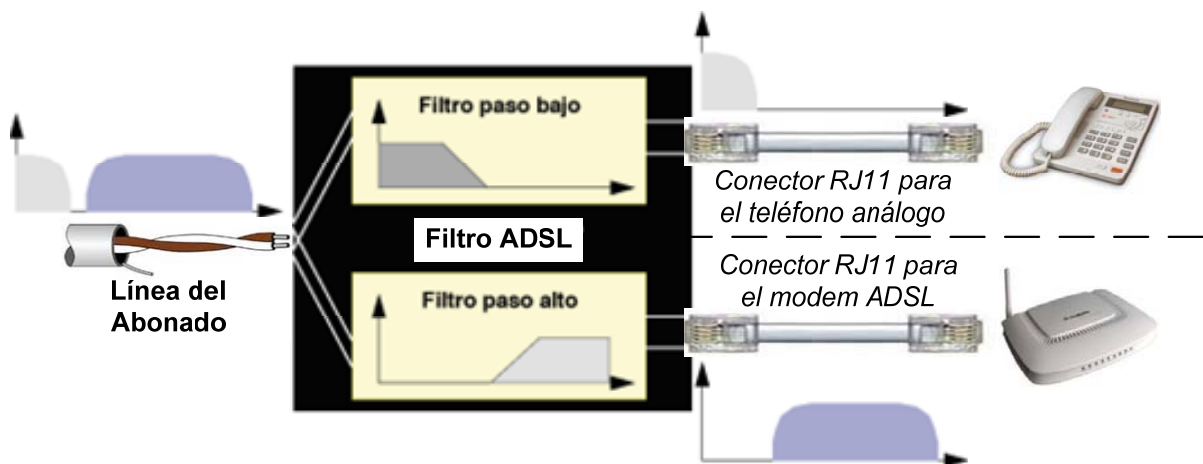


Figura 3.10.- Detalle de funcionamiento del filtro ADSL

Para nuestros propósitos nos referiremos a los tres últimos tipos de acometidas, haciendo hincapié en las dos últimas. Este tipo de acometidas tiene como principal y único objetivo, manejar el cableado estándar para las telecomunicaciones de la nueva edificación.

Una vez visto los tipos de acometidas que pueden existir para una nueva edificación, es momento de ver las diferentes formas en las que podemos conectar estas acometidas, el tipo de conexión depende de: cómo sea la edificación, el sistema de instalación y las características de la red; y según estos parámetros las acometidas pueden ser de tipo: aéreo, subterráneo o mixta (aéreo y subterráneo simultáneamente).

Para una mejor definición de la Instalación de Entrada ó Acometida de entrada de datos, se puede decir, que es el punto donde entran los servicios de telecomunicaciones hacia la nueva edificación, este punto lo denominan PTR (punto de terminación de red), una vez que tenemos este punto de acceso de datos, lo siguiente es realizar una adaptación para unir estos servicios al edificio y hacerlos llegar a los diferentes lugares del edificio en su parte interior, utilizando canaletas si la edificación ya está terminada o por tubería que estaría dentro de las paredes ó el tumbado del edificio.

Cabe señalar que por la acometida de entrada de datos, no necesariamente debe estar dedicado para datos, esta acometida puede ser utilizada también para líneas telefónicas, acceso al Internet (como los servicios de ADSL de banda ancha visto anteriormente), o el Back Bone (cableados que interconectan dos o más redes por medio de un cableado estructurado de alta velocidad como fibra óptica) que venga de otro edificio, sistemas de video como TV digital o TV digital de alta definición (“HD” por sus siglas en inglés de High Definition), etc. Otras empresas pueden utilizar una conexión satelital como lo vemos en la figura N° 3.11 y no usarían la acometida para datos.

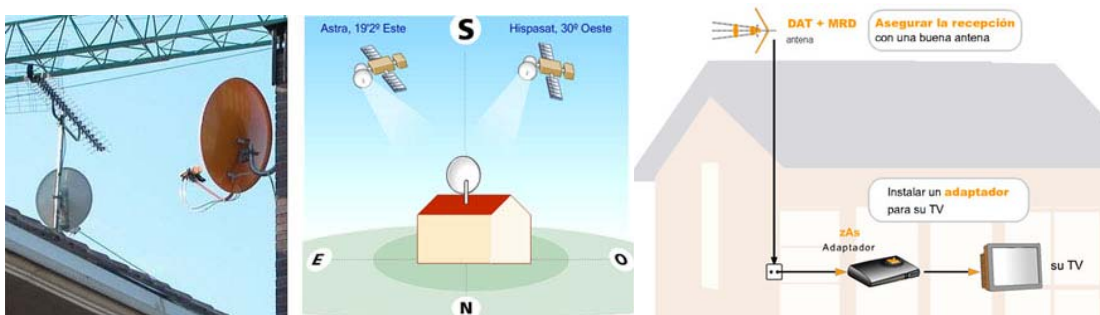


Figura 3.11.- Ejemplo de una conexión TV-Digital HD satelital

Una vez definida la acometida que vamos a utilizar, definiremos los tipos de instalación que podemos utilizar. Como todo tipo de instalación, es necesario seguir reglas y normas para su implementación, para tener una idea de cómo se deben realizar estas instalaciones, nosotros nos hemos guiado en base a la Legislación Técnica de las Instrucciones Técnicas Complementarias “ITC” referente al campo de Electricidad de Alta y Baja Tensión, ITC-BT-06 para las **Redes Aéreas** y la ITC-BT-07 para las **Redes Subterráneas**; son normas sugeridas para este tipo de acometidas, además, debido a que no tenemos una regulación específica en nuestro país, las operadoras y empresas que ofrecen estos servicios en nuestro país, cablean sin ninguna norma o criterio sus cables de datos para llegar al consumidor final, y como no tenemos una norma que regule esto, las empresas seguirán realizando instalaciones como las vemos en la actualidad y sobrecargando los postes destinados para el tendido eléctrico.

A continuación, veremos lo que textualmente se sugiere para estos tipos de acometidas:

- Acometida para redes aéreas:¹⁶

El texto que vamos a describir para las acometidas aéreas, es una referencia que podremos utilizar para realizar este tipo de acometidas, ya que en nuestro país no tenemos una regulación exacta con respecto al tema.

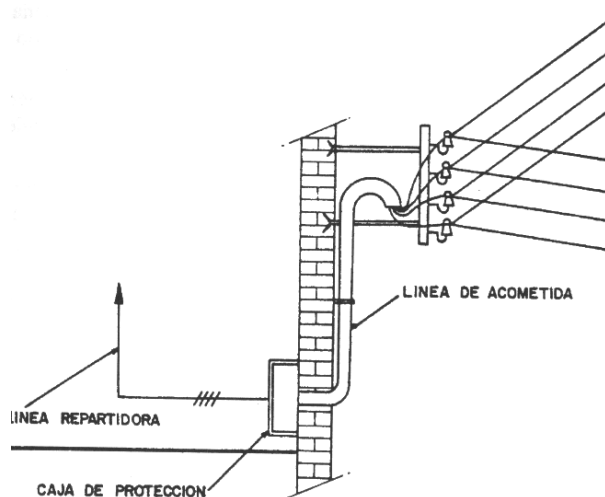


Figura 3.12.- Ejemplo de acometida aérea

¹⁶ ITC-BT-06.- Redes aéreas para distribución en baja tensión.

En cruzamiento¹⁷: Las líneas deberán presentar, en lo que se refiere a cruces con líneas aéreas de telecomunicación, lo siguiente.

Las líneas de baja tensión, con conductores desnudos, deberán cruzar por *encima de las de telecomunicación*. Excepcionalmente podrán cruzar por debajo, debiendo adoptarse en este caso una de las soluciones siguientes:

- Colocación entre las líneas de un dispositivo de protección formado por un haz¹⁸ de cables de acero, situado entre los conductores de ambas líneas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea de telecomunicación en el caso de que se rompieran o desprendieran. Los cables de protección serán de acero galvanizado, y estarán puestos a tierra.
- Empleo de conductores aislados para 0,6/1 kV en el vano¹⁹ de cruce para líneas de baja tensión.
- Empleo de conductores aislados para 0,6/1 kV en el vano de cruce para la línea de telecomunicación.

Cuando el cruce se efectúe en distintos apoyos, la distancia mínima entre los conductores desnudos de las líneas de baja tensión y los de las líneas de telecomunicación, será de 1 metro. Si el cruce se efectúa sobre apoyos comunes dicha distancia podrá reducirse a 0,50 metros.

En proximidades y paralelismos²⁰: Las líneas deberán presentar, en lo que se refiere a proximidades y paralelismos con otras líneas aéreas de baja tensión o de telecomunicación, lo siguiente.

¹⁷ ITC-BT-06.- Redes aéreas. “Cruzamientos, Con líneas aéreas de telecomunicaciones”

¹⁸ Conjunto de rectas que pasan por un punto, o de planos que concurren en una misma recta. Real Academia Española ©

¹⁹ Hueco, vacío y falto de solidez. Real Academia Española ©

²⁰ ITC-BT-06.- Redes aéreas. “Proximidades y paralelismos, Con otras líneas de baja tensión o de telecomunicaciones”

Cuando ambas líneas sean de conductores aislados, la distancia mínima será de 0,10 m.

Cuando cualquiera de las líneas sea de conductores desnudos, la distancia mínima será de 1 m. Si ambas líneas van sobre los mismos apoyos, la distancia mínima podrá reducirse a 0,50 m. El nivel de aislamiento de la línea de telecomunicación será, al menos, igual al de la línea de baja tensión, de otra forma se considerará como línea de conductores desnudos.

- Acometida para redes subterráneas²¹:

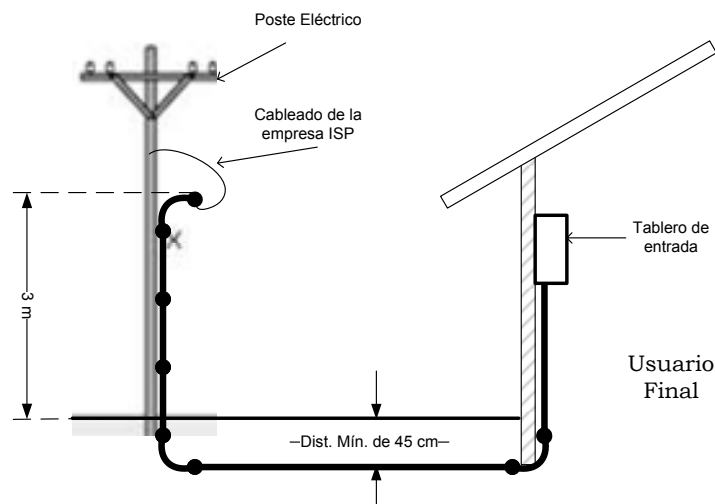


Figura 3.13.- Ejemplo de acometida subterránea

En cruzamientos²²: A continuación se fijan, para los casos de cables de telecomunicaciones, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0.20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación,

²¹ ITC-BT-07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión.

²² ITC-BT-07.- Redes subterráneas. "Cruzamientos, Cables de telecomunicación"

será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

En proximidades y paralelismos²³: Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Para los cables de telecomunicación, la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

3.1.2 Centro de Monitoreo

Cuando tenemos un ordenador, es necesario que exista una persona encargada de su mantenimiento, actualizaciones de programas, del acceso a Internet. En el caso de existir varias cuentas de usuario, necesitamos una cuenta principal (Administrador), que se encargue de administrar al ordenador, instalar las aplicaciones necesarios para los demás usuarios, restringir ciertos accesos entre documentos privados de los usuarios, restringir el acceso a ciertas aplicaciones o a ciertas direcciones de Internet, en este caso, el centro de monitoreo es el mismo ordenador, el cual está a cargo de una persona con un conocimiento mayor sobre los demás usuarios que trabajan en el mismo ordenador, esta persona debe tener conocimientos básicos del sistema operativo que está manejando y un poco de redes, en otras palabras es un usuario avanzado.

²³ ITC-BT-06.- Redes subterráneas. “Proximidades y paralelismos, *Cables de telecomunicaciones*”

Al implementar una red de área local (LAN) de dos o más ordenadores, en un principio tuvo que existir una persona encargada de realizar la interconexión de los elementos de la red tales como los ordenadores, sus periféricos, estructuró la topología de la red según los requerimientos del cliente, en otras palabras se encargó de los componentes de hardware de la red. Una vez conectados estos elementos, se encargó de la parte lógica de la red, como el acceso a Internet, instalación de aplicaciones en el servidor (en caso de haberlo) y ordenadores para uso de los distintos usuarios de la red, restricción en cuanto a los archivos que se manejan en la red y ciertas restricciones a direcciones de Internet. A comparación del ejemplo anterior, la persona encargada debe tener un conocimiento avanzado con respecto a redes, direccionamiento IP, mantenimiento del servidor, configuración para acceso a Internet y configuración de los servicios y aplicaciones, todo esto lo realiza mediante un centro de monitoreo, el cual estará a su cargo; desde este centro se podrá monitorear el estado de la red, el enrutamiento de la información, sacar respaldos de la información del o los servidores, etc., en pocas palabras, es el centro de mando de la red de datos.

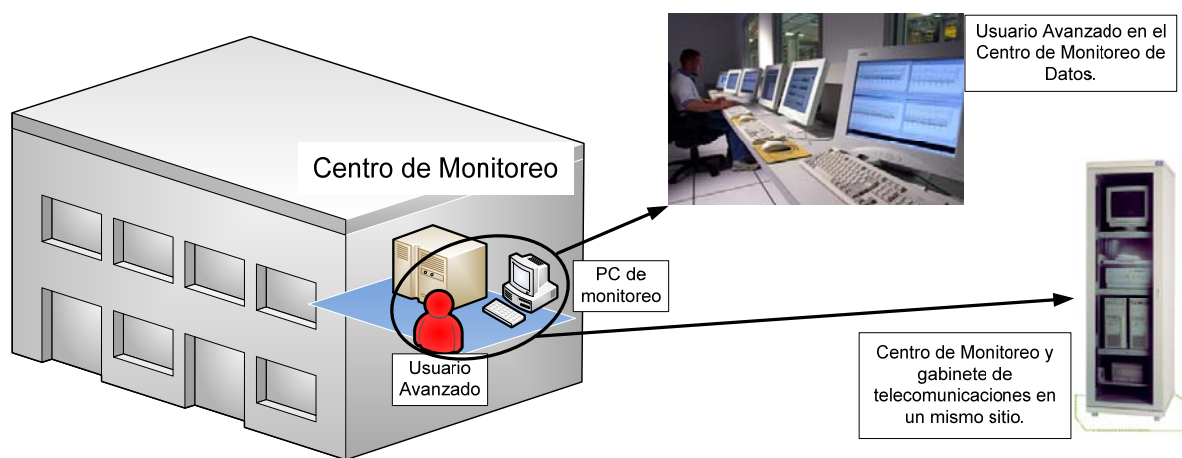


Figura 3.14.- Ubicación Centros de monitoreo de Red

Hemos visto dos ejemplos de un usuario avanzado y su centro de monitoreo, pero ¿qué pasa cuando una red contiene una gran cantidad de elementos de hardware?, como por ejemplo Gateway, firewall, ruteadores que interconectan dos edificios, instituciones ó centros, en este caso, el usuario avanzado ó especializado en redes no podrá dar abasto al mantenimiento y solución de problemas de dicha red, lo que se debe hacer entonces para mantener un buen nivel de servicio en la red de estas dimensiones, es implementar un

orden de operación diferenciando y delegando obligaciones, para tal caso la Dirección de Telecomunicaciones de dicha empresa designará un grupo para conformar una Subdirección de Redes y Comunicaciones, la cual se sitúa en unos de los niveles más altos del monitoreo de la red. Luego de esta dirección, se localiza el Departamento de Operación de Red, este departamento tiene como objetivos:

- El de administrar y operar la parte central o cableado estructurado de la red empresarial para la conexión con otras instituciones, sucursales o edificios corporativos (Back Bone).
- Y vigilar la interconexión de todas las redes locales y enlaces dedicados a redes de gran cobertura, como pueden ser áreas metropolitanas ó de área amplia (por sus siglas MAN ó WAN respectivamente).

Este grupo de personas tendrá sólidos conocimientos acerca de la administración de redes y diversos temas de telecomunicaciones, y a cargo de este grupo especializado estará el centro de monitoreo, el cual contará con sistemas automatizados que constantemente comprueban el estado de los dispositivos más importantes de la red como puede ser el Back Bone de interconexión a otra red o salida al Internet, y recolección de información que luego será procesada y de ser necesario almacenada en el servidor.

Cabe señalar que estos sistemas no deben tener fallos ni interrupciones, por lo tanto el sistema debe estar en operación continua, trabajando de corrido todo el año o como un funcionamiento 24 x 7 (24 horas los 7 días de la semana), para tener un servicio continuo y brindar un servicio de calidad, con capacidad de vigilar la disponibilidad de la red y sus recursos informáticos para el usuario y el área de administración; para este funcionamiento se necesita un sistema automatizado de alarmas, sistemas de aire acondicionado, control de humedad y equipo contra incendios, planta de generación eléctrica y un sistema de soporte de energía UPS, así se monitorea y se envían avisos de alarmas en orden de mayor importancia por medio de mensajes a localizadores, vía mensaje celular, por medio Intranet o Internet al centro de monitoreo ya sea físico en el mismo edificio como remotamente, con el objetivo de maximizar el tiempo de atención a la red al momento de presentar algún fallo tanto en software o como en hardware, además este centro tiene acceso a sensores, cámaras de vigilancia (CCTV) y registros de dispositivos de accesos .

El centro de monitoreo tiene la función de elegir nuevos accesos o enrutamientos de la información de ser necesario, el seguimiento y gestión de firewalls para evitar problemas de intrusión a la red; el departamento encargado del centro de monitoreo realizará investigación, desarrollo y de ser factible, la implementación de nuevas aplicaciones para el centro.

Hasta ahora hemos visto qué es el centro de monitoreo y las prestaciones que puede ofrecer a la red, la importancia del mismo y en caso de redes de tamaño considerable, cómo se debe delegar obligaciones para mantener a la red operando todo el año y dar inmediata atención. Pero el centro de monitoreo no solo puede estar físicamente en la nueva edificación, gracias a los avances en telecomunicaciones, se dispone de acceso remoto a la red, y así solucionar remotamente cualquier problema de la empresa, y basado en el manejo remoto, tal como se muestra en la siguiente figura.

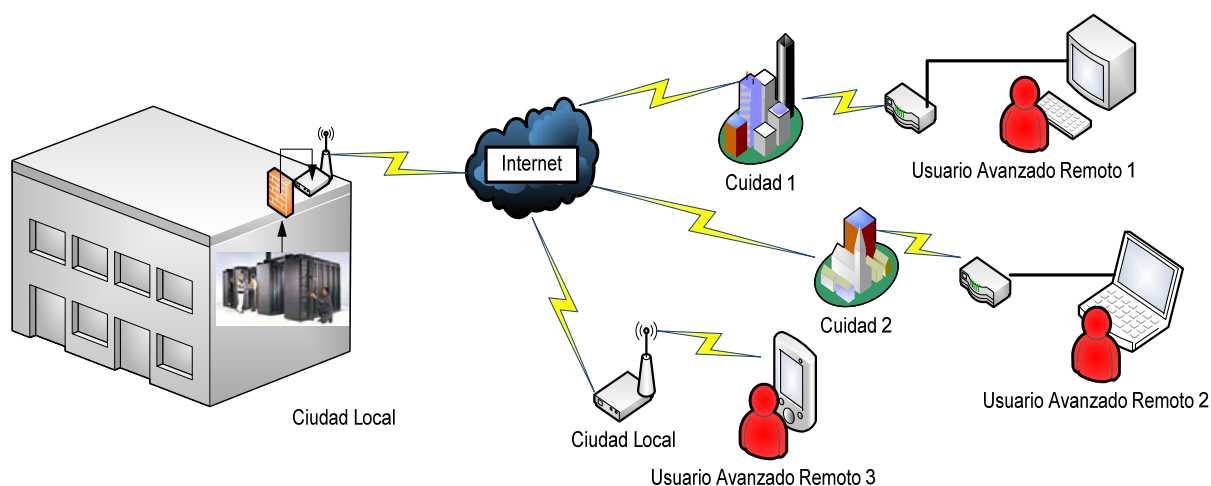


Figura 3.15.- Monitoreo remoto de los usuarios avanzados.

También existen empresas que se encargan de personalizar estos sistemas de monitoreo, haciéndolos más prácticos y versátiles, tal es el caso de un dispositivo que nos ayudará a obtener el máximo de su uso, esta herramienta es el Comunicador IP de la empresa Avatec, funciona preferentemente en el modo Intercepción.

En este modo, intercepta los mensajes de alarma del panel y transmite esos eventos a través de Internet. Cada vez que el panel intenta comunicarse con el centro de monitoreo, el Comunicador IP hace una interfaz, para que el panel crea que está en contacto con el Centro de Monitoreo a través de la simulación de todos los eventos y señales que el panel está esperando recibir. De esta forma al tomar línea para establecer una llamada a través de una línea fija, el panel recibe alimentación y tono de invitación a discar. Cuando el Comunicador IP detecta que el panel tomó la línea, envía los tonos de inicio de protocolo para iniciar la conexión y así dar inicio al monitoreo.

Este dispositivo nos permite tener acceso a nuestro sistema mediante la red de Internet, y si esta falla, tenemos una conexión vía modem por la línea telefónica, con esto estaremos siempre conectados y podemos estar siempre monitoreando la red, además con un modem GPRS podemos llegar a tener avisos de alarma en nuestro teléfono celular, lo que se traduce en movilidad para el usuario avanzado encargado del centro de monitoreo.

A continuación se puede observar cómo funciona el dispositivo que comunica a la red con el usuario

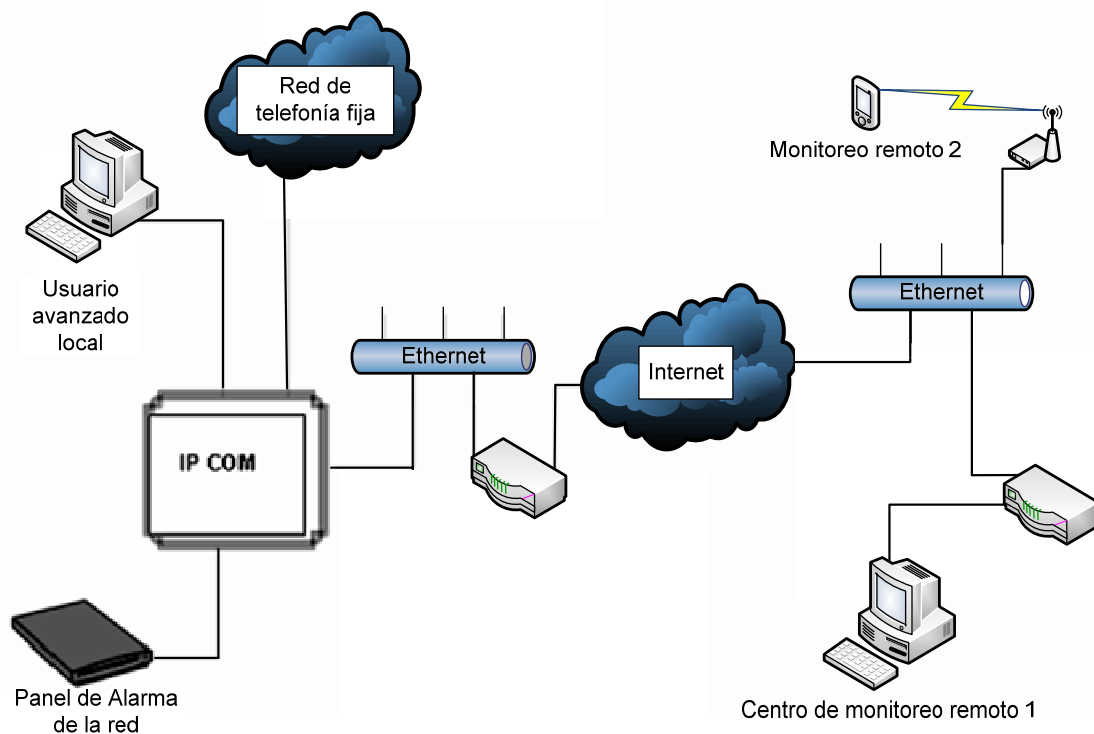


Figura 3.16.- Esquema de monitoreo remoto usando el Comunicador IP

Para nuestro caso, también tendremos el centro de monitoreo para acceder a la red y así acceder al control de alarmas, al circuito cerrado de televisión (por sus siglas en inglés *CCTV circuit closed television*), ver el reporte del control de accesos hacia la empresa y otras actividades de seguridad patrimonial de la empresa.

3.1.3 Cuarto de Telecomunicaciones

También es conocido como:

- Cuarto de máquinas
- Telecommunications room

El cuarto, local, o sala de máquinas o equipos es un espacio centralizado para el equipo de telecomunicaciones (central PBX, equipos de cómputo, conmutadores de imagen, servidores, etc.) que da servicio a los usuarios en el edificio.

Se define como el espacio donde residen los equipos de telecomunicaciones comunes al edificio (PBX, Servidores centrales, Centrales de vídeo, etc.)

Dentro de sus funciones específicas tenemos:

- Solo se admiten equipos directamente relacionados con los sistemas de telecomunicaciones.
 - En su diseño se debe prever lugar suficiente para los equipos actuales y para los futuros crecimientos.
 - El tamaño mínimo recomendado es de 13.5 m²
 - Se recomienda un tamaño de 0.07 m² por cada 10 m² de área utilizable.
 - Si un edificio es compartido por varias empresas, la sala de equipos puede ser compartida.
-



Figura 3.17.- Ejemplos de cuartos de telecomunicaciones

3.1.4 Gabinete de Telecomunicaciones.

También conocido como:

- Armario de telecomunicaciones
- Telecommunications closet

Gabinete de telecomunicaciones es donde terminan en sus conectores compatibles, los cables de distribución horizontal. Igualmente el eje de cableado central termina en los gabinetes, conectado con puentes o cables de puenteo, a fin de proporcionar conectividad flexible para extender los diversos servicios a los usuarios en las tomas o salidas de telecomunicaciones.

Dentro de sus funciones específicas tenemos:

- Es el espacio que actúa como punto de transición entre la montante y las canalizaciones horizontales
- Estos armarios pueden tener equipos de telecomunicaciones, equipos de control y terminaciones de cables para realizar interconexiones.
- La ubicación debe ser lo más cercana posible al centro del área a ser atendida.
- Se recomienda por lo menos un armario de telecomunicaciones por piso
- Pueden existir más de un armario por piso: Debe haber un armario por cada 1000 m² de área utilizable Si no se dispone de mejores datos, estimar el área utilizable como el 75% del área total La distancia horizontal de cableado desde el armario de telecomunicaciones al área de trabajo no puede exceder en ningún caso los 90 m.
- En caso de existir más de un armario por piso se recomienda que existan canalizaciones entre ellos

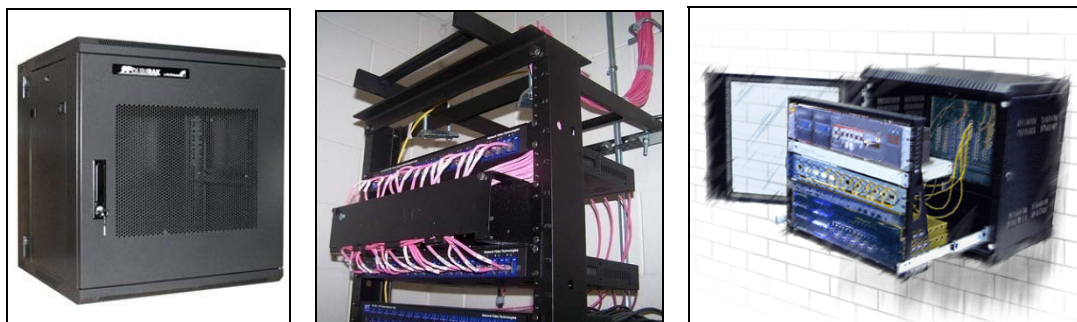


Figura 3.18.- Ejemplos de cuartos de telecomunicaciones

3.1.5 Cableado estructurado

Es un medio de comunicación conocido también como medio guiado, y son aquellos que utilizan unos componentes físicos y sólidos para la transmisión de datos. También conocidos como medios de transmisión por cable.

Entre los más utilizados por las telecomunicaciones estemos los siguientes:

3.1.5.1 Par Trenzado.



Figura 3.19.- Vista física del par trenzado

Normalmente se les conoce como un par de conductores de cobre aislados y entrelazados formando una espiral. Es un enlace de comunicaciones. En estos el paso del trenzado es variable y pueden ir varios en una envoltura.

El hecho de ser trenzado es para evitar la diafonía (la diafonía es un sonido indeseado el cual es producido por un receptor telefónico).

Es el medio más común de transmisión de datos que existe en la actualidad, pudiéndose encontrar en todas las casas o construcciones de casi cualquier lugar. Se utiliza para la formación de una red telefónica, la cual se da entre un abonado o usuario y una central local. En ocasiones dentro de un edificio se construyen centrales privadas conocidas como PBX. Las redes locales manejan una velocidad de transmisión de información comprendida entre los 10 [Mbps] y los 100 [Mbps].

En este medio de transmisión encontramos a favor el hecho de ser prácticamente el más económico que se puede ubicar en el mercado actual, por otro lado es el más fácil de trabajar por lo que cualquier persona con un mínimo de conocimientos puede adaptarlo a sus necesidades. Por otro lado tiene en contra que tiene una baja velocidad de transferencia en medio rango de alcance y un corto rango de alcance en LAN para mantener la velocidad alta de transferencia (100 [m]).

Dentro de sus características de transmisión nos encontramos con que con un transmisor analógico necesitamos transmisores cada 5 o 6 Km; con un transmisor digitales tenemos que las señales que viajan pueden ser tanto analógicas como digitales, necesitan repetidores de señal cada 2 o 3 Km lo que les da muy poca velocidad de transmisión,

menos de 2 Mbps; en una red LAN las velocidades varían entre 10 y 100 Mbps en una distancia de 100 [m], de lo cual podemos además decir que la capacidad de transmisión está limitada a 100 Mbps, además es muy susceptible a interferencias y ruidos. Para esto se han buscado soluciones como la creación de cables *UTP* (los más comunes, es el cable telefónico normal pero dado a interferencias electromagnéticas) y los cables *STP* (cuyos pares vienen dentro de mallas metálicas que producen menos interferencias, aunque es más caro y difícil de manejar ya que es más grueso y pesado). Dentro de los cables *UTP* encontramos las categorías CAT 3 (con calidad telefónica, más económico, con diseño apropiado y distancias limitadas hasta 16 MHz con datos; y la longitud del trenzado es de 7'5 a 10 cm), cat4 (hasta 20 MHz) y CAT 5 (llega hasta 100 MHz, es más caro, aunque esta siento altamente usado en las nuevas construcciones, y su longitud de trenzado va de 0'6 a 0'85 cm).

Se dice entonces que el par trenzado cubre una distancia aproximada de menos de 100 [m] y transporta aproximadamente menos de 1 [Mbps].

3.1.5.2 Cable Coaxial

El cable coaxial es un medio de transmisión relativamente reciente y muy conocido ya que es el más usado en los sistemas de televisión por cable. Físicamente es un cable cilíndrico constituido por un conducto cilíndrico externo que rodea a un cable conductor, usualmente de cobre. Es un medio más versátil ya que tiene más ancho de banda (500Mhz) y es más inmune al ruido. Es un poco más caro que el par trenzado aunque bastante accesible al usuario común. Encuentra múltiples aplicaciones dentro de la televisión (TV por cable, cientos de canales), telefonía a larga distancia (puede llevar 10.000 llamadas de voz simultáneamente), redes de área local (tiende a desaparecer ya que un problema en un punto compromete a toda la red).

Tiene como características de transmisión que cuando es analógica, necesita amplificadores cada pocos kilómetros y los amplificadores más cerca de mayores frecuencias de trabajos, y hasta 500 MHz; cuando la transmisión es digital necesita repetidores cada 1 Km y los repetidores más cerca de mayores velocidades transmisión.

La transmisión del cable coaxial entonces cubre varios cientos de metros y transporta decenas de Mbps

- **Características físicas**

Compuesto por un conductor cilíndrico externo hueco que rodea un solo alambre interno compuesto de dos elementos conductores. Uno de estos elementos (ubicado en el centro del cable) es un conductor de cobre. Está rodeado por una capa de aislamiento flexible. Sobre este material aislador hay una malla de cobre tejida o una hoja metálica que actúa como segundo alambre del circuito, y como blindaje del conductor interno. Esta segunda capa de blindaje ayuda a reducir la cantidad de interferencia externa, y se encuentra recubierto por la envoltura plástica externa del cable.



Figura 3.20.- Ejemplo de estructura de un cable coaxial.

- **Conexión y funcionamiento**

1. Cable coaxial delgado: se refiere a como el THINNET 10base 2 son el IEEE normal pone ETHERNET que corre en el cable coaxial delgado, los dos se refieren a la longitud del segmento máximo aproximado que es 200 [m]; es popular en las redes de las escuelas, las redes del Bus aproximadamente lineales.
2. Cable coaxial espeso: Se refiere a como el THICKNET 10base 5 son el IEEE normal para ETHERNET que corre en el cable coaxial espeso los cinco se refieren a la longitud del segmento máximo aproximado que es 500 [m]; Tiene una capa de plástico extra protectora que ayuda a aislar la humedad fuera del centro del conductor; este cable es difícil de doblar e instalar y es usado para las largas distancias de redes lineales de Bus.

Los tramos de cable coaxial se utilizan solo en zonas pequeñas con muchas máquinas conectadas a una misma red, como es el caso de los laboratorios. El esquema general es una conexión a un punto de pds de una red con un hub y de aquí un cable coaxial al que se conectan las estaciones de un laboratorio, para esto las estaciones se montan en forma de bus. El bus está formado por un cable coaxial RG58 con conectores BNC-RG58 para conectar las máquinas y dos cargas de 50 Ohmios, una en cada extremo del bus. Si la máquina dispone de conector AUI (canon de 15 pines) en vez de BNC ponemos entre medias un transceiver que pase de AUI a BNC.

- **Conexión de máquinas**

Para conectar una máquina a una red con cableado coaxial RG-58, necesitamos que esta disponga de conexión para BNC o al menos una conexión para AUI. Si la máquina dispone de conexión BNC, se conecta directamente a un punto del bus. Si todos los puntos están ocupados, ponemos otro latiguillo con una "T" y conectamos la máquina. Si la máquina solo dispone de conexión AUI, utilizamos además un transceiver de AUI a BNC y lo conectamos al bus.

- **Aspectos positivos y negativos que poseen**

- Más ancho banda.
- Se afecta por ruido externo.
- No es tan barato.
- Más difícil de instalar con más restricciones.

- **Modos de empleos (Aplicación)**

- Antenas.
 - Tv por cable.
 - Video
-

3.1.5.3 Fibra Óptica.

Es el medio de transmisión más novedoso dentro de los guiados y su uso se está masificando en todo el mundo reemplazando el par trenzado y el cable coaxial en casi todos los campos. En estos días lo podemos encontrar en la televisión por cable y la telefonía.

En este medio los datos se transmiten mediante una haz confinado de naturaleza óptica, de ahí su nombre, es mucho más caro y difícil de manejar pero sus ventajas sobre los otros medios lo convierten muchas veces en una muy buena elección al momento de observar rendimiento y calidad de transmisión.

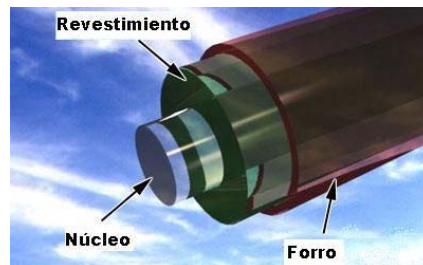


Figura 3.21.- Ejemplo de fibra óptica

Físicamente un cable de fibra óptica está constituido por un núcleo formado por una o varias fibras o hebras muy finas de cristal o plástico; un revestimiento de cristal o plástico con propiedades ópticas diferentes a las del núcleo, cada fibra viene rodeada de su propio revestimiento y una cubierta plástica para protegerla de humedades y el entorno.

La fibra óptica encuentra aplicación en los enlaces entre nodos, backbone, atm, redes LAN, giga bit Ethernet, largas distancias, etc.

Dentro de las características de transmisión encontramos que se basan en el principio de “reflexión total” (índice de refracción del entorno mayor que el del medio de transmisión), su guía de ondas va desde 10^{14} Hz a 10^{15} Hz, esto incluye todo el espectro visible y el parte del infrarrojo. Se suelen usar como transmisores el LED (Light emitting diode) que es relativamente barato, su rango de funcionamiento con la

temperatura es más amplia y su vida media es más alta y el ILD (injection laser diode) que es más eficiente y más caro, además tiene una mayor velocidad de transferencia.

La tecnología de fibra óptica usa la multiplexación por división que es lo mismo que la división por frecuencias, utiliza múltiples canales cada uno en diferentes longitudes de onda (policromático) y una fibra (en la actualidad) hasta 80 haces con 10 Gbps cada uno.

Usa dos modos de transmisión, el mono-modo (este cubre largas distancias, más caro, mas velocidad debido a no tener distorsión multimodal) y el multi-modo (cubre cortas distancias, es más barata pero tiene menos velocidad (100 Mbps) además se ve afectado por distorsión multimodal).

Características físicas

La fibra óptica es un fino hilo conductor de vidrio o plástico, que permite transportar la luz (generalmente esta luz es infrarroja y, por lo tanto, no es visible por el ojo humano). Dicha luz, modulada convenientemente, permite transmitir señales inteligentes entre 2 puntos. Formando cables de varios conductores es usado en los circuitos de transición en redes de telecomunicaciones urbanas e interurbanas.

También se emplea en las denominadas "**redes de área local-LAN**".

Este tipo de medio de transición, presenta ventajas importantes respecto a los pares trenzados de conductores cobre y a los cables coaxiales, en particular. Total inmunidad al ruido y a las interferencias electromagnéticas lo que constituye un medio especialmente útil en ambientes con alto ruido.

Su pequeño tamaño y poco peso, hace de ella un medio de comunicaciones fácil de instalar, especialmente cuando se trata de completar sistemas sobre ductos preexistentes, sobrecargados por otro tipo de medios que no es posible eliminar.



Figura 3.22.- Fibra óptica brillando cuando transmite luz

○ **Tipos básicos de fibras ópticas**

- Monomodales ó mono-modo
- Multimodales ó multi-modo

○ **Conexión y funcionamiento**

La información se transmite por un haz de luz, LED o LASER. Puede conducir transmisiones de luz moduladas. Si se compara con otros medios de *Networking*, es más caro, sin embargo, no es susceptible a la interferencia electromagnética y ofrece velocidades de datos más altas que cualquiera de los demás tipos de medios de *Networking* descritos en las dos anteriores entradas. El cable de fibra óptica no transporta impulsos eléctricos, como lo hacen otros tipos de medios de *Networking* que usan cables de cobre. En cambio, las señales que representan a los bits se convierten en haces de luz.

Está compuesto por dos fibras envueltas en revestimientos separados. Si se observa una sección transversal de este cable, veremos que cada fibra óptica se encuentra rodeada por capas de material amortiguador protector, normalmente un material plástico como Kevlar, y un revestimiento externo. El revestimiento exterior protege a todo el cable. Generalmente es de plástico y cumple con los códigos aplicables de incendio y construcción. El propósito del Kevlar es brindar una mayor amortiguación y protección para las frágiles fibras de vidrio que tienen el diámetro de un cabello.

La longitud máxima de cable recomendada entre nodos es de 2.000 metros, y su rendimiento es alto, de 100 0 más Mbps.

Aspectos positivos y negativos que poseen

- Ninguna interferencia electromagnética
- Muy caro
- Muchas restricciones para instalar
- EXTRA ancho de banda

Modos de empleos (Aplicación)

- Backbone (columna vertebral de la red)
- Redes intercontinentales oceánicas.

Una vez que hemos revisado el tipo de cableado estructurado que podemos usar en cuanto la implementación de una red se refiere, veremos cómo se distribuye el cableado según la necesidad de conectar los nodos a la red, a continuación

3.1.6 **Nodo central de cableado**

Cuando se trata del nodo central de cableado, nos referimos a un punto donde se concentra el cableado de todos los elementos de la red, y están conectados directamente mediante un enlace desde un punto cualquiera de la red hacia un punto o nodo central en la red, quien se encarga de gestionar las transmisiones de información por toda la red, por lo general este tipo de nodos se encuentran presentes en topologías tipo estrella.

Como característica del nodo central, se tiene que las estaciones se conectan a un nodo central mediante un conmutador, concentrador, MSAU, etc., para recibir y transmitir la información.

Aunque en algunos casos se utilice, una configuración de este tipo no se adapta a la filosofía LAN, donde uno de los factores más característicos es la distribución de la capacidad de proceso por toda la Red.

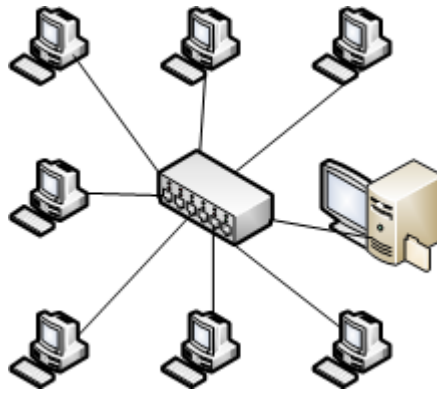


Figura 3.23.- Ejemplo de nodo central

Como observamos en la figura 3.18, demás nodos de la red llegan a un concentrador, por el cual circula toda la información, además debemos tener en cuenta que para una Red Estrella, gran parte de la capacidad de proceso y funcionamiento de la red estarán concentradas en el nodo central, el cual deberá de ser muy rápido y versátil para dar un servicio satisfactorio a todos los nodos.

3.1.7 Cableado horizontal

El cableado horizontal consiste en el medio físico usado para conectar cada toma o salida a un gabinete. Se pueden usar varios tipos de cable para la distribución horizontal. Cada tipo tiene sus propias limitaciones de desempeño, tamaño, costo, y facilidad de uso. (Más sobre esto, más adelante.)

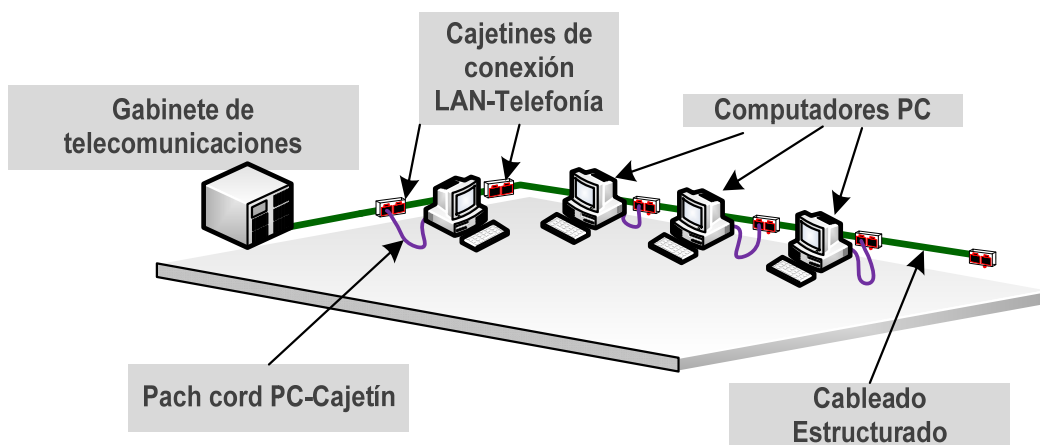


Figura 3.24.- Ejemplo de cableado horizontal

-
- Son las canalizaciones que vinculan las áreas de trabajo con los armarios o gabinetes de telecomunicaciones.
 - Puede ser:
 1. Ductos bajo piso,
 2. Ductos bajo piso elevado,
 3. Ductos aparentes
 4. Bandejas Ductos sobre cielorraso
 5. Ductos perimetrales
 - No puede tener más de 30 m y dos codos de 90 grados entre cajas de registro o inspección, esto es para evitar las pérdidas por interferencias presentes a su alrededor.
 - Radio de curvatura: Debe ser como mínimo 6 veces el diámetro de la canalización para cobre y 10 veces para fibra Si la canalización es de más de 50 mm de diámetro, el diámetro de curvatura debe ser como mínimo 10 veces el diámetro de la canalización

Consideraciones de Diseño:

- Tomas a Tierra según código y ANSI/TIA/EIA-607 ('607)
- Diseñadas para manejar medios reconocidos tal como se especifican en ANSI/TIA/EIA-568-A ['568-A]
- No permitidas en ductos de ascensores
- Se acomodan a los requisitos de zona sísmica
- Instaladas en sitios secos

Cable de conexión Directa o Cable Horizontal

Dos normas de códigos de color de alambre están vigentes: EIA/TIA 568A y EIA/TIA 568B. Los códigos son normalmente pintan con los RJ-45 como sigue:

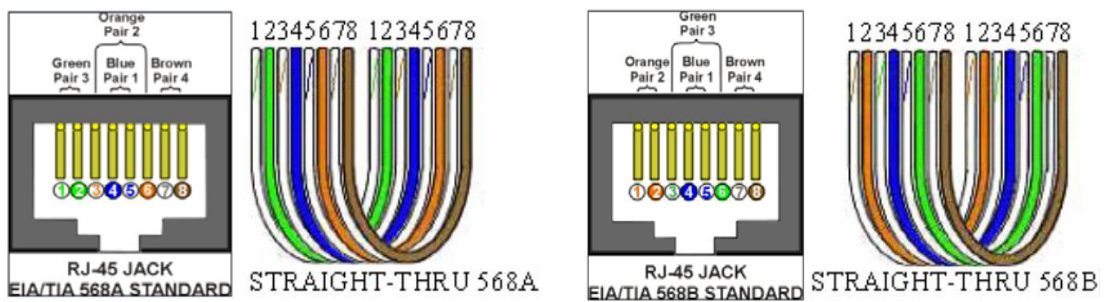


Figura 3.25.- Estándar EIA/TIA 568A y 568B Respectivamente

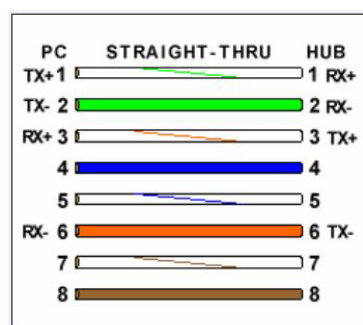


Figura 3.26.- Cable directo con estándar EIA/TIA 568A

3.1.8 Cableado vertebral

El eje de cableado central proporciona interconexión entre los gabinetes de telecomunicaciones, locales de equipo, e instalaciones de entrada. Consiste de cables centrales, interconexiones principales e intermedias, terminaciones mecánicas, y puentes de interconexión. Los cables centrales conectan gabinetes dentro de un edificio o entre edificios.

También conocido como cableado troncal, permite la interconexión entre los distribuidores de cableado de las distintas plantas en un edificio, o entre distintos edificios en un campus.

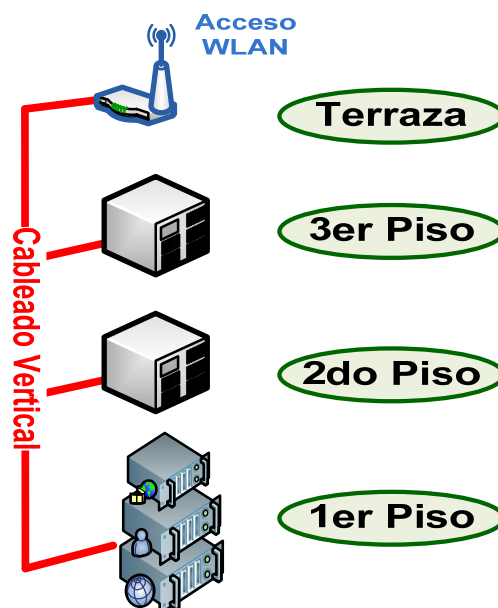


Figura 3.27.- Ejemplo de cableado vertical

Tiene una topología es de estrella jerárquica, aunque también suelen utilizarse las topologías de bus o de anillo.

Los medios utilizados para el cableado troncal son:

- Fibra óptica 62,5/125 μm multimodo para aplicaciones hasta 2.000 m.
- Fibra óptica 9/125 μm monomodo para aplicaciones hasta 3.000 m.
- Cable UTP para aplicaciones de voz hasta 800 m.
- Cable UTP, FTP o SFTP de Categoría 5, siempre que la distancia máxima entre el recurso y el terminal de usuario, incluyendo el cableado horizontal y los cables de parcheo y de usuario no excedan de la distancia máxima permitida de 100 metros.

3.1.9 Área de trabajo

Es también conocido como:

- Estación de trabajo
- Terminal de trabajo

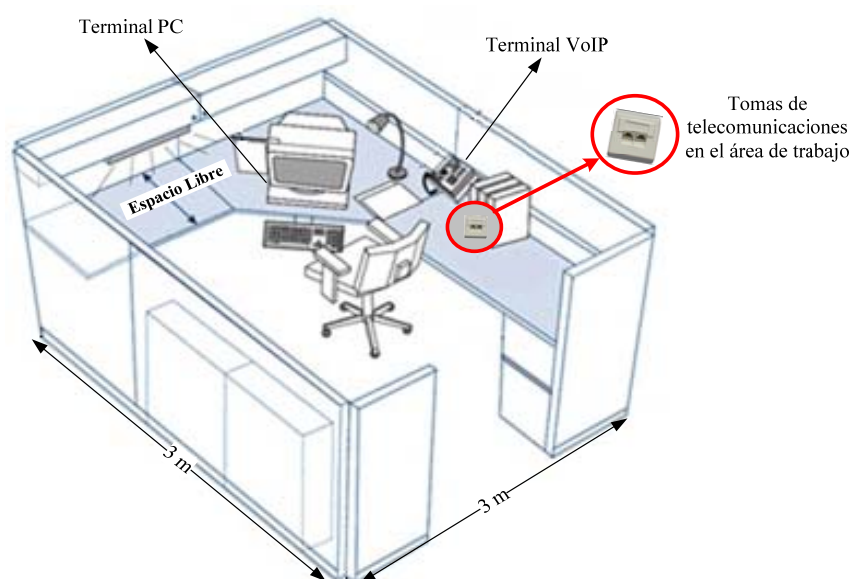


Figura 3.28.- Ejemplo de Área de Trabajo

El área de trabajo, sus componentes llevan las telecomunicaciones desde la unión de la toma o salida y su conector donde termina el sistema de cableado horizontal, al equipo o estación de trabajo del usuario. Todos los adaptadores, filtros, o acopladores usados para adaptar equipo electrónico diverso al sistema de cableado estructurado, deben ser ajenos a la toma o salida de telecomunicaciones, y están fuera del alcance de la norma 568-A

- Son los espacios donde se ubican los escritorios, boxes, o lugares habituales de trabajo
- Si no se dispone de mejores datos, se recomienda asumir un área de trabajo cada 10 m² de área utilizable del edificio. Esto presupone áreas de trabajo de aproximadamente 3 x 3 m. En algunos casos, las áreas de trabajo pueden ser más pequeñas, generando por tanto mayor densidad de áreas de trabajo por área utilizable del edificio
- Se recomienda prever como mínimo tres dispositivos por área de trabajo
- La longitud máxima del patch cord es de 5 metros
- Las áreas de trabajo incluyen todo lugar al que deba conectarse computadoras, teléfonos, cámaras de video, sistemas de alarmas, impresoras, relojes de personal, etc.

A continuación mostraremos un resumen de todos los elementos de una Red:

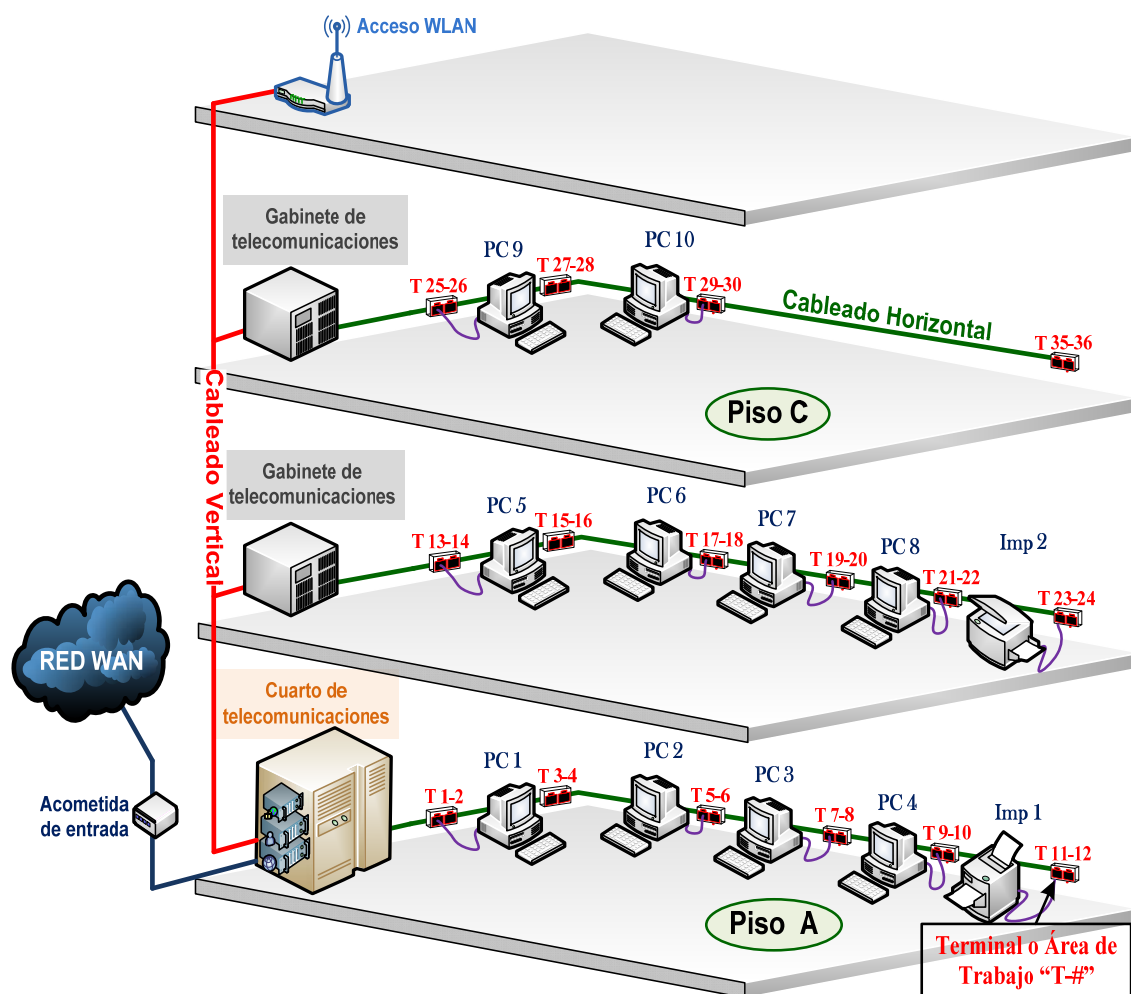


Figura 3.29.- Red total con sus elementos.

3.1.10 Topología de la Red

Se llama topología de una Red al patrón de conexión entre sus nodos, es decir, a la forma en que están interconectados los distintos nodos que la forman. Los Criterios a la hora de elegir una topología, en general, buscan que eviten el coste del encaminamiento (necesidad de elegir los caminos más simples entre el nodo y los demás), dejando en segundo plano factores como la renta mínima, el coste mínimo, etc. Otro criterio determinante es la tolerancia a fallos o facilidad de localización de éstos. También tenemos que tener en cuenta la facilidad de instalación y reconfiguración de la Red. Atendiendo a los criterios expuestos anteriormente hay dos clases generales de topología utilizadas en

Redes de Área Local: Topología tipo Bus y Topología tipo Anillo. A partir de ellas derivan otras que reciben nombres distintos dependiendo de las técnicas que se utilicen para acceder a la Red o para aumentar su tamaño. Algunos autores consideran también la topología Estrella, en la que todos los nodos se conectan a uno central. Aunque en algunos casos se utilice, una configuración de este tipo no se adapta a la filosofía LAN, donde uno de los factores más característicos es la distribución de la capacidad de proceso por toda la Red. En una Red Estrella gran parte de la capacidad de proceso y funcionamiento de la Red estarán concentradas en el nodo central, el cual deberá de ser muy complejo y muy rápido para dar un servicio satisfactorio a todos los nodos.

De este modo, existen tres tipos, que podíamos llamar "puros". Son los siguientes:

Topología en Estrella

Esta topología se caracteriza por existir en ella un punto central, o más propiamente nodo central, al cual se conectan todos los equipos, de un modo muy similar a los radios de una rueda.

De esta disposición se deduce el inconveniente de esta topología, y es que la máxima vulnerabilidad se encuentra precisamente en el nodo central, ya que si este falla, toda la red fallaría. Este posible fallo en el nodo central, aunque posible, es bastante improbable, debido a la gran seguridad que suele poseer dicho nodo. Sin embargo presenta como principal ventaja una gran modularidad, lo que permite aislar una estación defectuosa con bastante sencillez y sin perjudicar al resto de la red.

Para aumentar el número de estaciones, o nodos, de la red en estrella no es necesario interrumpir, ni siquiera parcialmente la actividad de la red, realizándose la operación casi inmediatamente.

La topología en estrella es empleada en redes Ethernet y ArcNet.

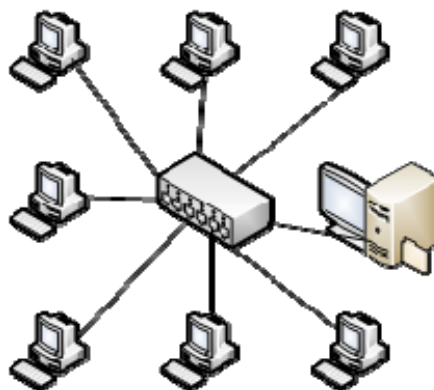


Figura 3.30.- Estructura de una topología en ESTRELLA

Topología en Bus

En la topología en bus, al contrario que en la topología de Estrella, no existe un nodo central, si no que todos los nodos que componen la red quedan unidos entre sí linealmente, uno a continuación del otro.

El cableado en bus presenta menos problemas logísticos, puesto que no se acumulan montones de cables en torno al nodo central, como ocurriría en un disposición en estrella. Pero, por contra, tiene la desventaja de que un fallo en una parte del cableado detendría el sistema, total o parcialmente, en función del lugar en que se produzca. Es además muy difícil encontrar y diagnosticar las averías que se producen en esta topología.

Debido a que en el bus la información recorre todo el bus bi-direccionalmente hasta hallar su destino, la posibilidad de interceptar la información por usuarios no autorizados es superior a la existente en una Red en estrella debido a la modularidad que ésta posee. La red en bus posee un retardo en la propagación de la información mínimo, debido a que los nodos de la red no deben amplificar la señal, siendo su función pasiva respecto al tráfico de la red. Esta pasividad de los nodos es debida más bien al método de acceso empleado que a la propia disposición geográfica de los puestos de red.

La Red en Bus necesita incluir en ambos extremos del bus, unos dispositivos llamados terminadores, los cuales evitan los posibles rebotes de la señal, introduciendo una impedancia característica (50 Ohm.)

Añadir nuevos puesto a una red en bus, supone detener al menos por tramos, la actividad de la red. Sin embargo es un proceso rápido y sencillo.

Es la topología tradicionalmente usada en redes Ethernet.

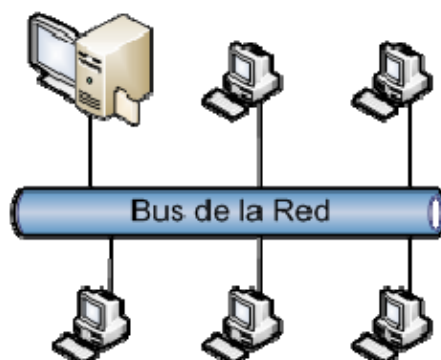


Figura 3.31.- Estructura de una topología en BUS

Topología en Anillo

El anillo, como su propio nombre indica, consiste en conectar linealmente entre sí todos los ordenadores, en un bucle cerrado. La información se transfiere en un solo sentido a través del anillo, mediante un paquete especial de datos, llamado **testigo**, que se transmite de un nodo a otro, hasta alcanzar el nodo destino.

El cableado de la red en anillo es el más complejo de los tres enumerados, debido por una parte al mayor coste del cable, así como a la necesidad de emplear unos dispositivos denominados Unidades de Acceso Multiestación (MAU) para implementar físicamente el anillo.

A la hora de tratar con fallos y averías, la red en anillo presenta la ventaja de poder derivar partes de la red mediante los MAU's, aislando dichas partes defectuosas del resto de la red mientras se determina el problema. Un fallo, pues, en una parte del cableado de una red en anillo, no debe detener toda la red. La adición de nuevas estaciones no supone una complicación excesiva, puesto que una vez más los MAU's aíslan las partes a añadir

hasta que se hallan listas, no siendo necesario detener toda la red para añadir nuevas estaciones.

Dos buenos ejemplos de red en anillo serían Token-Ring y FDDI (fibra óptica)

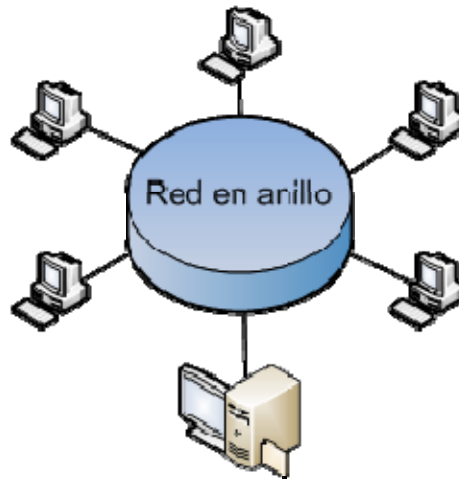


Figura 3.32.- Estructura de una topología en ANILLO

Topología de Árbol

La topología en árbol es una generalización de la topología en bus. Esta topología comienza en un punto denominado cabezal o raíz (headend). Uno ó más cables pueden salir de este punto y cada uno de ellos puede tener ramificaciones en cualquier otro punto. Una ramificación puede volver a ramificarse. En una topología en árbol no se deben formar ciclos.

Una red como ésta representa una red completamente distribuida en la que computadoras alimentan de información a otras computadoras, que a su vez alimentan a otras. Las computadoras que se utilizan como dispositivos remotos pueden tener recursos de procesamientos independientes y recurren a los recursos en niveles superiores o inferiores conforme se requiera.

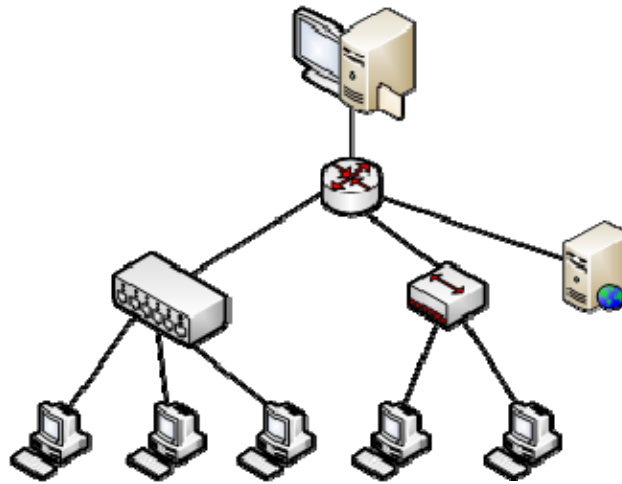


Figura 3.33.- Estructura de una topología de ARBOL

Topología punto-a-punto

La topología punto-a-punto (point-to-point o PTP) conecta dos nodos directamente. Por ejemplo, dos computadoras comunicándose por módems, una terminal conectándose con una mainframe, o una estación de trabajo comunicándose a lo largo de un cable paralelo con una impresora.

En un enlace PTP, dos dispositivos monopolizan un medio de comunicación. Debido a que no se comparte el medio, no se necesita un mecanismo para identificar las computadoras, y por lo tanto, no hay necesidad de direccionamiento.

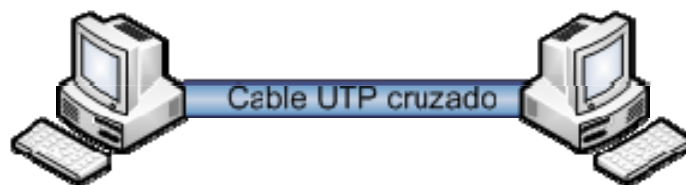


Figura 3.34.- Estructura Punto a Punto

3.2 INTERCONEXIÓN DE LAS REDES DE DATOS

Para realizar una conexión de red, tenemos medios guiados y no guiados, refiriéndose a medios guiados como cableado estructurado, ya sea coaxial, UTP o fibra óptica y los no guiados son medios inalámbricos como lo son los enlaces microondas.

En nuestro caso, nos apoyaremos de ambos medios para la nuestra interconexión, el medio no guiado o enlace microondas lo explicaremos en el Capítulo V.

A continuación explicaremos brevemente como está el detalle de nuestra red, incluido el enlace microondas, cuya finalidad es enlazar y unir las redes del *Mega Centro Jaramillo* con la *Franquicia Disensa Jaramillo*.

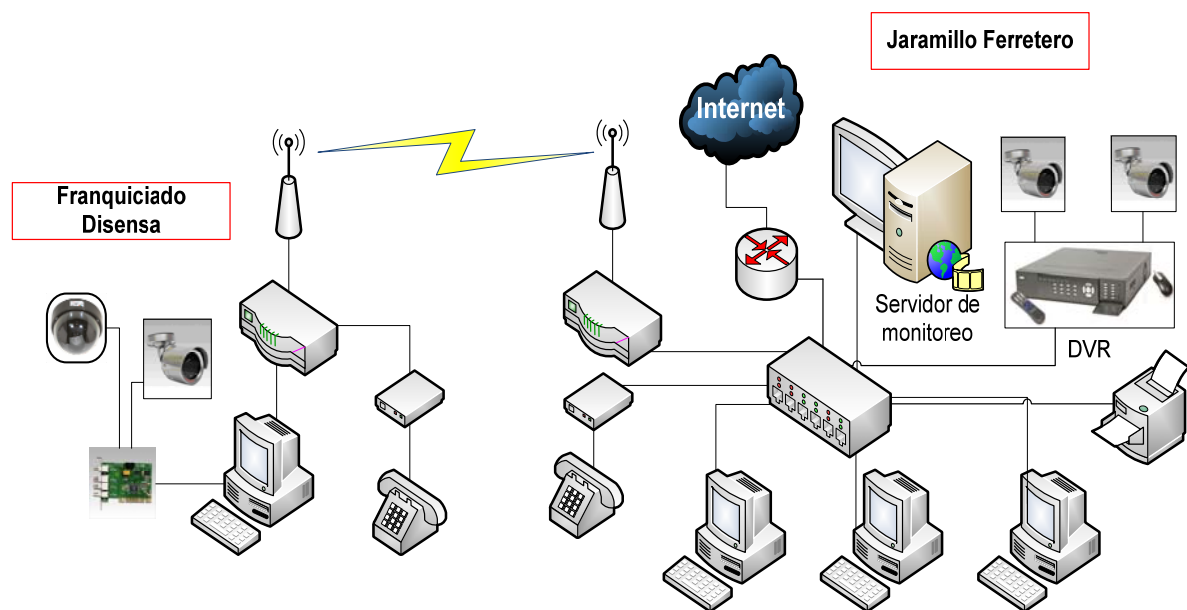


Figura 3.35.- Conexión Mega Centro Jaramillo y Franquicia Disensa Jaramillo

3.2.1 Instalación y configuración de Windows server 2003, para correo electrónico interno de la empresa y un servidor ftp.

La instalación de Windows Server se lo realizará en un computador con las siguientes características:

- Procesador: Intel Pentium IV Quad-Core de 3.2 GHz
- Mainboard: Intel con acelerador gráfico incluido de 128 Mb
- Memoria RAM: 4 Gb ampliable a 8 Gb
- Disco Duro: 500 Gb SATA
- Lector óptico: DVD-RW

Una vez aclarado estas características, instalaremos el Windows Server 2003 como si fueran los otros Sistemas Operativos como son Windows 2000, Milenium, XP, Vista y la versión reciente de Windows 7, se recomienda hacer una partición en el disco para que opere el sistema operativo y las otras particiones para las diferentes aplicaciones de la Red, según los requerimientos del cliente.

Al ingresar por primera vez al Servidor con Windows Server 2003 aparecerá:

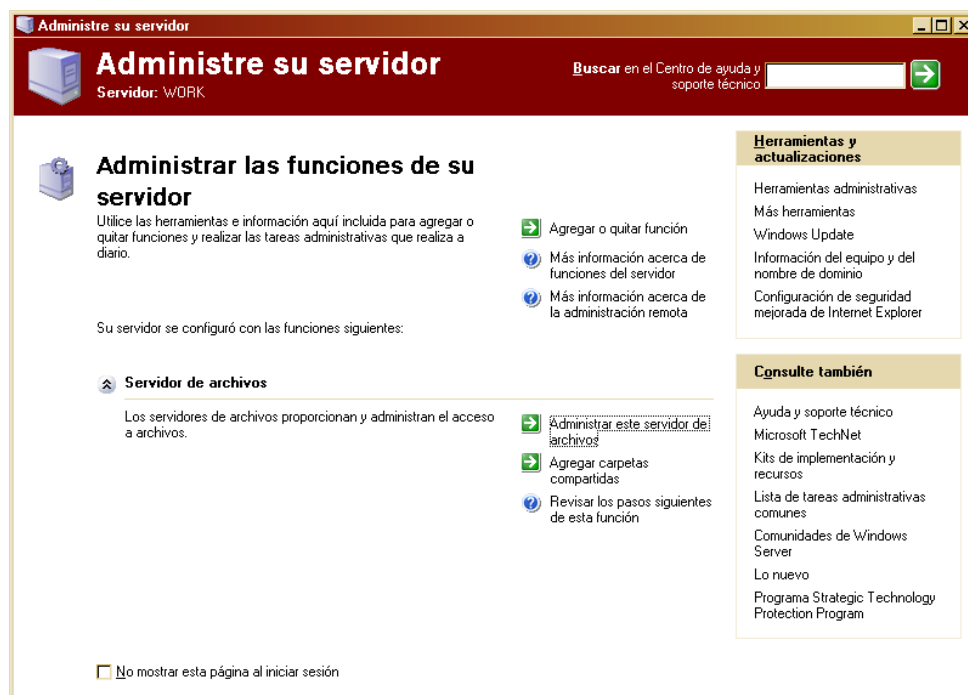


Figura 3.36.- Administrador de servicios de Windows Server 2003

Como se observa en la figura 3.36, por defecto viene instalada la aplicación de **SEVIDOR DE ARCHIVOS**, así que comenzaremos configurando el servicio **FTP** para compartir recursos como carpetas y archivos para nuestra red.

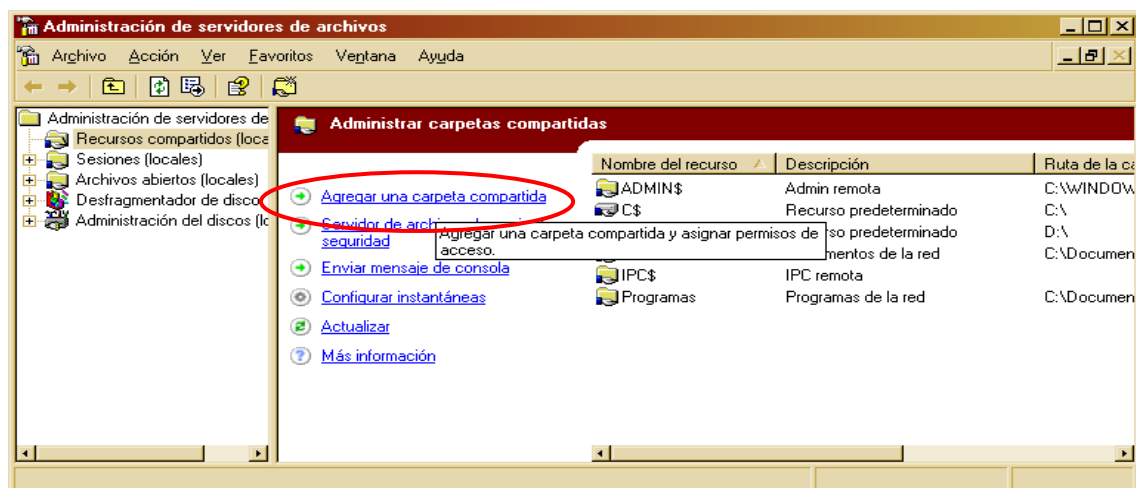
3.2.1.1 Servicio FTP

Para la creación de carpetas compartidas para FTP seguimos los siguientes pasos:

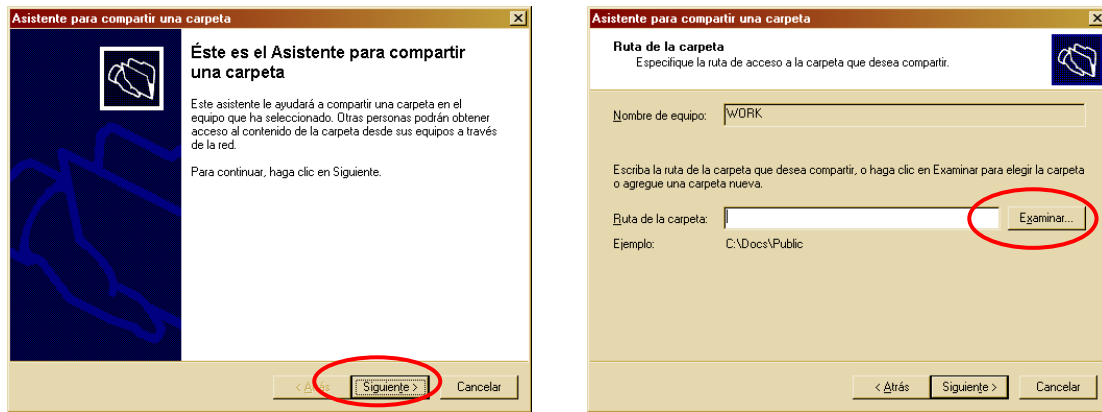
1. Nos dirigimos a la opción **Administrar este servidor de archivo** y hacemos clic.



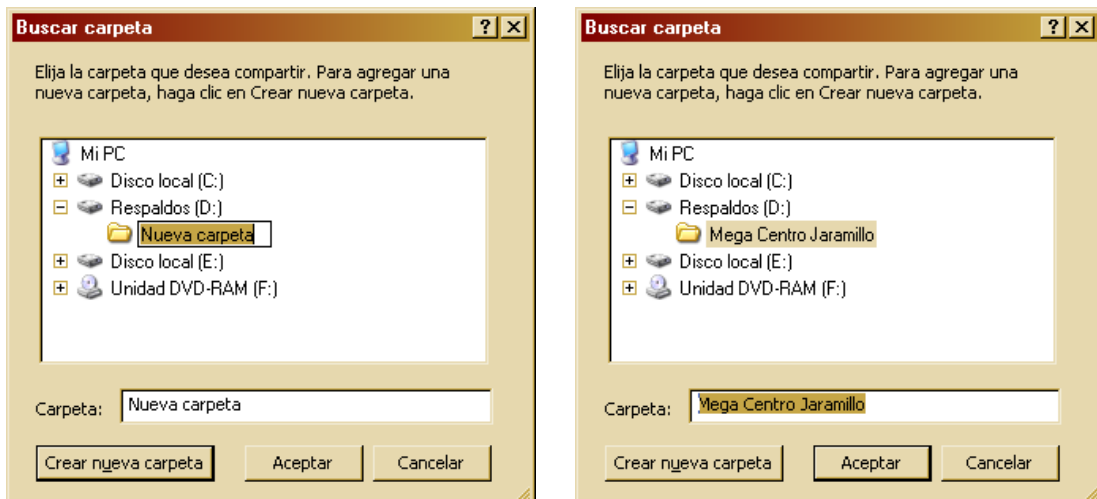
2. Clic en **Agregar una carpeta compartida**



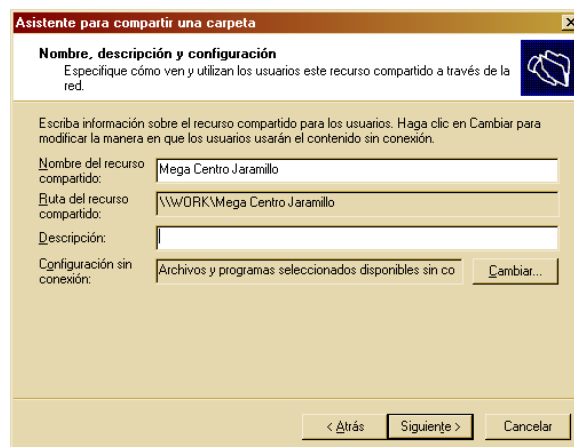
3. En este punto, seguiremos los pasos que el asistente nos indica:



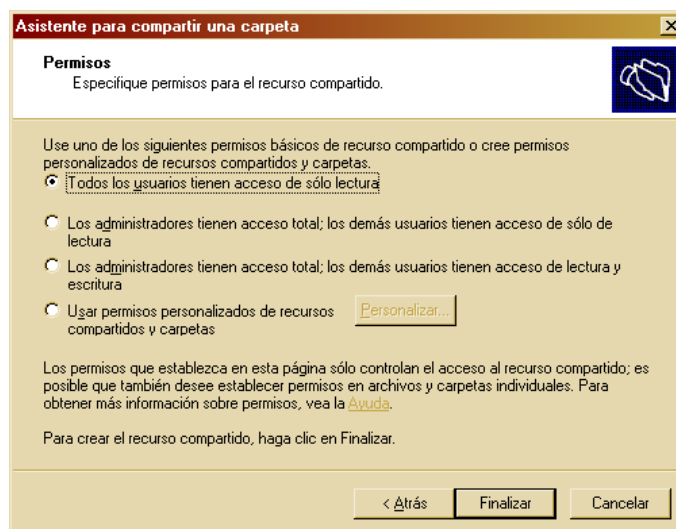
4. En el campo **Ruta de la carpeta**, hacemos clic en **Examinar...**
5. Seleccionaremos qué carpeta queremos compartir a los usuarios de la red, para nuestro caso, crearemos una carpeta para la red llamada **Mega Centro Jaramillo**, para lo cual seguiremos con el procedimiento.
6. Creamos una nueva carpeta con el nombre **Mega Centro Jaramillo**



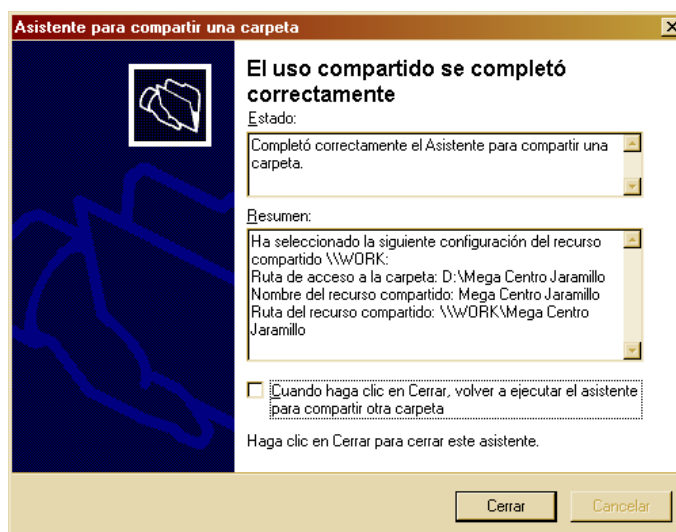
7. Aceptamos y de esta forma hemos creado el nombre de nuestro recurso a ser compartido, en esta carpeta se almacenará la información de los distintos usuarios de la red, luego hacemos clic en **Aceptar**.



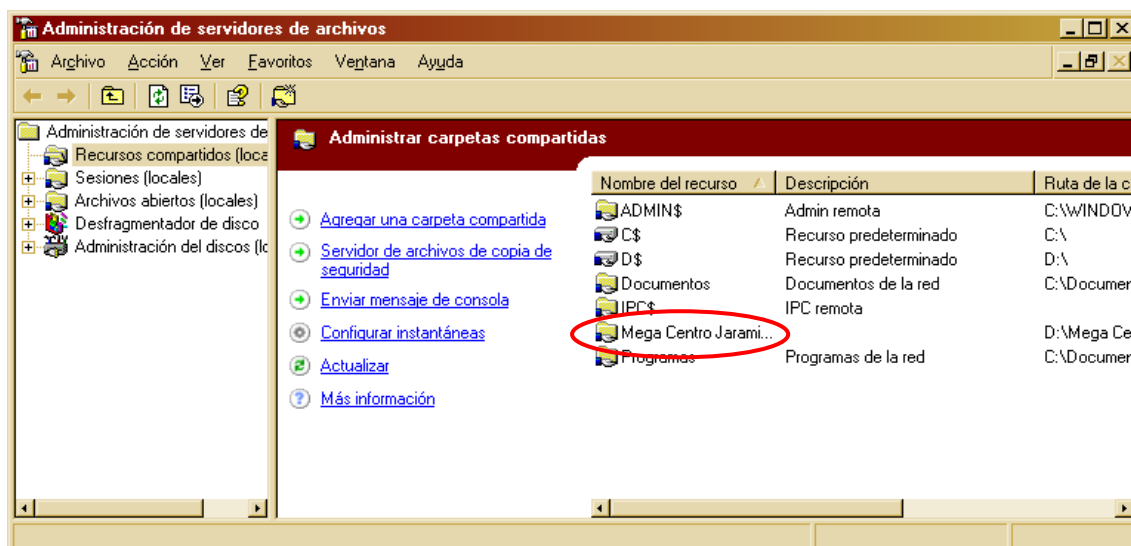
8. En caso de tener muchas carpetas compartidas, es necesario colocar una breve descripción de la finalidad y función del recurso compartido
9. Luego llegaremos al **Asistente para compartir una carpeta**, donde seleccionamos los permisos del nuevo recurso compartido, según el requerimiento de nuestro cliente, seleccionamos y damos clic en **Finalizar**.



10. A continuación se muestra el resumen del recurso compartido y para finalizar damos clic en **Cerrar** y así finalizaremos la creación de la carpeta.



11. Si necesitamos crear más carpetas, repetiremos estos pasos.
12. A continuación, aparecerá el nombre del recurso compartido en la lista de **Administración de servidores de archivos** en la opción de **Recursos compartidos (locales)**, y observamos nuestra carpeta **Mega Centro Jaramillo**.



13. hemos finalizado la creación de una carpeta donde se alojarán todos los archivos a ser compartidos dentro de la Red *“Mega Centro Jaramillo”*.

14. Cerramos la **Administración de servidores de archivos**.

3.2.1.2 Configuración del servidor de dominio

Para entender un poco mejor a que se refiere la creación de un dominio, colocaremos lo ya mencionado en la ayuda de Microsoft para el sistema operativo de Windows Server 2003 con respecto al controlador de dominio:

Función de controlador de dominio: Configurar un controlador de dominio²⁴

Los controladores de dominio almacenan datos y administran las interacciones entre el usuario y el dominio, como los procesos de inicio de sesión, la autenticación y las búsquedas de directorio. Si ha pensado utilizar este servidor para proporcionar el servicio de directorio Active Directory a los usuarios y equipos de la red, configure este servidor como controlador de dominio.

Para configurar un servidor como un controlador de dominio, instale Active Directory en el servidor. Hay cuatro opciones en el Asistente para instalación de Active Directory. Se puede crear un controlador de dominio adicional en un dominio existente, un controlador de dominio para un nuevo dominio secundario, un controlador de dominio para

²⁴ Tomado desde la ayuda interactiva de Microsoft referente a Windows Server 2003.

un nuevo árbol de dominios o un **controlador de dominio para un nuevo bosque**. Si no está seguro de la función que necesita, haga clic en la opción de función deseada para obtener más información.

Notas

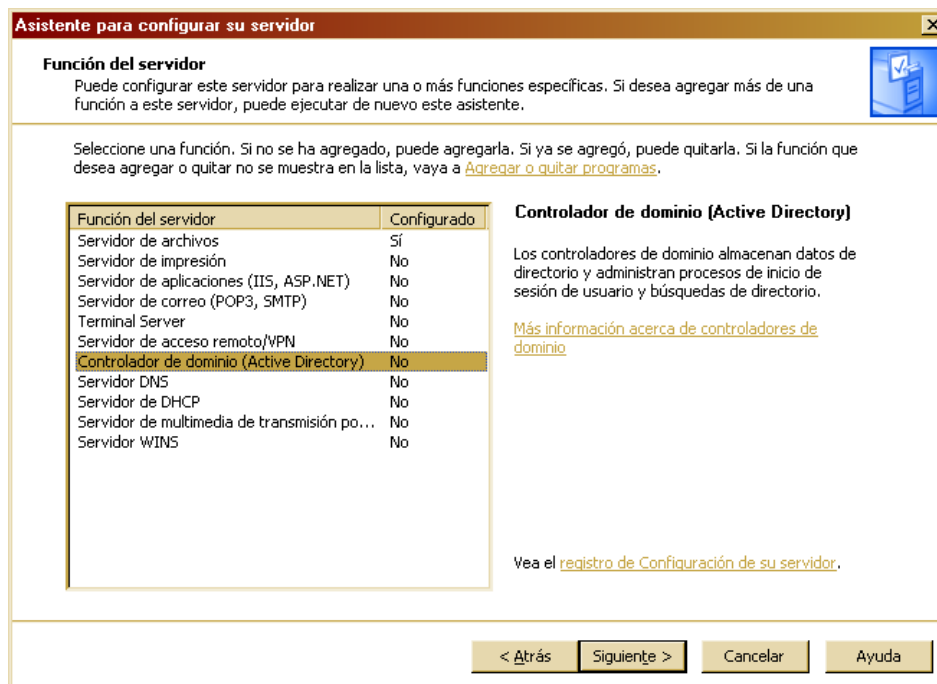
- Si ya ha instalado una función de controlador de dominio y desea ver los pasos siguientes, haga clic en la lista inferior en la configuración del controlador de dominio que haya instalado y, a continuación, en Pasos siguientes: Completar tareas adicionales.
- Si necesita volver a configurar el servidor para una función diferente, podrá quitar las funciones de servidor existentes. Al quitar la función de controlador de dominio, se desinstalará Active Directory del servidor. Tras desinstalar Active Directory, este servidor no continuará participando en la replicación de objetos de directorio y solicitudes de autenticación de usuario basadas en dominios.

Crear un controlador de dominio para un nuevo bosque

Cree un controlador de dominio para un bosque nuevo cuando desee actualizar a un dominio de Windows NT para que pase a ser el primer dominio de un bosque, segmentar la red en búsqueda de autonomía administrativa, proporcionar un límite de seguridad para proteger los datos confidenciales, aislar el ámbito de la replicación de directorios o utilizar un espacio de nombres DNS no contiguo que sea diferente de cualquier bosque existente en la red. Por ejemplo, como se muestra en la siguiente ilustración, el bosque microsoft.com es el primer dominio Active Directory de una organización.

Para instalar el dominio de nuestra red, necesitamos instalar el Active Directory, para ello nos dirigiremos al Administrador del servidor y seguimos los pasos:

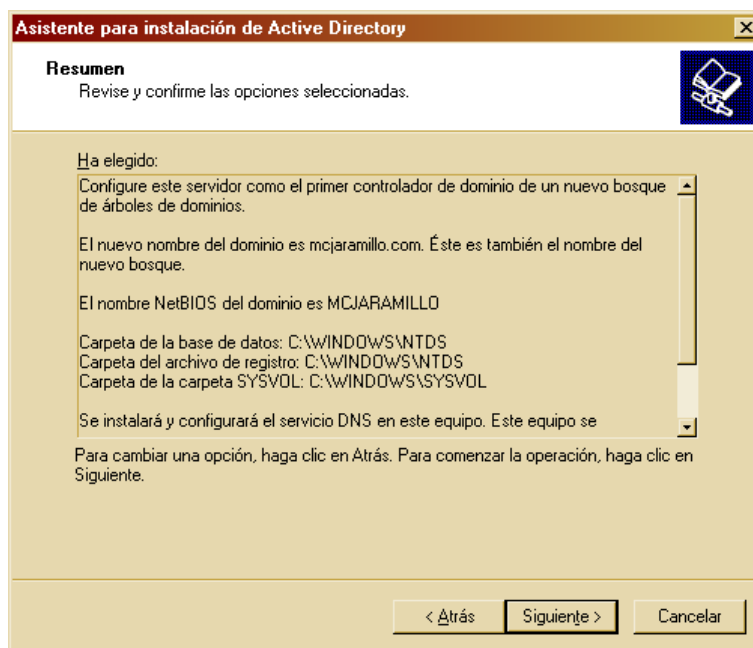
1. Damos clic en Agregar o quitar funciones
 2. Seleccionamos **Controlador de dominio (Active Directory)** y damos clic en **Siguiente** para iniciar la instalación.
 3. Después de revisar la información de **Compatibilidad de sistema operativo**, haga clic en **Siguiente**.
-



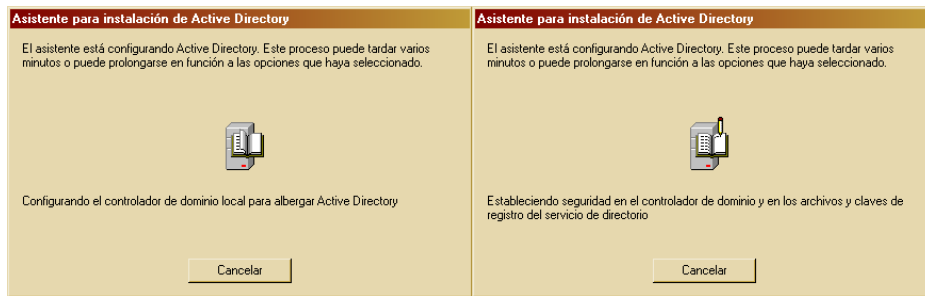
4. Seleccionamos **Controlador de dominio para un dominio nuevo** (opción predeterminada) y, a continuación, haga clic en **Siguiente**.
5. Seleccionamos **Dominio en un nuevo bosque** (opción predeterminada) y, a continuación, haga clic en **Siguiente**.
6. Para el **Nombre DNS completo**, escribimos el dominio con el cual trabajaremos, nuestro dominio “**mcjaramillo.com**” damos clic en **Siguiente**.
7. Damos clic en **Siguiente** para aceptar la opción predeterminada **Nombre NetBIOS del dominio** de MCJARAMILLO. (El nombre NetBIOS proporciona compatibilidad de bajo nivel.)
8. En la pantalla **Carpetas de la base de datos y del registro**, establecemos la **Carpeta de registro** de Active Directory de forma que apunte a **C:\Windows\NTDS** y, a continuación, damos clic en **Siguiente** para continuar.
9. En la pantalla **Diagnósticos de registro de DNS**, damos clic en **Instalar y configurar el servidor DNS en este equipo**. Damos clic en **Siguiente** para continuar.
10. Seleccione **Permisos compatibles sólo con sistemas operativos de servidor Windows 2000 o Windows Server 2003** (opción predeterminada) y, a continuación, damos clic en **Siguiente**.

11. Escriba la contraseña para **Contraseña de modo de restauración** y **Confirmar contraseña** y, después, damos clic en **Siguiente** para continuar.

Nota: los entornos de producción deben emplear contraseñas complejas para las contraseñas de restauración de servicios de directorio, que incluyen letras, números y caracteres especiales.



12. Vemos en el cuadro anterior un **Resumen** de las opciones de instalación de Active Directory. Damos clic en **Siguiente** para iniciar la instalación de Active Directory. Si se le indica, inserte el CD de instalación de Windows Server 2003.
13. Damos clic en **Aceptar** para confirmar la advertencia de que se va a asignar una dirección IP de forma dinámica a un servidor DNS.
14. Si dispone de varias interfaces de red, seleccionamos la **interfaz de red 10.0.0.0** de la lista desplegable Elegir conexión y, damos clic en **Propiedades**.
15. En la sección **Esta conexión utiliza los siguientes elementos**, haga clic en **Protocolo Internet (TCP/IP)** y luego en **Propiedades**.
16. Seleccione **Usar la siguiente dirección IP** y en **Dirección IP** colocamos **10.0.0.2**; en la **Submascara** se coloca por defecto **255.0.0.0**, y la **Puerta de enlace** predeterminada escribimos **10.0.0.1**, luego en es **Servidor DNS preferido** escribimos **127.0.0.1**, damos clic en **Aceptar**. Y **Cerrar** para continuar.
Nota: al momento de **Cerrar** se instalarán los servicios de **Active Directory** y tomará unos minutos el apagado.



17. Damos clic en **Finalizar** y termina el **Asistente para instalación de Active Directory**.



18. Y finalmente damos clic en **Reiniciar ahora** para reiniciar el equipo.

19. Luego de reiniciar aparece:



3.2.1.3 Configuración de cuentas de usuarios.

Crear cuentas de usuario y de grupo

Las cuentas de usuario se utilizan para autenticar, autorizar o denegar el acceso a recursos a usuarios individuales de una red y para auditar su actividad en la red. Una cuenta de grupo es una colección de cuentas de usuario que se puede utilizar para asignar un conjunto de permisos y derechos a varios usuarios al mismo tiempo. Un grupo también puede contener contactos, equipos y otros grupos. Puede crear cuentas de usuario y cuentas de grupo en Active Directory para administrar usuarios de dominios. También puede crear cuentas de usuario y cuentas de grupo en un equipo local para administrar usuarios concretos de ese equipo.

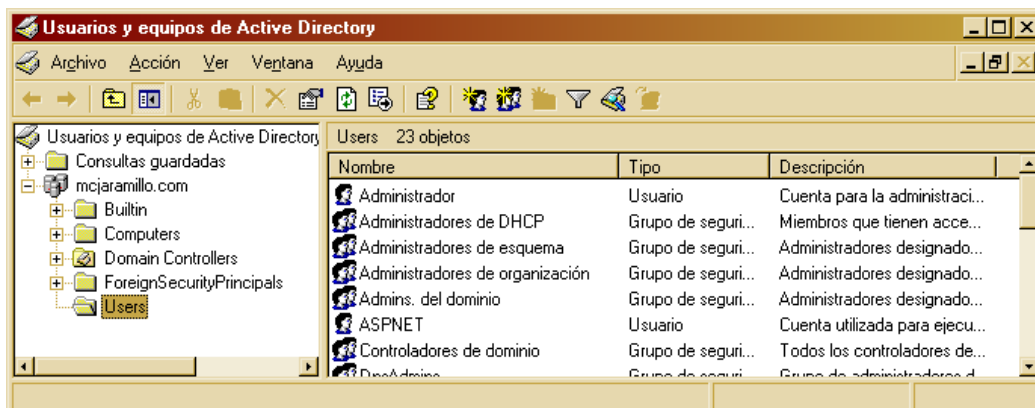
Cuatro de las tareas más comunes son crear cuentas de usuario en Active Directory, crear cuentas de grupo en Active Directory, crear cuentas de usuario en un equipo local y crear grupos en un equipo local. También puede utilizar la línea de comandos para crear cuentas de usuario y de grupo en Active Directory o en un equipo local. Para obtener más información acerca de otras tareas para administrar cuentas de usuario y grupos de Active Directory, consulte Administrar usuarios, grupos y equipos.

Para crear una cuenta de usuario en Active Directory:

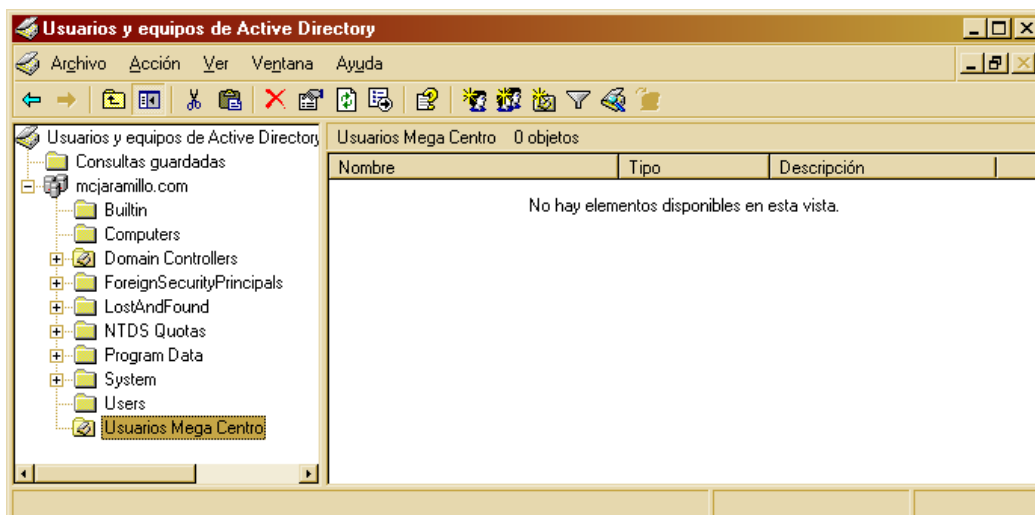
1. Abrimos **Administrar usuarios y equipos de Active Directory**.



2. Luego se despliega el menú de **Usuarios y equipos de Active Directory**, en el cual se muestra el submenú de nuestro dominio **mcjaramillo.com**, en la carpeta **Users** se observan los usuarios creados por defecto.



3. Para nuestro caso, crearemos una **Nueva unidad organizativa**, para albergar los nombres de nuestros grupos usuarios.
4. La Unidad organizativa que se llama “**Usuarios Mega Centro**” y está dentro del árbol de la consola del dominio “**mcjaramillo.com**”



5. Damos clic con el botón secundario del *mouse* (ratón) en la carpeta creada agregamos dos nuevas unidades organizativas que son **Grupos** y **Usuarios**, en estas carpetas crearemos los diferente grupos y usuarios que nuestro cliente requiere.

-
6. Damos clic con el botón secundario del *mouse* (ratón) en la carpeta creada agregamos una nueva cuenta de **usuario** o **grupo**, según sea el caso.
 - a. Usuarios y equipos de Active Directory
 - b. Nodo del dominio **mcjaramillo**.
 - c. Carpeta **Usuarios** o **Grupos**
 7. Seleccionamos **Nuevo** y, después damos clic en **Usuario**.
 8. Escribimos el nombre del usuario en **Nombre**.
 9. En **Iniciales**, las iniciales del usuario.
 10. En **Apellidos**, los apellidos del usuario.
 11. Modifique **Nombre completo** para agregar iniciales o invertir el orden del nombre y los apellidos en caso de ser necesario.
 12. En **Nombre de inicio de sesión del usuario**, escriba el nombre de inicio de sesión del usuario, haga clic en el sufijo UPN en la lista desplegable y, después, en **Siguiente**, esta opción es para identificar de mejor manera a cada uno de los usuarios.

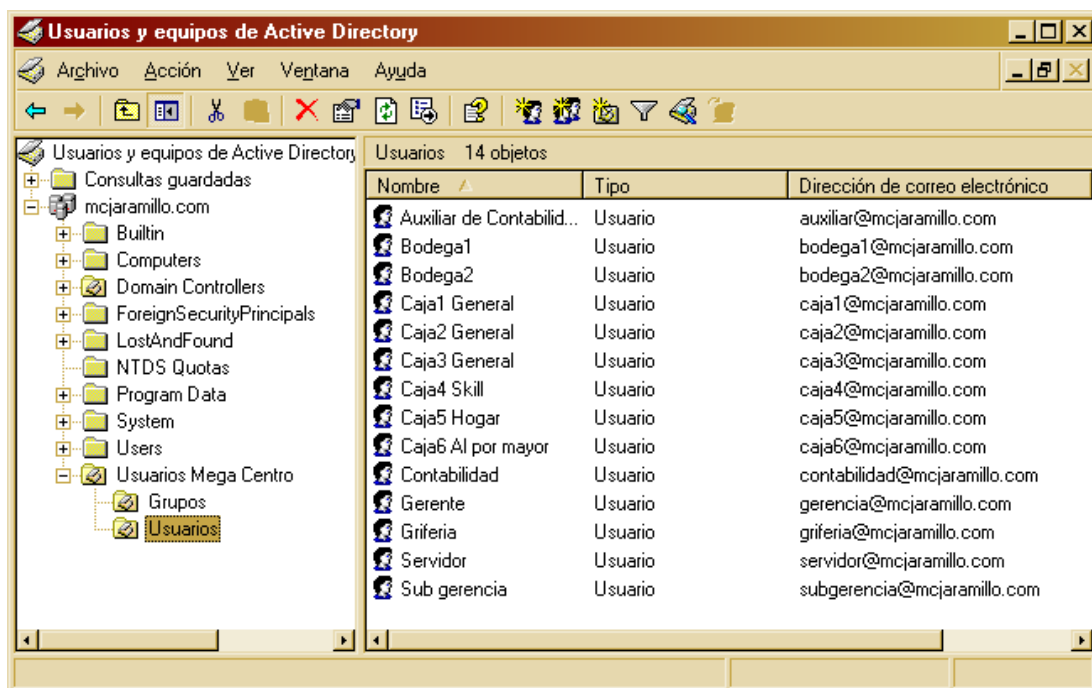
Nota: Si el usuario va a utilizar un nombre diferente para iniciar una sesión en equipos con Windows 95, Windows 98 o Windows NT, puede cambiar el nombre de inicio de sesión de usuario que aparece en **Nombre de inicio de sesión de usuario (anterior a Windows 2000)** por el otro nombre.

13. En **Contraseña** y **Confirmar contraseña**, escribimos la contraseña del usuario y seleccionamos las opciones apropiadas para la contraseña.

Nota: la contraseña es de cada usuario y debe tener letras, números y caracteres especiales para su validación.

14. Finalmente los usuarios creados se mostrarán en la carpeta **Usuarios** en el dominio **mcjaramillo.com**, y a continuación veremos todos los usuarios.

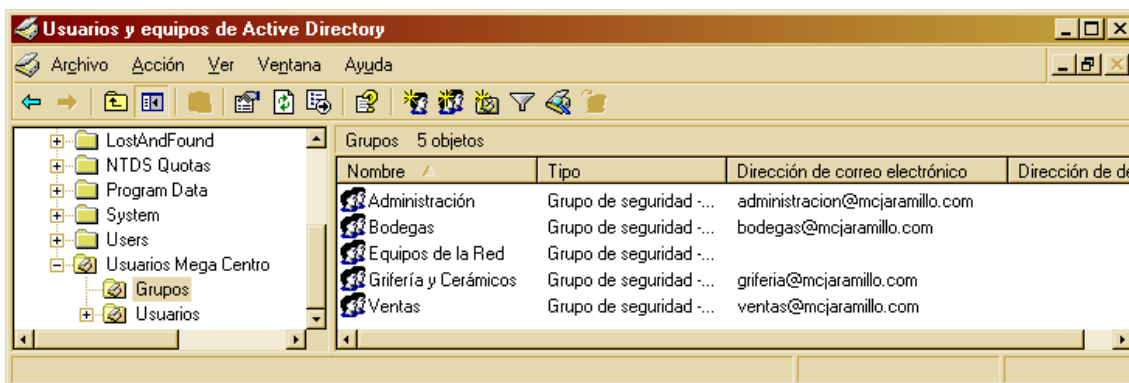
Usuarios pertenecientes a cada grupo:



15. Repetimos estos pasos para el caso de los **Grupos** requeridos, la diferencia es que no crearemos un **nuevo usuario**, lo que crearemos es un **nuevo Grupo**.

16. Al finalizar tendremos creados los grupos requeridos.

Grupos del Mega Centro Jaramillo:



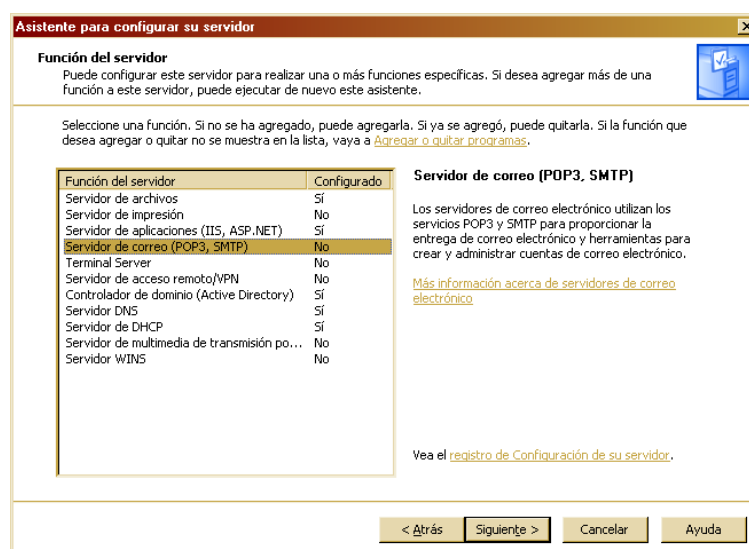
17. Una vez creados los grupos, nos colocaremos en cada uno de ellos para agregar los diferentes **usuarios** que ya hemos creado, para de esta forma tener asociados todos los grupos asociados con los respectivos usuarios.

3.2.1.4 Configuración del servicio de correo

Un servidor de correo electrónico en Windows Server 2003 tiene instalado los servicios de correo electrónico (E-mail) y sirve para proporcionar a los **usuarios** el envío y la recepción de correo electrónico. Esos servicios incluyen el servicio Protocolo de oficina de correo 3 (POP3) y el servicio Protocolo simple de transferencia de correo (SMTP), que recuperan y transfieren correo electrónico, respectivamente.

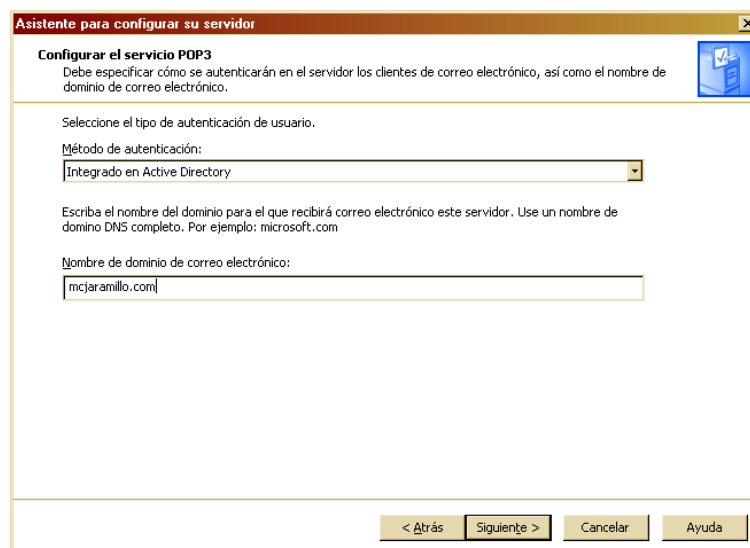
Instalación de servicio mediante el Asistente

1. Hacer clic en Inicio, seleccionar **Herramientas administrativas** y, después, hacer clic en **Asistente para configurar su servidor**, y damos clic en **Siguiente**
2. Seleccionar haciendo clic en **Servidor de Correo (POP3, SMTP)** y hacemos clic en **Siguiente**.



3. Luego se pasará a Configurar el Servicio de POP3 & SMTP
4. Seleccionar el **Método de Autenticación**. Dependiendo del modo que se haya instalado el servidor Windows Server 2003 y el modo que se quiera autenticar tendrá las siguientes opciones:
 - **Cuentas de Windows locales:** El servidor de correo no debe ser un servidor miembro de Active Directory y desee almacenar cuentas de usuario en el servidor en el que está instalado el servicio POP3.
 - **Integrado en Active Directory:** El servidor de correo debe ser un controlador de dominio o un servidor miembro.

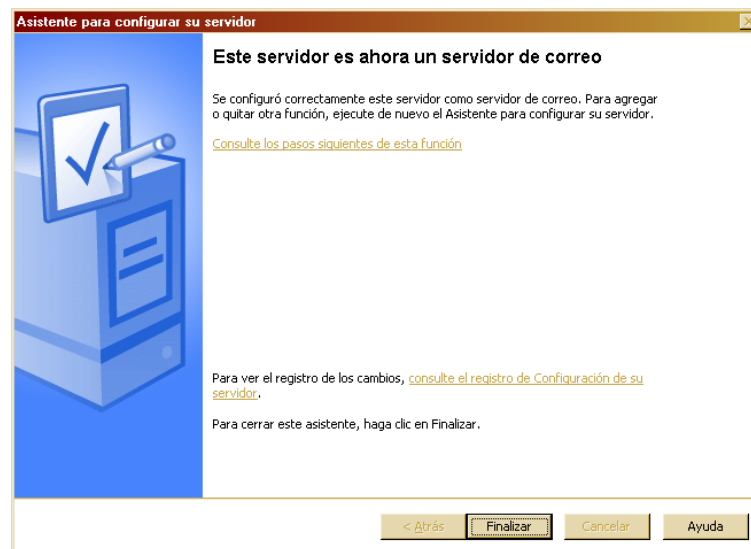
- **Archivo de contraseña cifrado:** El servidor de correo no debe estar utilizando Active Directory o no desee tener cuentas de usuario para el servicio POP3 en el equipo local.
5. En este caso seleccionar **Cuentas Locales de Windows** de la lista de **Método de autenticación**.
 6. Dependiendo del modo que se haya instalado el servidor Windows Server 2003, y el modo que se quiera autenticar, tendrá las siguientes opciones:
 - **Cuentas de Windows locales:** El servidor de correo no sea un servidor miembro de Active Directory y desee almacenar cuentas de usuario en el servidor en el que está instalado el servicio POP3.
 - **Integrado en Active Directory:** El servidor de correo sea un controlador de dominio o un servidor miembro.
 - **Archivo de contraseña cifrado:** El servidor de correo no esté utilizando Active Directory o no desee tener cuentas de usuario para el servicio POP3 en el equipo local.
 7. Colocamos en el casillero **Nombre de Dominio** de correo electrónico: el nombre de dominio del correo que en nuestro caso es **mcjaramillo.com** y hacer clic en **Siguiente**.



8. Revisar el Resumen de las selecciones y hacer clic en **Siguiente**.

Nota: Es necesario tener en cuenta que tal vez sea necesario proporcionar el CD de instalación de Windows Server 2003 para continuar.

9. En el árbol de la izquierda bajo **Servicio POP3**, hacer clic en **nombre del servidor**
10. En **Este servidor es ahora un servidor de correo**, hacer clic en **Finalizar**



11. En el **administrador de servicios**, buscamos la aplicación instalada de **Servidor de correo (POP3, SMTP)**

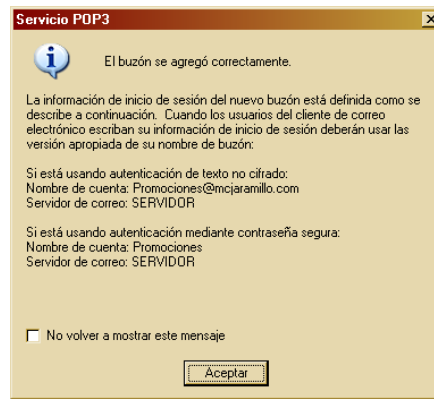


12. Para colocar el dominio de correo, éste deberá ser el que fue tramitado con el proveedor. En este ejemplo se utilizará el dominio Microsoft.com como si fuera ese el registro que se pidió al proveedor, hacer clic en el vínculo **Dominio nuevo**, escribir el **Nombre de dominio** y, a continuación, hacer clic en **Aceptar**

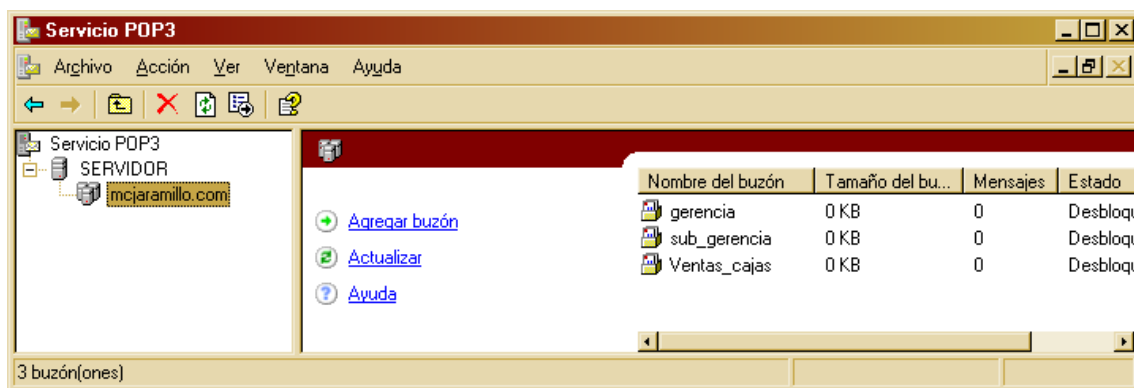
13. Agregamos un buzón y colocamos nuestro dominio **mcjaramillo.com**, y continuamos.



14. En el panel de la derecha, hacer doble clic en **nombre del dominio**. El árbol del panel de la izquierda se expandirá bajo **nombre del servidor** y mostrará el dominio. Hacer clic en el vínculo **Agregar buzón**
15. En la pantalla **Agregar buzón**, escribir un nombre para **Nombre del buzón**, que será una dirección de correo electrónico que deberá utilizar algún tipo de nomenclatura. En el ejemplo presentado a continuación, el nombre de usuarios es “gerencia”, entonces se utilizará una nomenclatura compuesta por el nombre completo y primera inicial del apellido: “J Jaramillo”. Posteriormente, es necesario dejar activada la casilla de verificación **Crear un usuario asociado para este buzón**, colocar una contraseña donde dice **Contraseña:** y repetirla donde dice **Confirmar contraseña:** Hacer clic en **Aceptar** y luego otra vez en **Aceptar** cuando aparezca la pantalla de confirmación de creación de la cuenta **Servicio POP3**
16. En la pantalla **Agregar buzón**, escribir un nombre para **Nombre del buzón**, dejar activada la casilla de verificación **Crear un usuario asociado para este buzón**, colocar una contraseña donde dice **Contraseña:** y repetirla donde dice **Confirmar contraseña:** hacer clic en **Aceptar**, y luego, otra vez en **Aceptar** cuando aparezca la pantalla de confirmación de creación de la cuenta **Servicio POP3**.
17. Damos clic en **Aceptar** y hemos creado la cuenta.



18. Para crear nuevas cuentas, los hacemos en **Agregar buzón** y repetimos los pasos.



3.3 INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA CENTRAL TELEFÓNICA.

Para la implementación de la Central Telefónica, puesto que tenemos una gran cantidad de opciones, trabajaremos con el modelo y marca que nuestro usuario final a utilizado en su empresa siempre, ocuparemos la Central Panasonic KX-TES824.

Es una central híbrida, significa que esta central es compatible con la conexión de teléfonos específicos (TEs) de Panasonic, Consolas de Selección Directa de Extensión (SDE) y dispositivos de línea única como teléfonos regulares (TRs), faxes, teléfonos inalámbricos y terminales de datos, todas estas funciones están disponibles para el cumplir con los requerimientos del usuario final.

Además tenemos un sistema de mensajería de voz, el cual se puede ajustar para que las llamadas entrantes se desvíen al área de mensajes personal, y así, dejar que los

llamantes dejen sus mensajes de voz cuando no se conteste el teléfono y esto sería para cada una de las diferentes extensiones.

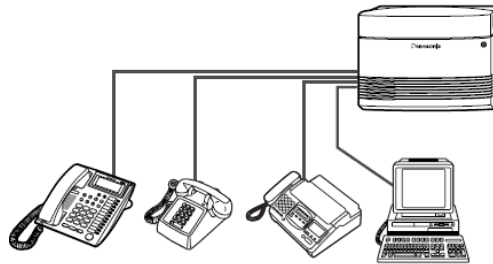


Figura 3.37.- Sistema de Central Híbrida

Pantalla de bienvenida de la interfaz multimedia de la central telefónica de Panasonic, para los modelos de central telefónica KX-TES824 o KX-TEM824.



Figura 3.38.- Interfaz multimedia de bienvenida de la central telefónica

Una vez que hemos ingresado a la Interfaz multimedia de bienvenida de nuestra central telefónica como vemos en la figura anterior, escogemos el menú en español, y de esta forma tendremos acceso al siguiente menú:



Figura 3.39.- Documentación Electrónica de la central telefónica

En este menú se describe toda la información acerca de nuestra central, como los primeros pasos de funcionamiento y ventajas de una central telefónica, el manual de usuario para prevención y solución de daños, el manual de instalación para asegurar un buen funcionamiento de la central, la guía de funciones, el cual describe de forma general las funciones de la central, sus accesorios, el TE que es Teléfono Específico y TR que es Teléfono Regular, las tablas de programación, en el cual se despliega un archivo de Excel completo de todas las funciones de programación de la central para tener un mejor control de todo lo programado y finalmente tenemos las guías rápidas de funcionamiento para los teléfonos: específico y regular.

Para tener una mejor visión de lo ya mencionado, veremos un esquema de prestaciones que tiene la Central Telefónica de Panasonic, este diagrama que presentaremos a continuación está disponible en el manual de usuario que incorpora Panasonic para los usuarios finales, y descrito en el CD multimedia de la central o en la página web de Panasonic referido a las centrales telefónicas, y cada uno de estos periféricos deben ser programados según las necesidades del usuario o empresa.

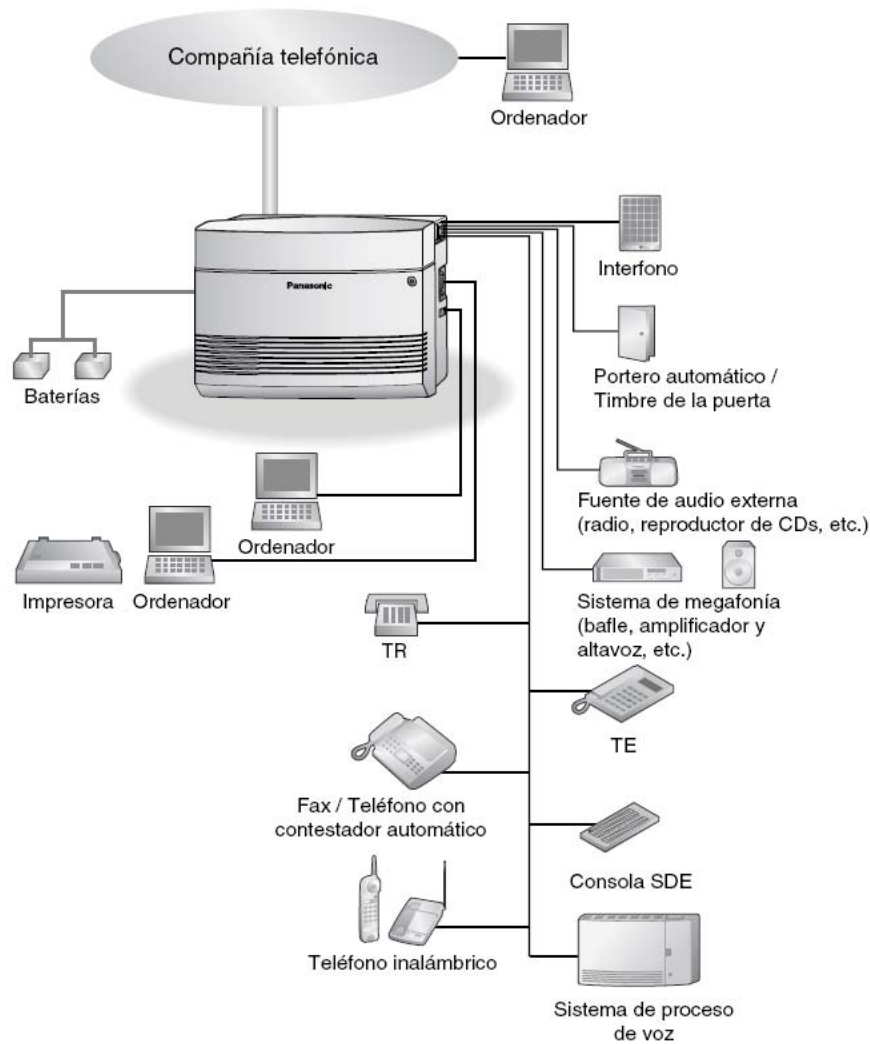


Figura 3.40.- Diagrama de servicios de la Central telefónica Panasonic KX-TES824

Entre las principales prestaciones o características de esta central están:

El KX-TES824 tiene una capacidad básica de 3 líneas externas (LN) y 8 extensiones, y el KX-TEM824 tiene una capacidad básica de 6 líneas externas (LN) y 16 extensiones. Es compatible con teléfonos específicos (TEs) Panasonic, y dispositivos de línea única como los teléfonos regulares (TRs), faxes y terminales de datos.

Para ampliar sus capacidades, la central se puede equipar con componentes opcionales o periféricos adquiridos por el usuario, como porteros automáticos, altavoces y fuentes de audio externas como una radio o un reproductor de CD.

- Marcación Rápida de Sistema
- Marcación Rápida de Extensión
- Distribución Uniforme de Llamadas
- Niveles de Restricción de Llamada
- Códigos de Cuenta (Verificables)
- Música y Megafonía Externas
- Aviso Temporizado
- Selección Automática de Ruta (ARS)
- Registro Detallado de Llamadas
- Tres Horarios de Programación
- 3 Líneas Exteriores (Ampliable a 8) y 8 Extensiones (Ampliable a 24)
- Desvío de Llamadas (Ocupado, No Contesta, Sígueme, a Línea Exterior)
- Identificación del Número Llamante (Requiere Equipamiento Opcional)
- Detección de Impulsos de Tarificación (Requiere Equipamiento Opcional)

Para la programación de la central, tenemos una serie de comandos



Figura 3.41.- Teléfono específico KX-T7730



Figura 3.42.- Teléfono Regular Panasonic

Este teléfono, es de la serie KX-T7730, el cual es teléfono programador para las centrales Panasonic, cabe señalar que para el uso de programación con estos teléfonos, se

debe tener un entrenamiento previo, puesto que la programación son un conjunto de comandos que se ingresan línea a línea, y de no contar con un conocimiento previo, se deberá consultar en las tablas de programación que vienen en el CD multimedia o una manual avanzado del programador.

Ya que nosotros no contamos con esta capacitación, utilizaremos los más conocido para nosotros, que es la programación mediante una interfaz de usuario, para esta programación, instalaremos el Software provisto en el CD multimedia, es cual tiene como nombre “*KX-TE Maintenance Console*”, en este programa tenemos una serie de opciones que se visualizan de mejor forma, y en caso de necesitar ayuda, tenemos la opción del menú Ayuda, ubicado en la parte final derecha de los menús.

Para la programación, de nuestra central conectaremos con el cable USB provisto en la central desde la PC, hasta el puerto USB de la Central, una vez hecho esto conectaremos la central.

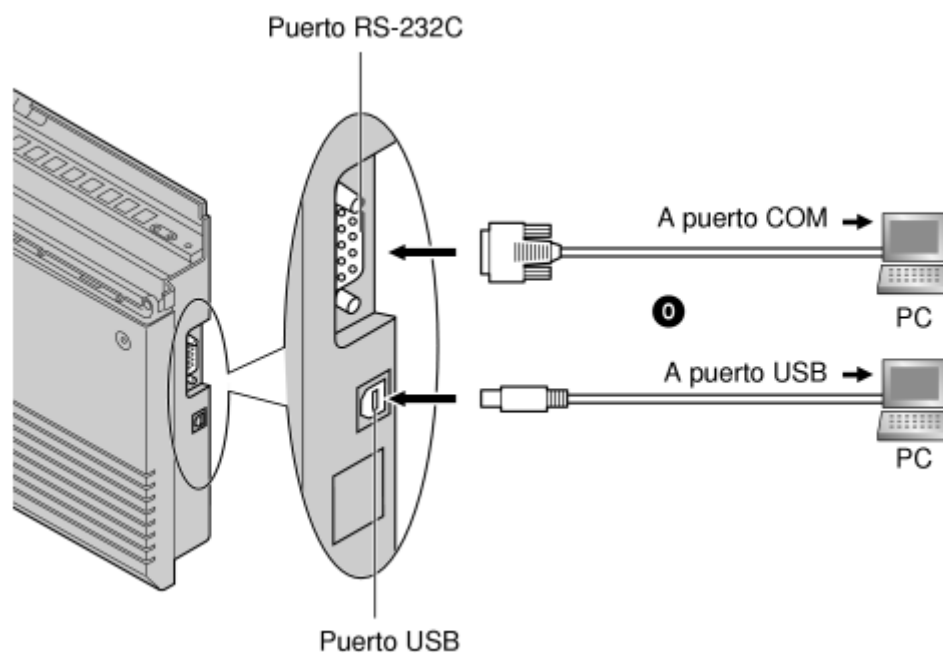


Figura 3.43.- Pasos para la conexión PC – Central

Como se observa en la figura, tenemos la opción de conectar nuestra central mediante la conexión serial *RS-232C* que emplea los conectores DB-9 del puerto de comunicaciones COM1 de la PC.

Una vez encendida la central, el computador reconocerá el dispositivo como un nuevo Hardware, y nos pedirá que instalemos el nuevo dispositivo, como todo nuevo hardware lo instalaremos desde el CD multimedia.

Si no encuentra el driver de instalación automáticamente, lo haremos manualmente siguiendo las direcciones:

- Serie KX-TDA: Unidad de CD-ROM:\TDA_USB Driver\TDA_USB Driver
- Software de la consola / teléfono sobre PC: Unidad de CD-ROM:\TDA_USB Driver\T7601_USB Driver.

Ya sea para cualquiera de los sistemas operativos de Windows, que es el más usado en la actualidad. Tanto en el CD como en el PC ya instalado el programa aparecerá el siguiente ícono:



Figura 3.44.- Ícono de la interfaz de programación de la central.

Al ingresar por primera vez al programa, nos solicitará una clave de usuario, únicamente como ejemplo colocaremos “1 2 3 4”, para la descripción del sistema. Una vez creada la contraseña de ingreso, nos solicitará la confirmación

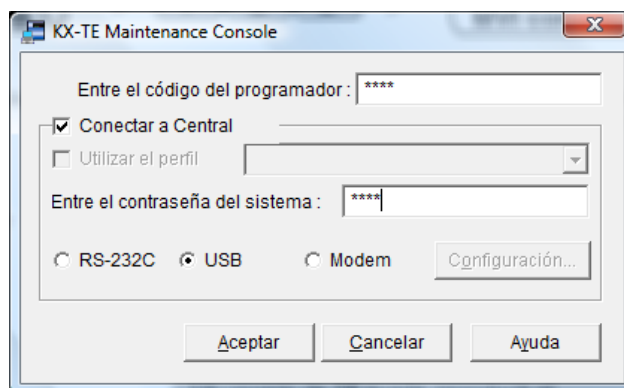


Figura 3.45.- Código para ingreso al software.

Conexión a la interfaz de la central vía USB.

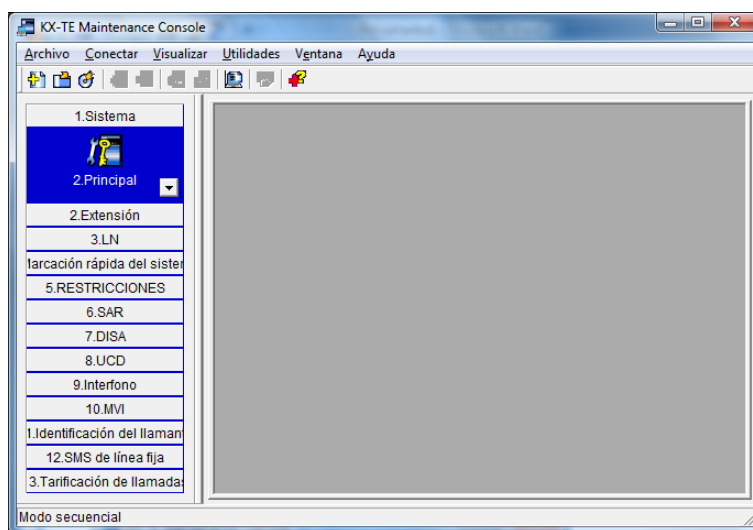


Figura 3.46.- Interfaz de inicio

Ahora vamos a concentrarnos básicamente los requerimientos del cliente, y estos son: bloqueo de llamadas entrantes y salientes para algunas extensiones, configuración e identificación de las extensiones, el interfono es una opción que a futuro se implementará, ya que el servicio de guardiana aún no está en funcionamiento, y por lo tanto la puerta de acceso por guardiana tampoco está habilitado ni implementado, y finalmente la temporización.

Antes de continuar con la programación de los diferentes campos, vamos a colocar todas las opciones de líneas externas y extensiones que tenemos, cabe señalar que estos datos, son las líneas y extensiones que contamos actualmente, a futuro se podrán modificar estas líneas o extensiones.

Líneas telefónicas externas de nuestra central:

A más de las líneas externas, debemos tener en cuenta que la conexión del sistema VoIP, debe ser conectada a la central telefónica como si fuese una línea externa más.

Línea 1 2392157 Salida 81 Línea Principal CNT

Línea 2	2392611	Salida 82	Línea Secundaria CNT
Línea 3	11	Salida 83	Línea del Modem IP
Data fax	2392502	Directo	Línea Principal CNT para tarjetas de crédito

Tabla 3.1.- Líneas externas

Extensiones de nuestra central.- La regla que marca la marcación está definida según la necesidad del usuario, para nuestro caso implementaremos la primera regla, la cual sugiere que las extensiones comiencen desde la marcación 101 hasta el número máximo de extensiones según el modelo y serie de la central.

Es así que nuestra marcación o plan de marcación será:

Extensión	Detalle	Salida LN externa?
101	Operadora/Administración	SI
102	Subgerencia	SI
103	Contabilidad	SI
104	Gerencia	SI
105	Auxiliar	SI
106	Fax	SI
107	Caja 1	NO
108	Caja 2	NO
109	Caja 3	NO
110	Bodega	NO
111	<i>Disponible</i>	<i>NO</i>
112	Guardia	SI
113	Cerámica	NO
114	Proyectos	NO
115	Hogar	NO
116-124	Libres	NO

Tabla 3.2.- Tabla de extensiones telefónicas

El sistema está interconectado con todo el sistema telefónico del *Mega Centro Jaramillo*, y gracias a la conexión vía microondas con la *Franquicia Disensa Jaramillo*, conectaremos los sistemas de voz sobre IP.

3.3.1 Restricción de Tiempo:

Para la temporización de llamadas de extensión a línea y de línea a línea, podemos consultar el código de programación [212], referente a la “Duración de la llamada de extensión a LN” en el caso de tener el teléfono específico “TE”, pero en nuestro caso es el menú 1.6 del sistema de programación KX-TE.

Si programamos mediante el “TE”, tendríamos que seguir el siguiente código de programación en línea:

PROGRAM - *#1234-“Código” – Programación de Opciones

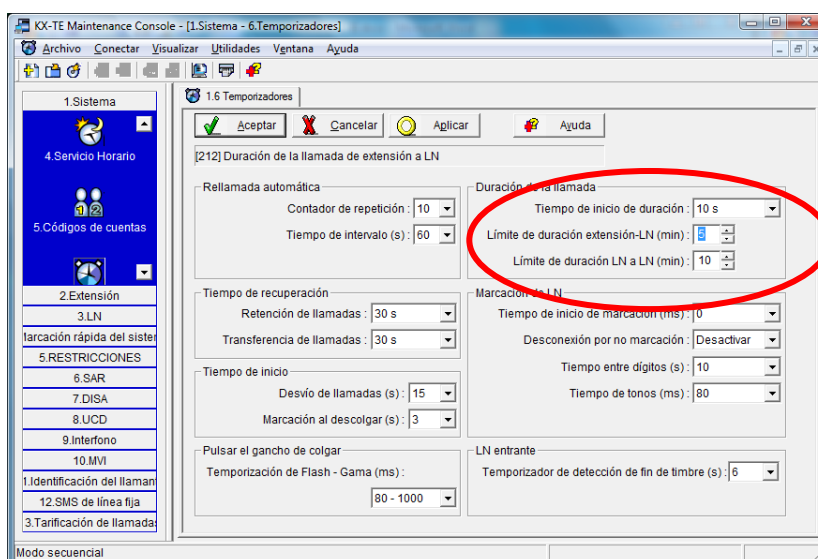
Duración de la llamada de extensión a LN [212]



Nota:

Este programa está disponible para la(s) extensión(es) activada(s) en Limitación de la duración de llamada de línea LN [613]

Pero como se mencionó en un inicio, haremos uso directo del Software provisto por Panasonic, así que nos dirigimos al menú 1. Sistema y escogemos el submenú 6. Temporizadores, total sería el menú 1.6, y a continuación colocamos los tiempos especificados.



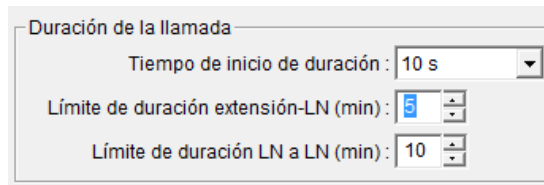


Figura 3.47.- Menú *Temporizadores* de llamadas

Para la programación del tiempo entre una extensión y la línea externa, el cliente nos comento que un tiempo de 5 minutos es suficiente para realizar la respectiva consulta de la operadora al cliente, y la duración de Línea a Línea, el doble de tiempo para aclarar dudas de alguna índole con el cliente.

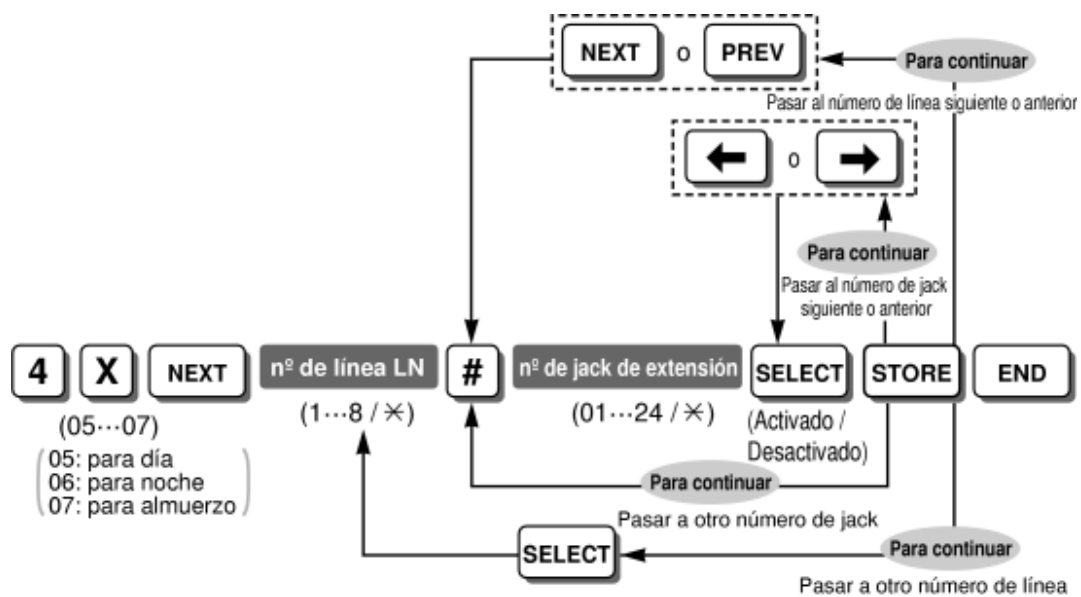
3.3.2 Restricción de llamadas entrantes y salientes:

Ya que es necesario tener un control sobre todas las extensiones, tenemos extensiones que tienen acceso a líneas externas y otras que no son necesarias, para esto restringiremos las llamadas que salen de las diferentes extensiones, para ello nos guiaremos en la tabla de extensiones, y de esta forma programaremos la central.

Para la programación de un “TE” los pasos a seguir serían:

PROGRAM - *#1234-“Código” – Programación de Opciones

Marcación externa flexible—Día / Noche / Almuerzo [405-407]



Nota:

No es posible desactivar todas las extensiones para todas las líneas externas (LN) en cada modo de Servicio horario (día / noche / almuerzo). En cada modo, debe permitirse que al menos una extensión realice una llamada de línea externa (LN).

Para nuestro caso programaremos desde el menú 3. LN (Líneas) en el submenú 2. Entrante/Saliente, dando el menú 3.2 Entrante/Saliente:

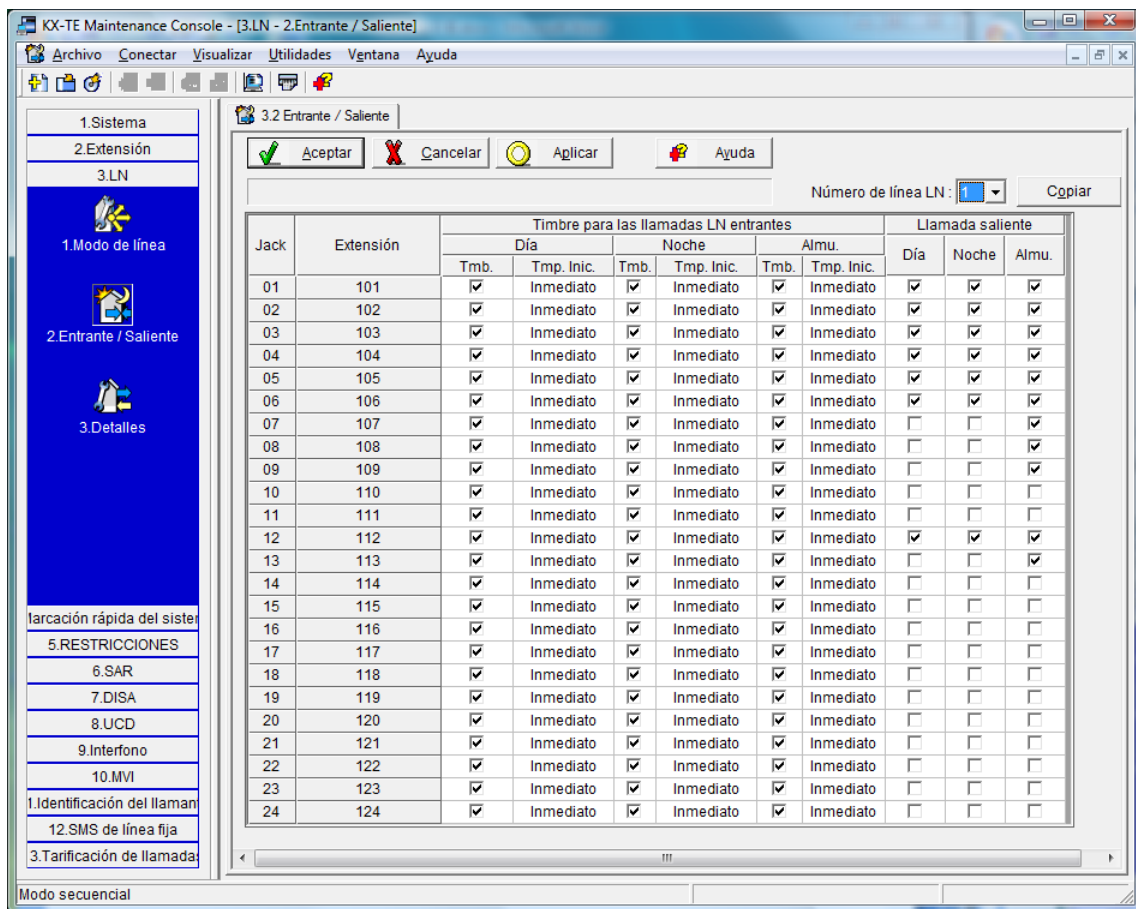


Figura 3.48.- Bloqueo de llamadas de extensiones.

Como observamos, hemos configurado únicamente el **Número de Línea “1”**, y hemos habilitado salida de llamadas para hora de almuerzo en las cajas y bodegas, ya que en hora de almuerzo no hay personal en administración, mientras en cajas son turnos rotativos.

Para la configuración de las otras líneas, copiamos la configuración de la LN 1 en la LN 2.

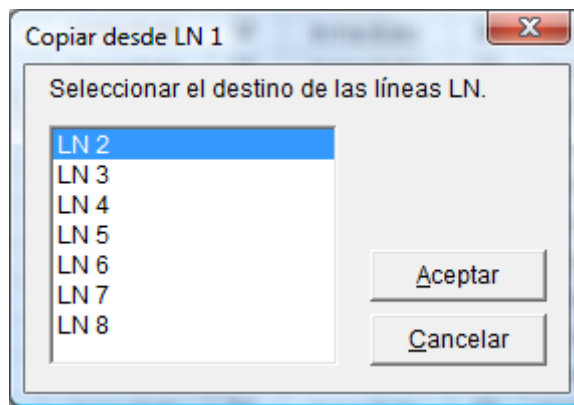


Figura 3.49.- Copiar desde LN 1 a LN #

Aceptamos en que LN queremos copiar la configuración de LN 1.

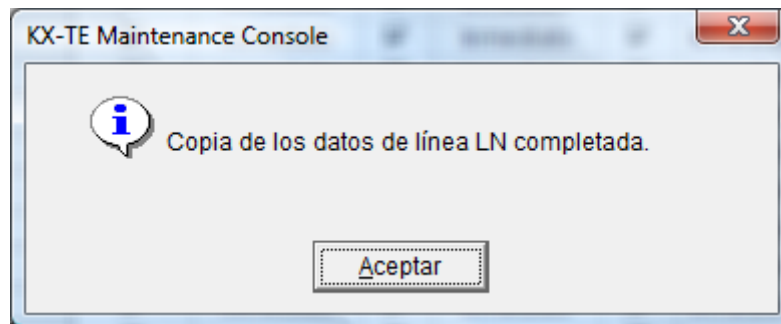
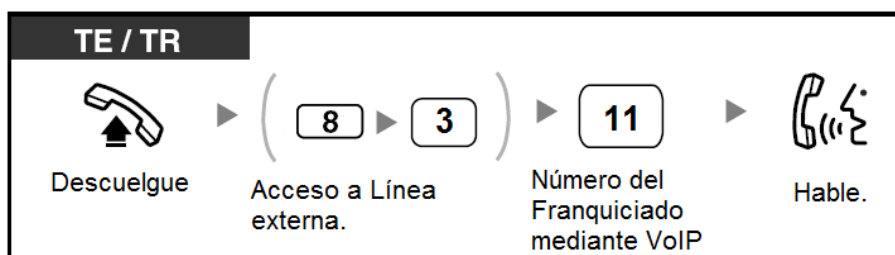


Figura 3.50.- Confirmación de Copia

Para la LN3, no es necesario restringir la salida de llamadas, ya que desde cualquier extensión tendremos acceso de salida a la **“Franquicia Disensa Jaramillo”**, simplemente seguimos estos pasos:



3.3.3 Configuración del Interfono

Configuramos por medio del menú 9.1 de la consola de mantenimiento, o si estamos configurando por el “TE”, ingresamos con los códigos 700 para día, 701 para Noche y 702 Almuerzo.

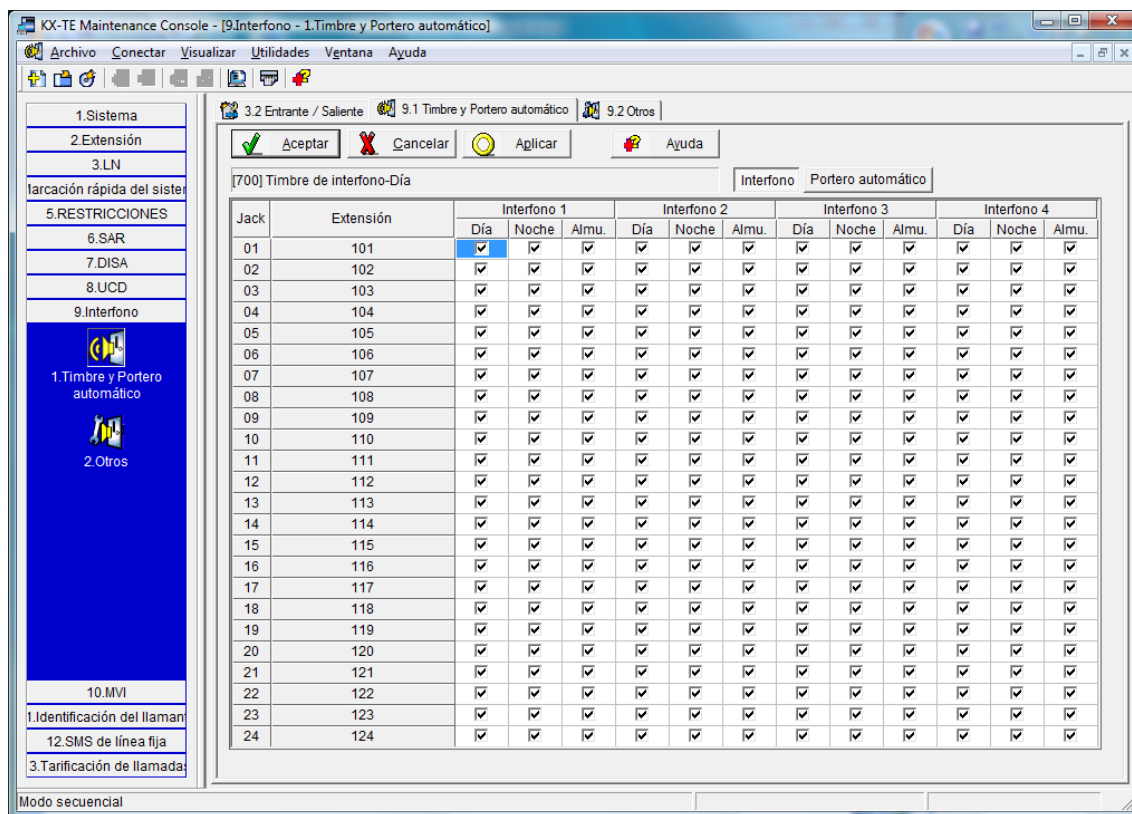


Figura 3.51.- Timbre del Portero eléctrico

La central tiene una opción de cuatro “4” relés internos para la activación del portero eléctrico u otro tipo de dispositivos a ser activados mediante las extensiones habilitadas, para nuestro caso, como aún no tenemos definido un portero ni qué extensiones tendrán acceso, dejaremos los valores por defecto.

3.4 SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE VOZ SOBRE IP “VOIP”

En general un sistema de voz sobre IP (Voice over IP, VoIP) consiste en establecer una conferencia de audio entre dos terminales conectados a una red. En su forma más básica, todo lo que requiere es que sea bidireccional, que el retardo sea prácticamente

constante y muy bajo, y que la calidad subjetiva de audio sea suficientemente buena para entender al interlocutor.

Los gateways de VoIP son los dispositivos que nos permitirán adaptar la voz de un teléfono analógico, a telefonía IP, y aprovechando el enlace micro onda realizado para poner en red al Franquizado Disensa con la Ferretería Jaramillo se dará este servicio con el fin de economizar el gasto de consumo telefónico a 0 (cero), puesto que lo único que se necesita es que los dos gate ways pertenezcan a la misma red y utilizar la banda ancha que nos brinda el enlace de nano stations que es lo suficiente como para aplicar esta tecnología.

3.4.1 Introducción a la telefonía y evolución

La posibilidad de transformar la voz en paquetes de datos que se transmiten por Internet hace de la telefonía IP la mayor amenaza jamás vista para la telefonía convencional. Esto es debido a que prácticamente igual a su calidad a la vez que reduce drásticamente su precio, ofreciendo más control a las operadoras y un nuevo negocio no necesariamente ligado al PC.

La telefonía IP parte del mismo principio, y con la aplicación de un hardware específico se consigue hacer llegar las llamadas a teléfonos convencionales en cualquier parte del mundo y sin que el receptor necesite tener un ordenador personal. El principio básico de la telefonía basada en IP (Internet Protocol) parte de la base de que la voz humana puede convertirse en datos y, por tanto, ser transmitida por Internet de la misma manera que las imágenes y el texto que pueblan las páginas Web. El único requisito para realizar esta operación es disponer de un software y un hardware específico que se encargue de esta transformación y sea capaz de enviar el resultado a través de una conexión IP estándar (módem, cable, ADSL, etc.).

La voz así digitalizada es transmitida desde el domicilio del usuario al puerto de comunicación de la empresa que ofrece el servicio, desde donde es enviada al que esté más cercano al destinatario a través de Internet. Una vez allí, se revierte el proceso y se obtiene voz analógica convencional que es enviada al teléfono común del destinatario a través de la

línea telefónica convencional. Como en cualquier conversación telefónica, el sistema es bidireccional.²⁵

3.4.2 Arquitectura

Interfaz con el usuario: En principio puede tratarse de un dispositivo físico, como un teléfono o videoteléfono, o de un dispositivo lógico, es decir, una aplicación (llamadas softphones), ejecutándose en un PC o máquina similar, con la ayuda de micrófono y altavoces, y opcionalmente una cámara para vídeo.

El gate way de la Ferretería Jaramillo Mega Centro (Dispositivo A) tendrá la siguiente dirección IP 192.168.1.101 y otro dispositivo de las mismas características en la Franquicia Disensa Jaramillo (Dispositivo B) con una IP 192.168.1.75, estas direcciones fueron configuradas como estáticas, es decir con DHCP deshabilitado, utilizando una máscara de red 255.255.255.0 y una puerta de enlace 192.168.1.59.

Para la configuración de la dirección IP, se ingresa al menú System:

The screenshot displays the Linksys web interface for a 'Phone Adapter with 2 Ports for Voice-Over-IP'. The page is titled 'Voice' and 'System Configuration'. The 'Internet Connection Type' section is active, showing 'Dhcp' set to 'no', 'Static IP' set to '192.168.1.101', and 'NetMask' set to '255.255.255.0'. The 'Optional Network Configuration' section shows 'Primary DNS' set to '192.168.50.253' and 'DNS Query Mode' set to 'Parallel'. The 'System Configuration' section shows 'Enable Web Server' set to 'yes'. The 'User Password' field is empty. The 'Debug Level' is set to '0'. The 'Save Settings' and 'Cancel Settings' buttons are visible at the bottom.

Figura 3.52.- Configuración de dirección IP

²⁵Es una guía referente del sitio:

<http://colaboracion.uat.edu.mx/dt/cportes/telefonía/Lists/Attachments/34/EVOLUCI%C3%93N%20DE%20LA%20TELEFON%C3%8DA%20Y%20QUIEN%20DESCUBRIO%20LA%20TELEFONIA.doc>

Comprobamos ingresando por el explorador la dirección IP configurada:

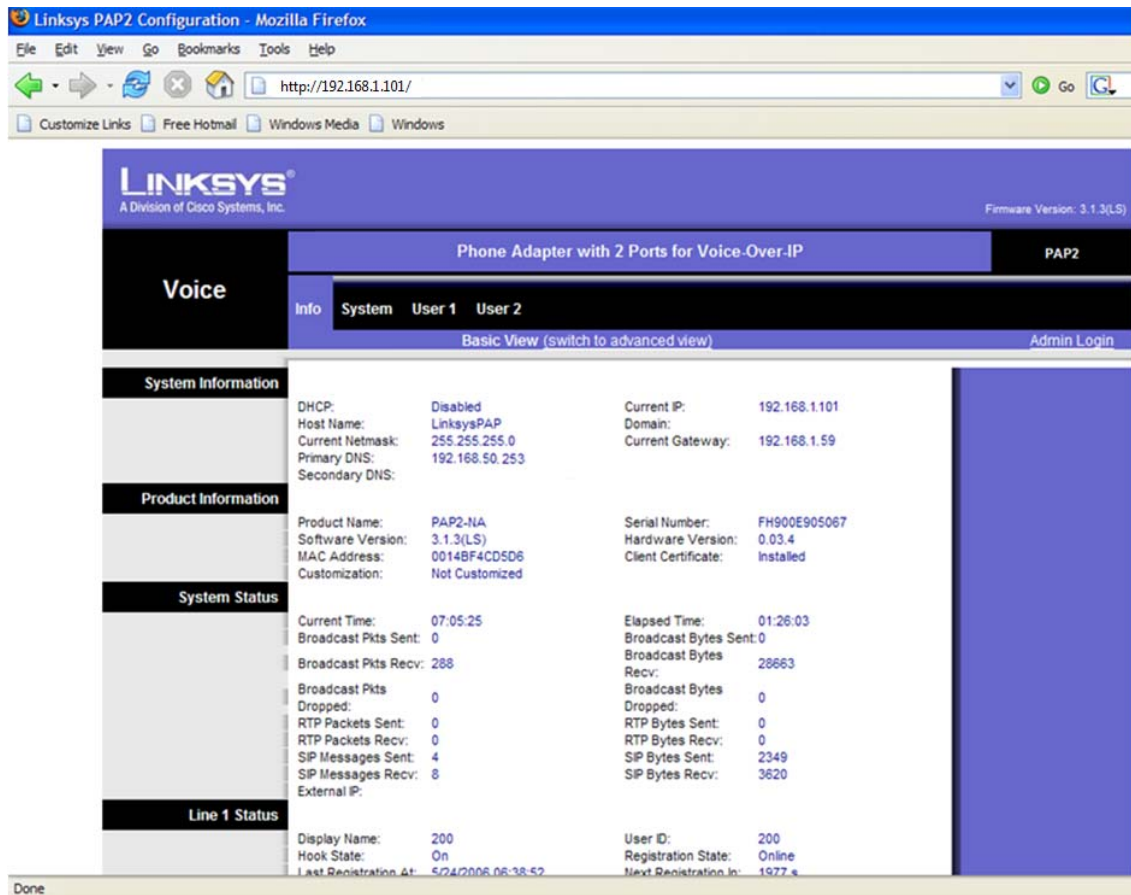


Figura 3.53.- Comprobación de dirección IP

3.4.2.1 Configuración del plan de marcado

Como con la mayoría de los ATA (adaptadores de teléfono analógico), el PAP2 Linksys es una pieza muy versátil y personalizable de equipos de VoIP. El plan de marcado es una cadena de caracteres que regula la forma en que el PAP2 maneja los procesos de las aportaciones recibidas desde el teclado del teléfono. En América, la línea directa de larga distancia para las llamadas realizadas desde el conmutador de red de Telefonía Pública (PSTN - líneas terrestres convencionales) se hace generalmente en el siguiente orden:

- «1»
- "Código de Area"
- 'Número'

Es claro que se puede elaborar un plan de marcado que permita marcar números locales en su teléfono VoIP.

El Plan de marcado que se uso para una marcación de punto a punto, es decir sin tener un proveedor de VoIP, entre el Mega Centro Jaramillo y la Franquicia Disensa Jaramillo es:



Figura 3.54.- Configuración del Dial Plan

Para la Ferretería Jaramillo:

GateWay1: (<21SΦ<:21@192.168.1.101:5060>|22SΦ<:22@192.168.1.101:5061>)

Para la Franquicia Disensa Jaramillo:

Gate Way 2: (<11SΦ<:11@192.168.1.75:5060>|12SΦ<:12@192.168.1.75:5061>)

Con el Plan de marcado establecido se puede determinar la correcta comunicación entre los gateways, los mismos que poseen una dirección ip y a su vez pertenecen a la misma red, su operación está basada en TCP-IP, por lo que para marcar el número el Gateway lo que hace es buscar en qué dirección IP se encuentra para poderlo direccionar, previamente se debe activar: Enable IP Dialing: YES

El funcionamiento para el usuario final es sencillo, puesto que solo tiene que levantar el auricular desde el un punto de enlace, esperar el tono de marcado y digitar el numero del otro punto, es decir digitar “11”, marcando desde el “21”, o viceversa.

También están activos el segundo puerto de los gateways, para futuras expansiones en los locales, es decir los números “12” y “22”.

Para que los dos puertos de cada uno de los gateways funcionen, es necesario abrirlos, como se muestra en el plan de marcado, para abrir el puerto 1 del Gateway 1 y 2, se lo hace con el 5060, y para abrir el puerto 2 del Gateway 1 y 2, se lo hace con el 5061.

3.4.2.2 Códigos de programación

La mayoría de (SIP, Sesión Internet Protocol) ATA VoIP proporcionan los medios para que los usuarios modifiquen sus planes de marcación. Los planes de marcado para Linksys SIP ATA son diferentes en relación a los dispositivos de otras marcas, pero hay algunos puntos en común entre los dispositivos de VoIP de diferentes fabricantes. Para nuestro caso se elaboro un plan personalizado con una cadena de códigos de marcado.

Pasos:

- Primeramente, el plan de marcado debe estar encerrado dentro de un par de paréntesis '('')
- “<21”

```
(<21S0<:21@192.168.1.101:5060>| 22S0<:22@192.168.1.101:5061>)
```

Esta parte del plan de marcado está diciéndole al PAP2 que reemplace los caracteres dentro de los < >. Por lo que está diciendo el PAP2 a todos los números de prefijo que coinciden con el resto de la cadena de plan de marcado “21”.

- “S0”

S0 (S seguido por el número 0) representa 'Straight Out'. Así que esta parte del plan de marcado está diciendo al PAP2 que una persona debe marcar una secuencia de teclas que se "ajuste" a la parte del plan de marcado, para proceder a la llamada inmediatamente (es decir, sin esperar a más dígitos a ser presionados sobre el teclado).

- “<:21@192.168.1.101:5060>”

Todo este código significa que una vez que se a digitado el “21”, está listo para direccionar mediante la “@” la dirección IP: 192.168.1.101, y abrir el puerto de comunicación: 5060

- “|”

En un plan de marcado sólo separa cada componente de ese plan de marcado.

- “)”

El corchete de cierre ')' es el fin del plan de marcado y debe ser usado al final de la cadena.

Si se marca un número o caracteres no permitidos en el plan de marcado, inmediatamente se escucha una señal rápida de ocupado en el auricular del teléfono, para lo cual se debe colgar y levantar el auricular nuevamente para marcar correctamente el número.

3.4.3 Protocolos de VoIP

Para el empaquetamiento de voz a través de la red o del internet, contamos con algunos tipos de protocolos, a continuación realizaremos una breve descripción de los protocolos más usados para VoIP:

	H323	SIP	MGCP/H.248/Megaco	IAX2	Skinny - SCCP
Estándar	ITU	IETF	IETF/ITU (H.248)	Digium(c) (IETF RFC5456)	Cisco(c)
Arquitectura	Distribuida, peer2peer	Distribuida, peer2peer	Centralizada, Cliente - Servidor	peer2peer	Cliente - Servidor
Texto/binario	-	Texto	-	Binario	Binario
Control de llamada	Gatekeeper	Proxy SIP / Redirect Server / B2BUA	Call agent / Media Control Gateway / Softswitch	-	-
Multimedia	Si	Si	Si	Si	-
Transporte medios	RTP	RTP	RTP	En el mismo flujo	-
Transporte Señalización	TCP/UDP	TCP/UDP	TCP/UDP	-	-
NAT Traversal					

Tabla 3.3.- Principales protocolos

3.4.3.1 Protocolo SIP:

SIP (Session Initiation Protocol) es un Protocolo de iniciación de sesiones, da la señalización de arquitectura distribuida que crea, modifica y finaliza con dos o más participantes, estas sesiones pueden incluir, voz, y datos. Los servidores para conectarse entre si utilizan **TCP** y **UDP**, y en la capa de aplicación utiliza el protocolo **RTP** para la transmisión en tiempo real de video y audio.

Es un protocolo punto a punto (P2P), por lo que la parte de inteligencia está incluida en los terminales. Para su funcionalidad, se definen dos métodos importantes:

User agents-UA: consta de dos partes, el cliente y el servidor. El primero genera peticiones SIP y recibe las respuestas, el otro genera las respuestas a las distintas peticiones.

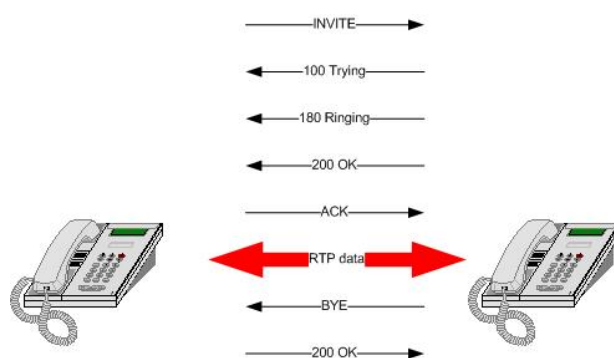
Servidores: Se divide en tres que en la realidad son manejados como uno solo:

- **Proxy Server:** Enruta las peticiones más próximas a su destino. Tiene la virtud de actuar como cliente y servidor para el establecimiento de llamadas entre usuarios. Existen los **stateful** que mantienen el estado de las transacciones durante el

procesamiento de las peticiones y permiten la división de una petición en varias y el otro tipo son los **stateless**, que al contrario no mantienen el estado únicamente, y se limitan a reenviar los mensajes.

- **Registrar Server:** este servidor acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.
- **Redirect Server:** este servidor genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe y vuelve a enviar las peticiones hacia el servidor próximo.

SIP comparte con **HTTP** alguno de sus principios de diseño, siguiendo una estructura petición respuesta con coditos de respuesta similares a los de **HTTP**. Es un protocolo que está basado en el intercambio de peticiones y respuestas. Recibe el nombre de **request line** e incluyen el nombre de método al que invocan, el identificador del destinatario, el protocolo **SIP** que se está utilizando. Métodos a invocar²⁶:



A SIP call session between 2 phones – without SIP PROXY

Figura 3.55.- Transporte de medios.

- **Invite:** utilizado para invitar un usuario para participar en una sesión o para modificar parámetros.
- **Ack:** confirma el establecimiento de una sesión.
- **Option:** solicita información sobre las capacidades de un servidor.
- **Bye:** indica la terminación de una sesión.
- **Cancel:** cancela una petición pendiente.
- **Register:** registra un user agent.

²⁶ <http://www.redesyseguridad.es/voip-protocolo-sip/>

Las respuestas se generan como retorno de una petición devolviendo un código de estado. En este caso la línea inicial recibe el nombre de **status line**, que llevara el SIP utilizado, código de respuesta y una pequeña descripción de ese código. Podemos recibir estas respuestas según el rango:

- 1xx: mensaje provisional.
- 2xx: éxito.
- 3xx: redirección:
- 4xx: fallo de método.
- 5xx: fallos de servidor.
- 6xx: fallos globales.

3.4.3.2 Protocolo IAX

La estructura básica de IAX se fundamenta en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un simple puerto UDP entre dos sistemas.

IAX es un protocolo binario y está diseñado y organizado de manera que reduce la carga en flujos de datos de voz. El ancho de banda para algunas aplicaciones se sacrifica en favor del ancho de banda para VoIP.

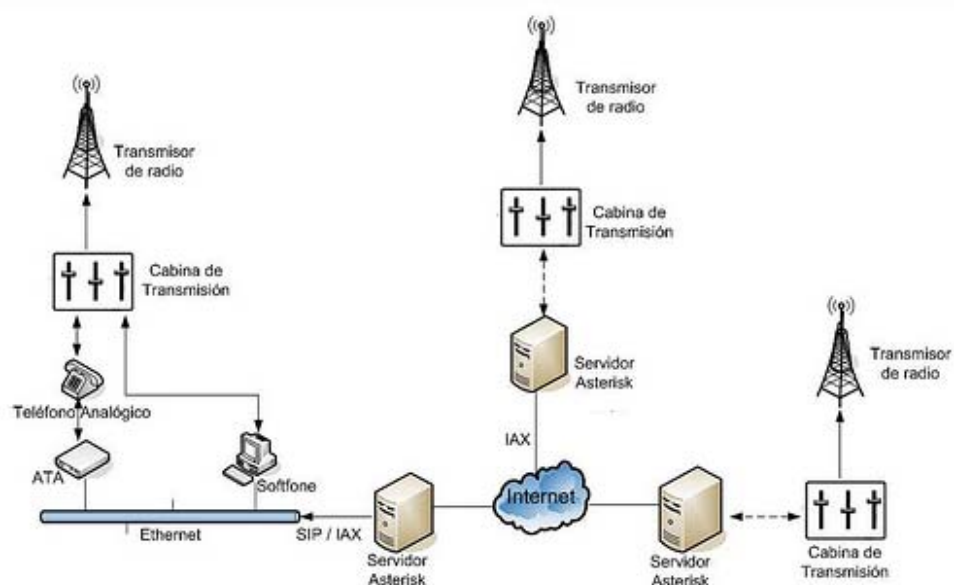


Figura 3.56.- Ejemplo utilización protocolo IAX²⁷

²⁷ Imagen tomada de: http://farm3.static.flickr.com/2367/2368933740_3d02667463.jpg

Detalle:

- Acrónimo de “Inter Asterisk eXchange”.
- Es un protocolo abierto, es decir que se puede descargar y desarrollar libremente.
- Aun no es un estándar.
- Es un protocolo de transporte, que utiliza el puerto UDP 4569 tanto para señalización de canal como para RTP (Protocolo de Transporte en tiempo Real).
- Puede truncar o empaquetar múltiples sesiones dentro de un flujo de datos, así requiere de menos ancho de banda y permite mayor número de canales entre terminales.
- En seguridad, permite la autenticación, pero no hay cifrado entre terminales.
- Según la documentación (Asterisk 1.4) el IAX puede usar cifrado (aes128), siempre sobre canales con autenticación MD5.

3.4.3.3 Protocolo H.323

El protocolo H323 es un estándar de la ITU que describe una familia de protocolos que son utilizados para transmisiones de voz, video y datos sobre redes de conmutación de paquetes.

El principal objetivo para el cual se creó este protocolo fue para solucionar los problemas de envío de datos en tiempo real. Este protocolo cubre una serie de protocolos para solventar su comunicación, entre los cuales se destacan principalmente:

- **RAS.- (Registration, Admission and Status), Es un** protocolo de comunicaciones que permite a una estación H323 localizar otra estación H323 mediante de la señalización de un enrutador de directorio.
 - **DNS.- (Domain Name Service), Es un** Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que un protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.
-

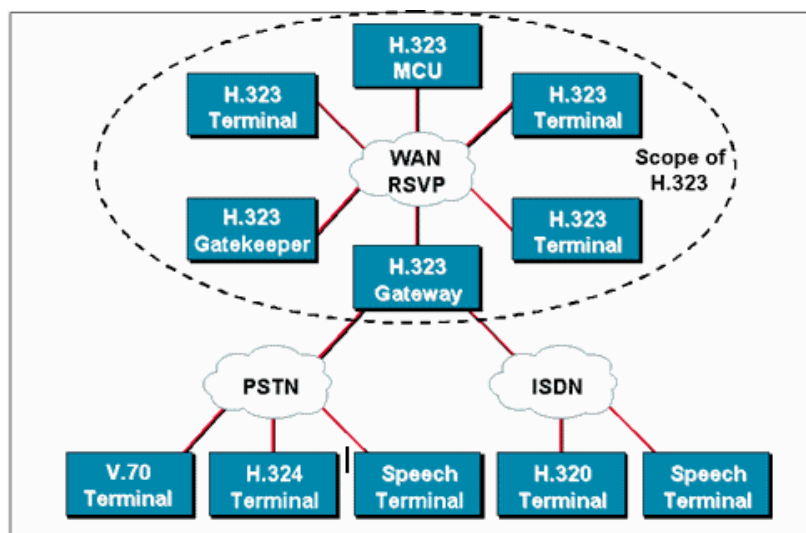


Figura 3.57.- Protocolo H323

En la figura 3.57, se muestra en el centro la puerta de enlace que conecta a la red telefónica (PSTN o ISDN) con internet. Dicha puerta de enlace maneja los protocolos H.323 por el lado de internet y los protocolos PSTN o ISDN en el lado de la red telefónica.

Detalles:

- Originalmente fue diseñado para el transporte de vídeo conferencia.
- Su especificación es compleja.
- Es un protocolo relativamente seguro, ya que utiliza RTP.
- Tiene dificultades con NAT, por ejemplo para recibir llamadas se necesita direccionar el puerto TCP 1720 al cliente, además de direccionar los puertos UDP para la media de RTP y los flujos de control de RTCP.
- Para más clientes detrás de un dispositivo NAT se necesita gatekeeper en modo proxy.

3.4.3.4 Protocolo MGCP

El protocolo MGCP (Media Gateway Control Protocol), es un protocolo interno de VoIP de arquitectura diferente al resto de protocolos VoIP ya que es de tipo cliente - servidor, está compuesto por:

- **MGC.-** Media Gateway controller

- **Uno o más MG.-** Media Gateway
- **Uno o más SG.-** Signaling Gateway.

El gateway es el principal componente el cual se encarga de realizar la conversión de flujo de datos y la conversión de la señalización en forma bidireccional.

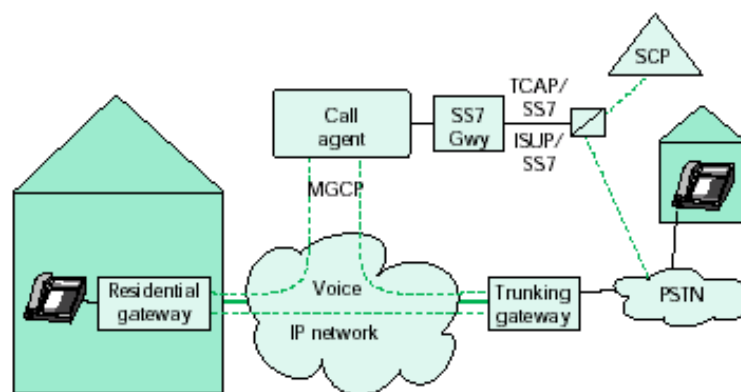


Figura 3.58.- Protocolo MGCP²⁸

Detalle:

- Acrónimo de “Media Gateway Control Protocol”.
- Inicialmente diseñado para simplificar en lo posible la comunicación con terminales como los teléfonos.
- Utiliza un modelo centralizado (arquitectura cliente * servidor), de tal forma que un teléfono necesita conectarse a un controlador antes de conectarse con otro teléfono, así la comunicación no es directa.
- Tiene tres componentes un MGC (Media Gateway Controller), uno o varios MG (Media Gateway) y uno o varios SG (Signaling Gateway), el primero también denominado dispositivo maestro controla al segundo también denominado esclavo.
- No es un protocolo estándar.

3.4.3.5 Protocolo SCCP

El protocolo CISCO SKINNY (SCCP) es propiedad de CISCO y es el protocolo que se usa por defecto en el Cisco Call Manager PBX que es similar a Asterisk PBX el cual

²⁸Imagen obtenida de: <http://www.protocols.com/pbook/VoIP.htm#MGCP>

actúa como proxy de señalización para llamadas que inician con otro tipo de protocolo como SIP, H323o MGCP.

Este protocolo utiliza TCP/IP para recibir y transmitir llamadas, el protocolo SCCP es un protocolo basado en estímulos y diseñado como protocolo de comunicación de puntos finales (Hardware) con restricciones de procesamiento y memoria significativa.

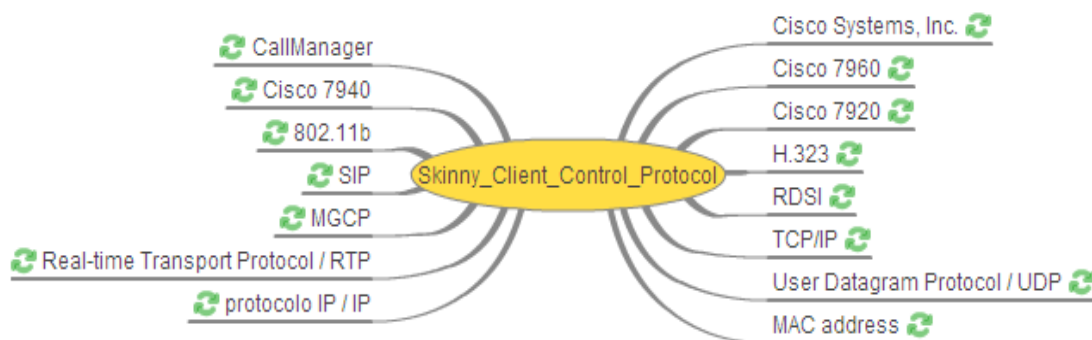


Figura 3.59.- Protocolo Skinny²⁹

Detalle:

- Acrónimo de “Skinny Client Control Protocol”.
- Es un protocolo propietario de Cisco.
- Es el protocolo por defecto para terminales con el servidor Cisco Call Manager PBX que es el similar a Asterisk PBX.
- El cliente Skinny usa TCP/IP para transmitir y recibir llamadas.
- Los mensajes Skinny son transmitidos sobre TCP y usa el puerto 2000.

3.4.3.6 Cuadro de Comparación

El siguiente cuadro trata de realizar una comparación entre las características más importantes de los protocolos para VoIP antes descritos:

²⁹Imagen obtenida de: http://www.domotica.us/Skinny_Client_Control_Protocol

	Tecnología	Disponibilidad	Seguridad	NAT	Total
SIP	2	2	2	1	7
IAX	2	3	1	3	9
H.323	3	1	2	1	7
MGCP	2	1	¿?	¿?	3
SCCP	3	1	¿?	¿?	4

Tabla 3.4.- Tecnología Disponibilidad Seguridad NAT Total

En la primera columna tenemos a los protocolos y en la primera fila se tiene a las características que se explican a continuación:

- Tecnología: se refiere a los protocolos de red tradicionales utilizados por el protocolo VoIP como RTP, TCP, UDP; a la arquitectura y a mecanismos de transmisión.
- Disponibilidad: El puntaje varía de acuerdo si es propietario, si tiene una especificación simple o compleja y si es “open”.
- Seguridad: Se refiere a los mecanismos de seguridad que implementa como la autenticación, el cifrado del flujo, etc.
- NAT: El puntaje varía de acuerdo a en que medida esto es soportado por el protocolo voip.

Conclusiones

Se puede concluir que el protocolo que obtiene mayor puntaje es IAX, sin embargo sus características no son uniformes como en el caso de SIP que presenta paridad en todos los aspectos. Hay que notar también que los demás protocolos destacan en la tecnología que poseen, es decir son más complejos.

Ventajas

Es evidente que el hecho de tener una red en vez de dos, es beneficioso para cualquier operador que ofrezca ambos servicios, debido a los gastos inferiores de mantenimiento, personal, unificado en una sola tecnología.

Realmente se trata de una solución verdaderamente fantástica, facturas de teléfono muy bajas, oficinas virtuales, dirección centralizada y un rápido despliegue, son sólo algunos de sus muchos beneficios, el éxito de algunas grandes compañías combinado con el crecimiento de las redes wireless, puede mover esta tecnología desde las empresas a los pequeños negocios y a todo el mercado en general.

Como si el ahorro de ancho de banda no fuera suficiente, el despliegue de la voz sobre IP reduce el costo y mejora la escalabilidad empleando componentes de redes de datos estándares (enrutador, switches, etc).

VoIP posibilita desarrollar una única red convergente que se encargue de cursar todo tipo de comunicación, ya sea voz, datos, video o cualquier tipo de información. Las redes de conmutación por paquetes proveen alta calidad telefónica utilizando un ancho de banda menor que el de la telefonía clásica, ya que los algoritmos de compresión pueden reducir hasta 8kbps la rata para digitalización de la voz produciendo un desmejoramiento en la calidad de la misma apenas perceptible.

3.4.4 Diseño del sistema

El sistema está diseñado y distribuido en el subcapítulo de *“conexión de red”*, a continuación realizaremos una descripción detallada del direccionamiento IP de los MODEMS IP, y sus puertas de enlace.

IP:	192.168.1.100
MASK:	255.255.255.0
PE:	192.168.1.59 ROUTER TRENDNET
DNS PREFE:	192.168.50.253
DNS ALTER:	200.115.32.66

Tabla 3.5.- Datos de direcciones DNS.

Franquicia Disensa Jaramillo

Computador de administración:

IP:	192.168.1.76
Máscara:	255.255.255.0
Puerta de enlace:	192.168.1.59
DNS1:	192.168.50.253

GateWay VOIP 1:

IP:	192.168.1.75
Máscara:	255.255.255.0
Número de marcación:	21

Tabla 3.6.- Datos de direcciones VoIP Franquicia Disensa J.

Mega Centro Jaramillo

GateWay VOIP 2:

IP:	192.168.1.101
Máscara:	255.255.255.0
Número de marcación:	11

Tabla 3.7.- Datos de direcciones VoIP Mega Centro J.

3.5 FINALIZACIÓN DE LA RED JARAMILLO

En este capítulo hemos visto el cableado estructurado, el servidor de archivos y correo, los usuarios, los módems de VoIP, la central telefónica y para colocar la estructura de la Red implementada, colocaremos los servidores de video y el enlace microondas, y cada elemento de la Red LAN y WLAN con sus respectivas direcciones IP.

Finalmente nuestra red completa será:

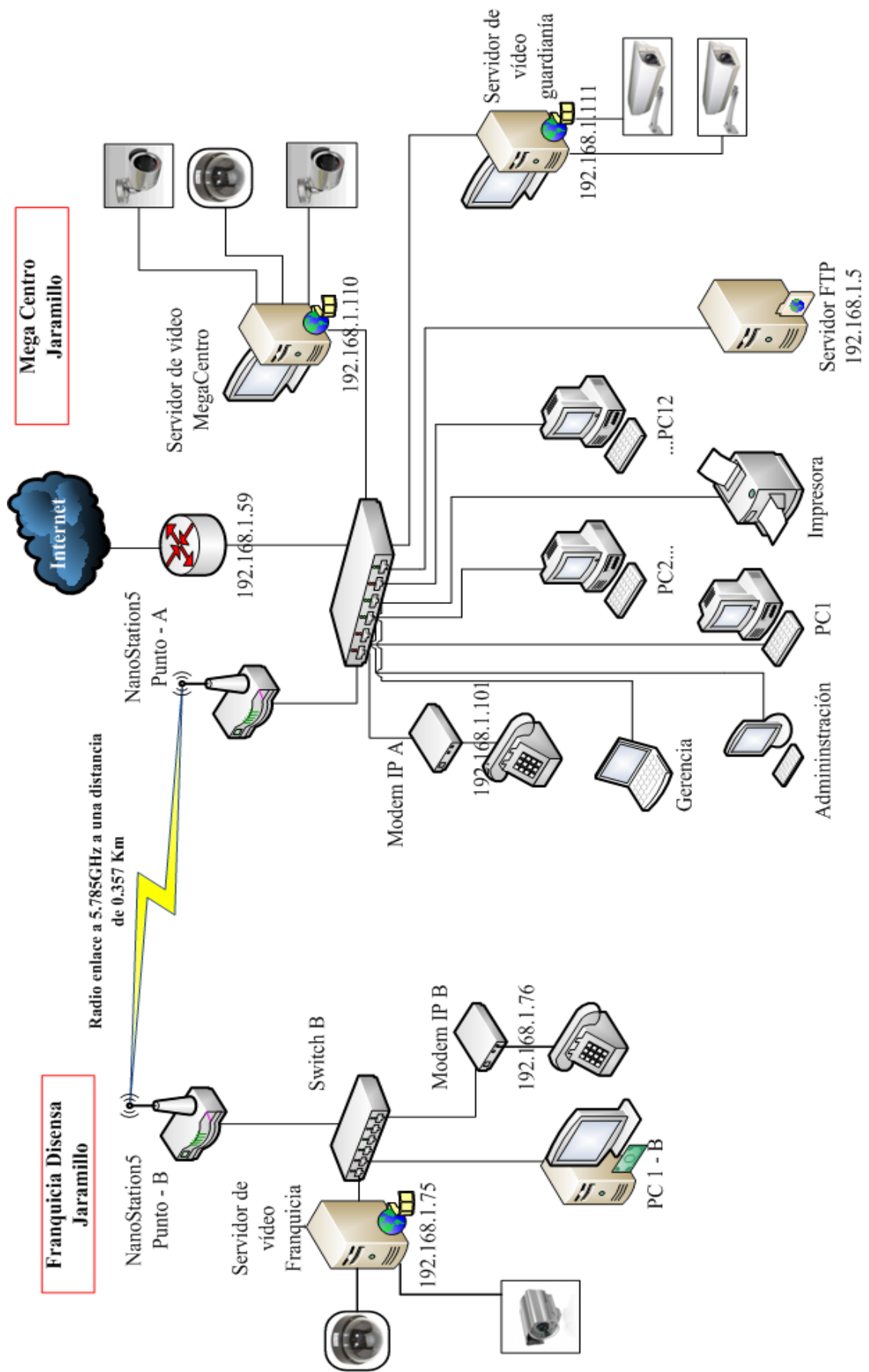


Figura 3.60.- Diagrama final de la Red Jaramillo.

3.6 PRODUCTOS

3.6.1 Rack

También son llamados bastidores, gabinetes o armarios. Un rack es un bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Las medidas para la anchura están normalizadas para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante, siendo la medida más normalizada la de 19 pulgadas, 19".

Los racks son un simple armazón metálico con un ancho interno normalizado de 19 pulgadas, mientras que el alto y el fondo son variables para adaptarse a las distintas necesidades.



Figura 3.61.- Ejemplo de Rack

3.6.2 Conmutadores y enrutadores de comunicaciones.

Un conmutador o switch es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

Un conmutador en el centro de una red en estrella. Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local.

3.6.3 Paneles de parcheo, que centralizan todo el cableado de la planta.



Figura 3.62.- Ejemplo de Patch Panel

Son estructuras metálicas con placas de circuitos que permiten interconexión entre equipos. Un Patch-Panel posee una determinada cantidad de puertos (RJ-45 End-Plug), donde cada puerto se asocia a una placa de circuito, la cual a su vez se propaga en pequeños conectores de cerdas (o dientes - mencionados con anterioridad). En estos conectores es donde se ponchan las cerdas de los cables provenientes de los cajetines u otros Patch-Panels. La idea del Patch-Panel además de seguir estándares de redes, es la de estructurar o manejar los cables que interconectan equipos en una red, de una mejor manera.

El estándar para el uso de Patch-Panels, Cajetines y Cables es el siguiente:

- Se conecta un cable o RJ-45 (Plug-End) de una maquina al puerto (Jack-End) del cajetin. Se debe tener cuidado con esto ya que el cable puede ser cruzado o no.
- De la parte dentada interna del cajetin se conectan las cerdas de otro cable hasta la parte dentada del Patch-Panel. El cable se pasa a través de las canaletas previamente colocadas.
- Del puerto externo del patch-panel (Jack-End) se coloca un cable corto hacia el hub o el switch.

3.6.4 Cortafuegos o Firewall

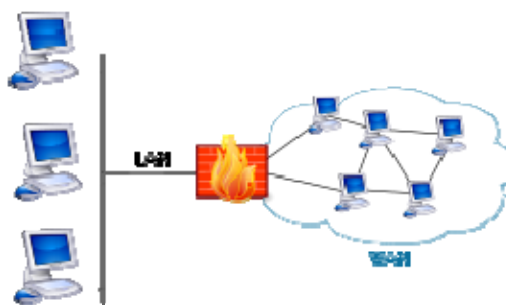


Figura 3.63.- Funcionamiento de un Firewall

Un cortafuego firewall en (idioma inglés) es una parte de un sistema o una red que está diseñada para bloquear el acceso no autorizado, permitiendo al mismo tiempo comunicaciones autorizadas. Se trata de un dispositivo o conjunto de dispositivos configurados para permitir, limitar, cifrar, descifrar, el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios. Los cortafuegos pueden ser implementados en hardware o software. Todos los mensajes que entren o salgan de la intranet pasan a través de los cortafuegos, que examina cada mensaje y bloquea aquellos que no cumplen los criterios de seguridad especificados. También es frecuente conectar a los cortafuegos a una tercera red, llamada Zona desmilitarizada o DMZ, en la que se ubican los servidores de la organización que deben permanecer accesibles desde la red exterior. Un cortafuego correctamente configurado añade una protección necesaria a la red, pero que en ningún caso debe considerarse suficiente. La seguridad informática abarca más ámbitos y más niveles de trabajo y protección.

Patch cord

Son cables de conexión de red. Su punta termina en un RJ-45 macho.



Figura 3.64.- Ejemplo de Patch Cord

CAPITULO IV

4. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO PARA EL SISTEMA DE INTRUSIÓN Y EL SISTEMA DE AUDIO.

4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

4.1.1 General

Estos sistemas se instalan para detectar la presencia de intrusos en las instalaciones del cliente. La configuración de los sistemas es completamente personalizada, ya que se ajusta a la perfección según las necesidades del cliente y el tipo de construcción que tenga el sitio a proteger. Los sistemas van desde sistemas convencionales instalados en una casa, hasta sistemas con más de 1000 puntos de detección en lugares como agencias bancarias, cárceles, edificios corporativos, etc.

El sistemas cuentan con una gran cantidad de dispositivos, con diferentes tipos de detección. Se pueden instalar tanto en el exterior como en el interior. Su función principal es salvaguardar la vida humana como primer punto, y como segundo, resguardar el menaje del cliente, sea este un individuo o una gran corporación.

4.1.2 Requerimientos eléctricos y espaciales

Para poder instalar correctamente un sistema de detección de intrusos, es necesario y recomendado, instalar el suministro de energía eléctrica, directamente desde el tablero de distribución principal, de manera que se pueda aislar este circuito y hacerlo independiente al resto de circuitos instalados en el inmueble.

Los espacios a resguardar en el interior del inmueble han sido diseñados de forma de cubrir las áreas más vulnerables, para ello todos los tramos de canalización para la transmisión de las de las señales y alimentación de los sensores poseen propia e independiente tubería de $\frac{3}{4}$ " , la misma que esta empotrada en la estructura del inmueble.

4.1.3 Alimentación y protecciones

La alimentación que requiere nuestro sistema es de 110VAC/60Hz, para poder alimentar a nuestra fuente de poder de 16.5VAC, para ello se coloco un breaker principal, que maneje solo el sistema de seguridad, el sistema está diseñado para soporte una carga útil de hasta 10 AMP proporcionada por un breaker de protección, la alimentación de los sensores es de 12VDC, la misma que es transmitida por una serie de cables multipar de 4 pares, a todo el complejo inmueble, todo el panel y posee una conexión en paralelo con una batería de 12VDC/7AMP, la cual sirve de respaldo de energía cundo esta es interrumpida, y cuando no, el panel de control se encarga de mantenerla recargada automáticamente.

Para la alimentación y para la conexión del panel con los módulos de cesamiento, se debe considerar que los módulos pueden conectarse directamente al panel de control principal, o a su vez se los puede colocar en serie o hacer una derivación T, como se muestra en figura 4.1, siempre tomando muy en cuenta que la distancia máxima entre el panel y el modulo no debe sobrepasar los 300m.

Es aconsejable no utilizar más de 1000m en la sumatoria total de metraje de cable.

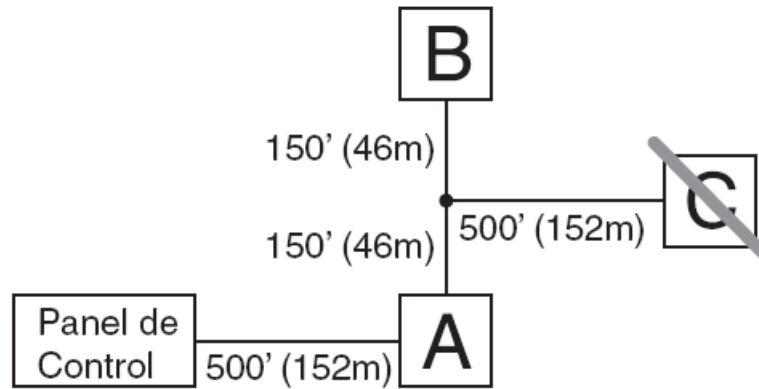


Figura 4.1.-

Distancias !

4.2 SISTEMA DE INTRUSIÓN

4.2.1 Central de 8 zonas expandible

El sistema se compone de tres bloques principales: La central de Alarma, sensores/detectores y elementos de señalización.

CENTRAL DE ALARMA

La central de alarma es el panel de control que se encarga de procesar la información proveniente de los sensores o detectores y que dependiendo del estado de los mismos, activará los elementos de señalización como sirenas, luces estroboscópicas y discadores telefónicos.

Además, la central de alarma almacena la programación que permite administrar el sistema de seguridad.

El sistema de alarma de intrusión se encuentra dividido en zonas, las mismas que están conformadas por uno o varios sensores. Se puede programar varios tipos de zonas, las principales son:

- Zona temporizada.- Este tipo de zona es programada para áreas que se utilizan como ingreso y salida del local protegido, permiten disponer del tiempo necesario para armar/desarmar el sistema y salir/ingresar del área protegida. Este tipo de zona provocará una señal de alarma si luego de transcurrido el tiempo programado como entrada, no se ha desarmado el sistema.
- Zona instantánea.- Si el sensor o sensores que conforman este tipo de zona, detectan una condición de alarma, provocarán una señal inmediata de alarma.
- Zona 24 Horas.- Este tipo de zonas son utilizadas principalmente como zonas de pánico, para lo cual se utilizan pulsadores que al ser activados provocan una señal de alarma, independientemente que el sistema se encuentre armado o desarmado.

El sistema de alarma de intrusión está programado de tal manera de permitir un tiempo de entrada, un tiempo de salida y un tiempo de corte de sirena, este último se refiere al tiempo que permanecerá activado un dispositivo de señalización, cuando se ha producido una señal de alarma, todo esto por medio del teclado, que es la interfaz entre el usuario y el sistema de alarma de intrusión, la misma que es utilizada para la programación y administración del sistema de seguridad.

4.2.2 Sensores y Detectores

SENSORES/DETECTORES

Existen varios tipos de sensores, los usados se describen a continuación:

- Contactos Magnéticos.- Dispositivos que son instalados en puertas y ventanas, se componen de un imán que se instala en la parte móvil de la puerta/ventana y de un reed-switch que se instala en la parte fija de la misma. Al estar la puerta/ventana cerrada, el reed-switch estará dentro del campo magnético que produce el imán, por lo tanto el reed-switch se encontrará normalmente cerrado. Al abrir la puerta/ventana, el reed-switch se encontrará fuera del campo magnético del imán y el mismo se encontrará en esta abierto, que al estar el sistema armado, provocará una señal de alarma.
-

- Sensores Infrarrojos.- Dispositivos que detectan cambios de calor infrarrojo, en una determinada área, generalmente tienen un alcance de 12 metros y un ángulo de acción de 90 grados. Son conocidos también como detectores de movimiento.
- Sensores de ruptura de cristales.- Son dispositivos que discriminan la frecuencia de audio que produce un cristal al romperse. Al detectar esta frecuencia envía una señal de alarma al panel de control.

Para nuestro proyecto se utilizaron únicamente los sensores infrarrojos LC100 de la marca DSC, de doble tecnología de Rokonet, y contactos magnéticos para puertas enrollables.



Figura 4.2.-

Figuras de Se

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

iWISE™ QUAD

- Detector por microonda e infrarrojo pasivo.
- Cobertura de 25 metros y 85°.
- Inmunidad a la RF.
- Procesamiento de señal de interferencia anti- fluorescente.
- Montaje móvil para pared.
- Voltaje de operación: 9 a 16 VDC.
- Protección a la luz blanca.
- Temperatura de operación: -20° a 55°C.

LC-100

- Procesamiento de señal PIR multi-nivel.
- Para instalación en interiores.
- Sensor de bajo ruido.
- Compensación de temperatura.
- Inmunidad a interferencia electromagnética.
- Mecanismo de anti-activación por animales domésticos hasta 25Kg.
- Alimentación de energía: 7.8 a 16 VDC.
- Cobertura: mínima 15 m de alcance y 90 grados de cobertura.
- Conteo de pulso variable ajustable.
- Temperatura de operación: -20°C a 60 ° C.

CONTACTO MAGNÉTICO PARA PUERTAS ENROLLABLES

- Construido de aluminio para trabajo pesado, gran separación estándar para evitar falsas alarmas.
- 24" (61cm) cables conductores encerrados en cable de acero inoxidable.
- SM-226L -- N.O. contact for N.C.
- GAP: 2-3/4" (70mm).

DISCRIMINADOR DE AUDIO

- Reconocer ruptura de vidrios recubiertos, laminados, templados y de seguridad
 - Detecte vibración.
 - Micrófono omnidireccional.
 - Alta inmunidad a señales de RF.
 - Rango de sensibilidad de activación seleccionable.
 - Voltaje de entrada: 9 - 16 V c. c.
 - Llamada de corriente: c. c. de 12 mA a 12 V
 - Corriente durante la alarma: c. c. de 35 mA a 12 V
 - Relé avisador:
-

- Potencia de contacto: c. c. de 1 A a 24 V
- Interruptor de seguridad:
- Potencia de contacto: c. c. de 0.1 A a 24 V
- Tipo de micrófono: Electret omnidireccional

ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

La forma en que cómo funciona el sistema al producirse una señal de alarma, es primeramente llegando esta señal al panel de control, el cual activa los diferentes dispositivos de señalización, estos pueden ser sirenas de 30W la misma que se utilizó en el exterior del inmueble conjuntamente con una caja auto protegida. El sistema una vez activado es capaz de mandar vía telefónica una señal a la estación de monitoreo la cual se dejó instalada hasta que se contrate el servicio de monitoreo.

4.2.3 Diseño del Sistema de Intrusos

4.2.3.1 Selección del Sistema

Para la selección del sistema es necesario tener en cuenta que los paneles de control de alarma por lo general vienen de 8, 16, 32, 40, 120 zonas, para ello se ha considerado el uso de un panel 40 zonas de las siguientes características.

Característica	ProSYS 40
Total de Zonas	8 a 40
Zonas Principales de Expansión (cableadas o inalámbricas)	4x8 o 2x16 o 2x8 + 1x16
Máx. Corriente	1,5 A
Número de Buses de Expansión	1
Número Total de Módulos de Expansión	32
Entrada Tamper Caja NC	1

Entrada Tamper Sirena EOL	1
Total Salidas de Utilidad	6 a 38
Módulo de Expansión de Salidas de Utilidad	Hasta 4 módulos (máx. 32 US)
Particiones / Áreas	4
Grupos por Partición / Área	4
Códigos de Usuarios	00 a 59
Módulos de Control de Acceso (# de Puertas)	4 (8 puertas)
Lector de Tecla Digital	16
Teclados Numéricos	12
Números de Cuenta	8
Números Privados	8
Registro de Evento	512 (con expansión)

Tabla 4.1.- Características Central Alarma Prosys

Con este panel se logra cubrir toda la demanda que exige el centro comercial Jaramillo y queda todavía la opción de ampliar con la colocación de otra tarjeta expansora.

Las zonas son sensores los mismos que representan espacios cubiertos o vigilados por estos dispositivos, a cada zona pueden pertenecer varios sensores dependiendo del espacio, estas pueden ser cableadas o inalámbricas. Para que sean cableadas la zonas en cada panel son 8, con módulos de expansión alcanzan las 40 zonas.

A medida que se incrementan las zonas y dependiendo los sensores que se instale se aumenta el consumo de corriente, el panel de control es capaz de soportar un consumo máximo de 1.5 amperios, por lo que es necesario colocar una o varias fuentes dependiendo del cálculo de potencia por el consumo total.

Para el centro comercial Jaramillo, se utilizo 11 sensores de movimiento infrarrojos, los cuales dan un consumo de corriente como se muestra en la siguiente ecuación:

(Ec. 4.1)

Donde “n” es el número de sensores y donde “I” es la corriente de consumo de cada sensor

$$I_{\text{MOVIMIENTOS}} = n \cdot I_{\text{MOVIMIENTO}}$$

$$I_{\text{MOVIMIENTOS}} = 11 \cdot 10.5\text{mA}$$

$$I_{\text{MOVIMIENTOS}} = 1.15\text{A}$$

n = número de sensores

$$I_{\text{MAXsensor}} = 10.5\text{mA}$$

Se utilizó 2 discriminadores de audio, los cuales dan un consumo de corriente como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I_{\text{DISCRIMINADORES}} = n \cdot I_{\text{DISCRIMINADOR}}$$

n = número de sensores

$$I_{\text{DISCRIMINADORES}} = 2 \cdot 12\text{mA}$$

$$I_{\text{DISCRIMINADORES}} = 24\text{mA}$$

$$I_{\text{MAXsensor}} = 12\text{mA}$$

Se utilizó 10 contactos magnéticos, los cuales dan un consumo de corriente como se muestra en la siguiente ecuación:

$$I_{\text{MAGNETICOS}} = n \cdot I_{\text{MAGNETICO}}$$

$$I_{\text{MAGNETICOS}} = 10 \cdot 500\text{mA}$$

$$I_{\text{MAGNETICOS}} = 5\text{A}$$

n = número de sensores

$$I_{\text{MAXsensor}} = 500\text{mA}$$

El número unificado de los tres tipos de sensores dan un consumo total de:

$$I_{\text{TOTAL}} = (I_{\text{MOVIMIENTO}}) + (I_{\text{DISCRIMINADOR}}) + (I_{\text{MAGNETICO}})$$

$$I_{\text{TOTAL}} = (1.15\text{A}) + (0.24\text{A}) + (5\text{A})$$

$$I_{\text{TOTAL}} = 6.34\text{A}$$

Con el consumo total de corriente se puede determinar su verdadera demanda y determinar si será necesario una fuente y de que amperaje.

Sabemos que el panel de control posee una corriente máxima de 1.5 amperios. Y que la corriente total que van a consumir todos los sensores es de 6.34 amperios, por lo tanto la fuente deberá ser de 5 amperios, con lo que se garantizara el correcto funcionamiento de todos los sensores, ya que la misma va conectada en paralelo con el panel de control y el propósito de una conexión en paralelo es aumentar la capacidad de corriente.



Figura 4.3.-

Fu

4.2.3.2 Calculo del campo de detección

En el caso para que los discriminadores de audio funcionen efectivamente se debe realizar el montaje de acuerdo como se indica en el grafico, tomando en cuenta que la distancia D debe ser igual o menor a 25 pies o 7.62 metros:

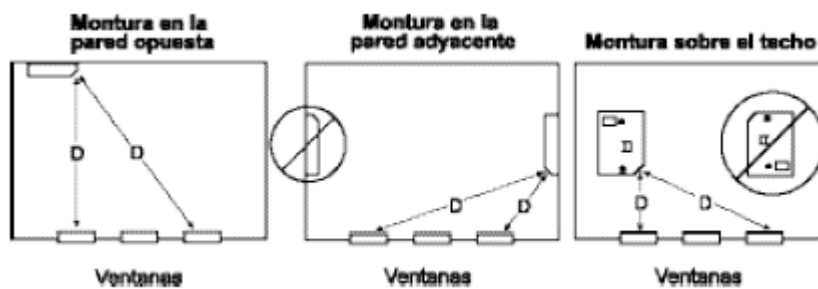


Figura 4.4.-

Detección Disc

Para el cálculo del campo de detección de los sensores infrarrojos se utiliza el siguiente criterio como se indica el grafico tomando en consideración que la distancia D en los detectores LC 100 es de 15 metros y en los iWISE™ QUAD es de 25 metros, y para ambos casos con un ángulo de cobertura de 90 grados.

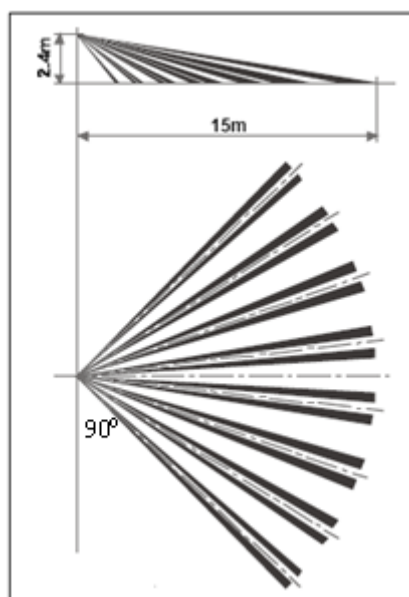


Figura 4.5

Cam

Con los contactos magnéticos no existe mayor consideración que su separación debe ser menor que 7 centímetros que es su distancia de límite de detección especificada por el propio fabricante.

4.2.3.3 Programación de zonas

Nos referimos a zona, a un detector conectado el mismo que cubre un espacio físico para la detección.

El Tipo de Zona contiene parámetros que permiten programar el tipo de zona para cualquier detector. Fijar el tipo de zona es parcialmente determinado por los niveles de armado.

Existen tres niveles de armado, como sigue:

- Desarmado: El sistema reacciona solamente a las zonas definidas como 24 horas, Incendio, Pánico y Problema.
- Armado: El sistema reacciona a todas las zonas.

- Parcial: El sistema no reacciona a zonas definidas como internas. Esta configuración permite libertad de movimiento en estas zonas.
- Para tener acceso al menú Tipo de Zona, se especifica el número de zona de 2-dígitos a la cual corresponde el sensor, y a continuación se presiona 2 3 ZZ + 01, con lo cual estamos programando una Salida / Entrada de Armado / Parcial, usada para puertas de Salida / Entrada.
- Estas zonas en la trayectoria hacia una Salida / Entrada, si son violadas no causan una alarma de intrusión durante los periodos de Tiempo de Entrada / Salida.
- Es decir cuando una zona está asegurada durante el armado y cuando el tiempo de retardo termina.
- En nuestro caso esta zona es para accionar el tiempo de entrada en la cual están involucrados los sensores magnético de “cerámica”, y detector de movimiento iWISE™ QUAD.

El resto de sensores están programados como zonas instantáneas de tal forma que solo al momento de armar el sistema se encuentran activas.

Anexo 4, Manual de Programación del Instalador

4.3 SISTEMA DE SONORIZACIÓN

4.3.1 Tipos de Instalaciones

Existen varios tipos de configuraciones aplicables, pero como personal calificado debemos referirnos a las normalizadas por la NTE (Normas Tecnológicas para Edificaciones), la cual diferencia cinco tipos basados en número de circuitos y programas, todos ellos para tipos de amplificación centralizada. Se llama programa a las señales de audio que hay que distribuir y circuitos al número de unidades de amplificación. Así, con estas expresiones hay cinco instalaciones de megafonía tipo:

A. Un programa y un circuito.

B. Un programa y varios circuitos.

C. Varios programas independientes y varios circuitos.

D. Varios programas simultáneos y varios circuitos.

E. Instalaciones mixtas.

Para dividir las instalaciones de sonorización en relación con la distribución de equipos, se montan tres tipos fundamentales.

- Amplificación y control centralizado.
- Amplificación centralizada y control distribuido.
- Amplificación y control distribuidos.

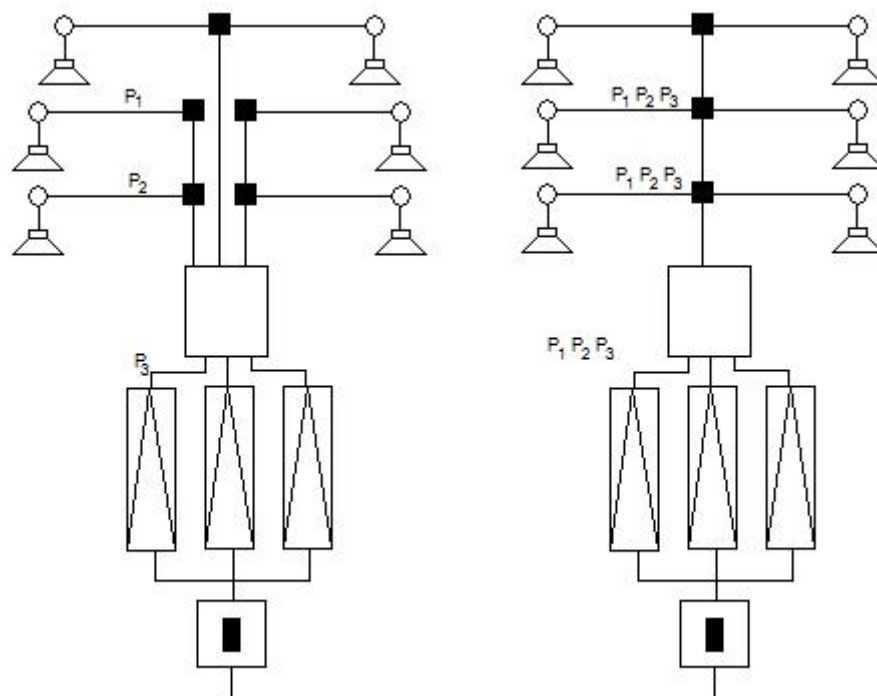


Figura 4.6 Diagramas de Conexiones Sonorización

La primera de las tres es la instalación donde se encuentran, en un lugar de la misma, el grupo de amplificadores que posea la instalación, así como los controles de volumen y activación y desactivación de cada una de las zonas de la distribución, encontrándose en los diferentes locales de los que se componga dicha instalación, únicamente los altavoces o cajas acústicas, sin ningún control sobre ellas. La diferencia con el segundo tipo de

instalación se encuentra en que el control de volumen, activación y desactivación, se encontrará independizado por cada uno de los locales, de modo que en la centralización del sistema de sonorización se instala la amplificación pero no estos controles, al menos no como sistema único. Este sistema es de los más utilizados si de una sonorización de locales públicos se trata y el que se ha usado para la Ferretería Jaramillo. Se monta un mueble donde se encuentra la amplificación general para todo el local o locales, e incluso los equipos de *reproducción* que posean. El último de los sistemas, el descentralizado, es el sistema que más se instala en vivienda, por poseer una más fácil y simplificada instalación. En este tipo de instalación, cada una de las salas o locales poseerá tanto la amplificación como el control de la señal y recibirá la señal de audio a amplificar desde una localización centralizada. En estos equipos es frecuente que las amplificaciones vayan incluidas en la parte posterior de los altavoces.

4.3.1.1 Acoplamiento amplificador-altavoz

Independiente del tipo de configuración electroacústica utilizado, la señal que proviene del amplificador debe llegar a los altavoces, y entre otros métodos, esta distribución del sonido se realiza a través de conductores, utilizando dos sistemas diferentes: el *acoplamiento directo* y mediante *línea de tensión*. En cualquier caso, tenemos la necesidad de adaptar la impedancia de los altavoces a la impedancia de salida del amplificador.

4.3.1.2 Acoplamiento directo

Para realizar la conexión desde el amplificador hasta el altavoz se utiliza cable paralelo polarizado (rojo-negro) debiéndose adaptar la impedancia de altavoces.

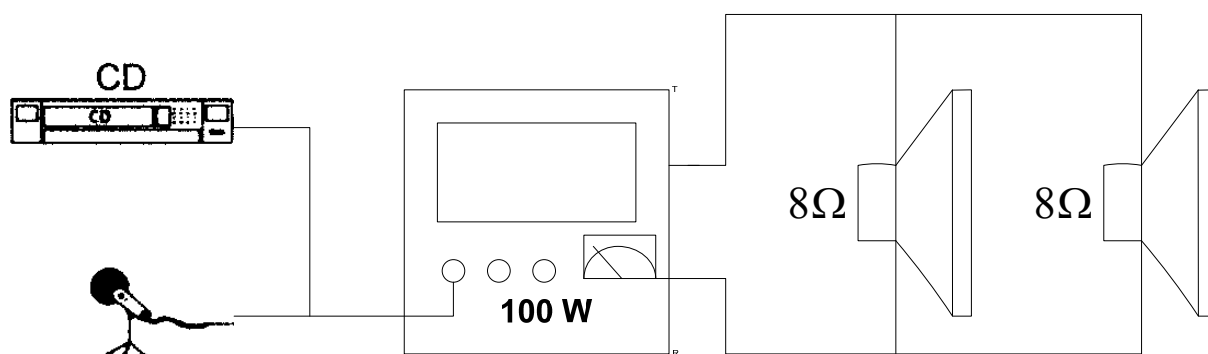


Figura 4.7 Acoplamiento Directo

Este sistema plantea el inconveniente de la longitud del cableado y la resistencia que éste aporta al circuito final, que en algunos casos puede ser elevada y habrá que corregir aumentando la sección del conductor, pero que requerirá una serie de cálculos que nos faciliten dicha adaptación.

4.3.1.3 Línea de tensión

Este tipo de instalación evita las pérdidas comentadas en el apartado anterior. Se llevan a cabo utilizando un transformador audio, que el amplificador incorpora en su salida, para elevar la tensión de salida del amplificador a un nivel alto de tensión de entre 70 o 100 V, reduciendo así la corriente que se transporta por los cables. La distribución de la señal se realiza mediante un par de cables sin polarización, y para la conexión de los altavoces se debe volver a transformar la señal de tensión, reduciéndola hasta el nivel de tensión apropiado para la impedancia del altavoz o grupo de altavoces. Estos transformadores llevan el nombre de adaptadores de impedancia o transformadores de línea de tensión constante. Las tensiones con las que se denominan estas líneas de distribución de audio dan nombre a la misma, denominándose distribución por 100 V que es la que se utiliza en Europa. o de 70,7 V que se utiliza en EEUU. Los nombres y tensiones se deben al hecho de que al elevarlas al cuadrado y utilizarlas en la fórmula de la potencia se obtienen valores enteros muy simples: $100^2 = 10.000$ y $70,7^2 = 5.000$. Para distribuciones especiales, como pueden ser señales en estéreo, cada canal de salida del amplificador poseerá un transformador de tensión.

El propósito del sistema implementado es mas para efectos de sonido ambiental y avisos al personal a través del mismo, cuando se está reproduciendo el sonido de ambientación y se requiere enviar un mensaje, el equipo anulará la señal de ambiente musical y dejará paso a la señal de aviso, que saldrá reproducida por todos los altavoces de la instalación.

Para la conexión de un altavoz o un grupo de altavoces a un punto de esta línea se utilizan, como ya se dijo, transformadores de adaptación, Estos transformadores pueden constar de una o más salidas, para adaptar altavoces con impedancias distintas, siendo los más comerciales 4, 8 o 16 Ohmios.

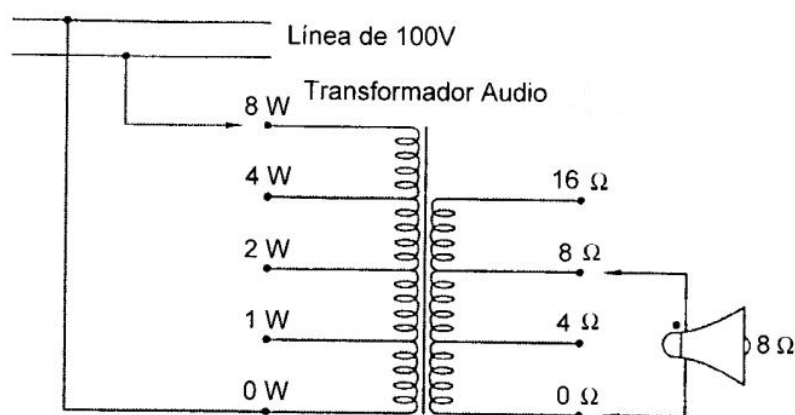


Figura 4.8.- **Transformador de Adaptación de**

Es normal también encontrar reguladores de volumen para este tipo de distribución de audio, no lineales en su regulación, sino que poseen una regulación realizada por medio de un conmutador rotativo que intercambia las salidas de un transformador para variar así la impedancia final.

4.3.2 Distribución de impedancias

Adaptación de altavoces

Para la instalación que sea, es necesario que los altavoces presenten la misma impedancia que el equipo de audio. Como ya se menciona con anterioridad, los amplificadores poseen una impedancia de entrada y otra de salida y éstas deben estar adaptadas con el resto de los equipos a él conectados. Como es natural, debemos referirnos

siempre a valores estándares comerciales, tanto para equipos amplificadores como para altavoces o micrófonos. Según esto existen amplificadores con valores de impedancia de salida de 4, 8, 16 ó 32 Ohm, según su utilización o necesidad.

Del mismo modo encontramos altavoces con impedancias idénticas a las anteriormente mencionadas para los amplificadores y también según uso o necesidad. Cuando sea necesario montar varios altavoces, es necesario conectarlos de tal manera que la impedancia resultante del conjunto de todas las bobinas sea igual que la impedancia de salida del amplificador, como se ve a continuación. Podremos conectar altavoces de diferente impedancia a la de salida del amplificador utilizando adaptaciones con circuitos en serie, paralelo o mixto.

La siguiente matriz tiene por objeto identificar cada parlante, centralizando en un solo punto del local, la misma está representada con su respectiva leyenda.

PA 17 500	PA 16 285	PAA 15 292	PA 14 314
PAA 13	PA 12	PAA 11	PAA 10
PA 8	X	BODEGA 9 280	X
PB 7 280	PB 6	BODEGA 5	X
2 417	1 272	3 185	4 278

LEYENDA

PISO UBICACIÓN/No. IMPEDANCIA

Tabla 4.2.- Matriz de Audio

Mediante el siguiente circuito se demuestra que las zonas 17 y 16 de la matriz de audio mostrada en la figura anterior, arrojarían 25 watos, potencia con la cual daría un grado elevado en el nivel de sonorización para esas zonas.

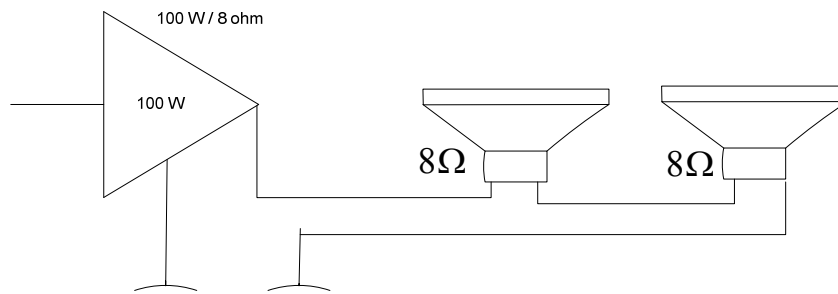


Figura 4.9.- Circuito de Altavoces en Serie

(Ec. 4.2)

$$V = \sqrt{100 * 8}$$

$$V_o = 28.28 V$$

$$R_t = R_1 + R_2 = 8\Omega + 8\Omega = 16\Omega$$

$$V_o = \sqrt{P_t + R_o} = 28.28 V$$

$$I_o = \frac{V_o}{R_t} = 1.76 \text{ Amp}$$

$$V_i = I_o * R_1 = 1.76 * 8 = 14.14$$

$$P_o = I_o * V_i = 25 \text{ Watts}$$

Por lo que para nuestro caso se deberá adaptar a un amplificador de 100 W de potencia y 8 Ohm de impedancia de salida un grupo de altavoces de 8 Oh cada uno en circuitos mixtos de serie y paralelo. La potencia del amplificador es repartida entre los dos altavoces en dicha adaptación.

A su vez se necesita adaptar la sonorización de modo que la potencia del amplificador no se distribuya por un igual entre los altavoces, para lo cual variamos su impedancia, cambiando así sus características de potencia.

Para cumplir con el propósito de distribuir el audio en a los altavoces en distintas potencias se uso además circuitos en Paralelo, en este caso se trata de adaptar una serie de

altavoces a la salida de un amplificador pero con una instalación en paralelo, lo cual facilita la conexión de altavoces de impedancias mayores a la del propio amplificador.

Por ende todo nuestro circuito viene a ser mixto entrelazando circuitos serie con circuitos paralelo, El propósito es crear diferentes niveles de potencia de audio para una serie de locales que así lo precisen.

Para el local comercial se ha determinado cuatro diferentes zonas en las que se debe obtener diferentes niveles de potencia con la utilización de altavoces de 8 ohm.

Para lo cual se ha dividido en cuatro zonas o zonas distintos (PAA=Planta alta tercer piso), (PA=Planta alta segundo piso), (PB=Planta baja primer piso) y (Bodegas y Administrativo), *ver figura 4.10*, las tres primeras zonas correspondientes a los zonas B, C y D deberán tener una mayor zonorización que la zona correspondiente al zona A, que debiera ser media, alta y maxima respectivamente, y la zona A maneja una potencia baja, a continuación se muestra los calculos correspondientes para lo requerido:

4.3.2.1 Calculo de Impedancias

$$R_A = 8\Omega + 8\Omega + 8\Omega + 8\Omega = 32\Omega$$

$$R_B = 16\Omega + \frac{1}{R_T} \text{ Ec. 1}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{3}{8} \rightarrow R_T = 2.66\Omega \text{ Reemplazo en Ec. 1}$$

$$R_B = 16\Omega + \frac{1}{2.66} = 18.66\Omega$$

$$R_C = 16\Omega \parallel 16\Omega$$

$$\frac{1}{R_C} = \frac{1}{16} + \frac{1}{16}$$

$$R_C = 8\Omega$$

$$R_D = 16\Omega \parallel 16\Omega$$

$$\frac{1}{R_D} = \frac{1}{16} + \frac{1}{16}$$
$$R_D = 8 \Omega$$

4.3.2.2 Cálculo de Potencias

$$P_A = \frac{V_o^2}{R_A}$$

(Ec. 4.3)

Potencia en la zona (A):

$$P_A = \frac{V_o^2}{R_A} = \frac{12.5^2}{32\Omega} = 4.88 \text{ W}$$

Potencia en la zona (B):

$$P_B = \frac{V_o^2}{R_B} = \frac{12.5^2}{18.66\Omega} = 8.37 \text{ W}$$

Potencia en la zona (C):

$$P_C = \frac{V_o^2}{R_C} = \frac{12.5^2}{8\Omega} = 19.53 \text{ W}$$

Potencia en la zona (D):

$$P_D = \frac{V_o^2}{R_D} = \frac{12.5^2}{8\Omega} = 19.53 \text{ W}$$

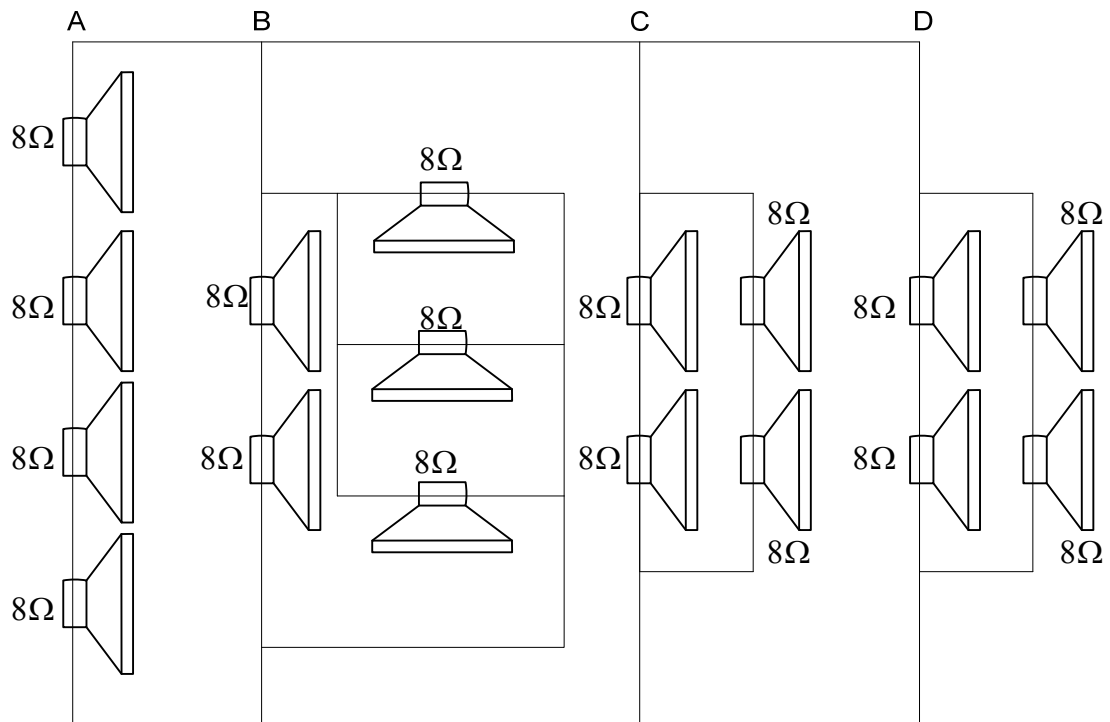


Figura 4.10 Diagrama de conexión de circuitos de audio

Los potenciales de las zonas (C y D), que también poseen una impedancia total de línea de 8 ohmios, tendrán también una reproducción con una potencia igual.

CAPITULO V

5. PLANIFICACIÓN, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL RADIO ENLACE

5.1 ESTUDIO DEL RADIO ENLACE

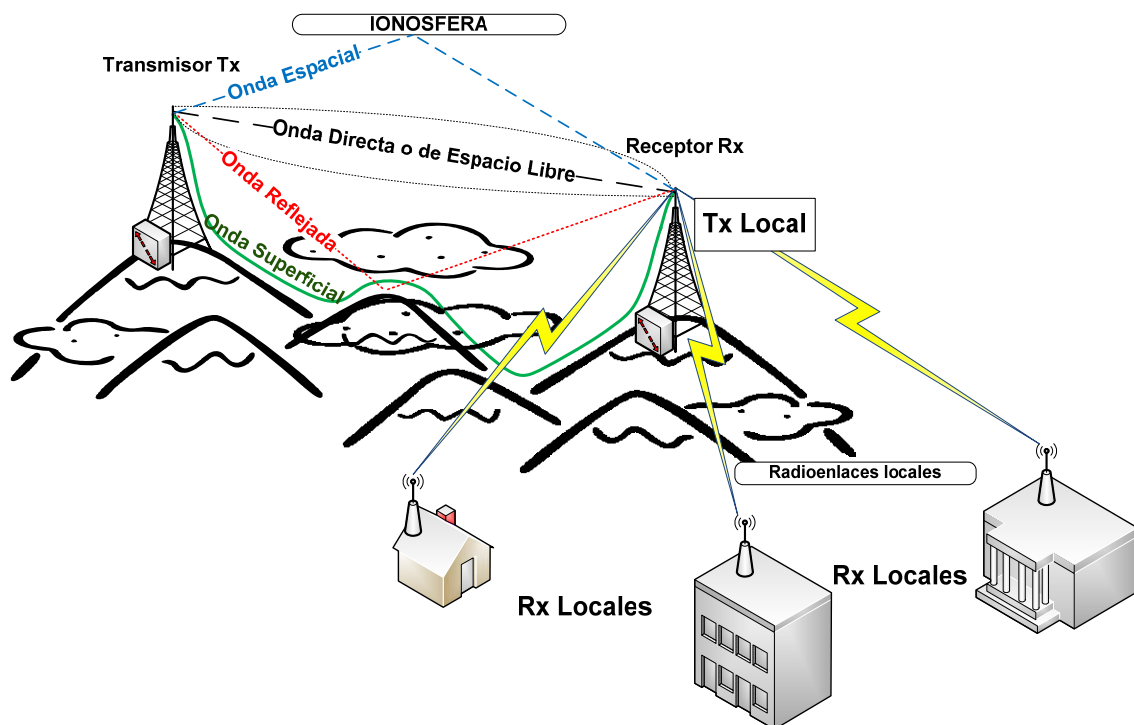


Figura 5.1.- Radio enlace de largo y corto alcance

Como una definición de a qué se denomina un radio enlace, pues se puede decir que es la unión entre dos o más extremos, en los cuales tenemos equipos para telecomunicaciones, interconectándose por medio de ondas electromagnéticas. El radio enlace puede ser de difusión fija (como entre estaciones de radio, televisión, edificios, instituciones, etc.), o de difusión móvil (celulares, radios portátiles, computadoras personales, etc.).

Para nuestro propósito, analizaremos la difusión fija; es un radio enlace con extremos de telecomunicaciones fijos, son sistemas que necesitan estar comunicados entre sí, y para ello se interconectan utilizando puntos fijos, situados en un punto específico e inamovible (estación en una latitud y longitud determinadas), capaces de transmitir y recibir información entre ambos terminales de telecomunicaciones, cumpliendo todas las características de un radio enlace.

El rango del espectro radioeléctrico para este fin, se ubica entre los 30 KHz hasta los 300 GHz, y el tipo de enlace establecido, es del tipo dúplex, lo que quiere decir que, se necesitan dos portadoras moduladas para la comunicación, una para transmisión y otra para recepción. La unión de estas dos portadoras moduladas se conoce como el canal del radio enlace.

La división del espectro radioeléctrico para las comunicaciones, están definidas según la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) de la siguiente forma:

Nombre	Abreviatura inglesa	Banda UIT	Frecuencias (Hz)	Longitud de onda
Muy muy baja frecuencia Very Extremely low frequency	VELF		< 3 [Hz]	> 100.000 km
Extra baja frecuencia Extremely low frequency	ELF	1	3-30 [Hz]	100.000–10.000 km
Super baja frecuencia Super low frequency	SLF	2	30-300 [Hz]	10.000–1.000 km
Ultra baja frecuencia Ultra low frequency	ULF	3	300–3.000 [Hz]	1.000–100 km
Muy baja frecuencia Very low frequency	VLF	4	3–30 [KHz]	100–10 km
Baja frecuencia Low frequency	LF	5	30–300 [KHz]	10–1 km

Media frecuencia Medium frequency	MF	6	300–3.000 [KHz]	1 km – 100 m
Alta frecuencia High frequency	HF	7	3–30 [MHz]	100–10 m
Muy alta frecuencia Very high frequency	VHF	8	30–300 [MHz]	10–1 m
Ultra alta frecuencia Ultra high frequency	UHF	9	300–3.000 [MHz]	1 m – 100 mm
Super alta frecuencia Super high frequency	SHF	10	3-30 [GHz]	100–10 mm
Extremely high frequency Extra alta frecuencia	EHF	11	30-300 [GHz]	10–1 mm
Muy muy alta frecuencia Very Extremely high frequency	VEHF	12	> 300 [GHz]	< 1 mm

Tabla 5.1.- División del espectro radioeléctrico según la UIT.³⁰

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía. Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para un correcto funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región.

Para poder calcular las alturas libres, se debe conocer la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

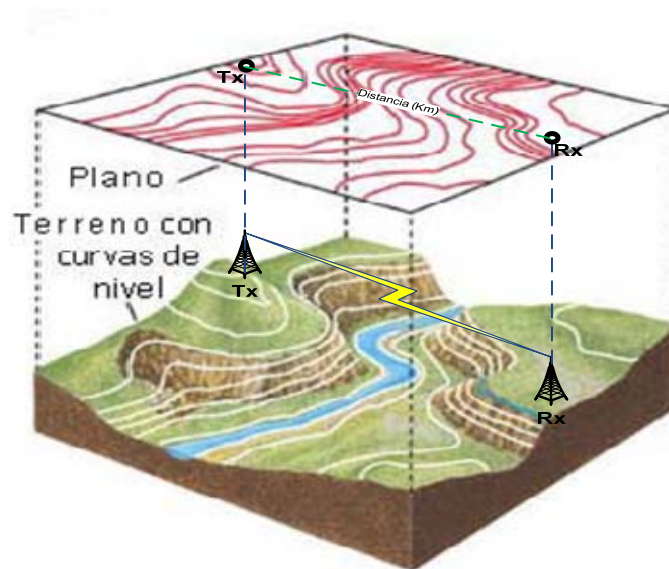


Figura 5.2.- Topografía de terreno en 3D y proyectado en 2D en la parte superior

³⁰ Cuadro tomado desde la página http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagnético

En la figura 5.2, se observa un ejemplo de la topografía del terreno en donde se realizará un Radio Enlace, se observa también la proyección en 2D del terreno en la parte superior de la figura. Tenemos un Transmisor Tx y un Receptor Rx, a una distancia dada en Km y a la frecuencia deseada. También se pueden utilizar cartas topográficas del terreno, esto nos ayudará a determinar distancias y posibles obstáculos en nuestro radio enlace.

Una vez visto el terreno donde se va a implementar el radio enlace, es necesario determinar el perfil del terreno, para ello veremos el ejemplo de un perfil.

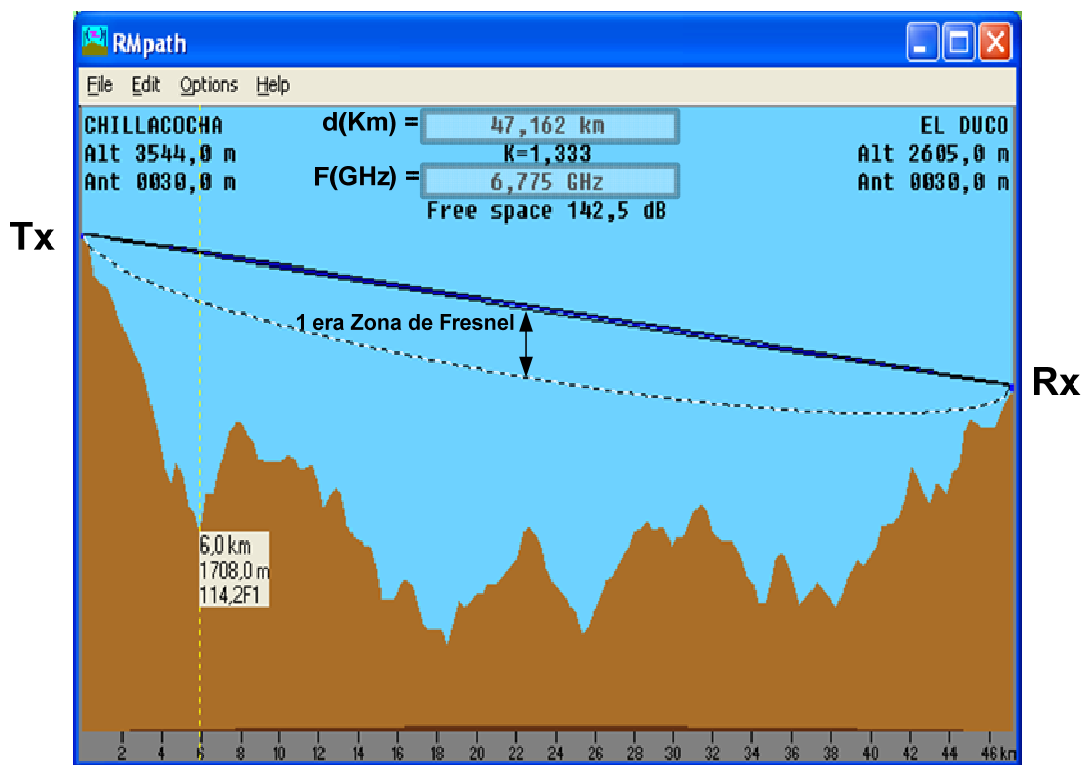


Figura 5.3.- Ejemplo de Perfil de terreno (*captura con Radio Mobile*)

En la figura 5.3, se observa el ejemplo de un perfil de terreno a una distancia y frecuencia determinadas, estos perfiles pueden ser obtenidos con la ayuda de varios programas para Radio Enlaces, de los muchos existentes, para el ejemplo anterior hemos usado el Software *Radio Mobile*, en el cual tenemos datos como las pérdidas en el espacio libre (*free space*) o L_e [dB] y el radio de la 1 era zona de Fresnel, datos muy importantes para cualquier radio enlace. Para obtener este perfil necesitamos cargar

previamente el mapa digital del sector del cual vamos a obtener el perfil, y a continuación, las coordenadas de latitud y longitud de los puntos que se van a enlazar.

A partir de 1 [GHz] las bandas entran dentro del espectro de las microondas. Por encima de 300 [GHz] la absorción de la radiación electromagnética por la atmósfera terrestre es tan alta que la atmósfera se vuelve opaca a ella, hasta que, en los denominados rangos de frecuencia infrarrojos y ópticos, vuelve de nuevo a ser transparente.

Las bandas ELF, SLF, ULF y VLF comparten el espectro de la AF (audiofrecuencia), que se encuentra entre 20 y 20.000 [Hz], aproximadamente. Sin embargo, éstas se tratan de ondas de presión, como el sonido, por lo que se desplazan a la velocidad del sonido sobre un medio material. Mientras que las ondas de radiofrecuencia, al ser ondas electromagnéticas, se desplazan a la velocidad de la luz y sin necesidad de un medio material.

Para un mejor entendimiento de lo mencionado anteriormente, haremos un breve estudio de la onda electromagnética, sus componentes y características; para esto empezaremos con su definición.

Onda Electromagnética:

Las ondas electromagnéticas se dispersan en el espacio al igual que lo hacen las ondas o rizados que se forman en un lago cuando se arroja una piedra en sus aguas. De igual forma sucede en el espacio vacío, las ondas electromagnéticas viajan a una de igual forma, pero a una velocidad cercana a los 300.000 [km/s] (en otras palabras a la velocidad de la luz “C”).

Así como sucede en el agua o el aire, la radiación electromagnética también se atenúa y viaja más lentamente al atravesar materia; a mayor densidad de la materia, menor es su velocidad de propagación.

En realidad, es el vínculo entre la electricidad y el magnetismo el responsable de la luz y todas las demás radiaciones del espectro electromagnético, incluidos los rayos X, las ondas de radio y las microondas.

La radiación electromagnética se produce siempre que en un átomo un electrón salta de una órbita a otra más cercana al núcleo. El vínculo existe porque la radiación electromagnética está formada por energía eléctrica y energía magnética en cantidades casi iguales, y la radiación electromagnética se propaga por el universo como ondas interactivas de campos eléctricos y magnéticos.

De forma gráfica veremos físicamente como es una onda electromagnética, que viaja por el espacio libre y sus componentes y características.

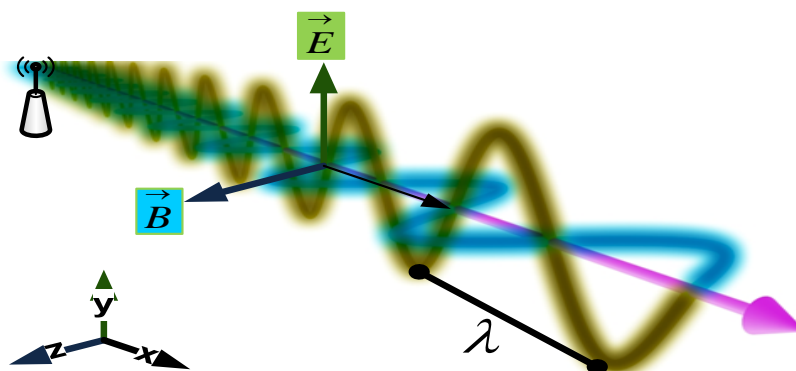


Figura 5.4.- Onda electromagnética

Como se puede observar en la figura 5.4, la onda electromagnética está compuesta por el campo eléctrico en color verde en el *eje y*, y por el campo electromagnético en celeste en el *eje z*, la propagación de esta onda se la conoce como “*radiación electromagnética*” con sus campos que cambian rápidamente. En cada punto, a lo largo de la onda existe un campo magnético y un eléctrico. Cada uno se encuentra en ángulo recto (90°) a la dirección del movimiento de la onda. Generalmente los campos varían en dirección pero siempre permanecen en ángulo recto con respecto a la dirección de la radiación.

Sin embargo, estas componentes tienen otras dos características de definición que pueden ser diferentes. Primero, las dos componentes pueden no tener la misma

amplitud. Segundo, los dos componentes pueden no tener la misma fase, es decir, pueden no alcanzar sus máximos y mínimos al mismo tiempo.

A lo largo de la onda cada campo sube y baja en potencia. La distancia entre una cresta y la próxima, tanto en el campo eléctrico como magnético, se conoce como “longitud de onda”, y su simbología es la letra griega “lamda” λ . El número de crestas que pasan en un segundo, se denomina “frecuencia a la onda” f , la cual se mide en Hertzios (Hz) o ciclos por segundo.

Se puede conocer la frecuencia de oscilación de la onda, aplicando la fórmula de la velocidad de la onda electromagnética en el espacio vacío, conociendo la longitud de onda λ :

$$c = \lambda \cdot f = 300\,000\,000 \left[\frac{m}{s} \right] = 3 \times 10^8 \left[\frac{m}{s} \right] \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Donde: c .- es la velocidad de la luz expresada en $\left[\frac{m}{s} \right]$

λ .- es la longitud de la onda expresada en $[m]$

f .- es la frecuencia de la onda expresada en $[Hz]$,

$$\Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \left[\frac{\frac{m}{s}}{m} \right] \quad \text{Simplificando tenemos: } \left[\frac{m}{s}, \frac{1}{m} \right] \rightarrow \left[\frac{1}{s} \right] \rightarrow [Hz]$$

$$\therefore f[Hz] = \frac{c}{\lambda}$$

(Ec. 5.2)

Polarización de la onda electromagnética:

Es un fenómeno que se puede producir en las ondas electromagnéticas, antes vistas, ondas de radio, de luz, etc., por el cual el campo eléctrico oscila sólo en un plano determinado, denominado plano de polarización.

Habitualmente se decide por convenio que, para el estudio de la polarización electromagnética se atiende exclusivamente al campo eléctrico, ignorando el campo magnético, ya que el vector de campo magnético puede obtenerse a partir del vector de campo eléctrico, pues es perpendicular y proporcional a él.

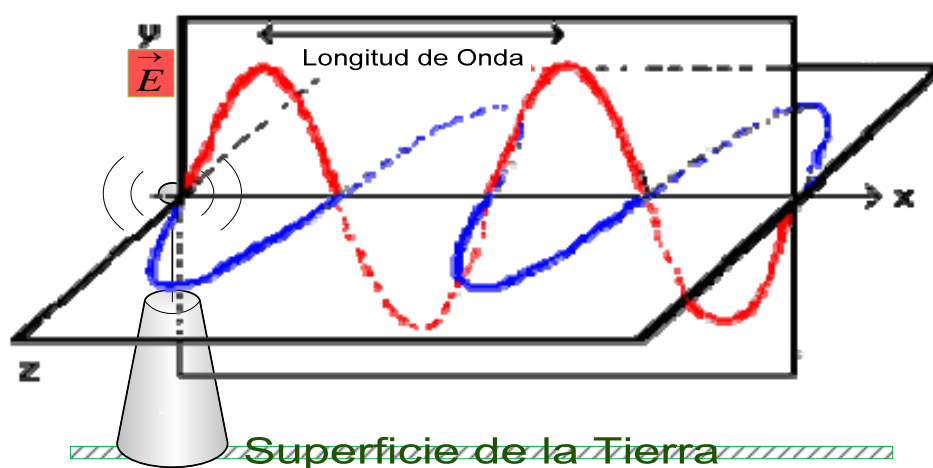


Figura 5.5.- Onda electromagnética polarizada verticalmente.

La polarización.- en las ondas electromagnéticas está definida por el vector de *campo eléctrico*. Si este vector forma un ángulo constante con el horizonte, se dice que las ondas están *linealmente polarizadas*.

- Cuando una onda linealmente polarizada y tiene su vector de *campo eléctrico* paralelo a la superficie de la Tierra trata de una *polarización horizontal*.
- Cuando, por el contrario, la polarización se produce en un plano perpendicular al horizonte decimos que se trata de *polarización vertical*.

La polarización lineal se produce cuando ambas componentes están en fase (con un ángulo de desfase nulo, cuando ambas componentes alcanzan sus máximos y mínimos simultáneamente) o en contrafase (con un ángulo de desfase de 180° , cuando cada una de las componentes alcanza sus máximos y la otra alcanza sus mínimos). La relación entre las amplitudes de ambas componentes determina la dirección de la oscilación, que es la dirección de la polarización lineal.

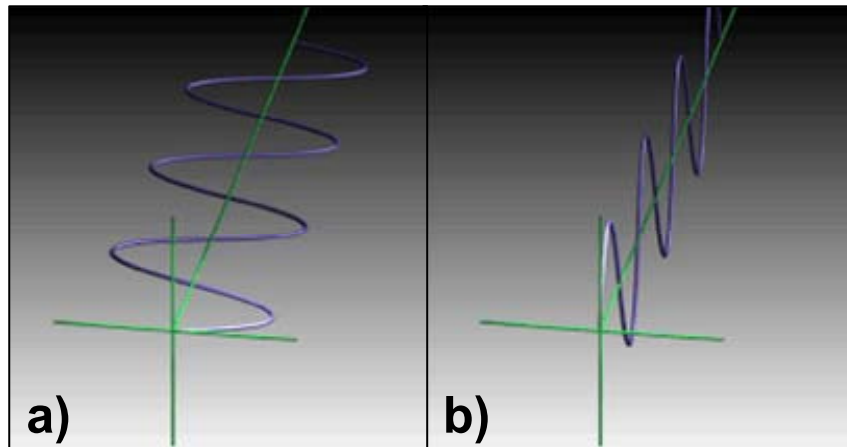


Figura 5.6.- Polarización lineal, onda del campo eléctrico \vec{E} .

a) Polarización horizontal; b) polarización vertical

Como se observa en la figura 5.6, tenemos dos ondas electromagnéticas polarizadas horizontal y verticalmente en *a* y *b* respectivamente, como lo mencionamos anteriormente, esta polarización está definida por el vector del campo eléctrico \vec{E} .

Las ondas también pueden estar circularmente polarizadas si el vector eléctrico rota alrededor de la dirección de propagación de la onda. La rotación puede ser dextrógira, cuando para un observador que mira la onda en el sentido de la propagación, ésta rota en el sentido de las agujas del reloj, o levógira, cuando el mismo observador ve la onda girando en sentido contrario a las agujas del reloj.

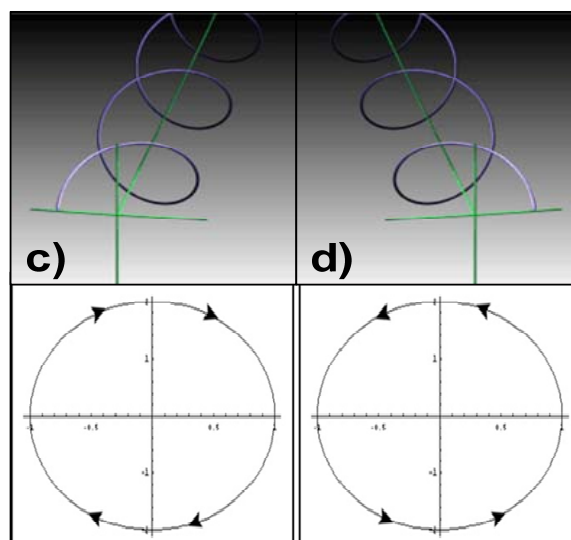


Figura 5.7.- Polarización circular, onda del campo eléctrico \vec{E} .

c) Polarización *levógira*; d) polarización *dextrógira*

Como se observa en la figura 5.7, es posible que tengamos dos tipos de polarización, y se puede conocer según el movimiento angular del campo eléctrico a lo largo de la trayectoria, en la figura *c* se observa el giro en sentido horario, se trata de polarización elíptica *dextrógira* ó helicidad negativa. Y en la figura *d*, la propagación es en sentido anti-horario, por lo que se trata de polarización elíptica *levógira* ó helicidad positiva.

También hay la posibilidad de un tercer tipo de polarización, y es de tipo elíptico, en cuyo caso aplicaremos las mismas polarizaciones mencionadas anteriormente, pero lo que cambia es el desfase que existe entre el campo eléctrico y el campo magnético diferente a $\pi/2$ o un múltiplo de este.

Las ondas de radio procedentes de fuentes extraterrestres puede estar polarizada lineal o circularmente o incluso puede ser una mezcla de ambas. Las propiedades de polarización de las ondas electromagnéticas proporcionan información complementaria sobre los procesos físicos que tienen lugar en la fuente de radiación.

Visto qué es la onda electromagnética, es necesario determinar que es el espectro radioeléctrico producido por estas ondas.

Espectro Radioeléctrico:

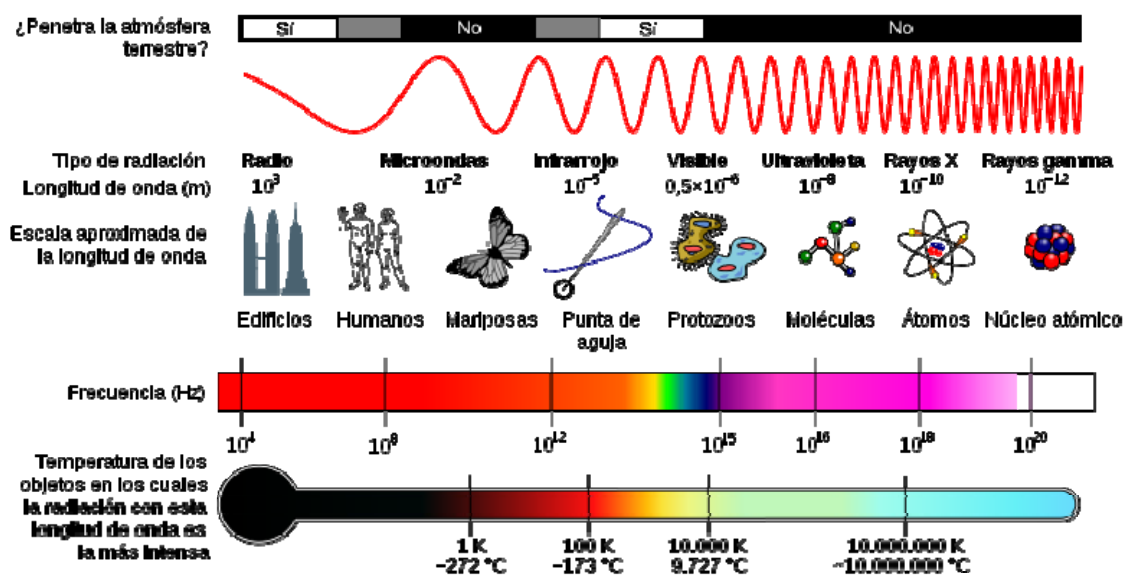
La radiación electromagnética, se origina por las ondas electromagnéticas y está formada por energía eléctrica y energía magnética en cantidades casi iguales, y la radiación electromagnética se propaga por el universo como ondas interactivas de campos eléctricos y magnéticos.

Mientras más grande sea el salto de un electrón al cambiar de órbita, más energía estará contenida en la radiación electromagnética resultante, y mucho más corta será su longitud de onda.

Si se captura y se compara de cualquier punto del espectro electromagnético, las únicas diferencias observables se darán en la longitud de onda, la frecuencia y la energía. Estas diferencias varían los efectos que tienen las Ondas. Los rayos X, por ejemplo, de corta longitud de onda y alta energía, pueden penetrar nuestros cuerpos. Mientras que la luz visible, de larga longitud de onda y baja energía, no puede hacerlo.

Cada longitud de onda de una radiación puede transportar cierta cantidad de energía, llamada quantum. La radiación electromagnética se describe entonces en término de “paquetes” de energía o partículas. Las partículas de radiación se conocen como fotones; mientras más corta sea la longitud de onda, mayor será la energía de un fotón.

Como vimos en la tabla 5.1, es la división y clasificación del espectro radioeléctrico según la UIT, pero a continuación veremos de forma gráfica, la división del espectro electromagnético de las ondas electromagnéticas.



31

Figura 5.8.- Espectro electromagnético

³¹ Imagen tomada de:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b3/EM_Spectrum_Properties_es.svg/700px-EM_Spectrum_Properties_es.svg.png

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio. Se cree que el límite para la longitud de onda más pequeña posible es la longitud de Planck, mientras que el límite máximo sería el tamaño del Universo, aunque formalmente el espectro electromagnético es infinito y continuo.

Como se puede observar en la figura 5.8, la frecuencia es inversamente proporcional a la longitud de onda y directamente proporcional a la energía de la onda, y por consiguiente aumenta su temperatura.

A continuación veremos las bandas del espectro electromagnético. Para su estudio, el espectro electromagnético se divide en segmentos o bandas, aunque esta división es inexacta. Existen ondas que tienen una frecuencia, pero varios usos, por lo que algunas frecuencias pueden quedar en ocasiones incluidas en dos rangos.

Banda	Longitud de onda(m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	< 10 pm	> 30,0 [EHz]	> $20 \cdot 10^{-15}$ J
Rayos X	< 10 nm	> 30,0 [PHz]	> $20 \cdot 10^{-18}$ J
Ultravioleta extremo	< 200 nm	> 1,5 [PHz]	> $993 \cdot 10^{-21}$ J
Ultravioleta cercano	< 380 nm	> 789 [THz]	> $523 \cdot 10^{-21}$ J
Luz Visible	< 780 nm	> 384 [THz]	> $255 \cdot 10^{-21}$ J
Infrarrojo cercano	< 2,5 μ m	> 120 [THz]	> $79 \cdot 10^{-21}$ J
Infrarrojo medio	< 50 μ m	> 6,00 [THz]	> $4 \cdot 10^{-21}$ J
Infrarrojo lejano/sub milimétrico	< 1 mm	> 300 [GHz]	> $200 \cdot 10^{-24}$ J
Microondas	< 30 cm	> 1 [GHz]	> $2 \cdot 10^{-24}$ J
Ultra Alta Frecuencia - Radio	< 1 m	> 300 [MHz]	> $19.8 \cdot 10^{-26}$ J
Muy Alta Frecuencia - Radio	< 10 m	> 30 [MHz]	> $19.8 \cdot 10^{-28}$ J
Onda Corta - Radio	< 180 m	> 1,7 [MHz]	> $11.22 \cdot 10^{-28}$ J
Onda Media - Radio	< 650 m	> 650 [KHz]	> $42.9 \cdot 10^{-29}$ J
Onda Larga - Radio	< 10 km	> 30 [KHz]	> $19.8 \cdot 10^{-30}$ J
Muy Baja Frecuencia - Radio	> 10 km	< 30 [KHz]	< $19.8 \cdot 10^{-30}$ J

Tabla 5.2.- cuadro de la división del espectro radioeléctrico³²

³² Cuadro tomado de: http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagnético

ONDAS DE RADIO.

Son las más usadas, pero tienen apenas un rango de ancho de banda entre 3 [KHz] y los 300 [GHz], son poco precisas y solo son usados por determinadas redes de datos o los infrarrojos.

MICROONDAS TERRESTRES.

Se denomina microondas a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente de entre 300 [MHz] y 300 [GHz], que supone un período de oscilación de 3 ns (3×10^{-9} [s]) a 3ps (3×10^{-12} [s]) y una longitud de onda en el rango de 1 m a 1 mm. Otras definiciones, por ejemplo las de los estándares IEC60050 y IEEE 100 sitúan su rango de frecuencias entre 1 [GHz] y 300 [GHz], es decir, longitudes de onda de entre 1 centímetro a 100 micrometros (3×10^{-6} m).

El rango de las microondas está incluido en las bandas de radiofrecuencia, concretamente en:

- UHF (ultra-high frequency “ultra alta frecuencia” desde los 0.3 a 3 [GHz])
- SHF (super-high frequency, “super alta frecuencia” desde los 3 a 30 [GHz])
- Y EHF (extremely high frequency, “extremadamente alta frecuencia desde los 30 a 300 [GHz])

Otras bandas de radiofrecuencia incluyen ondas de menor frecuencia y mayor longitud de onda que las microondas. Las microondas de mayor frecuencia y menor longitud de onda (en el orden de milímetros) se denominan ondas milimétricas, radiación terahercio o rayos T.

Para el rango de las microondas, existe otra sub-clasificación, una de la Unión Europea (UE), o estándar europeo y otro de Norteamérica, Estado Unidos (EEUU) o estándar americano, en Ecuador y toda Latinoamérica estamos sujetos al estándar americano.

Banda		Rango de frecuencia	Origen del nombre,
UIT	EEUU		
UHF	Banda I	hasta 0,2 GHz	
UHF	Banda G	0,2 a 0,25 GHz	
UHF	Banda P	0,25 a 0,5 GHz	Previous , dado que los primeros radares del Reino Unido utilizaron esta banda, pero luego pasaron a frecuencias más altas
UHF	Banda L /LW	0,5 a 1,5 GHz	Long wave (Onda larga)
UHF/SHF	Banda S/SW	2 a 4 GHz	Short wave (Onda corta)
SHF	Banda C	4 a 8 GHz	Compromiso entre S y X
SHF	Banda X	8 a 12 GHz	Usada en la II Guerra Mundial por los sistemas de control de fuego, X de cruz (como la cruz de la retícula de puntería)
SHF	Banda Ku	12 a 18 GHz	Kurz-unten (bajo la corta)
SHF	Banda K	18 a 26 GHz	Alemán Kurz (corta)
SHF/EHF	Banda Ka	26 a 40 GHz	Kurz-above (sobre la corta)
EHF	Banda V	40 a 75 GHz	Very high frequency (Muy alta frecuencia)
EHF	Banda W	75 a 111 GHz	W sigue a V en el alfabeto

Tabla 5.3.- Banda de frecuencias para las microondas según Estados Unidos³³

Los sistemas de microondas terrestres han abierto una puerta a los problemas de transmisión de datos, sin importar cuales sean, aunque sus aplicaciones no estén restringidas a este campo solamente. Las microondas están definidas como un tipo de onda electromagnética situada en el intervalo del milímetro al metro y cuya propagación puede efectuarse por el interior de tubos metálicos. Es en sí una onda de corta longitud.

Tiene como características que su ancho de banda varía entre 300 a 3.000 [MHz], aunque con algunos canales de banda superior, entre 3.5 [GHz] y 26 [GHz], es usado como enlace entre una empresa y un centro que funcione como centro de conmutación del operador, o como un enlace entre redes LAN.

Para la comunicación de microondas terrestres se deben usar antenas parabólicas, las cuales deben estar alineadas o tener visión directa entre ellas, además entre mayor sea la altura mayor el alcance, sus problemas se dan pérdidas de datos por atenuación e interferencias, y es muy sensible a las malas condiciones atmosféricas.

³³ Cuadro tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Microondas>

En telecomunicaciones, las microondas son usadas en radiodifusión, ya que estas pasan fácilmente a través de la atmósfera con menos interferencia que otras longitudes de onda mayores. También hay más ancho de banda en el espectro de microondas que en el resto del espectro de radio. Usualmente, las microondas son usadas en programas informativos de televisión para transmitir una señal desde una localización remota a una estación de televisión mediante una camioneta especialmente equipada. Protocolos inalámbricos LAN, tales como Bluetooth y las especificaciones de WiFi de los estándares IEEE 802.11g y b también usan microondas en la banda ISM, aunque la especificación 802.11a usa una banda ISM en el rango de los 5 [GHz] La televisión por cable y el acceso a Internet vía cable coaxial usan algunas de las más bajas frecuencias de microondas. Algunas redes de telefonía celular también usan bajas frecuencias de microondas.

SATELITES.

Conocidas como microondas por satélite, está basado en la comunicación llevada a cabo a través de estos dispositivos, los cuales después de ser lanzados de la tierra y ubicarse en la órbita terrestre siguiendo las leyes descubiertas por Kepler, realizan la transmisión de todo tipo de datos, imágenes, etc., según el fin con que se han creado. Las microondas por satélite manejan un ancho de banda entre los 3 y los 30 GHz, y son usados para sistemas de televisión, transmisión telefónica a larga distancia y punto a punto y redes privadas punto a punto.

Las microondas por satélite, o mejor, el satélite en si no procesan información sino que actúa como un repetidor-amplificador y puede cubrir un amplio espacio de espectro terrestre

5.1.1 Modelo de propagación de las ondas radio eléctricas

El modelo de propagación para una onda electromagnética, se da a lugar con la necesidad de modelar el comportamiento de dichas ondas en el espacio libre, este modelo nos ayudará a realizar un análisis matemático del enlace antes de ponerlo en funcionamiento práctico.

Los enlaces que se pueden presentar en la unión de un equipo transmisor con un equipo receptor, puede tener muchas variaciones y según estas variaciones, cambiará la dificultad de dicho enlace; podemos partir desde un sencillo enlace punto – punto con línea de vista, hasta múltiples enlaces con obstáculos múltiples como edificios, montañas o árboles que se interpondrán en nuestro enlace.

El modelado para un enlace, es una de las partes más complicadas del diseño para el sistema de telecomunicación, en ocasiones, no es posible determinar un modelo que cumpla con nuestras expectativas y necesidades, por lo cual se recurre a una estadística del enlace, realizando mediciones en la zona, con un equipo y frecuencia específico.

Los modelos estudian la onda que viaja desde un transmisor (TX), hasta un receptor (RX), a una determinada distancia, para obtener datos de cobertura, absorción a determinada frecuencia y principalmente conocer la potencia requerida y variaciones de la misma, para dicha señal, en la trayectoria deseada.

La característica de los modelos, es que son un conjunto de expresiones matemáticas, diagramas y algoritmos, capaces de representar total o parcialmente las características del canal de radio en determinados sectores; existen dos grupos para estos modelos de propagación:

- Modelos que predicen la potencia del enlace para cualquier distancia, entre el transmisor y el receptor, conocidos como modelos de propagación de “Large-Scale” (en español, “Larga Escala”) y son usados para el cálculo de áreas de cobertura para los enlaces de sistemas de radio.
- Y modelos que predicen los cambios rápidos en la intensidad de la señal recibida en distancias pequeñas para algunas frecuencias, conocidas como modelos “Small-Scale” (en español, “Pequeña Escala”) y son usadas para ver la atenuación de la señal en distancias cortas.

Para la correcta implementación del sistema se requiere revisar un modelo que interprete la mayor cantidad de variables posibles, y así obtener una configuración más

real del enlace. Los modelos seleccionados, son los más usados en la predicción de alcances máximos en redes inalámbricas para ambientes urbanos, y a frecuencias mayores a los 2000 [MHz], (para enlaces WiFi IEEE802.11 b/g en adelante). Y este espectro es el nos interesa para nuestro propósito.

Para cada modelo, hay un entorno, y de estos entornos surgen diferentes problemas para la propagación de las ondas electromagnéticas, para nuestro caso, veremos la clasificación de los entornos para ambientes urbanos, estos son:

- Zona urbana
- Zona sub-urbana
- Zona residencial
- Y zona rural.

Los modelos para estas zonas, se escogen según varios factores (variables de las ecuaciones), tales como:

- La altitud de las edificaciones
- La densidad de las edificaciones
- El volumen promedio de las edificaciones
- Y otras variables que dependerán de cada modelo.

A continuación veremos la clasificación de los entornos urbanos que existen según la norma ITU-R P1411-3³⁴, el cual define las zonas de propagación para las ondas electromagnéticas:

³⁴ Recomendación ITU-R: P1411. Datos de propagación y métodos de predicción para la planificación de los sistemas de radiocomunicaciones de exteriores de corto alcance y redes de radiocomunicaciones de área local en la gama de frecuencias de 300 MHz a 100 GHz

Entornos de funcionamiento físico - Degradaciones de la propagación	
Entorno	Descripción y degradaciones de la propagación significativas
Urbano de construcción alta	<ul style="list-style-type: none"> - Valle urbano, caracterizado por avenidas con edificios altos de varios pisos - La altura de los edificios reduce la probabilidad de una contribución significativa de la propagación que pasa por encima de los tejados - Las hileras de edificios altos hacen posible la existencia de largos retardos de trayecto - El gran número de vehículos en movimiento en la zona actúa como reflector, lo que añade una deriva Doppler a las ondas reflejadas
Urbano y suburbano de construcción baja	<ul style="list-style-type: none"> - Típicamente amplias avenidas - Las alturas de los edificios suelen ser inferiores a tres pisos, lo que hace probable la difracción por los tejados - Pueden producirse en ocasiones reflexiones y ensombrecimientos producidos por los vehículos en movimiento - Los efectos principales son: retardos grandes y pequeñas derivas Doppler
Zona residencial	<ul style="list-style-type: none"> - Construcciones de uno y dos pisos - Las calles suelen ser de doble dirección con vehículos estacionados a ambos lados - Es posible que haya vegetación densa a ligera - Tráfico motorizado generalmente ligero
Zona Rural	<ul style="list-style-type: none"> - Pequeñas casas rodeadas de amplios jardines - Influencia de la altura del terreno (topografía) - Posibilidad de vegetación densa a ligera - Tráfico motorizado ocasionalmente elevado

Tabla 5.4.- Recomendación ITU-R P1411-3, zonas para la propagación de OE

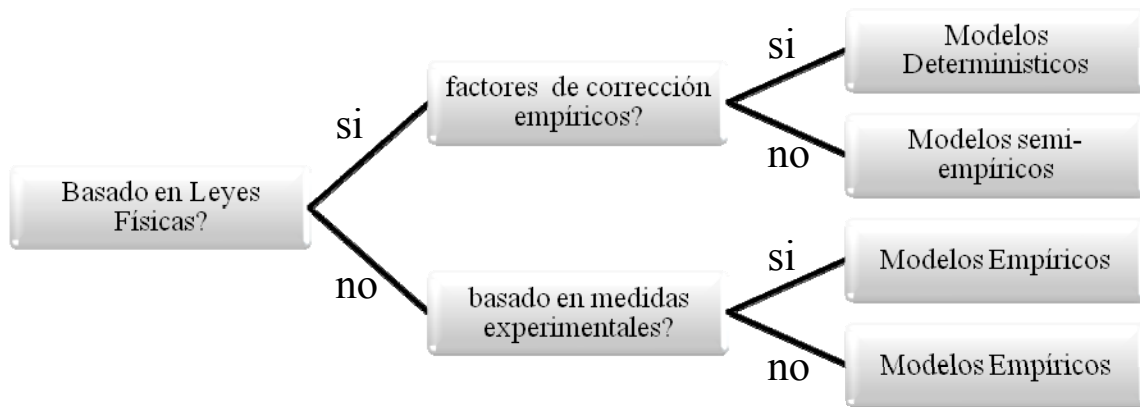
Una vez definido el tipo de zona en el cual vamos a trabajar, es necesario enfocarnos en el tamaño de cobertura que tendrá nuestro enlace, para ello veremos la clasificación del tipo de célula, según el tamaño de la zona que se requiere cubrir para montar este enlace.

Definición de tipos de célula		
Tipo de célula	Radio de la célula	Posición típica de la antena de la estación de base
Pequeña macrocélula	0,5 a 3 km	Exteriores; montada por encima del nivel medio de los tejados; las alturas de algunos edificios circundantes pueden ser superiores a la de la antena de la estación de base
Microcélula	100 a 500 m	Exteriores; montada por debajo del nivel medio de los tejados
Picocélula	Hasta 100 m	Interiores o exteriores (montada por debajo del nivel máximo de los tejados)

Tabla 5.5.- Descripción del tipo de célula (o celda) y su tamaño de cobertura.

5.1.2 Clasificación de los modelos de propagación:

Profundizando en los modelos para los diferentes tipos de enlaces, veremos de manera general como están divididos los modelos de propagación:



Ahora describiremos de qué se trata cada modelo de propagación según el cuadro anterior:

Modelos determinísticos o teóricos.- son modelos que dan un tratamiento puramente físico a la descripción de los fenómenos implicados en la radio propagación. Son muy apropiados en los casos en que la planeación de las redes requieren un gran nivel de aproximación. Además de proveer un análisis de banda ancha y banda angosta, incluyen un análisis de delay-spread y angular-spread, los cuales son muy útiles en el diseño de modernos sistemas digitales inalámbricos que incluyen antenas inteligentes. Sin embargo, para llevar a cabo la predicción a través de éste tipos de modelos, se debe contar con extensa bases de datos para escenarios específicos, como por ejemplo bases de datos topográficas y constantes de materiales; pueden ser aplicados a los diferentes entornos sin que ello afecte su exactitud.

Entre los principales tipos de sub-modelos determinísticos tenemos:

Modelado de los fenómenos de propagación y sus efectos, entre los cuales se realiza un estudio de:

- a) Métodos de onda completa, muy utilizados para bajas frecuencias, para ello se tienen herramientas como ecuaciones integrales y ecuaciones diferenciales; y
- b) Métodos asintóticos que son usados para altas frecuencias, en el cual se tienen dos modelos de estudio, el método de físicos ópticos y el método de físicos geométricos.

Modelos empíricos o estadísticos.- Están basados en mediciones o muestras y por tanto, su precisión no depende solamente de la exactitud de las mediciones, sino también de la semejanza e influencia entre el medio analizado y el contexto donde se llevan a cabo las mediciones, aunque éstas puedan ser reconocidas por separado. Su eficiencia computacional es generalmente satisfactoria. Las características del canal son deducidas a partir de los datos de muestreos obtenidos en campañas de medidas. Para este modelado tenemos variaciones que son a pequeña escala, gran escala y pérdidas por trayectoria (path loss).

Para la realización de este modelado, tenemos otros sub-modelados como:

- a) Modelado de Pan Loss, y dentro de este tenemos otros modelos, como son: los modelos Pan-Loss para micro-células (o micro-celdas) urbanas (outdoor) con frecuencias de alrededor 2 GHz, siendo esta frecuencia la banda de los sistemas UMTS, los modelos Pan-Loss para entornos indoor, para sistemas LAN inalámbricos y finalmente el modelado de propagación dentro de edificios.
 - b) Modelado de desvanecimiento a gran escala, o en inglés “Large scale fading”, en el cual se estudian las variaciones de amplitud promedio y la potencia promedio de la señal recibida, para los cuales tenemos otros modelados como en modelado de banda angosta o (Narrowband modelling), modelado en banda ancha (Wideband modelling).
 - c) Modelado de desvanecimiento a pequeña escala, o en inglés “Large scale fading”, en el cual se estudian las variaciones rápidas de amplitud en la señal, en el caso de tener una estación móvil en una distancia corta, y se tienen los mismos sub-modelados que es desvanecimiento a gran escala, y
-

son modelado de banda angosta o (Narrowband modelling) y modelado en banda ancha (Wideband modelling).

Los modelos semi-empíricos, mixtos o híbrido.- Se basan en una combinación de los modelos determinísticos y empíricos, que da lugar a una variedad de combinaciones.

Aunque los modelos determinísticos describen de manera muy efectiva los mecanismos de propagación, en la mayoría de los casos existen ciertos tipos de entornos que poseen características tan complejas que surge la necesidad de concatenar los procedimientos teóricos con los datos muestreados tomados directamente del entorno para lograr de alguna manera aproximar la predicción.

Los modelos semi-determinísticos son elegidos cuando el diseño de la interfaz de radio de un sistema de comunicación móvil y la elección de los parámetros del enlace para el uso de entornos outdoors o indoors, requieren de una completa descripción de los campos electromagnéticos.

En un escenario de microcélula outdoor, los modelos semi-determinísticos consideran entre otras cosas, la dispersión debido a los árboles ubicados en las cercanías de las calles.

Y en los escenarios picocélulas indoor, una completa descripción de los campos electromagnéticos es difícil de obtener, debido a que a menudo las propiedades del entorno no son bien definidas o no siempre están disponibles.

Sobre éste tema hay una gran cantidad de literatura disponible, algunos métodos que describen totalmente los campos electromagnéticos en un cuarto, así como el ray-tracing³⁵ (o trazado de rayos), y los métodos de onda completa.

³⁵ Paper publicado por: Reinaldo A. Valenzuela, "Ray Tracing Prediction of Indoor Radio Propagation". AT&T Bell Laboratories.

Es posible hacer otras clasificaciones, según el ambiente interior - exterior, o según la dimensión del entorno de propagación, que vendrían a ser unas subclasificaciones.

Descripción de los principales modelos de propagación

A continuación se listan algunos de los modelos empíricos, semi-empíricos y teóricos utilizados en la propagación de Macro Celdas. Se puede apreciar que existe una gran variedad de modelos y sólo se revisarán los más utilizados. La antena de la estación base se sitúa por debajo o por encima de los tejados de los edificios, en los cuales las pérdidas de propagación están determinadas principalmente por la difracción y la dispersión en los techos de las edificaciones cercanas al móvil.

Modelos Empíricos.

Rec 529 (Recomendación de la UIT).

Modelo Hata.

Hata Modificado.

Modelo COST 231 Hata.

El Modelo Ibrahim y Parsons – The London Model.

Predicciones de propagación de Young.

Modelo de Allsebrook.

Modelo McGeehan y Griffiths.

Modelo Atefi y Parsons.

El Modelo Lee.

Modelos Determinísticos y Semi-Empíricos.

Modelo Flat Edge.

Modelo Walfisch-Bertoni.

COST 231 Walfisch-Ikegami.

Modelo Sakagami-Kubai.

Modelo para Macro Celdas MBX.

Modelo Ikegami.

Modelo dos rayos (trazado de rayos)

Modelos para Micro Celdas

Hoy en día este tipo de modelos a tomado gran importancia debido a la gran concentración de usuarios en los centros urbanos, haciendo importante el desarrollo de buenos modelos que permitan predecir en una mejor forma la cobertura de cada celda. Los modelos empíricos son más bien escasos y generalmente se realizan mediciones para contrastarlas con las predicciones del modelo.

Algunos de los modelos desarrollados para Micro Celdas son los siguientes:

Modelo Haret.

Modelo MBX para Micro Celdas.

Modelo Lee.

Modelo Harley.

Modelo Uni-Lund.

Modelo COST 231 Walfisch-Ikegami.

Todos los modelos de propagación tienen una alta tolerancia, lo que le resta cierta validez a los resultados entregados por dichos modelos. La forma más efectiva para estimar las distancias de los enlaces es mediante modelos de propagación y luego pruebas en terreno. En resumen, los modelos de propagación son la primera aproximación del resultado real. A continuación se describirán estos modelos indicando las ecuaciones que se ocupan para el análisis. Los modelos que tome en cuenta para cumplir mis objetivos son:

Modelo de Okumura

Es uno de los modelos más usados por ser simple y tener gran exactitud en lo que se refiere a la predicción de pérdidas de la trayectoria para sistemas celulares y sistemas de radio terrestre en ambientes poblados y sistemas móviles Mediciones de las pérdidas

de trayectoria comparado con la predicción presentan errores con una desviación estándar entre los 10 a 14 [dB].

Este modelo es aplicable, para frecuencias en el rango de 150 [MHz] hasta 1920 [MHz], pero es típicamente extrapolado sobre los 3000 MHz, y distancias de 1 a 100 [Km]. Puede ser Marcomun.pdf usado para antenas de estaciones base de altura entre los 30 [m] hasta los 1000 [m]. Okumura desarrollo un conjunto de curvas que entregan:

Con todo esto pudo desarrollar un modelo de las pérdidas del enlace considerando factores de corrección dependiendo del tipo de terreno.

$$L_p (dB) = L_F + A_{mu} (f, d) - G(h_{te}) - G(h_{re}) - G_{area} \quad (\text{Ec. 5.3})$$

Donde:

- L_p : Pérdida por trayectoria en decibeles
- L_F : La atenuación por el espacio libre
- A_{mu} : Atenuación relativa promedio para un área urbana sobre terreno cuasi-plan
- $G(h_{te})$: Ganancia de la altura de la antena de Tx
- $G(h_{re})$: Ganancia de la altura de la antena de Rx
- G_{area} : Ganancia debida al tipo de ambiente

L_p puede ser L_{50} es el valor de las pérdidas medianas de propagación por trayectoria, note que las ganancia de las alturas de las antenas son estrictamente, una función de la altura; no tienen nada que ver con los parámetros de la antena. Okumura encontró que $G(h_{te})$ varía a una tasa de 20 dB/década y $G(h_{re})$ varía a una tasa de 10 dB/década para alturas menores de 3 m.

$$G(h_{te}) = 20 \log \left(\frac{h_{te}}{200} \right) \quad 1000 \text{ m} > h_{te} > 30 \text{ m}$$

$$G(h_{re}) = 10 \log \left(\frac{h_{re}}{3} \right) \quad h_{re} \leq 3 \text{ m}$$

$$G(h_{re}) = 20 \log \left(\frac{h_{re}}{3} \right) \quad 10 \text{ m} > h_{re} > 3 \text{ m}$$

(Ec. 5.4)

Algunos de los parámetros importantes relacionados con el terreno son la altura de la ondulación del terreno (Δh), aislamiento de la altura de montañas, el promedio de inclinación del terreno y parámetros de la combinación tierra-mar. Una vez que se calculan los parámetros relacionados con el terreno es necesario que factores de corrección sean sumados o restados tal como se requiera.

Modelo de Okumura - Hata

Massaharu Hata alteró el modelo de Okumura al realizar correcciones usualmente utilizadas en las radiocomunicaciones móviles como por ejemplo respecto a efectos de ondulación, pendiente y heterogeneidad del terreno, obstáculos, altura de antena receptora, potencia radiada aparente, la orientación de las calles y la densidad de edificación. El método de Okumura es muy minucioso, y en algunos aspectos, subjetivo, pero proporciona resultados bastante acordes a las mediciones, razón por la cual es utilizado por numeroso software de predicción y como método para comparar. Al realizar experimentos en Japón se extrajeron unas curvas que proporcionan valores de intensidad para el medio urbano con diferentes alturas efectivas de antenas, bandas de 150 MHz, 450 MHz y 900 MHz, y una potencia radiada aparente de 1 kw. La altura de la antena de recepción es de 1.5 m, que es el valor típico en aplicaciones móviles.

Hata a desarrollar expresiones numéricas que convergen con las curvas de propagación de Okumura, Hata obtuvo, mediante el análisis de regresión múltiple, una serie de expresiones que proporcionan la **pérdida básica de propagación (L_b)** para ambientes urbanos, suburbanos y rurales. La fórmula fundamental de Hata, que proporciona L_b en un medio urbano y sirve de referencia para los demás entornos de propagación, es la siguiente teniendo en cuenta que es válida únicamente para frecuencias inferiores a 1500 MHz

$$L_{b_{\text{urbano}}} = 69.556 + 26.16 \cdot \log(f) - 13.82 \cdot \log(ht) - a(hm) + (44.9 - 6.55 \cdot \log(ht)) \cdot \log(d)$$

(Ec. 5.5)

Donde:

f : Frecuencia (MHz), en la gama $150 \text{ MHz} \leq f \leq 1500 \text{ [MHz]}$.

ht : Altura efectiva de la antena transmisora (m), en la gama $30 \text{ m} \leq ht \leq 200 \text{ m}$.

hm : Altura sobre el suelo de la antena receptora (m), en la gama $1 \text{ m} \leq hm \leq 10 \text{ m}$.

d : Distancia (km) en la gama $1 \text{ km} \leq d \leq 20 \text{ km}$.

$a(hm)$: Corrección por hm .

La altura efectiva de la antena transmisora es la altura del centro de radiación de la antena sobre el nivel medio evaluado entre dos distancias referidas $d1$ y $d2$, como se indica a continuación. Si d es la distancia de cobertura se tiene:

$$\begin{array}{lll} d1 = d/4 & d2 = d & 1 \text{ km} < d < 8 \text{ km} \\ d1 = 3 & d2 = d & 8 \text{ km} < d \leq 15 \text{ km} \\ d1 = 3 & d2 = 15 & d > 15 \text{ km} \end{array}$$

La formula general de la altura efectiva de la antena es:

$$ht = h0 + c0 - hp$$

(Ec. 5.6)

Donde:

$h0$: la altura sobre el suelo de la antena

$c0$: la cota del terreno al pie del mástil de la antena.

$h0$: altura sobre el suelo.

$a(hm)$: es una corrección para la altura de la antena del móvil

El nivel medio del terreno es:

$$hp = \frac{1}{d2 - d1} \sum_{i=1}^{i=n} Ci$$

(Ec. 5.7)

Donde ci son las alturas respectivas de cada punto donde se toman las muestras y n es el último punto correspondiente a $d2$.

En medios urbanos para ciudades con poco desnivel puede tomarse ht igual a la altura sobre el suelo h_0 . Para una altura hm de 1.5 m, $a(hm)$ es igual a 0. Para otras alturas, $a(hm)$ depende del tipo de ciudad. El error máximo cometido es para frecuencias bajas y alturas superiores a 5 m, donde puede llegar a valer 1 dB.

Realizando un resumen de las ecuaciones par los diferentes ambientes.

- Ciudad media- pequeña

$$a(h_m) = (1,1 \log f - 0,7)h_m - (1,56 \log f - 0,8) \quad (\text{Ec. 5.8})$$

- Ciudad grande

$$\begin{aligned} a(h_m) &= 8,29(\log 1,54h_m)^2 - 1,1 \quad f \leq 200\text{MHz} \\ a(h_m) &= 3,2(\log 11,75h_m)^2 - 4,97 \quad f > 200\text{MHz} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 5.9})$$

- Zona suburbana

$$L_{bs} = L_{bu} - 2 \left[\log \left(\frac{f}{28} \right) \right]^2 - 5,4 \quad (\text{Ec. 5.10})$$

- Zona rural

$$L_{bs} = L_{bu} - 4,78[\log f]^2 + 18,33 \log f - 40,94 \quad (\text{Ec. 5.11})$$

Donde:

$a(h_m)$ factor de corrección esta dado por:

L_{bs} perdida básica de propagación para ambientes suburbanos

L_{bu} perdida básica de propagación para ambientes urbanos

A pesar de que el modelo de Hata no tiene correcciones específicas para distintas rutas, las que si existen para el modelo de Okumura por lo que son muy similares a las para distancias entre el Transmisor y Receptor mayores a 1 km. Es un buen modelo para el desarrollo de sistemas de celdas grandes, pero no es bueno para el desarrollo de sistemas PCS, donde las celdas poseen un radio aproximadamente de 1 km.

Modelo COST-231

La cooperativa Europea para investigación científica y técnica (EURO-COST) desarrollo el modelo COST 231 en el cual extiende el modelo de Hata, hasta el rango de los 2 GHz cubriendo la banda de VHF Y UHF. Existen dos modelos:

WIM (Modelo de Walfish-Ikegami)

Este modelo se ha validado para frecuencias en las bandas de 900 MHz a 1800 MHz, con alturas de la estación móvil de 1 m a 3 m, y para distancias desde 10 m hasta 3km. Este modelo es más complejo y se basa en parámetros como densidad de edificios en ambientes urbanos, altura promedio de los edificios, altura de las antenas, anchura de las calles, separación entre los edificios, dirección de la calle con respecto a la trayectoria directa de la antena transmisora y antena receptora.

Es un modelo híbrido para sistemas celulares PCS de corto alcance, y puede ser utilizado en la banda UHF y SHF. Se utiliza para predicciones en microcélulas para telefonía celular

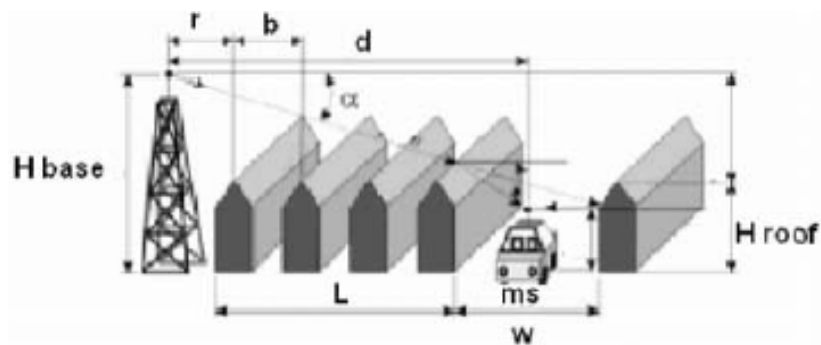


Figura 5.9.- Multitrayectoria De Una Señal Propagada

Donde:

- H_{roof} : altura de antena menor a los edificios
- W : anchura de las calles
- φ : ángulo de esta con respecto a la dirección de propagación
- b : separación entre los edificios

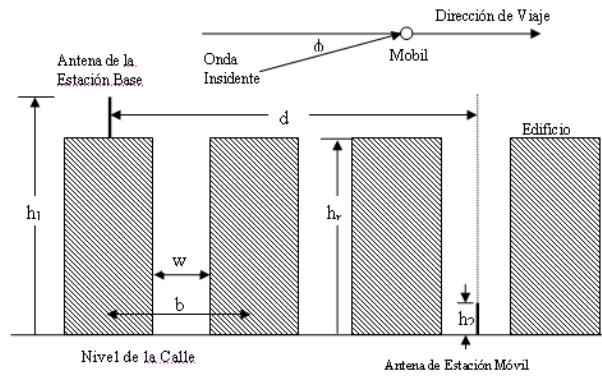


Figura 5.10.- Modelo De Walfish-Ikegami

La atenuación que propone el método consta de tres términos:

Cuando hay líneas de vista en las antenas:

$$L_p = 42.6 + 26 \log(d) + 20 \log(f) \text{ (dB)} \tag{Ec. 5.12}$$

Cuando no hay línea de vista

$$L_b = L_0 + L_{rts} + L_{msd} \text{ (dB)} \tag{Ec. 5.13}$$

$$\tag{Ec. 5.14}$$

Donde:

- L_0 : pérdidas en espacio libre
- L_{rts} : pérdidas por difracción y dispersión del techo a la calle
- L_{msd} : pérdida por difracción multipantalla (cuando se propaga hacia la calle)
- L_{ori} : son las pérdidas debidas a la orientación de la calle

El valor de L_b puede llegar a ser mínimo de L_0 cuándo:

$$L_0 = 32.44 + 20 \log f + 20 \log d \tag{Ec. 5.15}$$

$$L_{rts} = -16.9 - 10 \log W + 10 \log f + 20 \log \Delta h_p + L_{ori} \tag{Ec. 5.16}$$

$$\Delta h_p = h_p - h_m \tag{Ec. 5.17}$$

$$Lori = \begin{cases} -10 + 0.3571\phi & 0 \leq \phi \leq 35^\circ \\ 2.5 + 0.075(\phi - 35) & 35^\circ \leq \phi \leq 55^\circ \\ 4 - 0.114(\phi - 55) & 55^\circ \leq \phi \leq 90^\circ \end{cases}$$

(Ec. 5.18)

El valor de Lori tiene en cuenta el ángulo ϕ entre el rayo directo y el eje de la calle. Si el valor de Lrts es menor que 0, se toma Lrts igual a 0. 4. Las pérdidas multipantalla, que al igual que las anteriores, se hacen 0 cuando son negativas, se obtienen a partir de la siguiente ecuación:

$$Lmsd = Lbsh + Ka + Kb \log d + Kf \log f - 9 \log b$$

(Ec. 5.19)

$$Lbsh = -18 \log(1 + \Delta hb)$$

$$\Delta hb = hb \quad \text{si } \Delta hb < 0, Lbsh = 0$$

$$Ka = \begin{cases} 54 & \Delta h \geq 0 \\ 54 - 0.8\Delta hb & \Delta h < 0 \quad \text{y } d \geq 0.5 \\ 54 - 1.6d(\Delta hb) & \Delta h < 0 \quad \text{y } d < 0.5 \end{cases}$$

$$Kb = \begin{cases} 18 & \Delta h \geq 0 \\ 18 - 15 \frac{\Delta hb}{hp} & \Delta h < 0 \end{cases}$$

Kf para ciudades de tamaño medio y centros suburbanos con densidad moderada de vegetación:

$$Kf = -4 + 0.7 \left(\frac{f}{925} - 1 \right)$$

(Ec. 5.20)

Kf para grandes centros metropolitanos, el valor de Kf es:

$$Kf = -4 + 1.5 \left(\frac{f}{925} - 1 \right)$$

(Ec. 5.21)

En estas ecuaciones, el término Ka representa el incremento de propagación en el caso en que las antenas de las estaciones bases están por debajo de los tejados de los edificios adyacentes y los coeficientes Kb y Kf ajustan la dependencia de la difracción en función de la distancia y de la frecuencia.

Si los datos de los edificios y calles son desconocidos, se recomienda usar los valores siguientes:

Altura de los edificios: $h_p = 3$ por número de pisos.

Separación entre edificios: $20 \text{ m} \leq b \leq 50 \text{ m}$

Ancho de la calle: $W = b/2$

Orientación de la calle con respecto al rayo directo de propagación: $\varphi = 90^\circ$

En cuanto a la exactitud de sus predicciones, puede indicarse que es aceptable cuando h_b es mayor que h_p , ya que aparecen modos de propagación no considerados en el modelo, como son: el efecto de guías de ondas que hacen las calles y la difracción en las esquinas. Asimismo, deben utilizarse con precaución los resultados cuando h_b es menor que h_p , ya que no se ha dispuesto de suficientes mediciones para validarlos.

Por último, los parámetros b , W y φ del modelo no representan un significado físico totalmente claro cuando se trata de micro células; por tanto, el error para este tipo de celdas puede ser considerable.

Modelo de Walfish-Bertoni

Este modelo se aplica a entornos urbanos tiene en cuenta la influencia del conjunto de edificios que se interponen entre el transmisor y el receptor móvil, especialmente donde los edificios tienen una organización en filas, aproximadamente perpendiculares a la dirección de propagación, y para un margen de frecuencias que oscilan entre 300 MHz a 3 GHz. La altura de la antena transmisora debe estar por encima de los edificios, ya que la solución no comprende el caso de que la antena esté por debajo de ellos. La distancia que media entre el transmisor y el móvil debe estar entre los 200 m y 5 km.

El modelo tiene en cuenta que las ondas principales que desde la antena de transmisión (T), llegan al punto (P) en el tejado del edificio próximo al móvil, experimentarán una pérdida por difracción debido a la proximidad entre el rayo TP y los edificios existentes entre T y P . El conjunto de estos edificios se modela con múltiples

pantallas difractoras separadas entre sí a una distancia constante igual a b (separación media entre edificios). Desde P , los rayos principales que alcanzan al receptor son el PR , difractado en P , y el PQR , difractado en P y reflejado en Q .

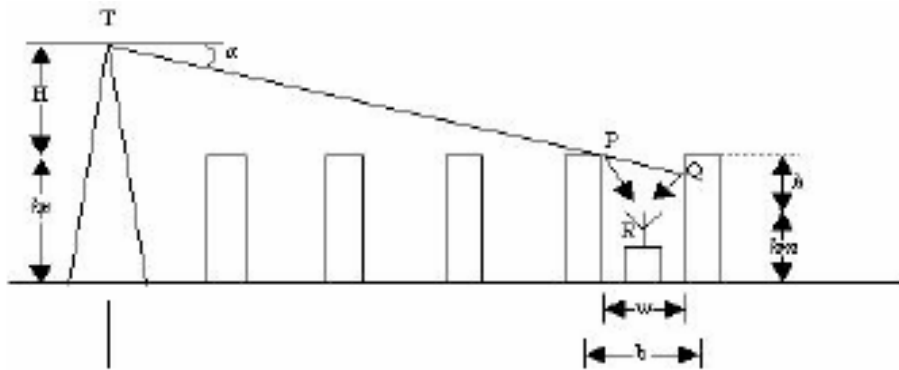


Figura 5.11.- Método De Walfish-Bertoni

Donde:

- H : altura de la antena de la estación base sobre los edificios próximos
- hp : altura media de los edificios
- hm : altura de la antena del móvil
- b : separación entre edificios
- d : distancia entre transmisor y receptor

Este modelo utiliza modelos de difracción y se logra obtener la potencia media que llega al móvil. Este modelo considera el efecto de techos y alturas de edificios. Las pérdidas por trayectoria se representa de la siguiente manera:

$$S = P_o \cdot Q^2 \cdot P_1 \tag{Ec. 5.22}$$

Donde:

- P_o : Pérdidas del espacio libre por antenas isotrópicas $P_o = \left[\frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot R} \right]$
- Q^2 : Atenuación existente a nivel de los techos, a causa del número variable de construcciones que pueda provocar un efecto de shadowing²⁸ para el receptor
- P_{1t} : Pérdidas por difracción. (Tomadas desde el techo hasta el nivel del suelo)

Las pérdidas por trayectoria tendríamos:

$$L_p(\text{dB}) = L_o + L_{rts} + L_{ms} \quad (\text{Ec. 5.23})$$

Donde:

- L_p: Pérdidas por trayectorias en dB
- L_o: Son las pérdidas en el espacio libre
- L_{rts}: Representa las pérdidas por difracción que existen en la señal
- L_{ms}: Es la atenuación que existe a nivel de los techos a causa del número de construcción que pueden generar un efecto de sobra.

El valor de las pérdidas básicas de propagación según este método, es:

$$L = 57.1 + A + \log f + 18 \log d - 18 \log H - 18 \log \left[1 - \frac{d^2}{17H} \right] \quad (\text{Ec. 5.24})$$

El último término tiene en cuenta la curvatura de la tierra, y la influencia de los edificios está contenida en el término [A (dB)], que vale

$$A = 5 \log \left[\left(\frac{b}{2} \right)^2 + (hp - hm)^2 \right] - 9 \log b + 20 \log \left[\tan^{-1} \left(\frac{2(hp - hm)}{b} \right) \right] \quad (\text{Ec. 5.25})$$

La pérdida total se obtendrá sumando a las pérdidas propuestas por el modelo, las pérdidas en espacio libre. Queda finalmente:

$$L = 89.55 + A + 21 \log f + 38 \log d - 18 \log H - 18 \log \left[1 - \frac{d^2}{17H} \right] \quad (\text{Ec. 5.26})$$

Modelo SUI ((Stanford University Interim Models)

La Universidad de Stanford desarrolló hace un par de años un conjunto de modelos de canal para la simulación del fenómeno de multitrayectoria en sistemas

LMDS. Se abreviados como modelo SUI. Son una extensión del trabajo primitivo realizado por AT&T y se presentan en seis escenarios diferentes SUI-1 a SUI-6.

TIPO DE SUI	P	K	TAU	DOPPLER	ANT-CORREC	FNORM
1	[0-15-20]	[4 0 0]	[0 0.4 0.9]	[0.4 0.3 0.5]	0.7	-0.1771
2	[0-12-15]	[2 0 0]	[0 0.4 1.1]	[0.2 0.15 0.25]	0.5	-0.3930
3	[0-5-10]	[1 0 0]	[0 0.4 0.9]	[0.4 0.3 0.5]	0.4	-1.5113
4	[0-4-8]	[0 0 0]	[0 1.5 4]	[0.2 0.15 2.5]	0.3	-1.9218
5	[0-5-10]	[0 0 0]	[0 4 10]	[2.0 1.5 2.5]	0.3	-1.5113
6	[0-10-14]	[0 0 0]	[0 14 20]	[0.4 0.3 0.5]	0.3	-0.5683

Tabla 5.6.- Parámetros Del Canal SUI

El grupo de trabajo del IEEE 802.16 recomienda el uso del modelo SUI para la estimación de cobertura en sistemas Wi-Max. Fue diseñado inicialmente para una frecuencia inferior a los 3.5GHz, pero en la actualidad se ha implementado para otras frecuencias incluyendo un parámetro de corrección para la diferencia en frecuencia.

La pérdida de trayecto se determina con la siguiente ecuación:

$$PL = A + 10y \log_{10} \left[\frac{d}{d_0} \right] + s \tag{Ec. 5.27}$$

$$y = \left(a - b * hb + \frac{c}{hb} \right) \tag{Ec. 5.28}$$

$$A = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d_0}{\lambda} \right), \lambda \text{ dada en metros.} \tag{Ec. 5.29}$$

Altura de la antena de estación base. 10m < hb < 80m

Donde:

- y: es el exponente de path loss.(camino perdido)
- a,b,c: constantes dependientes del tipo de terreno.
- do: es una distancia de referencia escogida

s : efecto de sombra o shadowing, (se asume una distribución normal con desviación estándar entre 8 y 10 [dB])

Se lo clasifica en categorías para proporcionar un método simple más exacto para la estimación de las pérdidas de trayectoria sobre el canal de RF en condiciones de NLOS. El modelo escogido representará una gran gama de las pérdidas de trayecto experimentadas dentro de una comunicación real en la banda de RF Y estos clasifican el terreno en tres tipos, que son:

Tipo A.- Experimenta las mayores pérdidas por propagación, y corresponde a terrenos montañosos con una densidad boscosa moderada o alta.

Tipo B.-Corresponde con el término medio y comprende tanto los terrenos montañosos con una densidad boscosa baja como los terrenos planos con densidad boscosa elevada o moderada.

Tipo C.- Experimenta las menores pérdidas por propagación y corresponde a zonas planas con reducida densidad de árboles.

PARÁMETROS DEL MODELO	CATEGORÍA DEL TERRENO		
	TIPO A (Montañosa Y Densidad De Árboles Alta)	TIPO B (Plana Y Densidad De Árboles Alta)	TIPO C (Plana Y Baja Densidad De Árboles)
a	4.6	4.0	3.6
b (m⁻¹)	0.0075	0.0065	0.0050
c(m)	12.6	17.1	20.0

Tabla 5.7.- Parámetros De La Categoría Del Terreno Para SUI.

Con el uso de estos modelos de canal es posible entonces predecir con mayor exactitud la cobertura. No obstante, existe un inconveniente práctico con los modelos SUI, y está relacionado precisamente con la clasificación de terreno para la cual aplican, pues ninguno de los seis modelos considera zonas urbanas o suburbanas densas que son de hecho donde se esperan los mayores despliegues de infraestructura WiMax.

Modelos De Propagación Para Ambientes Abiertos

Los modelos de propagación de radio Frecuencia surgen por la necesidad de modelar una zona geográfica de terreno irregular para así poder predecir las pérdidas a través del camino hacia el móvil *path loss*, existen una gran cantidad de factores que se deben tener en cuenta como son:

- Un perfil del terreno de la zona o modelar (zona de cobertura)
- Presencia de obstáculo como edificios, árboles etc.

Para este fin a lo largo de la historia muchos científicos han propuesto varios modelos, los cuales apuntan a predecir la potencia de la señal en un punto específico de recepción dentro de un área, pero estos métodos varían en su enfoque complejidad y precisión. En su mayoría estos están basados en la interpretación de mediciones en diversos tipos de área de servicio

Análisis Matemático.

Debemos escoger uno de los métodos nombrados anteriormente ya que serían los más prácticos y compatibles con el software a nuestra disposición y en general para el diseño de la red. De esta manera sí realizamos las pruebas con dos de ellos, tomando en cuenta las condiciones topográficas y necesidades de cada usuario.

- a) El modelo SUI para han sido recomendados por el grupo de trabajo IEEE 802.16e, los métodos
- b) El modelo COST 231, ya que el modelo tiene cierto prestigio en este tipo de cálculos y por ende es el más usado para cálculo de redes móviles.
- c) El modelo propagación para ambientes abiertos.

Estos dos modelos tiene limitaciones en frecuencia (2 y 3 [GHz] respectivamente) para lo cual fueron desarrolladas pero hoy en día se agrega algunas correcciones se puede ampliar de 2 hasta 4 [GHz] por lo que está incluida nuestra frecuencia de 3.5 [GHz]. Vale la pena recordar que los modelos de propagación son la primera

aproximación para la estimación de redes, por ello no es necesario que los resultados sean tan precisos, sino referenciales.

a) El modelo SUI

Se escogió el modelo SUI tipo B ya que se acerca más a las necesidades y las condiciones del lugar ya que a pesar de estar en una zona urbana y no tenemos montañas ni árboles tenemos edificios de altura considerable y sectores planos.

Una vez establecido el tipo de terreno determinamos los datos más relevantes de este tipo como es: $(a= 4.0, b (m^{-1}) = 0.0065, c (m) = 17.1)$. Procedemos a reemplazar los datos de la ecuación que representa a las pérdidas de trayecto.

$$PL = A + 10 y \text{Log}_{10} \left[\frac{d}{d_0} \right] + s \quad (\text{Ec. 5.30})$$

De aquí:

$$y = \left(a - b * hb + \frac{c}{hb} \right) = \left(4,0 - 0,0065 * 80 + \frac{17,1}{80} \right) = 3,69375 \quad (\text{Ec. 5.31})$$

$$A = 20 \text{Log}_{10} \left(\frac{4\pi d_0}{\lambda} \right) = 20 \text{Log}_{10} \left(\frac{4\pi 10}{8.57 \times 10^{-2}} \right) = 23.57 [dB] \quad (\text{Ec. 5.32})$$

$d_0 = 100\text{m}$; escogemos

$d = 4000\text{m}$

$s = 9\text{dB}$ para tipo B

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \left[\frac{m}{s} \right]}{3.5 \times 10^9 [Hz]} = 8.57 \times 10^{-2} m \quad (\text{Ec. 5.33})$$

Uniendo las ecuaciones, obtenemos:

$$PL = 23.57 + 36.9375 * 1.602 + 9 = 91.75\text{dB}$$

(Ec. 5.34)

b) El modelo COST 231 (Modelo de Walfish-Bertoni)

Este modelo es un modelo óptimo para ambientes urbanos donde existe gran densidad de edificios el cual es nuestro caso y gracias a la tecnología WiMax Móvil que

utilizamos trabajamos sin línea de vista (NLOS) por las pérdidas por penetración son relativas a las pérdidas que hay en los alrededores de la edificación, L_1 y L_2 .

Se muestra el caso cuando la antena de la BTS está por sobre la edificación, en este caso el ancho de la calle que está hacia la antena de la BTS, W_1 incide en la ganancia que se obtiene por la altura, ganancia por piso. Se cumple que a medida que W_1 crece la ganancia por altura en los pisos disminuye tal como se mira en la siguiente grafica:

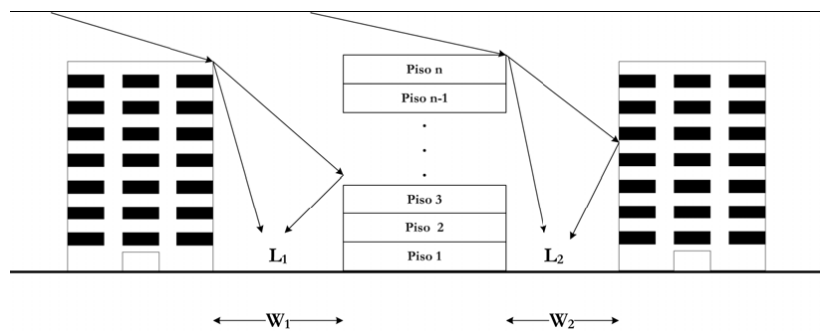


Figura 5.12.- Propagación Sobre La Edificación.

O para el usuario de móviles se observa que L_a y L_b se encuentran conectados como se muestra en la figura 5.13 una altura promedio de 1.5 metros.

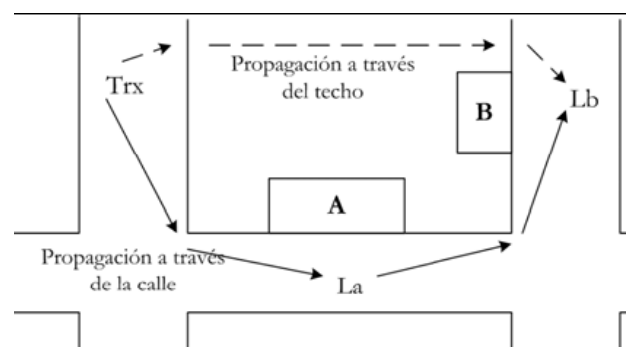


Figura 5.13.- Propagación A Través De Las Calles

La altura de la antena transmisora debe estar por encima de los edificios a una altura de 80 [m] un poco menos de lo que requiere el caso pero los resultados si es idóneo el valor de las pérdidas básicas de propagación según este método, es:

$$PL = 89.55 + A + 21\log f + 38\log d - 18\log H - 18\log \left[1 - \frac{d^2}{17H} \right]$$

(Ec. 5.35)

$$A = 5 \log \left[\left(\frac{b}{2} \right)^2 + (hp - hm)^2 \right] - 9 \log b + 20 \log \left[\tan^{-1} \left(\frac{2(hp - hm)}{b} \right) \right] =$$

$$A = 5 \log \left[\left(\frac{0.30}{2} \right)^2 + (75 - 40)^2 \right] - 9 \log 0.30 + 20 \log \left[\tan^{-1} \left(\frac{2(75 - 40)}{0.30} \right) \right] =$$

$$15.44 + 4.705 + 3.89866 = \mathbf{24.043 \text{ dB}}$$

$H = 80\text{m}$ altura de la antena de la estación base sobre los edificios próximos

$H_p = 75\text{m}$ altura media de los edificios

$H_m = 40\text{ m}$ altura de la antena del móvil

$b = 0.3\text{ m}$ separación entre edificios

$d = 4000\text{m}$ distancia entre transmisor y receptor varia

$f = 3.5\text{GHz} = 0.00035\text{MH}$

Reemplazando en la ecuación principal tenemos:

$$PL = 89.55 + 24.043 + 21 \log 0.00035 + 38 \log 4 - 18 \log 80 - 18 \log \left[1 - \frac{4^2}{17 \times 80} \right] =$$

$$PL = 89.55 + 24.043 - 72.57 + 22.87 - 34.26 - 0.093$$

$$PL = 29.5485$$

Como podemos ver las pérdidas del espacio libre son similares pero la total depende de los parámetros en los que nos estamos basando.

5.2 REDES INALAMBRICAS

Una red inalámbrica es, como su nombre lo indica, una red en la que dos o más terminales (por ejemplo, ordenadores portátiles, agendas electrónicas, teléfonos inteligentes, PDA, notebook, impresoras inalámbricas, etc.) se pueden comunicar sin la necesidad de una conexión por cable.

Con las redes inalámbricas, un usuario puede mantenerse conectado cuando se desplaza dentro de una determinada área geográfica. Por esta razón, a veces se utiliza el término "movilidad" cuando se trata este tema.

Las redes inalámbricas se basan en un enlace que utilizan las ondas electromagnéticas (ya mencionadas inicialmente, ya sea ondas de radio o infrarrojas) en lugar de cableado estándar. Hay muchas tecnologías diferentes que se diferencian por la frecuencia de transmisión que utilizan, y el alcance y la velocidad de sus transmisiones.

Las redes inalámbricas permiten que los dispositivos remotos se conecten sin dificultad, se encuentren a unos metros de distancia como a varios kilómetros. Asimismo, la instalación de estas redes no requiere de ningún cambio significativo en la infraestructura existente como pasa con las redes cableadas. Tampoco hay necesidad de agujerear las paredes para pasar cables ni de instalar porta-cables o conectores. Esto ha hecho que el uso de esta tecnología se extienda con rapidez.

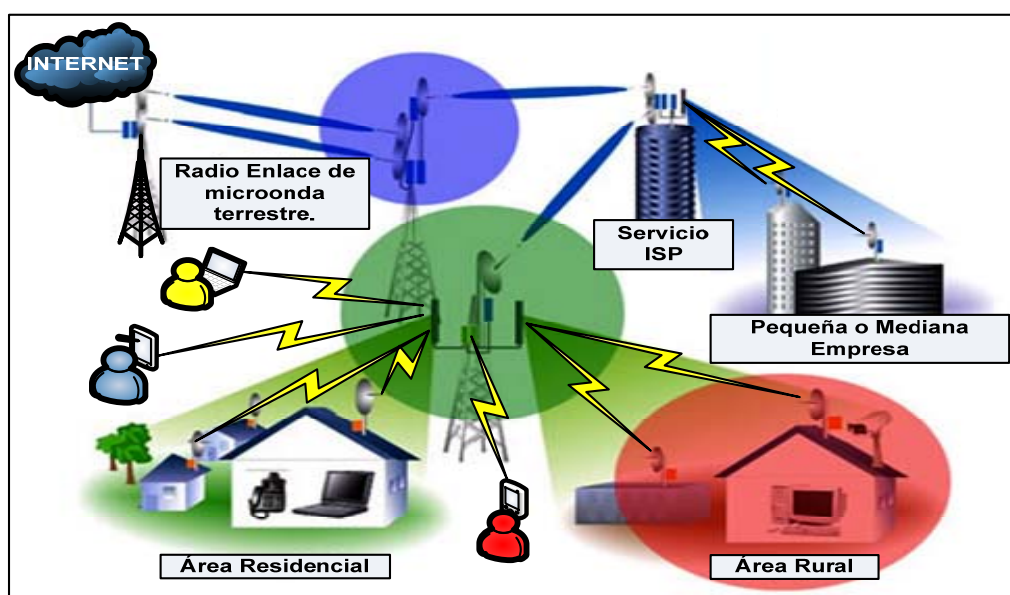


Figura 5.14.- Ejemplo de Red Inalámbrica

Las redes inalámbricas, en la actualidad son una gran solución para la interconexión de equipos, solucionando así, problemas geográficos de gran distancia, la

no necesidad de cablear en un lugar físico (edificación, instituto, hogar, centro comercial, etc.) cuando este ya ha sido terminado, y la movilidad que estas nos ofrece.

Por el otro lado, existen algunas cuestiones relacionadas con la regulación legal del espectro electromagnético, el espectro electromagnético de cada país pertenece al gobierno, por lo que es necesario conocer el marco regulatorio, y así acatar las disposiciones necesarias para transmitir a una frecuencia determinada, cabe señalar que existen bandas libres, en las cuales no se necesita un permiso para su uso, únicamente hay que obedecer las especificaciones de transmisión para estas bandas. Las ondas electromagnéticas se transmiten a través de muchos dispositivos (de uso militar, científico y de aficionados), pero son propensos a las interferencias. Por esta razón, todos los países necesitan regulaciones que definan los rangos de frecuencia y la potencia de transmisión que se permite a cada categoría de uso.

Además, las ondas electromagnéticas no se limitan fácilmente a una superficie geográfica restringida, ya que su medio de transmisión es al aire libre. Por este motivo, un hacker puede, con facilidad, escuchar una red si los datos que se transmiten no están codificados. Por lo tanto, se deben tomar medidas para garantizar la privacidad de los datos que se transmiten a través de redes inalámbricas.

5.2.1 Clases de Redes inalámbricas

Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica desde la que el usuario se conecta a la red, pueden ser de larga distancia (para distancias como otra ciudad u otro país) y corta distancia (para un mismo edificio o varios, no muy lejanos), para un mejor entendimiento, veremos un gráfico detallado de la mejor forma posible:

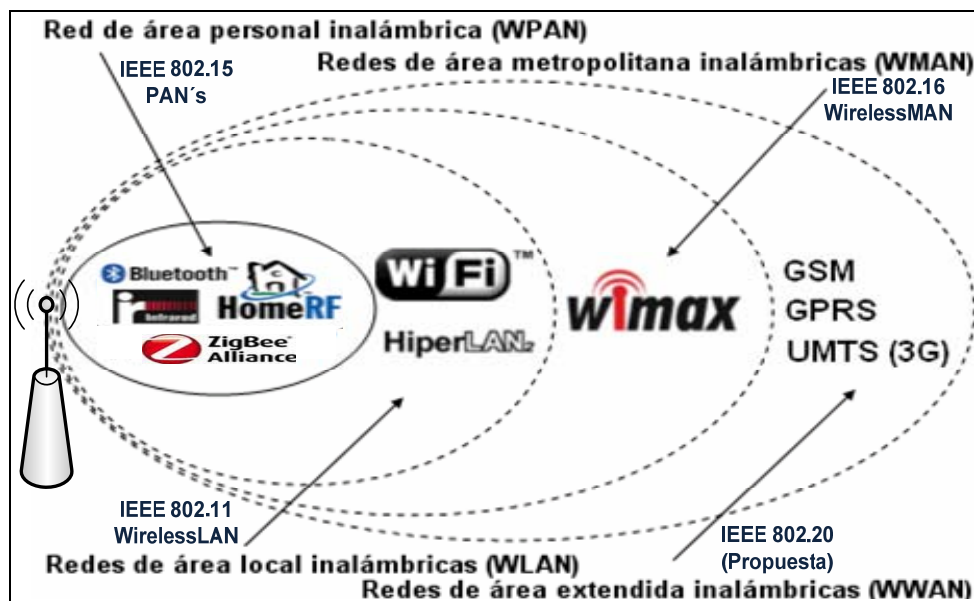


Figura 5.15.- Clases de redes inalámbricas según su tamaño geográfico.

Clasificando las redes inalámbricas por su alcance geográfico (tamaño físico de la red ó también denominada *área de cobertura*), se obtienen las siguientes clases:

Wireless Personal Area Network (Wireless PAN ó WPAN)

Wireless Local Area Network (Wireless LAN ó WLAN)

Wireless Metropolitan Area Network (Wireless MAN ó WMAN)

Wireless Wide Area Network (Wireless WAN ó WWAN)

A continuación describiremos brevemente cada una de las clasificaciones anteriormente mencionadas:

Wireless Personal Area Network ³⁶(Wireless PAN ó WPAN)

Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal digital (PDA) a un ordenador sin conexión por cables. También se pueden conectar de forma inalámbrica dos ordenadores cercanos. Se usan varios tipos de tecnología para las WPAN.

³⁶ Actualizado de la fuente: <http://es.kioskea.net/contents/wireless/wpan.php3>

En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en HomeRF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); ZigBee (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); RFID (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio).

Por último, las conexiones infrarrojas se pueden utilizar para crear conexiones inalámbricas en un radio de unos pocos metros, con velocidades que puedan alcanzar unos pocos megabits por segundo. Esta tecnología se usa ampliamente en aparatos electrónicos del hogar (como los controles remotos), pero puede sufrir interferencias debidas a las ondas de luz. La IrDA (Infrared Data Association), creada en 1995, tiene más de 150 miembros.

Wireless Local Area Network (Wireless LAN ó WLAN)

Una red de área local inalámbrica (WLAN) es una red que cubre un área equivalente a la red local de una empresa, con un alcance aproximado de cien metros. Permite que las terminales que se encuentran dentro del área de cobertura puedan conectarse entre sí. Existen varios tipos de tecnologías para WLAN como:

WiFi (que sigue el estándar IEEE 802.11 con sus diferentes variantes) con el respaldo de WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) ofrece una velocidad máxima de 54 Mbps en una distancia de varios cientos de metros, actualmente llega a velocidades superiores, todo según la tecnología que se emplee.

HiperLAN y LAN2 (High Performance Radio LAN y LAN 2.0), estándar europeo desarrollado por ETSI (European Telecommunications Standards Institute). HiperLAN 2 permite a los usuarios alcanzar una velocidad máxima de 54 [Mbps] en un área

aproximada de cien metros, y transmite dentro del rango de frecuencias de 5150 y 5300 [MHz].

Wireless Metropolitan Area Network (Wireless MAN ó WMAN)

Las redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) también se conocen como bucle local inalámbrico (WLL, Wireless Local Loop). Las WMAN se basan en el estándar IEEE 802.16. Los bucles locales inalámbricos ofrecen una velocidad total efectiva de 1 a 10 [Mbps], con un alcance de 4 a 10 [kilómetros], algo muy útil para compañías de telecomunicaciones.

La mejor red inalámbrica de área metropolitana es WiMAX, que puede alcanzar una velocidad aproximada de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros. WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMAX es un protocolo parecido a WiFi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

Wireless Wide Area Network (Wireless WAN ó WWAN)

En estas redes encontramos tecnologías como UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), o también la tecnología digital para móviles GPRS (General Packet Radio Service).

Las redes inalámbricas de área extensa (WWAN) tienen el alcance más amplio de todas las redes inalámbricas.

Por esta razón, todos los teléfonos móviles están conectados a una red inalámbrica de área extensa. Las tecnologías principales son:

- GSM (Global System for Mobile Communication), usada por teléfonos móviles de segunda generación (2G).
-

-
- GPRS (General Packet Radio Service), evolución del estándar GSM y es por eso que en algunos casos se denomina GSM++ (o GSM 2+). Dado que es un estándar de telefonía de segunda generación que permite una transición hacia la tercera generación (3G), el estándar GPRS por lo general se clasifica como 2.5G.
 - UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G) y sucesora de la tecnología GSM (para móviles 2G).

Una vez que hemos revisado la clasificación de las redes inalámbricas según su área de cobertura, veremos los tipos de conexiones entre dispositivos inalámbricos que tenemos, estos tipos son:

Enlace Punto a Punto (Red inalámbrica de conexión entre centros)

Las redes punto a punto son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos, en contraposición a las redes multipunto, en las cuales cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos.

El enlace punto a punto proporciona soluciones de conectividad para empresas con centros de trabajo múltiples que necesiten de una gran coordinación y trabajo compartido. Este enlace proporciona a la empresa un entorno de intercambio de información con un coste periódico de cero, tan sólo la información. Es el complemento exterior perfecto a una instalación interior de red local estándar o inalámbrica.

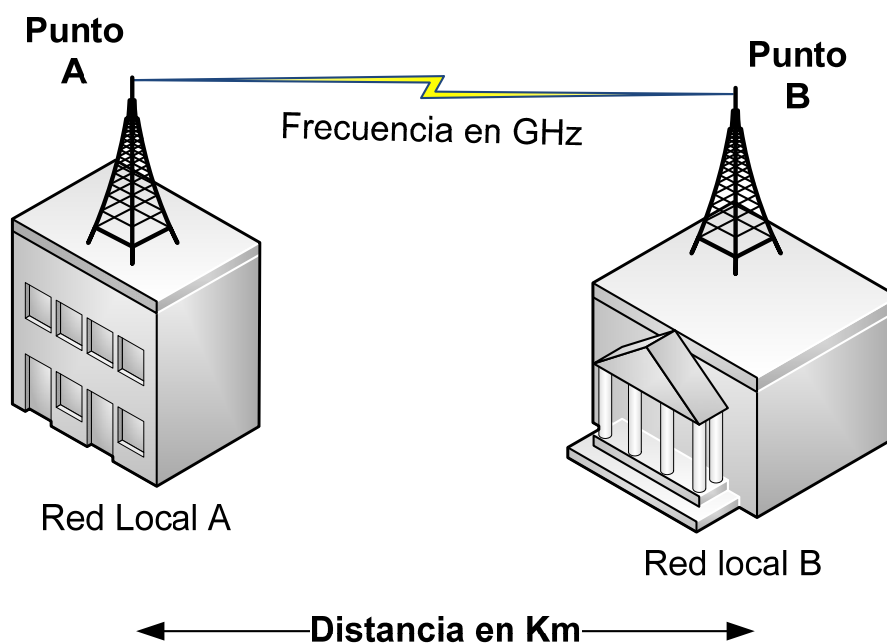


Figura 5.16.- Enlace punto a punto

En una red punto a punto también se las conoce como redes distribuidas. Puesto que pueden ser utilizados por otros usuarios y compartir los recursos de una red y/o computadora; los dispositivos en red actúan como socios iguales, o pares entre sí. Como pares, cada dispositivo puede tomar el rol de esclavo o la función de maestro. Como vemos en la figura 5.16, en un momento, la red A, por ejemplo, puede hacer una petición de un mensaje / dato a la red B, y este es el que le responde enviando el mensaje / dato a la red A. La red A funciona como esclavo, mientras que B funciona como maestro. Un momento después las redes A y B pueden revertir los roles: B, como esclavo, hace una solicitud hacia A, y A, como maestro, responde a la solicitud de B. A y B permanecen en una relación recíproca o par entre ellos.

Efectivamente, todos los centros conectados por el enlace punto a punto formarán parte de una única red local, exactamente como si estuvieran en el mismo edificio, pero con la flexibilidad que proporciona la distribución multicentro, imprescindible en el entorno empresarial cambiante de hoy en día.

Gracias a una potente antena de grilla o parrilla de emisión / recepción, que utiliza un protocolo similar al de la red local inalámbrica, pero con un alcance

extendido; pueden unirse mediante el enlace punto a punto centros situados hasta a 15 [kilómetros].

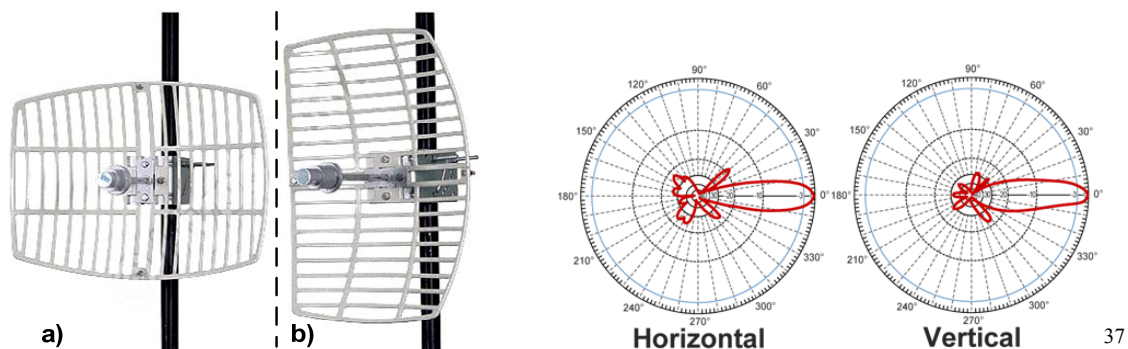


Figura 5.17.- Antena de grilla polarización: a) horizontal, b) vertical

Esto nos proporciona los beneficios que supone compartir una red local con una velocidad de transferencia de 10 [megabytes por segundo], sin ninguno de los costes ni problemas asociados a una interconexión estándar, que pueden ser la diferencia entre una instalación eficiente y con beneficios y una instalación caótica y en números rojos. Es la gran alternativa a las costosas y problemáticas líneas dedicadas de alta velocidad entre centros.

Esto nos permite:

- La efectiva creación de una macro-red local como suma de las redes locales ya existentes (ya sean inalámbricas o de cable).
- La coordinación entre grupos de trabajo en puntos distantes entre sí hasta 15-20 kilómetros (extensible mediante la instalación de repetidores).
- Una velocidad de transferencia superior a 10 megabytes por segundo.
- Transmisión de voz sin necesidad de línea telefónica.

Los enlaces que interconectan los nodos de una red punto a punto se pueden clasificar en tres tipos según el sentido de las comunicaciones que transportan:

- Simplex.- La transacción sólo se efectúa en un solo sentido.

³⁷ Referencia técnica: http://www.l-com.com/multimedia/datasheets/DS_HG5822G.PDF

- Half-dúplex.- La transacción se realiza en ambos sentidos, pero de forma alternativa, es decir solo uno puede transmitir en un momento dado, no pudiendo transmitir los dos al mismo tiempo.
- Full-Dúplex.- La transacción se puede llevar a cabo en ambos sentidos simultáneamente.

Cuando la velocidad de los enlaces Semi-dúplex y Dúplex es la misma en ambos sentidos, se dice que es un enlace simétrico, en caso contrario se dice que es un enlace asimétrico

Punto a multipunto

El enlace punto a multipunto es la versión del punto a punto para la conexión rápida y fiable de más de dos instalaciones.

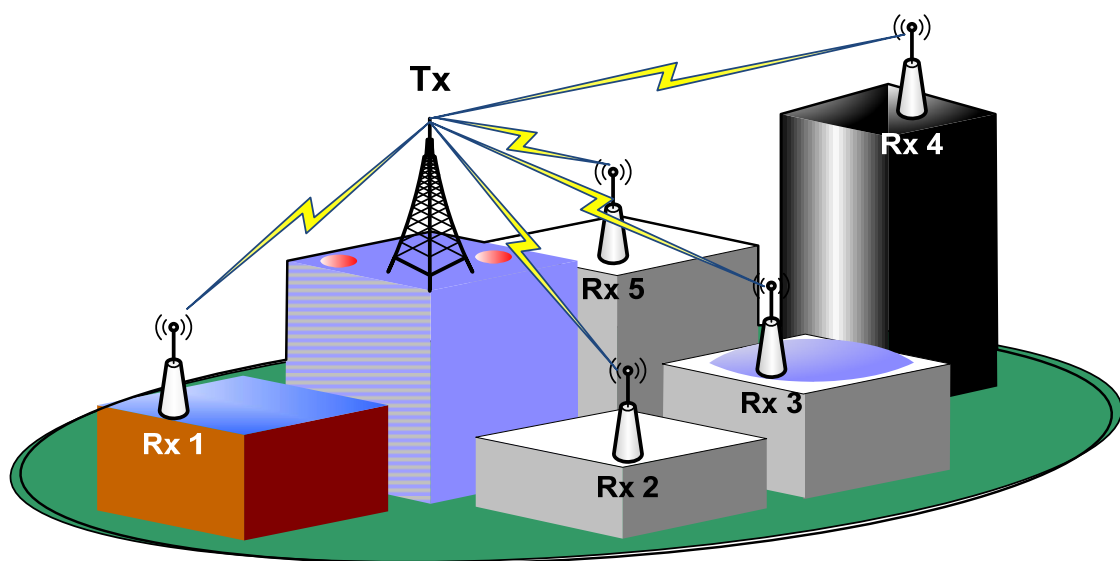
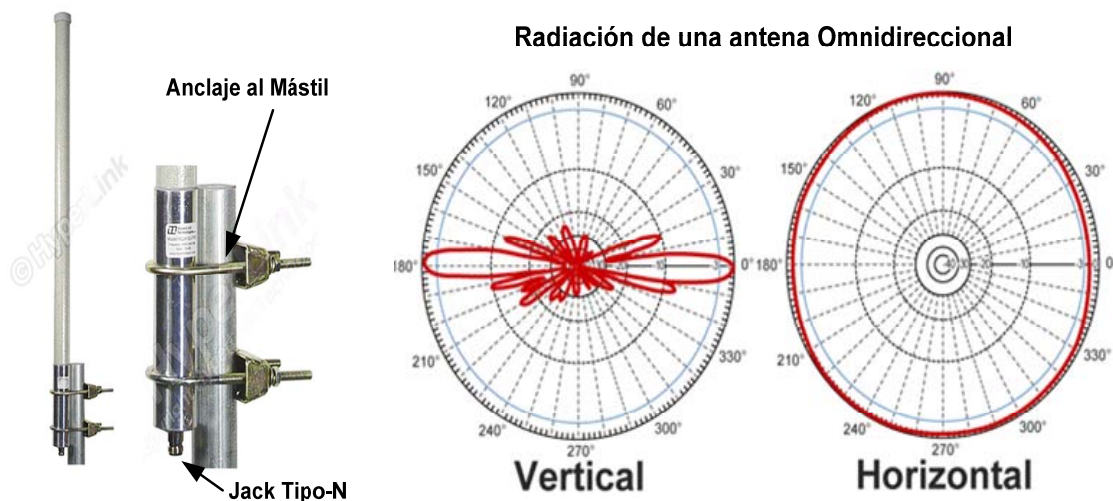


Figura 5.18.- Enlace Punto – Multipunto

Para reducir costes, este sistema consta de una instalación central dotada de una antena multidireccional u omnidireccional y se ubica en un punto central, en el caso de la figura 5.18 es la antena “Tx”, a la que apuntan las antenas direccionales del resto de centros como lo son desde “Rx 1” hasta “Rx 5”. Esto nos da una capacidad igual a la del punto a punto, pero extensible hasta a los centros que sean necesarios enlazar, todo depende de la capacidad de los equipos.



38

Figura 5.19.- Antena Omnidireccional, grafica de radiación.

Una conferencia puede ser considerada una comunicación punto a multipunto ya que existe solo un orador (transmisor) y múltiples asistentes (receptor). Punto a multipunto es a menudo abreviado como P2MP, PTMP, o PMP.

El punto a multipunto de telecomunicaciones es el más típico (2003) utilizado en conexión inalámbrica a Internet y la telefonía IP a través de radiofrecuencias de gigahercios. Los sistemas P2MP han sido diseñados tanto como sistemas únicos como bi-direccionales. Una antena o antenas que reciben las emisiones de varias antenas y el sistema utilizan una forma de multiplexación por división en el tiempo para permitir el regreso de canales de tráfico.

Hay diferentes tipos de conexiones punto a multipunto:

- Estrella: Un host conectado a varias terminales remotas.
- Bus: Un medio de comunicación común conectado a muchas estaciones remotas.
- Anillo: Todas las terminales conectadas a un mismo cable. Si una falla hay problemas con todas.
- Malla: Es el tipo de conexión utilizado en las centrales telefónicas. Todas las terminales interconectadas entre sí.

³⁸ Referido al sitio: <http://www.wirelesscenter.cl/10-omnidireccional-wifi-14.html>

Para nuestro caso, nos concentraremos en el enlace Punto a Punto, también conocido como P2P, ya que enlazaremos únicamente dos puntos que deben estar en línea de vista.

5.3 DESCRIPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL RADIO ENLACE

5.3.1 Estudio de la zona

Ubicación³⁹:

El enlace se encuentra ubicado en la provincia de Pichincha, en el cantón Pedro Vicente Maldonado, con sus siguientes características:

- o **Geografía:** Posee una topografía ligeramente ondulada, y sus niveles altimétricos promedian entre 620 [metros] sobre el nivel del mar.
- o **Clima:** Presenta un clima cálido húmedo, sin registrar mayores cambios de temperatura, con un promedio de 16°C y relativas variaciones en los meses de febrero, marzo, abril y mayo registrando promedios mayores a los 25°C, que coinciden con la época invernal. La humedad varía entre los 84.5% y 87.5% con una nubosidad promedio de 8/8 a cielo completamente cubierto, y sus precipitaciones anuales varían entre 3.300 y 3.800 [mm]. con una evaporación entre 890 y 1.100 [mm].
- o **Vías de comunicación vía terrestre:** Pedro Vicente Maldonado se encuentra localizado al noroccidente de la provincia de Pichincha, a 116 [Km].

Esta información es necesaria para el estudio e implementación de nuestro radio enlace, para ver la frecuencia a utilizar, potencia de transmisión y PIRE de la zona según el marco regulatorio del espectro radioeléctrico del país o región del enlace, para nuestro caso, sabemos que es una zona con lluvia y humedad alta, y debemos estar regidos al marco regulatorio del CONATEL.

³⁹ Datos de la zona proporcionados por: <http://www.pedrovicentemaldonado.gob.ec>

5.3.2 Adquisición de coordenadas de los puntos a enlazar

Para la adquisición de las coordenadas de nuestro radio enlace, lo hemos hecho a través de un dispositivo GPS (“*Global Positioning System*” en español “*Sistema de posicionamiento global*”), dependiendo de cada dispositivo y la cantidad de satélites posicionados en ese momento, se puede tener una cierta apreciación de error de nuestra posición.

En nuestro caso, tenemos dos puntos a ser enlazados, el punto A se llama “*Mega Centro Jaramillo*” y el punto B “*Franquicia Disensa Jaramillo*”. Ambos puntos se encuentran en la avenida principal de Pedro Vicente Maldonado denominada Av. 29 de Junio, el punto B se encuentra en la entrada Sureste y el punto A está en medio de la población en sentido Noreste, entre ambos puntos tenemos un servicio ISP inalámbrico, un canal de TV propio del sitio y pequeños enlaces de onda corta (estaciones de radioaficionados para radios y Motorola).

Nuestros datos adquiridos en ambos puntos:

Punto A:

Precisión GPS: 7 [m]

Ha = 623.4 [m]

Lat. 0°5'10.7" N

Long. 79°3'0.3"

h edif. a = 15 [m]

Punto B:

Precisión GPS: 10 [m]

Hb = 624 [m]

Lat. 0°5'4.9" N

Long. 79°2'50.3"

h edif. b = 3,5 [m]

Como se puede ver, tenemos un rango de apreciación en cuanto a la precisión del GPS, tenemos que tener en cuenta que los datos tomados son desde la terraza de cada edificación, donde *h edif. a* y *h edif. b* son las alturas desde la acera hasta la terraza de cada edificación, a su vez *H_a* y *H_b* son, respectivamente las alturas sobre el nivel del mar, hasta la terraza de cada edificación.

5.3.3 Distancia del enlace

Una vez obtenidas las coordenadas de nuestros puntos a ser enlazados y considerando que el enlace trabaja sobre la línea ecuatorial, se considera una equivalencia de 111.32 [Km] por cada grado tanto en *latitud* como *longitud* de nuestras coordenadas, y todo esto es dentro del sistema geográfico de superficie, por lo tanto, la fórmula aplicada para calcular la distancia de nuestro enlace está dada por la siguiente ecuación:

$$d[Km] = \sqrt{(\Delta lat[^\circ] * 111.32[Km])^2 + (\Delta long[^\circ] * 111.32[Km])^2 + (\Delta h[Km])^2} [Km]$$

(Ec. 5.36)

Es así que para calcular la distancia entre los puntos A y B, necesitamos las alturas desde la base de cada edificación, para ello restaremos el valor de cada edificación menos las alturas *h_A* o *h_B*, y las coordenadas las dejaremos expresadas en grados [°]. De esta forma tendremos la siguiente tabla:

	Punto A		Punto B		
h [A y B]	623,4	[m]	624	[m]	
h edif. [a y b]	15	[m]	3,5	[m]	
altura "h"	608,4	[m]	620,5	[m]	
altura "h"	0,6084	[Km]	0,6205	[Km]	$\Delta h = 0,012100$ [Km]
latitud	0°5'10.7"		0°5'4.9"		$\Delta lat = -0,001612$ [°]
	0,086306	[°]	0,084694	[°]	
longitud	79°3'0.3"		79°2'50.3"		$\Delta long = -0,002777$ [°]
	79,050083	[°]	79,047306	[°]	

Tabla 5.8.- datos para el cálculo de la distancia del radio enlace.

Aplicando la fórmula de la distancia tendremos:

$$d = 0,3574 \text{ [Km]}$$

Como se hemos visto, el cálculo de la distancia se lo puede realizar mediante una serie de cálculos matemáticos, pero en la actualidad, gracias a ciertas herramientas tecnológicas, podemos calcular la distancia por medios digitales, y como ejemplo nos apoyaremos en el software de *google* llamado “*Google Earth*” para calcular nuestra distancia estimada del enlace, para determinar que equipos y frecuencia podemos utilizar; ya que es un programa libre, lo podemos usar sin ningún requerimiento de licencia; a continuación la imagen tomada y la distancia del radio enlace:

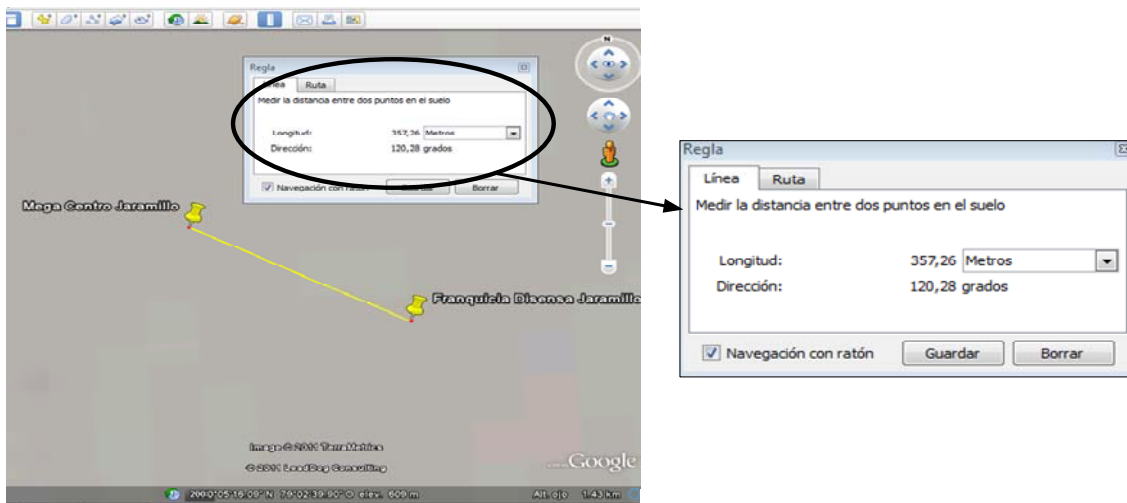


Figura 5.20.- colocación de puntos y distancia del radio enlace.

Como vemos en la figura 5.20, la distancia de nuestro enlace es de 357.26m, de este modo obtenemos nuestro primer dato para el enlace, $d = 357.26 \text{ [m]} = 0.357 \text{ [Km]}$.

Y si comparamos con lo calculado tendremos el siguiente resultado:

<i>d</i> Calculada	357,44	[m]
<i>d</i> Google Earth	357,26	[m]
$\Delta d =$	0,1800	[m]

Como se puede observar, tenemos una diferencia de 18 [cm] entre ambos sistemas de obtención de distancias, una cantidad despreciable para la magnitud del enlace.

Anteriormente para un radio enlace, se tomaban las coordenadas de los puntos, y por medio de cartas topográficas, se podía calcular la distancia del enlace según la escala de las cartas y mapas; en la actualidad se dispone de algunas herramientas tecnológicas, con las cuales vía software se puede ya obtener la distancia como lo hemos hecho.

5.3.4 Selección de frecuencia

Para escoger la frecuencia de transmisión y su respectivo canal⁴⁰, necesitamos algunas herramientas para ver todas las frecuencias que están en nuestro entorno, para nuestro caso, estaríamos interesados en las ondas de microondas como Wifi en tecnología 802.11a/b/g/n, para ello nos ayudamos nuevamente de la tecnología, existe un programa llamado “*NetStumbler*”.

NetStumbler es un programa para Windows que nos permite analizar todas las conexiones inalámbricas que tenemos a nuestro alcance. No sólo se limita a detectarlas, sino que nos muestra una buena cantidad de información al respecto como el SSID (nombre de la red), el canal por el que emite, la velocidad, el tipo de encriptación e incluso la MAC del punto de acceso y el fabricante. La utilidad es máxima, sobre todo para personas que trabajen a menudo con redes inalámbricas y está orientado a la resolución de problemas, localización de interferencias incluso la intrusión de puntos de acceso no autorizados en nuestro rango.

Soporta los estándares 802.11a, b y g e incluso dispone de una versión mini para equipos con Windows CE. Actualmente va por la versión 0.4.0 y es completamente gratuito, el cual nos permite por medio de una computadora con un adaptador de red inalámbrica, detectar las redes inalámbricas que nos rodean.

Debemos tener en cuenta que este software nos ayuda siempre y cuando tengamos un adaptador inalámbrico en nuestra PC, y la ganancia de nuestra antena en cambio nos ayudará a detectar de una forma más óptima las señales que nos rodean.

⁴⁰ Para una mejor explicación, refiérase al glosario de términos.

A continuación un ejemplo de la interfaz del software, en el cual se observa una señal con una potencia de 40 [dBm] a una frecuencia de 2.4 [GHz] en el canal 3:

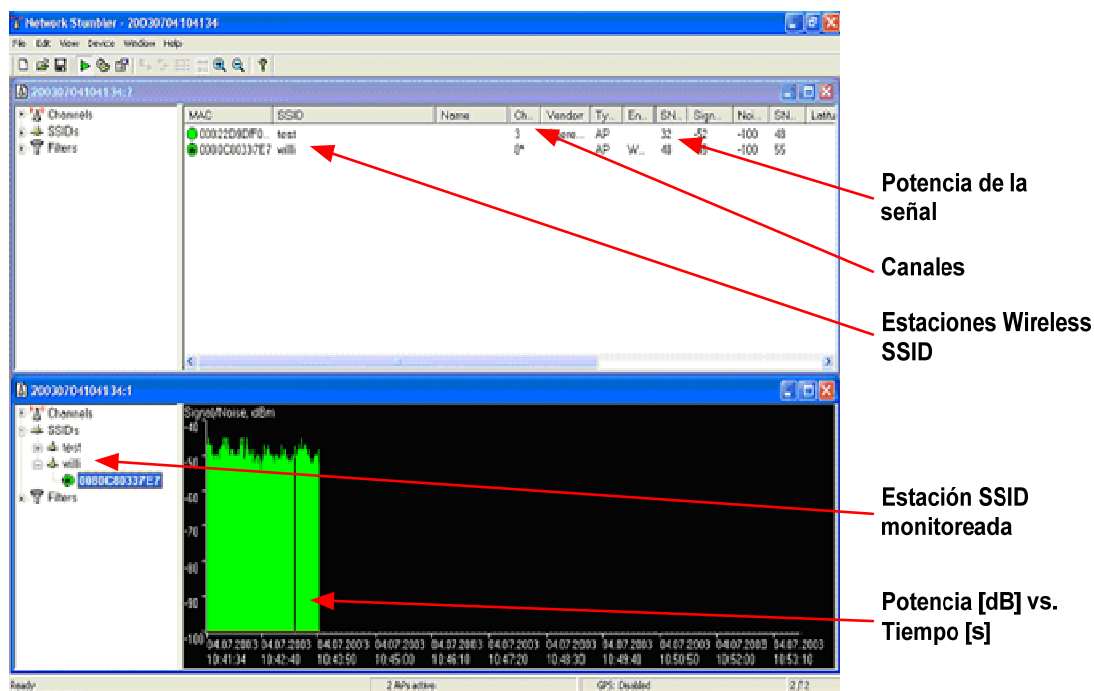


Figura 5.21.- Ejemplo de la interfaz de NetStumbler.

De este modo podemos ver las señales de nuestro entorno, cada una con su respectiva frecuencia, canal y potencia, para nuestro caso usaremos la herramienta que nos ofrece el sistema operativo del grupo *“Ubiquiti Networks”*, de sus productos *“802.11 a/b/g Soluciones ISP”* escogeremos el equipo *“NanoStation2”*, a diferencia del procedimiento anterior, conectaremos el equipo vía UBS a nuestra PC, instalamos el controlador y en la interfaz de usuario, en la pestaña *“Servicios”*, tenemos la opción *“Mostrar estaciones”*: la selección enumera las estaciones (clientes) que están conectadas con el dispositivo mientras que funciona en modo de punto de acceso.

Las siguientes estadísticas para cada estación asociada se representan en la ventana de las estadísticas de la estación:

- MAC:** de la estación que está asociada
- SSID:** nombre de la estación inalámbrica
- Señal (dBm):** representa el último nivel recibido de señal inalámbrica

Ruido (dBm): el valor del nivel de ruidos recibido por la señal inalámbrica

Frecuencia (GHz): frecuencia de operación de la estación inalámbrica

Canal: el canal en el cual se está transmitiendo la información.

A continuación el escaneo de frecuencias con la NanoStation2:

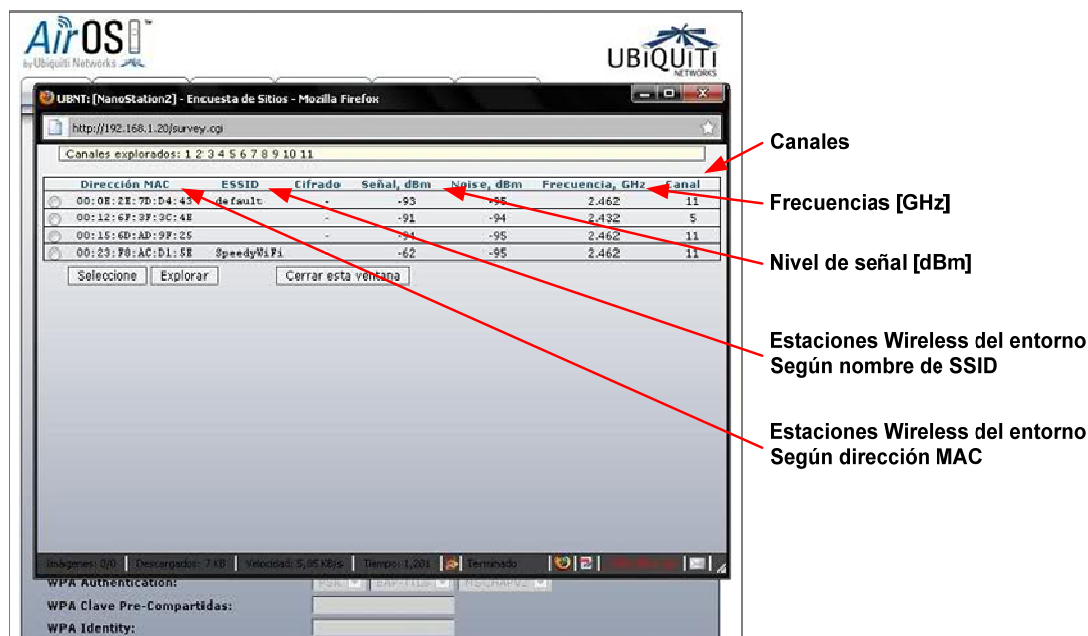


Figura 5.22.- escaneo de frecuencias a 2.4 [GHz] mediante la NanoStation2

En la figura 5.22 se explica los parámetros presentes en escaneo de frecuencias con sus respectivos canales, esta es una herramienta vía software nos ayuda a encontrar las señales de nuestro entorno y así poder levantar nuestro radio enlace; en este caso, la Nano presenta cuatro (4) equipos en la banda de 2 [GHz] en los canales 5 y 11 con frecuencias de 2.432 y 2.462 [GHz] respectivamente.

La señal que se recibe, es la señal emitida por los otros equipos, mientras menor sea el rango de potencia recibida, la distancia a la que se encuentra dicho equipo será menor con respecto a nuestra posición.

Para la frecuencia de 2.4 [GHz], tenemos establecido el estándar de la IEEE 802.11 b/g, con velocidades de transmisión de 11 y 54 [Mbps] respectivamente, esta banda o estándar tiene gran uso en la actualidad, pues es la misma banda usada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos inalámbricos

comercialmente usados, por este motivo usaremos un equipo que se encuentre en la banda de 5 [GHz].

A continuación realizaremos el escaneo de frecuencias en la banda de 5 [GHz], para lo cual realizaremos el mismo procedimiento anterior, nos apoyaremos en el sistema operativo del grupo “Ubiquiti Networks”, de sus productos “802.11 a/b/g Soluciones ISP”, pero en esta ocasión escogeremos el equipo “NanoStation5”.

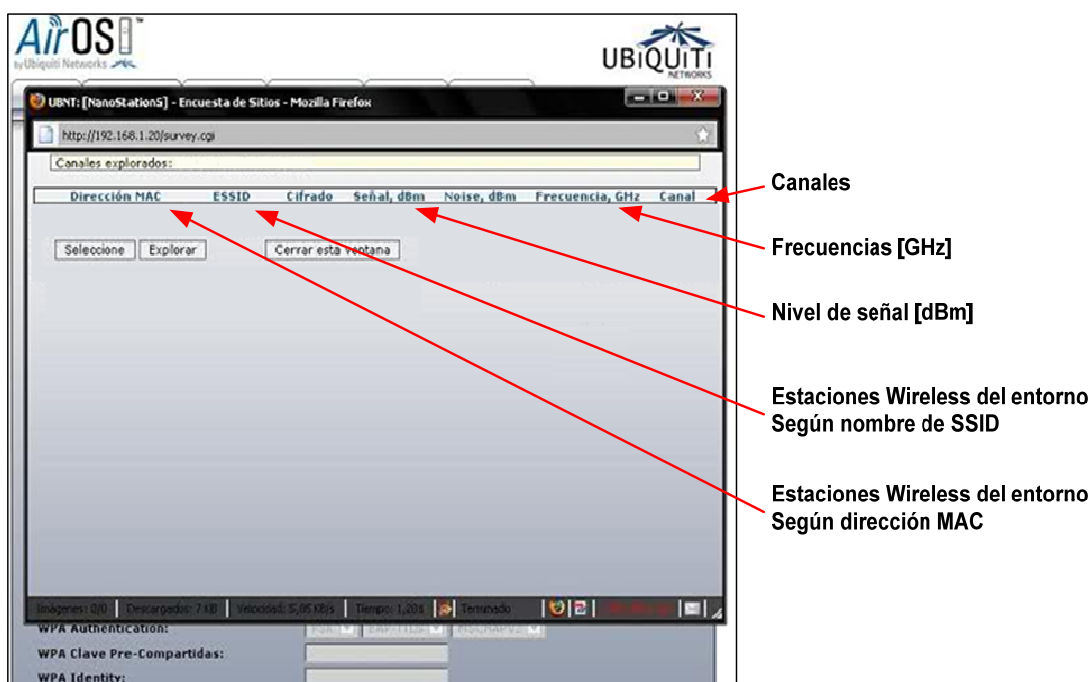


Figura 5.23.- escaneo de frecuencias a 5 [GHz] mediante la NanoStation5

En la figura 5.23 se observa el resultado del escaneo de señales en nuestro entorno, en la banda de 5 [GHz], en el cual observamos que no tenemos equipos inalámbricos que transmitan a esta frecuencia, el utilizar la banda de 5 [GHz] representa una ventaja del estándar 802.11a, dado que se presentan menos interferencias ya que los equipos de este estándar no son muy comerciales como los es IEEE 802.11 b/g.

Desde este punto en adelante nos referiremos a la banda de 5 [GHz] como banda de trabajo para nuestro radio enlace.

Estándar IEEE 802.11a:

En 1997 la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) crea el Estándar 802.11 con velocidades de transmisión de 2[Mbps].

En 1999, el IEEE aprobó ambos estándares: el 802.11a y el 802.11b. La revisión 802.11a fue ratificada en 1999. El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 [GHz] y utiliza 52 subportadoras o canales multiplexados mediante OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales) con una velocidad máxima de 54 [Mbps], lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 [Mbps], la velocidad de datos se reduce a 1000, 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 [Mbps] en caso necesario. 802.11a tiene 12 canales sin solapa, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. No puede inter-operar con equipos del estándar 802.11b/g, excepto si se dispone de equipos que implementen ambos estándares.

Dado que la banda de 2.4 [GHz] tiene gran uso (pues es la misma banda usada por los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, entre otros aparatos), el utilizar la banda de 5 [GHz] representa una ventaja del estándar 802.11a.

Ventajas:

- Presentan menos interferencias ya que sus frecuencias son reguladas para evitar interferencias en la señal de otros dispositivos en la misma banda.
- 52 canales sin interferencias
- Mayor velocidad de transmisión de datos con respecto a 802.11b
- Al ser una banda recién liberada, no hay muchos equipos que trabajen en esta banda, por lo tanto es menos congestionada.

Desventajas:

- Restringe el uso de los equipos 802.11a a únicamente puntos en línea de vista, con lo que se hace necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso
 - Los equipos que trabajan con este estándar no pueden penetrar tan lejos como los del estándar 802.11b dado que sus ondas son más fácilmente absorbidas.
-

- Es una tecnología costosa.

Uso:

- Donde se necesita un desempeño muy alto. La razón principal para elegir 802.11a es la necesidad de soportar aplicaciones muy exigentes que incluyan video, voz y la transmisión de imágenes y archivos de un gran tamaño.
- Donde haya una población de usuarios muy densa. Lugares como laboratorios de computadora, aeropuertos y centros de convenciones, donde se necesite dar soporte a una gran cantidad de usuarios en un área común, con el mismo Access Point y cada uno de ellos compartiendo el ancho de banda total.

Alcances:

- IEEE 802.11n es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11-2007 para mejorar significativamente el rendimiento de la red más allá de los estándares anteriores, tales como 802.11a, 802.11b y 802.11g, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 [Mbps] a un máximo de 600 [Mbps]. Actualmente la capa física soporta una velocidad de 300Mbps, con el uso de dos flujos espaciales en un canal de 40 [MHz]. Dependiendo del entorno, esto puede traducirse en un rendimiento percibido por el usuario de 100 [Mbps].
 - El estándar 802.11n, a diferencia de los anteriores estándares, puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 [GHz] (que emplean el estándar 802.11b y 802.11g) y la banda de 5 [GHz] (estándar 802.11a o WiFi-5). Esto es una ventaja para las telecomunicaciones WiFi, ya que las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g, tras la legalización del estándar, se empiezan a fabricar de forma masiva y es objeto de promociones de los operadores ADSL (para brindar servicio de datos, VoIP o Internet), de forma que la saturación de esta banda es inevitable. Ya que la tecnología 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de WiFi. Además, es útil que trabaje en la banda de 5 [GHz], ya que está menos congestionada y en 802.11n permite alcanzar un mayor rendimiento.
-

-
- El estándar 802.11n fue ratificado por la organización IEEE el 11 de septiembre de 2009 con una velocidad de 600 [Mbps] en la capa física.
 - Se conoce que el futuro estándar sustituto de 802.11n será 802.11ac con tasas de transferencia superiores a 1000 [Mbps] o 1 [Gbps]
 - De esta forma, es posible obtener mayor velocidad en nuestro enlace si fuese necesario, ya que en adelante se usarían equipos con tecnología 802.11n y serían acoplados o reemplazados por nuestros equipos con tecnología 802.11a.

Conclusión:

Por estos motivos escogeremos la tecnología 802.11a en la banda de 5 [GHz] para nuestro radio enlace:

- Gran disponibilidad de canales en la zona del enlace para la banda de 5 [GHz]
- Ancho de banda y velocidad de transmisión del enlace, apta para transmisión de datos, VoIP, Audio y Video, etc.
- La frecuencia de transmisión a sido liberada para radioaficionados y enlaces privados.
- Aunque estos equipos son más costosos, la proyección de crecimiento con respecto a la banda 2.4 [GHz] es menor, por lo tanto nuestro enlace estará sujeto a menores interferencias con el pasar del tiempo.
- Gracias a la nueva tecnología 802.11n, nuestro enlace puede simplemente acoplarse o migrar poco a poco hacia esta tecnología.

5.3.5 Estudio de factibilidad del canal para el radio enlace

Como vimos anteriormente, hemos escogido la banda de frecuencias de 5 [GHz], pero esta banda tiene muchas subportadoras o canales disponibles, y cada canal tiene su propio marco regulatorio según su uso y el país en el cual vayamos a implementar el radio enlace; los equipos de *“Ubiquiti Networks”* tienen una gran variedad de canales para ser utilizados, y todos deben cumplir con las especificaciones de frecuencia, canal y potencia de cada país o región.

En el Ecuador, la operación de los sistemas de tecnología Wi-Fi está regulada mediante la “*Norma para la implementación y operación de Sistemas de modulación digital de banda ancha*”, emitida por el CONATEL según la “*RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005*”, en la misma que consta de las siguientes partes fundamentales:

Objetivo, Términos y definiciones
 Disposiciones generales
 Norma técnica
 Homologación
 Solicitud y registro
 Derechos y obligaciones del usuario
 y Control.

En base a esta resolución, nos concentraremos en los canales libres según la regulación ecuatoriana, para ello nos apoyaremos en las normas técnicas del Capítulo III de la mencionada resolución y así obtener el canal para nuestro radio enlace.

Artículo 6.- Bandas de frecuencia: Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de *Modulación Digital de Banda Ancha* en las siguientes bandas de frecuencias (referido a nuestra banda de trabajo a ser implementada: “5 [GHz]”):

Banda [MHz]	Asignación
5150 a 5250	INI
5250 a 5350	INI
5350 a 5725	INI
5725 a 5850	ICM - INI

Tabla 5.9.- Bandas de frecuencias para Banda Ancha

Artículo 7. Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha: La operación de los sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

- Sistemas punto - punto;

-
- Sistemas punto - multipunto;
 - Sistemas móviles.

Artículo 8. Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha:

Se establecen los límites de Potencia para cada una de las bandas de acuerdo con el Anexo 1; así como los Límites de Emisiones no Deseadas de acuerdo con el Anexo 2 de la presente Norma.

Para un mejor entendimiento de los términos INI e ICM, haremos una breve explicación:

Banda ICM o en inglés ISM:

Esta banda se creó con la finalidad de aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas o por sus siglas en inglés “*ISM*” pertenecientes a “*Industrial, Scientific and Medical*”, son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética para estas aplicaciones. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en redes de telecomunicaciones WLAN (usado en tecnología WiFi) o redes WPAN (usado en tecnología Bluetooth).

Las bandas ICM fueron definidas por la ITU en el artículo 5 de las Regulaciones de Radio, en los artículos 5.138 y 5.150.

El uso de estas bandas de frecuencia está abierto a todo el mundo sin necesidad de licencia, respetando las regulaciones que limitan los niveles de potencia transmitida y PIRE de cada país. Este hecho fuerza a que este tipo de comunicaciones tengan cierta tolerancia frente a errores y que utilicen mecanismos de protección contra interferencias, como técnicas de ensanchado de espectro, el cual está especificado en las Regulaciones de Radio numeral 15.13, por este motivo, las redes que funcionan en esta banda se les denomina redes de espectro ensanchado.

Banda INI:

Esta banda está asignada para frecuencias que estén dentro del uso de la Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en la Banda de 5 GHz a título secundario, con el fin primario de facilitar el acceso a las TICs (Tecnologías de la información y comunicaciones), según la “**RESOLUCIÓN 430-15-CONATEL-2005**” del CONATEL, descrita a continuación en el *Artículo 1*.

ARTICULO 1. Establecer la base de una política con el fin de fomentar el desarrollo de una Infraestructura Nacional de Información (INI), que:

- Promueva el uso de nuevas tecnologías de acceso inalámbrico, mediante el uso de frecuencias a título secundario.
- ***Permita a múltiples usuarios compartir una misma banda de frecuencias resultado de aplicar tecnologías de punta de bajo costo y fácil implementación.***
- Permita a diferentes usuarios operar en la misma banda de frecuencias, asignadas a título secundario, como resultado del dinámico desarrollo tecnológico del mercado.
- Facilite el acceso a Internet, por igual, a todos los sectores de la población.
- Apoye la masificación del uso del Internet, permitiendo el acceso de la gran mayoría de la población a la red Internet, sin distinción de condición económica, social, cultural, étnica o localización geográfica.

Como podemos observar en la descripción anterior, la banda de frecuencias a utilizar para nuestro radio enlace, se encuentra entre los rangos:

5725 a 5850 [MHz]

El motivo fundamental por el cual nos estamos inclinando por esta banda, es que su asignación está dentro de los parámetros de Banda INI y Banda ICM para el territorio ecuatoriano.

El detalle de esta banda, se encuentra en el “*Plan Nacional de Frecuencias*” emitida por la *SENATEL “Secretaria Nacional de Telecomunicaciones”*, con su última actualización en marzo del 2008, en el cual nos define:

- Términos y Definiciones
- Atribución de bandas de frecuencias
- Notas al cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias
- Glosario de términos

Este cuadro detalla el uso de la banda de frecuencias en el territorio ecuatoriano, nos concentraremos en la banda ya mencionada para ver las notas y especificaciones del uso de esta banda de frecuencias, para ello haremos una captura de pantalla de dicho documento:

CONATEL *Plan Nacional de Frecuencias*

**CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
5570 - 7250 MHz**

REGIÓN 2		ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
5725 - 5830	5725 - 5830	5725 - 5830	EOA.90
RADIOLOCALIZACIÓN	RADIOLOCALIZACIÓN	RADIOLOCALIZACIÓN	
Aficionados	Aficionados	Aficionados	
5.150 5.455	5.150		

41

Figura 5.24.- Banda de Frecuencias de 5725 – 5830 [MHz]

En la figura 5.24, se muestra la información correspondiente a nuestra banda, esta figura también muestra las notas nacionales e internacionales de dicha banda. A continuación veremos en detalle de que trata cada una de las notas referentes a la banda de frecuencia ya mencionada.

Comenzamos con las notas internacionales correspondiente a la región 2:

Notas de la Región 2 al Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias

5.150

⁴¹ Cuadro del: “Plan Nacional de Telecomunicaciones” de la SENATEL

-
- Las bandas:
5725 – 5875 [MHz]
 - Están destinadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas (ICM). Los servicios de radiocomunicaciones que funcionan en estas bandas deben aceptar la interferencia perjudicial resultante de estas aplicaciones. Los equipos ICM que funcionen en estas bandas, estarán sujetos a las disposiciones según las Regulaciones de Radio numeral 15.13.

Ahora veremos las notas nacionales correspondientes al Ecuador:

Notas nacionales relacionadas al Cuadro Nacional de Atribuciones de Bandas de Frecuencias del Ecuador

DISPOSICIONES GENERALES:

- La atribución de bandas de frecuencias para servicios de radiocomunicaciones específicos será únicamente dentro de la banda establecida en la correspondiente nota nacional EQA.
- Todas las notas nacionales EQA, podrán ser modificadas previa aprobación del CONATEL.

EQA.90

En la banda 902 – 928; 2400 – 2483,5; 5150 – 5350; 5725 – 5850 [MHz] también operan sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha y enlaces de Radiodifusión que utilizan Spread Spectrum sin protección contra interferencias perjudiciales.

Una vez que hemos confirmado el uso específico y la disponibilidad de esta banda, la cual es una banda liberada (que no necesita ser concesionada para su uso) en el espectro radioeléctrico del Ecuador, haremos una breve descripción de los canales disponibles para esta banda, los canales que veremos son los más usados en todo el mundo para la tecnología 802.11a.

A continuación, mostraremos una tabla en la cual se muestra el Cuadro de Frecuencias Liberadas en el Ecuador y otros lugares a modo de comparación sobre las políticas del espectro radioeléctrico en la banda de 5 [GHz] y sus respectivos canales.

Canal	frecuencia	Ancho de Banda	Ecuador	Estados Unidos	Europa	Japon	China
	(MHz)	(MHz)	40/20 MHz	40/20 MHz	40/20 MHz	40/20 MHz	20 MHz
34	5170	10	No	No	No	Si	No
36	5180	10	No	Si	Si	No	No
38	5190	10	No	No	No	Si	No
40	5200	10	No	Si	Si	No	No
42	5210	10	No	No	No	Si	No
44	5220	10	No	Si	Si	No	No
46	5230	10	No	No	No	Si	No
48	5240	20	No	Si	Si	No	No
52	5260	20	No	Si	Si	Si	No
56	5280	20	No	Si	Si	Si	No
60	5300	20	No	Si	Si	Si	No
64	5320	20	No	Si	Si	Si	No
149	5745	20	Si	Si	No	No	Si
153	5765	20	Si	Si	No	No	Si
157	5785	20	Si	Si	No	No	Si
161	5805	20	Si	Si	No	No	Si
165	5825	20	Si	Si	No	No	Si
	-	Canales liberados en el Ecuador					

Tabla 5.10.- Canales liberados en Ecuador para 5 [GHz]

Una vez revisado la tabla 5.10, se observa que hemos marcado el **CANAL 157**, y su frecuencia se ubica en los **5785 [GHz]**, de esta manera hemos seleccionado nuestra banda y su respectivo canal al cual vamos a transmitir nuestro radio enlace.

Ya que usaremos esta frecuencia, lo que haremos a continuación es investigar que disposiciones hay en cuanto a la potencia de transmisión para un enlace punto a punto a una distancia de 0.357 [Km] según lo estipulado en el CONATEL, para esto nos apoyaremos en la **“RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005”** nuevamente, y citaremos lo siguiente:

EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CONATEL

Que el artículo 247 de la Constitución Política de la República, así como también el artículo 47 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, disponen que el Espectro Radioeléctrico es un recurso natural limitado perteneciente al dominio público del Estado; en consecuencia es inalienable e imprescriptible.

Que el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la Nota 5.150, establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2400 - 2500 MHz y 5725 - 5875 MHz están asignadas para aplicaciones industriales, científicas y medicas (ICM).

Que es necesario que la administración ecuatoriana se asegure que los sistemas que emplean técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, como es el caso de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las Redes Radioeléctricas de Área Local (RLAN), cumplan con las técnicas de reducción de la interferencia requeridas, de acuerdo al tipo de equipos y la observancia de normas.

ANEXO 1

Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha

Tipo de Configuración del Sistema	Bandas de Operación (MHz)	Potencia Pico Máxima del Transmisor (mW)	P.I.R.E. (mW)	Densidad de P.I.R.E. (mW/MHz)
punto-punto	5725-5850	1000	---	---
punto-multipunto				
Móviles				

42

Tabla 5.11.- Potencia máxima de transmisión en Ecuador

vii. Los sistemas que operen en la banda de 5725 - 5850 [MHz] pueden emplear antenas de transmisión con ganancia direccional mayor a 6 dBi y de hasta 23 dBi sin la correspondiente reducción en la potencia pico de salida del transmisor.

⁴² Tomado de RESOLUCIÓN 417-15-CONATEL-2005

Si emplean ganancia direccional en la antena mayor a 23 dBi, será requerida una reducción de 1 dB en la potencia pico del transmisor y en la densidad espectral de potencia pico por cada dB que la ganancia de la antena exceda a los 23 dBi.

Con esta resolución hemos llegado a la siguiente conclusión:

DATO	DETALLE
<i>Banda de frecuencia:</i>	5 [GHz]
<i>Canal:</i>	157
<i>Frecuencia intermedia:</i>	5,785 [GHz]
<i>Tipo:</i>	Banda liberada
<i>Potencia máxima de transmisión:</i>	1000 [mW]
<i>Ganancia de antenas:</i>	mayor a 6 dBi hasta 23 dBi
<i>Tipo de antena:</i>	direccional
<i>Tipo de enlace:</i>	Punto - Punto

Tabla 5.12.- Datos de $f - P_{tx}$ para el radio enlace

5.3.6 Estudio del perfil del terreno

Entiéndase por perfil del terreno entre dos puntos, al trazado que nos da la altitud del relieve del terreno en relación a una curva ficticia situado a nivel del mar y que enlaza estos dos puntos. En la figura 5.3 tenemos un ejemplo del perfil creado por el programa *Radio Mobile*.

Si consideramos las variaciones del relieve del terreno, debemos hacer la tierra equivalente aplicable a las condiciones prácticas de acuerdo con la situación, pudiendo ser esta una tierra plana o esférica.

Debemos considerar también las variaciones en el coeficiente de reflexión.

La definición de una tierra equivalente que permita con una precisión satisfactoria, sustituir el efecto del relieve del terreno en la propagación de las ondas radioeléctricas, es bastante complejo.

Presentaremos el método clásico, que proporcionara en la mayoría de los casos resultados convenientes con los datos experimentales. La influencia del terreno sobre el coeficiente de reflexión es un problema de naturaleza aleatoria y por lo tanto de difícil solución.

Entre tanto, a través del criterio de RALEIGH; es posible, en determinados casos, hacer uso de aproximaciones que nos llevan a resultados de aplicación relativamente simples.

Obtención del perfil

Para el levantamiento AEROFOTOGRAFÉMICO o RADIO ALTÍMETRO de la región, se sitúan los puntos de interés. En caso que no haya la posibilidad de un levantamiento topográfico o a partir de cartas existentes que cubran con precisión la suficiente de la región o zona de interés para el levantamiento del perfil.

A continuación se traza un gráfico así:

- ORDENADAS o *Eje Y*.- altura de relieve sobre el nivel del mar.
- ABSCISAS o *Eje X*.- distancias entre la proyección de cada punto del trazado sobre la curva ficticia situada a nivel del mar y el origen de las coordenadas.

Para considerar el efecto de la reflexión de las ondas en la tropósfera, el trazado del perfil debe ser trazado sobre un papel reticulado curvilíneo calculado de acuerdo con el radio equivalente de la región. (a_e que es igual a la constante o factor “ k ” por el radio de la tierra “ a ” que es 6370 [Km]) y con respecto a la curvatura de la tierra “ h_k ”.

o Factor o constante k

El valor de K sigue las estadísticas de N (índice de refracción, según la zona geográfica del enlace según la *ITU-R I.718-2*). Se dice que el horizonte de la Tierra se "levanta" cuando K es inferior al valor promedio. Para $\frac{\delta N}{\delta h} = -40$ el valor de k es de

1,34 (conocido como $4/3$); esto corresponde a un radio aparente de la Tierra " a_e " igual a 8500 Km, según lo antes visto.

La curvatura del rayo depende del gradiente y los cambios de éste pueden producir conductos y propagación por caminos múltiples o desenfoque de las antenas. Además pueden producirse atenuaciones por obstrucción. En la propagación por el espacio libre,0 la energía se dispersa en dos direcciones ortogonales respecto al sentido de propagación. Por ello la atenuación del espacio libre es una función cuadrática de la distancia. Según **ITU-R I.718-2** en el caso de altos valores de gradiente del índice se produce una reflexión en un conducto atmosférico y la atenuación es menor pudiendo llegar a ser proporcional a la primer potencia de la distancia.

La propagación normal es favorecida por la baja presión creada por turbulencias y el cielo cubierto. Generalmente provocadas en terreno rugoso o montañoso.

Valores de la contante k :

- En regiones árticas el valor estándar corresponde a 1,2 ó $6/5$
- En una región de clima tropical templado 1,3 ó $4/3$
- Mientras que en el trópico se incrementa a 1,6 ó $2/3$

El valor estándar de K se debe completar con el valor de K para el "peor caso". En **ITU-R I.338-5** se indica el comportamiento de K en un clima tropical templado en función de la longitud del enlace para una atmósfera subnormal en el 99,9 % del tiempo.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radio comunicaciones depende del factor K (en la curvatura de la tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Con estos datos de los posibles valores del factor “*k*”, podemos ya escoger el valor para nuestra zona, como vimos al inicio del estudio del terreno, estamos situados en una zona templada-tropical, de esta forma tenemos el siguiente nuevo dato para nuestro radio enlace:

DATO	DETALLE
Tipo de zona:	Tropical-templada
Constante ó factor <i>k</i> :	4/3
Obstrucción máxima 1era zona de Fresnel:	40 %

Tabla 5.13.- Datos de la curvatura de la tierra

De forma seguimos completando los datos que nos ayudarán a realizar el levantamiento del perfil del radio enlace y además tenemos el dato de hasta cuanto puede estar obstruido nuestro enlace.

Por lo pronto el radio equivalente de nuestro enlace “*a_e*” es:

$$a_e = a + k = 6370 [Km] + \frac{4}{3}$$

$$a_e = 8500 [Km]$$

(Ec. 5.37)

Donde:

a_e.- radio equivalente de la región

a.- radio de la tierra = 6370 [Km]

k.- factor *k*, depende de las condiciones atmosféricas.

o **Protuberancia o curvatura de la tierra**

Como vimos en la definición y estudio del factor de curvatura “*k*”, tenemos que a medida que crece la distancia y depende del clima de la zona del enlace, la tierra se levanta formando una curva con respecto a la línea de vista de nuestro enlace, para estas gráficas

de la curvatura, tenemos hojas de trabajo ya preparadas, pero en la práctica se diseñan estas hojas de trabajo según los siguientes criterios:

- El 1er método puede ser el siguiente: se gráfica en un reticulado ortogonal el perfil del terreno y el rayo que une las antenas tiene una curvatura de acuerdo con el valor de “*k*”.
- El 2do método: se gráfica el perfil del terreno sobre una Tierra con curvatura correspondiente a $k = 4/3$ y el rayo es recto.

En ambos casos se observa que la Tierra se levanta cuando el valor de *K* disminuye. Ambas posibilidades se pueden apreciar de mejor forma si dibujamos la curvatura de la tierra para el caso de $k=2/3$ y $k=4/3$, para ello podemos determinar el valor de la curvatura (protuberancia) de la Tierra en un punto del enlace mediante:

$$h_k [km] = \frac{d1[km] * d2[km]}{2 * a_e [km]} = \frac{d1[km] * d2[km]}{2 * k * a [km]}$$

$$\therefore h_k [km] = \frac{d1[km] * d2[km]}{2 * 0500 [km]}$$

(Ec. 5.38)

Donde:

h_k .- curvatura de la tierra

$d1, d2$.- la suma de distancias es la distancia total del enlace

$d = d1 + d2 [Km \text{ o } m]$

$\Rightarrow d2 = d - d1$.- según cuántas divisiones queramos en el eje *x*

k.- factor o contante *k*, según las condiciones climáticas de la zona del enlace

k.- para nuestro caso es 4/3

a.- radio de la tierra *a* es igual a 6370 [Km]

Teniendo en cuenta la distancia de nuestro enlace que es $d = 0,357$ [Km], haremos una división para 10 segmentos en el *eje x*, obteniendo una distancia de 0,0357 [Km] entre cada segmentación, y trabajando para la tierra equivalente de $a_e=8500$ [Km] tenemos la siguiente tabla de datos y su respectivo gráfico:

Segmentos	d1 (Km)	d2 (Km)	hk (m) $k=2/3$	hk (m) $k=4/3$
0	0,357	-	0,00000	0,00000
0,0357	0,321	0,036	0,00135	0,00068
0,0714	0,286	0,071	0,00240	0,00120
0,1071	0,250	0,107	0,00315	0,00158
0,1428	0,214	0,143	0,00360	0,00180
0,1785	0,179	0,179	0,00375	0,00188
0,2142	0,143	0,214	0,00360	0,00180
0,2499	0,107	0,250	0,00315	0,00158
0,2856	0,071	0,286	0,00240	0,00120
0,3213	0,036	0,321	0,00135	0,00068
0,357	-	0,357	0,00000	0,00000

Tabla 5.14.- Curvatura o protuberancia de la tierra

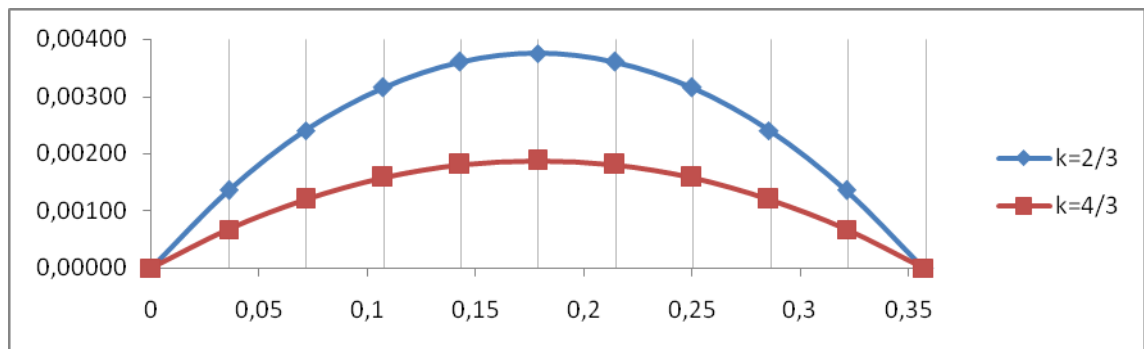


Figura 5.25.- curvatura de la tierra para $k = 2/3$ y $4/3$

Se puede observar que cada segmento es $d[\text{Km}]/10$, y si dibujamos nuestro perfil tendremos gráficas diferentes, por el mismo motivo de la curvatura. En la tabla 5.14 vemos en color lila el valor más alto de la curvatura para nuestro radio enlace, siendo este de h_k máx. = 0,00188 [m] = 0.188 [cm].

A continuación graficaremos la hoja de trabajo con los datos ya obtenidos, y esto es con la contante de $k=4/3$:

- Distancia del enlace: 0,357 [Km]

- Altura máx. del punto más elevado: 620 [m]

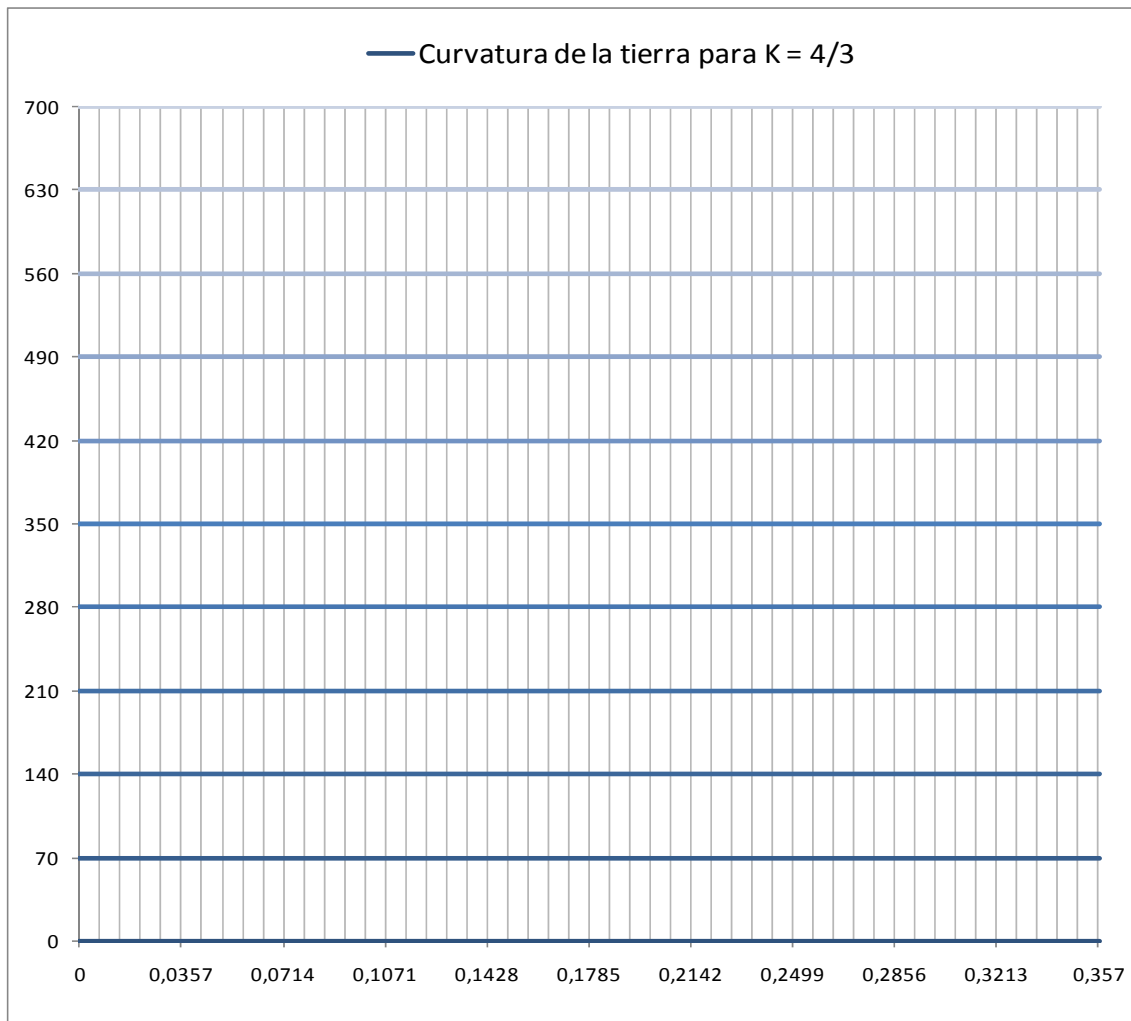


Figura 5.26.- Hoja de trabajo para factor $k = 4/3$

El *eje x* es la distancia del enlace en [Km], y el *eje y* es la altura sobre el nivel del mar de los puntos a enlazar y se encuentra en metros [m].

Como podemos observar, las líneas de curvatura son casi rectas, y se debe a que el valor de curvatura muy pequeño si lo comparamos con la altura a la cual vamos a trabajar, la cual es aproximadamente 620 [m] sobre el nivel del mar, por lo tanto no enfocaremos en un tramo más específico para una mejor apreciación.

En una forma más didáctica, escogeremos una escala del *eje y* de 1 metro, para así apreciar la curvatura de la que hemos hablado anteriormente:

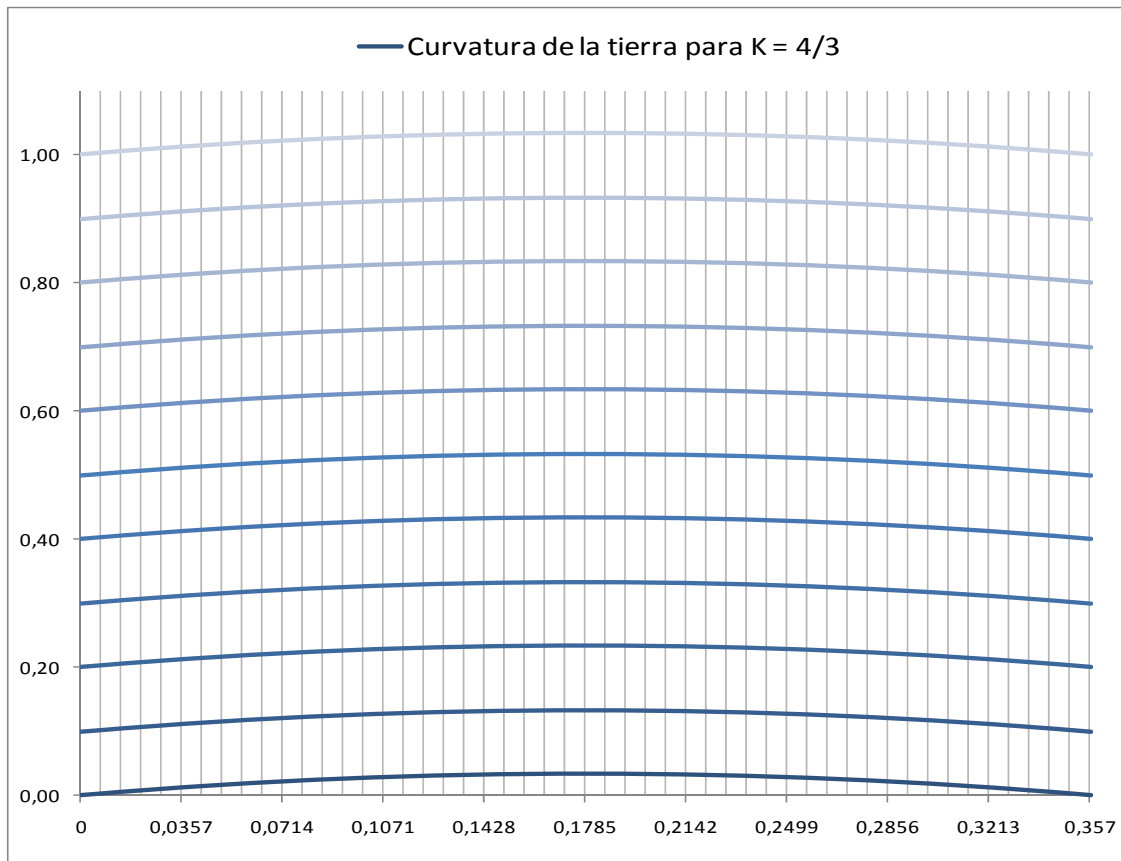


Figura 5.27.- Hoja de trabajo para $k = 4/3$ y “eje y” = 1[m]

En esta escala sí podemos observar la curvatura que presenta la tierra para la constante $k = 4/3$, si nuestra constante fuese $k = 2/3$, la curvatura sería más pronunciada por lo que hemos visto anteriormente.

Levantamiento del perfil

El perfil topográfico permite verificar la línea de vista que se tiene entre una antena y otra. Para obtener estos datos se realizará un levantamiento topográfico, mapas con curvas de nivel o mapas digitales.

Ya que no tenemos una escala adecuada según los mapas del “Instituto Geográfico Militar del Ecuador”, los cuales no son mayores que 1:250000, nos apoyaremos nuevamente en la herramienta de *Google*, la cual es *Google Earth*, para ver el perfil aproximado de nuestro enlace, de esta forma tendremos la siguiente captura:



Figura 5.28.- Perfil visto desde “Google Earth”

A simple vista tenemos línea de vista, y ya que no tenemos una gran distancia del enlace ni el mapa de la zona, nos guiaremos por medio de la línea de vista trazada entre los puntos para ver los cambios de altura que presenta el enlace a lo largo de la trayectoria.

A continuación las coordenadas y alturas tomadas:

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
h [m]	608	609	610	611	612	613
lat.	0 5 10,7	0 5 10,1	0 5 9,44	0 5 8,79	0 5 8,13	0 5 7,49
	0,08631	0,08614	0,08596	0,08578	0,08559	0,08541
long.	79 3 0,3	79 2 59,3	79 2 58,1	79 2 57	79 2 55,9	79 2 54,7
	79,05008	79,04980	79,04948	79,04917	79,04885	79,04853
x=	0,0000	0,0367	0,0776	0,1179	0,1588	0,1997

	P7	P8	P9	P10	P11
h [m]	614	615	616	617	618
lat.	0 5 6,88	0 5 6,28	0 5 5,7	0 5 5,12	0 5 4,9
	0,08524	0,08508	0,08492	0,08476	0,08469
long.	79 2 53,7	79 2 52,7	79 2 51,7	79 2 50,7	79 2 50,3
	79,04826	79,04797	79,04769	79,04741	79,04731
x=	0,2353	0,2720	0,3082	0,3440	0,3576

Tabla 5.15.- Puntos del radio enlace con sus alturas “y” y distancias “x”

Con las coordenadas tanto de latitud como longitud, aplicamos la ecuación 5.36 y de esta forma obtenemos la distancia entre el punto A o punto P1 que es desde el “Mega Centro Jaramillo” hasta los diferentes puntos hasta llegar al punto P11 o punto B que pertenece a la “Franquicia Disensa Jaramillo”. Graficando estos puntos obtendremos la siguiente figura:

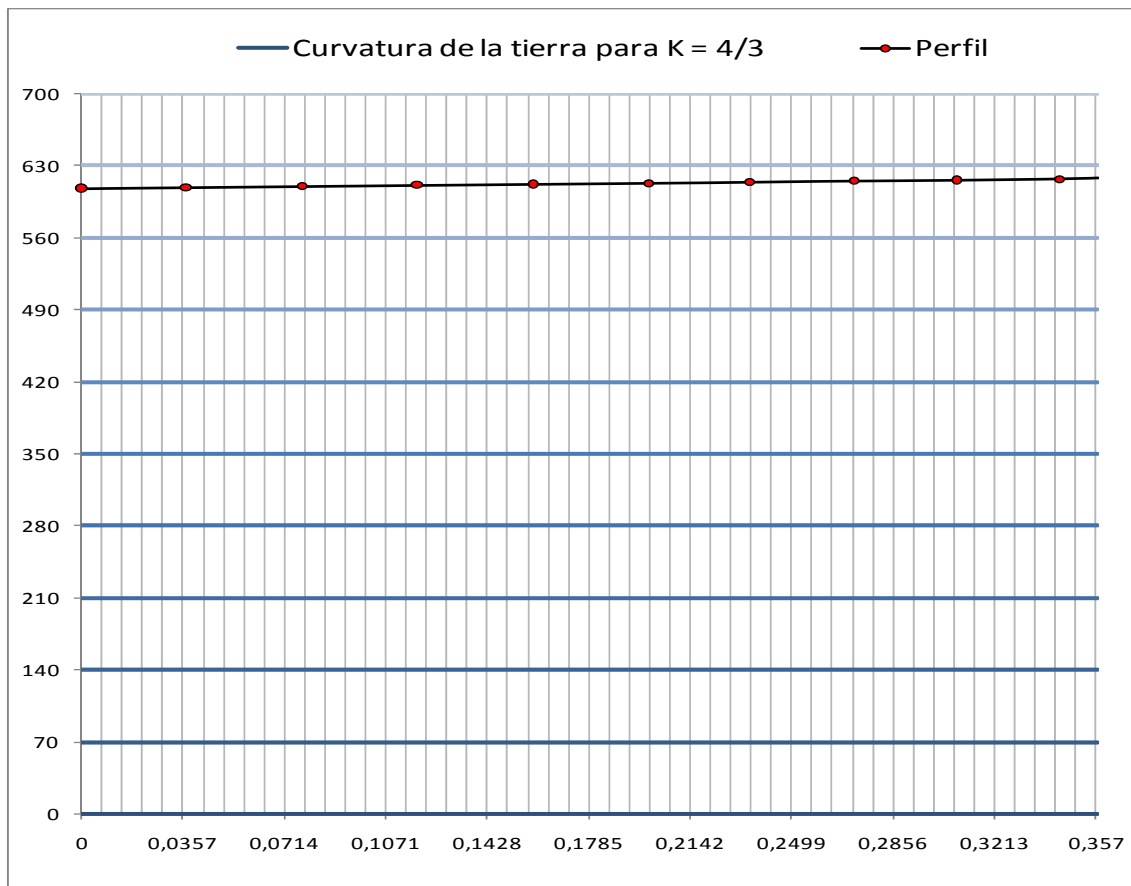


Figura 5.29.- Perfil del terreno Punto A (izq.) hasta Punto B (der.)

Es posible ver claramente que nuestro enlace está en lía de vista, además tenemos que tomar en cuenta la altura de las edificaciones, es así que tendremos los siguientes datos:

DETALLE	Punto A	Punto B
<i>Altura edificación:</i>	15 [m]	3,5 [m]
<i>Altura mástil:</i>	3 [m]	2,5 [m]
<i>Altura al nivel del mar:</i>	608 [m]	618 [m]
<i>Altura TOTAL:</i>	626 [m]	624 [m]

Tabla 5.16.- Alturas de las antenas

Estas alturas son puestas para que el enlace esté en línea recta, y fueron calculadas con los datos iniciales tomados por nuestro GPS, y con estos datos, obtuvimos estas alturas, pero al momento de utilizar “Google Earth”, las alturas con las cuales calculamos las alturas para un enlace paralelo a la superficie de la tierra cambió, por este motivo tenemos una diferencia de 2 [m] entre el Punto A y el Punto B.

Como vimos en la figura 5.27, nos concentraremos en un rango específico para obtener una mejor apreciación. Nos apoyaremos en este perfil para ver un rango que nos permita la mejor visualización, en este caso partiremos desde un mínimo de 580 [m] hasta un máximo de 640 [m], trazaremos la línea de vista del enlace con los datos de altura mencionados en la tabla 5.16 y así nuestro nuevo perfil maximizado será:

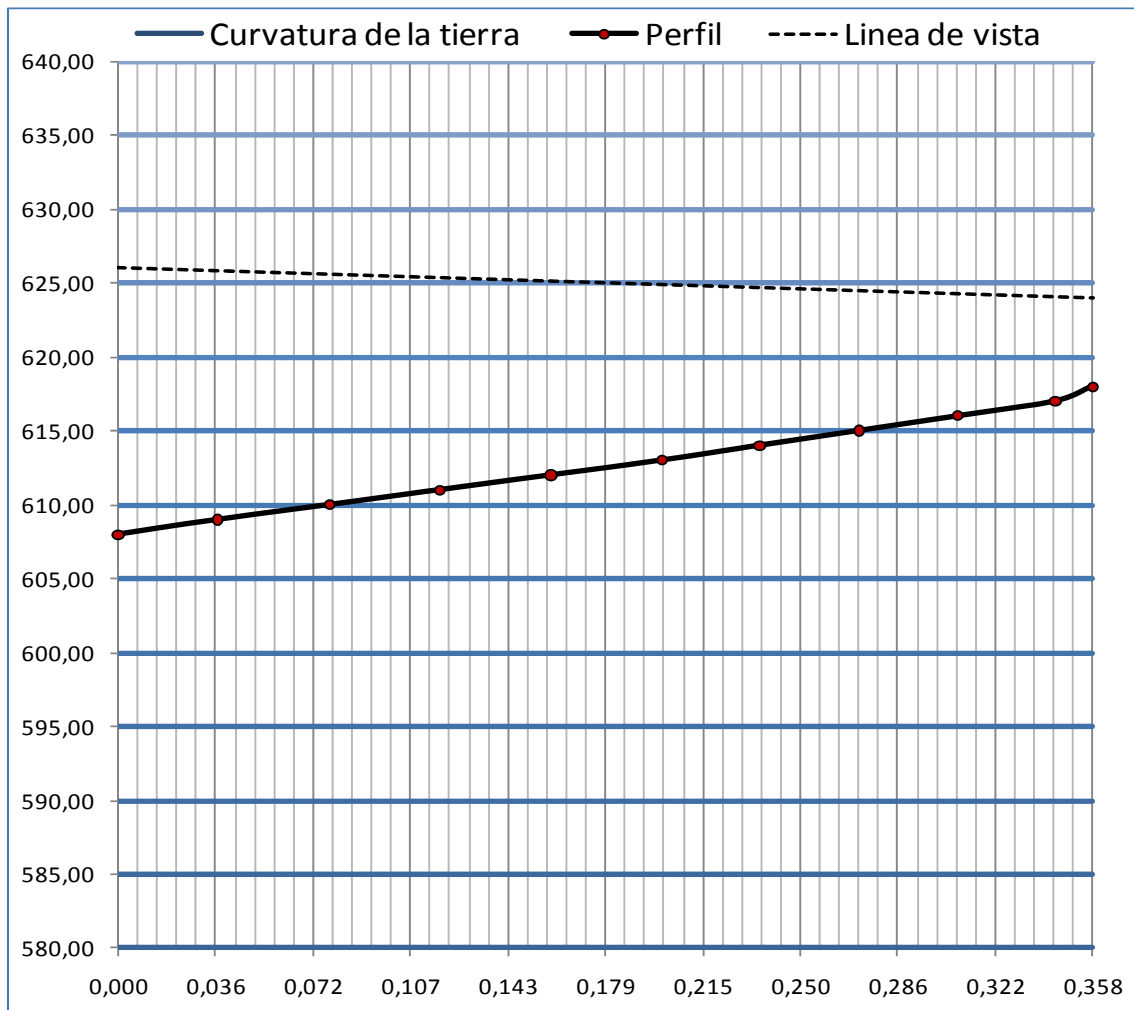


Figura 5.30.- Línea de vista del enlace

Zonas de Fresnel

Se denominan zonas de Fresnel a las coronas circulares concéntricas determinadas por los rayos difractados que se suman en fase y en contrafase en forma alternada. Dentro del elipsoide de revolución la primera zona de Fresnel se caracteriza por el radio F1 a una determinada distancia de la antena.

La primera zona de Fresnel permite establecer la condición de visibilidad entre las antenas, de forma que no existan obstáculos. Esto considera que la trayectoria no ha sido obstruida, por el contrario, de existir se tendría una pérdida en la potencia recibida. La energía debe estar concentrada cerca del rayo directo, de existir una obstrucción menor al 40% de la zona de Fresnel, se consideraría que no contribuye significativamente a la atenuación por difracción.

En *ITU-R I.715* se indica la relación entre los distintos elementos que interviene:

La forma para calcular es la siguiente:

$$h_o [m] = F_N [m] = 548 * \sqrt{N * \frac{d1 [Km] * d2 [Km]}{f [MHz] * d [Km]}}$$

(Ec. 5.39)

Donde:

N.- es el número de la capa del elipsoide

F_N.- ho.- radio de la zona de Fresnel [m]

d1.- distancia a un extremo del trayecto y el obstáculo [Km]

d2.- distancia entre el receptor y el obstáculo [Km]

d1 y *d2*.- se trabaja de la misma forma que la curvatura de la tierra

f.- frecuencia [Hz]

Con lo ya visto anteriormente, se llega a la conclusión y además se recomienda calcular únicamente la 1 era zona o radio de Fresnel, pues esta zona es la que mayor energía aporta al enlace, por lo tanto $N = 1$.

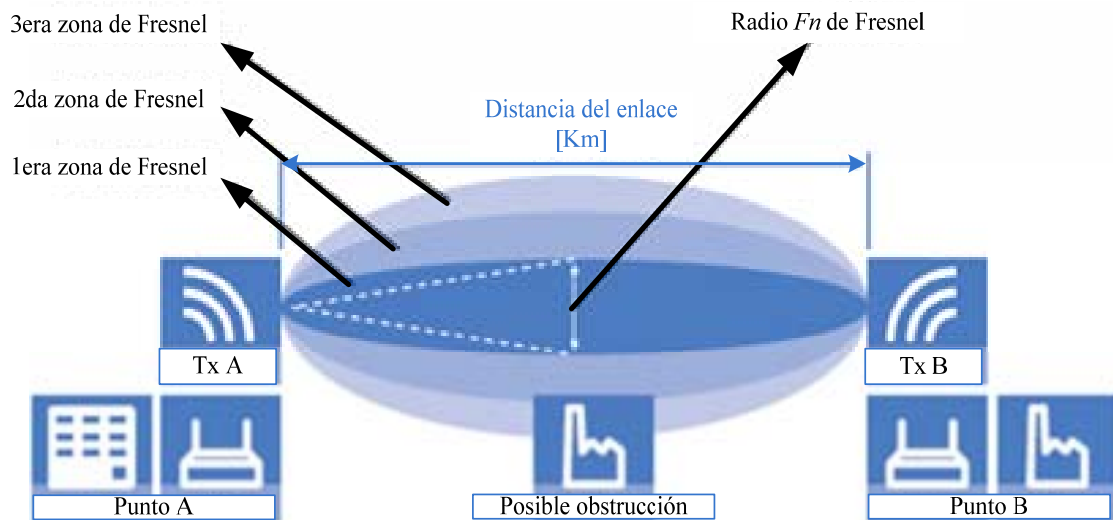


Figura 5.31.- Zonas de Fresnel

Condiciones de despeje del radio enlace “Clearance”:

- Para considerar que existe visibilidad directa y que por lo tanto el trayecto se encuentra libre de obstáculos.
- La distancia entre los puntos a enlazar en línea vista (LOS – Line Of Sight) y el perfil del terreno deben cumplir:
 - Para $k = 4/3$ (atmósfera normal) debe ser liberado el 100% de la 1era zona de Fresnel del radio enlace.
 - Para $k = 2/3$ (peor condición de atmósfera) debe liberarse el 60% de la 1era zona de Fresnel del radio enlace.
- Es necesario comprobar estas condiciones para el punto más crítico del radio enlace (el punto más alto entre los puntos enlazados).
- En caso de no cumplir estos requerimientos, se puede aumentar en forma moderada las alturas de las antenas, de forma que el enlace pase por encima de dichos obstáculos.
- Y si aún así no es posible solucionar este problema, es necesario introducir en los cálculos el efecto de atenuación por la difracción de obstáculos.

Una vez que hemos visto cómo se obtiene las zonas de Fresnel para los enlaces, procedemos a calcular la 1era zona para nuestro radio enlace:

Radio de Fresnel	0,000	1,308	1,776	2,026	2,141	2,140	2,044	1,839	1,486	0,824	0,000
Z Fresnel superior	626,0	627,1	627,3	627,4	627,3	627,0	626,7	626,3	625,8	624,9	624,0
Z Fresnel inferior	626,0	624,5	623,8	623,3	623,0	622,7	622,6	622,6	622,8	623,3	624,0
X [Km]=	0,000	0,037	0,078	0,118	0,159	0,200	0,235	0,272	0,308	0,344	0,358

Tabla 5.17.- Valores para la 1era zona de Fresnel del enlace

Con estos valores graficamos en la misma escala antes mencionada para una mejor apreciación del enlace:

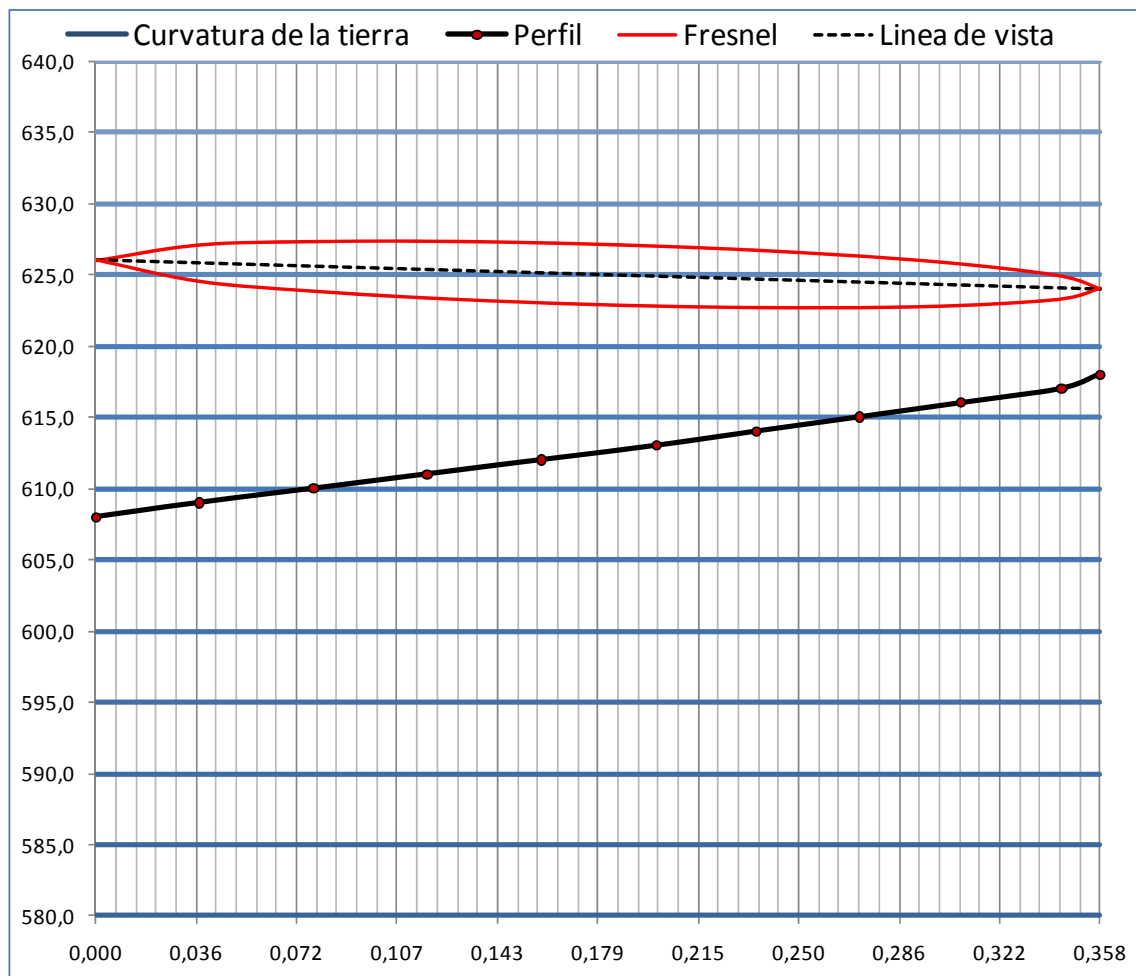


Figura 5.32.- Primera zona de Fresnel del enlace

Con todos estos datos, vemos la finalización de los cálculos del radio enlace, dando como resultado que el enlace entre los Puntos A y B, están en línea de vista, no tenemos presencia de obstáculos, no es necesario modificar la altura de las antenas y tenemos el 100% de la zona de Fresnel libre.

5.3.7 Descripción de los equipos para el radio enlace

Los elementos pueden ser divididos en 3 partes principales:

1. El lado de Transmisión con potencia efectiva de transmisión.
2. Pérdidas en la propagación.
3. El lado de Recepción con efectiva sensibilidad receptiva (effective receiving sensibility).

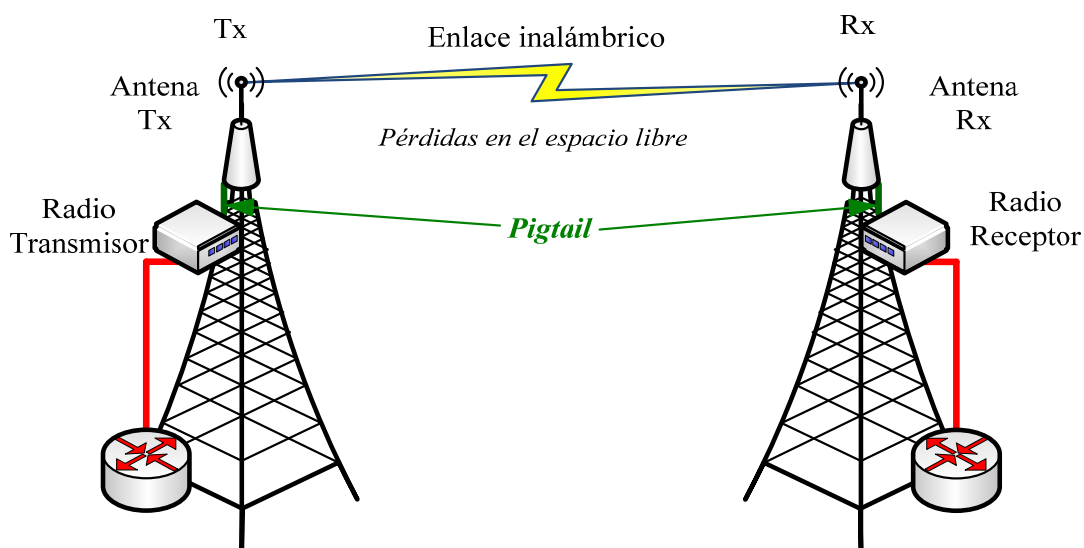


Figura 5.33.- Elementos de un radio enlace

Un presupuesto de radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes (en decibeles) en el camino de las tres partes principales.

Como vimos anteriormente, nuestro equipo transmisor y receptor es de la fábrica de **Ubiquiti**, en la familia de soluciones de microondas, para la banda de 5 [GHz], escogimos la **NanoStation5**.

El equipo es al mismo tiempo el equipo de radio transmisor o receptor, amplificador y antena, todo en una misma placa, gracias a la nueva tecnología de antenas planas es como se logran crear productos como estos. No usaremos Pigtails (Para mayor información, ver **Pérdidas en cable y conectores** del numeral **5.3.8.1**), por lo tanto no

usaremos conectores, esto es una gran ventaja, pues no tenemos pérdidas significativas con respecto al uso de otros equipos.

Para tener una mejor idea de lo que estamos hablando, veremos a continuación la parte frontal y posterior de la *NanoStation5* sin su protección plástica.

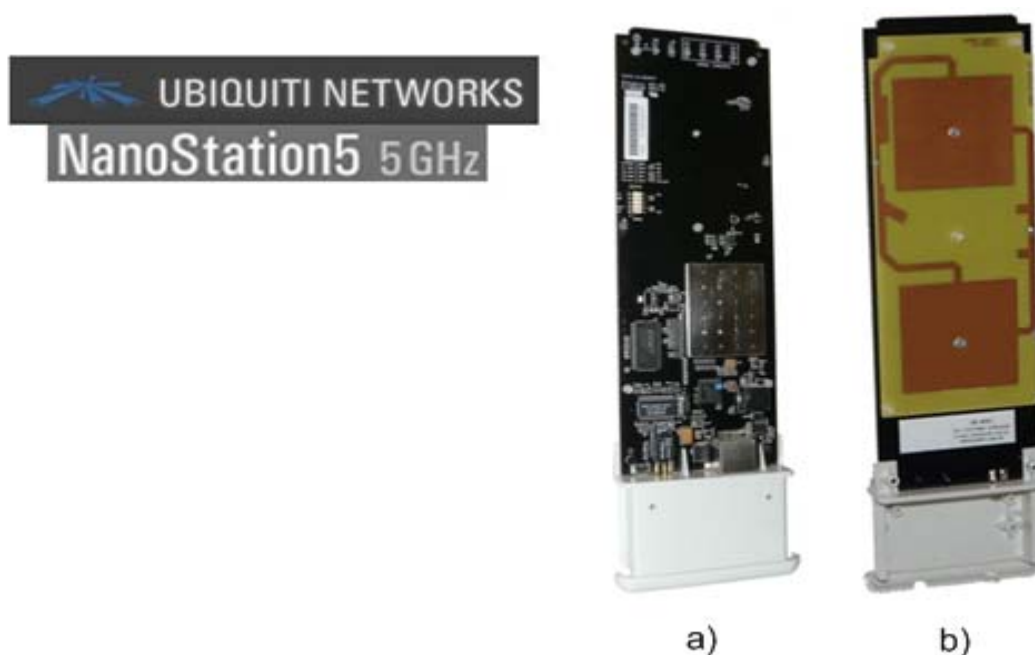


Figura 5.34.- a) Parte Posterior y b) Parte Frontal (Antenas planas de 14[dBi])

Para la alimentación de la *NanoStation5*, se dispone de un inyector POE (*Power Over Ethernet*), el cual provee de la energía necesaria para el correcto funcionamiento a través de los pares del cable UTP: V+ = 4-5 y V- = 7-8.

El adaptador tiene un voltaje de 12 VDC, y la corriente de 1 A. Tanto el inyector como el adaptador, vienen incluidos en el paquete junto con la *NanoStation5*.



Figura 5.35.- Inyector POE y adaptador de la *NanoStation5*

El mástil es un tubo galvanizado de 2" con una altura de 4 metros [m], como vimos anteriormente, las antenas estarán a una altura de 3 [m] para el Punto A y de 2.5 [m] para el Punto B, estos mástiles estarán fundidos en la terraza de cada edificación, no necesitamos cables para tensar el mástil, pues el peso de las antenas es apenas 0,4 [Kg].

En el mismo paquete de la *NanoStation5*, se incluye un par de amarras plásticas para sujetarla al mástil, pasando entre las argollas que vienen en la parte posterior.

Con esta descripción, la lista de los elementos que vamos a necesitar, quedaría de la siguiente manera:

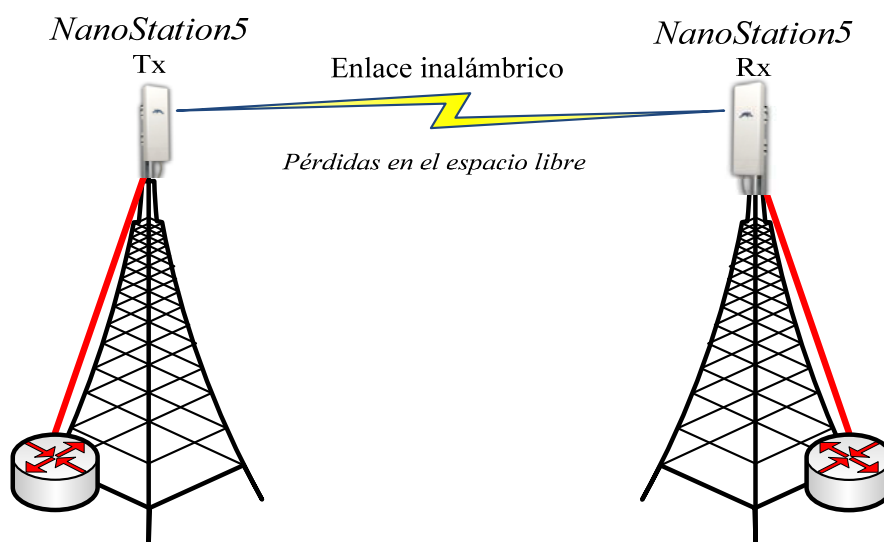


Figura 5.36.- Elementos de nuestro radio enlace, con *NanoStation5*

El principal motivo de escoger la *NanoStation5* para nuestro radio enlace, es lo robusto y compacto del sistema, lo cual se traduce como menos mantenimiento, además el sistema que se implementará es muy sencillo de instalar y configurar como ya lo veremos a continuación.

5.3.8 Procedimiento para cálculos del radio enlace

Como vimos en el escogimiento de la frecuencia y del canal, tenemos que hacer los cálculos pertinentes para cumplir con la normativa del Ecuador, a continuación los cálculos principales de nuestro enlace:

5.1.1.1 Cálculo de pérdidas y atenuaciones presentes en el radio enlace

En los sistemas de radioenlace se tienen 3 causas de degradación: el ruido térmico, las distorsiones internas y externas y las interferencias. Las interferencias determinan la capacidad nodal de un punto, definido como la cantidad de información [Mb/s] que se puede emitir desde dicho punto con la misma portadora. En esto se debe tener en cuenta el ángulo de separación mínimo posible con el acoplamiento angular entre antenas (**ITU-R I.378**). Utilizando diversidad de espacio se tiene una ganancia combinada entre antenas que permite reducir la potencia fuera de la dirección de máxima directividad. Es decir, la diversidad de espacio mejora 3 veces la capacidad nodal, según la recomendación la ITU numeral (**ITU-R I.784**).

Del estudio de estas interferencias y la relación entre los canales analógicos y digitales se pueden obtener 3 disposiciones para el uso de la banda de frecuencias (**ITU-R 610**):

- Uso total de una banda para sistemas digitales,
- Uso de canales reservados,
- Uso de partes de la sub-banda.

Desde el punto de vista del origen de las interferencias puede indicarse la siguiente clasificación (**ITU-R I.779**):

- Fuentes que experimentan un desvanecimiento al mismo tiempo que la señal; se ubican en la misma línea de enlace.
 - Fuentes que experimentan un desvanecimiento no correlacionado con la señal; proveniente desde otra dirección.
-

Pérdidas o atenuación en el espacio libre (*FSL* ó *A0* ó *Lbf*)

Para esto nos apoyaremos en la recomendación que hace la ITU y lo mencionaremos a continuación:

RECOMENDACIÓN UIT-R PN.525-2
CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN EN EL ESPACIO LIBRE

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

Considerando:

- a) *que la propagación en el espacio libre es una referencia fundamental en ingeniería radioeléctrica,*

Recomienda:

1. *que se utilicen los métodos que figuran en el **anexo 1** para el cálculo de la atenuación en el espacio libre.*

ANEXO 1

1. Introducción

Como en otros textos se suele tomar como referencia la propagación en el espacio libre, en este anexo se presentan las fórmulas pertinentes.

2. Fórmulas fundamentales para enlaces de telecomunicación

La propagación en el espacio libre puede calcularse de dos formas diferentes, cada una de las cuales se adapta a un tipo particular de servicio.

2.2. Enlaces punto a punto

Cuando se trata de un enlace punto a punto, es preferible calcular la atenuación en el espacio libre entre antenas isotrópicas, denominada también pérdida básica de transmisión en el espacio libre (símbolos: L_{bf} o A_0) de la manera siguiente:

$$L_{bf} [dB] = A_0 [dB] = 32,5 + 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}(d)$$

Donde:

L_{bf} , A_0 .- pérdida básica de transmisión en el espacio libre [dB]

f .- frecuencia [MHz]

d .- distancia [km]

Pérdidas en cables

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en *dB/m* o *dB/pies*.

Independientemente de lo bueno que sea el cable, siempre tendrá pérdidas. Por eso, es necesario tomar en cuenta que el cable de la antena debe ser lo **más corto posible**. La pérdida típica en los cables está entre **0,1 dB/m** y **1 dB/m**. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará.

Estas pérdidas se aplican directamente a conectores llamados "**PigTails**", los cuales conectan al equipo transmisor o receptor con su respectiva antena, en nuestro caso, y gracias a las prestaciones que tiene el equipo credo por **Ubiquiti**, el sistema de transmisor ó receptor y antena, están encapsulados en la misma tarjeta electrónica, por lo que no tenemos presencia de un **PigTail** o **latiguillo**, sin embargo veremos que si es necesario mayor distancia, se conectará una antena externa por medio de un **PigTail**.

A continuación unos ejemplos de **PigTails** o **latiguillos**:



Figura 5.37.- Algunos tipos de Pigtails, en diferentes medidas

Pérdidas en conectores

Estime por lo menos 0,25 dB de pérdida para cada conector en su cableado. Estos valores son para conectores bien hechos mientras que los conectores mal soldados DIY (Do It Yourself) pueden implicar pérdidas mayores. Vea la hoja de datos para las pérdidas en su rango de frecuencia y el tipo de conector que usará.

Si se usan cables largos, la suma de las pérdidas en los conectores está incluida en una parte de la ecuación de “Pérdidas en los cables”. Pero para estar seguro, siempre considere un promedio de pérdidas de 0,3 a 0,5 dB por conector como regla general.

Además, los protectores contra descargas eléctricas que se usan entre las antenas y el radio debe ser presupuestado hasta con 1 dB de pérdida, dependiendo del tipo. Revise los valores suministrados por el fabricante (los de buena calidad sólo introducen 0,2 dB).

A continuación unos ejemplos de *conectores*:



Figura 5.38.- Conector SMA y Reverse SMA



Figura 5.39.- Conector Tipo N

Para nuestro enlace, asumiremos pérdidas de conectores y cables de 1 [dB] tanto en la recepción como en la recepción, este valor nos ayudará a sobredimensionar estas pérdidas en caso de ser 1 [dB], el cual es un valor alto, y es alto porque son conectores RJ45 y el cable es UTP categoría 5e.

Atenuación por lluvia

Las señales que se propagan a través de una región de lluvia se atenúan como consecuencia de la absorción de potencia que se produce en un medio dieléctrico con pérdidas como es el agua. Adicionalmente, también se producen pérdidas sobre la onda transmitida debido a la dispersión de parte de la energía del haz que provocan las gotas de lluvia, aunque son menores.

En nuestro caso, no tomaremos en cuenta esta atenuación, ya que la distancia del enlace no es lo suficiente extensa para una atenuación por los prismas de las gotas de lluvia.

Atenuación por vegetación

Un factor importante de atenuación en sistemas que operan a frecuencias de microondas, lo constituye la vegetación (árboles, arbustos, etc.) que existe en las inmediaciones del radioenlace. Estos sistemas se caracterizan por emplear enlaces cortos (2-6 km) con visión directa entre las antenas, pero en ciertas ocasiones el radioenlace puede verse accidentalmente obstruido por árboles o incluso techos de edificios en entornos urbanos. En esta situación, el campo electromagnético presente en la antena receptora puede modelarse como la suma de la onda proveniente directamente del

transmisor, y multitud de pequeñas ondas dispersadas por los edificios adyacentes y por las hojas de los árboles cercanos. Dado que las fases de estas ondas son aleatorias, las señales resultantes pueden estimarse mediante análisis estadístico.

En resumen, la gran variedad de edificios, tipos de terreno y vegetación a considerar en una determinada zona susceptible de instalar un sistema de radiocomunicaciones que opere a frecuencias milimétricas, hace que en extremo difícil proporcionar reglas de diseño generales para estimar la cobertura. La utilización de herramientas informáticas de trazado de rayos y de modelado de obstáculos a partir de información preliminar sobre la zona reduce la complejidad del diseño del sistema. Sin embargo, la realización de mediciones experimentales es completamente necesaria para validar los modelos y proporcionar confianza a los resultados de las predicciones.

Existen varios estudios sobre la influencia que ejerce el tamaño, la densidad, el tipo y la forma de vegetación en la atenuación que sufre la señal al propagarse por áreas con vegetación.

Según la referencia de la ITU para las atenuaciones por lluvia en frecuencias de 5 a 40 [GHz], tenemos que considerar la siguiente ecuación:

- Para árboles con hojas, la expresión es:

$$A_{veg} = 0,39 * f^{0,39} * h_{veg}^{0,25} [dB]$$

- Y para árboles sin hojas, la expresión es:

$$A_{veg} = 0,39 * f^{0,18} * h_{veg}^{0,59} [dB]$$

Donde:

: Atenuación por vegetación en [dB]

: Frecuencia de operación del radio enlace en [GHz]

: Altura de la vegetación en [m]

ATENUACIONES ADICIONALES. La propagación atmosférica produce:

- Refracción en la atmósfera (levantamiento del horizonte);
- Difracción por zonas de Fresnel (atenuación por obstáculo);
- Atenuación por reflexiones en el terreno;
- Desvanecimiento por múltiple trayectoria (formación de ductos);
- Absorción por arboledas cercanas a la antena;
- Absorción por gases o hidrometeoros (lluvia, nieve, etc.);
- Dispersión de energía debido a precipitaciones;
- Desacoplamiento de la polarización de la onda.

5.1.1.2 Estudio de ganancias y potencias para los equipos del radio enlace.**Ganancias**

La ganancia de una antena típica varía entre 2 [dBi] (antena integrada simple) y 8 [dBi] (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30 [dBi] (parabólica). Tenga en cuenta que hay muchos factores que disminuyen la ganancia real de una antena.

Las pérdidas pueden ocurrir por muchas razones, principalmente relacionadas con una incorrecta instalación (pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos adyacentes). Esto significa que sólo puede esperar una ganancia completa de antena, si está instalada en forma óptima.

Nuestro equipo tiene una ganancia de 14 [dBi] por antena, cuando decimos esto no significa que tenemos un total de 28 [dBi], decimos por antena, ya que una antena es para una polarización vertical y la otra para una polarización horizontal, esto escogemos o configuramos desde software de *Ubiquiti* llamado *AirOS*.

Potencia de Tx

La potencia de transmisión es la potencia de salida del radio. El límite superior depende de las regulaciones vigentes en cada país, dependiendo de la frecuencia de operación y puede cambiar al variar el marco regulatorio. En general, los radios con mayor potencia de salida son más costosos.

La potencia de transmisión del radio, normalmente se encuentra en las especificaciones técnicas del vendedor. Tenga en cuenta que las especificaciones técnicas le darán valores ideales, los valores reales pueden variar con factores como la temperatura y la tensión de alimentación.

La potencia de transmisión típica en los equipos IEEE 802.11 varía entre 15 – 26 dBm (30 – 400 mW).

A la potencia de transmisión se la puede expresar en dBm, dBW, W (vatios) ó mW (mili vatios).

Como vimos en el estudio para el escogimiento del canal, la máxima potencia radiada en el Ecuador para la frecuencia de 5785 [MHz] es de 1 [W].

Nuestro equipo tiene un rango de potencia de radiación típico de un equipo IEEE 802.11, desde los 17 [dBm] hasta un máximo de 24 [dBm]

Potencia de Rx o sensibilidad de recepción “Rx”

La potencia de recepción de un equipo, se define como la sensibilidad de recepción o del receptor, es un parámetro que merece especial atención ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar o extraer los “bits lógicos” de los datos enviados por el radio enlace y alcanzar una cierta tasa de bits.

Cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio. Por ejemplo, un valor típico es:

- -82 [dBm] para un enlace de 11 [Mbps]
-

- y -94 [dBm] para uno de 1 [Mbps].

En nuestro caso tenemos una recepción desde:

- -74 [dBm] para un enlace de 54 [Mbps]
- Hasta -94 [dBm] para un enlace de 6 [Mbps]

Como se mencionó en “*la descripción de equipos para un radio enlace*”, la sensibilidad o potencia de radiación es la suma de todas las ganancias, potencias, pérdidas y atenuaciones del radio enlace, comenzando desde el transmisor hacia el receptor, de tal manera que tenemos:

$$P_{Rx}[dBm] = P_{Tx}[dBm] - L_{Tx}[dB] + G_{Tx}[dBi] - A_o[dB] + G_{Rx}[dBi] - L_{Rx}[dB] \quad (\text{Ec. 5.40})$$

Donde:

P_{Rx} .- es la potencia o sensibilidad de Recepción Rx en [dBm]

P_{Tx} .- es la potencia de Transmisión Tx en [dBm] ó [W] ó [mW]

L_{Rx} , L_{Tx} .- Pérdidas de conectores y cables de Recepción y Transmisión en [dB]

G_{Rx} , G_{Tx} .- Ganancias de antenas de Recepción y Transmisión en [dBi]

A_o , FSL.- Pérdidas en el espacio libre [dBm] ó [W] ó [mW]

Con esta ecuación podemos calcular la potencia o sensibilidad de la señal en nuestro equipo receptor, únicamente veremos qué potencia tiene la señal en la llegada, a más de este dato, necesitamos tomar en cuenta *el margen de desvanecimiento*.

Margen de desvanecimiento

Se lo conoce de diferentes formas, como:

- *Margen Fade*
- *Fading Margen FM*
- *Margen de desvanecimiento*

- **Link Budget**
- **Presupuesto del enlace**

Y es la diferencia entre la intensidad de la señal recibida y la radio Sensibilidad del receptor . Al implementar un vínculo que desea tener una recepción de señal de fuerza que sea lo suficientemente por encima de la radio Sensibilidad del receptor con el fin de sobrevivir al desvanecimiento de la señal debido a una variedad de factores. Estos factores pueden incluir ligero desajuste de las antenas, las pérdidas debidas a la niebla y la lluvia, etc. Como regla general, se puede tratar de conseguir por lo menos 15 dB de margen de desvanecimiento en sus enlaces.

Se debe tomar en cuenta que: **“A medida que la frecuencia aumenta el margen de desvanecimiento también debe aumentar por seguridad”** y esto se debe a que las ondas son absorbidas con mayor facilidad y también que estas señales son vulnerables a interferencias.

Sensibilidad del receptor y margen de desvanecimiento.

Se debe tener en cuenta que la señal recibida debe ser mayor que de la sensibilidad del receptor, a este exceso se le llama margen de desvanecimiento. De no darse esta condición se necesitará mayor ganancia de antenas o cables con menos pérdidas.

El Margen de desvanecimiento debería tener un valor de:

- Mínimo (para interiores) = 10 dB
- En ciudades, **preferible** (para enlaces exteriores donde hay presencia de edificaciones y vegetación moderada) = 15dB
- En condiciones adversas (para las peores condiciones) = 20dB,

De esta forma queda redefinido el valor de la potencia de recepción:

$$P_{Rx}^r [dBm] = P_{Tx} [dBm] - FN [dB]$$

(Ec. 5.41)

Una vez que tenemos en claro todos los conceptos del radio enlace, y teniendo los datos de nuestros equipos de recepción y transmisión, ganancias, potencias, pérdidas, fórmulas para el cálculo de atenuaciones, procedemos a los cálculos pertinentes de nuestro radio enlace.

Cálculos del radio enlace.

Frecuencia	f = 5785,00 MHz = 5,785 GHz
Distancia	d = 0,357 Km = 357 m

$$Lo(dB) = 32,5 + 20 \log_{10}(d[Km]) + 20 \log_{10}(f[MHz])$$

Pérdidas en el espacio libre	Lo [dB]	98,799 dB
-------------------------------------	----------------	------------------

Datos de los equipos

Potencia de Tx	P tx = 17,00 dBm
Potencia de Tx [mW]	P tx = 50,12 mW
Pérdidas (conectores y cable) Tx	L tx = 1,00 dB
Ganancia antena Tx	G tx = 14,00 dBi
Ganancia antena Rx	G rx = 14,00 dBi
Pérdidas (conectores y cable) Rx	L rx = 1,00 dB

Sensibilidad

$$P_{Rx} [dBm] = P_{Tx} [dBm] - L_{Tx} [dB] + G_{Tx} [dBi] - Lo [dB] + G_{Rx} [dBi] - L_{Rx} [dB]$$

Sensibilidad de Rx (valor -)	P tx = -55,80 dBm
------------------------------	--------------------------

Potencia de recepción con FM = 20 dB

Margen	[dB]	20,00 dB
Sensibilidad de Rx (valor -)	P tx = -55,80 dBm	

$$P'_{Rx} [dBm] = P_{Tx} [dBm] - FM [dB]$$

Sensibilidad de Rx (valor -)	P tx = -75,80 dBm
------------------------------	--------------------------

Tabla 5.18.- Datos finales del radio enlace

Hemos hecho el cálculo de la potencia de recepción, con un margen de desvanecimiento de 20 [dB], ya que en la zona tenemos presencia de humedad y lluvias continuas, y la vegetación es moderada, asegurando así una buena señal.

Como el valor calculado es de -75.8 [dBm], revisamos los valores establecidos por el equipo, y observamos que actuando como equipo receptor, tenemos los valores:

- -74 [dBm] para una tasa de transmisión de 54 [Mbps]
- Y -77 [dBm] para una tasa de transmisión de 48 [Mbps]

Por lo tanto fijaremos la sensibilidad de recepción en -74 [dBm] obteniendo así un valor final del margen de desvanecimiento FM = 18.20 [dB]

Para la potencia de radiación o potencia radiada aplicamos la fórmula:

$$PIRE [dBm] = P_{Tx} [dBm] - L_{Tx} [dB] + G_{Tx} [dBi] \tag{Ec. 5.42}$$

Donde:

PIRE.- Potencia Isotópica Radiada Equivalente en [dBm]

P_{Tx}.- Potencia de transmisión del equipo

L_{Tx}.- Pérdidas de conectores y cable en el transmisor

G_{Tx}.- Ganancia de la antena de transmisión del equipo

Potencia de radiación			
$PIRE [dBm] = P_{Tx} [dBm] - L_{Tx} [dB] + G_{Tx} [dBi]$			
PIRE o EIRP	PIRE =	30,00	dBm
$PIRE [mW] = 10^{\frac{PIRE [dBm]}{10}}$			
PIRE o EIRP	PIRE =	1000,00	mW

Tabla 5.19.- Potencia de radiación del equipo

Todos estos cálculos y el levantamiento del perfil, los hemos realizado de forma convencional, pero son criterios que tenemos que tener en cuenta para el diseño del radio enlace, como vemos en la potencia de radiación, lo hemos calculado según la fórmula del

PIRE (Potencia Isotópica Radiada Equivalente) ó EIRP (Equivalent isotropically radiated power), y estamos dentro de lo normado por el *CONATEL* para una frecuencia de 5785 [MHz].

En la actualidad contamos con varios simuladores de radio enlaces, y usaremos uno que tiene una gran cantidad de prestaciones y facilidad de manejo, aparte de ser bastante completo y versátil.

5.3.9 Simulación del radio enlace utilizando el software RADIOMOVILE.

RadioMobile es un software de libre distribución para el cálculo de radio enlaces de larga distancia en terreno irregular. Para ello utiliza perfiles geográficos combinados con la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que quieren simularse.

Este software implementa con buenas prestaciones el modelo Longley-Rice, modelo de predicción troposférica para transmisión radio sobre terreno irregular en enlaces de largo-medio alcance. Además de tener múltiples utilidades de apoyo al diseño y simulación de los enlaces y las redes de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados.

RadioMobile utiliza para la evaluación de los enlaces, el perfil geográfico de las zonas de trabajo. La obtención de estos mapas puede realizarse directamente desde una opción del software que permite descargarlos de Internet. Hay tres tipos de mapas disponibles: los SRTM, los GTOPO30 y los DTED.

Al igual que el modelo de propagación en el que se basa, permite trabajar con frecuencias entre los 20MHz y 40GHz y longitudes de trayecto de entre 1 y 2000 Km.

Para la simulación, ya tenemos los datos de nuestro enlace en las tablas 5.18 y 5.19, de esta forma ingresaremos los datos en el simulador, a más de esto tenemos el diagrama de cómo está constituido nuestro radio enlace:

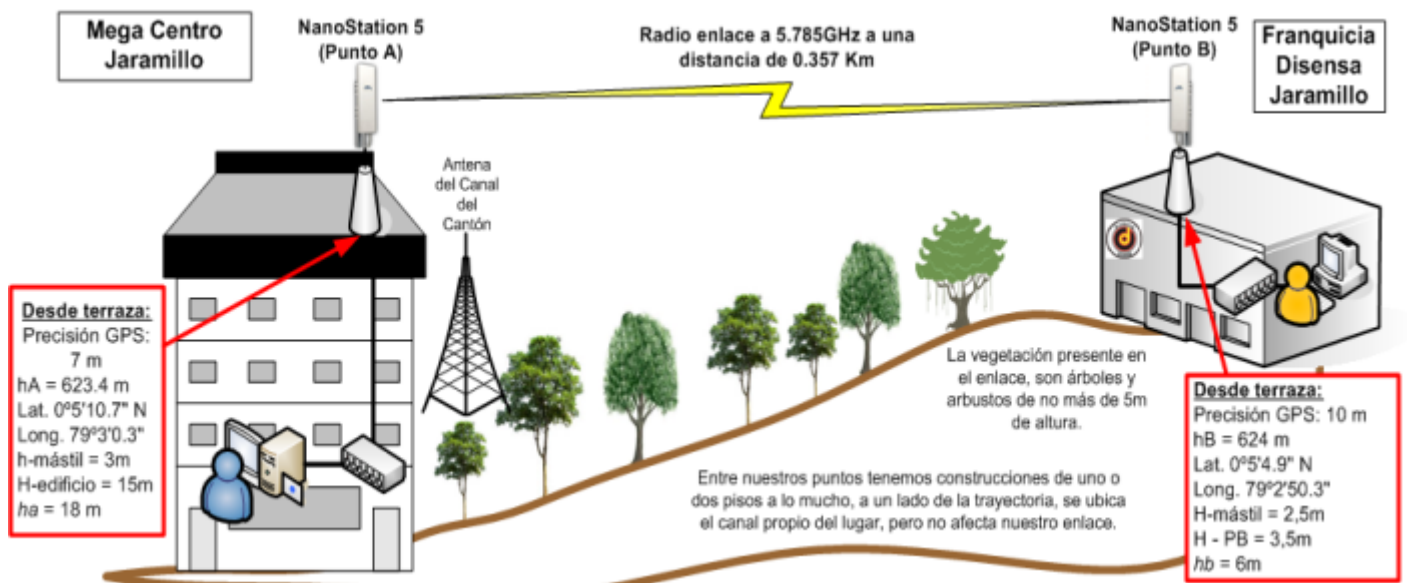


Figura 5.40.- Diagrama completo del radio enlace

Con la breve reseña sobre el software *Radio Mobile*, y con los datos de las coordenadas de la figura 5.40, procedemos con la simulación:

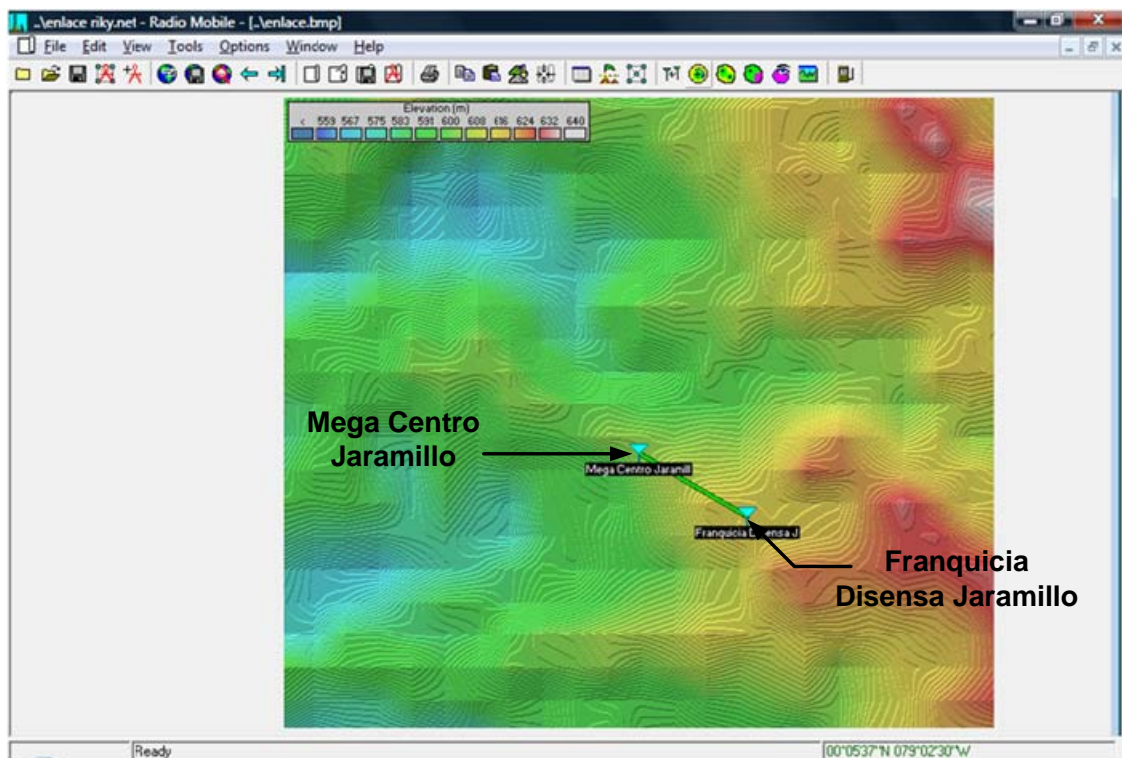


Figura 5.41.- Vista superior del enlace con *Radio Mobile*

En la figura 5.41, se muestra la carta topográfica de nuestro radio enlace del Punto “A” (*Mega Centro Jaramillo*) y el Punto “B” (*Franquicia Disensa Jaramillo*) visto en 2D, para tener una mejor idea de estas curvas y lo que representa, se puede revisar la figura 5.2, y comprender como se obtiene esta vista del radio enlace.

A continuación veremos el perfil de más cerca:

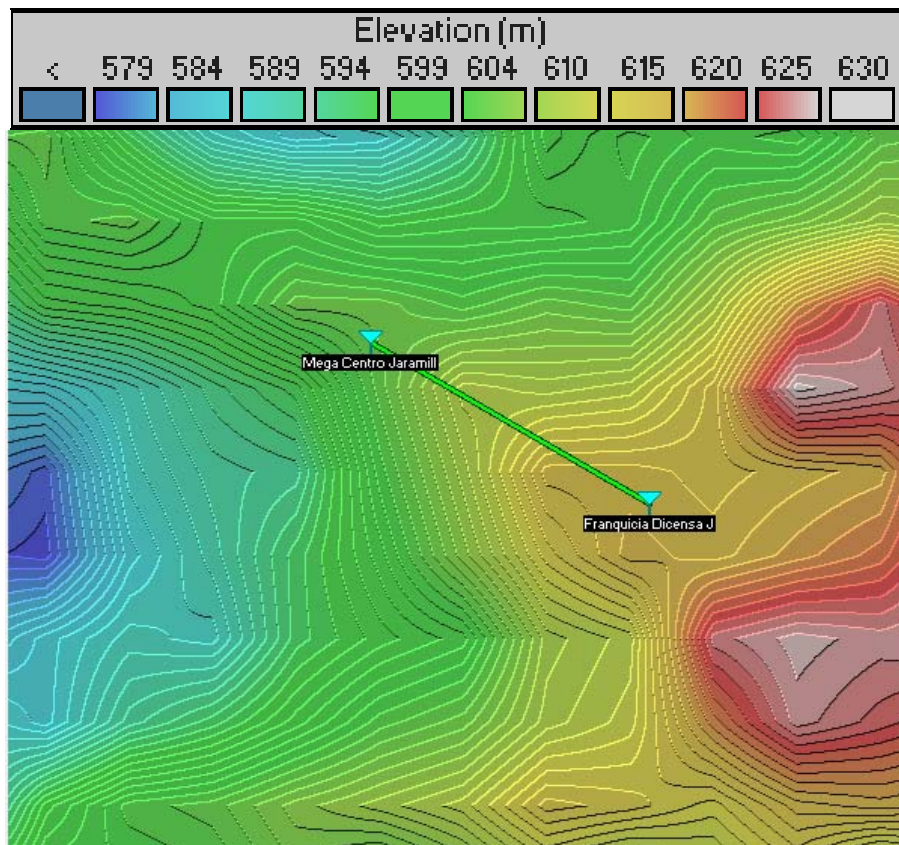


Figura 5.42.- Topografía del terreno del radio enlace

En esta figura vemos que desde A hacia B, existe una diferencia de altura siendo “A” el más bajo y “B” el más alto, y aparentemente no tenemos obstáculos que puedan afectar o degradar la señal de nuestro enlace.

En un radio enlace, tendremos comunicación en ambos sentidos del enlace, es por este motivo que una recomendación fundamental para la correcta transmisión y recepción de la información, es de simular el enlace transmitiendo desde “A” hacia “B” y luego desde “B” hacia “A”, asegurando así un enlace robusto y confiable.

Realizaremos la simulación desde:

- Transmisor: Punto “A” (*Mega Centro Jaramillo*) hacia
- Receptor: Punto “B” (*Franquicia Disensa Jaramillo*)

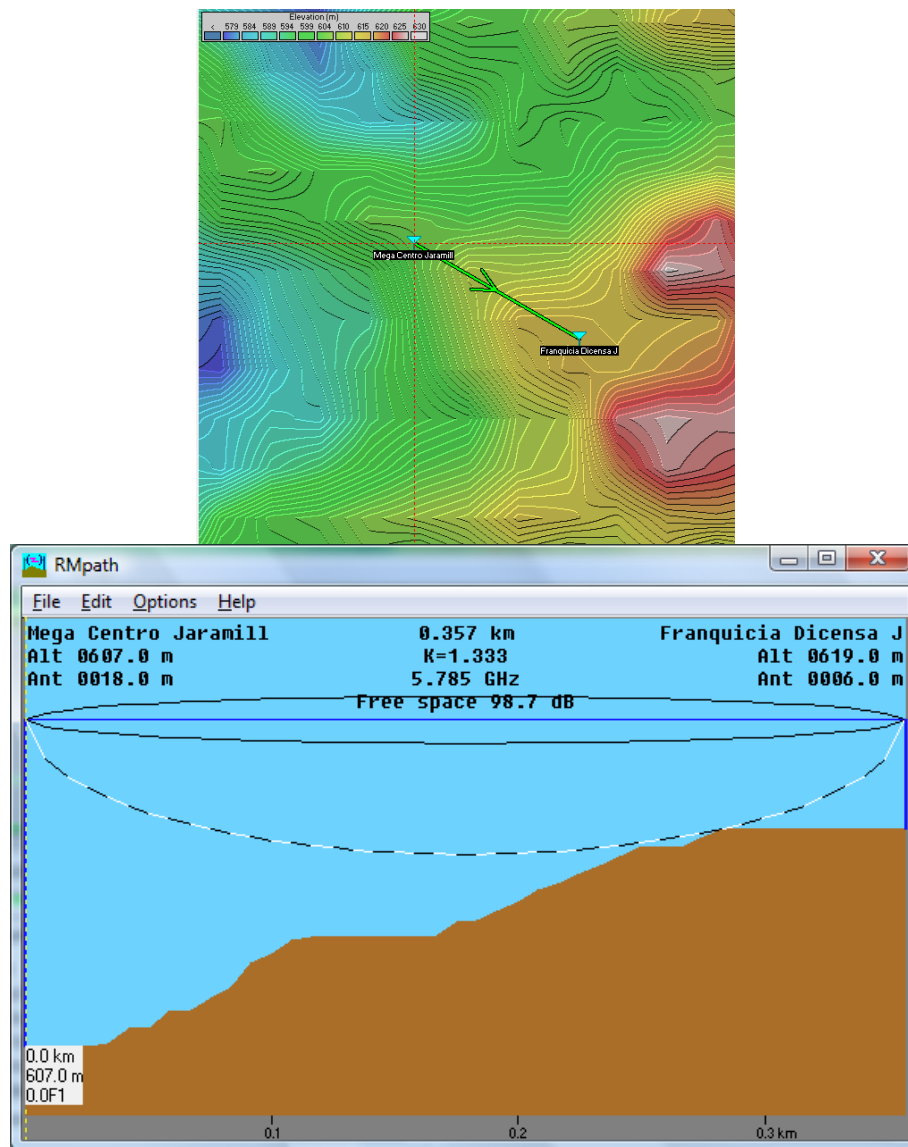


Figura 5.43.- Perfil del radio enlace desde “A” a “B”

Como se dijo en la explicación de la Tabla 5.16, los datos de altura de las antenas, fue diseñado y tomado de tal forma que el enlace esté en línea de vista, y la trayectoria sea lo más paralelo a la superficie de la tierra.

También tenemos el dato de la primera zona de Fresnel, el cual nos indica si la señal se ve obstruida por algún obstáculo.

Otro detalle a tomarse en cuenta es que las pérdidas en el espacio libre de la simulación coincide con lo ya calculado y tenemos $A_o = 98.7 [dB]$.

Dentro del simulador, tenemos la opción **“Radio Link”**, el cual despliega una información más detallada del enlace.

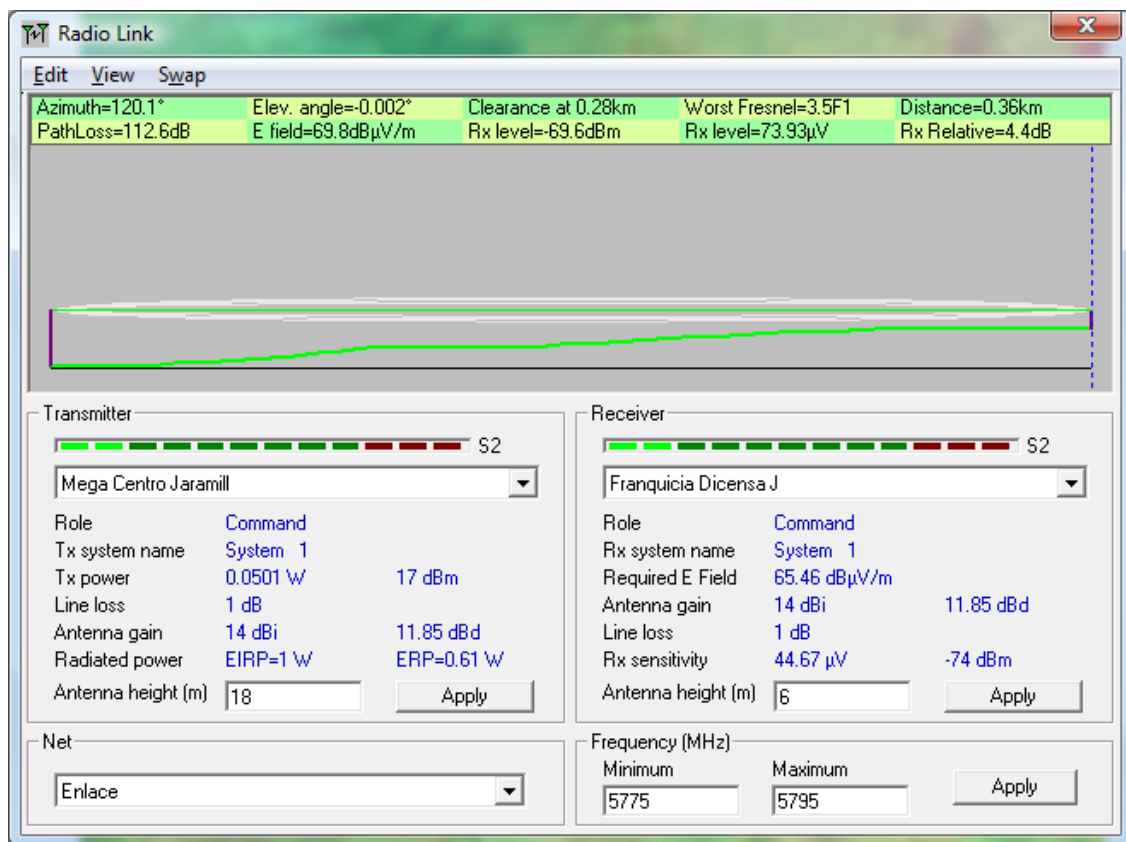


Figura 5.44.- Radio Link desde **“A”** a **“B”**

En el lado del transmisor *Punto “A”*, tenemos que la *Potencia Radiada = 1 [W]*, y la altura total de nuestra antena es de 18 [m] ya que se considera la altura del edificio y el mástil de la antena, igualmente en el receptor *Punto “B”*, tenemos una sensibilidad de recepción = -74 [dBm], el *Campo Eléctrico* recibido y una altura de 6 [m]. Para ambos casos se aplica una pérdida entre cables y conectores de 1 [dB].

El enlace se muestra en color verde, lo que significa que la señal es muy buena en el sentido desde “A” hacia “B”, con una frecuencia mínima de 5775 [MHz] y una máxima de 5795 [MHz], dando una media de 5785 [MHz].

Ahora cambiaremos el sentido del radio enlace, y simularemos transmitiremos desde el Punto “B” hacia el Punto “A”.

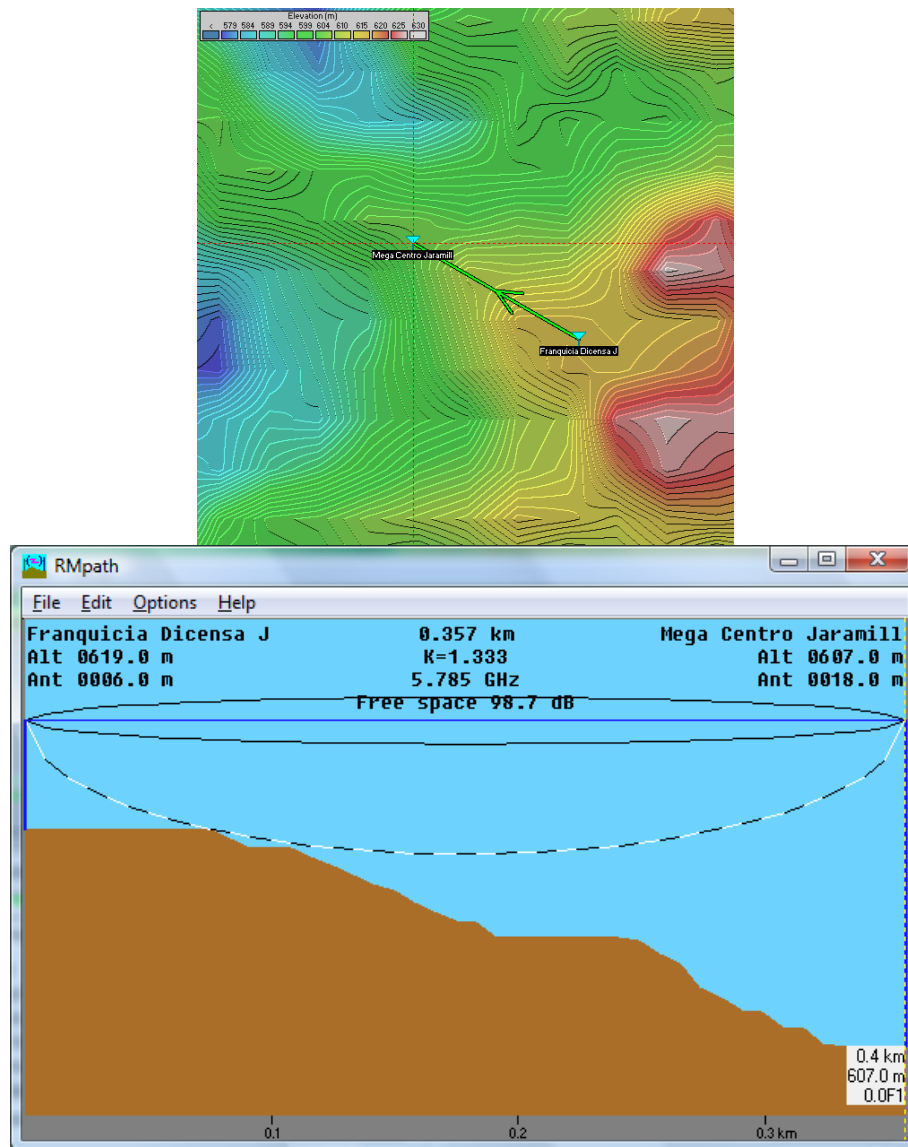


Figura 5.45.- Perfil del radio enlace desde “B” a “A”

Se puede observar en el diagrama topográfico el sentido de la flecha, esta marca la dirección del enlace, en el perfil del enlace se observa que la primera zona de Fresnel está libre, asegurando así una buena transmisión.

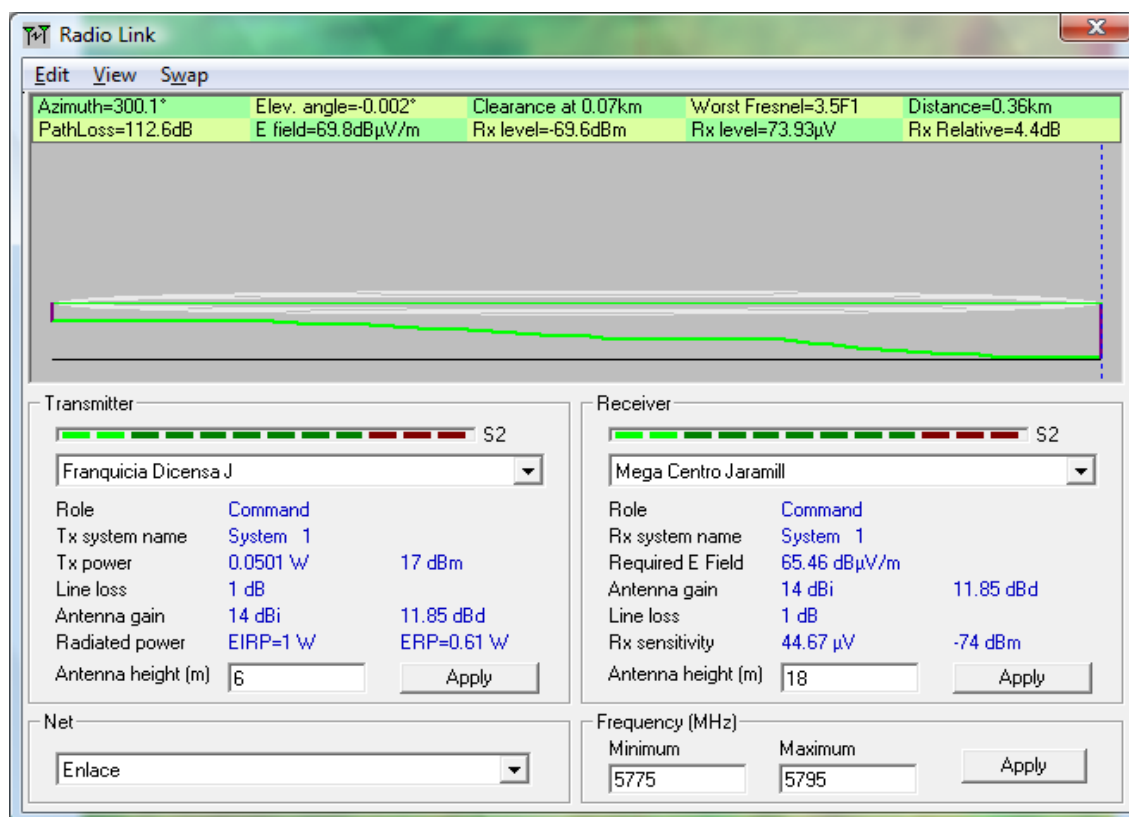


Figura 5.46.- Radio Link desde “B” a “A”

Al igual que la figura 5.44, tenemos que el enlace está en color verde, y de esta forma se asegura un buen enlace y una señal fuerte.

5.4 DIRECCIONAMIENTO IP

Nuestra topología es un enlace inalámbrico Punto – Punto, por lo tanto nos guiaremos según lo ya descrito en el numeral 5.4 para las seguridades del enlace.

Por motivos de seguridad para la empresa en la cual hemos implementado el radio enlace, no colocaremos la información del direccionamiento real tanto IP como de las direcciones MAC de los equipos de radiotransmisión, incluso nombraremos al equipo que se encuentra en el *Mega Centro Jaramillo* como *Punto A*, y al equipo de la *Franquicia Dicensa Jaramillo* como *Punto B*.

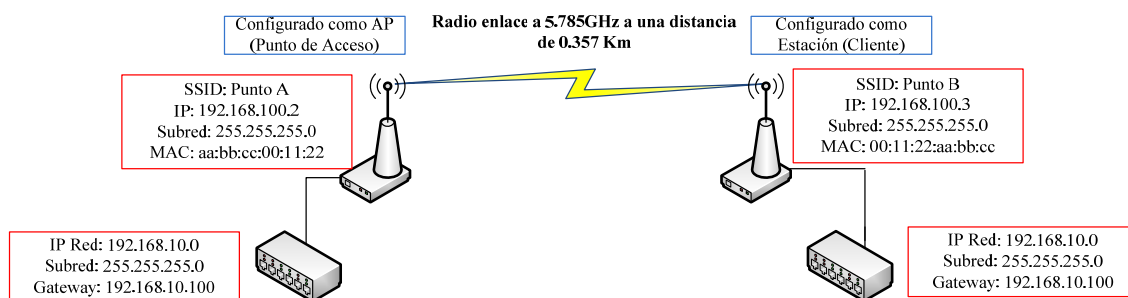


Figura 5.47.- Direccionamiento WLAN

SSID oculto inhabilitará la difusión de mensajes del SSID que emite el punto de acceso a las estaciones inalámbricas. Esta opción hará el SSID visible durante exploraciones de la red en las estaciones inalámbricas. El control está solamente disponible mientras que funciona en modo de punto de acceso.

Mantenerse en una MAC del AP: Esto permite que la estación “Punto B” se mantenga siempre conectada a un AP particular “Punto A” con un MAC específica (aplicable solamente para el modo de la estación y estación WDS). Esto es útil cuando hay algunos SSID con el mismo nombre (AP) con diversas direcciones MAC. Con la opción mantener en una MAC del AP activada, la estación se trazará a la dirección MAC y no pasará entre varios puntos de acceso con el mismo ESSID. Por otro lado, si ocultamos la SSID el equipo del Punto B, siempre estará conectado al Punto A.

MAC ACL: La lista de control de acceso de MAC (MAC Access Control) proporciona la capacidad de negar o permitir a ciertos clientes conectarse con el AP (aplicable solamente para los modos AP y AP WDS). El MAC ACL puede ser activado seleccionando la opción activada (Enabled). Hay dos maneras de determinar Lista de control de acceso MAC:

- Si la política del MAC ACL se fija a **Permitir** (Allow). Permite que ciertos clientes inalámbricos en la lista puedan conectarse al punto de acceso mientras que será denegado para el resto de los clientes.
- Si la política de MAC ACL se fija en **Rechazar** (Deny). Entonces sólo negará el acceso a los clientes inalámbricos de la lista, y el resto de clientes mantendrá su acceso.

Las direcciones MAC de los clientes inalámbricos pueden ser agregadas y ser eliminadas usando los botones de agregar (Add) y remover (Remove). Nota: El control de acceso del MAC es el método más débil de seguridad. Utilice los métodos de seguridad WPA™ o WPA2™ cuando sea posible.

No profundizaremos en el direccionamiento por motivos de seguridad, pero con lo ya expuesto se puede tener una idea más clara de cómo se puede proteger el enlace inalámbrico, para mayor información nos podemos dirigir a la página de *Ubiquiti*, <http://www.ubnt.com>.

5.4.1 Montaje físico del equipo

Una vez que hemos visto que el sistema puede ser implementado sin problemas de interferencia por obstáculos o por falta de potencia, procedemos a la instalación.

1. Como lo mencionamos en *elementos del radio enlace*, el *mástil* deberá ir instalado en la terraza de cada edificación, fundido a la loza de cada una para así fijar el mástil.
2. Las *NanoStation5* tiene un sistema de anclaje en la parte posterior, el cual fijaremos al mástil con las amarras plásticas que nos provee el fabricante, para ello subiremos con una escalera de tijera o en nuestro medio conocido como pata de gallo, para llegar a fijar el equipo en el mástil.
3. Conectamos el cable UTP con el conector RJ45 al equipo y bajamos hasta el gabinete o armario de telecomunicaciones, pasando el cable por tubería MT o canaletas plásticas según sea el requerimiento.

Cabe señalar que la longitud máxima del cable no debe superar los 100m.

4. Una vez llegado al gabinete de telecomunicaciones, conectamos el otro extremo del cable al inyector POE, de este inyector escogemos el terminal denominado **LAN** y conectamos mediante un cable Punto – Punto a nuestro computador desde donde configuraremos el dispositivo.
 5. Finalmente conectamos la alimentación provista por el fabricante al inyector POE, nuestro equipo se deberá encender.
-

6. Repetimos los pasos 1 al 5 para el otro punto.

5.5 MARCO REGULATORIO

Para la operación de sistemas inalámbricos basados en tecnologías de espectro ensanchado y OFDM en nuestro país es necesario primeramente obtener un permiso de red privada el cual es otorgado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones luego de haber sido previamente autorizado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, este permiso tiene una vigencia de cinco años y un valor de 500 dólares americanos; por concepto de uso del espectro radioeléctrico se debe pagar una imposición anual de acuerdo a la ecuación 4.1; además se debe realizar el registro del sistema de modulación de banda ancha en la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

$$TA = \alpha_6 * \beta_6 * Ka * NTE * B \quad [\$ \text{dólares americanos}]$$

Donde:

B.- es 12, para los sistemas punto a punto y punto – multipunto.

Ka.- Índice de inflación Anual (Por default es 1)

NTE.- Es el número de estaciones fijas y estaciones receptoras de triangulación

$\alpha_6 = 6,4$

$\beta_6 = 1$

Los requisitos que se deben presentar para la obtención del permiso de red privada solicitado por una persona jurídica como es el caso de la red diseñada, se presentan a continuación:

- Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones
 - Escritura de constitución de la compañía domiciliada en el país
 - Nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil
 - Copia del RUC
 - Copia de la cédula de identidad del Representante Legal
 - Copia del último certificado de votación, del Representante Legal
-

- Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones

NORMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA

RESOLUCION N° 485 - 20 - CONATEL - 2003

Esta resolución establece las frecuencias en las que debe trabajar un sistema de modulación de banda ancha y que son libres de concesión o como las vimos anteriormente, bandas liberadas, las frecuencias que se detallan en la norma son las siguientes:

BANDA (MHz)

2400 - 2483.5

5470 - 5725

5725 – 5850

En el proyecto se utiliza dos bandas descritas en la norma, estas son: el rango de 2400- 2483.5 [MHz] para la red de acceso (puntos de acceso) y la de 5725-5850 [MHz] para la red de distribución (enlaces punto a punto). Además cumple con las dos formas de configuración para sistemas de modulación de banda ancha, punto a punto y punto multipunto.

Para la legalización de los enlaces es necesario presentar el estudio técnico, el mismo que se ampara en los siguientes formularios a llenar:

Formulario RC-1B, RC-2A, RC-3A, RC-3B, RC-4A, RC-9A, RC-9B, RC-9C, RC-14A, RC-15A

REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN DE EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES

La norma indica que los equipos que se utilicen, deberán ser homologados en la superintendencia de telecomunicaciones. Gigowireles necesitará homologar los radios MTI.

Para la homologación será necesario presentar los siguientes documentos:

- Solicitud escrita dirigida al Superintendente de Telecomunicaciones.
- Manuales técnicos.
- Características de funcionamiento y modo de conexión a la red.
- Un certificado de características técnicas de los equipos cuya clase, marca y modelo se quiere homologar, emitido por un organismo internacional reconocido.

5.6 SEGURIDAD DE LA RED INALÁMBRICA

SEGURIDAD FÍSICA

Una de las mejoras que se propone para el Gigowireless, es tener un cuarto de telecomunicaciones, el cual cumpla con las normas de cableado estructurado. Entre varios puntos que se debe tomar en cuenta para asegurar físicamente la infraestructura de la empresa tenemos:

- Aire Acondicionado, para mantener una temperatura de 17- a 20°C
- Humedad, esta debe tener un rango de 40% a 60%
- Prevención, detección, suspensión y protección contra incendios.
- Alimentador de energía, generador de energía que se encienda de forma automática.
- Seguridad para acceso al cuarto de telecomunicaciones
- Seguro contra daños de equipos o robo.
- Etiquetación e inventario de infraestructura de red.
- Sistema de puesta a tierra adecuado.
- Pararrayos.

SEGURIDAD LÓGICA

o **Enlaces**

En los enlaces se utilizará la encriptación del canal mediante WPA o WPA2, la IEEE recomienda no utilizar WEP ya que su seguridad ha sido vulnerada.

Además se usará el filtrado por MAC-Address. Se utiliza estos métodos para enlaces punto a punto, de esta manera los equipos no permiten la conexión de más nodos al principal.

Se deshabilitará la opción de Broadcast de las estaciones, con eso no serán visibles para todos, y se podrá ingresar únicamente si se conoce el nombre del equipo.

o **Puntos de Acceso**

- a) En los puntos de acceso se deberá tener un sistema que permita autenticar clientes que se conecten a la red y se utilizarán listas de acceso para filtrar direcciones IP que se conectan a la red. Para la asociación de los dispositivos se utilizará WEP de 128bits.
 - b) Para autenticación se deberá usar un servidor central Radius que ayudará en la movilidad entre puntos de acceso o host-spots, este coordinará el acceso a la red mediante otro servidor con captive portal, el mismo que interactúa con un firewall para dar acceso y autorización a los servicios que el cliente requiere.
 - c) Se activará SNMP y el nombre de la comunidad con una clave de por lo menos 8 caracteres (números y letras), aplicando al SNMP solo permiso de lectura.
 - d) Se limitará el acceso de usuarios a la administración del equipo implementando ACL (lista de acceso), con una dirección IP de origen, permitiendo únicamente la entrada desde el módulo de administración y gestión con base a claves de usuario.
 - e) Habilitar el broadcast SSID. Esta opción no es recomendable en redes privadas, pero para redes públicas es una elección acertada, ya que se puede
-

anunciar la presencia de la red en un sector y permitir el acceso a ella, es mejor deshabilitar esta opción para nuestro enlace.

o **Enrutadores**

- a) Los enrutadores deberán tener diferentes niveles de usuarios; los que acceden al monitoreo y los que tienen acceso a modificar la configuración del equipo.
 - b) Se deberá realizar listas de acceso, que limitará el acceso de redes diferentes a la propia de la empresa.
 - c) Es necesario deshabilitar el acceso mediante http, (que facilita el ataque al equipo y su configuración) y reemplazarlo por HTTPS. Si se opta por usar acceso mediante línea de comandos (que incrementa el nivel de conocimiento del sistema, a un probable atacante) se recomienda usar SSH y no telnet, para que la información viaje encriptada, asegurando que no sea capturada en el camino.
 - d) Los puertos físicos no utilizados, deberán estar administrativamente deshabilitados.
 - e) Habilitar la encriptación de todas las claves que se guardan en el router. Esta medida permitirá que al momento de mostrar la configuración, no se indique en texto claro las claves para los diferentes niveles de acceso.
-

CAPITULO VI

6. PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN LA ESTRUCTURA DE LOS LOCALES

6.1 PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD.

Siempre para el diseño de cualquier sistema o instalación es necesario llevar un diagrama, Asbuilt, para lo cual existen varias nomenclaturas o leyendas a utilizar nosotros hemos escogido las más comunes y otras hemos conformado como parte del diseño.

Esto es indispensable para hablar en un mismo lenguaje, lo cual permite una mejor ubicación y orientación para labores de mantenimiento, ampliación o adecuación de los sistemas instalados.

Simbología utilizada

SIMBOLOGIA DE SEGURIDAD, SONORIZACIÓN Y TELEFONIA

- SEGURIDAD

SIMBOLO

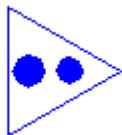


IMAGEN REAL



Figura 6.1.- SENSOR INFRAROJO DOBLE TECNOLOGIA

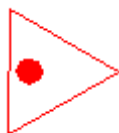


Figura 6.2.- SENSOR INFRARROJO 12 MTS

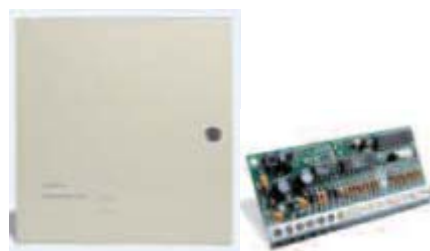


Figura 6.3.- CENTRAL DE ALARMA



Figura 6.4.- TARJETA EXPANSORA 8 ZONAS

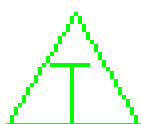


Figura 6.5.- TRANSFORMADOR CENTRAL



Figura 6.6.- FUENTE DE PODER

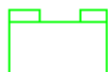


Figura 6.7.- BATERIA 12VDC



Figura 6.8.- DETECTOR DE ROTURA DE CRISTALES



Figura 6.9.- TECLADO



Figura 6.10.- CONTACTO MAGNETICO TIPO INDUSTRIAL

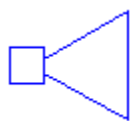


Figura 6.11.- SIRENA DE 15 W

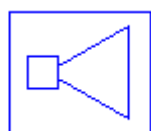


Figura 6.12.- SIRENA AUTOPROTEJIDA 30 W



Figura 6.13.- PULSADOR DE PANICO



Figura 6.14.- CAMARA DE VIDEO TIPO BULLET

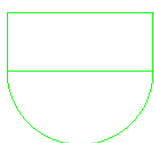


Figura 6.15.- CAMARA DE VIDEO TIPO DOMO



Figura 6.16.- MONITOR

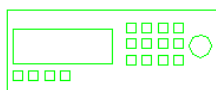


Figura 6.17.- VIDEO GRABADORA DIGITAL (DVR)

- SONORIZACIÓN



Figura 6.18.- PARLANTES

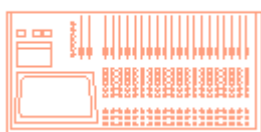


Figura 6.19.- EQUIPO AMPLIFICADOR



Figura 6.20.- MICROFONO



Figura 6.21.- CONTROL DE VOLUMEN

- TELEFONIA

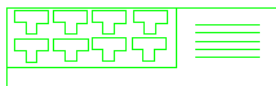


Figura 6.22.- CENTRAL TELEFONICA

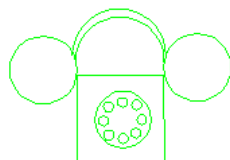


Figura 6.23.- TELEFONOS



Figura 6.24 GATEWAY DE VOIP

- RADIO ENLACE



Figura 6.25 NANO STATION



Figura 6.26 MASTIL

6.1.1 Diseño en Autocad 2009

Planificación del espacio disponible

Los parámetros a tomar en cuenta para la planificación en base al equipamiento a instalarse se dividió en:

- Planificación para Sistema de seguridad de alarma de Intrusión, sistema de seguridad de video vigilancia y grabación.

-
- Anexos P1, P2, P3
 - Planificación para Sistema de Sonorización y Telefonía.
 - Anexos P4, P5, P6

6.1.2 Canalización y Ductos

Canaletas tubería EMT, manguera PVC ½” empotrada en la estructura de paredes y techos

6.1.3 Tomas de Corriente

Se tienen previstas tomas reguladas y normales en toda la infraestructura del Local, por medio de tomacorriente polarizado, caracterizado por tener tres puntos de conexión, el vivo o positivo, el negativo y el de tierra física.

6.1.4 Fuente de poder ininterrumpida

Para la determinación de la carga o potencia consumida por todos los equipos de seguridad, comunicación y sonorización.

Se calcula tomando en cuenta el consumo de todos los aparatos conectados simultáneamente.

Cálculo de la corriente de proyecto (Ip)

↓

(Ec. 6.1)

Nota: Considerando el consumo por aparatos como:

- DVR1: 0.2 Amp
 - DVR2: 0.18 Amp
 - Fuente para 15 cámaras, ver Capitulo 2, acápite 2.1.3: 4.5 Amp
 - Fuente para 3 cámaras, Garita: 1.8 Amp
 - Monitor 1: 0.8 Amp
 - Monitor 2: 0.8 Amp
-

-
- Switch: 0.25 Amp
 - Equipo Sonorización: 0.9 Amp
 - Gateway de Voip: 2 Amp
 - Central Telefónica: 0.52 Amp
 - Switch 8 puertos: 0.1 Amp

Según la sumatoria de cargas suministrada por los equipos que requieren de un respaldo de energía ininterrumpido nos da un consumo de 12.05 Amp que viene a ser el cálculo de demanda de corriente, transformando esta unidad a potencia tenemos 1325.5 VA, para lo cual que se requiere de un UPS de por lo menos 2KVA.

6.2 PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

Entre los aspectos a considerar toda la instalación del Sistema Puesta a Tierra, se la hará con una malla de tierra mediante la instalación de 6 varillas de cobre Cooperweld de 5/8" x 8' y cable de cobre desnudo AWG 2/0 y de ahí hasta el electrodo químico, colocado en una caja de revisión que será construida a base de bloques con tapa, con una línea de tierra independiente a través de cable THHN · 2/0 verde hacia la barra MGB de 20" x 4" x 1/4" con aisladores de 75 mm y soportes para montaje sobre la pared ubicada en la Sala de Equipos. Todas las uniones de la malla de tierra se realizaran utilizando soldadura exotérmica. La malla de tierra construida tendrá una resistencia menor o igual a 2 ohmios.

6.2.1 Resistividad equivalente del terreno

El factor más importante de la resistencia a tierra no es el electrodo en sí, sino la resistividad del suelo mismo, por ello es requisito conocerla para calcular y diseñar la puesta a tierra de sistemas. ⁴³

La resistividad del suelo es la propiedad que tiene éste, para conducir electricidad, es conocida además como la resistencia específica del terreno. En su medición, se promedian los efectos de las diferentes capas que componen el terreno bajo estudio, ya que éstos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, obteniéndose lo que se denomina

⁴³ <http://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe70.html>

"Resistividad Aparente" que para el interés de este trabajo, será conocida simplemente como "Resistividad del Terreno".

En la NOM-022-STPS-1999 se define el término resistividad, como la resistencia que ofrece al paso de la corriente un cubo de terreno de un metro por lado.

De acuerdo con la NOM-008-SCFI-1993, Su representación dimensional debe estar expresada en Ohm-m, cuya acepción es utilizada internacionalmente.

La resistividad del terreno varía ampliamente a lo largo y ancho del globo terrestre, estando determinada por:

- Sales solubles
- Composición propia del terreno
- Estratigrafía
- Granulometría
- Estado higrométrico
- Temperatura
- Compactación

La resistividad del suelo es determinada principalmente por su cantidad de electrolitos; esto es, por la cantidad de humedad, minerales y sales disueltas. Como ejemplo, para valores de 1% (por peso) de sal (NaCl) o mayores, la resistividad es prácticamente la misma, pero, para valores menores de esa cantidad, la resistividad es muy alta.

La composición del terreno depende de la naturaleza del mismo. Por ejemplo, el suelo de arcilla normal tiene una resistividad de 40-500 ohm-m por lo que una varilla electrodo enterrada 3 m tendrá una resistencia a tierra de 15 a 200 ohms respectivamente. En cambio, la resistividad de un terreno rocoso es de 5000 ohm-m o más alta, y tratar de conseguir una resistencia a tierra de unos 100 ohm o menos con una sola varilla electrodo es virtualmente imposible.

A medida que desciende la temperatura aumenta la resistividad del terreno y ese aumento se nota aún más al llegar a 0° C, hasta el punto que, a medida que es mayor la cantidad de agua en estado de congelación, se va reduciendo el movimiento de los electrolitos los cuales influyen en la resistividad de la tierra

La resistividad del terreno disminuye al aumentar la compactación del mismo. Por ello, se procurará siempre colocar los electrodos en los terrenos más compactos posibles.

Medición de la resistividad del suelo.

La resistividad del terreno se mide fundamentalmente para encontrar la profundidad y grueso de la roca en estudios geofísicos, así como para encontrar los puntos óptimos para localizar la red de tierras de una subestación, sistema electrónico, planta generadora o transmisora de radiofrecuencia. Asimismo puede ser empleada para indicar el grado de corrosión de tuberías subterráneas.

En general, los lugares con resistividad baja tienden a incrementar la corrosión.

En este punto es necesario aclarar que la medición de la resistividad del terreno, no es requisito para hacer una malla de puesta a tierra. Aunque para diseñar un sistema de tierras de gran tamaño, es aconsejable encontrar el área de más baja resistividad para lograr la instalación más económica.

El perfil de la resistividad del suelo determinará el valor de la resistencia a tierra y la profundidad de nuestro sistema de puesta a tierra.



Tabla 6.1.- Relación de impedancia del terreno vs. profundidad

La variación de la resistividad según la composición del terreno es muy grande, tropezándose con la dificultad de que los diferentes tipos de terreno no están delimitados como para saber, de antemano, el valor de la resistividad en el punto elegido para efectuar la puesta a tierra. Sucede, incluso, que para una misma clase de terreno, situado en distintos lugares, la resistividad puede ser sensiblemente diferente. Algunos valores que pueden tomarse como referencia para diferentes tipos de terrenos se muestran en la siguiente Tabla.

Naturaleza del tipo de terreno	Resistividad en Ω-m.
Terrenos pantanosos	Hasta 30
Limo	20-100
Humus	10-150
Arcilla plástica	Hasta 50
Marga y arcillas compactas	100-200
Margas del jurásico	30-40
Arena arcillosa	50-500
Arena silícea	200-300
Suelo pedregoso cubierto de césped	300-500
Suelo pedregoso desnudo	1500-3000
Calizas blandas	100-300
Calizas compactas	1000-5000
Calizas agrietadas	500-1000
Pizarras	50-300
Rocas de mica y cuarzo	hasta 800
Granito	1500-10000
Hormigón	2000-3000
Grava	3000-5000

Tabla 6.2.- Naturaleza del tipo de terreno vs. Impedancia

6.2.2 Puntos de puesta a tierra

En el cuarto de Rack se han aterrizado todos los equipos al chasis, manteniendo una tierra general la misma que se descarga por el terminal usado para este propósito por cualquiera de los tomas de corriente.

En lo que respecta al cableado con RG6 la malla aislante del cable la cual realiza El apantallamiento tiene que ver con el trenzado o malla de metal (u otro material) que rodea los cables.

El apantallamiento protege los datos que se transmiten, absorbiendo el ruido, de forma que no pasa por el cable y no existe distorsión de datos. Al cable que contiene una lámina aislante y una capa de apantallamiento de metal trenzado se le llama cable apantallado doble. Para grandes interferencias, existe el apantallamiento cuádruple. Este apantallamiento consiste en dos láminas aislantes, y dos capas de apantallamiento de metal trenzado, está debidamente conectada al conector BNC, el mismo que se une al chasis y forman una tierra común.

6.2.3 TVSS

Los supresores de transitorios TVSS (Transient Voltage Surge Suppressors) o dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias (DPS) están conceptualizados por las normas internacionales como equipos destinados a proteger las instalaciones eléctricas contra aquellas sobretensiones (elevaciones de voltaje) generadas por fenómenos transitorios. Estos fenómenos inesperados traen consigo consecuencias dramáticas para las instalaciones y cargas sensibles. Por esta razón, su importancia dentro del sistema de protecciones.

El dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias - DPS según la norma NTC 4552 es un dispositivo destinado a limitar las sobretensiones transitorias, evacuando las corrientes asociadas a dicha sobrevoltaje.

Tipos de Transitorios

Los regímenes transitorios poseen dos causas:

- Origen Externo
 - Origen Interno
-

Las sobretensiones (sobrevoltajes) de origen externo son ocasionadas por descargas eléctricas tipo atmosférico y dependen directamente de las descargas por kilómetro cuadrado año asociadas con el nivel cerámico. Este parámetro enmarca a Colombia dentro de un caso muy especial de alta incidencia de rayos.

Los transitorios de origen interno están asociados con las sobretensiones correlacionadas con maniobra y conmutación.

Prácticamente todas las conmutaciones en las redes industriales, y particularmente las de elevada potencia, producen sobretensiones. La apertura de circuitos de protección o de mando compuestos por contactores y relés, en aplicaciones de transferencia de redes, bancos de condensadores, puesta en marcha de motores de gran potencia, encendido de soldadores y balastos. Estas maniobras generan sobretensiones de tipo oscilatorio, de alta frecuencia y con tiempos de amortiguación rápida. Estos transitorios pueden perturbar el funcionamiento de ciertas cargas sensibles como computadores.

Clasificación de Supresores

La norma IEEE C62.41 determina 3 categorías de utilización de los supresores que depende del lugar donde serán instalados

- Supresores Tipo A.

Aquellos que se instalan como protección directa de las cargas, (salidas de tomacorriente, multitomas).

- Supresores Tipo B.

Aquellos que se instalan como protección de alimentadores de gran potencia y circuitos ramales cortos. (en tableros de distribución secundarios)

- Supresores Tipo C.
-

Aquellos que se instalan como protección primaria en la cabecera de la instalación contra sobretensiones externas. Punto de entrada entre el transformador y el primer medio de desconexión (en tableros de distribución principales a la salida del transformador).

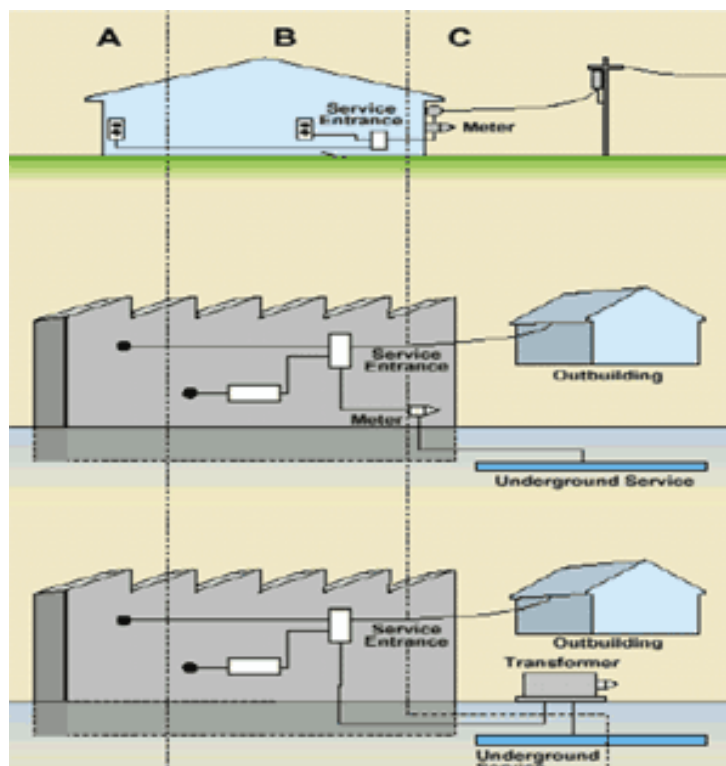


Figura 6.27 Supresores según el tipo de instalación

Criterios para selección de supresores

Desde el punto de vista práctico la norma ANSI/IEEE C62.41 establece varios tópicos para la selección de un TVSS:

- Clasificación
- Nivel de exposición
- Voltaje y conexión
- Clamping o residual (voltaje remanente del transitorio que el TVSS desvía a tierra).
- Corriente de cortocircuito de la instalación
- Otros

Normatividad

Para la selección, establecimiento de características, pruebas y demás temas correlativos existen normas internacionales y algunas consideraciones en normas locales tales como:

- ANSI/IEEE C62.41 Recommended Practice on Surge Voltages in Low Voltage AC Power Circuits
- ASI/IEEE C 62.45 IEEE Guide of Surge Testing for Equipment Connected to Low Voltage AC Power Circuits
- ANSI/IEEE C62.33 – Standard Test Specifications for Varistors Surge Protective Devices
- NTC 4552- Norma Técnica Colombiana de Protecciones Externas
- RETIE- REGLAMENTO TECNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS..
- UL1449 Segunda edición – Transient Voltage Surge Supresión

RETIE

Si nos sumergimos en el régimen legislativo, el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) en materia eléctrica, vale la pena destacar que los dispositivos de protecciones transitorias (TVSS) mayores y menores de 1000 Voltios, poseen posición arancelaria controlada, por lo que estos productos deben demostrar el cumplimiento de los requisitos exigidos mediante un Certificado de Conformidad con el RETIE expedido por un ente de certificación acreditado por la SIC o por el mecanismo que dicha entidad determine.

De acuerdo con el RETIE todo transformador, línea aérea o cable subterráneo de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS (TVSS).

En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o uso final, la necesidad de DPS (TVSS) dependerá de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación técnica, deberá tener en cuenta entre otros factores, el uso de la

instalación, la coordinación de aislamiento, la densidad de rayos a tierra, las condiciones topográficas de la zona, las personas que podrían someterse a una sobretensión y los equipos a proteger.

Tipo A

Dentro de la línea tipo A se maneja los siguientes supresores (supresores que deben ser instalados directamente en las cargas)

Referencia	Modelo	Tipo - Voltaje	Salidas
R8BZ	Mutitoma horizontal con cable de 1.8m, con supresor de 13kA. 40 db EMI/RFI	Monofásico, 120/240V	8
R5BZ20	Mutitoma horizontal con cable de 1.8m, con supresor de 13kA. 40 db EMI/RFI	Monofásico, 120/240V	6
R5S	Mutitoma horizontal con cable de 1.8m, con supresor de 33kA. 60 db EMI/RFI	Monofásico, 120/240V	6
2008BCS20R	Mutitoma vertical con cable de 1.8m, con supresor de 13kA.	Monofásico, 120/240V	8
JPDU-A	Power Commander- Distribuidor 19" " . Dos circuitos de 6 outlets de 15 A. 66 KA, filtro EMI/RFI, 280 V de clamping,	Monofásico, 120/240V	12



JPDU-A



R8BZ (Front)



R8BZ (Rear)

Figura 6.28.- Multitoma

Tipo B

La línea de supresores Tipo **B** posee supresores de dos tipos:

Compactos

Son supresores que no permiten el cambio de piezas internas en caso de daño o desgaste de alguno de los módulos de modos de protección

Modulares

Son supresores que permiten el cambio de piezas internas en caso de daño o desgaste de alguno de los módulos de modos de protección y que cuentan con accesorios adicionales tales como alarma interna, contador de transientes y filtros entre otros.

Dentro de la línea de supresores tipo **B** manejamos los siguientes (supresores que deben ser instalados en tableros de distribución secundarios):

Referencia	Modelo – Corriente – Tipo	Tipo - Voltaje	Clase	Accesorios Adicionales
PA120T	Serie PA 80kA, Compacto	Monofásico 3 hilos + tierra, 120/240V	B	-
PA120Y	Serie PA 80kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 120/208V	B	-
PB120T	Serie PB 160kA, Compacto	Monofásico 3 hilos + tierra, 120/240V	C-B	-
PB120Y	Serie PB 160kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 120/208V	C-B	-
PA240 DCT	Serie PA 80kA, Compacto	Trifásico 120/240/120V HI-LEG DELTA	B	-
PA120Y-AB	Serie PA 80kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 120/208V	B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
PB120Y-AB	Serie PB 160kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 120/208V	C-B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
PA120T-AB	Serie PA 80kA, Compacto	Monofásico 3 hilos + tierra, 120/240V	B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
PB120T-AB	Serie PB 160kA, Compacto	Monofásico 3 hilos + tierra, 120/240V	C-B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
PA277Y	Serie PA 80kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 277/480V	B	-
PB277Y	Serie PB 160kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 277/480V	C-B	-

PA277Y- AB	Serie PA 80kA, Compacto	Trifásico 4 hilos + tierra, 277/480V	B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
ZA120T	ZoneSentinel, 90 kA, Modular	Monofásico, 120/240V	C-B	-
ZA120Y	ZoneSentinel 90 kA, Modular	Trifásico, 120/208V	C-B	-
ZA120Y- AB	ZoneSentinel 90 kA, Modular	Trifásico, 120/208V	C-B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
ZB120T	ZoneMaster 180kA, Modular	Monofásico, 120/240V	C-B	-
ZB120Y	ZoneMaster 180kA, Modular	Trifásico, 120/208V	C-B	-
ZA277Y	ZoneSentinel 90kA Modular	Trifásico, 277/480V	B	-
ZA277Y- AB	ZoneSentinel 90kA Modular	Trifásico, 277/480V	B	Alarma remota y filtro EMI/RFI
ZBM277Y	ZoneMaster 180kA Modular	Trifásico, 277/480V	C-B	Alarma interna, filtro y contador de transientes
ZBM277- AD	ZoneMaster 180kA Modular	PE trifásico 277/480V	C-B	Alarma remota, filtro, contador de transientes y desconexión interna
ZB277Y	ZoneMaster 180kA Modular	Trifásico, 277/480V	C-B	-
ZC277Y	ZoneMaster 300kA Modular	Trifásico, 277/480V	C-B	-
ZCM277Y	ZoneMaster 300kA	Trifásico, 277/480V	C-B	Alarma interna, filtro y contador de

	Modular			transientes
ZCM277Y-AD	ZoneMaster 300kA Modular	Trifásico, 277/480V	C-B	Alarma interna, filtro, contador de transientes, desconexión interna



SERIE PA-PB



ZONESENTINEL 90

Figura 6.29.- TVSS tipo B

Tipo C

Dentro de la línea de supresores tipo C manejamos los siguientes (supresores que deben ser instalados en tableros de distribución principales a la salida del transformador)

Referencia	Modelo – Corriente – Tipo	Tipo - Voltaje	Accesorios Adicionales
ZBM120T	ZoneMaster 180kA Modular	Monofásico, 120/240V	Alarma interna, filtro y contador de transientes
ZBM120Y	ZoneMaster 180kA Modular	Trifásico 120/208V	Alarma interna, filtro y contador de transientes
ZBM120Y-AD	ZoneMaster 180kA Modular	Trifásico 120/208V	Alarma remota, filtro, contador de transientes y desconexión interna

ZC120T	ZoneMaster 300Ka Modular	Monofásico, 120/240V	-
ZCM120T	ZoneMaster 300kA Modular	Monofásico, 120/240V	Alarma interna, filtro y contador de transientes
ZCM120Y	ZoneMaster 300kA Modular	Trifásico 120/208V	Alarma interna, filtro y contador de transientes
ZCM120Y- AD	ZoneMaster 300kA Modular	Trifásico 120/208V	Alarma remota, filtro, contador de transientes y desconexión interna
ZE120T	ZoneMaster 450kA Modular	Monofásico, 120/240V	-
ZE120Y- ABC	ZoneMaster 450kA Modular	Trifásico 120/208V	Alarma remota, filtro, contador de transientes y desconexión interna
ZE277Y	ZoneMaster 450kA Modular	Trifásico 277/480V	Desconexión interna
ZE277Y- ABC	ZoneMaster 450kA Modular	Trifásico 277/480V	Alarma remota, filtro, contador de transientes y desconexión interna



Figura 6.30 TVSS tipo C

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos de la ejecución del proyecto se pueden extraer las conclusiones que se indican a continuación. Igualmente, después de realizado el trabajo, de la experiencia adquirida es posible emitir algunas recomendaciones.

CONCLUSIONES

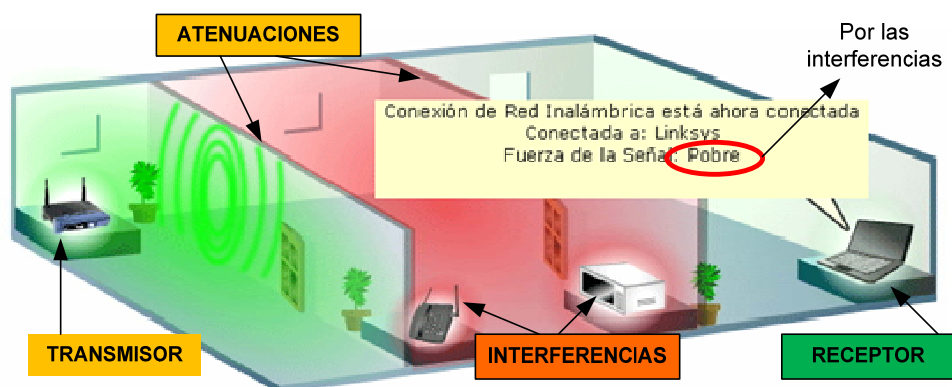
- Del diseño e implementación realizados en este trabajo se puede concluir que la transmisión de video mediante enlaces microonda es un avance clave para el futuro, debido a que existen mercados que pueden aprovechar al máximo la vigilancia remota.
 - Los resultados obtenidos demuestran que la combinación de la tecnología inalámbrica mediante las Nano Station5 con las soluciones de video vigilancia constituyen una integración fiable y que se ajusta a una amplia variedad de presupuestos y necesidades de la organización, optimizando costos y recursos para tener un sistema con un rendimiento y disponibilidad confiable.
 - Se recomienda interconectar a la central PROSYS a una estación de monitoreo, para que al producirse un evento personal de reacción acuda a dar una respuesta al evento que provoco la activación del sistema de alarma de intrusión.
 - En referencia a la alimentación del sistema de intrusión, no se especificó un diseño en particular, debido a que cada caso debe considerar la carga que se instala y dimensionar su alimentación requerida, realizando así un estudio de carga de los elementos que conforman todo el circuito y dimensionando así la fuente requerida.
-

-
- Los altavoces son la parte más delicada de la cadena de reproducción del sonido, se debe tomar en cuenta la aplicación y el uso de los altavoces para poder elegir el tipo de amplificador para el modelo de sonorización.
 - Las técnicas de programación de eventos del sistema de grabación de video representan una herramienta muy útil para los operadores de seguridad pues se anticipan a amenazas o incidentes sospechosos, estando en la capacidad de reconstruir la situación que ha desencadenado el evento mediante el respaldo de las grabaciones almacenadas en el video grabador.
 - Con el formato de compresión MPEG-4, utilizada para el video, el cliente y el servidor pueden degradar la calidad de forma inteligente para asegurar una reproducción continua del vídeo.
 - El aprovechar un enlace para transmitir varios tipos de datos (Video, VoIP), es algo muy novedoso, en las microempresas, ya que fomentan el desarrollo de las mismas, permitiendo optimizar al máximo sus recursos.
 - En la instalación de un sistema de puesta a tierra un factor importante es la resistencia que este ofrece al paso de la corriente, dicha resistencia varía según algunos elementos, lo importante es que pueda precautelar la vida útil de los equipos, y primordial la vida de las personas que manipulan, frente a una posible descarga.
 - El término “RF” de radio frecuencia, hace referencia a las comunicaciones de trabajo mediante la creación de ondas electromagnéticas en una fuente (Tx – transmisor) y luego de recibir las ondas electromagnéticas en un destino en particular (Rx – receptor).
 - Los medios de transmisión de datos juegan un papel importante dentro del manejo de las comunicaciones siendo ellos los determinantes de su buen o mal funcionamiento.
-

-
- Las ondas electromagnéticas viajan por el aire a casi la velocidad de la luz. La longitud de onda de una señal electromagnética es inversamente proporcional a la frecuencia: es decir, cuanto mayor sea la frecuencia, más corta es la longitud de onda.
 - Por la conclusión anterior, se puede determinar que a mayor frecuencia, aumenta la vulnerabilidad del radio enlace a interferencias y absorción de la onda electromagnética en un enlace terrestre punto a punto (un enlace de microonda terrestre con obstáculos como árboles o paredes a 2.4GHz tiene mayor alcance que uno a 5.8GHz, el cual es absorbido con los obstáculos).
 - En complemento son las dos conclusiones anteriores, cuanto mayor es la frecuencia utilizada para un radio enlace, mayor es el ancho de banda lo que da mayor velocidad virtual de transmisión.
 - Es importante determinar la polarización de las antenas para poner en funcionamiento el enlace (dado por el vector del campo eléctrico), una mala polarización tiene como consecuencia directa un rendimiento no deseado, presentando bajas velocidades de transmisión y hasta la completa interrupción del sistema de comunicaciones.
 - Por otro lado, no siempre lo más costoso es justamente lo adecuado para montar cualquier tipo de red; se debe tener en cuenta los beneficios frente a la inversión, además cada tipo de medio está hecho a la medida del tamaño de la red en construcción, y aunque alguna opción sea más atractiva que otra no siempre significa que realmente cumpla con todo su potencial.
 - De manera general las características del medio no guiado es que la transmisión y recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones.
 - A medida que los canales se superponen, se interfieren uno con otros y se reduce el ancho de banda disponible. Para las instalaciones que requieren de múltiples puntos de acceso, a tres puntos de acceso que utilicen los canales 1, 6, y 11 no se
-

superponen. En instalaciones más grandes, se tiene que estar mejor desplegado para minimizar la interferencia, o una escoger banda de frecuencias con más canales disponibles para su utilización.

- La banda de frecuencia de 2,4 GHz, está limitada por el número de canales no interferidos disponibles, y la mayoría de teléfonos inalámbricos de oficina móvil y equipos de red WiFi, utilizan la misma banda de frecuencias. Esto aumenta el riesgo de posibles interferencias y puede reducir el rendimiento disponible para la transmisión de voz, vídeo o datos. En consecuencia, los equipos de 2.4 GHz sólo debe usarse cuando hay poco riesgo de interferencias de otros equipos que operen en la banda de 2,4 GHz en la zona, como se muestra a continuación.



- Se ha comprobado que las comunicaciones vía microonda, poseen suficiente ancho de banda para permitir voz, video y comunicaciones de datos en ambas direcciones, y es adaptable a lugares con una topología muy irregular.
- Todo este estudio y recopilación de información sobre medios no guiados, únicamente dan a conocer que el futuro es un mundo inalámbrico, televisión y radio digital, navegación de datos y Internet móviles ya sea caminando o en un vehículo en movimiento, comunicación satelital a lugares remotos y todo esto sin dejar de tener los pies en la tierra.
- Las redes inalámbricas permiten la perfecta movilidad de los equipos en red dentro del radio de cobertura de la red inalámbrica, radio que se extiende en las tres

dimensiones y que es fácilmente ampliable con las antenas adecuadas. Esto hace de la red inalámbrica un soporte robusto, seguro y poco problemático para todo tipo de edificios.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar inspecciones periódicas cada seis meses (mantenimiento preventivo), en todas las conexiones tanto eléctricas y electrónicas para mantener en buen funcionamiento todo el sistema.
 - Se recomienda realizar un respaldo de la base de datos almacenada en el DVR de manera periódica cada 20 días con el objetivo de no dejar desaparecer esa información generada, cuando el grabador sobre escriba el almacenamiento.
 - En el diseño de sistemas de seguridad electrónica es importante tomar en cuenta el medio ambiente, prestando atención a variables como temperaturas máximas y mínimas, humedad, etc. Se recomienda escoger adecuadamente los elementos y seleccionar los equipos adecuados, pues de esto dependerá el buen funcionamiento de los equipos.
 - Para poder instalar un sistema de puesta a tierra, es imprescindible conocer el valor de resistividad que tiene el terreno. Es importante conocer el valor de la resistividad del terreno para que el sistema de puesta a tierra sea eficiente. El valor de la resistividad de un terreno puede variar de acuerdo a ciertos factores como los mencionados en este trabajo.
 - Se recomienda realizar limpieza periódica de los equipos tanto del sistema de CCTV, telefonía, red de datos, debido a que las condiciones ambientales no son muy favorables para mantener en buen funcionamiento todo el sistema debido a la oxidación que se presenta en todos los terminales, en especial los de telefonía y red (RJ11-RJ45).
 - Para la implementación de una radio enlace vía microonda, es de vital importancia consultar el marco regulatorio de telecomunicaciones en cuanto al espectro
-

radioeléctrico de cada país o región en el cual vamos a implementar el enlace, ya sea una frecuencia concesionada o libre.

- A nivel de Latinoamérica, estamos estandarizados con una Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva de hasta 1 [W] para la frecuencia de 5785 [MHz], por lo tanto partiremos de este dato para calcular una potencia de radiación que no exceda este límite, ya sea variando la configuración de potencia dentro de nuestro transmisor o variando las ganancias de las antenas.
 - Si es posible, en el presupuesto del enlace completo, debemos marginarnos un aproximado de 20 [dB], con esto nos aseguramos que el margen en el receptor es lo suficientemente mayor al umbral de la relación señal a ruido SRN de la señal recibida, si nuestro enlace es en línea de vista y no existe presencia de obstáculos, el margen puede llegar hasta 10 [dB].
 - En caso de no conocer las pérdidas de los conectores, se asume como una regla general considerar un promedio de 0.5 [dB] por cada conector, en el mercado conseguimos conectores con una pérdida de hasta 0.2 [dB], pero se tiene que tomar en cuenta que a menor pérdida, mayor costo, por eso es importante una buena simulación de nuestro enlace considerando la peor condición.
 - Si necesita dar cobertura de red inalámbrica en toda un área próxima (una planta de un edificio o un parque por ejemplo) lo más probable es que utilice una antena omnidireccional. Si tiene que dar cobertura de red inalámbrica en un punto muy concreto (por ejemplo un PC que está bastante lejos) utilizará una antena direccional, finalmente, si necesita dar cobertura amplia y a la vez a larga distancia, utilizará antenas sectoriales.
-

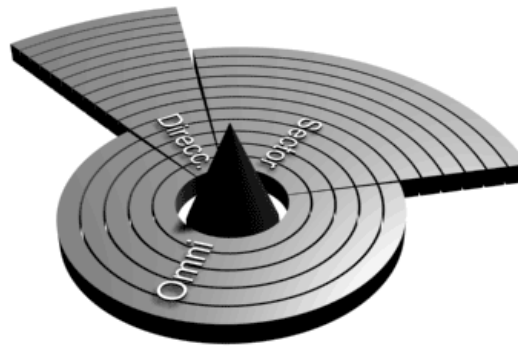


Figura.- Ejemplo de alcances de cobertura según la necesidad.

- Para aumentar la seguridad de nuestro radio enlace vía microonda, podemos asignar un SSID (que es el identificador de la red inalámbrica) que solo los encargados del enlace tengan conocimiento, deshabilitar la opción de difusión de broadcast, a continuación se debe usar un sistema de autenticación como un filtrado MAC en los equipos de transmisión y recepción, sumado con la seguridad de encriptación y cifrado ya sea WEP, WAP o WAP2, con estas herramientas podremos aumentar la seguridad inalámbrica.

Referencias bibliográficas

LIBROS:

- PARKER Tim, “Aprendiendo TCP/IP en 14 días”, segunda edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997. (*Protocolos TCP/IP, IP, Ethernet*)
- CARDAMA, Ángel; ROCA, Lluís; RIUS, Juan; “Antenas”, primera edición, Alfaomega, 2000.
- PELLEJERO, Izaskun; ANDREU, Fernando; LESTA, Amaia, “Fundamentos y aplicaciones de seguridad redes WLAN”, primera edición, Marcombo, 2006.
- IVANEK, Ferdo, “Terrestrial Digital Microwave Communications”, primera edición, Artech House, 1989.
- SATALLING, William, “Comunicaciones y Redes de Computadores”, sexta Edición, Prentice Hall, 2000.

HOJAS TÉCNICAS, RECOMENDACIONES, Y ESTÁNDARES:

- Hoja técnica NanoStation5, “Ubiquiti Networks”.
- Normativa TIA/EIA para radiocomunicaciones
- Recomendación UIT-R. P-529-3. “Métodos de predicción requeridos para el servicio móvil terrestre en las bandas de ondas métricas y decimétricas”.

INTERNET:

- <http://wifw.com>, Tutoriales sobre tecnología WiFi
-

- http://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11, explicación del protocolo 802.11
 - <http://standards.ieee.org/news/>, noticias sobre nuevos estándares
 - <http://www.wi-fi.org/>, WiFi Alliance
 - <http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/telepro/index.htm>
 - <http://www.sandrex.net/redes/comunicacion/comunicaciones.htm>
 - <http://www.geocities.com/Athens/Olympus/7428/red1.html>
 - <http://www.angelfire.com/mi2/Redes/topologia.html>
 - <http://studies.ac.upc.es/fib/xc/transp/traspastema1.pdf>
 - http://trevinca.ei-uvigo.es/~mdiaz/rdo01_02/tema2.pdf
 - <http://www.gratisweb.com/alricoa/contenido.htm>
 - <http://www.conatel.gob.ec>
 - <http://standards.ieee.org/news/>
-

