

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica

PROPUESTA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
PARA EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES
QUE PERMITEN BRINDAR SERVICIOS RDSI E
IP, UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA G.SHDSL
PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN PLAN PILOTO

Por:

JOSÉ DENNIS ULLOA RUIZ

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Ulloa', enclosed within a stylized, elongated oval shape.

**Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
Enero de 2006**

**PROPUESTA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA
EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES QUE PERMITEN
BRINDAR SERVICIOS RDSI E IP UTILIZANDO
LA TECNOLOGÍA G.SHDSL PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN PILOTO.**

Por:

JOSÉ DENNIS ULLOA RUIZ

Sometido a la Escuela de Ingeniería Eléctrica
de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad de Costa Rica
Como requisito parcial para optar por el grado de:
**MAGISTER EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
MENCIÓN COMUNICACIONES DIGITALES.**

Aprobado por el tribunal:



MSC. José Freddy Rojas Chavarría
Representante Decano del SEP



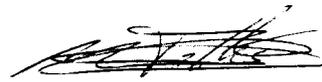
Dr. Jorge Romero Chacón
Director del Programa



MSC. Guillermo Rivero González
Profesor guía



MSC. Fernando González Herrera
Miembro, Comité Asesor



MSC. Marcos Fallas Garro
Miembro, Comité Asesor

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Enero 2006

DEDICATORIA

A mi esposa Dennia, por su apoyo incondicional y paciencia en los momentos que más lo necesitaba.

A mis hijas:

Fabiola

Y

Paola

Por todos los momentos irrecuperables que dejé de compartir con ellas y que nunca regresarán.

A mis padres:

Reinaldo

Y

Danelia

Por su ejemplo en el esfuerzo y dedicación al trabajo, a la vez por ser gestores y motivadores de lo que soy en la vida.

RECONOCIMIENTOS

Agradezco al Ingeniero Guillermo Rivero González, por su ayuda durante la ejecución del programa de este postgrado y por la orientación académica en el desarrollo del trabajo final de graduación.

Agradezco a los Ingenieros Fernando González y Marcos Fallas por su aporte y dedicación desinteresada en la revisión técnica y estructural de este informe.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	XIII
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	2
1.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	6
1.4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ICE	6
1.4.1.1 ICE TELECOMUNICACIONES	8
1.4.1.2 UEN DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS (UEN-DEP)	9
1.4.1.3 PROCESO DE PLANTA EXTERNA.....	10
1.4.2 Evolución de la tecnología multiplicadores de pares en el ICE.....	11
CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 ELEMENTOS DE RED DE ACCESO.....	16
2.1.1 Red primaria	17
2.1.2 Red secundaria.....	17
2.1.3 Red de abonado	18
2.1.4 Distribuidor principal	19
2.1.5 Armarios	20
2.1.6 Cámaras.....	20
2.1.7 Galería de cables.....	22
2.1.8 Arquetas.....	22
2.2 RDSI (RED DIGITAL DE SERVICIO INTEGRADOS).....	23
2.2.1 Que Es RDSI?	23

2.2.2 Estructuras	26
2.2.3 Estructuras de acceso al usuario.....	27
2.2.4 interfaces RDSI.....	28
2.2.4.1 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ S/T.....	28
2.2.4.2 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ U	28
2.2.5 Estructura RDSI en las instalaciones de usuario.....	29
2.2.6 Puntos de Referencia.....	30
2.3 REDES LAN ETHERNET.....	32
2.3.1 Formato de trama Ethernet.....	34
2.3.2 Tipos de redes Ethernet.....	36
2.4 INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS xDSL	38
2.4.1 Descripción general	38
2.4.2 Evolución de las diferentes tecnologías xDSL.....	41
2.4.2.1 SDSL (SYMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE)	41
2.4.2.2 HDSL (HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE).....	41
2.4.2.3 HDSL-2 (HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE 2)	42
2.4.2.4 ADSL (ASYMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE).....	42
2.4.2.5 VDSL (VERY HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE)	43
2.4.2.6 G. SHDSL-2 (SYMMETRIC HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE)	43
2.4.3 Qué es G.SHDSL? (Symmetric High speed Digital Subscriber Line).....	44
2.4.4 Estándar de la tecnología g.shdsl.....	46
2.4.5 Compatibilidad espectral.....	47
 CAPITULO 3: METODOLOGÍA UTILIZADA	 52
3.1 LECTURA DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL TEMA.	52
3.2 REVISIÓN DE LOS PROCESOS LICITATORIOS ANTERIORES EN DONDE SE ADQUIRIERON EQUIPOS CON CARACTERÍSTICAS Y TECNOLOGÍAS SIMILARES A LOS DESCRITOS EN ESTA PROPUESTA.....	52
3.3 ESTABLECIMIENTO DE CANALES DE INFORMACIÓN CON LA DEPENDENCIA USUARIA A LO INTERNO DEL ICE TELECOMUNICACIONES QUE ADMINISTRA Y DESARROLLA EL ÁREA DE ELECTRÓNICA DE RED,	

**ENCARGADA DE LOS SISTEMAS MULTIPLICADORES DE PARES DE BAJA
CAPACIDAD (MENOS DE 12 CANALES POR PAR DE COBRE).55**

CAPITULO 4: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	58
4.1 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES.....	58
4.1.1 FABRICANTE: EXARTECH	58
4.1.1.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	58
4.1.1.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP ETHERNET ..	59
4.1.1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	59
4.1.2 FABRICANTE: IPS d.o.o.....	61
4.1.2.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	61
4.1.2.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP ETHERNET .	62
4.1.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	66
4.1.3 FABRICANTE: CIBERTEC INT.	67
4.1.3.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	69
4.1.3.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP.	70
4.1.3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	73
4.1.4 INTRACOM S.A	74
4.1.4.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	74
4.1.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	76
4.1.5 ECI TELECOM.....	77
4.1.5.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	77
4.1.5.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP.	78
4.1.5.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	78
4.1.6 FABRICANTE: ELCON	80
4.1.6.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	80
4.1.6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	81
4.1.7 FABRICANTE: TELSPEC.....	82
4.1.7.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.	83
4.1.7.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP	84
4.1.7.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.	86
4.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN	87

4.2.1	INTRODUCCIÓN	87
4.2.2	justificación del uso de la tecnología G.SHDSL	88
4.2.3	Escogencia de la configuración 4 POTS + RDSI E IP	91
4.2.4	ARQUITECTURA GENERAL DE LA PROPUESTA	93
4.2.5	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO	94
4.2.5.1	UNIDAD DE CENTRAL	95
4.2.5.2	UNIDAD REMOTA	99
4.2.5.3	UNIDAD DE SUPERVISIÓN	103
4.2.5.4	ENLACE Y TELEALIMENTACIÓN	104
4.2.5.5	BASTIDOR Y REPISA	106
4.2.5.6	PANEL DE PROTECCIÓN	108
4.2.5.7	SISTEMA DE GESTIÓN	109
4.3	PROPUESTA DE UBICACIÓN Y CANTIDADES DE LOS EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES PARA EL PLAN PILOTO	113
4.3.1	Ubicación	113
4.3.2	Propuesta de Cantidades de Equipos Multiplicadores de Pares para el Plan Piloto	114
4.4	ANÁLISIS ECONÓMICO PARA DETERMINAR EL COSTO DEL POSIBLE PLAN PILOTO	115
CAPITULO 5: PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SISTEMAS MULTIPLICADORES DE PARES DE 4 CANALES CON LA OPCIÓN DE BRINDAR SERVICIOS DE RDSI E IP		
		120
5.1	USO	120
5.2	COMPONENTES DEL SISTEMA	120
5.2.3	Unidad de Central	121
5.2.4	Unidad Remota	122
5.2.5	Rotulación de los sistemas	124
5.2.6	Compatibilidad de tarjetas de central	125
5.3	RESISTENCIA AMBIENTAL	125

5.3.6 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE TRANSMISIÓN.....	126
5.4 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....	129
5.5 PROTECCIONES.....	130
5.6 MEDIO DE TRANSMISIÓN.....	132
5.7 BASTIDORES Y REPISAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DIGITALES.....	133
5.8 ESPECIFICACIÓN ANTISÍSMICA.....	135
5.9 ASPECTOS MECÁNICOS.....	135
5.10 INSTALACIÓN DE LAS UNIDADES REMOTAS O DE ABONADO.....	136
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	140
6.1 CONCLUSIONES.....	140
6.2 RECOMENDACIONES.....	142
CAPITULO 7: BIBLIOGRAFÍA.....	143
APÉNDICE 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES SOLICITADAS A LOS FABRICANTES.....	145
APÉNDICE 2: PROPUESTA ECONÓMICA.....	146
APÉNDICE 3: GLOSARIO.....	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Organigrama de la estructura organizacional del ICE.....	7
Figura 2:	Organigrama ICE telecomunicaciones	8
Figura 3:	Organigrama proceso Planta Externa.....	9
Figura 4:	Diagrama esquemáticogeneral de la planta externa.....	14
Figura 5:	Diagrama esquemático general de la red de acceso	15
Figura 6:	Principales elementos de una red de acceso	16
Figura 7:	Diagrama de una red de acceso primaria.....	17
Figura 8:	Diagrama de una red de acceso secundaria	18
Figura 9:	Red de abonado.....	18
Figura 10:	Foto de un distribuidor principal.....	19
Figura 11:	Fotos de armarios de distribución.....	20
Figura 12:	Foto de una arqueta para distribución	21
Figura 13:	Foto de Galería de cables	22
Figura 14:	Foto de una arqueta	23
Figura 15:	Diagrama de los puntos de referencia de una red RDSI.....	31
Figura 16:	Transmisión de broadcast en redes Ethernet	33
Figura 17:	Trama Ethernet	34
Figura 18:	Campos de la Trama Ethernet.....	34
Figura 19:	Tipos de redes Ethernet	36
Figura 20:	Diagrama de los diferentes anchos de banda de las tecnologías xDSL (Fuente:).....	41
Figura 21:	Compatibilidad espectral de las tecnologías xDSL (Fuente: información técnica solicitado por la empresa CIBERTECH).....	48
Figura 22:	Sistema Multiplicadores de Pares RDSI BAV-50 (Fuente: http://www.ips.si)	62
Figura 23:	Diagrama esquemático 1 del sistema EMX –E12-E de IPS d.o.o (Fuente: http://www.ips.si)	63
Figura 24:	Diagrama esquemático 2 del sistema EMX –E12-E de IPS d.o.o (Fuente: http://www.ips.si)	63

Figura 25:	Diagrama esquemático 1 del sistema EMX –E04--E de IPS d.o.o (Fuente: http://www.ips.si)	65
Figura 26:	Diagrama esquemático 2 del sistema EMX –E04-E de IPS d.o.o (Fuente: http://www.ips.si)	65
Figura 27:	Diagrama general de bloques del sistema MPx (Fuente: http://www.cibertech.com)	67
Figura 28:	Configuración de la tarjeta madre de central del sistema MPx.	68
Figura 29:	Diagrama general del sistema DS-PCM/P (Fuente: http://www.intracon.gr) ..	75
Figura 30:	Sistema de servicios RDSI	80
Figura 31:	Equipo TelNode (Fuente: http://www.telspec.co.uk)	83
Figura 32:	Diagrama de bloque del sistema TelMax I (Fuente: http://www.telspec.co.uk).....	83
Figura 33:	Diagrama esquemático de un sistema TelMax I (Fuente: http://www.telspec.co.uk).....	84
Figura 34:	Diagrama de bloques del sistema TelMax IP (Fuente: http://www.telspec.co.uk).....	85
Figura 35:	Diagrama esquemático de un sistema TelMax IP (Fuente: http://www.telspec.co.uk).....	85
Figura 36:	Diagrama esquemático de Unidades de Central montadas en una repisa.....	98
Figura 37:	Características Físicas Unidad remota	103
Figura 38:	Estructura básica de un bastidor	107
Figura 39:	Repisa usadas en los bastidores.....	108
Figura 40:	Panel de protección.....	109
Figura 41:	Diagrama de bloques del sistema de gestión	112
Figura 42:	Perfil de poste tipo “Riel”	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Velocidades y distancias soportadas por xDSL.....	40
Tabla 2:	Principales características de los sistemas G. SHDSL.....	45
Tabla 3:	Comparación entre SDSL, HDSL, HDSL2, SHDSL.....	47
Tabla 4:	Resumen de Especificaciones técnicas de EXARTECH.....	59
Tabla 5:	Resumen de las Especificaciones Técnicas de IPS d.o.o.....	66
Tabla 6:	Ancho de banda para un servicio RDSI utilizando cable de 0.4mm.....	69
Tabla 7:	Ancho de banda para dos servicios RDSI utilizando cable de 0.4mm.....	70
Tabla 8:	Alcance según Ancho de Banda utilizando 4 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm).....	71
Tabla 9:	Alcance según Ancho de Banda utilizando 3 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm).....	71
Tabla 10:	Alcance según Ancho de Banda utilizando 2 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm).....	71
Tabla 11:	Alcance según Ancho de Banda utilizando 1 línea POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm).....	72
Tabla 12:	Alcance según Ancho de Banda utilizando 0 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm).....	72
Tabla 13:	Resumen de las especificaciones técnicas de CIBERTEC.....	73
Tabla 14:	Resumen de los principales configuraciones del sistema de INTRACOM.....	75
Tabla 15:	Resumen de las especificaciones técnicas INTRACOM.....	76
Tabla 16:	Resumen de las especificaciones técnicas de ECI TELECOM.....	78
Tabla 17:	Resumen de las especificaciones técnicas de ELCOM.....	81
Tabla 18:	Resumen de las especificaciones técnicas de TELSPEC.....	86
Tabla 19:	Configuraciones de equipos de 4 canales que pueden proporcionar los servicios de RDSI e IP.....	92
Tabla 20:	Precios de Equipos con facilidades RDSI.....	116
Tabla 21:	Precios de Equipos con facilidades IP.....	116

Tabla 23: Señalización DTMF (Multifrecuencia de Doble Tono).....	129
Tabla 24: Características del cable de enlace para interconectar los Sistemas Multiplicadores de Pares.....	133
Tabla 25: EQUIPOS CON SERVICIOS RDSI.....	146
Tabla 26: EQUIPOS CON SERVICIOS RDSI.....	147
Tabla 27: EQUIPOS CON SERVICIOS IP.....	148
Tabla 28: EQUIPOS CON SERVICIOS IP.....	149
Tabla 29: PRECIO PROMEDIO POR SOLUCIÓN POTS.....	150
Tabla 30: PRECIO PROMEDIO POR SOLUCIÓN POTS+RDSI.....	150
Tabla 31: PRECIO PROMEDIO POR SOLUCIÓN POTS+IP.....	150

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo elaborar un conjunto de especificaciones técnicas que deben cumplir los Equipos Multiplicadores de Pares con la opción de transmitir los servicios de RDSI-BRI e IP Ethernet, con base al análisis de las características técnicas que poseen equipos de diferentes fabricantes de esta tecnología.

Este proyecto se fundamenta en la necesidad que tiene el ICE de solventar la demanda insatisfecha de servicios telefónicos POTS y acceso a Internet, tanto para clientes residenciales como para empresariales, esto debido a la falta de infraestructura de líneas de cobre para la red primaria y secundaria necesaria para permitir dar los servicios de voz, datos y video desde la central hasta el cliente.

Para resolver este problema el ICE ha utilizado diferentes equipos y tecnologías como por ejemplo IMAPs, DSLAM, radio bases, Equipos Multiplicadores de Pares, estos equipos utilizan como medio de transporte el cobre, fibra óptica y ondas de radio.

La importancia de la propuesta del proyecto se debe a que estos equipos tienen la característica de aprovechar las líneas de cobre existentes para brindar 2 o más soluciones de voz y además de permitir la prestación de soluciones de RDSI-BRI o IP por el mismo par de cobre disminuyendo considerablemente el tiempo de instalación y costo, en comparación a la instalación de una nueva red telefónica.

Durante el presente proyecto se describirán los Objetivos, El Marco Teórico, Descripción de la Metodología a usar, descripción de la solución así como la propuesta concreta de la solución.

CAPITULO 1

**INTRODUCCIÓN: EN ESTE CAPITULO SE REALIZARÁ
UNA DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO,
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA,
LOS OBJETIVOS A CUMPLIR
Y ANTECEDENTES.**

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La Unidad Estratégica de Negocios de Desarrollo y Ejecución de Proyectos del ICE (UENDEP), pretende aprovechar la infraestructura de cable telefónico con conductores de cobre que posee instalada en todo el país para brindar servicios de RDSI BRI e IP mediante la utilización de los Equipos de Multiplicadores de Pares, utilizando la tecnología de G.SHDSL que cumple con la normativa G.991.2 de la UIT-T.

En este documento se presenta un estudio de diferentes equipos con la capacidad de brindar los servicios de RDSI e IP y que a la vez poseen la facilidad de proporcionar servicios POTS (Teléfonos tradicionales). El estudio incluye tanto un análisis técnico como económico con el fin de mostrar las diferentes opciones que se tienen en el mercado de equipos con estas facilidades tecnológicas y técnicas.

Para realizar el estudio se tomó como base la Licitación LP 7193-T que hasta el momento es el último proceso licitatorio en el cual se adquirieron Sistemas Multiplicadores de Pares de 4 y 11 canales. Además se hizo uso de la información actualizada de fabricantes de este tipo de equipos en sus portales de Internet.

Actualmente el ICE cuenta con una demanda insatisfecha de servicios telefónicos POTS y acceso a Internet tanto para clientes residenciales como para empresariales, esto se debe en gran parte a la falta de infraestructura de líneas de cobre para la red primaria y secundaria necesaria para permitir brindar los servicios de voz, datos y video desde la central hasta el cliente. Para resolver este problema el ICE ha utilizado diferentes equipos y tecnologías como por ejemplo

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

IMAPs, DSLAM, radio bases, etc., estos equipos utilizan como medio de transporte el cobre, fibra óptica y ondas de radio.

Para la implementación de alguna de estas tecnologías existentes se requiere una inversión considerable para brindar cualquiera de los servicios de voz, datos y video, razón por la cual el ICE y empresas de todo el mundo que se dedican a la prestación de servicios de esta índole buscan soluciones alternativas con la menor inversión posible.

El tiempo que se tarda en la instalación de una nueva red telefónica es muy alto, lo que induce a que el problema de saturación de la red aumente provocando la ampliación de la demanda insatisfecha en el país.

Tomando en cuenta las dificultades antes mencionadas referentes a la lentitud y al alto costo de implementar soluciones de la red de acceso mediante soluciones tradicionales; es que se decide realizar una investigación para definir las características técnicas de Equipos de Multiplicadores de pares con las facilidades de proporcionar servicios de RDSI e IP.

Una vez definidas las características técnicas que deben cumplir los equipos, estos podrán ser usados para implementar un plan piloto con un número pequeño de esta clase de equipos con el objetivo de probar su funcionamiento y rendimiento para determinar si pueden ser usados como una nueva opción para dar solución a las necesidades de los clientes que tiene el ICE y que requieren un servicio de RDSI e IP. Posteriormente una vez que el ICE halla quedado a entera satisfacción con las características de los equipos propuestos con el plan piloto se podrían adquirir o no estos equipos mediante el proceso licitatorio más adecuado (Compra Directa, Licitación Restringida, Licitación por Registro o Licitación Pública).

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

En el proceso de estudio de la Licitación Pública LP 7193-T en la cual se solicitó la adquisición de 60 000 soluciones de voz, surgió la idea de desarrollar un proyecto con el fin de implementar un plan piloto en el cual, utilizando la misma tecnología se pudiesen brindar servicios de RDSI e IP con lo cual se aprovecharía las líneas de cobre existentes y la misma infraestructura utilizada en los Equipos Multiplicadores de Pares de 4 y 11 canales de la licitación antes mencionada.

Por estas razones, el proyecto se fundamenta en un análisis de las diferentes características técnicas y de diseño de los equipos de Multiplicación de Pares que existen en el mercado que permiten dar los servicios de POTS, RDSI e IP.

1.2 IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La importancia de la implementación de la propuesta del proyecto se debe a que estos equipos tienen la característica de aprovechar las líneas de cobre existentes para brindar 2 o más soluciones de voz y además de permitir la prestación de soluciones de RDSI-BRI o IP por el mismo par de cobre disminuyendo considerablemente el tiempo de instalación y costo, en comparación a la instalación de una nueva red telefónica.

Por último, la finalidad de este proyecto es elaborar una propuesta técnica que contenga las principales especificaciones técnicas, costos y configuraciones de Equipos Multiplicadores de Pares de diferentes proveedores, con el fin de realizar una eventual licitación para adquirir este tipo de sistemas.

1.3 OBJETIVOS

Para la elaboración de la propuesta de características técnicas para Equipos Multiplicadores de Pares que permiten servicios de RDSI e IP, para la posible

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

implementación del plan piloto, se pretende cumplir con el objetivo general y sus respectivos objetivos específicos que a continuación se enuncian.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un conjunto de especificaciones técnicas que deben cumplir los Equipos Multiplicadores de Pares con la facilidad de transmitir los servicios de RDSI e IP para posteriormente implementar un plan piloto, con base al análisis de las características técnicas que poseen equipos de esta tecnología.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar los principales fabricantes de Equipos Multiplicadores de Pares y revisar los requerimientos técnicos de estos equipos, que puedan brindar los servicios de RDSI e IP.

- b) Identificar las características más importantes de Equipos Multiplicadores de Pares que puedan brindar los servicios de RDSI e IP sobre un mismo par de cobre.

- c) Elaborar una propuesta de cantidades de soluciones tanto de equipos que permiten brindar los servicios de RDSI como de equipos que permiten brindar los servicios de IP con el fin de desarrollar un plan piloto con equipos que presentan esta tecnología.

- d) Elaborar un estudio económico con base en órganos internacionales que se encargan de investigar y realizar estudios de mercado de estas tecnologías, también tomando en cuenta el último proceso licitatorio que ha realizado el ICE, a efectos de determinar el presupuesto necesario para desarrollar el plan piloto.

1.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Para dar inicio a este apartado se procederá primeramente a realizar la ubicación y una pequeña descripción del proceso que está requiriendo o solicitando el desarrollo del proyecto dentro del ICE. El procedimiento a seguir para realizar la ubicación del proyecto dentro de esta institución se realizará comenzando de lo general a lo específico tomando como estructura principal al ICE, prosiguiendo con las Unidades Estratégicas de Negocios hasta ubicarnos en el Proceso de Planta Externa perteneciente a la UEN de Desarrollo y Ejecución de Proyectos. Este proceso dentro del ICE es el responsable de revisar y aprobar o no, la implementación del plan piloto. Posteriormente se describirá la evolución de la tecnología de Equipos Multiplicadores de Pares que el ICE ha venido implementando, hasta ubicarnos en la situación actual de esta tecnología, y a la vez mostrar las diferentes aplicaciones dentro de una red de telecomunicaciones como la que posee el Instituto Costarricense de Electricidad.

1.4.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ICE

La estructura organizacional del ICE tiene como unidad básica las Unidades Estratégicas de Negocio (UEN), que a su vez se organizan por procesos. Cada UEN responde a un mercado y/o producto predefinido y establecen sus costos de operación así como los procesos requeridos.

Con esta distribución se simplifica la estructura de los niveles de Gerencia, Dirección y los procesos de apoyo que deben estar presentes en los diferentes niveles de la organización.

A continuación se expone el organigrama actual del Instituto Costarricense de Electricidad.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ICE

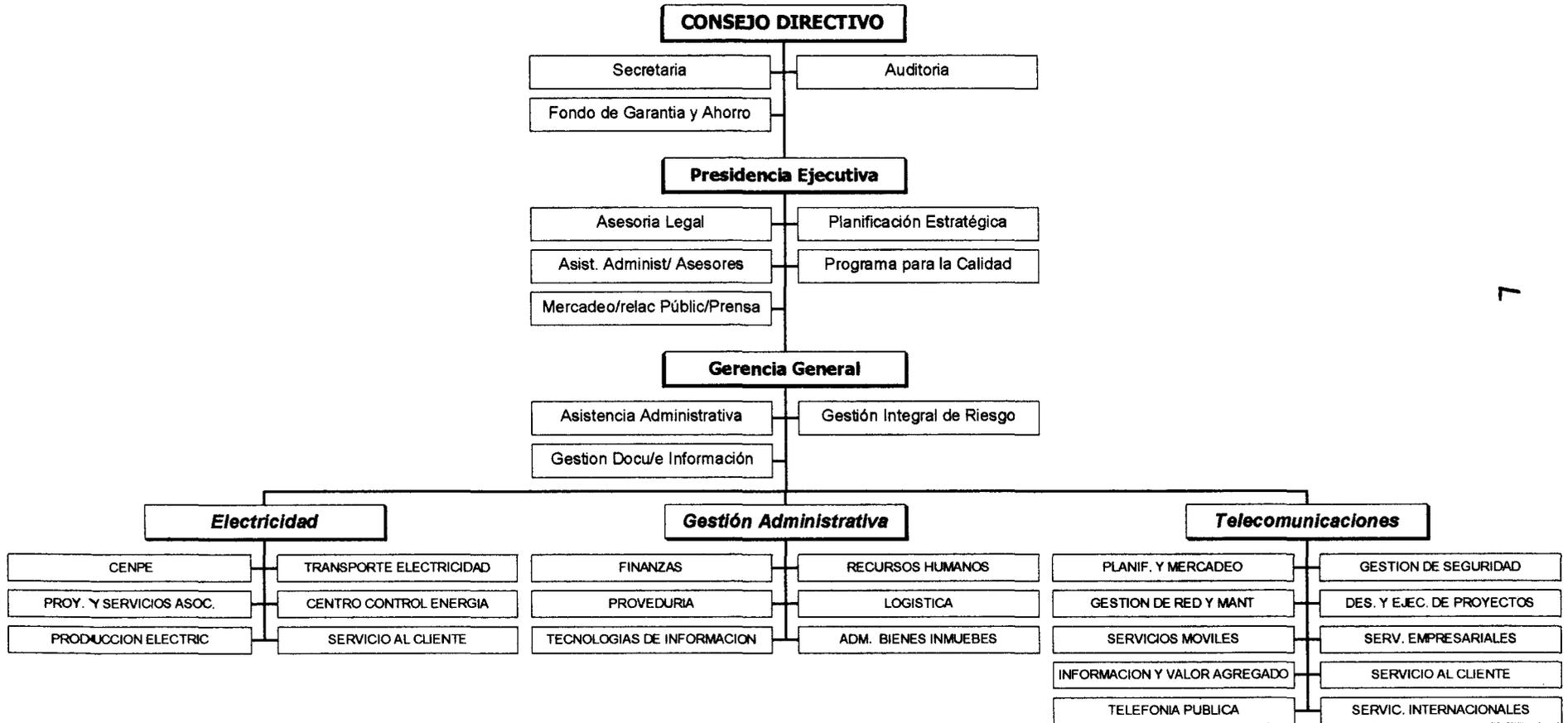


Figura 1: Organigrama de la estructura organizacional del ICE

1.4.1.1 ICE TELECOMUNICACIONES

El Sector Telecomunicaciones del ICE se encuentra dividido en las siguientes Unidades Estratégicas de Negocios (UENS):

- Servicio al Cliente.
- Servicios Empresariales.
- Servicios de Telefonía Pública.
- Servicios Internacionales.
- Servicios Móviles.
- Servicios de Información y Valor Agregado.
- Gestión de Red y Mantenimiento
- Desarrollo y Ejecución de Proyectos
- Planificación de Telecomunicaciones y Mercadeo

A continuación se presenta la estructura organizacional que incluye las Unidades Estratégicas de Negocios definidas para ICE TELECOMUNICACIONES.

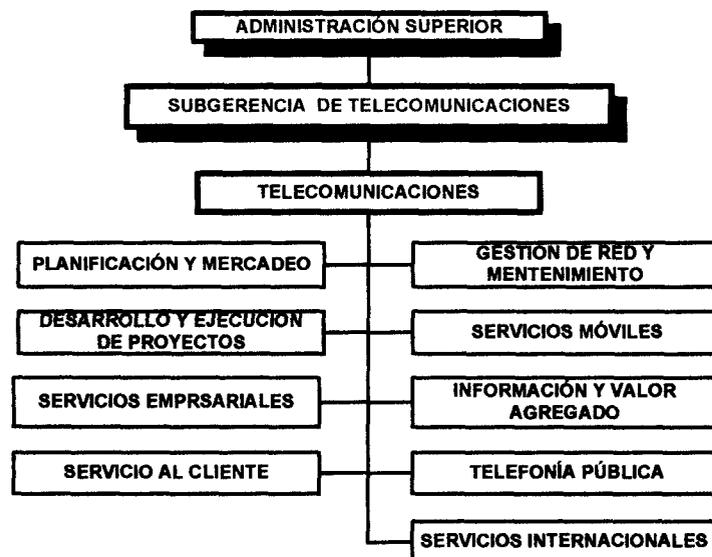


Figura 2: Organigrama ICE telecomunicaciones

1.4.1.2 UEN DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS (UEN-DEP)

La Unidad Estratégicos de Negocios es la encargada de suministrar la infraestructura de Red para el SNT, desarrollando y ejecutando proyectos de infraestructura básica y especializada. Esta UEN está organizada en los siguientes procesos:

- Proceso de Planta Externa.
- Proceso de Civil y Electromecánica.
- Proceso de Transmisión.
- Proceso de Conmutación.
- Proceso de Control de Proyectos.

El diagrama presenta los procesos contemplados anteriormente:

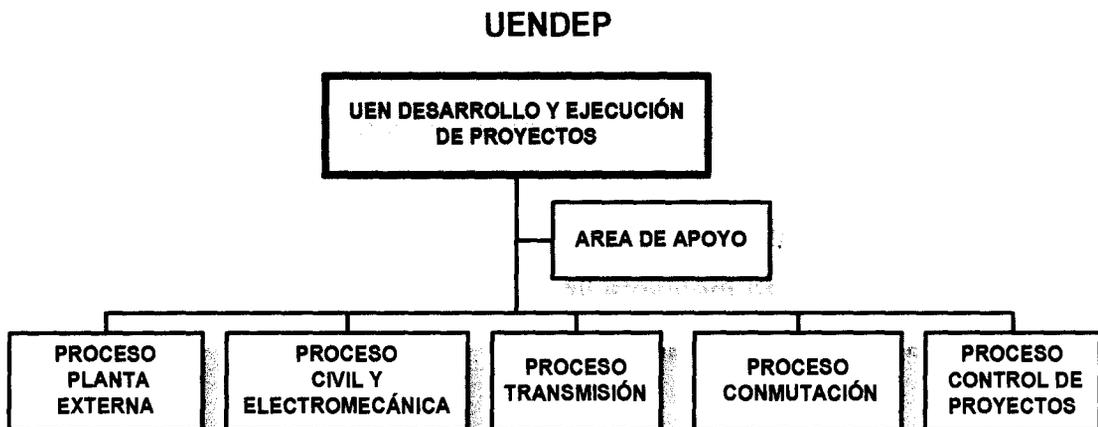


Figura 3: Organigrama proceso Planta Externa

1.4.1.3 PROCESO DE PLANTA EXTERNA.

El objetivo primordial de este Proceso es implementar los sistemas de transporte y acceso de servicios de Infocomunicaciones para satisfacer la demanda de los clientes en todo el país, ajustándose a los requerimientos de tiempo, calidad, servicio y costo, establecidos en el programa anual de proyectos y obras.

Planta Externa es una de las principales actividades del SISTEMA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (SNT), no solo por el área geográfica que cubre, si no por la gran inversión en infraestructura, de los servicios que brinda a los clientes y los recursos que se invierten en el diseño, construcción y mantenimiento.

Por tal motivo La UEN Desarrollo y ejecución de Proyectos del ICE (Sector Telecomunicaciones), esta llamada también a enfrentar los cambios del entorno en la medida que es la encargada, entre otras cosas, de suministrar los medios para los servicios telefónicas comerciales y residenciales en todo el país, tomando en cuenta la red de cobre telefónica tanto la Red Primaria como la Red Secundaria, además de determinar sus planes de expansión.

Este proyecto está dirigido a aprovechar las líneas de cobre de la red Primaria y Secundaria existente, ya que la misma está saturada y mediante la utilización de los Sistemas Multiplicadores de Pares, dar solución a servicios de RDSI e IP que normalmente se brindan mediante líneas dedicadas de cobre, desde la central de telecomunicaciones hasta el abonado.

1.4.2 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MULTIPLICADORES DE PARES EN EL ICE

La tecnología de Equipos Multiplicadores de Pares es una práctica que se ha venido desarrollando a nivel mundial por grandes compañías como Telefónica de España, AT&T, CABLE&WIRELESS, etc.

En lo que respecta a nuestro país, inicialmente el ICE en el año 1995 adquirió Equipos Multiplicadores de Pares de 2 CH y 4 CH los cuales utilizaban la tecnología digital HDSL (*High bit rate Digital Subscriber Line* o Línea de abonado digital de alta velocidad binaria) utilizando para ello Modulación por Código de Pulso Adaptiva Diferencial (ADPCM), por medio de la cual la señal digital de la voz (que inicialmente, se convirtió de señal analógica a una señal digital de 64 Kbps utilizando PCM) se comprime a un rango de velocidad menor, 32 Kbps, y con ello se transmite dos señales digitales de abonado a través de un canal B de 64 Kbps.

Los equipos adquiridos en 1995 tienen la particularidad que actualmente no pueden ser utilizados ya que perdieron su vida útil debido a que no pueden usarse para transmitir datos a velocidades mayores de 14.4 KHz y no soportan fax grupo III.

Posteriormente mediante el proceso licitatorio LP 6383-T (noviembre de 1998) el ICE adquiere 5000 sistema Multiplicadores de Pares de 2 CH basados en la tecnología digital HDSL y en el código de línea 2B1Q, mejorando su antecesor que utilizaba ADPCM, pero al igual que sus predecesores tiene la desventaja de que al convivir con nuevos sistemas digitales tales como RDSI y ADSL provocan gran interferencia, ya que sus espectros de frecuencia se traslapan entre si.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

En procesos licitatorios posteriores al año 2000, el ICE adquiere Equipos Multiplicadores de Pares de 4 y 11 canales utilizando la misma tecnología con la única diferencia que fue adjudicado a fabricantes diferentes.

En septiembre del 2005, el ICE adjudica 45 000 soluciones mediante Equipos Multiplicadores de Pares de 4CH y 11CH, que a diferencia de los anteriores equipos adquiridos, utilizan la tecnología digital llamada Línea de Abonado Digital Simétrica de tasa máxima (*Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line*) G.SHDSL que cumple con el estándar de la UIT-T G.991.2 establecido en febrero del 2001. SHDSL se ha diseñado para mejorar el desempeño del alcance y accionar la compatibilidad Espectral con otras tecnologías de DSL (ADSL, etc.). Las tasas de datos son idénticas en ambos sentidos (la tecnología es simétrica) y varía de: 192 Kb/s a 2.3 Mb/s (un par trenzado), a 384 Kb/s a 4.6 Mb/s (dos pares trenzados), a la vez el código de línea usado es TC-PAM (*Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation*), utilizando 16 niveles en línea (4B1H). La señal que se forma en esta modulación de frecuencia es usada para mejorar la compatibilidad espectral respecto a otros sistemas que compartan el mismo medio físico de transmisión (Por ej. : ADSL).

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se desarrollarán los diferentes conceptos teóricos relacionados con los temas que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

Para iniciar con la descripción de los diferentes componentes que conforman la red de acceso se procederá a definir un par de conceptos que en la actualidad se han venido utilizando erróneamente, estos conceptos son Planta Externa y Red de Acceso.

Planta Externa

La planta externa la componen todos aquellos elementos que nos sirven para establecer contacto físico entre el distribuidor principal en una central local y el aparato telefónico del usuario (cliente externo). Esta definición no toma en cuenta los enlaces físicos entre centrales, pero se consideran como planta externa.

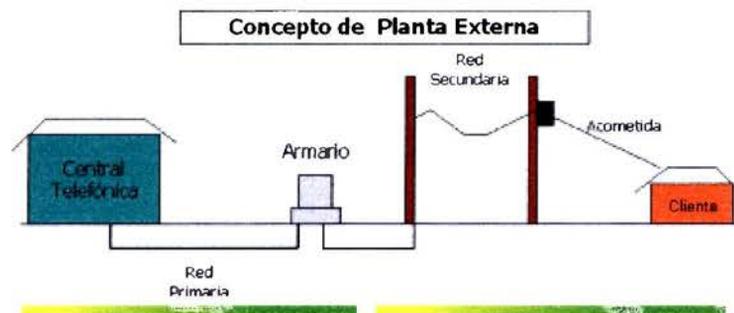


Figura 4: Diagrama esquemático¹general de la planta externa

La convergencia de las Redes de Telecomunicaciones y de Datos crea nuevas oportunidades de comunicación entre empresas, las cuales cada vez requieren mayores facilidades y servicios. Las necesidades tecnológicas que le han surgido a los clientes obligaron a las instituciones que se dedican a las telecomunicaciones a actualizarse e invertir cada vez más en tecnología de punta,

lo que viene a dar como resultado la migración de las redes, de una simple red conocida como la planta externa a una red mas completa que incluye equipos de alta tecnología. A este concepto se le llama red de acceso.

Red De Acceso

Es el conjunto de elementos que permiten conectar a cada abonado con la central local de la que depende. Está constituida por los elementos que proporcionan al Cliente (usuario) la disposición permanente de una conexión desde el punto de terminación de la red, hasta la central local, incluyendo los elementos de planta externa.

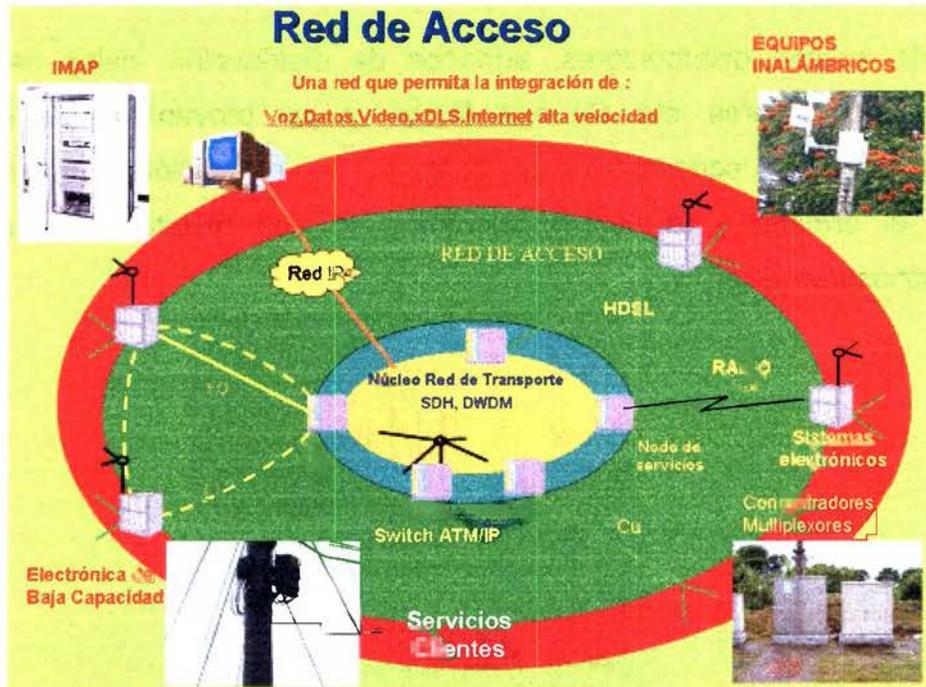


Figura 5: Diagrama esquemático general de la red de acceso²

¹ Este diagrama fue tomado del material didáctico del curso de capacitación Virtual "Básico en Telecomunicaciones" que imparte el ICE.

² Este diagrama fue tomado del material didáctico del curso de capacitación Virtual "Básico en Telecomunicaciones" que imparte el ICE.

La diferencia entre los conceptos de Planta Externa y Red de Acceso se debe más que todo a que la Red de Acceso incluye todos los componentes de Planta Externa y además todos aquellos equipos que han venido surgiendo en los últimos años con el objetivo de dar servicios con valor agregado a los usuarios, como por ejemplo Equipos de Electrónica de la Red, ADSL, Sistemas Inalámbricos, IMAPs, URAs, etc.

2.1 ELEMENTOS DE RED DE ACCESO

La red de acceso está compuesta de una gran cantidad de elementos y subdivisiones de red como se indican seguidamente.

En ella existen distribuidores, armarios de distribución, cajas de dispersión, empalmes, cámaras, etc. De esta forma un par proveniente de una caja de dispersión puede conectarse a un punto de sub-repartición a un par cualquiera entre el armario y la central telefónica, lo que resulta en una flexibilidad provechosa en la red.

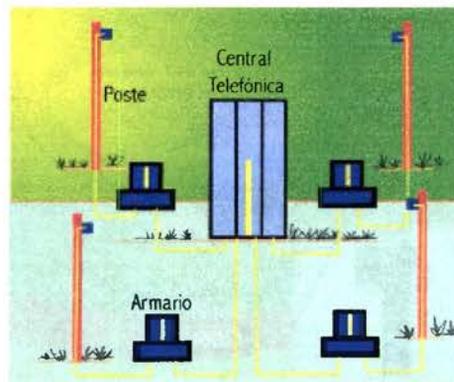


Figura 6: Principales elementos³ de una red de acceso

Dentro esta red se distingue tres partes fundamentales que son:

- Red primaria,

³ Este diagrama fue tomado del material didáctico del curso de capacitación Virtual “Básico en Telecomunicaciones” que imparte el ICE.

- Red secundaria
- Red de abonado.

2.1.1 RED PRIMARIA

La red primaria interconecta el distribuidor principal de la central local con el armario o punto de sub-repartición a través de cables primarios que generalmente se instalan en canalizaciones o directamente enterrados. Muy raras veces se efectúan canalizaciones aéreas sobre postes. Los cables son en su mayoría presurizados y su capacidad varía desde 200 hasta aproximadamente 3200 pares, con calibres de 0.4 o 0.5 milímetros de diámetro. La capacidad de los armarios varía desde los 100 hasta los 1800 pares.

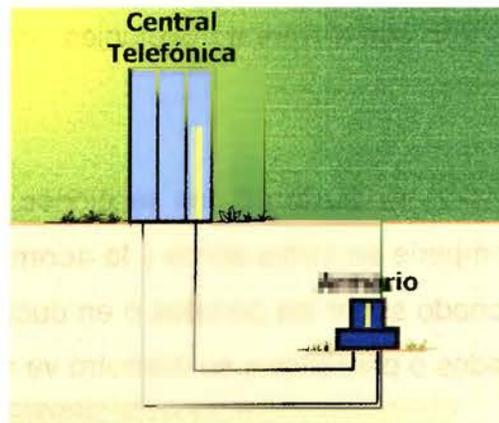


Figura 7: Diagrama de una red de acceso primaria⁴

2.1.2 RED SECUNDARIA

Esta interconecta el armario con las cajas de dispersión a través de cables secundarios generalmente instalados sobre postes o en fachadas, aunque a veces en las áreas urbanas se instalan canalizados, pero muy raras veces se instalan directamente enterrados. La capacidad de los cables secundarios varía desde los 10 o 20 pares hasta los 200 pares y sus calibres van desde los 0.5 hasta los 0.65

⁴ Este diagrama fue tomado del material didáctico del curso de capacitación Virtual "Básico en Telecomunicaciones" que imparte el ICE.

milímetros. La capacidad de las cajas de dispersión es de 10 a 20 pares y cuando son para uso de edificios pueden llegar hasta los 50 ó 100 pares.

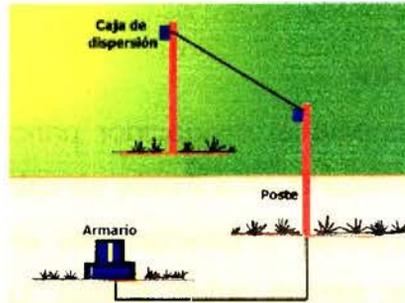


Figura 8: Diagrama de una red de acceso secundaria⁵

2.1.3 RED DE ABONADO

Une la caja de dispersión con el aparato telefónico del abonado a través del cable de acometida.

Este cable de acometida se divide en dos secciones, la **acometida externa** que va expuesta a la intemperie en forma aérea y la **acometida interna** que va dentro del inmueble del abonado sobre las paredes o en ductos. Estos cables suelen ser de un solo par trenzados o pareados y su diámetro va de 0.9 a 1.3 milímetros.



Figura 9: Red de abonado⁶

⁵ Este diagrama fue tomado del material didáctico del curso de capacitación Virtual "Básico en Telecomunicaciones" que imparte el ICE.

⁶ Este diagrama fue tomado del material didáctico del curso de capacitación Virtual "Básico en Telecomunicaciones" que imparte el ICE.

2.1.4 DISTRIBUIDOR PRINCIPAL

Es el elemento físico ubicado en el edificio de la central telefónica, que permite el enlace entre planta externa y planta interna mediante el uso de puentes. Es conocido también como repartidor principal y prevee la terminación del cable proveniente del exterior en los bloques protectores, provistos de bobinas térmicas y de descargadores dispuestos en filas horizontales, mientras que los cables interiores terminan horizontalmente en los bloques terminales sobre el lado opuesto de la armazón.

Los bloques protectores y terminales se ubican en herrajes verticales, por lo que a cada armazón se le denomina vertical y ambos están unidos por alambres de calibre 0.5 y 0.6 milímetros, aislados con PVC⁷.

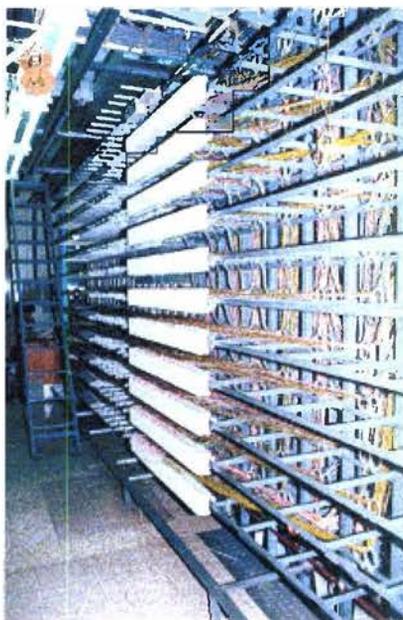


Figura 10: Foto de un distribuidor principal

⁷ PVC: Policloruro de vinilo o simplemente vinilo. El plástico con el que se fabrican desde tuberías hasta botellas de agua mineral, añadiéndole aditivos.

2.1.5 ARMARIOS

Es el punto donde llegan los cables de la red primaria que vienen desde el repartidor principal y que sirve, también, como punto de salida de los cables de la red secundaria. Su composición es una estructura metálica sentada sobre un pedestal de concreto comunicada con una cámara de empalme por medio de un túnel o ductos PVC.

La conexión de los cables de red primaria con los cables de red secundaria se realiza dentro del armario en los bloques respectivos.

De acuerdo con el tamaño del armario y del tipo de bloque instalado la capacidad de instalación de pares en ellos varía.



Figura 11: Fotos de armarios de distribución

2.1.6 CÁMARAS

Son estructuras de concreto en las que se alojan los cables y empalmes primarios y secundarios.

Las cámaras son necesarias para:

- Alojar empalmes.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

- Realizar bifurcaciones de las canalizaciones.
- Efectuar las operaciones de tracción de los cables canalizados, empalmes y pruebas.

Sus dimensiones dependen del número y dimensión de los cables a instalar y del trabajo a realizar dentro de ella; su forma depende de las funciones que vaya a cumplir en la red.

Las cámaras situadas a lo largo de la ruta han de disponerse de manera que cumplan con los siguientes requisitos:

- Que no constituyan un peligro para la seguridad de la circulación y del personal.
- Que sean lo suficientemente amplias para poder alojar en ellas los equipos necesarios.
- Que tenga orificios de entrada de las canalizaciones que permitan tirar cables de gran longitud.
- Que se hallen lo más distanciadas posibles.

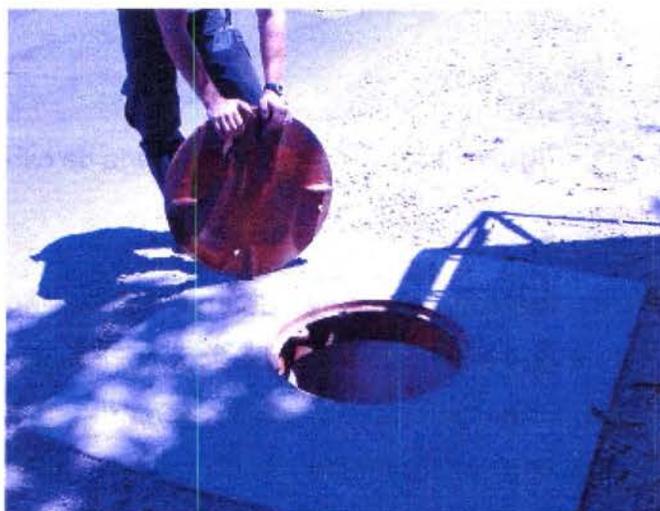


Figura 12: Foto de una arqueta para distribución

2.1.7 GALERÍA DE CABLES

La galería de cables se halla ubicada generalmente en el sótano de la central o en la planta baja debajo del repartidor principal. En ella se realizan los empalmes de los cables de planta externa con los cables que suben al vertical.

El túnel de cables está vinculado al plantel superior mediante ductos de entrada y sus dimensiones dependen de la capacidad del valor referencial de la central a 40 años, por otro lado, la construcción de una galería sólo se justifica cuando haya que acomodar un número considerable de cables, por ejemplo en las zonas urbanas de elevada densidad de construcciones, para no perturbar la circulación de vehículos y peatones, también para llegar a las grandes centrales.



Figura 13: Foto de Galería de cables

2.1.8 ARQUETAS

Al igual que las cámaras son estructuras de concreto subterráneas pero diferentes en el tamaño y en la forma de su orificio de acceso. En las **cámaras** una persona puede descender a través de una entrada en la parte superior, generalmente de forma redonda y de aproximadamente de 90 cm. de diámetro, mientras que las **arquetas**, dado su tamaño (generalmente de 70 cm. por 1 metro), tienen una tapa

rectangular removible de las mismas dimensiones. Las arquetas se utilizan para salidas de cables a redes secundarias o redes directas.



Figura 14: Foto de una arqueta

2.2 RDSI (RED DIGITAL DE SERVICIO INTEGRADOS)

2.2.1 QUE ES RDSI?

RDSI es un sistema que permite transmisión de datos, imágenes estáticas y móviles, voz, video y texto en forma digital y simultánea sobre un único medio de transmisión.

La RDSI ofrece numerosas ventajas respecto a la tecnología analógica tradicional. Por ejemplo, los sistemas telefónicos típicos requieren una línea separada para cada dispositivo (teléfono, máquina fax, computador, etc.) si se desea usarlos al mismo tiempo.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

RDSI permite la conexión de varios dispositivos sobre un solo medio de transmisión, pudiéndose utilizar simultáneamente dos (en el caso de acceso básico, RDSI-BRI) o hasta 30 (en el caso del acceso primario, RDSI-PRI).

Dos características que distinguen a la RDSI de las redes telefónicas convencionales son:

- Es un sistema completamente digital de extremo a extremo.
- Tiene definidos internacionalmente unos protocolos e interfaces, que permiten dispositivos RDSI (Videoteléfono, teléfonos digitales, etc.) de una manera directa como dispositivos no RDSI con adaptador (fax, computador, teléfono análogo, etc.) que pueden usarse con la misma conexión física y los mismos protocolos de señalización para el servicio requerido.

Por otra parte RDSI provee claras ventajas sobre las redes analógicas, como son:

- Alta velocidad para la transmisión de información.
- Interoperatividad con otros servicios como telefonía convencional, X25, Frame Relay, ATM.
- Integración: soporta servicios de voz, datos, video, imagen, texto sobre la misma línea y en forma simultánea.
- Proporciona una conectividad digital de extremo a extremo para dar soporte a una amplia gama de servicios. El concepto de extremo a extremo significa que RDSI es una tecnología diseñada para digitalizar hasta el último kilómetro, es decir llevar la red digital hasta el abonado, fábrica u oficina.
- Es una red multiprotocolo lo que garantiza que en el momento que se requiera y sin mayores traumatismos se podrán generar los cambios que cada cliente específico requiera.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), es una red diseñada por las compañías importantes de teléfonos en conjunto con la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T), antes Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía (CCITT), con la intención de proporcionar un apoyo de telecomunicaciones mundial de información de voz, datos, vídeo y facsímil dentro de la misma red (esencialmente, RDSI es la integración de un rango amplio de servicios a una red sencilla de múltiples propósitos). RDSI es una red que propone interconectar un número ilimitado de usuarios independientes por medio de una red de comunicaciones común, con independencia de las fronteras geográficas, organizativas tecnológicas. RDSI, es pues, una convergencia evidente de la informática y las telecomunicaciones.

El desarrollo técnico de los sistemas de comunicación (conmutación y transmisión digital) soportados por los avances de la microelectrónica, circuitos digitales y circuitos integrados, han permitido la digitalización de la información y la miniaturización de los componentes. Además, la decisión política de adoptar normas con carácter universal que permitan la integración de las diferentes redes llevó a la formulación de la Red Digital de Servicios Integrados RDSI (en inglés ISDN, *Integrated Service Digital Network*).

Dos aspectos claves caracterizan la RDSI:

- **Acceso Universal:** Gracias a la estandarización de la RDSI, se pueden conectar terminales (voz, datos, imagen) en cualquier parte del mundo a cualquier sistema conectado a la red.
- **Servicios:** Sirve de soporte a una extensa gama de capacidades de servicio, incluidas las aplicaciones vocales y no vocales, en la misma red.

Las posibilidades que se tienen de telecomunicaciones a través de la RDSI son numerosas. La RDSI permite la integración de servicios de voz, datos, imagen, vídeo y texto en una sola red pública digital, interconectada con la red telefónica actual, permitiendo alta velocidad de transmisión y garantizando una transferencia digital de la información, reduciendo así los errores casi a cero. La transmisión de información a través de la RDSI no es solo más rápida, sino también más segura y confiable.

2.2.2 ESTRUCTURAS

El desarrollo y estandarización de RDSI incluye el desarrollo de los protocolos, convenciones o reglas que permiten la comunicación entre los diferentes usuarios de RDSI y la red, y la interacción entre dichos usuarios.

La arquitectura del protocolo de la interfaz usuario-red RDSI es conocido como el Sistema de Señalización Digital No. 1 (DSS1).

Las características de este protocolo, dividido en 3 niveles de trabajo, se pueden resumir así:

Nivel 1, Nivel físico: Se refiere a todas las condiciones eléctricas, físicas y funcionales de la interfaz: señales eléctricas características, configuración del cableado, tipo del conector, alimentación, entre otras. Para el acceso básico está definido en la recomendación I.430 y para el acceso primario en la recomendación I.431.

Nivel 2, Nivel de enlace: Conocido como el procedimiento de acceso al enlace en el canal D, LAPD. Transfiere la información entre el usuario y la red en forma de tramas de información. LAPD garantiza la integridad de la información, ya que

transfiere la trama en forma segura y eficiente, sincroniza el enlace, realiza detección y corrección de errores, control de flujo, secuencia de trama, entre otras se utiliza la recomendación Q.920 y Q.921.

Nivel 3, Control de llamada: Ofrece las funciones de control de llamada incluyendo establecimiento, liberación y procedimientos para servicios suplementarios. El nivel 2 y 3 conforman el protocolo del canal D. Se utiliza la recomendación Q.930 y Q.931.

2.2.3 ESTRUCTURAS DE ACCESO AL USUARIO

Existen dos tipos de acceso a la red:

Acceso básico (BRI): También llamado interfaz básico. Utiliza dos canales B y un canal D (Estructura 2B+D). Tiene una tasa característica de 192 Kbps, lo que asegura que además de transmitir los canales B y D, se puedan transmitir algunos bits de sincronización, control, mantenimiento y operación.

Acceso primario (PRI): Utilizado principalmente por grandes usuarios que requieren canales de alta velocidad (hasta 2048 Kbps). Tiene varias configuraciones pero la principal es la de 30 canales B y un canal D (estructura 30B+ D).

El acceso de la RDSI generalmente se hace a través de pares telefónicos convencionales, un par para acceso básico y dos pares para el acceso primario; sin embargo también se pueden hacer a través de fibra óptica o por radio enlace.

2.2.4 INTERFACES RDSI

2.2.4.1 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ S/T

En la interfaz S/T se utilizan 4 hilos. La energía se puede tomar de la red y/o localmente de líneas de distribución y/o baterías.

La trama en la interfaz S/T de un acceso básico consta de 48 bits en ambos sentidos de transmisión, que tardan 250 μ s en ser transmitidos. Esto equivale a una velocidad de transmisión de 192 Kbps. Como código de línea se utiliza un código pseudoternario llamado AMI (Inversión de marcas alternadas).

Las características de la interfaz T para el acceso primario están definidas para la comunicación digital convencional con modulación por impulsos codificados (PCM). Posee una tasa binaria de 2048 Kbps, el interfaz utiliza 4 hilos, suministro de potencia local y código de línea HDB3.

La trama en la interfaz T de un acceso primario consta de 256 bits en ambos sentidos de transmisión, que tardan 250 μ s en ser transmitidos. Esto equivale a una velocidad de transmisión de 2048 Kbps

2.2.4.2 ESTRUCTURA DE LA INTERFAZ U

El punto de referencia U es el punto de separación entre las agrupaciones funcionales NT y LT. En la práctica viene siendo la línea telefónica que llega desde la central.

En la interfaz U la información se transmite a una velocidad de 160 Kbps para el acceso básico, compuesta de dos canales de 64 Kbps, un canal D de 16 Kbps y otros 16 Kbps para fines de sincronización y mantenimiento.

Utiliza códigos de línea del tipo MMS43 (4B/3T) que es un código de bloques que reduce la tasa de baudios a 120 Kbaudios, usando tres niveles de señal y el código 2B1Q (2 binario, 1 cuaternario) que utiliza modulación por amplitud de pulso (PAM), con cuatro niveles de señal, por lo que reduce la tasa de baudios a 80 Kbaudios. Los NT se sincronizan en forma esclava a la señal proveniente de la red.

El flujo de información a través de la interfaz U se estructura en tramas y supertramas. Una trama consta de 240 bits y tarda un tiempo de 1,5 ms. La supertrama esta compuesta de 8 tramas.

2.2.5 ESTRUCTURA RDSI EN LAS INSTALACIONES DE USUARIO

Para posibilitar la implementación de la RDSI, es indispensable disponer en las instalaciones de los abonados de una Terminación de Red (en inglés NT), cuya función es, en el caso del acceso básico, convertir la línea de dos hilos en un bus "S/T" de 8 hilos al que se le puede conectar hasta ocho equipos terminales con posibilidad de funcionamiento simultáneo de máximo dos (2) de ellos, a través de los dos canales de información disponibles (Canales B).

Como se trata de un sistema digital la red debe manipular señales digitales hasta el equipo terminal de abonado. Ello implica utilizar un método diferente al sistema de selección por impulsos o multifrecuencias usualmente aplicado en líneas análogas para transmitir la información de abonado y señalización. Este método es un protocolo de comunicaciones conocido como protocolo del canal D (LAP-D).

Por otra parte, si el equipo que se va a conectar no es de tecnología digital, como es el caso de módem, fax-2, fax-3, terminales de computador convencionales, teléfonos convencionales u otros equipos no compatibles con RDSI, se hace

necesario conectar unos dispositivos denominados Adaptadores de Terminal (TA), cuya función es la de adaptar equipos que no son RDSI a la red RDSI. Los teléfonos RDSI, el fax grupo 4 y otros equipos de tecnología digital con el protocolo RDSI no necesitan estos aditamentos y son conectados en forma directa a la terminación de red (NT) ubicados en las instalaciones del usuario.

A modo ilustrativo en la figura 15, se puede observar toda la configuración existente para un acceso RDSI, desde la interfaz S/T en el lado del usuario, hasta la central digital (la sección de cable comprendida entre el NT del usuario y la central se denomina interfaz U).

2.2.6 PUNTOS DE REFERENCIA

Son puntos teóricos que separan grupos funcionales. Pueden corresponder o no a interfaces físicas existentes. Estos puntos de referencia son:

R: Punto de referencia entre un terminal no RDSI (TE2) y su adaptador (TA). Representa las interfaces físicas existentes (X.25, V.24, etc) para terminales no RDSI.

S: Punto de referencia entre un terminal RDSI (TE1) o un adaptador de terminal (TA) y un terminador de red (NT2). Corresponde a la interfaz de conexión física de los terminales de usuario a la RDSI. La interfaz S es una interfaz universal que sirve para cualquier tipo de terminal RDSI y para cualquier servicio que la red ofrezca.

U: Punto de referencia en la línea de abonado digital.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

T: Punto de referencia entre los terminadores de red NT2 y NT1. Representa la separación entre el equipo de transmisión de la línea digital y las instalaciones en los locales del usuario.

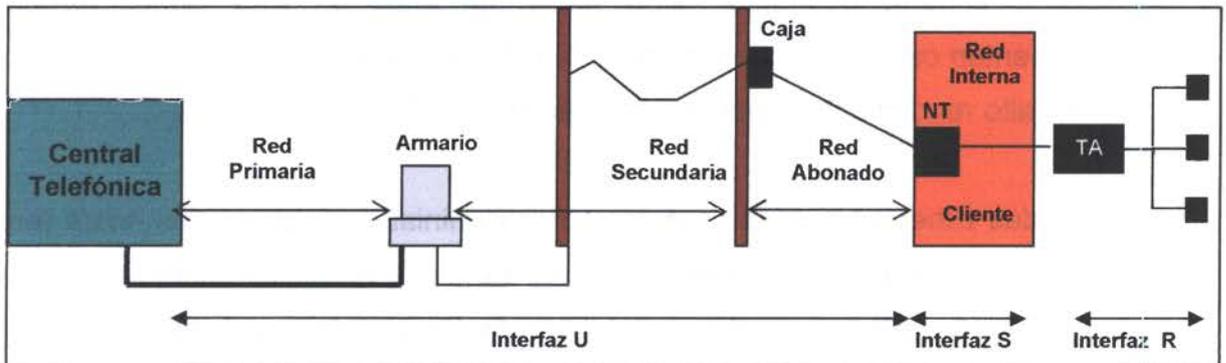


Figura 15: Diagrama de los puntos de referencia de una red RDSI

2.3 REDES LAN ETHERNET

Ethernet es la tecnología de red LAN más usada, resultando idónea para aquellos casos en los que se necesita una red local que deba transportar tráfico esporádico y ocasionalmente pesado a velocidades muy elevadas. Las redes Ethernet se implementan con una topología física de estrella y lógica de bus, y se caracterizan por su alto rendimiento a velocidades de 10/100 Mbps.

Las redes Ethernet son de carácter no determinista, en la que los *hosts* (equipo terminal en una red IP Ethernet) pueden transmitir datos en cualquier momento. Antes de enviarlos, escuchan el medio de transmisión para determinar si se encuentra en uso. Si lo está, entonces esperan. En caso contrario, los *host* comienzan a transmitir. En caso de que dos o más *host* empiecen a transmitir tramas a la vez se producirán encontronazos o choques entre tramas diferentes que quieren pasar por el mismo sitio a la vez. Este fenómeno se denomina **colisión**, y la porción de los medios de red donde se producen colisiones se denomina **dominio de colisiones**.

Una colisión se produce pues cuando dos máquinas escuchan para saber si hay tráfico de red, no lo detectan y, acto seguido transmiten de forma simultánea. En este caso, ambas transmisiones se dañan y las estaciones deben volver a transmitir más tarde.

Para intentar solventar esta pérdida de paquetes, las máquinas poseen mecanismos de detección de las colisiones y algoritmos de postergación que determinan el momento en que aquellas que han enviado tramas que han sido destruidas por colisiones pueden volver a transmitir las.

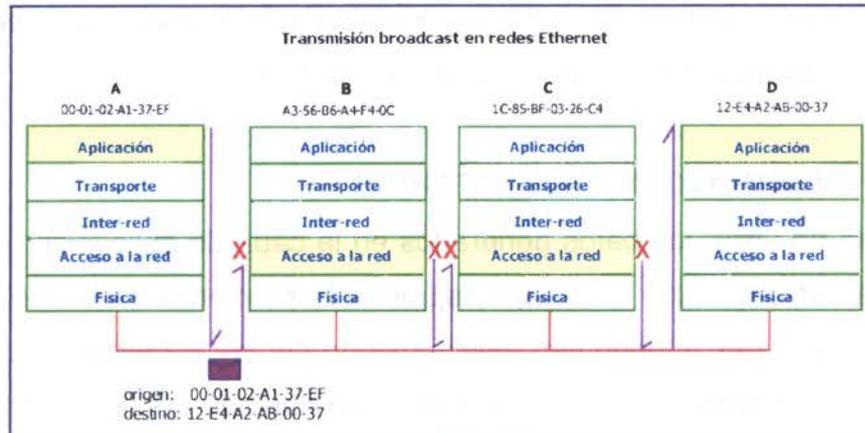


Figura 16: Transmisión de broadcast en redes Ethernet

Existen dos especificaciones diferentes para un mismo tipo de red, Ethernet y IEEE 802.3. Ambas son **redes de broadcast**, lo que significa que cada máquina puede ver todas las tramas, aunque no sea el destino final de las mismas. Cada máquina examina cada trama que circula por la red para determinar si está destinada a ella. De ser así, la trama pasa a las capas superiores para su adecuado procesamiento. En caso contrario, la trama es ignorada.

Ethernet proporciona servicios correspondientes a la capa física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI, mientras que IEEE 802.3 especifica la capa física y la porción de acceso al canal de la capa de enlace de datos, pero no define ningún protocolo de Control de Enlace Lógico.

Ethernet es una tecnología de broadcast de medios compartidos. El método de acceso CSMA/CD que se usa en Ethernet ejecuta tres funciones:

1. Transmitir y recibir paquetes de datos.
2. Decodificar paquetes de datos y verificar que las direcciones sean válidas antes de transferirlos a las capas superiores del modelo OSI.
3. Detectar errores dentro de los paquetes de datos o en la red.

Tanto Ethernet como IEEE 802.3 se implementan a través de la **tarjeta de red** o por medio de circuitos en una placa dentro del host.

2.3.1 FORMATO DE TRAMA ETHERNET

Según se ha visto, los datos generados en la capa de aplicación pasan a la capa de transporte, que los divide en segmentos, porciones de datos aptas para su transporte por red, y luego van descendiendo por las sucesivas capas hasta llegar a los medios físicos. Conforme los datos van bajando por la pila de capas, paso a paso cada protocolo les va añadiendo una serie de cabeceras y datos adicionales; necesarios para poder ser enviados a su destino correctamente. El resultado final es una serie de unidades de información denominadas tramas, que son las que viajan de un *host* a otro.

La forma final de la trama obtenida, en redes Ethernet, es la siguiente:

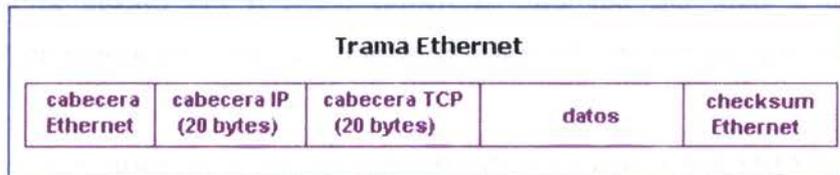


Figura 17: Trama Ethernet

Y los principales campos que la forman son:

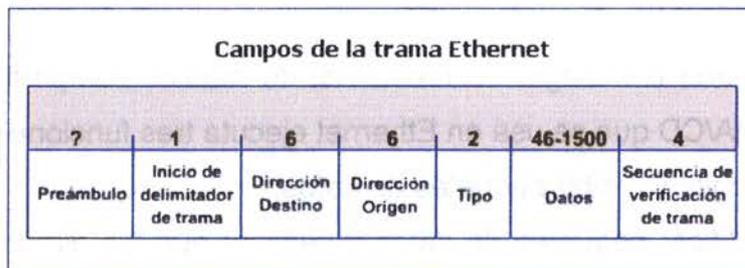


Figura 18: Campos de la Trama Ethernet

- **Preámbulo:** Patrón de unos y ceros que indica a las estaciones receptoras que una trama es Ethernet o IEEE 802.3. La trama Ethernet incluye un byte adicional que es el equivalente al campo Inicio de Trama (SOF) de la trama IEEE 802.3.
- **Inicio de trama (SOF):** Byte delimitador de IEEE 802.3 que finaliza con dos bits 1 consecutivos, y que sirve para sincronizar las porciones de recepción de trama de todas las estaciones de la red. Este campo se especifica explícitamente en Ethernet.
- **Direcciones de destino y origen:** Incluye las direcciones físicas (MAC) únicas de la máquina que envía la trama y de la máquina destino. La dirección origen siempre es una dirección única, mientras que la de destino puede ser de broadcast única (trama enviada a una sola máquina), de broadcast múltiple (trama enviada a un grupo) o de broadcast (trama enviada a todos los nodos).
- **Tipo (Ethernet):** Especifica el protocolo de capa superior que recibe los datos una vez que se ha completado el procesamiento Ethernet.
- **Longitud (IEEE 802.3):** Indica la cantidad de bytes de datos que sigue este campo.
- **Datos:** Incluye los datos enviados en la trama. En la especificación IEEE 802.3, si los datos no son suficientes para completar una trama mínima de 64 bytes, se insertan bytes de relleno hasta completar ese tamaño (tamaño mínimo de trama). Por su parte, las especificaciones Ethernet versión 2 no especifican ningún relleno, Ethernet espera por lo menos 46 bytes de datos.
- **Secuencia de verificación de trama (FCS):** Contiene un valor de verificación CRC (Control de Redundancia Cíclica) de 4 bytes, creado por el

dispositivo emisor y recalculado por el dispositivo receptor para verificar la existencia de tramas dañadas.

Cuando un paquete es recibido por el destinatario adecuado, les retira la cabecera de Ethernet y el elemento de verificación de la trama, comprueba que los datos corresponden a un mensaje IP y entonces lo pasa a dicho protocolo para que lo procese. El tamaño máximo de los paquetes en las redes Ethernet es de 1500 bytes.

2.3.2 TIPOS DE REDES ETHERNET

Existen por lo menos dieciocho variedades de Ethernet, relacionadas con el tipo de cableado empleado y con la velocidad de transmisión, a continuación se mencionan únicamente cinco.

Tipo	Medio	Ancho de banda máximo	Longitud máxima de segmento	Topología Física	Topología Lógica
10Base5	Coaxial grueso	10 Mbps	500 m	Bus	Bus
10Base-T	UTP Cat 5	10 Mbps	100 m	Estrella; Estrella Extendida	Bus
10Base-FL	Fibra óptica multimodo	10 Mbps	2.000 m	Estrella	Bus
100Base-TX	UTP Cat 5	100 Mbps	100 m	Estrella	Bus
100Base-FX	Fibra óptica multimodo	100 Mbps	2.000 m	Estrella	Bus
1000Base-T	UTP Cat 5	1000 Mbps	100 m	Estrella	Bus

Figura 19: Tipos de redes Ethernet

Las tecnologías Ethernet más comunes y más importantes son:

- **Ethernet 10Base2:** Usa un cable coaxial delgado, por lo que se puede doblar más fácilmente, y además es más barato y fácil de instalar, aunque los segmentos de cable no pueden exceder de 200 metros y 30 nodos. Las conexiones se hacen mediante *conectores en T*, más fáciles de instalar y más seguras.
- **Ethernet 10Base5:** También llamada Ethernet gruesa, usa un cable coaxial grueso, consiguiendo una velocidad de 10 Mbps. Puede tener hasta 100 nodos conectados, con una longitud de cable de hasta 500 metros. Las conexiones se hacen mediante la técnica denominada *derivaciones de vampiro*, en las cuales se inserta un polo hasta la mitad del cable, realizándose la derivación en el interior de un *transceiver*, que contiene los elementos necesarios para la detección de portadores y choques. El transceiver se une al computador mediante un cable de hasta 50 metros.
- **Ethernet 10Base-T:** Cada estación tiene una conexión con un hub central, y los cables usados son normalmente de par trenzado. Son las LAN más comunes hoy en día. Mediante este sistema se palian los conocidos defectos de las redes 10Base2 y 10Base5, a saber, la mala detección de derivaciones no deseadas, de rupturas y de conectores flojos. Como desventaja, los cables tienen un límite de sólo 100 metros, y los *hubs* pueden resultar caros.
- **Ethernet 10Base-FX:** Basada en el uso de fibra óptica para conectar las máquinas, lo que la hace cara para un planteamiento general de toda la red, pero idónea para la conexión entre edificios, ya que los segmentos pueden tener una longitud de hasta 2000 metros, al ser la fibra óptica

insensible a los ruidos e interferencias típicos de los cables de cobre. Además, su velocidad de transmisión es mucho mayor.

- **Fast Ethernet:** Las redes 100BaseFx (IEEE 802.3u) se crearon con la idea de paliar algunos de los fallos contemplados en las redes Ethernet 10Base-T y buscar una alternativa a las redes FDDI, son también conocidas como redes Fast Ethernet, y están basadas en una topología en estrella para fibra óptica. Con objeto de hacerla compatible con Ethernet 10Base-T, la tecnología Fast Ethernet preserva los formatos de los paquetes y las interfaces, pero aumenta la rapidez de transmisión hasta los 100 Mbps. En la redes Fast Ethernet se usan cables de cuatro pares trenzados de la clase 3, uno de los cuales va siempre al hub central, otro viene siempre desde el hub, mientras que los otros dos pares son conmutables. En cuanto a la codificación de las señales, se sustituye la codificación Manchester por señalización ternaria, mediante la cual se pueden transmitir 4 bits a la vez. También se puede implementar Fast Ethernet con cableado de la clase 5 en topología de estrella (100BaseTX), pudiendo entonces soportar hasta 100 Mbps con transmisión full dúplex.

2.4 INTRODUCCIÓN A LAS TECNOLOGÍAS XDSL

2.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

xDSL es un grupo de tecnologías de comunicación que permiten transportar información multimedia a mayores velocidades, que las obtenidas actualmente vía módem, simplemente utilizando las líneas telefónicas convencionales.

Puesto que la red telefónica de cobre, también grandes limitaciones, tales como un ancho de banda que llega a los 4Khz y que no permite el transporte de

aplicaciones que requieren mayor amplitud de banda, nace la tecnología DSL, *Digital Subscriber Line* (Línea de Abonados Digitales) que soporta un gran ancho de banda con unos costos de inversión relativamente bajos y además trabaja sobre la red telefónica ya existente, convirtiendo la línea analógica convencional en una línea digital de alta velocidad.

La tecnología DSL, suministra el ancho de banda suficiente para numerosas aplicaciones, incluyendo además un rápido acceso a Internet utilizando las líneas telefónicas convencionales; acceso remoto a las diferentes Redes de área local (LAN), videoconferencia, y Sistemas de Redes Privadas Virtuales (VPN).

Son tecnologías de acceso punto a punto a través de la red telefónica pública (circuitos locales de cable de cobre) sin amplificadores ni repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, que soportan un gran ancho de banda entre la conexión del cliente y el primer nodo de la red, que permiten un flujo de información tanto simétrico como asimétrico y de alta velocidad sobre el bucle de abonado.

xDSL es una tecnología en la que se necesita un dispositivo módem xDSL terminal en cada extremo del circuito de cobre, que acepte flujo de datos en formato digital y lo superponga a una señal analógica de alta velocidad.

El factor común de todas las tecnologías xDSL es que funcionan sobre líneas de cobre simples, y aunque cada una tiene sus propias características, todas utilizan la modulación para alcanzar elevadas velocidades de transmisión.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Esta tecnología ofrece servicios de banda ancha sobre conexiones que no superen los 6 Km de distancia entre la central telefónica y el lugar de conexión del abonado, dependiendo de:

- Velocidad alcanzada
- Calidad de las líneas
- Distancia
- Calibre del cable

Tabla 1: Velocidades y distancias soportadas por xDSL (*Fuente: Información técnica suministrada por la Empresa CIBERTECH*)

Tecnología	Velocidad de descarga	Velocidad de subida	# Cables / Pares	Distancias en metros
DSL Asimétricos				
ADSL				
DTM tasa parcial	1.5 Mbps	512 Kbps	1	7620
DTM tasa completa	8.0 Mbps	1.0 Kbps	1	5486
VDSL	26.0 Mbps	1.5 Kbps	1	914
DSL Simétricos				
VDSL	13.0 Mbps	13.0 Mbps	1	1524
HDSL	1.5 Mbps	1.5 Mbps	2	3657
	2.0 Mbps	2.0 Mbps	3	3657
HDSL2	1.5 Mbps	1.5 Mbps	1	5486
SDSL	1.5 Mbps	1.5 Mbps	1	2743
	160 Kbps	160 Kbps	1	6919
SHDSL	2.3 Mbps	2.3 Mbps	1	3657
	4.6 Mbps	4.6 Mbps	2	3657
IDSL	128 Kbps	128 Kbps	1	5486
Cable Modem				
	Hasta 10 Gbps	Variable	Coaxial	Variable

A continuación veremos una gráfica donde se muestran los diferentes anchos de banda de las diferentes xDSL al transmitir por el par de cobre.

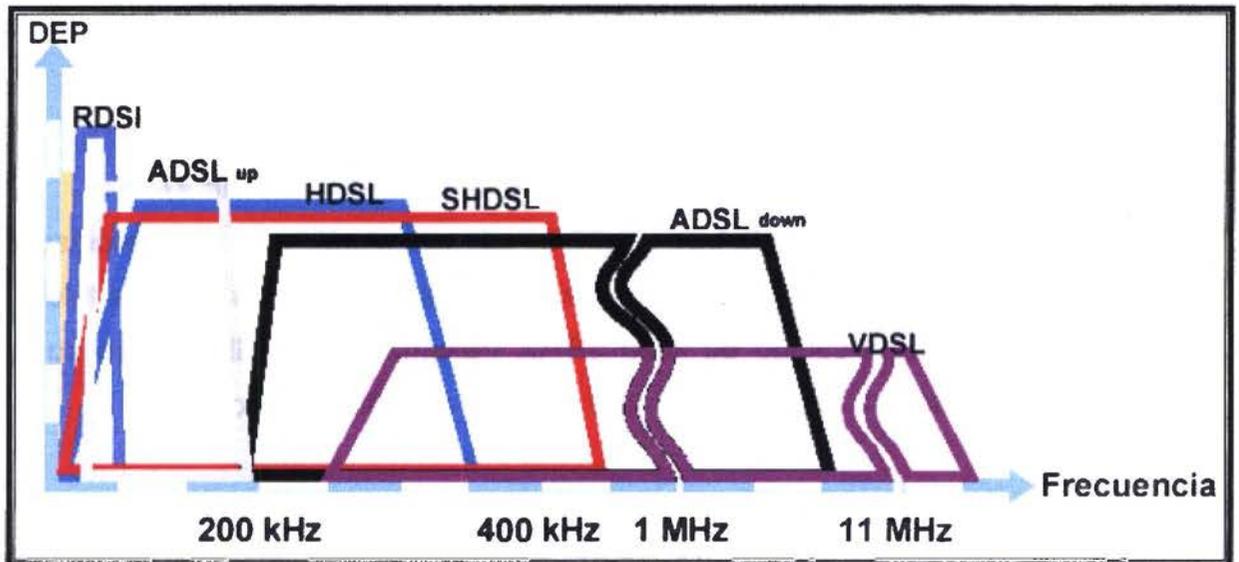


Figura 20: Diagrama de los diferentes anchos de banda de las tecnologías xDSL (Fuente:)

2.4.2 EVOLUCIÓN DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS XDSL.

A continuación se realizará una breve descripción de las diferentes tecnologías XDSL que se han desarrollado a lo largo de la historia de evolución de los equipos multiplicadores de pares.

2.4.2.1 SDSL (SYMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

Es una versión de HDSL y, como HDSL, es simétrica. Permite ancho de banda simétrico tanto en el sentido del NSP al cliente como en sentido contrario. El código de línea utilizado es 2B1Q y puede transmitir hasta 1.54 Mbps.

2.4.2.2 HDSL (HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

Consiste en la transmisión de 2Mbps sobre pares de cobre utilizados en telefonía. El código de línea utilizado es 2B1Q. Sus aplicaciones son muy variadas, es decir, es aplicable siempre que se requieran transmitir 2Mbps entre usuarios, por

ejemplo: acceso al servicio de líneas alquiladas, acceso a estaciones base de telefonía móvil, etc.

2.4.2.3 HDSL-2 (HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE 2)

Es una alternativa a HDSL que ofrece un servicio simétrico a las velocidades T1, requiere una modulación más agresiva, distancias mas cortas y líneas telefónicas mejores, utiliza el código de línea 2B1Q, transmite a 1,5 Mbps, pero su mayor ventaja es que esta diseñada para no interferir con otros servicios.

2.4.2.4 ADSL (ASYMETRIC DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

Sistema más utilizado y desplegado en la actualidad, apareció entre 1989 y 1990, la carga útil es de 8 Mbps hacia el abonado y 640 Kbps en sentido inverso.

ADSL fue diseñado con el fin de satisfacer la demanda de una mayor velocidad de datos de la red al cliente en comparación con la velocidad de datos del cliente a la red.

Los siguientes tres canales pueden ser creados en el par trenzado para interconectar los módems ADSL a cada extremo terminal de la red local:

- Un canal de alta velocidad (de la red al cliente).
- Un canal de velocidad media (incluye ambas direcciones: del cliente a la red y de la red al cliente).
- Un canal POTS (Plain Old Telephone System), el cual es separado de la red digital ADSL mediante filtros.

Estos tres canales son creados dividiendo la línea telefónica con la ayuda de los siguientes métodos: Multiplexaje por División de Frecuencia (FDM) y Cancelación de Eco.

Las velocidades de la red al cliente dependen principalmente de la distancia y de la capacidad del cable de cobre. Una velocidad de datos por encima de 9 Mbps puede ser alcanzada con un cable con una longitud menor a los 2.743,2 metros y de calibre 24 AWG. Si se duplica la distancia la velocidad puede caer a 1,544 Mbps.

ADSL es más conveniente para aplicaciones en las cuales se requiere extraer información de la red, que para aquellas en las cuales se envía información a través de la red. En el futuro los requerimientos de video y servicios bajo demanda, podrán ser satisfechos con ADSL.

2.4.2.5 VDSL (VERY HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

Extendiendo los límites de la tecnología del ADSL podemos conseguir utilizar mayor ancho de banda sobre el par de cobre, hasta llegar a los 11 MHz. Por supuesto, estos anchos de banda sólo son factibles para alcances más reducidos de los que hemos visto en ADSL. Mientras el objetivo de alcance en ADSL era cubrir el área de servicio de la central, en VDSL las áreas cubiertas son mucho menores.

2.4.2.6 G. SHDSL-2 (SYMMETRIC HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

El SHDSL se puede considerar como una mejora sustancial del HDSL, que está llamado a reemplazarlo. Se estimaba que en el año 2005 todas las ventas de HDSL habrán sido sustituidas por SHDSL.

2.4.3 QUÉ ES G.SHDSL? (SYMMETRIC HIGH SPEED DIGITAL SUBSCRIBER LINE)

Es un nuevo estándar que fue desarrollado para ser la convergencia de tecnologías simétricas de DSL (HDSL, SDSL, HDSL-2), abarcando todas las funciones que son proporcionadas actualmente por las tecnologías SDSL y HDSL2 europeos.

SHDSL se ha diseñado para mejorar el desempeño del alcance y accionar la compatibilidad Espectral con otras tecnologías de DSL (ADSL, etc.). Las tasas de datos son idénticas en ambos sentidos (la tecnología es simétrica) y varía de: - 192 Kb/s a 2.3 Mb/s (un par trenzado), a - 384 Kb/s a 4.6 Mb/s (dos pares trenzados).

Características.

El SHDSL está diseñado para el transporte de datos de forma simétrica, a regímenes que se adaptan a las características del canal y que van desde 192Kbps a 2.3Mbps; o desde 384Kbps a 4.6 Mbps sobre dos pares.

El código de línea utilizado es TC-PAM (Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation); utilizando 16 niveles en línea (4B1H). Además la señal se conforma en frecuencia para mejorar la compatibilidad espectral respecto a otros sistemas que compartan el mismo par de cobre (Por ej. : ADSL).

Mientras las aplicaciones de HDSL se limitan a transportar servicios de Multiplex por División en el Tiempo (TDM), desde el principio, el SHDSL está siendo utilizado para transportar cargas tanto TDM como ATM. Existen también repetidores para aumentar el alcance de estos sistemas de línea.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

El sistema G. SHDSL podría ser entre dos y tres veces más rápido que la mayor parte de las conexiones DSL clásicas (llega hasta los 4,6 mbps). Otra de las ventajas del G.SHDSL es que permite utilizar una centralita más lejana, distancia limitada hoy en día a unos 4,5 kilómetros. Muchos de los proveedores de servicios norteamericanos ya planean migrar a este tipo de conexiones en detrimento del cable.

Por otro lado, a diferencia de las conexiones DSL que disfrutábamos hasta ahora, la velocidad de transmisión es igual tanto para la recepción como el envío de datos. Teniendo en cuenta estas características, es muy posible que las grandes empresas, hasta ahora espantadas por los inconvenientes ya mencionados de las conexiones DSL tradicionales, empiecen a adoptar el estándar G.SHDSL.

SHDSL incorpora una variedad de características tales como, el servicio multi-tarifa, un mejor funcionamiento, compatibilidad espectral, una energía más baja de la transmisión, estas características la llevan a la dominación inminente del mercado.

Tabla 2: Principales características de los sistemas G. SHDSL

	ITU G. SHDSL G.991.2		
	ANSI	ANSI Annex A	ETSI Annex B
Un par	HDSL2	MultiRate HDSL2	ETSI-SDSL TS 101 524-1
código de línea	16 PAM, 4B1H, 3 bits de información, 1 bit redundante para código Trellis		
Velocidades de Aplicación	1.552 kbit/s fixed	144 - 1,552 kbit/s	192 - 2,320 kbit/s
Frecuencia de Nyquist	260 kHz	- 260 kHz	- 387 kHz
max. alcance para max. vel.	2.8 km	2.8 km	2.4 km
aplicación principal	sustitución T1	SOHO	SOHO

2.4.4 ESTÁNDAR DE LA TECNOLOGÍA G.SHDSL

El estándar de G.SHDSL, definido por el ITU, es un nuevo estándar internacional para DSL simétrico (SDSL). También conocido por G.991.2, G.SHDSL se diseña para los negocios que requieren transferencia de datos de alta velocidad en ambas direcciones.

La Recomendación G.991.2 describe un método de transmisión para el transporte de datos en redes de acceso de telecomunicaciones. Los transceptores SHDSL se destinan principalmente al funcionamiento dúplex por pares metálicos trenzados de dos hilos de calibre mixto. Se admite el funcionamiento facultativo a cuatro hilos para aplicaciones de alcance ampliado. Se especifican también regeneradores de señal facultativos, tanto para el funcionamiento de un solo par como de dos pares.

Los transceptores SHDSL pueden soportar velocidades de datos de usuario simétricas seleccionadas en la gama de 192 kbit/s a 2 312 kbit/s utilizando un código en línea TC-PAM (*trellis coded pulse amplitude modulation*, modulación de impulsos en amplitud con codificación reticular). Los transceptores se diseñan para que sean compatibles espectralmente con otras tecnologías desplegadas en la red de acceso, incluidas las tecnologías DSL.

El nuevo estándar transporta datos más lejos y más rápido que las soluciones anteriores, además mejora la compatibilidad espectral con respecto a los servicios preexistentes y que emergen. Hasta ahora, SHDSL ha sido estandarizado por tres cuerpos de estandarización, los diferentes estándares de normalización son los siguientes:

- ANSI: T1E1.4/2001-174 para Norteamérica.
- ETSI TS 101524 para Europa
- ITU-T (G.991.2) para todo el mundo

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

ETSI así como ITU están trabajando actualmente en mejoras.

Tabla 3: Comparación entre SDSL, HDSL, HDSL2, SHDSL.

	SHDSL	HDSL2	SDSL	HDSL
Data Rate	192 Kbps- 2.312 Mbps or 384 kbps to 4.624 Mbps	1.544 Kbps	192 kbps to 2.3 Mbps	2.048 Kbps
Number of Pairs	1 or 2	1	1	2
Pre-activation	G.handshake (G.994.1)	Standard based	Proprietary	NA
Rate-adaptive	Yes	No	Yes	No
Power Back-off	Yes	Yes	No	No
Repeaters	Yes	Yes	No	Yes
Span Power	Yes	Yes	Yes	Yes
Standard	Yes	Yes	No	Yes
Timing	Plesiochronous & Synchronous	Plesiochronous	Synchronous	Plesiochronous

2.4.5 COMPATIBILIDAD ESPECTRAL.

La compatibilidad espectral es una función entre la señal recibida, la señal de la interferencia, y las fuerzas relativas de las señales. El número de factores influyen en la interferencia producida en un par de alambres e influyendo por tanto, en la señal deseada. Algunos factores como la longitud del lazo, el efecto de cancelación del eco (EC) contra esquemas de la transmisión de la Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) van más allá del alcance de este apartado. El estándar de SHDSL fue desarrollado para tratar no solamente ediciones de la interoperabilidad sino también se tuvieron en consideración las características espectrales de la línea existente, codificación y las técnicas de transmisión comunes en las redes existentes.

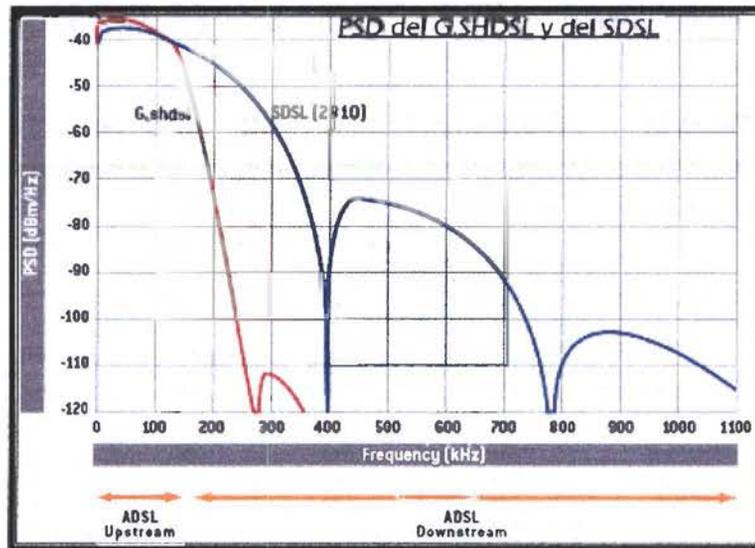


Figura 21: Compatibilidad espectral de las tecnologías xDSL (Fuente: información técnica solicitado por la empresa CIBERTECH)

SHDSL o G.991.2 se basa en modificaciones a la tecnología HDSL2 y utiliza TC-PAM, proporcionando 16 niveles de codificación (2B1Q proporciona 4 niveles), por tanto se mejora la eficacia espectral. Modulación de Impulsos en Amplitud con Codificación Trellis, TC-PAM

La modulación de impulsos en amplitud con codificación Trellis (TC-PAM) es una sofisticada técnica de modulación de impulsos en amplitud (PAM) para proporcionar código de línea multinivel con modulación, como parte integral del proceso de codificación, y aporta un rendimiento muy alto de relación señal/ruido (S/R).

Con el sistema de codificación TC-PAM, la ganancia se consigue sin incrementar el ancho de banda de la señal transmitida ni aumentar la potencia de transmisión. Esta ganancia de codificación proporciona al sistema una relación S/R mucho mayor de la que normalmente se consigue mediante la utilización de sistemas de modulación sin codificar. Como consecuencia, la menor probabilidad de error

permite un considerable aumento de la distancia de transmisión entre la EU y la RU, en el canal de un par trenzado.

- **El Transmisor**

El transmisor puede enviar datos con 2, 3 ó 4 bits por símbolo antes de aplicar la codificación; no obstante, con la codificación y modulación integrada TC-PAM un codificador convolucional de tasa binaria $\frac{1}{2}$ introduce una redundancia de un bit por símbolo. A continuación, los bits codificados se “mapean” en los correspondientes puntos de señal de modulada en amplitud.

El número de bits por símbolo se define por el mejor rendimiento a una velocidad de línea dada.

La forma del impulso transmitido (envoltura) cumple los requisitos de ETSI TS 101 135 para el sistema de ganancia de un único par. El pico nominal del impulso mayor es de 2,5V.

- **El Receptor**

En el receptor, la secuencia de señal TC-PAM entrante es aplicada después de filtrarla a un decodificador de algoritmo Viterbi. De este modo, mediante la utilización del código de línea TC-PAM, se puede conseguir un mejor rendimiento, en comparación con datos sin codificar.

La señal filtrada se aplica a un convertidor analógico a digital (ADC) de alta linealidad con el fin de reproducir los datos originalmente transmitidos.

Página dejada en blanco intencionalmente

CAPITULO 3

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS

CAPITULO 3: METODOLOGÍA UTILIZADA

3.1 LECTURA DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE EL TEMA.

Para la elaboración de la **Propuesta de características técnicas de Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios de RDSI o IP utilizando la tecnología G.SHDSL para la posible implementación de un Plan Piloto**, se procedió a buscar información técnica de Equipos Multiplicadores de Pares de múltiples fabricantes a efectos de conocer sus características, a investigar las nuevas facilidades que se le podían brindar a los usuarios, y cuales de estas facilidades podrían ser aprovechadas para dar valor agregado a los Equipos Multiplicadores de Pares adquiridos por el ICE anteriormente.

Con el fin de conocer las características técnicas más importantes de los Equipos Multiplicadores de Pares se les solicitó a los fabricantes llenar una ficha técnica con la cual, se procedió en aquel momento a preparar las especificaciones técnicas del cartel de licitación pública 7193-T. (Ver Apéndice 1)

3.2 REVISIÓN DE LOS PROCESOS LICITATORIOS ANTERIORES EN DONDE SE ADQUIRIERON EQUIPOS CON CARACTERÍSTICAS Y TECNOLOGÍAS SIMILARES A LOS DESCRITOS EN ESTA PROPUESTA.

Como fuera indicado en los antecedentes de este proyecto (Capítulo I del Informe del Proyecto de Graduación) para obtener una visión más amplia de las características técnicas que debían de tener los Equipos Multiplicadores de Pares que permitieran brindar los servicios de RDSI e IP, se procedió a estudiar cada una de las especificaciones técnicas solicitadas en los procesos licitatorios anteriores con el fin de tener una visión más amplia del tema y poder discernir cuales de

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

estas características podrían ser importantes para ser tomadas en cuenta en este estudio, a la vez investigar cual(es) de todas las posibles combinaciones de Equipos Multiplicadores de Pares eran las más utilizadas y así escoger un equipo que se adaptase a las características que el ICE requiere. Por otra parte se investigaron también otras entidades que trabajan en la rama de las telecomunicaciones, que han utilizado y comprobado su funcionalidad, de acuerdo a las necesidades de sus clientes y los planes de desarrollo que tiene la empresa para afrontar las solicitudes de servicios telefónicos, servicios de RDSI e IP.

Como desde hace algún tiempo se venía madurando la idea de utilizar este tipo de equipos para nuevas facilidades, con el fin de obtener información actualizada sobre el desarrollo de nuevas aplicaciones de los Equipos Multiplicadores de Pares, en la licitación 7193-T, se solicitó a los posibles oferentes que cotizaran de manera opcional Equipos Multiplicadores de Pares de 4 CH que contaran con la facilidad de proporcionar servicios de RDSI e IP.

A continuación se cita textualmente lo indicado en el cartel:

“20.2 Cotización opcional (Partida Opcional, Ítems O1 y O2)

20.2.1 Si el oferente que ha cotizado los sistemas multiplicadores de pares de 4 y 11 canales de la Partida Básica y posee además, sistemas que permiten ofrecer servicios de RDSI e IP en los sistemas multiplicadores de pares de 4 canales tienen la opción de cotizarlos según lo siguiente:

- A. Podrá cotizar el precio unitario y total del requerimiento de la Partida O1, referente a las tarjetas y accesorios que considere necesario para implementar estos servicios en las unidades de central y de abonado, a efectos de permitir ofrecer servicios de RDSI en los sistemas multiplicadores de pares de 4 CH. Si el oferente cotiza estos equipos, el ICE se reserva el derecho de adjudicar total o parcialmente las 1.000 unidades remotas con sus respectivas unidades de central que permitan brindar servicios de RDSI indicadas en el Ítem O1 de la Partida Opcional del Capítulo VIII de Requerimientos.*

B. *Podrá cotizar el precio unitario y total del requerimiento de la Partida O2, referente a las tarjetas y accesorios que considere necesario para implementar estos servicios en las unidades de central y de abonado, a efectos de permitir ofrecer servicios de IP en los Sistemas multiplicadores de pares de 4 CH. Si el oferente cotiza estos equipos, el ICE se reserva el derecho de adjudicar total o parcialmente las 1.000 unidades remotas con sus respectivas unidades de central que permitan brindar servicios de IP indicadas en el ítem O2 de la Partida Opcional del Capítulo VIII de requerimientos.*

20.2.2 *En caso de que el oferente cotice sistemas con capacidad de permitir dar servicios de RDSI e IP(para los sistemas de 4 CH) deberá describir claramente en su oferta, como trabaja cada sistema, por ejemplo:*

- *Distribución de canales para los equipos que permiten dar servicios de RDSI.*
- *Distribución de canales para los equipos que permiten dar servicios de IP.*
- *Todas las posibles configuraciones del ancho de banda en múltiplos de 64 Kb/s para los equipos que permiten ofrecer servicios de IP.*
- *Diferencias entre las unidades de central y de abonado de los servicios POTS normal con las unidades de central y abonado que permiten ofrecer servicios de POTS más RDSI ó IP.*
- *Ventajas y desventajas si existen, entre los sistemas con servicios POTS normal y los equipos con servicios de POTS más RDSI o IP, alcance entre la unidad de central y la unidad remota, interfaz de comunicación a utilizar, etc.*
- *Indicar si se requiere adjuntar una interfaz de comunicación (NT, módems u otro dispositivo semejante) para brindar el servicio de RDSI e IP al usuario final.”*

A pesar de que se pidió esta información en el pliego de condiciones del cartel, no todos los oferentes que participaron en este concurso presentaron adecuadamente lo solicitado. Con la información recolectada en el proceso licitatorio de la LP 7193-T, la investigada por medio de revistas e Internet y las reuniones con los fabricantes se procedió a realizar la propuesta de características técnicas.

3.3 ESTABLECIMIENTO DE CANALES DE INFORMACIÓN CON LA DEPENDENCIA USUARIA A LO INTERNO DEL ICE TELECOMUNICACIONES QUE ADMINISTRA Y DESARROLLA EL ÁREA DE ELECTRÓNICA DE RED, ENCARGADA DE LOS SISTEMAS MULTIPLICADORES DE PARES DE BAJA CAPACIDAD (MENOS DE 12 CANALES POR PAR DE COBRE).

Una vez establecidas las características técnicas de los equipos multiplicadores de pares de 4 canales con la opción de brindar los servicios de RDSI e IP (objeto de este estudio), en una etapa posterior fuera de los alcances de este proyecto se procederá a realizar reuniones con personal de la UEN Servicio al Cliente para definir la conveniencia o no de la implementación de un Plan Piloto. Si el proyecto para la implementación de un plan piloto es aprobado se podrá estudiar y definir nuevamente las localidades y cantidades propuestas.

Las especificaciones técnicas propuestas para la posible implementación de un plan piloto no tiene como objetivo solucionar parte de la demanda de servicios telefónicos, servicios RDSI y servicios IP Ethernet, sino, lo que se pretende es evaluar el desempeño y aceptación de los clientes del nuevo producto con el fin de planear adecuadamente una compra futura de este tipo de equipos. Si en el tiempo de prueba, estos equipos se comportan de la manera esperada, se tomará en cuenta la demanda de servicios de RDSI e IP que tenga el ICE para solucionar parte de esta. Por otra parte la posible implementación del plan piloto enunciado anteriormente corresponderá realizarlo a la UENSC y a la UENDEP.

El procedimiento a seguir para implementar en la práctica el plan piloto no es parte del estudio, corresponderá a otra etapa del proceso investigar y determinar el medio apropiado y siguiendo los procedimientos administrativos por los que la institución se rige.

Página dejada en blanco intencionalmente

CAPITULO 4

**DESARROLLO:
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

CAPITULO 4: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES

A continuación se enuncia parte de la información técnica y de mercadotecnia que algunos de los fabricantes de Equipos Multiplicadores de Pares muestran en sus portales de Internet y documentación adjuntada en las ofertas en las licitaciones que han participado anteriormente de este tipo de tecnología.

4.1.1 FABRICANTE: EXARTECH

Es una empresa domiciliada en Taiwán que desde 1992 se dedica a la fabricación y comercialización de Equipos Multiplicadores de Pares, suplidor de este tipo de equipos principalmente en Taiwán, China, Asia, Oriente medio y Europa.

Este fabricante según la información técnica suministrada, propone, para dar solución al requerimiento solicitado referente a equipos con capacidad de permitir brindar servicios de RDSI e IP mediante Sistemas Multiplicadores de Pares de la serie MGP de su fabricación de la siguiente manera:

4.1.1.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

En su propuesta indica que para solucionar la alta demanda de velocidad de datos para aplicaciones de Internet, posee un módulo RDSI designado para ser compatible con la interfaz U de transmisión digital a 128 Kbps.

La configuración de los módulos con características de RDSI es de: 1 canal RDSI + N canales POTS. El diseño por defecto para equipos con características RDSI es 1 RDSI + 1 POTS. No obstante, pueden proporcionar sistemas que se adapten a las necesidades de sus clientes.

4.1.1.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP ETHERNET

Uno de sus equipos proporciona un puerto de datos con la opción de soportar características Ethernet. Este equipo proporciona un puerto transparente para Ethernet y un POTS y la configuración normal del sistema de datos puede soportar 1* POTS + 1* Ethernet por cada línea DSL. La velocidad de transmisión que puede ser utilizada por el puerto de datos Ethernet puede variar por ejemplo 192 Kbps, 448 Kbps, 704 Kbps hasta llegar a 1.92 Mbps esto de acuerdo a las necesidades de los clientes por lo que es una buena opción para soluciones de RDSI o ADSL.

4.1.1.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI e IP son las siguientes:

Tabla 4: Resumen de Especificaciones técnicas de EXARTECH

Parámetro	4 canales
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	SHDSL
Código de Línea	TC-PAM
Impedancia de línea (Ω /Km)	135
Resistencia de bucle (Ω)	1.3K
Atenuación (dB/Km)	ITU G991 .2
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	5.4 KM (0.4mm)
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	Si
Técnica de Codificación de voz	Ley A
Pérdida por inserción(dB)	2dB
Disfonía	-65 dB
Impedancia nominal de línea(Ω)	600
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación	Transparent
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	17-60
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	20 or 25
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	>35Vrms
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	Ring voltage> 45Vrms
Unidad Remota (RT)	

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	800 OHM
Capacidad de timbre	3 REN
Corriente de bucle(mA)	22mA
Impedancia terminal (Ω)	600
Impedancia de balance(Ω)	>40dB
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	600or900
Impedancia de balance(Ω)	>40dB
Servicios	
Velocidad DTMF	Transparente
Fax (Grupo, cantidad)	Transparente
Módems (Velocidad)(Kb/s)	>28.8Kbps
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	-40-70V
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	+/-100V
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W y Amp)	3.92W
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W y Amp)	4.7W
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W y Amp)	192W
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W y Amp)	1,344W

4.1.2 FABRICANTE: IPS D.O.O

Es una empresa domiciliada en Eslovenia que desde 1910, se dedica a la fabricación y comercialización de Equipos Multiplicadores de Pares. Sus multiprocesadores facilitan la transferencia óptima de sonido y de datos a través de un par trenzado, aumentando la capacidad de la red. Es proveedor de este tipo de equipos en Latinoamérica, Chipre, Filipinas y Europa.

Este fabricante según la información técnica suministrada, propone dar solución a servicios de RDSI e IP mediante Sistemas Multiplicadores de Pares de la serie *MAC System BAV-50* para los sistemas con facilidades de RDSI y de la serie EMX (*SHDSL Pair Gain*) de la siguiente manera:

4.1.2.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

Mac System es un sistema que tecnológicamente permite un sencillo aumento en el número de abonados análogos (POTS) e RDSI, a través de un par trenzado de cobre existente, sin necesidad de aumentar el número de pares de cobre. Con la familia de productos MacSystem y utilizando la tecnología G.SHDSL es posible conectar hasta 12 conexiones análogas (POTS), 5 conexiones de abonados RDSI o transferir datos a una velocidad de 2Mbps a través de un solo par de cobre. En caso de grandes distancias entre la central y el abonado es posible aumentar el alcance mediante repetidores

Con el sistema BAV-50 se puede solucionar el problema de la escasez de pares de cobre para sus nuevos abonados de RDSI de la misma manera que se hace con abonados POTS. Este sistema da solución para el acceso de la telefonía al permitir conectar a cinco (5) abonados RDSI-BRI sobre un solo par de cobre. A continuación se muestra el diagrama esquemático.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

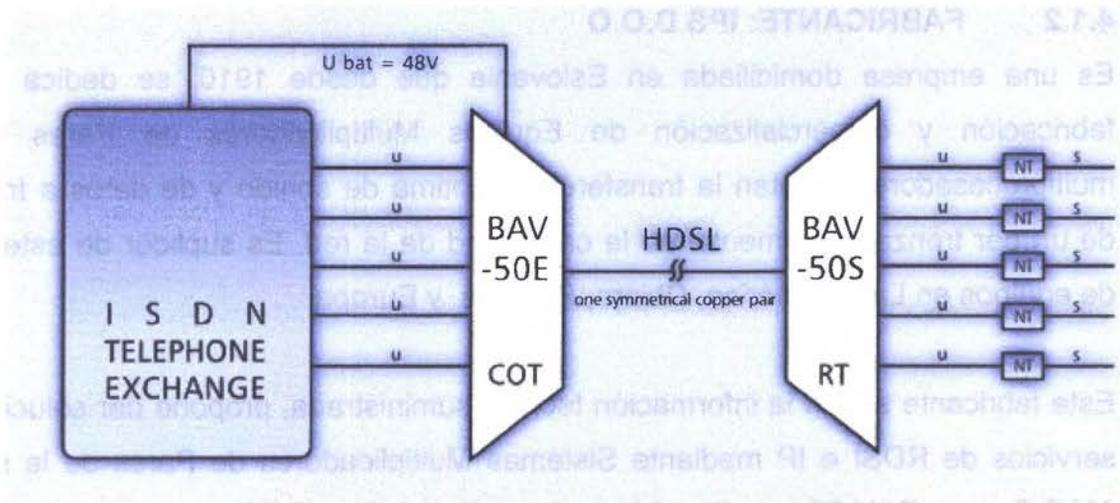


Figura 22: Sistema Multiplicadores de Pares RDSI BAV-50
(Fuente: <http://www.ips.si>)

4.1.2.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP ETHERNET .

Este fabricante presenta dos configuraciones posibles para dar los servicios de Ethernet.

PRIMERA CONFIGURACIÓN

Ganancia de Pares de POTS con conexión Ethernet a nivel de la RT.

Esta configuración utiliza una tarjeta con funciones Ethernet además de las funciones POTS normales. El tráfico de datos Ethernet en el lado de la central es agregado por medio de tarjetas adicionales de switching ethernet hasta un nivel de Gigabit Ethernet. La conexión a Internet se realiza a través de un router externo.

En el lado de la Unidad Remota los abonados se conectan a una LAN ethernet por medio de un par de conectores RJ-45 disponibles en la unidad remota.

Para estos equipos se dispone de las siguientes configuraciones:

- 4 x (4 POTS + 1 Ethernet); se garantiza una velocidad máxima de 1,9 Mbps
- 2 x (8 POTS + 1 Ethernet); se garantiza una velocidad máxima de 1,7 Mbps

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

- 1 x (10 POTS + 1 Ethernet); se garantiza una velocidad máxima de 1,6 Mbps
- 1 x (12 POTS + 1 Ethernet); se garantiza una velocidad máxima de 1,5 Mbps
- 1 x (16 POTS + 1 Ethernet); se garantiza una velocidad máxima de 1,2 Mbps

A continuación se muestra el diagrama general del Sistema Multiplicador de Pares de esta primera configuración.

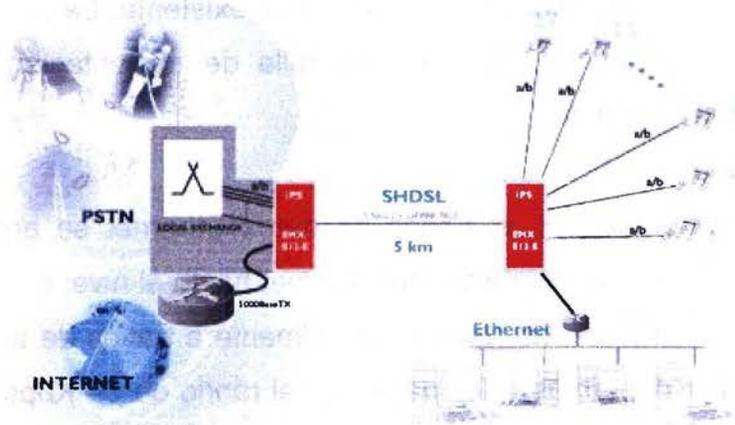


Figura 23: Diagrama esquemático 1 del sistema EMX –E12-E de IPS d.o.o (Fuente: <http://www.ips.si>)

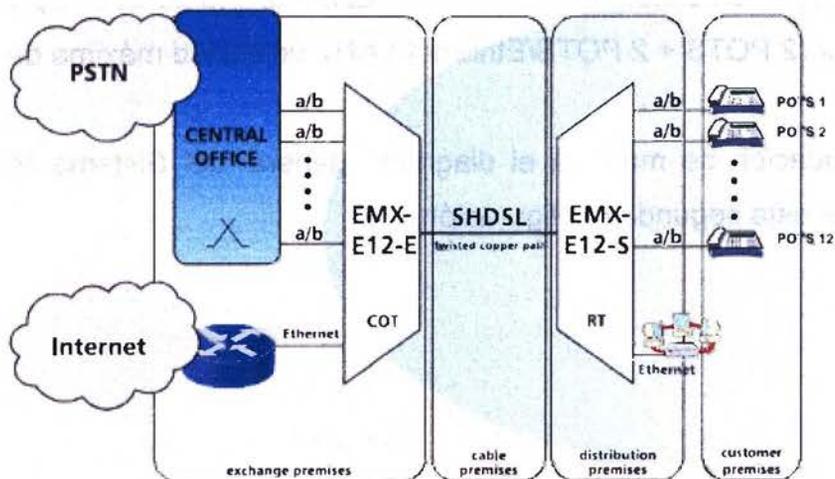


Figura 24: Diagrama esquemático 2 del sistema EMX –E12-E de IPS d.o.o (Fuente: <http://www.ips.si>)

SEGUNDA CONFIGURACIÓN

Ganancia de Pares de POTS +Ethernet

Esta configuración representa una solución para el transporte de datos de banda media y ancha hacia el domicilio del abonado en una forma económica. Cada abonado recibe una conexión POTS más una Ethernet por medio de una unidad adicional NT de terminación de red que se instala en la casa. La unidad NT se conecta a la RT por medio del par de cobre existente. La unidad NT se alimenta de la tensión de la red. En caso de falla de alimentación, el servicio POTS permanece en operación.

En el lado de la central, el tráfico de datos Ethernet se agrega por medio de tarjetas adicionales de conmutación Ethernet hasta el nivel de Gigabit Ethernet. La interconexión a Internet se realiza normalmente a través de un router externo. Es posible asignar diferentes velocidades en el rango de 64 Kbps hasta 2.3 Mbps en pasos de 64 Kbps a cada usuario.

Para estos equipos se dispone de las siguientes configuraciones:

- 4 x (4 POTS/Ethernet-LAN); velocidad máxima de 500 Kbps.
- 4 x (2 POTS + 2 POTS/Ethernet-LAN); velocidad máxima de 1 Mbps.

A continuación se muestra el diagrama general del Sistema Multiplicadores de Pares de esta segunda configuración.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

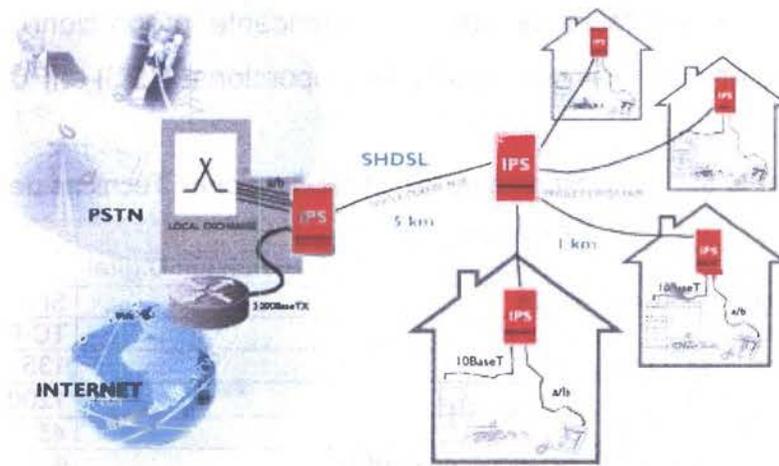


Figura 25: Diagrama esquemático 1 del sistema EMX -E04-E de IPS d.o.o (Fuente: <http://www.ips.si>)

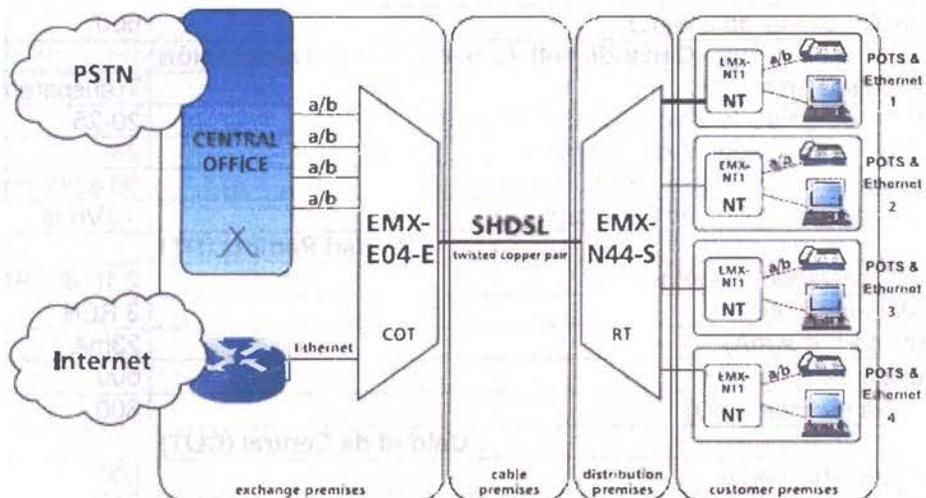


Figura 26: Diagrama esquemático 2 del sistema EMX -E04-E de IPS d.o.o (Fuente: <http://www.ips.si>)

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

4.1.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI e IP son las siguientes:

Tabla 5: Resumen de las Especificaciones Técnicas de IPS d.o.o.

Parámetro	4 canales
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	SHDSL
Código de Línea	TC-PAM 16
Impedancia de línea (Ω /Km)	135
Resistencia de bucle (Ω)	1200
Atenuación (dB/Km)	45
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	6.1KM (0.4mm)
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	ITU G.712, fig. 24
Técnica de Codificación de voz	PCM 64 Kbps
Pérdida por inserción(dB)	Menos de 4dB
Diafonía	-80 dB
Impedancia nominal de línea(Ω)	600
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación	Transparente
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	20-25
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	25
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	30 a 90Vrms
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	42Vrms
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	2.1(780 OHM)
Capacidad de timbre	3 REN
Corriente de bucle(mA)	23mA
Impedancia terminal (Ω)	600
Impedancia de balance(Ω)	600
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	600
Impedancia de balance(Ω)	600
Servicios	
Velocidad DTMF	Transparente
Fax (Grupo, cantidad)	Super G3, 28.8
Módems (Velocidad)(Kb/s)	32
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	33-72V
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	190
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W y Amp)	8W/0.055
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W y Amp)	15W/031
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W y Amp)	840W/17.5
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W y Amp)	5040W/105

4.1.3 FABRICANTE: CIBERTEC INT.

Cibertec es una compañía multinacional fundada en 1979, con las oficinas principales en San José, Costa Rica. Posee oficinas en Panamá, Estados Unidos y España. En los últimos veinte años se ha dedicado al desarrollo de productos de alta tecnología para la industria de las telecomunicaciones.

El Sistema Digital de Multiplicadores de Pares MPX, ofrecido por Cibertec utiliza un diseño modular para establecer los enlaces de servicios básicos. Cada módulo insertable posee cuatro posibles canales, y cada canal puede ser habilitado y deshabilitado vía software. De esta forma se pueden tener operando desde 0 hasta 12 canales, adicionando módulos de cuatro y habilitando tantos canales como sea necesario.

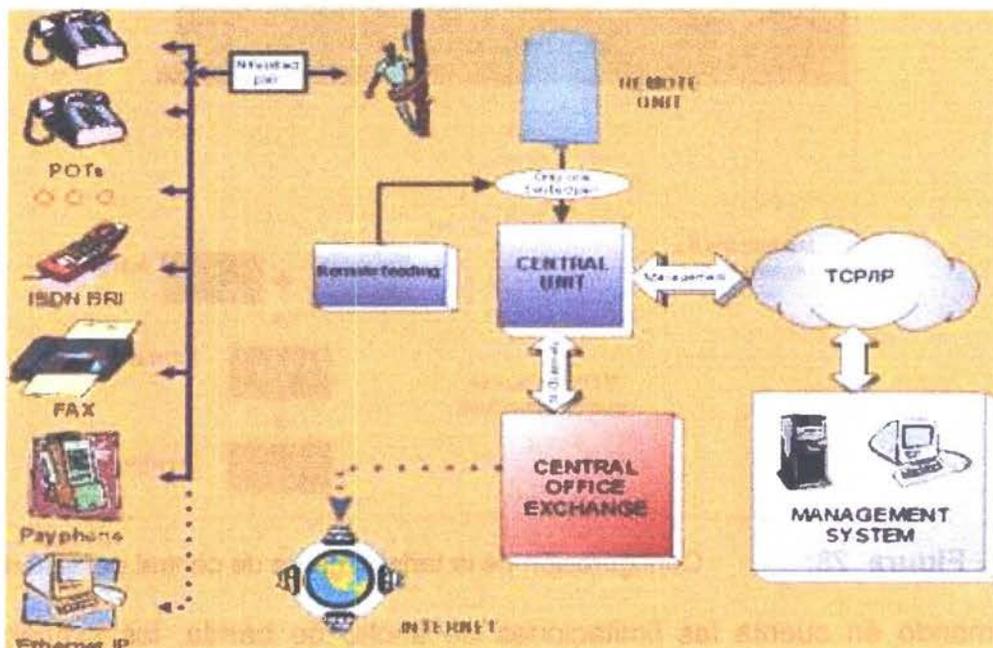


Figura 27: Diagrama general de bloques del sistema MPx (Fuente: <http://www.cibertech.com>)

Opcionalmente, el sistema MPx permite establecer enlaces que integran servicios "RDSI" y "Ethernet IP", con la inclusión de módulos diseñados especialmente para

este fin sobre las ranuras de las dos tarjetas (central y de abonado) como lo muestra la Figura 28. Estas aplicaciones especiales las suministra el MPx sobre el módulo base de 4 canales, como un adicional para utilizar el ancho de banda disponible.

Debido a las características modulares de los dispositivos para teléfonos convencionales y públicos, RDSI e IP, la diferencia entre los tres sistemas está en la inclusión de los dispositivos opcionales, tanto en el lado remoto como de la central.

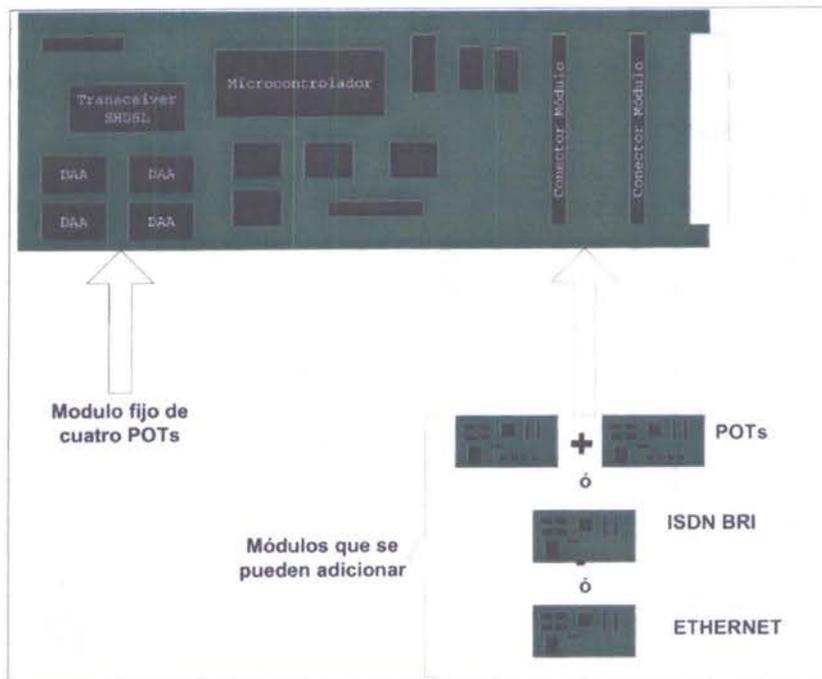


Figura 28: Configuración de la tarjeta madre de central del sistema MPx.

Tomando en cuenta las limitaciones de ancho de banda, las siguientes tablas muestran la distribución de canales de acuerdo a los servicios a utilizar. Deshabilitando canal por canal (POTs) el ancho de banda para Ethernet mejorará correspondientemente.

4.1.3.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

Como se indicó anteriormente, Cibertec poseen un sistema MPx modular el cual puede ser utilizado para trabajar únicamente con servicios POTS convencionales o con las facilidades de RDSI, únicamente intercambiando un módulo u otro.

Este fabricante presenta dos opciones para brindar el servicio RDSI, la primera permite instalar un módulo con una solución RDSI-BRI al sistema básico de 4 canales proporcionando una versión de 4 servicios telefónicos tradicionales y un servicio de RDSI-BRI.

La segunda opción se basa en una tarjeta o unidad integral de dos (2) soluciones RDSI-BRI (tarjeta independiente), estos cambios se deben dar tanto en la Unidad Central como en la Unidad Remota. La Unidad Central es una única tarjeta alojada en la repisa ocupando una sola ranura, esta tarjeta soporta una Unidad Remota con las mismas características.

A continuación se muestran las velocidades y las distancias que se podrían lograr al utilizar este sistema con uno y dos servicios RDSI respectivamente:

Tabla 6: Ancho de banda para un servicio RDSI utilizando cable de 0.4mm

Canales POTS	Señalización (Kbps)	RDSI (Kbps)	Kbps	Dist. (Km)
0	8	192	200	6.28
1			264	5.79
2			328	5.18
3			392	4.69
4			456	4.45

Tabla 7: Ancho de banda para dos servicios RDSI utilizando cable de 0.4mm

Canales POTs	Señalización (Kbps)	RDSI (Kbps)	Kbps	Dist. (Km)
0	8	384	392	4.70
1			456	4.45
2			520	4.21
3			584	3.96
4			648	3.84

4.1.3.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP.

Este fabricante proporciona también dentro de su sistema un soporte IP, basado en las unidades de 4 canales que incluyen los circuitos que implementan un puerto de datos IP CAT-5 que proporciona una interfaz RJ -45 para la conexión de una LAN. Al igual que en los sistemas RDSI implementados por esta compañía los cambios se deben dar tanto en la tarjeta de Central como en la unidad Remota.

El sistema Multiplicadores de Pares posee 4 interfaces POTS y un único interfaz 10/100 IP en una unidad remota.

El sistema con la facilidad de IP es dinámico en su ancho de banda, dependiendo de la cantidad de líneas POTS que estén en uso así será la velocidad de transmisión para los datos IP. A continuación se muestran tablas en las cuales se nota la variación de la velocidad y las disocia de los servicios IP dependiendo de la cantidad de servicios POTS en uso.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Tabla 8: Alcance según Ancho de Banda utilizando 4 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm)

Canales Ethernet	Señalización	POTS	Ethernet	Kb/s	Km
0	8	256	0	264	5.79
1			64	328	5.18
2			128	392	4.81
3			192	456	4.57
4			256	520	4.20
5			320	584	4.08
6			384	648	3.84
7			448	712	3.71

Tabla 9: Alcance según Ancho de Banda utilizando 3 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm)

Canales Ethernet	Señalización	POTS	Ethernet	Kb/s	Km
0	8	192	0	200	6.40
1			64	264	5.79
2			128	328	5.18
3			192	392	4.82
4			256	456	4.57
5			320	520	4.21
6			384	584	4.10
7			448	648	3.84
8			512	712	3.72

Tabla 10: Alcance según Ancho de Banda utilizando 2 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm)

Canales Ethernet	Señalización	POTS	Ethernet	Kb/s	Km
0	8	128	0	136	7.01
1			64	200	6.40
2			128	264	5.79
3			192	328	5.18
4			256	392	4.82
5			320	456	4.57
6			384	520	4.20
7			448	584	4.08
8			512	648	3.84
9			576	712	3.71

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Tabla 11: Alcance según Ancho de Banda utilizando 1 línea POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm)

Canales Ethernet	Señalización	POTS	Ethernet	Kb/s	Km
0	8	64	0	72	7.62
1			64	136	7.01
2			128	200	6.40
3			192	264	5.79
4			256	328	5.18
5			320	392	4.82
6			384	456	4.57
7			448	520	4.21
8			512	584	4.10
9			576	648	3.84
10			640	712	3.72

Tabla 12: Alcance según Ancho de Banda utilizando 0 líneas POTS y 1 módulo Ethernet utilizando un cable AWG26 (0.4mm)

Canales Ethernet	Señalización	POTS	Ethernet	Kb/s	Km
0	8	0	0	8	8.84
1			64	72	7.62
2			128	136	7.01
3			192	200	6.40
4			256	264	5.79
5			320	328	5.18
6			384	392	4.82
7			448	456	4.57
8			512	520	4.21
9			576	584	4.09
10			640	648	3.84
11			704	712	3.72

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

4.1.3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI e IP son las siguientes:

Tabla 13: Resumen de las especificaciones técnicas de CIBERTEC

PARÁMETROS	4 CANALES
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	G.SHDSL (2 hilos)
Código de Línea	TC-PAM (16Niveles)
Impedancia de línea (Ω /Km)	$\geq 135 \Omega$
Resistencia de bucle (Ω)	$\geq 200 \Omega$ /KM
Atenuación (dB/Km)	-10 dB/Km @ 150KHz
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	5.1 KM a 264 kbps
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	Filtros
Técnica de Codificación de voz	PCM Ley A
Pérdida por inserción(dB)	< 4dB
Diafonía	≤ -65 dbm
Impedancia nominal de línea(Ω)	600 Ω
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación	De 1 a 23 pps
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	15 – 68 Hz
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	25 Hz
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	De 40 a 90 VRMS
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	45 VRMS
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	1 Km
Capacidad de timbre	3 REN
Corriente de bucle(mA)	20 ma
Impedancia terminal (Ω)	600 Ω
Impedancia de balance(Ω)	600 Ω
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	600 Ω
Impedancia de balance(Ω)	600 Ω
Servicios	
Velocidad DTMF	> 20 dígitos por segundo
Fax (Grupo, cantidad)	Súper G (V.34 fax)
Módems (Velocidad)(Kb/s)	V .90 (56 Kb/s)
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	-48 \pm 15 Vcd
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	198 Vcd
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W)	4.53 W
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W)	10 W
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W)	160.5 W
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W)	2707 W

4.1.4 INTRACOM S.A

Es una empresa domiciliada en Grecia que desde 1994 se dedica a la fabricación y comercialización de Equipos Multiplicadores de Pares.

Este fabricante según la información técnica suministrada, únicamente propone dar solución al requerimiento solicitado referente a equipos con capacidad de brindar servicios de RDSI, esta solución puede ser implementada mediante Sistemas Multiplicadores de Pares de la serie DS-PCM/P.

El sistema de INTRACOM DS-PCM/P es una plataforma avanzada, que soporta servicios análogos POTS y servicios digitales RDSI sobre un solo par de cobre trenzado, utilizando la tecnología de la transmisión G.SHDSL, logra una buena calidad de transmisión, baja interferencia por ruido y a la vez es compatible con otros tipos de tecnologías DSL, también se alcanzan amplios rangos de transmisión con el uso de la codificación de la línea de TC-PAM de 16-niveles de la tecnología G.SHDSL.

4.1.4.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

Estos equipos emplean una arquitectura modular enchufable, este sistema puede fácilmente configurarse de diversas formas dependiendo de las necesidades específicas del cliente. Estos sistemas tienen cuatro configuraciones básicas disponibles:

- 11 interfaces de los POTS
- 2 interfaces ISDN U y 6 interfaces POTS
- Interfaces ISDN U
- 4 interfaces POTS

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Por otra parte, el sistema ofrece la opción para la interconexión digital de V5.x entre la central de conmutación y la tarjeta de central. Seguidamente se muestra el diagrama general del sistema DS-PCM/P.

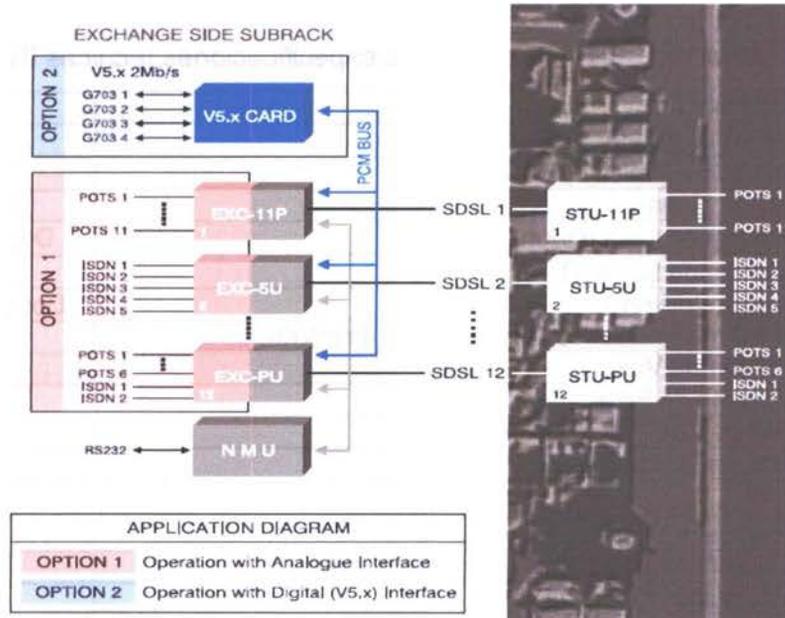


Figura 29: Diagrama general del sistema DS-PCM/P (Fuente: <http://www.intracon.gr>)

A continuación se muestra un cuadro con el resumen de las principales configuraciones que este fabricante ofrece.

Tabla 14: Resumen de los principales configuraciones del sistema de INTRACOM
Fuente: <http://www.intracon.gr>)

DS-PCM/P System Configuration Diversity			
Exchange Side Unit	Subscriber Side Unit	Supported Configuration	Interfacing with the Exchange
EXC-11P	STU-11P	11 POTS	Copper Cable pairs
EXC-5U	STU-5U	5 ISDN U lines	Copper Cable pairs
EXC-PU	STU-PU	6 POTS + 2 ISDN U	Copper Cable pairs
EXC-4P	STU-4P	4 POTS	Copper Cable pairs
EXC-VP	STU-11P	11 POTS	4x2Mb/s per subrack
EXC-VP	STU-5U	5 ISDN U lines	4x2Mb/s per subrack
EXC-VP	STU-PU	6 POTS + 2 ISDN U	4x2Mb/s per subrack

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

4.1.4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI son las siguientes:

Tabla 15: Resumen de las especificaciones técnicas INTRACOM

PARÁMETROS	4 CANALES
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	G.SHDSL (2 hilos)
Código de Línea	TC-PAM (16Niveles)
Impedancia de línea (Ω /Km)	Depende caract del cable
Resistencia de bucle (Ω)	1540 Ω
Atenuación (dB/Km)	Depende caract del cable
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	5.5 KM
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	si
Técnica de Codificación de voz	PCM Ley A
Pérdida por inserción(dB)	3 dB
Diafonía	≤ -65 dbmO
Impedancia nominal de línea(Ω)	600 Ω
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación	12 Hz
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	5%
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	13-55 Hz
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	>30 VRMS
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	>40 VRMS
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	900 Ω
Capacidad de timbre	3 REN
Corriente de bucle(mA)	>20 ma
Impedancia terminal (Ω)	600 Ω
Impedancia de balance(Ω)	600 Ω
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	600 Ω
Impedancia de balance(Ω)	600 Ω
Servicios	
Velocidad DTMF	Transparente
Fax (Grupo, cantidad)	Grupo III
Módems (Velocidad)(Kb/s)	28.8 Kbps
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	-40.5 / -72 Vcd
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	± 90 Vcd
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W)	5 W
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W)	10 W
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W)	120 W
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W)	600 W

4.1.5 ECI TELECOM

Es una empresa domiciliada en Israel que desde 1993 presentó la primera licitación de Equipos Multiplicadores de Pares al ICE.

Los sistemas presentados por este fabricante pertenecen a la familia de soluciones de acceso integrados a través de una plataforma común de hardware y software que permite una fácil implementación y administración. Los alcances entre la unidad de central y Unidad Remota varían dependiendo del tipo de sistemas. Por ejemplo, las distancias para los sistemas de 4 canales se encuentran en el rango de 6.5 Km, mientras que para los sistemas de RDSI tienen un alcance de 3 Km y finalmente los sistemas IP, llegan a tener una cobertura de 4 Km. Todos estas distancias se logran utilizando un par de cobre de 0.4 mm.

Las diferencias entre las unidades de central de los sistemas POTS, RDSI e IP radican solamente en el tipo de servicio que ofrecen al abonado ya que pueden ser albergados en la misma repisa. Las unidades remotas de los sistemas POTS y RDSI no presentan ninguna diferencia a nivel físico y estas pueden ser instaladas a la intemperie, por otro lado, la Unidad Remota del sistema IP es una terminal de abonado de interfaz LAN y funciones de Puente (Hub) de LAN y su uso es para interiores.

4.1.5.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

Las unidades de central (UC) de los equipos de RDSI denominados PCM-MI se instalan dentro de las mismas ranuras de las repisas de los sistemas de los Sistemas Multiplicadores de pares de 4 CH. Cada pareja de unidad de central (UC) y Unidad Remota (UR) permite brindar hasta 5 soluciones RDSI a través de un par de cobre.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

4.1.5.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP.

Presenta una solución IP que permite velocidades que varían desde 64 Kbps hasta 2.048 Mbps en incrementos de 64 Kbps usando la tecnología G.SHDSL.

Estos sistemas le brindan al usuario una interfaz RJ-45 Ethernet, la cual se enlaza directamente a la red IP del abonado, el sistema está compuesto por un modem de central (unidad de central) y un modem remoto de abonado (NTU) los cuales brindan por si solos una solución de conectividad IP.

4.1.5.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI e IP:

Tabla 16: Resumen de las especificaciones técnicas de ECI TELECOM

PARÁMETROS	4 CANALES
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	G.SHDSL (2 hilos)
Código de Línea	TC-PAM
Impedancia de línea (Ω /Km)	135
Resistencia de bucle (Ω)	800
Atenuación (dB/Km)	39dB@150Km
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	6.5
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	si
Técnica de Codificación de voz	PCM Ley A
Pérdida por inserción(dB)	1
Diafonía (dB)	-65
Impedancia nominal de línea(Ω)	600
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación (Hz)	8-12
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	25 Hz
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	25 Hz
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	60
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	60
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	7.3
Capacidad de timbre	4 REN
Corriente de bucle(mA)	25
Impedancia terminal (Ω)	600

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Impedancia de balance(Ω)	600
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	600
Impedancia de balance(Ω)	600
Servicios	
Velocidad DTMF	Transparente
Fax (Grupo, cantidad)	Grupo III
Módems (Velocidad)(Kbps)	28.8
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	-48 \pm -15
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	190
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W/A)	7
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W/A)	18
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W/A)	116
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W/A)	1080

4.1.6 FABRICANTE: ELCON

Es una empresa domiciliada en Italia y con más de 10 años en la fabricación de Equipos Multiplicadores de Pares, anteriormente se dedicaba únicamente a la ganancia de pares para servicios POTS, posteriormente incursionó en la fabricación y distribución de Equipos Multiplicadores de Pares para servicios RDSI.

4.1.6.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

El sistema de PCM5-D facilita cinco accesos básicos de la tecnología RDSI que funcionan independientemente uno del otro a través de una línea de cobre. Con respecto a su funcionalidad, el sistema representa un multiplexor para el acceso básico RDSI-BRI proporcionando un canal de datos independiente. El uso del sistema de PCM5-D ofrece un gran ahorro en la cantidad de cable de cobre utilizado para dar estos servicios.

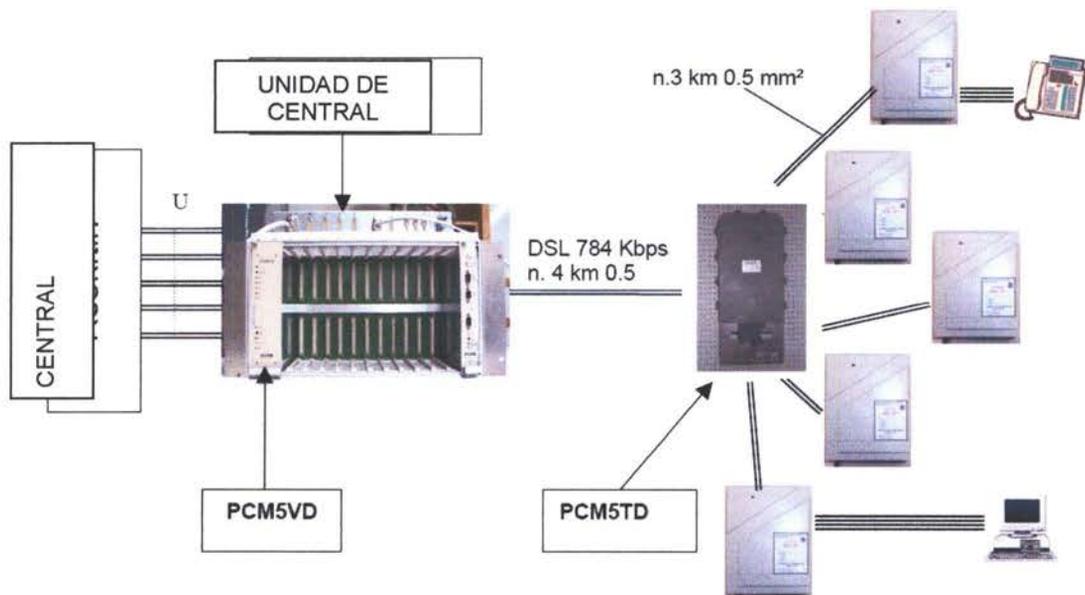


Figura 30: Sistema de servicios RDSI

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

4.1.6.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI son las siguientes:

Tabla 17: Resumen de las especificaciones técnicas de ELCOM

PARÁMETROS	4 CANALES
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	G.SHDSL
Código de Línea	TC-PAM (16Niveles)
Impedancia de línea (Ω /Km)	135
Resistencia de bucle (Ω)	1300
Atenuación (dB/Km)	Máx. 47
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	4.6
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	si
Técnica de Codificación de voz	PCM Ley A
Pérdida por inserción(dB)	0 - 7.5
Diafonía (dBm)	-65
Impedancia nominal de línea(Ω)	135
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación(Hz)	Max. 22
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	25/50
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	25
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	≥ 40
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	≥ 45
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	5.6
Capacidad de timbre	3 REN
Corriente de bucle(mA)	≥ 22
Impedancia terminal (Ω)	600
Impedancia de balance(Ω)	G.712
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	G.712
Impedancia de balance(Ω)	600
Servicios	
Velocidad DTMF	UIT-T Q.35,Q.23, G.223
Fax (Grupo, cantidad)	G.4
Módems (Velocidad)(Kbps)	28.8
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	-40. -75
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	± 100
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W)	9.5 W
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W)	30 W
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W)	480 W
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W)	1900 W

4.1.7 FABRICANTE: TELSPEC

TELSPEC es una compañía establecida en el Reino Unido que diseña, desarrolla y fabrica soluciones específicas para la Red de Acceso, la red conmutada y la red inteligente. Desde 1993 diseña y fabrica una extensa gama de equipos de telecomunicaciones destinados principalmente a operadores públicos de telefonía de todo el mundo.

TELSPEC ofrece el equipo Telmax de la familia de unidades multiplicadores de pares, tanto para Unidades de Central como para Unidades Remotas, utilizado para la transmisión de señales vocales digitalizadas entre una central y un abonado distante. Dicho producto no solo abarca el tradicional campo de la transmisión de voz, si no que ha sido desarrollado para adaptarse a las nuevas necesidades del mercado, cubriendo diferentes servicios en función de la versión.

Los principales productos son los siguientes:

- Sistemas Digitales Multiplicadores de Pares: **TelMax PG.**
- Sistemas de acceso DSL para voz y datos: **TelMax I (RDSI)/ TelMax E(IP).**
- G.shdsl-Extensores de Datos E1 y Nx64 : **TelMax X.**
- Soluciones ADSL Mini DSLAM: **TelMax A.**

A continuación se muestra un diagrama general de los equipos usados para dar los servicios antes mencionados:

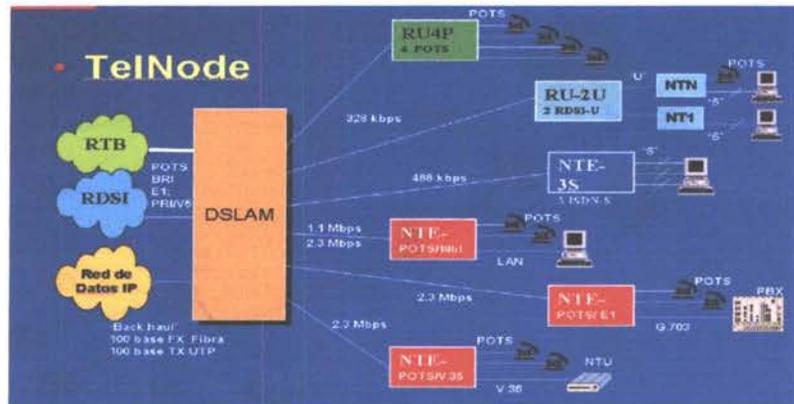


Figura 31: Equipo TelNode (Fuente: <http://www.telspec.co.uk>)

4.1.7.1 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS RDSI.

El sistema **TelMax I** es un equipo con la capacidad de poder proporcionar 4, 8, 10 canales de voz (POTS) + un canal de datos a 64 ó 128 Kbps (RDSI). Este equipo tiene la característica que no es necesario que todos los canales vayan a un único abonado, si no que se pueden separar los canales entre diferentes abonados. La interfaz RDSI de la unidad de central (UC) y la interfaz RDSI de la Unidad Remota (UR) operan de modo homólogo para mantener el puerto de central y la terminación RDSI (NT1) en correcto funcionamiento. El canal D de RDSI a 16 Kbps se transporta de manera transparente entre la UC y UR.

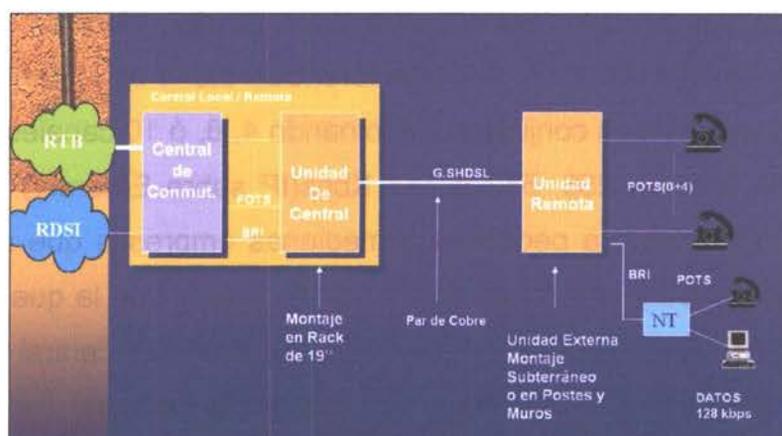


Figura 32: Diagrama de bloque del sistema TelMax I (Fuente: <http://www.telspec.co.uk>)

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

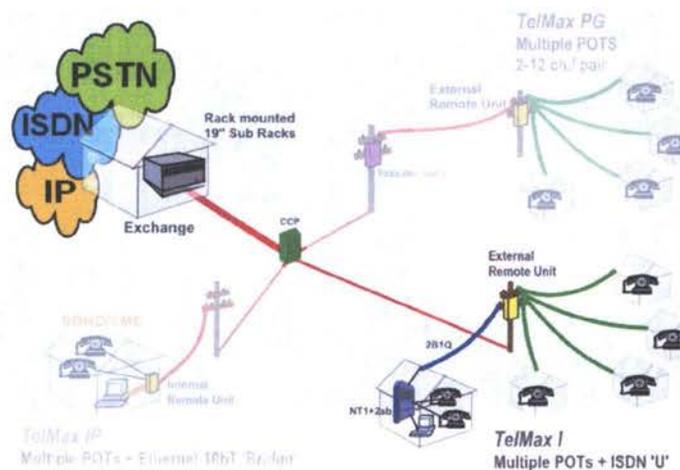


Figura 33: Diagrama esquemático de un sistema TelMax I (Fuente: <http://www.telspec.co.uk>)

4.1.7.2 EQUIPOS CON FACILIDADES DE BRINDAR SERVICIOS IP

El sistema TelMax +IP es parecido al TelMax +RDSI, pudiéndose considerar como una simple sustitución del canal RDSI por un Puente Ethernet. Esta topología permite obtener un canal de datos de alta velocidad pero sin la limitación de 128 Kbps inherente a RDSI.

La solución de TelMax IP está dirigida a un segmento de mercado con clientes corporativos que necesitan servicios de redes de alta velocidad, como por ejemplo instalación de una intranet, videoconferencia, etc. Por lo tanto una operadora puede ofrecer servicios conjuntos combinando 4, 8, ó 10 canales de voz (POTS) + un canal de datos a 256, 512 ó 768 Kbps(IP sobre Ethernet). Esta solución se adapta perfectamente a pequeñas y medianas empresas que necesiten canales de voz adicionales y una capacidad de datos mayor que la que se puede ofrecer por un canal RDSI. Se presentan los datos del lado de la central como una interfaz Ethernet dispuesta para su conexión inmediata con una red IP, el tráfico se descarga de la red conmutada RTB/RDSI pero se requiere una conexión de red IP en la central local para poder enrutarlo en la red IP de la operadora.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

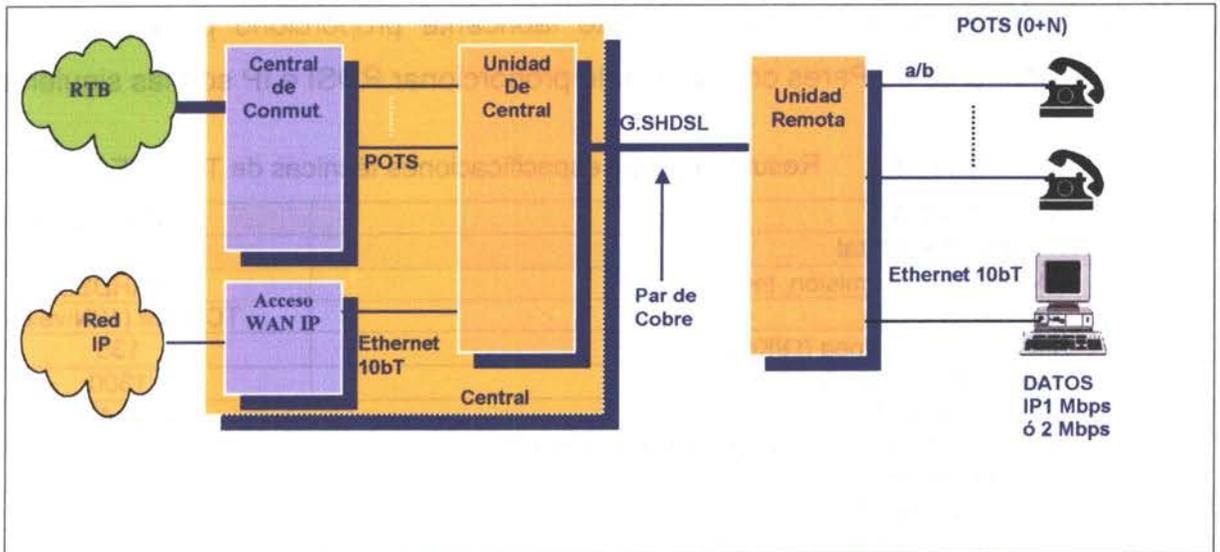


Figura 34: Diagrama de bloques del sistema TelMax IP (Fuente: <http://www.telspec.co.uk>)

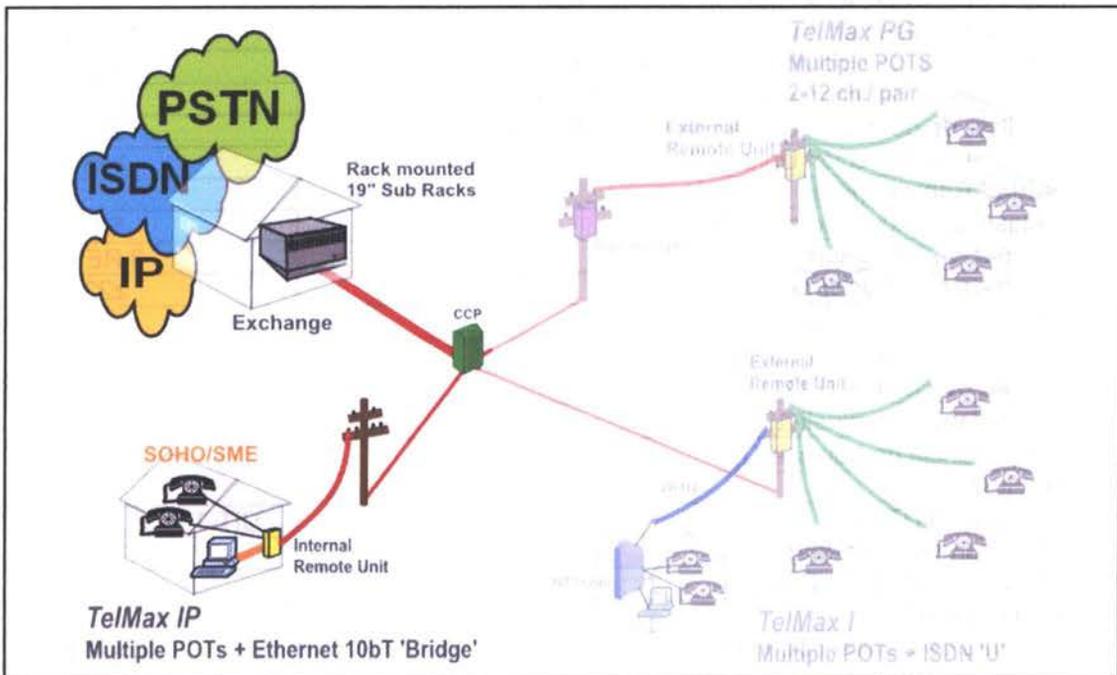


Figura 35: Diagrama esquemático de un sistema TelMax IP (Fuente: <http://www.telspec.co.uk>)

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

4.1.7.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Las características técnicas que este fabricante proporcionó para los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de proporcionar RDSI e IP son las siguientes:

Tabla 18: Resumen de las especificaciones técnicas de TELSPEC

PARÁMETROS	4 CANALES
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	G.SHDSL
Código de Línea	TC-PAM (16Niveles)
Impedancia de línea (Ω /Km)	135
Resistencia de bucle (Ω)	1300
Atenuación (dB/Km)	Máx. 47
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	4.6
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	si
Técnica de Codificación de voz	PCM Ley A
Pérdida por inserción(dB)	0 - 7.5
Diafonía (dBm)	-65
Impedancia nominal de línea(Ω)	135
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación(Hz)	Max. 22
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	25/50
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	25
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	≥ 40
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	≥ 45
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	5.6
Capacidad de timbre	3 REN
Corriente de bucle(mA)	≥ 22
Impedancia terminal (Ω)	600
Impedancia de balance(Ω)	G.712
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	G.712
Impedancia de balance(Ω)	600
Servicios	
Velocidad DTMF	UIT-T Q.35,Q.23, G.223
Fax (Grupo, cantidad)	G.4
Módems (Velocidad)(Kbps)	28.8
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	-40 a -75
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	± 100
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W)	9.5 W
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W)	30 W
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W)	480 W
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W)	1900 W

4.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA SOLUCIÓN

4.2.1 INTRODUCCIÓN

Una vez analizada la información recolectada por medio de las entrevistas con fabricantes, portales de Internet y procesos licitatorios anteriores de este tipo de sistemas, se procede primeramente a justificar el porqué del uso de la tecnología G.SHDSL para ser utilizada como base para la multiplicación de pares.

Posteriormente se describirán de manera general las diferentes partes que compondrían el posible plan piloto para el cual se están proponiendo las características técnicas, con el objetivo de que este plan piloto pueda funcionar adecuadamente en la Red Nacional de Telecomunicaciones, a la vez con el fin de ayudar al lector, a ubicarse rápidamente en el tema que se está tratando. Una vez realizada la descripción se detallará más claramente las funciones y características de cada uno de los componentes que conforman la propuesta de equipos multiplicadores de pares que permiten brindar servicios de RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL.

En este apartado se realizará un análisis económico de los precios cotizados en la última licitación, con el fin de determinar un presupuesto para el plan piloto que debería cumplir con las especificaciones técnicas propuestas.

Finalmente, se propondrá una serie de lugares y cantidades de equipos en donde por su densidad de población se convierten en sitios estratégicamente adecuados para instalar los equipos en caso de implementar el plan piloto.

4.2.2 JUSTIFICACIÓN DEL USO DE LA TECNOLOGÍA G.SHDSL

Un problema que ha tenido durante muchos años el ICE, al igual que la mayoría de las empresas de telecomunicaciones de todo el mundo, es el agotamiento de la infraestructura de la red de acceso o última milla para brindar, tanto servicios tradicionales como nuevos servicios que requieren los abonados. Realizar nuevas inversiones para ampliar la red de cobre existente resulta muy caro y en el caso del ICE resulta casi imposible por las medidas presupuestarias implantadas por el gobierno local.

Una de las soluciones que tradicionalmente se le ha venido dando a este problema es el uso de sistemas multiplicadores de pares (*pair-gain systems*).

Las tecnologías de transmisión utilizadas anteriormente con este propósito han sido muy variadas, desde utilizar el principio de RDSI para obtener 2 canales de voz (2B+D), pasando por la tecnología ADPCM y otras técnicas de compresión.

Los objetivos que debía satisfacer la tecnología a escoger eran las siguientes:

- No degradar la calidad del canal de voz.
- Compatibilidad espectral.
- Operar por medio de telealimentación.
- Radio de cobertura de los servicios.
- Que fuera administrable remotamente.
- Y con la capacidad de ofrecer servicios adicionales de RDSI e IP.

Para cumplir con estas exigencias se estudiaron diferentes tecnologías asociadas a la ganancia de pares por lo cual, se tomó muy en cuenta lo expuesto por organismos internacionales de telecomunicaciones como la UIT-T, el cual ha

desarrollado diferentes estándares para la tecnología de Línea Digital de Abonado (*DSL – Digital Subscriber Line*). Entre las tecnologías DSL más importantes desarrolladas por la UIT-T podemos mencionar HDSL, ADSL, HDSL2, SDSL y G.SHDSL. (*La descripción de estas tecnologías fue hecha en el Marco Teórico de este documento*).

Otro de los aspectos tomados en cuenta fueron las políticas que posee el ICE en cuanto a que al adquirir nuevos sistemas DSL estos debían ser compatibles con los ya existentes como lo eran los sistemas basados en la tecnologías HDSL, y ADSL utilizados ampliamente por los servicios que la institución ha venido comercializando por medio del Proyecto de Internet Avanzada para dar servicios de telefonía convencional y datos.

A la vez fue determinante para escoger la tecnología a usar en este proyecto, los estudios que han demostrado que el ADSL es completamente afectado por el HDSL y SDSL. La diafonía cercana del HDSL y SDSL (*crosstalk*) se traslapa completamente con los canales de subida (*Upstream*) del ADSL, también el espectro del RDSI se traslapa parcialmente con los canales de subida del ADSL. En la práctica, el ADSL se ve afectado al convivir con los servicios HDSL, SDSL y RDSI en un mismo cable, lo que repercute en el alcance del radio de cobertura de los servicios ADSL.

De todas las tecnologías investigadas la única que cumplía más adecuadamente fue G.SHDSL. A este estándar se le llamó G.SHDSL por sus siglas en inglés "*Symmetric Single Pair High Bitrate Digital Subscriber Line*".

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Entre las características más sobresalientes de esta nueva tecnología y que hicieron de ella un estándar universal es que garantiza la compatibilidad de equipos y su nivel de aceptación se basó en los siguientes aspectos:

- Es un protocolo de autonegociación (*handshake*) estándar, lo que facilita la negociación de velocidades de operación con los equipos de abonado (norma G.994.1).
- Tiene la capacidad de operar a múltiples velocidades las cuales pueden variar desde 192 Kbps hasta 2.3 Mbps en forma simétrica en incrementos de 64Kbps para la operación norteamericana y de 8 Kbps para la operación europea.
- Ofrece una combinación óptima de flexibilidad, costo alcance y consumo de potencia.
- Mejora el uso de la infraestructura existente.
- Su estandarización global garantiza la interoperabilidad y la configuración automática.
- Compatibilidad espectral, esto significa que no provoca interferencia con otros servicios de línea de abonado ya existentes tales como ADSL y SDSL.
- Utiliza una baja potencia de transmisión.

Otra de las características del porqué se escoge este protocolo para ser utilizado en el presente proyecto, es que G.SHDSL permite variar la tasa de bits de transmisión para obtener un mayor alcance.

También con el uso de esta tecnología en la multiplicación de pares es posible ofrecer a los usuarios de negocios tales como PYMES⁸ servicios tales como:

⁸ PYMES: Pequeñas y medianas empresas.

- Asignación y distribución flexible de servicios de voz y datos.
- Videoconferencia con otros usuarios.
- Acceso remoto a redes LAN.
- Líneas arrendadas con tasas de transferencias definidas por el usuario.
- Transmisión de audio en vivo, con calidad profesional.
- Telemedicina.

Para el caso de usuarios residenciales, G.SHDSL da servicios de acceso rápido a Internet y más de una línea telefónica independiente.

4.2.3 ESCOGENCIA DE LA CONFIGURACIÓN 4 POTS + RDSI E IP

Una vez realizada la justificación del uso de la tecnología G.SHDSL se describe la razón por la cual se escoge la configuración de 4 POTS + RDSI y 4 POTS + IP para la propuesta de especificaciones técnicas a ser usadas en una posible implementación del plan piloto.

En el desarrollo del proyecto se estudiaron múltiples fabricantes de Equipos Multiplicadores de Pares, de los cuales algunos usaban la tecnología de HDSL como método de transmisión de las señales codificadas provenientes de las centrales de conmutación, RDSI y equipos de conmutación de paquetes.

Para este trabajo no se tenía el objetivo de estudiar diferentes tecnologías de transmisión, motivo por el cual, no se realizó comparación entre éstas. Se procedió directamente a justificar el porqué del uso de G.SHDSL, razón por la cual aquellos fabricantes que no utilizaban la tecnología G.SHDSL no fueron tomados en cuenta en el análisis.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

De los fabricantes analizados y que poseían equipos con la facilidad de brindar tanto servicios POTS, como RDSI e IP sobre un solo par de cobre utilizando la tecnología G.SHDSL se recolectó la siguiente información:

Tabla 19: Configuraciones de equipos de 4 canales que pueden proporcionar los servicios de RDSI e IP.

OPCIÓN	1	2	3	4	5	6	7
CONFIGURACIONES DE EQUIPOS CON RDSI							
RDSI	N POTS+RDSI 4 POTS+ RDSI	5 RDSI	4 POTS+RDSI 4 POTS+2RDSI	6 POTS + 2 RDSI 4 POTS + 2 RDSI	5 RDSI	5 RDSI	4 POTS+RDSI
CONFIGURACIONES DE EQUIPOS CON IP							
IP	1 POTS + IP	4 POTS +IP 1 POTS +IP	4 POTS + IP	NO	1 IP	NO	4 POTS+IP

Como se puede notar en la tabla 19, de las 7 opciones que brindan RDSI, 4 poseen la posibilidad de brindar 4 POTS + RDSI, y de las 5 opciones que brindan IP, 3 poseen la posibilidad de brindar 4 POTS + IP.

De las opciones incluidas anteriormente se escoge la configuración de 4 canales POTS + 1 servicio RDSI o IP, debido a que en un análisis realizado se determinó que comercialmente las configuraciones de Equipos Multiplicadores de Pares más usados en el mundo por las entidades dedicadas a los servicios de telecomunicaciones estaban los equipos que podían proporcionar 4 y 11 canales POTS de 64 Kbps por un solo par de cobre. La escogencia de la configuración de 4 canales se fundamenta en la característica de permitir un radio de cobertura mayor que los equipos de 11 canales.

Esta característica es muy importante a tomar en cuenta para realizar la escogencia, ya que, permite extender el rango de prestación de los servicios a sus clientes. Por otra parte, esta configuración permite 4 servicios de voz y a la vez permite contar con un ancho de banda considerable, el cual puede ser explotado por una sucursal de Banco, oficina, PYME, etc. Además, con este sistema es

posible liberar 3 líneas telefónicas para dar otro tipo de servicio más remunerable al ICE, y a la vez proporcionar por el mismo medio la opción de contar con un acceso a datos de alta velocidad, ya sea RDSI o IP.

A continuación se procede a realizar una descripción breve de los componentes del Sistema Multiplicador de Pares de 4 canales POTS con la opción de brindar los servicios de RDSI e IP.

Hay que recalcar que el ICE no ha adquirido Equipos Multiplicadores de Pares con estas facilidades, esta es una de las razones, por las cuales, se realiza este proyecto, el cual pretende sentar las bases para en el futuro, poder adquirir estos sistemas y contribuir al desarrollo del país.

4.2.4 ARQUITECTURA GENERAL DE LA PROPUESTA

El sistema multiplicador de pares propuesto está conformado de las siguientes partes principales:

Unidad Remota (UR): Es el módulo que se instala en la Planta Externa cerca del abonado en una caja a prueba de la intemperie para exteriores. En el caso de los servicios POTS/RDSI esta va instalada en un poste o en la fachada de edificios y una caja para interiores para el caso de servicios POTS/IP, ya que esta posee una interfaz RJ-45 y va conectada en las instalaciones del cliente, como se hace normalmente en los servicios ADSL. Su función es establecer comunicación con cada uno de los abonados.

Unidad de central (UC): Esta unidad se encarga de realizar la interfaz con la central telefónica en la cual se encuentra ubicada, es la encargada de concentrar tanto los servicios POTS de la central de conmutación de circuitos y la interfaz del

servicio de RDSI proveniente de los equipos que proporcionan esta facilidad o el servicio de datos IP procedente de los equipos de conmutación de paquetes.

Esta tarjeta se instala en una repisa⁹, y las repisas se instalan en un bastidor¹⁰ estándar utilizado por el ICE, el cual mide 48.26 cm(19" pulgadas) de ancho por 213.5 cm (84" pulgadas) de altura. Además se encarga de proveer la telealimentación a la Unidad Remota.

Unidad de supervisión (US): Esta unidad se instala en la misma repisa con las unidades de central, se instala una unidad de supervisión por repisa para concentrar todos los eventos tales como estado de los dispositivos, alarmas del sistema, etc., que se presenten tanto en las unidades de central como en las unidades remotas asociadas a estas. La unidad de supervisión es el dispositivo que permitirá convertir los sistemas combinados UC/UR en un elemento de red administrado remotamente.

4.2.5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema propuesto al igual que todos los equipos electrónicos de este tipo que utilizan una alimentación remota como por ejemplo los IMAP y Sistemas ADSL consta de las siguientes partes.

- Unidad Central.
- Unidad Remota.
- Unidad de Supervisión.
- Enlace Digital y Telealimentación.

⁹ Repisa o sub-rak: es una estructura metálica en la que se alojan las unidades de central, las repisas a la vez se montan dentro de un bastidor.

- Bastidor y Repisa.
- Panel de protección.
- Software de gestión.

A continuación se realizará una descripción de cada uno de estos elementos del sistema propuesto, de acuerdo al estudio que se realizó a las especificaciones técnicas y funciones que tienen los diferentes equipos de los fabricantes consultados. En la propuesta de las especificaciones técnicas se indicarán cada una de las características que debe cumplir el sistema en conjunto y cada una de sus partes.

4.2.5.1 UNIDAD DE CENTRAL

Descripción Técnica

La Unidad de Central será la encargada de recibir toda la información (voz y datos) que proviene de la Central Telefónica y transmite esta información a través de un solo par de cobre telefónico hacia la Unidad Remota utilizando tecnología de enlace G.SHDSL.

Esta unidad posee la circuitería electrónica necesaria para dar 4 abonados de voz y un servicio de datos (este servicio de datos puede ser basado en RDSI o IP). Se encuentra en capacidad de operar con centrales en las cuales se invierte la polaridad de la señal generada por la llamada cuando se obtiene la señal de respuesta del abonado llamado. Tiene la capacidad de reproducir esta condición de línea invertida del lado del abonado para el caso de la telefonía pública que funcione por inversión de polaridad.

¹⁰ Bastidor o rack: Consiste de 2 piezas verticales, 2 bases, 1 pieza superior horizontal, tornillos, tuercas y arandelas para armar las piezas.

La Unidad de central- Versión RDSI proporciona una línea de datos RDSI y 4 canales POTS y la **Unidad de central- Versión IP** incluye los circuitos que implementan un puerto de datos IP CAT-5 que proporciona una interfaz RJ-45 para la conexión a una LAN y soporte de abonados IP, además 4 canales POTS.

Las Unidades de Central conectadas en una misma repisa, son totalmente independiente entre sí, de modo que en caso de una avería en una de las tarjetas, no se afecta el normal desarrollo de las demás tarjetas instaladas. Las tarjetas de Unidad de Central poseen un conjunto de indicadores (LEDs) para mostrar al usuario detalles tales como:

- El estado de funcionamiento del enlace.
- Condiciones como pérdida de sincronía.
- Unidad en mantenimiento.

A la vez estos equipos interpretan la señalización de timbrado tanto balanceado como no balanceado y son transparentes a las señalizaciones de cualquier tipo de central telefónica. Y al cumplir con las normas internacionales, le añade compatibilidad con redes de telefonía convencional alrededor de todo el mundo.

FUNCIONES

La Unidad de Central tiene varias funciones dentro del Sistema Multiplicador de Pares propuesto, entre ellas están:

- La detección del timbrado (15Hz a 68Hz) balanceado y desbalanceado en un rango de 40 a 90Vrms.
- El cierre del lazo o bucle para producir un descuelgue siendo altamente eficiente con un consumo de $23\pm 3\text{mA}$ en el cierre de lazo.
- Facilitación de detección para la tasación de telefonía pública ya que detecta 12kHz ó 16kHz.

- Presenta transmisión ON-Hook lo que permite la provisión del servicio de identificación del número llamante (Caller ID).
- Estas tarjetas están provistas de una protección secundaria, o sea, dispositivos de baja energía de accionamiento rápido, los cuales se activarán para proteger componentes sensibles, contra sobretensiones y sobrecorrientes que lograsen pasar por los protectores primarios antes que estos se accionen.
- Cumplen las normativas ITU K.20, K.21 y UL 1950.
- La conexión entre la unidad de central y los circuitos de línea de las centrales telefónicas se efectúan a dos hilos "a y b" ("Tip & Ring"), que son los empleados para la conversación.
- El sistema utiliza una alimentación común para las unidades de central instaladas en un mismo bastidor, a la vez, cada Unidad de Central tiene incorporado un convertidor DC/DC que permite realizar la alimentación eléctrica directamente al voltaje de la central que llega al bastidor, independientemente de las otras unidades.
- La alimentación de las tarjetas se realiza por el panel trasero, según la normativa vigente en la institución, y la comunicación con la tarjeta controladora o tarjeta de supervisión se establece con un sistema de bus.

CARACTERÍSTICAS

- Codificación de voz de acuerdo a la Ley A.
- Impedancia en la terminación de línea 600Ω .
- Recepción de la señal de timbrado.
- Frecuencia 17Hz a 60 Hz. Voltaje de 40 a 90Vrms.
- Detección de la tasación de pulsos 12kHz ó 16kHz.
- Detección de polaridad invertida.
- Voltaje máximo de Telealimentación de $\pm 100V_{CD}$.

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

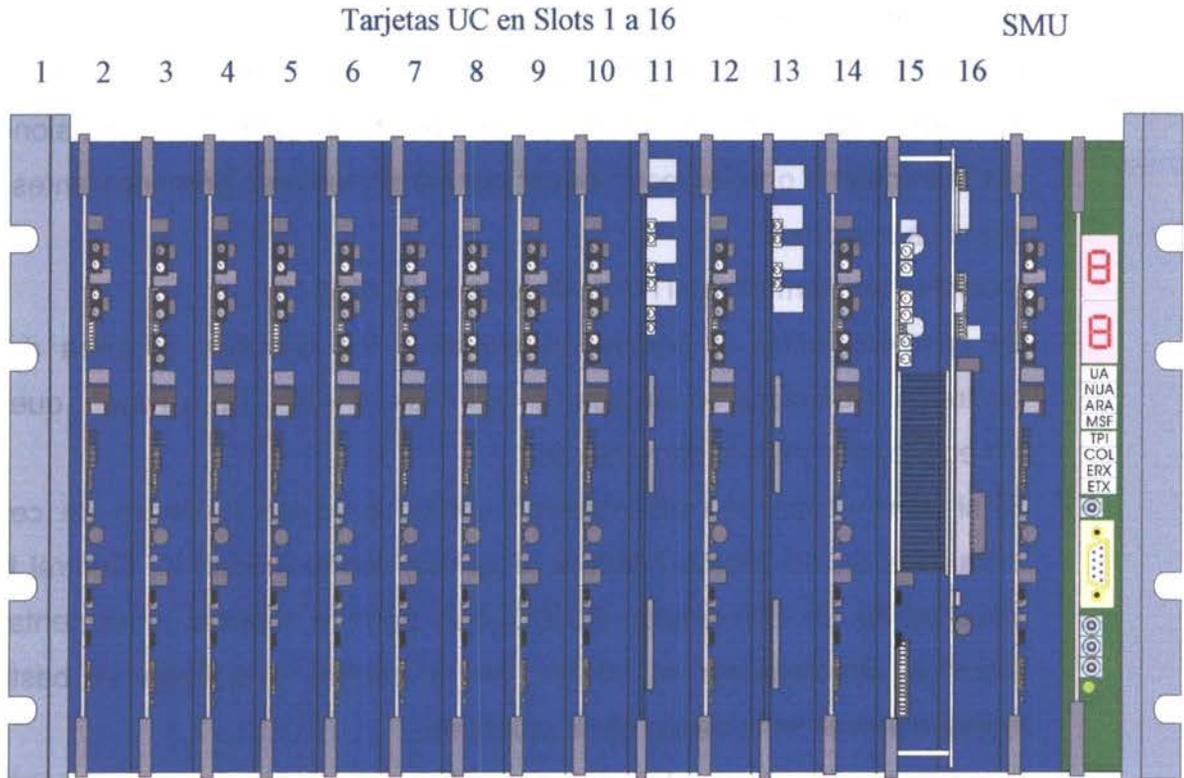


Figura 36: Diagrama esquemático de Unidades de Central montadas en una repisa.

4.2.5.2 UNIDAD REMOTA

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

La Unidad Remota suministra a los abonados todos los servicios que brinda una Central Telefónica. Se encarga de recibir y transmitir la información generada en la unidad de central hacia los abonados y viceversa.

Esta unidad puede proporcionar 4 soluciones POTS y una solución de datos (esta solución puede ser brindada por RDSI o servicios IP). Para cada solución POTS se cuenta con un dispositivo de bajo voltaje que tiene una interfaz analógica para teléfonos facilitando las funciones normales de la central telefónica y para la solución de datos se cuenta con una interfaz para brindar el servicio de RDSI o IP.

UNIDADES POTS + RDSI

Este sistema dispone de 4 interfaces de abonado POTS y un único interfaz RDSI para su conexión a una NT1 en el extremo de abonado del enlace. Esta unidad es para uso en exteriores por lo tanto es totalmente sellada con conexiones IDC atornilladas para líneas de abonado a la vez tiene que tener la posibilidad de fijarse sobre pared, foso y postes. Las características de señalización en la interfaz digital son conformes a ETSI TS 102080.

UNIDADES POTS + IP

Este sistema dispone de 4 interfaces de abonado POTS y un único interfaz 10/100 IP Ethernet. Esta unidad es para uso de interiores por lo tanto se puede alojar en una caja de plástico o similar.

El puerto Ethernet IP tanto de la unidad de central como de la unidad remota cumple con los requisitos y funciones siguientes:

- Totalmente compatible con IEEE 802.3.

- El puerto realiza la función de puenteo a nivel MAC (Control de Acceso al Medio).
- El puerto es transparente para protocolos de mayor nivel como TCP/IP.
- El puerto IP reconoce automáticamente la dirección de la LAN a la cual está conectado.
- El tráfico local se filtra, para garantizar que no se entrega tráfico no destinado a la LAN asociada y que se reenvía por el enlace DSL.
- El puerto se configura por defecto para 10Mbps (10bT), y funcionamiento duplex. Resulta ser el modo de operación recomendado puesto que ofrece el mayor grado de compatibilidad con los equipos del cliente.
- Las conexiones con la red IP se realizan por medio de conectores estándar RJ-45 en cada extremo del enlace UC-UR, facilitando la conexión de una LAN Ethernet CAT-5.

FUNCIONES

Entre sus funciones más importantes se pueden mencionar las siguientes:

- La alimentación de la línea telefónica
- La generación de timbrado, generación de pulsos para la tasación de llamadas e inversión de polaridad.
- Controla eficientemente el consumo de energía, variando las condiciones de cada unidad para optimizar el consumo en forma dinámica.
- Introduce una serie de comandos tanto manuales como automáticos en forma local y remota desde el Centro de Gestión, tanto para calibración de la unidad como para la realización de pruebas de lazo en la línea.
- Realiza además, monitoreos de la interfase de línea en tiempo real con lo cual facilita las labores de mantenimiento para los operadores.

Entre los parámetros de medición están los voltajes de timbrado, la potencia disipada por ciertos componentes en la interfase de línea, corrientes de lazo, voltaje de batería, voltajes en la línea Tip a tierra (TT), Ring a tierra (RT), Tip a Ring (TR), etc.

Físicamente, esta unidad está integrada dentro de una caja especial para la aplicación solicitada. Esta caja cuenta con dos compartimientos: Uno reservado para las acometidas de abonado y enlace digital; y otro para la ubicación de las tarjetas electrónicas.

Los tornillos y demás partes móviles de las unidades remotas están dispuestos de forma tal que no se desprenden en su totalidad, para evitar la pérdida de los mismos. En el caso específico de los tornillos, disponen de un tope mecánico que impide que se desprendan de la caja.

El terminal de conexión de las acometidas y enlace digital de línea de abonado permite el uso de acometidas "copperweld" de construcción plana e hilos de entre 0.4 y 1.1 mm de diámetro, con un alto grado de rigidez. Los puntos de conexión son del tamaño adecuado para satisfacer el buen funcionamiento de estos terminales.

Los tornillos de sujeción del cable de la Unidad Remota son del tamaño y robustez necesarios para proporcionar un excelente contacto entre el cable y el terminal de Entrada/Salida. La Entrada/Salida de los cables del terminal de conexión de las acometidas y enlace digital se realiza por la parte inferior de la Unidad Remota en su posición normal de funcionamiento.

Los tornillos utilizados en la Unidad de Abonado (Unidad Remota) son del tipo "CRUZ", o sea, que aceptan destornilladores planos y "Phillips" para su manipulación. Toda la tornillería implicada en esta unidad, tanto tornillos expuestos (externos) como los internos son de acero inoxidable del grado más alto, es decir, de primera calidad; con el fin de evitar la oxidación de los mismos.

CARACTERÍSTICAS

- Codificación de voz Ley A o Ley μ de PCM.
- Impedancia en la terminación de línea 600 Ω ó 900 Ω .
- Balance de Híbrido mínimo 30dB.
- Recepción de la señal de timbrado.
 - Frecuencia: Ajustable "típica 25Hz" .
 - Voltaje Ajustable "Típico 45 Vrms".
 - Capacidad de timbrado hasta 3 REN.
- Generación del pulso de medida 12KHz ó 16KHz.
- Inversión de Polaridad.
- Detección y generación de DTMF.
- Alimentación: Voltaje de entrada 100V_{DC} a 250V_{DC}.
- Lazo del Abonado Ajustable típico 20 mA.
- Resistente a los rayos ultravioleta.
- Construida con un material auto extingible (UL94VO).
- El compartimiento que alberga las tarjetas electrónicas presenta características de completa hermeticidad.

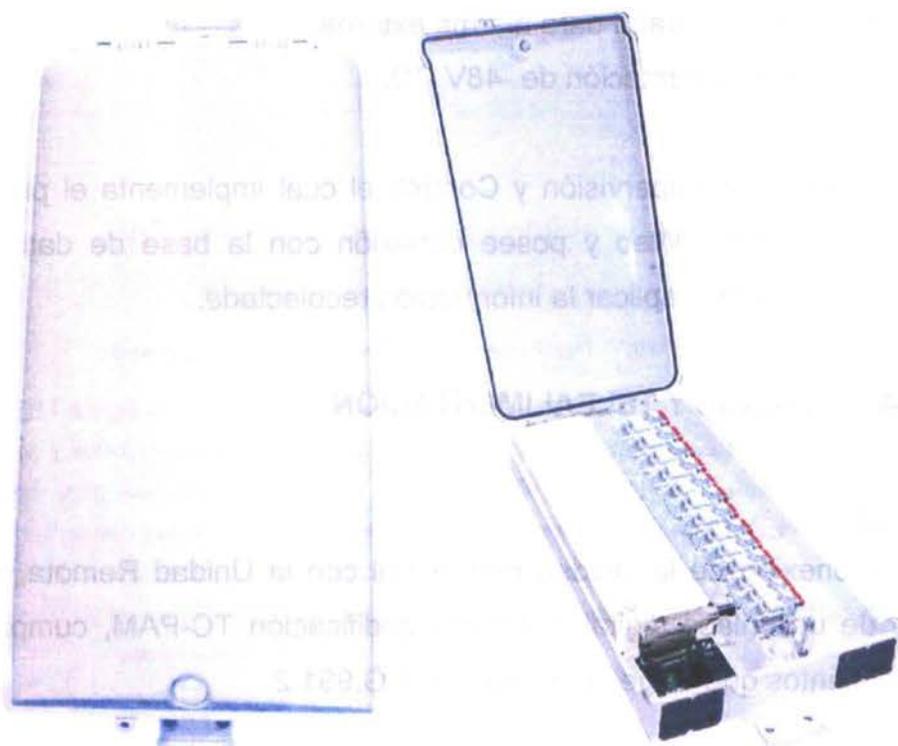


Figura 37: Características Físicas Unidad remota

4.2.5.3 UNIDAD DE SUPERVISIÓN

La Unidad de Supervisión es la tarjeta controladora tanto de la Unidad Remota como de la Unidad de Central. Su principal componente es un SBC (Single Board Computer) y posee un bus RS-485 o similar para realizar la comunicación con las tarjetas instaladas en la repisa.

Dentro de sus principales características se pueden mencionar las siguientes:

- Interfaz Ethernet 10/100TX para conexión al sistema de gestión.
- Puerto de comunicaciones RS-232 para pruebas y gestión.
- Puerto de comunicaciones RS-485 para comunicación con las tarjetas de la repisa.
- Posee cuatro indicadores tipo LEDs de estado de alarma del sistema.
- Contactos de salida libres de potencial para activación de alarma externa.

- Posee una entrada para alarma externa.
- Requiere alimentación de -48V CD.

Posee el Sistema Supervisión y Control, el cual implementa el protocolo SNMP, brinda una interfaz Web y posee conexión con la base de datos del Sistema Gestor Central para replicar la información recolectada.

4.2.5.4 ENLACE Y TELEALIMENTACIÓN

ENLACE

La interconexión de la Unidad de Central con la Unidad Remota, se realiza por medio de un enlace digital, mediante codificación TC-PAM, cumpliendo con los requerimientos que exige la norma ITU-T G.991.2.

Estos sistemas trabajan con señales en la banda de frecuencia vocal y además permite la transmisión de los siguientes servicios:

- a) Facsímile Super G3 con una velocidad máxima de 33.6 Kbps.
- b) Telefonía pública convencional con señalización a 12 KHz.
- c) No utiliza concentración, por lo que todos los canales pueden estar activos simultáneamente, ya sea con tráfico de voz, fax o módem.
- d) Transmisión de datos de alta velocidad (RDSI o IP).

Para ampliar el rango de cobertura en 2, 3 ó 4 veces se puede hacer uso de repetidores en donde un repetidor tiene las siguientes características:

Repetidor: Se alimenta desde la UC a través del enlace digital (o una segunda línea cuando la UR también se alimenta desde la UC) con el fin ampliar la distancia de la UR desde la UC sin que la transmisión digital se degrade.

TELEALIMENTACIÓN

El sistema de telealimentación cumple con las normas de seguridad para telecomunicaciones (UL, CSA y EN estándares de seguridad y ANSI TIE1 .40 ETSI).

Los sistemas multiplicadores de pares utilizan la misma línea de cobre para la transmisión de datos y alimentación del sistema remoto. Además, trabajan fiablemente en condiciones ambientales diversas y bajo longitudes de línea de transmisión variables.

Para reducir pérdidas de energía en las líneas de la transmisión, el sistema alimenta los equipos remotos con un alto voltaje y baja corriente. Para evitar riesgo de seguridad se limita la corriente en la línea a un nivel máximo promedio de 60mA.

La Unidad Remota puede instalarse en cualquier parte dentro del radio de cobertura el cual varía de un fabricante a otro y la longitud de la línea de la transmisión puede variar de cero a aproximadamente 5 Km.

El sistema de telealimentación en su parte local reporta las condiciones de la línea. Además, identifica si ocurre un desbalance entre las salidas del convertidor. La protección contra sobrecargas es independiente en cada salida, lo que puede permitir que una salida pueda seguir trabajando mientras la otra se reporta con sobrecarga.

El Módulo de Telealimentación provee los diferentes niveles de tensión necesarios para el funcionamiento de los dispositivos de la tarjeta. Dicha telealimentación es provista por la Unidad de Central ubicada en el edificio de la Central Telefónica. Además, la Unidad Remota está provista de un indicador visual (Led), que revela si dicha unidad está sincronizada cuando el sistema entra en operación.

La Unidad de Central cuenta con una fuente para la telealimentación eléctrica de la Unidad Remota asociada a ella, lo que permite utilizar el mismo par de cobre del enlace para la función de telealimentación; es decir, en el mismo par se transportan los datos y la alimentación para el lado remoto ya que sobre el nivel de voltaje DC de la telealimentación viaja superpuesta la señal digital con información.

4.2.5.5 BASTIDOR Y REPISA

BASTIDOR

El tipo de bastidor a utilizar posee las siguientes medidas 488,4mm X 2136,77mm (19.23" x 84.125") como estándar de separación entre las columnas que soportan las repisas que albergan los sistemas de unidad de central. Por lo tanto, las repisas también cumplen con dicha norma dimensional.

La cantidad de repisas varía de un fabricante a otro al igual que el número de tarjetas contenidas en una repisa.

En la siguiente figura se muestra a manera de ejemplo una imagen de cómo puede ser el bastidor que se debe incluir en el sistema multiplicador de pares.

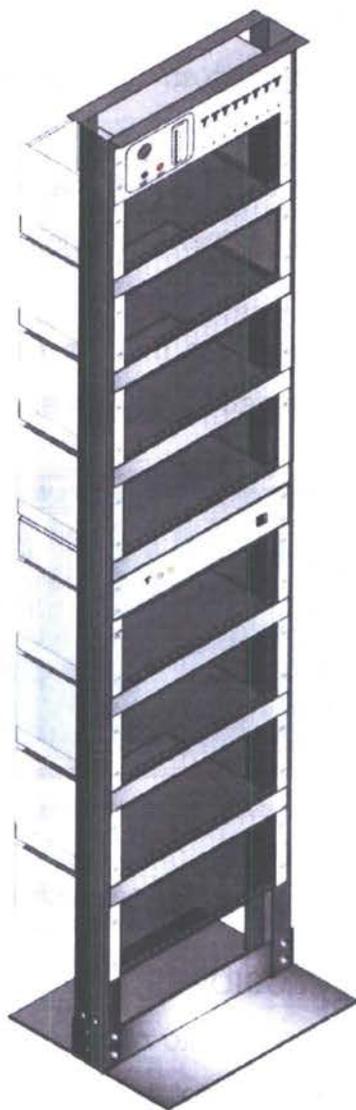


Figura 38: Estructura básica de un bastidor

REPISAS

Las repisas de los bastidores del sistema multiplicador de pares son compatibles entre sí, lo que conlleva a que las unidades de central de 4 canales +RDSI con las Unidades de Central 4 canales +IP, del sistema en estudio, sean intercambiables y

por lo tanto pueden ser utilizadas en cualquier repisa incluso en forma combinada, sin tener que realizar ningún cambio en el hardware.

Al igual que los bastidores, la estructura física de las repisas puede variar de un fabricante a otro al igual que su número de tarjetas de central a almacenar.

En la siguiente figura se muestra a manera de ejemplo una imagen de cómo puede ser la una repisa que se debe incluir en el sistema multiplicador de pares.

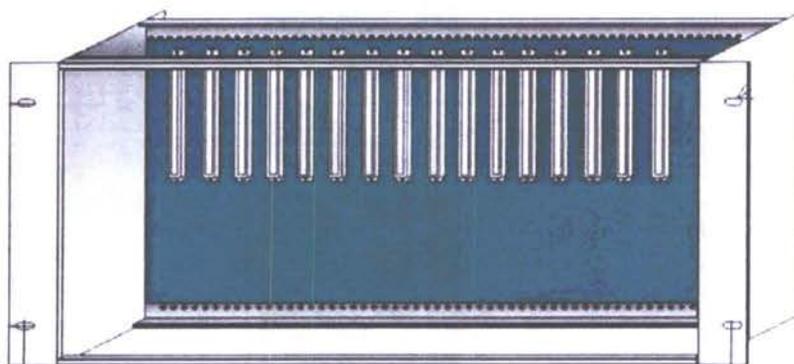


Figura 39: Repisa usadas en los bastidores

4.2.5.6 PANEL DE PROTECCIÓN

El panel de protección es el elemento que se utiliza en el bastidor con el fin de proteger el sistema multiplicador de pares y al personal del ICE en caso de presentarse un fallo eléctrico en el sistema.

Para los Equipos Multiplicadores de Pares se debe tener en la parte superior del bastidor una regleta con disyuntores termomagnéticos o algún otro dispositivo de contactos secos, que en caso de alarma, éstos conmuten y puedan ser conectados a una fuente de señalización (ya sea sonora o luminosa). Además estos elementos deben independizar la alimentación eléctrica de cada una de las repisas y la protección de las mismas.

A continuación en la siguiente figura, se muestra a manera de ejemplo, una imagen de cómo puede ser el panel de protección que se debe incluir en el sistema multiplicador de pares.

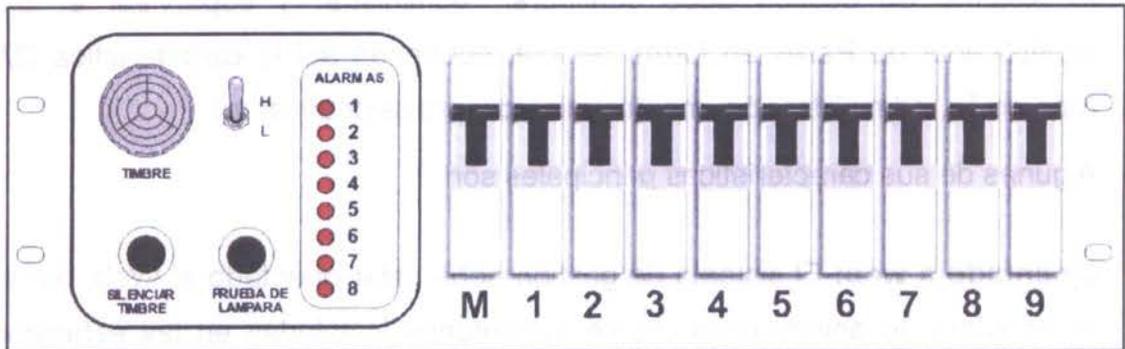


Figura 40: Panel de protección

4.2.5.7 SISTEMA DE GESTIÓN

A pesar que el sistema de gestión, no forma parte de la propuesta del proyecto en mención, es parte importante de todo sistema electrónico para administrar adecuadamente los recursos que se tienen, tanto en la gestión de los equipos como en los servicios que se brindan.

Seguidamente se enuncian algunas de las características que debe poseer un sistema de gestión, pero recalcando que para el caso en estudio el procedimiento que normalmente se sigue es solicitar a la UEN Servicio al cliente (Proceso dentro del ICE encargado de comercializar los equipos multiplicadores de pares) indicar cuales son las características que debe cumplir el sistema de gestión de los equipos que se adquieran con el fin de que se adapten a sus necesidades y se incorporen a la Red IP de Gestión del ICE. Cuando se adquiere este tipo de sistema de gestión lo se que solicita a las empresas es únicamente las MIB¹¹ y la

¹¹ MIB: Management Information Base (Base de información de gestión)

licencias del software del centro de gestión con el fin de incorporarlo al sistema de administración que posee el ICE.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

El sistema de gestión debe configurar, administrar y supervisar el Sistema Multiplicador de Pares en forma remota; cubriendo así la característica OAM&P (operación, administración, mantenimiento y provisionamiento).

Algunas de sus características principales son:

Orientado a web: El sistema de gestión debe estar orientado al Web, por lo cual no requiere de aplicaciones cliente propietarias instaladas en las estaciones de trabajo de los usuarios; sino que puede ser utilizado a través de un explorador de web (por ejemplo Microsoft Explorer o Netscape Navigator), lo que permite atender a múltiple cantidad de usuarios simultáneamente (los que estén conectados con el servidor). Además, debe estar provisto de un ambiente gráfico intuitivo donde se representan los diferentes elementos del Sistema.

Manejo de alarmas según estándar UIT X.733: Se incluyen 5 niveles de alarma (crítico, mayor, menor, advertencia y normal), información sobre eventos, causas y acciones de reparación de acuerdo al estándar X.733 de la UIT.

Histórico de alarmas y eventos: La base de datos del sistema debe mantener información histórica de las alarmas y eventos del equipo supervisado para que puedan posteriormente ser consultados y analizados individualmente con mayor detalle; y dar seguimiento a las órdenes de reparación.

Administración y reportes de inventario: Incluye administración del inventario del equipo supervisado (ubicación, distribución física, identificación por número de serie, tipo y características).

Seguridad: Debe permitir asignar derechos de acceso al sistema de gestión principal con restricciones de tipo de usuario (administrador, consulta, operador, configuración) y acceso a información (CAICs a los cuales se tiene acceso). Adicionalmente, cada tarjeta de supervisión debe contar con un mecanismo de seguridad local que se active cuando se ingresa directamente al sistema de gestión local.

Notificación de alarmas: El sistema de gestión principal debe incluir la posibilidad de enviar reportes de notificación de eventos en el momento en que ocurran a los usuarios que así se le indique. La configuración de notificaciones puede establecerse por usuario, evento, categoría del evento y severidad.

Administración de solicitudes de servicio: Debe incluir un módulo de administración de solicitudes de servicio que permite dar seguimiento y controlar los trabajos de atención de averías.

Interconexión a bases de datos: El sistema de gestión debe permitir interconectarse a través de sistemas MQ Series a diferentes bases de datos.

Control total sobre la línea de abonado: El sistema de gestión debe mantener actualizado en línea el inventario de equipos y su actividad, pudiéndose tener control total de la línea de abonado y el control de corte unidireccional para abonados morosos.

En la siguiente figura, se muestra a manera de ejemplo, un diagrama esquemático de los requerimientos de configuración y hardware mínimos del sistema de gestión, que se deben incluir en el Sistema Multiplicador de Pares.

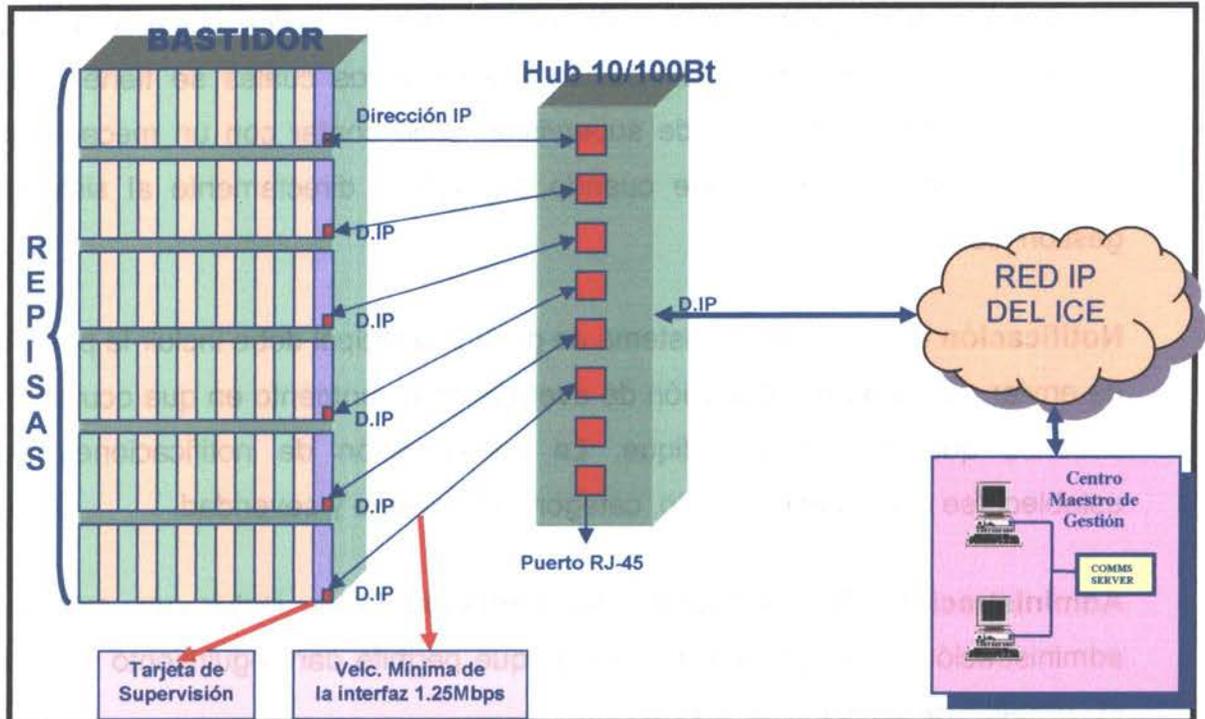


Figura 41: Diagrama de bloques del sistema de gestión

4.3 PROPUESTA DE UBICACIÓN Y CANTIDADES DE LOS EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES PARA EL PLAN PILOTO

4.3.1 UBICACIÓN

Para tomar la decisión acerca del lugar en donde ubicar los Equipos que compondrían el posible Plan Piloto, se respondieron las dos interrogantes siguientes:

¿Cuáles son los sitios en el territorio nacional en donde se encuentran ubicadas la mayor cantidad de solicitudes de servicios RDSI-BRI e IP (como ADSL o servicios dedicados para datos)?

¿Cuáles son los sitios en el territorio nacional en donde se encuentran ubicadas la mayor cantidad de solicitudes de servicios RDSI-BRI e IP (como ADSL o servicios dedicados para datos) y que además se encuentran ubicados a una distancia menor a 5 Km desde la central local?

Al dar respuesta a las interrogantes anteriores, se concluyó que los sitios óptimos para la ubicación de estos equipos eran las centrales ubicadas en el centro de las cuatro provincias principales, en cuanto a comercio y población se refiere. Estas provincias son:

- La central de San José.
- La central de Heredia.
- La central de Cartago.
- La central de Alajuela

4.3.2 PROPUESTA DE CANTIDADES DE EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES PARA EL PLAN PILOTO

Para cada una de las centrales o localidades mencionadas en el apartado anterior correspondiente a Ubicación, se propone adquirir un bastidor completo para los Equipos Multiplicadores de Pares con la facilidad de brindar los servicios de POTS + RDSI y un bastidor completo para los Equipos Multiplicadores de Pares con la facilidad de brindar los servicios de POTS + IP.

Cada bastidor en promedio contiene los siguientes elementos:

- 6 repisas por bastidor.
- 16 tarjetas de central por repisa (96 por bastidor).
- 1 unidad remota por unidad de central.

Por lo tanto se tiene que por bastidor se pueden obtener 96 servicios de datos ya sea RDSI-BRI o IP Ethernet.

En resumen, de acuerdo a lo indicado anteriormente se propone adquirir los equipos necesarios para poder brindar lo siguiente:

- 384 servicios RDSI-BRI (96 servicios por central seleccionada).
- 384 servicios IP ethernet (96 servicios por central seleccionada).

Cabe destacar que con la obtención de estos equipos se pueden brindar también 3072 soluciones POTS y a la vez se liberan 2308 pares de cobres que pueden ser usados para brindar otros servicios de telecomunicaciones tales como ADSL, RDSI tradicional (un par de cobre dedicado), instalación de URAs, líneas dedicadas, etc.

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA DETERMINAR EL COSTO DEL POSIBLE PLAN PILOTO

Para iniciar con el análisis económico del presente proyecto, se utilizó la información obtenida en la revista “*Latin American Digital Pair Gain Market*” la cual se encarga de realizar estudios de mercado para realizar proyecciones del precio de las diferentes soluciones de los Equipos Multiplicadores de Pares.

Los precios por solución obtenidos mediante la revista “*Latin American Digital Pair Gain Market*” se utilizaron como base para establecer el presupuesto de la Licitación 7193-T antes mencionada, en la misma se establecieron los siguientes precios por solución:

- Para 4CH: \$100
- Para 11 CH: \$114

Para establecer un presupuesto actualizado para el posible plan piloto que cumpla con las especificaciones técnicas propuestas, se tomó la información de los precios obtenidos en el último proceso licitatorio de Equipos Multiplicadores de Pares.

Se realizó un análisis de los precios cotizados por cada empresa, para los ítems que permitían brindar los servicios de RDSI e IP, los principales elementos que conformaron estos ítems son los siguientes:

- Unidad de central
- Unidad remota
- Repisa
- Bastidor
- Panel de protección

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

De los equipos cotizados se obtienen los siguientes datos:

Tabla 20: Precios de Equipos con facilidades RDSI

CUADRO DE PRECIOS PARA EQUIPOS POTS + RDSI						
EMPRESA	A	B	C	D	E	F
MONTO TOTAL	\$388.341,00	\$360.629,00	\$2.240.903,00	\$684.075,00	\$605.297,00	\$519.626,00
\$/SOLUCIÓN	\$77,67	\$72,13	\$448,18	\$136,82	\$121,06	\$103,93
PRECIO PROMEDIO /SOLUCIÓN	\$159,97					

De la tabla 20 anterior se obtiene que el precio promedio por solución para los Sistemas Multiplicadores de Pares con la facilidad de brindar los servicios de POTS + RDSI es de \$159.97. Cabe destacar que de acuerdo a lo establecido anteriormente en cuanto a la configuración de estos equipos, cada Sistema Multiplicador proporciona cinco (5) servicios de la siguiente manera:

- 4 servicios POTS
- 1 servicio RDSI-BRI

Tabla 21: Precios de Equipos con facilidades IP

CUADRO DE PRECIOS PARA EQUIPOS POTS + IP					
EMPRESA	A	B	C	D	F
MONTO TOTAL	\$331.341,00	\$388.879,00	\$2.260.903,00	\$855.075,00	\$520.006,00
\$/SOLUCIÓN	\$165,67	\$77,78	\$452,18	\$885,08	\$104,00
PRECIO PROMEDIO	\$336,94				

De la tabla anterior se obtiene que el precio promedio por solución para los Sistemas Multiplicadores de Pares con la facilidad de brindar los servicios de

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

POTS + IP es de \$336.94. Cabe destacar que de acuerdo a lo establecido anteriormente en cuanto a la configuración para estos equipos, cada Sistema Multiplicador proporciona cinco (5) servicios de la siguiente manera:

- 4 servicios POTS
- 1 servicio IP Ethernet.

Para más detalle ver Apéndice 2.

Página dejada en blanco intencionalmente

CAPITULO 5

**PROPUESTA DEL PROYECTO:
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS MULTIPLICADORES
DE PARES DE 4 CANALES QUE PERMITEN BRINDAR
SERVICIOS DE RDSI E IP UTILIZANDO
LA TECNOLOGÍA G.SHDSL.**

CAPITULO 5: PROPUESTA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SISTEMAS MULTIPLICADORES DE PARES DE 4 CANALES CON LA OPCIÓN DE BRINDAR SERVICIOS DE RDSI E IP

5.1 USO.

Los sistemas digitales multiplicadores de pares de cuatro canales que se solicitan, deberán ser capaces de brindar al usuario los siguientes servicios:

- Voz.
- Datos (Internet por conmutación para los servicios POTS).
- Datos(de alta velocidad por medio de RDSI o IP)
- Fax.
- Conexión con telefonía pública.

Todos los sistemas digitales multiplicadores de pares solicitados, deberán entregar servicios 64 Kbps por canal en la Unidad Remota para el servicio POTS, para RDSI 2 canales digitales de 64Kbps con todas sus facilidades y para los servicios IP el ancho de banda será dinámico en múltiplos de 64 Kbps hasta un mínimo de 768 Kbps.

5.2 COMPONENTES DEL SISTEMA.

5.2.1 Los sistemas digitales multiplicadores de pares estarán compuestos de dos unidades: La Unidad de Central y la Unidad Remota o de Abonado. La Unidad de Central se instalará en bastidores ubicados dentro de los

edificios de las centrales telefónicas. La Unidad Remota con la facilidad de proporcionar el servicio de RDSI se instalará en el exterior de la central telefónica, o sea, en el sitio de abonado, ya sea en postes, paredes o superficies verticales, la Unidad Remota con la facilidad de proporcionar el servicio de IP se instalará en el interior de la localidad de abonado.

5.2.2 Los componentes del sistema electrónico cotizado deberán ser de estado sólido excepto aquellos que por sus características no lo permitan.

5.2.3 UNIDAD DE CENTRAL.

5.2.3.1 La conexión entre la unidad de central de los sistemas requeridos y los circuitos de línea de las centrales telefónicas, deberá ser efectuada a dos hilos, los cuales tienen las siguientes denominaciones y funciones:

Hilos "a y b" ("Tip & Ring"): Son los empleados para la conversación y a la vez detectan la llamada hacia un abonado de la unidad distante, mediante la señal de timbrado (20 a 25 Hz, 90 V_{R.M.S.}).

5.2.3.2 Las tarjetas que se instalen en la central telefónica, deberán estar provistas de una protección secundaria, o sea, dispositivos de baja energía de accionamiento rápido, los cuales se activarán para proteger componentes sensibles, contra sobretensiones y sobrecorrientes que lograsen pasar por los protectores primarios antes que estos se accionen.

5.2.3.3 No se permite el uso de una tarjeta de alimentación común para las unidades de central instaladas en un mismo bastidor. Por tanto, cada

Unidad de Central ¹²deberá tener incorporada un circuito o dispositivo que permita realizar la alimentación eléctrica directamente del bastidor.

5.2.3.4 La Unidad de Central debe contar con una fuente para la telealimentación eléctrica de la Unidad Remota asociada a ella. Además para la función de telealimentación utilizará el mismo par de cobre del enlace.

5.2.3.5 Las Unidades de Central conectadas en una misma repisa, deben tener un funcionamiento totalmente independiente entre sí, de modo que en caso de avería en una de las tarjetas, no afecte el normal desarrollo de las demás instaladas.

5.2.3.6 Las tarjetas de unidades de Central de los sistemas multiplicadores de pares solicitados deberán indicar por algún medio visual (diodos Led, LCD u otro) el funcionamiento del enlace ocupado, pérdida de sincronismo e indicador cuando la unidad está en mantenimiento, con el propósito de que sea posible detectar una falla en forma local cuando el encargado de mantenimiento esté cerca de la unidad.

5.2.4 UNIDAD REMOTA¹³.

5.2.4.1 La Unidad Remota debe estar provista de algún medio visual (Led, LCD u otro), que indique si la misma está sincronizada, cuando el sistema entra en operación.

5.2.4.2 La caja de la Unidad Remota deberá ser construida de tal manera que existan dos compartimentos: uno para el análisis de las acometidas

¹² Entiéndase como Unidad Central aquella que se encarga de suplir la telealimentación a la unidad remota.

¹³ Durante la redacción de este documento, se emplearán las expresiones Unidad Remota y Unidad de Abonado, como sinónimos.

para abonado y enlace digital; y otro, para la ubicación de las tarjetas electrónicas.

- 5.2.4.3 El compartimiento que alberga las tarjetas electrónicas deberá presentar características de completa hermeticidad.
- 5.2.4.4 Los tornillos y demás partes móviles, de las unidades remotas deberán estar dispuestos de forma tal, que no se desprendan en su totalidad, para evitar la pérdida de los mismos.
- 5.2.4.5 El terminal de conexión de las acometidas y enlace digital de línea de abonado debe permitir el uso de acometidas "copperweld" de construcción plana e hilos de 0.9 mm de diámetro, con un alto grado de rigidez. Por tanto los puntos de conexión deberán ser del tamaño adecuados para satisfacer el buen funcionamiento de estos terminales.
- 5.2.4.6 Los tornillos de sujeción del cable deberán proporcionar un buen contacto entre el cable y el terminal de Entrada/Salida.
- 5.2.4.7 La Entrada/Salida de los cables del terminal de conexión de las acometidas y enlace digital, debe ser en la parte inferior de la Unidad Remota en su posición normal de funcionamiento. El tipo de conexión de este terminal no debe afectar las características y parámetros de transmisión de los sistemas especificados en este pliego de condiciones para los Equipos multiplicadores de pares.
- 5.2.4.8 En caso que la Unidad de Abonado requiera de tornillos para unir sus partes, estos deberán ser del tipo "CRUZ", o sea, que acepten destornilladores planos y "Phillips" para su manipulación.

5.2.4.9 Para la Entrada/Salida de cables, del terminal de conexión de las acometidas para abonado y enlace digital, deben estar protegidas por un hule flexible para evitar la entrada de insectos, polvo y otros.

5.2.5 ROTULACIÓN DE LOS SISTEMAS.

5.2.5.1 Cada unidad del sistema debe ser rotulada en forma clara y permanente. Los nombres y leyendas corresponderán a los utilizados en los diagramas de los manuales.

5.2.5.2 Los puntos de control e interrupción deben estar identificados tanto en el exterior como en el interior del equipo.

5.2.5.3 Todos los puntos de prueba deben estar rotulados; deben indicar el rango de los niveles de voltaje, corriente o cualquier parámetro, según sea el caso para la protección del usuario.

5.2.5.4 Tanto la unidad central como la remota, en los puntos en donde haya presencia de alto voltaje, éstos deben ser claramente indicados.

5.2.5.5 Para cada una de las tarjetas o unidades siguientes:

- Tarjetas de Central (UC).
- Tarjetas de gestión.
- Unidades Remotas (UR).
- Repisas.
- Paneles de alarmas o de protección.

Se debe incluir tanto en las carcasas como en su empaque, en la parte exterior y de fácil visión, una etiqueta de transferencia térmica de material de Poliester blanco con adhesivo fuerte para temperaturas de -40 a 149 grados centígrados. (En el empaque exterior no es necesario

que las etiquetas sean Poliéster blanco), además del código de barras debe tener numeración de ocho dígitos en el siguiente formato:

SN XXXXXX-XX

- a- **SN** = Número de Serie.
- b- **XXXXXX**= numeración ascendente de cada una de las tarjetas o unidades del sistema iniciando en **000001**.
- c- **XX** = últimos dos dígitos del año de adjudicación de la Licitación.

5.2.6 COMPATIBILIDAD DE TARJETAS DE CENTRAL

5.2.6.1 Las repisas de los bastidores de un mismo oferente deberán ser compatibles entre si, ya que deben permitir la instalación de tarjetas de Unidades de Central tanto de 4 canales + RDSI como para 4 canales + IP, sin tener que realizar ningun cambio al utilizarlas estas tarjetas en las mismas repisas.

5.3 RESISTENCIA AMBIENTAL.

5.3.1 Todos los sistemas deberán ser capaces de trabajara alturas que vayan desde el nivel del mar hasta 4000 metros de altura. La Unidad de Central deberá operar correctamente en el ámbito de temperatura de – 5°C a +55°C, y la Unidad Remota (o de abonado) en un rango de temperatura de -10 a +60°C, con humedades relativas entre 20% y 95%.

5.3.2 Todas las partes vulnerables a la corrosión tanto para la Unidad de Central como para la unidad remota, deberán estar debidamente tropicalizadas, mediante un baño antioxidante u otro sistema anticorrosivo que no sufra degradaciones con los cambios bruscos de temperatura o humedad, de forma tal, que su exposición a las variadas condiciones climáticas de Costa Rica no produzcan efectos adversos en las partes de los sistemas.

- 5.3.3 El oferente deberá garantizar que los materiales utilizados en los sistemas digitales multiplicadores de pares solicitados no produzcan par galvánico entre ellos, a efectos de prevenir la corrosión y deterioro de los materiales producidos por dicha desproporción galvánica.
- 5.3.4 En los sistemas digitales multiplicadores de pares no se deberán utilizar materiales y accesorios inflamables.
- 5.3.5 Las Unidades de abonado deben tener resistencia a la exposición directa del sol, tanto al calor como a la radiación. Si el sistema requiere un aislante solar para cumplir con las condiciones ambientales, este debe incluirse como parte básica del sistema.
- 5.3.6 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE TRANSMISIÓN.**
- 5.3.7 Los sistemas ofrecidos deberán estar en capacidad de operar con centrales en las cuales se invierte la polaridad del abonado que llama, cuando se obtiene la respuesta del abonado llamado.
- 5.3.8 La interconexión de la unidad central con la Unidad Remota se hará por medio de un enlace Digital mediante la codificación TC-PAM de 16 niveles.
- 5.3.9 Los Sistemas Digitales multiplicadores de pares de 4 canales con facilidades RDSI e IP requeridos deben estar desarrollados sobre tecnología G.SHDSL (línea de abonado digital simétrico de alta velocidad) cumpliendo con los requerimientos que exige la norma ITU-T G.991.2.
- 5.3.10 Los sistemas de transmisión deben de estar provistos del método para la cancelación de ecos.

- 5.3.11 Los sistemas multiplicadores de pares deberán trabajar con señales en la banda de frecuencia vocal y además permitirán la transmisión de los siguientes servicios:
- a) Datos soportados en módems en la banda vocal con una velocidad mínima de 28.8Kbps.
 - b) Datos usando la tecnología RDSI-BRI.
 - c) Datos de alta velocidad mediante el protocolo de Internet IP.
 - d) Facsímile grupo III o superior con una velocidad mínima de 14.4 Kbps.
 - e) Telefonía pública convencional con señalización a 12kHz.
 - f) Capacidad de poder transmitir simultáneamente una cantidad de servicios de fax, igual al número de canales del sistema digital multiplicador de pares.
- 5.3.12 Los sistemas digitales multiplicadores de pares solicitados deben interpretar la señalización de timbrado tanto balanceado como no balanceado además, deben ser transparentes a las señalizaciones de cualquier tipo de central telefónica del Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Costa Rica. El adjudicatario debe investigar cuales son las centrales que el ICE tiene instaladas antes de presentar el prototipo
- 5.3.13 Los sistemas deben funcionar correctamente con los aparatos telefónicos que operan actualmente en Costa Rica. El adjudicatario debe investigar cuales son los aparatos telefónicos que el ICE tiene instalados antes de presentar el prototipo para incluirlas en el mismo.
- 5.3.14 Los Sistemas Multiplicadores de Pares deben ser transparentes a la facilidad de presentación de identificación de la línea llamante

suministrado por la central telefónica, la cual le permite a un usuario ser informado, en las llamadas entrantes, del número o dirección de la parte llamante.

- 5.3.15 La diafonía entre los canales que posee el sistema deberá ser menor o igual que -60 dBm.
- 5.3.16 Cada canal derivado del sistema de multiplicador del pares, deberá tener absoluta privacidad y llamada individual.
- 5.3.17 El valor de la pérdida por inserción deberá ser menor de 4 dB.
- 5.3.18 Los tonos audibles utilizados deben estar de acuerdo a las recomendaciones Q-35 y G-223 del UIT-T. En la Tabla 22 se indican los tonos audibles utilizados en las Centrales Públicas de Costa Rica.

Tabla 22: Tonos audibles utilizados en las Centrales Públicas de Costa Rica de acuerdo a las recomendaciones Q-35 y G-223 del UIT-T

SEÑAL	FRECUENCIA	CADECENCIA
Tono de invitación a marcar	450 Hz	Continuo
Tono de llamada	450 Hz	P= 6.1 seg. E= 1.2 seg. S= 4.9 seg.
Tono de ocupado	450 Hz	P= 660 ms. E= 330 ms. S= 330 ms.
Señal de llamada	20 Hz 90 V (RMS)	P= 6.1 seg. E= 1.2 seg. S= 4.9 seg.
Nomenclatura:	P= Período	E= Emisión S= Silencio

- 5.3.19 Además de la marcación por multifrecuencia (Código Multifrecuencia de doble tono), los sistemas multiplicadores de pares deberán aceptar marcación dedicada con el fin de poder conectar ya sea teléfonos de abonados residenciales o de telefonía pública con esta característica.

5.3.20 Los sistemas multiplicadores de pares deben funcionar con una velocidad de discado entre 8 pulsos y 22 pulsos por segundo.

5.3.21 La marcación por multifrecuencia debe ser de acuerdo con la Recomendación Q.23 del UIT-T. La atribución de frecuencias a los diferentes símbolos y cifras del teclado es la siguiente:

Tabla 23: Señalización DTMF(Multifrecuencia de Doble Tono)

GRUPO DE FRECUENCIAS INFERIORES (Hz)	GRUPO DE FRECUENCIAS SUPERIORES (Hz)		
	1336	1209	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

5.3.22 La impedancia de la línea de interfaz (enlace) para el sistema digital debe ser de 135Ω o superior.

5.3.23 La tasa de error de bit en transmisión deberá ser menor o igual a 1×10^{-7} BER.

5.4 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

5.4.1 La alimentación eléctrica del sistema de central debe ser -48 Vcc (con positivo a tierra), con una tolerancia de ± 10 Vcc, además los conectores utilizados para la alimentación eléctrica de la repisas deberán ser apropiados para la conexión de cables de 2.053 mm de diámetro (#12 AWG).

5.4.2 Las Unidades de Abonado deben ser telealimentadas. No se aceptarán sistemas que requieran para la operación de la Unidad de Abonado, de fuentes de poder o baterías locales.

5.4.3 Los sistemas digitales multiplicadores de pares deben suprimir la

interferencia procedente de la fuente de poder de la central telefónica y de la telealimentación.

5.4.4 La Unidad de Abonado debe tener un generador de timbrado de 20Hz ó 25 Hz, y un voltaje de 40 V_{RMS} como mínimo, el cual deberá timbrar al menos 2 teléfonos de campanilla simultáneamente al final de cada abonado conectado al sistema multiplicador de pares, a un nivel de sonoridad claramente audible.

5.4.5 La corriente máxima aplicada al par telefónico de enlace, debido a la telealimentación no debe ser superior a 60 mA.

5.4.6 La Unidad de Central deberá estar en capacidad (en caso de ser necesario) para operar con el consumo de una corriente suministrada por la fuente de la central telefónica de 23 ± 3 mA.

5.5 PROTECCIONES.

5.5.1 Tanto las Unidades de Central como las Unidades Remotas deben poseer dispositivos de protección sumamente sensibles a sobretensiones y descargas atmosféricas, a partir de señales de 230 voltios.

5.5.2 Los sistemas deberán venir protegidos tanto en la Unidad de Central como en la Unidad Remota para descargas eléctricas o transitorios, por inducción electromagnética de las líneas de potencia y otras condiciones anormales.

5.5.3 La entrada de la línea antes de llegar a la tarjeta de la Unidad Remota debe pasar por una etapa de protección, independiente de la utilizada para el resto de la electrónica.

- 5.5.4 Los elementos de los sistemas digitales multiplicadores de pares deben cumplir con los requerimientos de protección de voltaje estipulados en las recomendaciones K.20 y K.21 de la UIT-T.
- 5.5.5 Todas las protecciones utilizadas en los diferentes equipos del sistema multiplicadores de pares deben ser en estado sólido. Si por razones de aplicación de nuevas tecnologías en sus diseños de protección, el oferente cotiza un sistema que brinde igual o mejor protección a la solicitada por el ICE, o bien que el diseño de la electrónica del sistema, permita que las tarjetas no se vean expuestas a riesgo y daños por problemas de sobretensiones y corrientes furtivas, estas serán aceptadas.
- 5.5.6 La Unidad Remota debe estar provista con protección de acuerdo con lo siguiente:
- (a) **Protección primaria:** Estos protectores deben brindar la protección necesaria debido a altas corrientes originadas por sobretensiones y corrientes furtivas de alto voltaje.
- (b) **Protección secundaria:** Las tarjetas, deben estar provistas de una protección o dispositivos de baja energía de accionamiento rápido, los cuales tendrán la función de proteger los componentes sensibles contra sobretensiones y sobrecorrientes que logren pasar por los protectores primarios antes que estos accionen.
- 5.5.7 Como protección al personal de operación y mantenimiento, cuando la unidad de central no detecte la Unidad Remota (ya sea por corto circuito, circuito abierto o falta de sincronía), el voltaje en la línea debe bajarse automáticamente a 60 voltios o menos.

5.6 MEDIO DE TRANSMISIÓN.

Para el diseño de los sistemas multiplicadores de pares deben tomarse en cuenta las siguientes características del medio de transmisión utilizado por el ICE.

- 5.6.1 La señal transmitida que utilizará como medio de transmisión los cables telefónicos existentes, podrá sufrir deterioro, principalmente debido a la diafonía, ruido impulsivo y a las variaciones no lineales con la frecuencia (principalmente pérdida de inserción, retardo de grupo y la impedancia característica).
- 5.6.2 El medio de transmisión para el enlace (cable trenzado de pares de cobre) está formado por uno o más tramos de cable empalmados en cascada. Los tramos de cable pueden ser de diferentes calibres y aislamientos. También es posible encontrar en dicho cable derivaciones y puentes.
- 5.6.3 Para el medio de transmisión se utilizará un par telefónico bidireccional simultáneo (Full Duplex), dos hilos de cobre no cargados, que se tomará de los cables de la red de abonado existente de la Planta Externa del ICE.

En la Tabla 24 se indican las características generales del cable que se utilizará para interconectar la Unidad de Central con la Unidad Remota.

Tabla 24: Características del cable de enlace para interconectar los Sistemas Multiplicadores de Pares

	Cable de interconexión en el MDF	Cable de subida al distribuidor (MDF)	Cable primario(*)	Cable de interconexión en el armario	Cable de secundaria o de distribución(*)
Diámetro (mm)	0.5	0.5	0.4 - 0.9	0.6	0.4 - 0.9
Estructura	PT	PT	PT	PT	PT
Máximo números de pares	1	200	2400	1	700
Capacitancia (nF/km)		75 nF @ 800 Hz	52 nF @ 1000 Hz		52 nF @ 1000 Hz
Resistencia de bucle (Ω /km)	190.2	190	282 - 54.5	104	282 - 54.5
Instalación		Ducto	ducto, enterrado, aéreo		Ducto Aéreo
Aislamiento	PVC	PVC	PE sólido, papel	PVC	PE sólido
Cubierta		PVC	PE y aluminio laminado, plomo		PE y aluminio Laminado

PT: Par trenzado PVC: Polyvinylchloride PE: Polietileno
 (*) Esto cable puede estar formado de uno o varios tramos de cables de diferentes calibres.

5.7 BASTIDORES Y REPISAS PARA LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS DIGITALES.

5.7.1 El material de fabricación de los bastidores¹⁴ deberá ser de tal calidad y resistencia, que no sufra degradaciones por corrosión u otros agentes, y que cumpla con las especificaciones antisísmicas solicitadas en el punto 8 de este capítulo.

5.7.2 Los bastidores deberán tener 482,6mm X 2135mm (19" X 84") como estándar de separación entre las columnas que soportan las repisas que albergan los sistemas de unidad de central. Por lo tanto, las repisas también deberán cumplir con dicha norma dimensional.

5.7.3 El oferente deberá suministrar la siguiente información:

a) Profundidad de los bastidores cotizados.

⁷ Bastidor: Consiste de 2 piezas verticales, 2 bases, 1 pieza superior horizontal, tornillos, tuercas y arandelas para armar las piezas, además de lo requerido en el punto 8: Especificaciones Antisísmicas. Su función será albergar las repisas ("shelf") que contienen las tarjetas de línea de los digitales multiplicadores de pares, en inglés "Racks". El oferente deberá cotizar los bastidores y repisas según el requerimiento del capítulo VIII de este cartel.

- b)** Cantidad de abonados por unidades de central, por repisa y por bastidor.
 - c)** Cantidad de unidades de central por repisa y por bastidor.
 - d)** Cantidad de unidades remotas por repisa y por bastidor.
 - e)** Cantidad de repisas por bastidor.
 - f)** El consumo máximo en amperios(A) por abonado en servicio (hora cargada pico), por unidad de central, por repisa y por bastidor a plena capacidad.
 - g)** El consumo máximo de potencia (W) por abonado en servicio (hora cargada pico), por unidad de central, por repisa y por bastidor a plena capacidad.
- 5.7.4 El oferente deberá garantizar la no inducción de calor entre las repisas alojadas en cada bastidor, ya sea utilizando difusores de calor u algún otro medio por el cual se evite este fenómeno.
- 5.7.5 Todos los bastidores, repisas o unidades mecánicas que alberguen tarjetas o módulos, deberán suministrarse totalmente alambrados desde el conector receptor de la tarjeta o módulo y para la condición de capacidad final, aún cuando todas las unidades básicas no sean requeridas de inmediato.
- 5.7.6 El bastidor deberá tener en su parte superior una regleta con disyuntores o algún otro dispositivo de contactos secos, que en caso de alarma, éstos conmuten y puedan ser conectados a una fuente de señalización (ya sea sonora o luminosa). Además estos elementos deben independizar la alimentación eléctrica de cada una de las repisas y la protección de las mismas.
- 5.7.7 Las conexiones a realizar en las unidades de central de los sistemas digitales multiplicadores de pares, deberán hacerse en la parte trasera del mismo, ya que debido a la distribución establecida por el ICE para

los edificios de las centrales telefónicas dispone lo siguiente:

Separación entre	Distancia (cm)
Bastidor y bastidor	60
Bastidor y pared trasera del edificio	60
Bastidor y pared lateral del edificio	20

5.8 ESPECIFICACIÓN ANTISÍSMICA.

- 5.8.1 Los sistemas ofrecidos deberán estar provistos de una estructura o bastidor con anclajes capaces de evitar su volcamiento en caso de un sismo.
- 5.8.2 La estructura y los anclajes deben ser capaces de resistir una fuerza mayor que el 80% del peso del equipo, aplicada horizontalmente a la altura del centro de gravedad del sistema según el Código Sísmico de Costa Rica.
- 5.8.3 Todos los módulos deberán poseer una sujeción mecánica preventiva a la liberación accidental o por causa de movimientos sísmicos.

5.9 ASPECTOS MECÁNICOS.

- 5.9.1 El adjudicatario deberá suministrar los diagramas de las estructuras de montaje, indicando la disposición de las repisas, tarjetas y las dimensiones respectivas de los sistemas multiplicadores de pares.
- 5.9.2 Todos los módulos suministrados estarán alambrados para su capacidad máxima, aún cuando las unidades básicas no sean requeridas de inmediato.
- 5.9.3 Se suministrará con la oferta, un esquema sinóptico típico de la ubicación en donde se especificará claramente el peso del sistema y el bastidor.

- 5.9.4 Se especificará claramente el peso del sistema y el bastidor.
- 5.9.5 Se especificará claramente las dimensiones del sistema.
- 5.9.6 Todos los bastidores deben anclarse directamente al piso del edificio, no a un posible piso falso, en caso de existir.
- 5.9.7 El elemento sujetador formará parte integral del chasis del bastidor.
- 5.9.8 Se presentará un plano con el tipo de anclaje del bastidor al piso del edificio.

5.10 INSTALACIÓN DE LAS UNIDADES REMOTAS O DE ABONADO.

- 5.10.1 Unidades remotas con la facilidad de RDSI.
 - 5.10.1.1 Las unidades remotas solicitadas en este cartel son para uso externo, específicamente para instalación en poste. Por lo tanto deberán estar diseñadas de manera que faciliten el uso de la cinta de acero para sujetar ("band-it") y el uso de herrajes, para su fijación en los diferentes tipos de postes que se enumeran seguidamente:
 - a) Sobre una superficie plana, ya sea una pared o una fachada. En esta superficie pueden utilizarse tornillos para su fijación.
 - b) Sobre un poste de riel. Presenta una cara de aproximadamente 10 cm de ancho sobre la que deberá fijarse el sistema. Estos postes tienen aproximadamente el siguiente perfil:

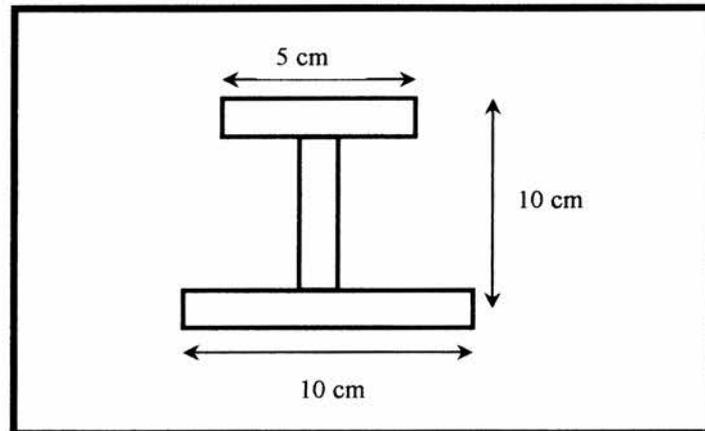


Figura 42: Perfil de poste tipo "Riel"

- c) En un poste cuadrado de concreto, la Unidad de Abonado se instalará en la parte del poste donde el ancho oscila desde 18cm a 28 cm.
 - d) En un poste cilíndrico, de madera o concreto, la Unidad de Abonado se instalará en la parte del poste donde el diámetro del poste oscila desde los 18cm a los 25 cm.
- 5.10.1.2 El ICE podrá instalar más de una unidad de abonado en un mismo poste, para lo cual el ICE ha diseñado, y emplea un herraje especial. El adjudicatario debe investigar este tipo de herraje para ser tomado en cuenta al presentar el prototipo.
- 5.10.2 Unidades remotas con la facilidad de IP
- 5.10.2.1 Para las unidades remotas con tecnología para servir abonados con servicios de IP el diseño de las cajas de las unidades remotas deberán ser las apropiadas para la instalación en fachadas o lo interno del abonado.

- 5.10.2.2 El oferente debe describir claramente el tipo de montaje utilizado para la instalación de su unidad remota.

- 5.10.2.3 El adjudicatario deberá considerar las recomendaciones o modificaciones que funcionarios del ICE realicen al prototipo para que realice observaciones propuestas en caso de presentarse.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- 6.1.1 Los Equipos Multiplicadores de Pares al utilizar la tecnología G.SHDSL, ofrecen servicios que proporcionan un mayor alcance y compatibilidad espectral con otras tecnologías de transmisión como HDSL.
- 6.1.2 Con los Equipos Multiplicadores de Pares con opción de soportar el protocolo IP, se alcanzan velocidades de aproximadamente 1 Mbps en ambos sentidos a una distancia considerable, al compararlo con ADSL. Este permite al usuario recibir datos de su proveedor a una velocidad de hasta 2 Mbps y enviarlos a hasta 640 kbps, lo que le da una ventaja competitiva a los Equipos Multiplicadores de Pares para ser utilizado en aquellas empresas que necesitan enviar y recibir datos en igual proporción.
- 6.1.3 Los Equipos Multiplicadores de Pares son compatibles con todas las redes actuales, como la telefónica conmutada, RDSI, IP, ATM, etc., y a la vez permiten dar servicios simétricos.
- 6.1.4 Con los Equipos Multiplicadores de Pares es posible solventar tanto las necesidades de servicios de voz como las necesidades de servicios de datos (RDSI-BRI o IP) por un único par de cobre.
- 6.1.5 Por cada Sistema Multiplicadores de Pares (Conjunto Unidad Remota y Unidad de Central) es posible liberar cuatro pares de cobre, los cuales pueden ser usados para otras aplicaciones en las que se necesite un

par de cobre dedicado.

- 6.1.6 Se escogen las principales ciudades del territorio nacional para la implementación del posible plan piloto por su densidad de población y requerimientos de servicios de datos de banda ancha.
- 6.1.7 Los Equipos Multiplicadores de Pares propuestos mejoran las facilidades que proporcionan los equipos RDSI, ADSL o líneas G.SHDSL ya que además de dar estos servicios permiten dar cuatro servicios de voz adicionales.
- 6.1.8 La implementación del posible plan piloto corresponde a una etapa posterior a la formulación de este proyecto por lo tanto para poder realizar este, es necesario reunirse con personal de la UEN Servicio al Cliente para tomar esta decisión, a la vez definir las cantidades y localidades más adecuadas de acuerdo con sus intereses.
- 6.1.9 De los diferentes fabricantes de equipos de ganancia de pares tomados en cuenta en este estudio con la opción de permitir brindar cuatro servicios POTS + 1 servicio RDSI, se obtuvo que el menor y mayor precio de este tipo de equipo fue de \$72.13 y \$448.18 respectivamente, dando como resultado un promedio de \$159.97 para esta configuración.
- 6.1.10 De los diferentes fabricantes de equipos de ganancia de pares tomados en cuenta en este estudio con la opción de permitir brindar cuatro servicios POTS + 1 servicio IP, se obtuvo que el menor y mayor precio de este tipo de equipo fue de \$77.78 y \$885.08 respectivamente, dando como resultado un promedio de \$336.94 para esta configuración.

6.2 RECOMENDACIONES

- 6.2.1 En el mercado de las telecomunicaciones existe variedad de soluciones para atender la demanda en la Red de Acceso o última milla, para lo cual se utilizan también diversos medios; sin embargo, se recomiendan los Sistemas Multiplicadores de Pares, como una opción viable para solucionar un porcentaje de la demanda de servicios de voz y datos de clientes residenciales y comerciales aprovechando la red de cobre existente.
- 6.2.2 Se recomienda utilizar los equipos para el posible Plan Piloto en sectores del territorio nacional en donde la red de cobre se encuentre saturada con el fin de disminuir el problema y a la vez brindar las facilidades que presentan estos equipos.
- 6.2.3 En lo que respecta al sistema de gestión de estos equipos, se recomienda coordinar con personal de la dependencia de Tecnología de Información del ICE, para establecer las especificaciones técnicas del software, y temas relacionados, para que estos equipos pueden integrarse transparentemente a la Red IP de la Institución.
- 6.2.4 La propuesta de cantidades y localidades que se recomiendan deben ser evaluadas por el personal idóneo de la UEN Servicio al Cliente ya que los criterios de diseño para establecerlas pueden variar.

CAPITULO 7: BIBLIOGRAFÍA

Curso Ahciet. BANDA ANCHA TECNOLOGÍAS XDSL, 2003.

Instituto Costarricense de Electricidad (2002). Manual de Planta Externa.
San José: ICE.

Brenes Cachón, Albam. *Los trabajos finales de graduación: su elaboración y presentación en ciencias sociales* (4ª Reimpresión de la 1ª. ed). San José, CR.EUNED, 1995.

Quesada Garita, Eladio. GENERALIDADES DE TELECOMUNICACIONES,
Curso ICE. Julio del 2002.

Kessler, G., Southwick, P. *RDSI: Conceptos, funcionales y servicios.*(4ta ed).
Madrid, McGraw-Hill. 2001.

<http://www.ips.si/>

<http://www.cibertec.com>

<http://www.intracom.gr>

<http://www.telspec.co.uk/product.asp?id=31>

http://www.dslforum.org/aboutdsl/shdsl_faq.html

<http://www.metalink.co.il/html/prod-sdsl.html>

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios
RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

http://www.dsllife.com/tutorial/SHDSL_wp.pdf

http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/dsl.htm

APÉNDICE 1: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EQUIPOS MULTIPLICADORES DE PARES SOLICITADAS A LOS FABRICANTES

Parámetro	4 canales
Transmisión Digital	
Método de transmisión, tecnología.	
Código de Línea	
Impedancia de línea (Ω /Km)	
Resistencia de bucle (Ω)	
Atenuación (dB/Km)	
Distancia máxima sin uso de repetidor (4mm)(Km)	
Transmisión de Voz	
Cancelación de Ecos	
Técnica de Codificación de voz	
Pérdida por inserción(dB)	
Disfonía	
Impedancia nominal de línea(Ω)	
Canal de señalización para la Transmisión	
Tasa de pulsos en marcación	
Frecuencia de timbrado Unidad de Central (Hz)	
Frecuencia de timbrado Unidad Remota(Hz)	
Voltaje de detección Unidad de Central(V_{RMS})	
Voltaje de detección Unidad Remota(V_{RMS})	
Unidad Remota (RT)	
Alcance, incluyendo el teléfono (Km)	
Capacidad de timbre	
Corriente de bucle(mA)	
Impedancia terminal (Ω)	
Impedancia de balance(Ω)	
Unidad de Central (COT)	
Impedancia terminal(Ω)	
Impedancia de balance(Ω)	
Servicios	
Velocidad DTMF	
Fax (Grupo, cantidad)	
Módems (Velocidad)(Kb/s)	
Alimentación	
Unidad de Central (COT) (V_{CD})	
Voltaje de línea DSL (V_{CD})	
Consumo de la Unidad Remota a su máxima capacidad (W y Amp)	
Consumo de la unidad de central a su máxima capacidad(W y Amp)	
Consumo total de la repisa, todos los abonados trabajando(W y Amp)	
Consumo total del bastidor, todos los abonados trabajando(W y Amp)	

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

APÉNDICE 2: PROPUESTA ECONÓMICA

Tabla 25: EQUIPOS CON SERVICIOS RDSI

Costo por Solución Equipos/RDSI	EMPRESA A			EMPRESA B			EMPRESA C		
	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales
Unidades de Central POTS/RDSI	1000	172	\$ 172.000	250	259	\$ 64.750	1000	1083	\$ 1.083.000
Unidades Remotas	1000	197	\$ 197.000	1000	286	\$ 286.000	1000	1105	\$ 1.105.000
Tarjetas de Supervisión	63	160	\$ 10.080	18	204	\$ 3.672	67	449	\$ 30.083
Repisas	63	92	\$ 5.796	18	240	\$ 4.320	67	260	\$ 17.420
Bastidores (RACKs)	9	230	\$ 2.070	3	629	\$ 1.887	9	338	\$ 3.042
Paneles de Protección	9	105	\$ 945	0	0	\$ 0	9	202	\$ 1.818
HUB	9	50	\$ 450	0	0	\$ 0	9	60	\$ 540
Total	\$ 388.341,00			\$ 360.629,00			\$ 2.240.903,00		
	Nº Soluciones	POTS	RDSI	Nº Soluciones	POTS	RDSI	Nº Soluciones	POTS	RDSI
	Total POTS	4000	1000	Total POTS	0	5000	Total POTS	4000	1000
	\$/solución	\$77,67	\$77,67	\$/solución	\$72,13	\$72,13	\$/solución	\$448,18	\$448,18
	Total	\$310.672,80	\$77.668,20	Total	\$0,00	\$360.629,00	Total	\$1.792.722,40	\$448.180,60

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Tabla 26: EQUIPOS CON SERVICIOS RDSI

Costo por Solución Equipos/RDSI	EMPRESA D			EMPRESA E			EMPRESA F		
	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales
Unidades de Central POTS/RDSI	1000	297	\$ 297.000	1000	241	\$ 241.000	1000	226	\$ 226.000
Unidades Remotas	1000	342	\$ 342.000	1000	260	\$ 260.000	1000	249	\$ 249.000
Tarjetas de Supervisión	84	73	\$ 6.132	143	238	\$ 34.034	63	410	\$ 25.830
Repisas	84	123	\$ 10.332	143	297	\$ 42.471	63	155	\$ 9.765
Bastidores (RACKs)	17	357	\$ 6.069	36	303	\$ 10.908	11	373	\$ 4.103
Paneles de Protección	17	306	\$ 5.202	36	469	\$ 16.884	11	328	\$ 3.608
HUB	17	1020	\$ 17.340	0	0	\$ 0	11	120	\$ 1.320
Total	\$ 684.075,00			\$ 605.297,00			\$ 519.626,00		
	Nº Soluciones	POTS	RDSI	Nº Soluciones	POTS	RDSI	Nº Soluciones	POTS	RDSI
	Total POTS	0	5000	Total POTS	0	5000	Total POTS	4000	1000
	\$/solución	\$0,00	\$136,82	\$/solución	\$0,00	\$121,06	\$/solución	\$103,93	\$103,93
	Total	\$0,00	\$684.075,00	Total	\$0,00	\$605.297,00	Total	\$415.700,80	\$103.925,20

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Tabla 27: EQUIPOS CON SERVICIOS IP

Costo por Solución Equipos/IP	EMPRESA A			EMPRESA B			EMPRESA C		
	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales
Unidades de Central POTS/IP	1000	144	\$ 144.000	250	496	\$ 124.000	1000	1093	\$ 1.093.000
Unidades Remotas	1000	168	\$ 168.000	1000	255	\$ 255.000	1000	1115	\$ 1.115.000
Tarjetas de Supervisión	63	160	\$ 10.080	18	204	\$ 3.672	67	449	\$ 30.083
Repisas	63	92	\$ 5.796	18	240	\$ 4.320	67	260	\$ 17.420
Bastidores (RACKs)	9	230	\$ 2.070	3	629	\$ 1.887	9	338	\$ 3.042
Paneles de Protección	9	105	\$ 945	0	0	\$ 0	9	202	\$ 1.818
HUB	9	50	\$ 450	0	0	\$ 0	9	60	\$ 540
Total	\$ 331.341,00			\$ 388.879,00			\$ 2.260.903,00		
	Nº Soluciones	POTS	IP	Nº Soluciones	POTS	IP	Nº Soluciones	POTS	IP
	Total POTS	1000	1000	Total POTS	4000	1000	Total POTS	4000	1000
	\$/solución	\$165,67	\$165,67	\$/solución	\$77,78	\$77,78	\$/solución	\$452,18	\$452,18
	Total	\$165.670,50	\$165.670,50	Total	\$311.103,20	\$77.775,80	Total	\$1.808.722,40	\$452.180,60

143

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 2000

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Tabla 28: EQUIPOS CON SERVICIOS IP

Costo por Solución Equipos/IP	EMPRESA D			EMPRESA F		
	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales	Cantidad	Precio Unitario \$	Totales
Unidades de Central POTS/IP	1000	438	\$ 438.000	500	430	\$ 215.000
Unidades Remotas	1000	372	\$ 372.000	1000	282	\$ 282.000
Tarjetas de Supervisión	84	73	\$ 6.132	32	410	\$ 13.120
Repisas	84	123	\$ 10.332	32	155	\$ 4.960
Bastidores (RACKs)	17	357	\$ 6.069	6	373	\$ 2.238
Paneles de Protección	17	306	\$ 5.202	6	328	\$ 1.968
HUB	17	1020	\$ 17.340	6	120	\$ 720
Total		\$ 855.075,00		\$ 520.006,00		
	Nº Soluciones	POTS	IP	Nº Soluciones	POTS	IP
	Total POTS	0	1000	Total POTS	4000	1000
	\$/solución	\$0,00	\$855,08	\$/solución	\$104,00	\$104,00
	Total	\$0,00	\$855.075,00	Total	\$416.004,80	\$104.001,20

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total

NOTA: para realizar el cálculo por solución se dividió el monto total cotizado entre 5000

Equipos Multiplicadores de Pares que permiten brindar servicios RDSI e IP utilizando la tecnología G.SHDSL

Tabla 29: PRECIO PROMEDIO POR SOLUCIÓN POTS

CUADRO DE PRECIOS PARA EQUIPOS DE 4 CH POTS									
# OFERTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MONTO TOTAL	\$1.385.599,00	\$3.396.539,00	\$5.956.551,00	\$3.233.670,86	\$3.529.529,69	\$1.815.333,00	\$1.658.504,69	\$4.412.207,30	\$2.637.414,96
\$/SOLUCIÓN	\$48,60	\$119,13	\$208,91	\$113,41	\$123,79	\$63,67	\$58,17	\$154,75	\$92,50
PRECIO PROMEDIO	\$109,21								

Tabla 30: PRECIO PROMEDIO POR SOLUCIÓN POTS+RDSI

CUADRO DE PRECIOS PARA EQUIPOS POTS + RDSI						
EMPRESA	A	B	C	D	E	F
MONTO TOTAL	\$388.341,00	\$360.629,00	\$2.240.903,00	\$684.075,00	\$605.297,00	\$519.626,00
\$/SOLUCIÓN	\$77,67	\$72,13	\$448,18	\$136,82	\$121,06	\$103,93
PRECIO PROMEDIO	\$159,97					

Tabla 31: PRECIO PROMEDIO POR SOLUCIÓN POTS+IP

CUADRO DE PRECIOS PARA EQUIPOS POTS + IP					
EMPRESA	A	B	C	D	F
MONTO TOTAL	\$331.341,00	\$388.879,00	\$2.260.903,00	\$855.075,00	\$520.006,00
\$/SOLUCIÓN	\$165,67	\$77,78	\$452,18	\$885,08	\$104,00
PRECIO PROMEDIO	\$336,94				

APÉNDICE 3: GLOSARIO

A

A/Amp(s): Amperio(s), también se utiliza mA (miliamperio(s)).

Abonado: Persona natural o jurídica usuaria, bajo contrato, de una red pública de telecomunicaciones, a la cual tiene derecho a acceder para establecer sus comunicaciones.

Acometida: Unión de la línea de abonado con la línea de transmisión principal

ADPCM: Modulación por codificación de pulsos diferencial adaptativa. (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation.*)

ADSL: Línea de Abonado Digital Asimétrica. Una tecnología de transmisión de gran velocidad que utiliza los bucles locales existentes para transmitir servicios telefónicos tradicionales y datos desde y hacia la localización del usuario.

Analógico: Término relativo a una técnica de transmisión que se realiza modulando (variando) alguno de los parámetros (amplitud, frecuencia o fase) directamente de la señal de información.

ANSI: American National Standards Institute. Acredita e implementa las normas. Miembro del ISO.

ATM: Modo de Transferencia Asíncrono. Una técnica de conmutación y multiplexación con un ancho de banda grande, bajo retardo, orientado a la conexión que utiliza celdas de tamaño fijo de 53 bytes.

Atenuación: La disipación de potencia de una señal transmitida cuando pasa por un alambre.

AWG: Calibre Americano del Alambre. Una indicación del tamaño del alambre. Entre más grueso sea el calibre, menor es el número del AWG y menor la impedancia.

B

Bastidor: Armazón de madera o metal que soporta la instalación de repisas.

BER: Razón de Errores de Bits. La medición de la calidad de transmisión que indica el número de bits incorrectamente transmitidos en un flujo de bits dado comparado al número total de bits transmitidos en una cantidad de tiempo dada.

Bit: abreviatura de binary digit (dígito binario). El bit es la unidad más pequeña de almacenamiento en un sistema binario dentro de una computadora.

Bps: Bits por segundo. Indica la velocidad a la que se transmiten los bits para una conexión de datos.

Byte: unidad de información utilizada por las computadoras. Cada byte está compuesto por ocho bits.

C

Cable primario: En la red telefónica, muchos pares de cobre aislados se ponen juntos dentro de un cable llamado cable primario.

CCITT: Comité de Información Internacional de Telecomunicaciones (Consultative Committee for International Telephony and Telegraphy)

CH: Abreviatura de Canal.

D

dBm: dB con referencia a 1 mW, o sea $0 \text{ dBm} = 1 \text{ mW}$ a 600 ohmios.

Diafonía: Distorsión de la línea que se puede dar debido al acople entre pares de alambres cuando estos están en el mismo grupo utilizado para la transmisión de señales separada.

DSL: Línea de Abonado Digital. El DSL es una tecnología de transmisión por bucle de cobre que permite el acceso a gran velocidad en el bucle local.

DSLAM: Multiplexor de Acceso al DSL. Brinda acceso a Intranet e Internet a gran velocidad sobre el cableado telefónico de cobre tradicional utilizando

DTMF: Multifrecuencia de tono dual (Dual Tone Multi Frequency), es la señal que se genera hacia la compañía telefónica cuando se presionan las teclas de un teléfono en modo de tonos.

E&F

Ethernet: Tipo de red de área local desarrollada en forma conjunta por Xerox, Intel y Digital Equipment. Se apoya en la topología de bus. Y que tiene un ancho de banda de 100 Mbps. Estandarizada por IEEE.

ETSI: Instituto Europeo de Regularización de las Telecomunicaciones. Una organización que produce normas técnicas en el área de las telecomunicaciones.

FDM: Multiplexación por División de Frecuencia.

FRAME RELAY: Frame Relay es una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones.

G&H

G.SHDSL: Línea de Abonado Digital Simétrica de tasa máxima (Symmetric High bit rate Digital Subscriber Line)

HDSL: DSL de Alta Velocidad. Una tecnología que permite brindar un servicio T1/E1 bidireccional sobre un par trenzado sin pantalla, sin utilizar repetidores hasta 20,000 pies.

Hertz(Hz): Medición de Frecuencia. 1 hertz = 1 ciclo por segundo.

I&K

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad. Institución del estado costarricense que se dedica a las aqel código de línea 2B1Q.

IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y de Electrónica.

IETF: Fuerza de Trabajo de Ingeniería de Internet. El primer grupo de trabajo en desarrollar nuevas normas TCP/IP para Internet.

IMAP: Plataforma de acceso multiservicios integrada

Interfaz: Es un punto información especificado intercambiar, de una vía de comunicación que permite el intercambio de entre dos dispositivos o sistemas y para el que se han sus características físicas, eléctricas y el tipo de señales a así como su significado.

IP: Protocolo de Internet. Un protocolo de gestión de redes abierto utilizado para la entrega de paquetes por Internet.

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones. La agencia de las telecomunicaciones de los Naciones Unidas, establecida para proporcionar procedimientos de comunicaciones regularizados. Anteriormente conocido como CCITT.

Kbps: Kilobits por segundo. Un kilobit es 1,024 bits.

L

LAN: Red de Área Local (Local Area Network). Es un grupo de computadoras y dispositivos asociados que comparten un mismo sistema de comunicación sea cableado o inalámbrico y típicamente comparten además los recursos de un procesador o servidor dentro de una pequeña área geográfica.

LP: Licitación Pública.

LT: Terminal Local (Local Terminal)

M

Mbps: Megabits por segundo. Un megabit es 1,048,576 bits.

MDF: Distribuidor Principal. El punto donde todos los bucles locales se conectan a una central telefónica.

N&O

NT1: Terminal de Red 1 (Network Terminal 1)

NT2: Terminal de Red 2 (Network Terminal 2)

P

PCM: Modulación por codificación de pulsos, (pulse code modulation (PCM)).

POTS: Servicio Telefónico Tradicional (Plain Old Telephone Service). Servicio telefónico normal sobre la Red Pública Conmutada, con un ancho de banda analógico de menos de 4 KHz.

PSTN: Red Telefónica Pública Conmutada. Término genérico para el conjunto de redes que brindan el servicio público de conmutación telefónica.

PVC: Policloruro de vinilo.

Q&R

RDSI: Red Digital de Servicios Integrados. Servicio de telecomunicaciones con acceso a la conmutación de circuitos para la red pública con velocidades de 64 kbps o Nx64 para la transmisión de voz, datos y video. La razón de transmisión básica del RDSI (BRI) y la razón de transmisión primaria del RDSI (PRI) son dos tipos de servicio RDSI.

S

SDSL: DSL Simétrico. DSL simétrico de un solo par.

SNMP: Protocolo Simple de Gestión de Red. Protocolo para la gestión de redes utilizando protocolos de Internet TCP/IP.

SNT: Sistema Nacional de Telecomunicaciones.

T

TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet, (Transmission Control Protocol / Internet Protocol).

TC-PAM: Modulación por amplitud de pulsos con codificación reticular (utilizada en modo datos) *Trellis coded PAM*.

TDM: Multiplexación por división de tiempo (Time División Multiplexing). Método para colocar múltiples señales en una sola línea de transmisión, separando las señales en pequeñas partes que se envían cada cierto periodo.

TE1: Equipo terminal 1 (Terminal Equipment 1).

TE2: Equipo terminal 2 (Terminal Equipment 2).

U&V

UC: Unidad de Central.

UENDEP: Unidad Estratégica de Negocios de Desarrollo y Ejecución de Proyectos.

UR: Unidad Remota.

US: Unidad de supervisión.

VDSL: DSL con una Muy Alta Razón de Transmisión. Generalmente se refiere a una velocidad de transmisión de datos de 25 a 50 Mbps para distancias muy cortas.

VPN: Red privada virtual (Virtual Private Network)

W&X

xDSL: Otra forma de referirse genéricamente a cualquiera de las variantes de los servicios DSL: ADSL, HDSL, SDSL, RADSL, IDSL, VDSL.

x.25: La norma X.25 es el estándar para redes de paquetes recomendado por CCITT.