

INDICE

CURSO TELEFONIA DIGITAL

1. ANTECEDENTES.....	1
2. CONCEPTOS BÁSICOS	2
2.1. COMUNICACIÓN	2
2.2. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	2
2.3. TRANSMISIÓN ASÍNCRONA	3
2.4. TRANSMISIÓN SÍNCRONA	3
2.5. SECUENCIAS DE TRANSMISIÓN.....	3
2.6. NIVELES OSI	3
2.7. TOPOLOGÍA	5
2.7.1. <i>Malla</i>	5
2.7.2. <i>Estrella</i>	5
2.7.3. <i>Bus</i>	5
2.7.4. <i>Anillo</i>	5
2.7.5. <i>Árbol</i>	5
2.8. MEDIOS DE TRANSMISIÓN	7
2.8.1. <i>Pares de hilos</i>	7
2.8.2. <i>Cable de cuadretes</i>	7
2.8.3. <i>Cable coaxial</i>	7
2.8.4. <i>Fibra óptica</i>	8
2.8.5. <i>Enlaces de Microondas</i>	8
2.8.6. <i>Comunicaciones por satélite</i>	8
2.9. TRANSMISIÓN	8
2.9.1. <i>Líneas de transmisión en banda base</i>	8
2.9.2. <i>Líneas de transmisión digital</i>	8
3. RED TELEFONICA DE PARES.....	10
3.1. COBRE COMO PORTADOR	10
3.2. CABLES DE PARES.....	11
3.2.1. <i>Construcción</i>	11
3.2.2. <i>Tipos de cables</i>	11
3.3. RED DE PARES.....	12
3.3.1. <i>Red de dispersión</i>	14
3.4. CAJAS DE DERIVACION	15
3.5. REGLETAS.....	17
3.6. EMPALMES	18
3.7. PROTECCIONES	19
3.7.1. <i>Toma de tierra</i>	19
3.7.2. <i>Montaje de protecciones</i>	19
3.7.3. <i>Causas de perturbación e incidencia</i>	20
3.7.3.1. Causas de perturbación e incidencia	20
3.7.3.2. Influencias electromagnéticas transitorias (EMI)	21

3.7.3.3.	Influencias electromagnéticas debidas al acoplamiento de señales en redes (EMI-AC)....	22
3.7.3.4.	Contacto galvánico directo con líneas de tensión (Power crossing).....	22
3.7.4.	<i>Situación de las protecciones en el bucle local</i>	22
3.7.5.	<i>Tipos de protección</i>	24
3.7.5.1.	Protección a 3 puntos.....	24
3.7.5.2.	Protección gradual y a 5 puntos	24
3.8.	MEDIDAS EN REDES DE PARES	26
3.8.1.	<i>Resistencia de aislamiento</i>	28
3.8.2.	<i>Capacidad</i>	28
3.8.3.	<i>Desequilibrio de capacidad</i>	29
3.8.4.	<i>Tensión</i>	29
3.8.5.	<i>Paradiafonía psofometrizada</i>	30
3.8.6.	<i>Simetría</i>	31
3.8.7.	<i>Resistencia de bucle</i>	31
3.8.8.	<i>Atenuación</i>	33
3.9.	ETAPAS DE MEDIDA	33
3.9.1.	<i>Avería</i>	33
3.9.1.1.	Defecto.....	33
3.9.1.2.	Errores	34
4.	INFRAESTRUCTURAS COMUNES DE TELECOMUNICACIÓN	36
4.1.	ESQUEMA GENERAL DE ICT	37
4.2.	PROYECTO TÉCNICO	38
4.3.	TELEFONÍA PÚBLICA Y TELECOMUNICACIONES POR CABLE	39
5.	CABLEADO ESTRUCTURADO	40
5.1.	ETHERNET PAR TRENZADO (PAR TRENZADO): 10BASE-T, UTP	40
5.2.	CATEGORIAS DE CABLES	44
5.2.1.	<i>Categoría 5</i>	44
5.2.2.	<i>Categoría 5e</i>	44
5.2.3.	<i>Categoría 6</i>	44
5.3.	INSTALACIONES DE CABLEADO ESTRUCTURADO	46
5.4.	MEDIDAS DE CALIDAD.....	48
5.5.	CONECTOR RJ45	49
6.	TELÉFONO	52
6.1.	FUNCIONAMIENTO DEL TELÉFONO	52
6.2.	TIPOS DE TERMINALES	53
6.2.1.	<i>Disco</i>	53
6.2.2.	<i>DTMF (Dual Tone MultiFrequency)</i>	53
6.2.3.	<i>Digitales</i>	54
7.	CONMUTACIÓN	55
7.1.	CENTRALES.....	55
7.2.	INTERCONEXIÓN	56
7.3.	SEÑALIZACIÓN	58
7.3.1.	<i>Evolución histótica</i>	58
7.3.2.	<i>Señalización de acceso a la línea</i>	59
7.3.3.	<i>Sistemas se señalización</i>	59
7.3.3.1.	Señalización en banda	59
7.3.3.2.	Señalización fuera de banda	60
7.3.3.3.	Señalización digital.....	60
7.3.3.4.	Señalización por canal común.....	60
7.3.4.	<i>Protocolos de señalización</i>	60

7.3.4.1.	SS6	61
7.3.4.2.	CCIS (Common Channel Interoffice Signalling)	61
7.3.4.3.	SS7	61
7.3.5.	TIPOS DE SEÑALIZACIÓN	61
7.4.	REDES INTELIGENTES	63
7.4.1.	<i>Inteligencia de red</i>	63
7.4.1.1.	Encaminamiento inteligente	63
7.4.1.2.	Servicios de red inteligente	64
7.4.2.	<i>Elementos de red de señalización</i>	64
8.	RDSI	65
8.1.	INTRODUCCIÓN	65
8.2.	NUMERACIÓN RDSI	66
8.3.	AGRUPACIONES FUNCIONALES	66
8.3.1.	<i>Equipo terminal 1 (ET1)</i>	67
8.3.2.	<i>Equipo terminal 2 (ET2)</i>	67
8.3.3.	<i>Adaptador de terminal (AT)</i>	67
8.3.4.	<i>Terminación de Red 2 (TR2)</i>	68
8.3.5.	<i>Terminación de Línea (TL)</i>	68
8.3.6.	<i>Terminación de Central (TC)</i>	69
8.4.	PUNTOS DE REFERENCIA	70
8.4.1.	<i>Punto de referencia S</i>	70
8.4.2.	<i>Punto de referencia T</i>	70
8.4.3.	<i>Punto de referencia U</i>	71
8.4.4.	<i>Punto de referencia V</i>	71
8.4.5.	<i>Punto de referencia R</i>	71
8.5.	CANALES DE ACCESO	71
8.5.1.	<i>Acceso de usuario</i>	71
8.6.	SERVICIOS	72
8.6.1.	<i>Servicios portadores</i>	72
8.6.1.1.	Servicios en modo circuito	73
8.6.1.2.	Servicios por conmutación de paquetes	73
8.6.2.	<i>Teleservicios</i>	74
8.6.3.	<i>Servicios suplementarios</i>	74
8.7.	PROTOCOLOS	75
8.7.1.	<i>Capa 1</i>	75
8.7.2.	<i>Capa 2</i>	76
8.7.3.	<i>Capa 3</i>	77
8.8.	TOPOLOGÍAS DE ACCESO	79
8.8.1.	<i>Bus pasivo corto</i>	79
8.8.2.	<i>Bus pasivo extendido o ampliado (pto-mpto)</i>	80
8.8.3.	<i>Bus largo o Bus punto a punto</i>	80
8.9.	CONEXIONADO	80
9.	PABX	82
9.1.	INTRODUCCIÓN	82
9.2.	ESTRUCTURA DE LA PBX	82
9.2.1.	<i>Convertor AC/DC y Fuente de Poder</i>	82
9.2.2.	<i>CPU</i>	83
9.2.3.	<i>Memoria</i>	83
9.2.4.	<i>Almacenamiento no volátil</i>	83
9.2.5.	<i>Interfaces de Equipo Periférico</i>	83
9.2.6.	<i>Concentrador</i>	84
9.2.7.	<i>Conmutación</i>	84

9.2.8.	Procesadores de Entrada / Salida.....	84
9.2.9.	Generador de Timbrado	84
9.2.10.	Circuitos Auxiliares	84
9.2.11.	Redundancia	85
9.3.	TERMINALES.....	85
9.4.	CONEXIÓN A LA RED PÚBLICA (ANALÓGICA Y DIGITAL).....	85
9.4.1.	E-1.....	86
9.4.2.	ISDN.....	86
9.5.	FACILIDADES DE LAS PBX	86
9.6.	FACILIDADES ESPECIFICAS.....	87
9.7.	REDES DE CENTRALES.....	88
9.7.1.	Protocolos de enlaces analógicos.....	88
9.7.1.1.	E&M	88
9.7.1.2.	Troncal – Interno	88
9.7.1.3.	Protocolos de enlaces digitales.....	89
9.7.2.	Selección automática de rutas	89
9.8.	EQUIPOS INTEGRADOS A LAS PBX	89
9.8.1.	Correo de Voz.....	89
9.9.	DIMENSIONAMIENTO DE LA PBX.....	90
9.10.	TRÁFICO EN LA PBX:	90
10.	TRANSMISIÓN	91
10.1.	PCM.....	91
10.2.	E1	92
10.3.	PDH	93
10.4.	SDH	94
10.4.1.	Estructura de la trama SDH	95
10.4.1.1.	FORMACION DE TRAMAS.....	96
10.4.2.	ELEMENTOS DE RED.....	100
10.4.3.	TOPOLOGIAS	101
10.4.4.	SINCRONIZACION	101
10.4.5.	GESTION DE RED.....	101
11.	ADSL Y XDSL	103
11.1.	ADSL	103
11.2.	HDSL	107
11.3.	SHDSL.....	108
11.4.	VDSL	108
12.	APÉNDICE	109
12.1.	CÁLIBRE DE CABLES.....	109
12.2.	VOLTAJE Y CORRIENTES DE INTERFACES.....	109
12.3.	ETHERNET	110
12.4.	COMUNICACIONES SERIE.....	111
12.5.	RS-232	112
12.6.	CONECTOR DB-25 Y DB-9 PARA PUERTO SERIE.	113
12.7.	CABLE SERIE DESDE UNA SALIDA MULTI-PORT A IMPRESORA O DISPOSITIVO ESTÁNDAR:	114
12.8.	CONEXIONADO DE CABLE RS-232 PARA NULL-MODE	115
12.9.	CONECTOR RJ-11	117
13.	ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES	118

1. Antecedentes

- 1.838 El telégrafo es inventado y perfeccionado por Samuel F. B. Morse.
- 1.878 Alexander G. Bell inventa el teléfono.
- 1.878 Primera central de conmutación local en Hartford (EE.UU.). Planta de 1.000 teléfonos en EE.UU.
- 1.880 Planta de 50.000 teléfonos en EE.UU.
- 1.881 La transmisión se realizaba por un solo hilo de hierro. El técnico John Carty conecta accidentalmente dos hilos descubriéndose una mejora en la calidad de la comunicación.
- 1.884 Strowger, funerario de profesión, desarrolla el primer sistema de conmutación no manual en Kansas (EE.UU.)
- 1.892 Posibilidad de cursar llamadas entre Nueva York y San Francisco. La señalización manual tardaba 23 minutos.
- 1.915 Posibilidad de cursar llamadas entre Nueva York y San Francisco. La señalización manual tardaba 23 minutos.
- 1.937 PCM
- 1.938 Primera central de conmutación basada en barras cruzadas entra en funcionamiento en Nueva York (EE.UU.)
- 1.960 Transmisión digital entre dos centrales
- 1.965 Primera central de conmutación electrónica entra en producción en New Jersey.
- 1.969 Nacimiento de Internet.
- 1.971 Primer trabajo de CCITT sobre Redes de Servicios Integrados
- 1.972 Primer correo electrónico
- 1.970-80 Sustitución de las centrales analógicas por centrales digitales.
- 1.984-88 Primeras pruebas de RDSI con estándares nacionales.
- 1.990 Nacimiento de la WEB.
- 1.993-94 Explosión de la WEB.
- 6-1-1.997 Congestión del sistema telefónico en San Francisco debido a las conexiones a Internet.

2. Conceptos básicos

2.1. Comunicación

Entendemos por comunicación el intercambio de información entre dos o más individuos o entidades de proceso. Esta definición va más allá del simple transporte ya que, para que exista un verdadero proceso de comunicación, la información debe llegar a su destino sin sufrir alteraciones en su contenido y debe ser interpretada con el mismo sentido que tenga para el origen.

Cuando se envían datos por un canal de transmisión analógico (por ejemplo una línea telefónica de RTB) es preciso modular la señal en origen y demodularla en el destino; el aparato que realiza esta función se llama módem. Inversamente, cuando enviamos una señal analógica por un canal de transmisión digital tenemos que codificarla en origen y decodificarla en destino, para lo cual se utiliza un aparato denominado códec; por ejemplo un teléfono RDSI es un códec, ya que convierte una señal analógica (la voz humana) en digital, y viceversa; un sistema de videoconferencia es un códec puesto que convierte una señal analógica (la imagen en movimiento captada por la cámara) en una señal digital (la transmitida por RDSI u otro medio); también hay un códec en cualquier sistema de grabación digital de sonido (CD, Minidisc, dcc, DAT). Es frecuente referirse a los códecs como conversores analógico-digital o conversores A/D, aunque en telecomunicaciones suele preferirse la denominación códec.

Para desempeñar su labor un códec debe muestrear periódicamente la onda a digitalizar, y convertir su amplitud en una magnitud numérica. Por ejemplo los sistemas de grabación digital del sonido en CD muestrean la señal de cada canal de audio 44 100 veces por segundo (44,1 kHz) y generan para cada muestra un número entero de 16 bits que representa la amplitud de la onda. En la decodificación se realiza el proceso inverso.

2.2. Velocidad de transmisión

Baudio: Mide la velocidad máxima de los cambios de la señal en línea o, dicho de otra forma es la inversa del intervalo significativo mínimo (tiempo mínimo que precisa el receptor que la señal permanezca en línea para reconocer el símbolo).

Bit por segundo: Mide la velocidad de transferencia de información, es decir el número real de bits que se transfieren cada segundo. De este modo en los ejemplos de modulación de bit anteriores la velocidad de cambio de la señal en línea era de 2400 baudios mientras que la velocidad de transmisión era de 4800 bps.

De acuerdo con esto los términos baudio y bit por segundo sólo se pueden utilizar indistintamente cuando a cada estado significativo en línea le corresponda un bit de información.

2.3. Transmisión asíncrona

Los dos extremos de la comunicación tienen relojes independientes de la misma frecuencia nominal. Mientras no se transmite información la línea se mantiene en un estado (generalmente en alto). Para iniciar la comunicación el emisor introduce un bit a cero llamado de START, a continuación se transmiten los bits correspondientes al carácter de información, para concluir con al menos 1, 1.5 o 2 bits en alto llamados de STOP. Entre caracteres consecutivos puede mediar cualquier separación, permaneciendo todo el tiempo la línea a estado 1. La información se transmite por tanto carácter a carácter.

2.4. Transmisión síncrona

En las transmisiones síncronas las líneas de transmisión se utilizan únicamente para codificar datos con lo que no se malgastan bits de START/STOP. Para evitar por tanto los problemas de la transmisión asíncrona en las transmisiones síncronas el receptor utilizar el mismo reloj que el emisor.

2.5. Secuencias de transmisión

Además de por el tipo de sincronismo utilizado las comunicaciones se clasifican en función de la secuencia, el orden en que se produce el intercambio de información. □ De este modo decimos que se trata de una Comunicación Simplex cuando se produce en un único sentido. Generalmente el carácter unidireccional es debido a que uno de los extremos no tiene capacidad para comunicación en los dos sentidos. Este esquema es de escaso uso salvo en el caso de telemetría o redes de captura de datos de campo.

Llamamos Comunicación Semidúplex (Half-Duplex) a aquella que se produce en ambos sentidos pero no de forma simultánea sino alternativamente. Generalmente este tipo de sistemas se debe a dos razones fundamentales:

- El medio físico es incapaz de mantener la comunicación en ambos sentidos simultáneamente.
- Pueda darse la circunstancia de que el medio sí sea capaz de soportarlo pero el protocolo utilizado lo establezca así.

En cualquier caso la alternancia en la comunicación exige un cierto tiempo para cada inversión del sentido, que reduce la eficiencia del sistema. Por último hablamos de Comunicación Dúplex Integral (Full-Duplex) cuando la transmisión es simultánea e independiente en ambos sentidos.

2.6. Niveles OSI

La filosofía esencial del modelo de referencia es dividir las tareas de cooperación en partes o módulos o niveles, cada uno de los cuales realiza tareas únicas y específicas. Un nivel utiliza los servicios del nivel inmediatamente inferior, y realiza funciones y provee servicios al nivel inmediatamente superior; así, cada nivel sólo tiene conocimiento de sus niveles adyacentes. Los servicios de un nivel son independientes de su implementación concreta.

El modelo OSI está compuesto por una pila de 7 niveles (capas), cada uno de ellos con una funcionalidad específica, para permitir la interconexión e interoperatividad de sistemas heterogéneos. La utilidad del mismo radica en la separación que en él se hace de las distintas tareas que son necesarias para comunicar dos sistemas independientes.

Es importante señalar que este modelo no es una arquitectura de red en sí mismo, dado que no especifica, en forma exacta, los servicios y protocolos que se utilizan en cada nivel, sino que solamente indica la funcionalidad de cada uno de ellos. Sin embargo, ISO también ha generado normas para la mayoría de los niveles, aunque éstas no forman parte del modelo OSI, habiéndose publicado todas ellas como normas independientes.

Los tres niveles inferiores están orientados al acceso del usuario (comunicaciones de datos); el cuarto nivel al transporte extremo-a-extremo de la información, y los tres superiores a la aplicación.

**PROCESO
DE APLICACIÓN
(USUARIO)**



2.7. Topología

Dejando aparte las conexiones punto a punto y multipunto, las configuraciones de redes más utilizadas, bien de forma independiente o combinadas entre sí son las siguientes.

2.7.1. Malla

Proporciona una serie de conexiones entre nodos y/o terminales, generalmente mediante líneas dedicadas, en función del tráfico, distancia, etc. Generalmente si una conexión falla hay rutas alternativas para reencaminar la información. Es una estructura típica de redes públicas, generalmente WAN (tanto de conmutación de circuitos como de paquetes).

2.7.2. Estrella

Una serie de terminales se interconectan a través de un nodo central. Este nodo puede actuar como mero distribuidor de la información generada por un terminal hacia todos los demás o puede hacer funciones de conmutación y control. Tradicionalmente esta estructura se ha utilizado empleando como nodos centrales grandes ordenadores (Mainframes) uniendo terminales de baja capacidad y coste que soportaban protocolos de presentación.

2.7.3. Bus

Los terminales se conectan al medio en cualquier punto de su longitud. Sólo uno de ellos puede transmitir en cada momento mientras que todos los demás se encontrarán en situación de escucha, recogiendo la información aquél al que vaya destinada. Es una estructura muy utilizada en redes LAN (tipo Ethernet). Como el medio actúa de soporte común para todos los terminales deben establecerse protocolos que gobiernen la comunicación.

Este tipo de estructuras tienen la desventaja de que si falla el medio todas las estaciones se ven afectadas, cae toda la red.

2.7.4. Anillo

Los terminales se conectan en bucle actuando también como retransmisores. Es decir la red la conforman un conjunto de enlace punto a punto cerrando un ciclo. La información enviada por un terminal va pasando por todos los demás hasta que alcance el destino.

Es una estructura típica de redes LAN (tipo Token Ring), MAN (FDDI) y troncales como SDH y DWDM.

2.7.5. Árbol

Esta estructura proporciona unas conexiones (generalmente mediante líneas dedicadas) de tipo jerárquico entre ordenadores y terminales. Típicamente los caminos entre estaciones son únicos, por lo que si se interrumpe un camino no hay posible alternativa.

Se puede realizar una red con topología lógica tipo árbol con una red tipo malla, pasando la información de un nodo a otro de orden superior y así sucesivamente.

2.8. Medios de transmisión

Los medios de transmisión se clasifican en diferentes tipos, según sea el medio que utilicen para transmitir las señales:

Por un lado, tenemos los medios de transmisión por línea o portadores, que están constituidos por cables de diferentes tipos. Según la naturaleza del conductor, podemos distinguir entre:

- Cables metálicos (cables convencionales): Los tipos básicos son: los cables de pares, cables de pares trenzados y apantallados, y cables coaxiales.
- Cables con conductor óptico (cables de fibra óptica), son los medios con mayor visión de futuro debido a su gran ancho de banda.

Por otro lado, están la transmisión por ondas electromagnéticas. Dentro de estos sistemas destacaremos los:

- Sistemas de radioenlace(microondas).
- Sistemas radio.
- Comunicaciones vía Satélite.
- Comunicaciones láser inalámbricas.

2.8.1. Pares de hilos.

El cable de pares ha sido empleado para usos muy variados aunque probablemente su uso más común lo constituye comunicar cada abonado del servicio telefónico a la central telefónica local más próxima (tramo de la red telefónica denominado “bucle de abonado”) por lo que está extendido por todo el mundo y ha sido tradicionalmente la base de la conectividad de los ordenadores personales y de las grandes empresas con muchas de las redes de telecomunicaciones.

2.8.2. Cable de cuadretes.

Muy parecido al cable de pares pero con 4 conductores trenzados entre sí por el mismo motivo de interferencias electromagnéticas que nos obligaba a trenzarlos en el anterior tipo de cable. Actualmente es obsoleto aunque existe una planta en funcionamiento.

2.8.3. Cable coaxial.

El cable coaxial, en general, consta de dos conductores, uno, en forma de alambre, llamado núcleo, que va rodeado de una gruesa capa de un material aislante. Alrededor del conjunto, se coloca el segundo conductor (en forma de cilindro compacto o de malla trenzada). Obviamente el segundo conductor, con el resto de elementos en su interior, es protegido cubriéndolo con distintos materiales plásticos.

El cable coaxial de banda base o cable de 50 ohms, se emplea en la transmisión digital de señales sin modular, como su nombre indica.

El cable coaxial de televisión caracteriza por tener una impedancia de 75 ohmios (lo que quiere decir que algún aspecto constructivo es diferente respecto al de banda base) y en sus orígenes fue el encargado de soportar la distribución de señales de vídeo doméstico (televisión por cable).

2.8.4. Fibra óptica.

Los desarrollos en el campo de la tecnología óptica han hecho posible la transmisión de información mediante pulsos de luz. Un pulso de luz puede utilizarse para indicar un bit de valor “1” y la ausencia como un bit a “0”.

Un sistema de transmisión óptica tiene 3 componentes: emisores, receptores y el medio de transmisión.

2.8.5. Enlaces de Microondas.

Vamos a fijarnos en estos últimos, los radioenlaces de microondas, en los cuales la escala de frecuencias de transmisión va desde los 2 a los 40 GHz. Estas frecuencias se han dividido en bandas de portadoras comunes para aplicaciones de tipo gubernamental, militar, enlaces de grandes empresas. La mayor parte del tráfico relacionado con llamadas telefónicas de larga distancia se realiza en la banda de 4 a 6 GHz, y continúa incrementándose su saturación. Existe la posibilidad de emplear bandas de mayor frecuencia, pero éstas resultan de menor utilidad para el tráfico de larga distancia, debido a que su atenuación es mayor a medida que se incrementa la frecuencia.

2.8.6. Comunicaciones por satélite.

Un satélite de comunicaciones se puede considerar como un tipo particular de radioenlace de microondas. Y, en realidad, así es, sólo que su ubicación y versatilidad hacen que su potencia como nodo de red de telecomunicaciones sea superior en varios órdenes de magnitud.

2.9. Transmisión

2.9.1. Líneas de transmisión en banda base

La transmisión en banda base consiste en meter señales en el medio sin modular. El problema que se presenta es que esa señal va a estar fuertemente atenuada, de modo que en el otro extremo va a ser difícilmente reconocible. A mayor velocidad y frecuencia, mayor atenuación sufre ésta.

2.9.2. Líneas de transmisión digital

La transmisión en este tipo de líneas es completamente digital. La evolución de este tipo de líneas viene de la transmisión de voz. No se empezaron a usar para transmitir datos, aunque hoy en día también se utilizan para ello. Cuando se empezaron a utilizar enlaces digitales para

la transmisión de voz, lo que se hacía era muestrear la señal de voz (señal analógica) y transmitir la información digitalmente. Hoy día se puede enviar incluso la voz digitalizada desde el origen (mediante RDSI, por ejemplo) hasta el destino, evitando conversiones intermedias de digital a analógico y viceversa, con la pérdida de calidad de la señal que esto supone.

3. Red telefonica de pares

Las soluciones de cables de pares, aunque pueda parecer primitivo, permite en ciertos casos dar soluciones a la necesidad de transferencia de información con una relación eficiencia/costo que no alcanza ninguna de las modernas redes telemáticas actuales. Puede ser por tanto una opción válida cuando se trata de sistemas que no precisan interacción o tiempos de respuesta altos y que manejan grandes volúmenes de datos.

3.1. Cobre como portador

El cable de pares ha sido empleado para usos muy variados aunque probablemente su uso más común lo constituye comunicar cada abonado del servicio telefónico a la central telefónica local más próxima (tramo de la red telefónica denominado “bucle de abonado”) por lo que está extendido por todo el mundo y ha sido tradicionalmente la base de la conectividad de los ordenadores personales y de las grandes empresas con muchas de las redes de telecomunicaciones.

De ahí que su gran importancia sea el acceso de muchos millones de equipos a la Red Telefónica Conmutada (a partir de ahora RTC) y, a partir de ella, poder conectarse con otros equipos, o ser la puerta de acceso a otras redes basadas en tecnologías diferentes como, por ejemplo, conmutación de paquetes, tramas o celdas. Cabe destacar que el bucle de abonado se diseñó en su día para la transmisión analógica de la voz humana, por lo que hay ciertas características en dicho bucle que perjudican gravemente su uso para la transmisión de datos: estamos hablando de la frecuencia de corte a 4 kHz que las bobinas de carga introducen en la línea. Estas líneas se utilizan para que la atenuación en los cables en el ancho de banda comprendido entre 300 y 3.100 Hz (espectro característico del “canal telefónico”) sufra un mínimo y aumentar así la distancia que una señal de voz pueda viajar por ellos sin tener que ser amplificada.

Si trabajáramos con el par de abonado eliminando de las líneas las bobinas de carga, conseguiríamos aprovechar todo el ancho de banda natural del hilo de cobre (aproximadamente 1,2 MHz), lo cual nos permitiría transmitir datos a varios Mbps (megabits por segundo) en distancias de pocos kilómetros. Naturalmente la cifra exacta depende del diámetro de los conductores de cobre y de la distancia que se pretende alcanzar, lo mismo que del número de empalmes entre hilos y características de dichos empalmes.

Ya se ha comentado que la principal característica de este medio es, que al ser la puerta de acceso a la RTC, cualquier punto del mundo es alcanzable a través de ella. Esto supone aceptar las ventajas e inconvenientes del tratar con, o a través, de la RTC.

Como ventajas, las de accesibilidad e universalidad, como inconvenientes podemos enumerar la altísima tasa de fallos (aproximadamente uno por cada cien mil bits enviados), las bajas velocidades de transmisión, la necesidad de utilizar equipos moduladores-demoduladores (módems) para convertir las señales digitales del ordenador a las señales analógicas con las que trabaja la RTC... Volviendo al cable de pares como medio de transmisión, destacar, su bajo coste frente al resto de cables usados en telecomunicaciones, y, la buena apuesta que tiene con el futuro debido a su gran implantación.

3.2. Cables de pares

Dentro de los cables de cables distinguimos los pares de cables simétricos, formados por dos hilos de cobre de diámetro estandarizado, recubiertos de un material aislante. Se fabrican cables de pares simétricos desde un sólo par hasta miles de pares. Un cable de estas características está constituido por un conjunto de conductores metálicos cilíndricos, aislados entre sí, y protegidos del exterior por una cubierta común. Este tipo de portador surgió de la dificultad que suponía la utilización de circuitos de hilo desnudo, ya que se posibilitaba el transporte de un elevado número de comunicaciones en un espacio muy reducido.

3.2.1. Construcción

La gama de cables de estas características se vio incrementada al disponer de materiales de gran capacidad para el aislamiento interior y de la cubierta. Inicialmente se utilizaron tanto el papel como la pulpa de madera, pero estos procedimientos se abandonaron al emplear plástico como aislamiento; este material rodea de forma continua el hilo de cobre a modo de macarrón y permite su coloración para su identificación.

Los pares telefónicos se agrupan en unidades básicas o mazos de 25 pares y cada cable puede llevar uno o varios de estos. Existen varias combinaciones de códigos de colores normalizadas, las cuales permiten identificar un par telefónico en ambos extremos de la comunicación.

Los pares telefónicos se agrupan en mazos 25 hasta 2.000 pares, diferenciándose entre sí por la combinación de colores de los mismos. Además, los recubrimientos de protección determinan la posibilidad de utilizarlos en exterior, interior de edificios, en lugares húmedos, etc. Los tipos de protección de los cables de comunicaciones se describen en el tema de fibra óptica, y son perfectamente aplicables a los cables telefónicos.

Elementos de un cable de pares:

- Conductor: alambre de cobre electrolítico puro, recocido y pulido de 0,405^a 0,9 mm de diámetro
- Aislamiento: polietileno de alta densidad (código de colores) o PVC en cables ignífugos
- Formación: pares trenzados entre sí.
- Cableado: unidades de 25 pares, o 25 pares más el par piloto.
- Ligadura de dos colores
- Cinta de material dieléctrico
- Pantalla: cinta de aluminio recubierta por ambas caras
- Hilo de rasgado
- Cubierta de polietileno de baja densidad, PVC en cables ignífugos o termosplásticos en el caso de cables ignífugos y libre de halógenos.

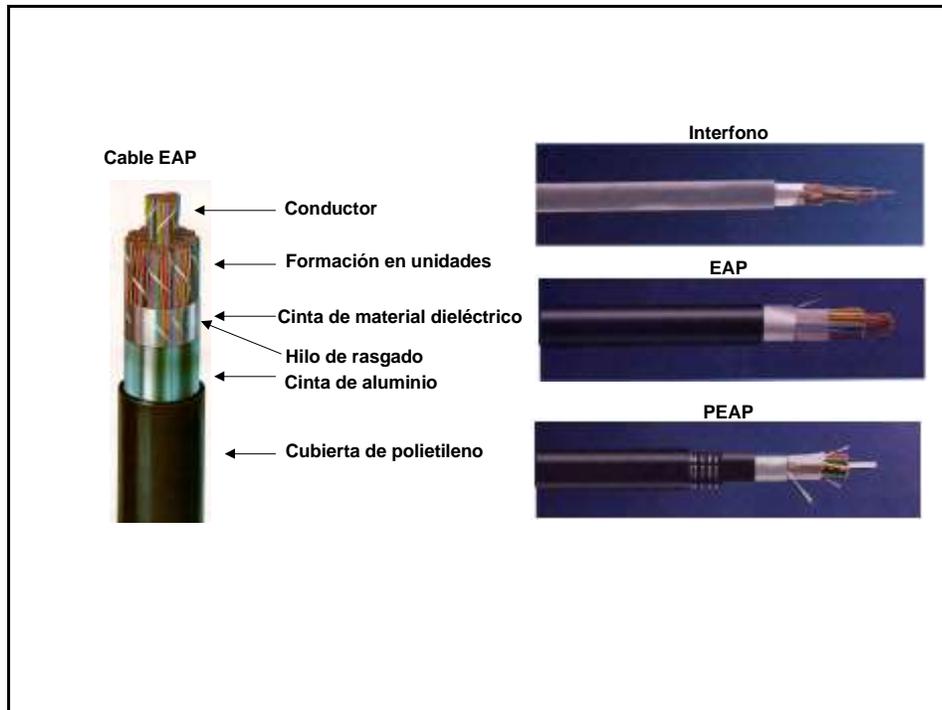
3.2.2. Tipos de cables

Existirán diferentes tipos de cables dependiendo de la aplicación y el lugar de instalación.

Cable PEAP formado por el alma del cable, cinta de material dieléctrico, pantalla de aluminio, cubierta interna de polietileno, cinta de acero corrugado solapada y cubierta externa de polietileno. Es apropiado para enterramiento directo.

Cable EAP formado por el alma del cable, cinta de material dieléctrico, pantalla de aluminio y cubierta de polietileno. Se utiliza en instalaciones subterráneas y en fachada en cables de alta capacidad (de 25 a 2.000 pares).

Interfono formado por el alma del cable, cinta de material dieléctrico, pantalla de aluminio fino y cubierta de PVC. Se utiliza en instalaciones de interior.

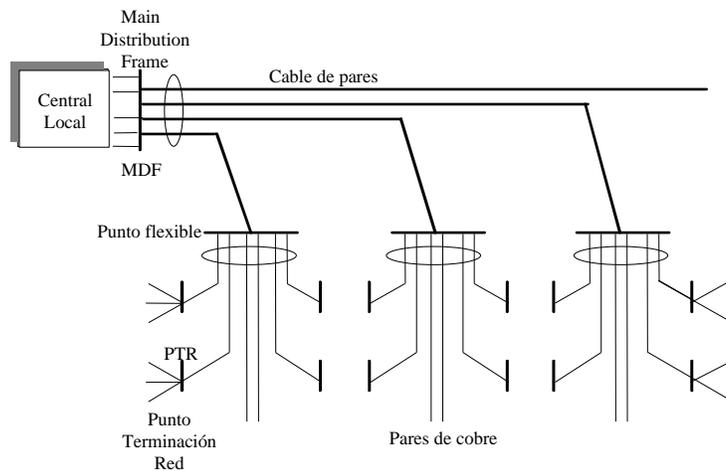


3.3. Red de pares

Los elementos que forma la red de pares en el orden desde central en el sentido de cliente son los siguientes:

- Repartidor de pares formado por un bastidor y regletas para la conexión de los pares de cobre. El repartidor se puede dividir en dos zonas:
- Lado equipo que se conecta a un puerto de la central o equipo de acceso.
- Lado cliente o calle que se conecta a uno de los pares del cable pares de salida.

- La conexión entre un puerto del lado equipo y un par de abonado se realiza cuando se da de alta el servicio de un par. La conexión consiste en el tendido y conexionado de un hilo puente.
- Cajas de empalme con uno o más cables de entrada y uno o más cables de salida. La caja de empalme sirve para empalmar los pares de los cables según una carta de empalme.
- Repartidor intermedio formado por un armario en el que se instala un bastidor con regletas conectadas a cables hacia central y regletas conectadas a cables hacia el usuario. Es un punto flexible que permite reducir la capacidad de los cables instalados hacia la central.
- Caja de derivación que conecta la red de distribución con la red de dispersión.
- PTR o punto de terminación de red que es el dispositivo donde termina la red del operador y por tanto su responsabilidad.
- Red interna del abonado formada por cable de 1 o 2 pares y tomas de telefonía

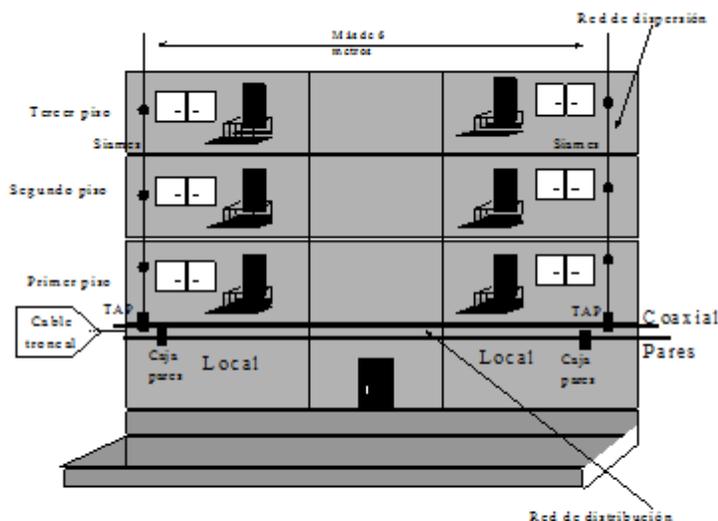


3.3.1. Red de dispersión

Existen diferentes tipos de red de dispersión en función de la capacidad necesaria para el cliente, la ubicación y el tipo de cliente.

Las verticales que consisten en cables conectados desde la caja de distribución hasta el PTR. Es la instalación típica en edificios. La instalación se puede realizar en fachada o en el interior. La instalación en fachada es típica en inmuebles antiguos. La instalación en interior se da en el caso de que se disponga de una estructura de telecomunicaciones formado por patinillos y conductos. La instalación de interior es típica en edificios modernos y en edificios de oficinas o corporativos. Los edificios con licencia de construcción posterior a Octubre de 1.999 están obligados por ley a cumplir la normativa ICT que define una estructura común de telecomunicaciones en los edificios. El cable que conecta la caja de distribución con el PTR es un cable de 1 o 2 pares sin pantalla. En el caso de los operadores de cable con red superpuesta se instala un cable denominado siamés formado por un cable coaxial para el servicio de CATV y/o cable-módem y un cable de dos pares. El cableado se puede realizar en saturación de forma que se tienden los cables hasta la un punto cercano al cliente potencial independientemente que este contrate el servicio o no. Otra forma de realizar el cableado es bajo demanda, tendiendo el cable únicamente en el caso que se contrate el servicio.

Conexión desde una armario de distribución hasta el PTR. Es la instalación típica en polígonos industriales. El cable es un cable de baja capacidad (1 o 2 pares) o de media capacidad (de 5 a 10 pares) con estructura reforzada debido a que se instala en conductos subterráneos o en postes.



3.4. Cajas de derivacion

Existen dos soluciones de caja de derivación:

- Caja de derivación con cable en sangría. El cable de distribución se introduce en una caja en la que se derivan los pares dedicados a la caja y se dejan en paso los dedicados a la caja o cajas siguientes.
- Caja de derivación con empalme de pares en fachada. El cable de la red de distribución se empalma a un rabillo de cable de pares que termina en una caja de distribución.

La caja de derivación conecta la red de distribución a la red de dispersión formada por cable de pares de baja capacidad (1 o 2 pares).

Las conexiones entre los cables de exterior y la distribución en el interior de edificios se realizan, normalmente, mediante regletas. A cada punto de conexión de estas regletas llegan un par de exterior y un par de interior.

La caja de derivación permite reducir las capacidades de los pares de la red de distribución estableciendo una relación entre los clientes potenciales y la penetración esperada. Esta técnica se traduce en derivar 1 par de la red de distribución por cada N clientes potenciales de la red de dispersión.

Este sistema flexible permite cambiar fácilmente la asignación de pares de entrada y de salida, mediante el cambio de posición de uno de ellos.

Permite realizar ensayos en la línea, accediendo a ella sin necesidad de deshacer la conexión.

La caja de distribución debe estar perfectamente identificada en el exterior y documentada en el sistema de gestión de la empresa.



3.5. Regletas

Las regletas tienen capacidades de 5, 8 o 10 pares siendo la típica en España la de 10 pares.

El método de para conseguir el contacto eléctrico con el conductor es el de desplazar el aislante del conductor con un sistema de cuchillas de la regleta.

Existen dos tipos de regletas caracterizadas por su función que define su instalación en puntos diferentes de la red de pares:

Las regletas de corte y prueba permite realizar ensayos en la línea, accediendo a ella sin necesidad de deshacer la conexión. Otra aplicación es la instalación de diversos tipos de protecciones contra sobre- tensiones, sobre-intensidades o corrientes vagabundas que se pueden transmitir por los pares del cable.

Las regletas de conexión realizan la única función de conectar pares de entrada con pares de salida.

Las regletas no son por lo común compatibles entre sí ya que se instalan sobre bastidores diferentes y se utilizan herramientas diferentes de engastado. Las marcas y tipos de regletas más comunes son:

- Krone.
- Ancha de corte y prueba
- Estrecha de conexión
- NT de corte y prueba.
- Pouyet.
- QDF de doble cilindro.
- Trucco de doble cilindro.

3.6. Empalmes

Los pares se empalman hilo a hilo de cada par mediante conectores utilizando cajas de empalme adecuadas a cada tipo de instalación. Los conectores pueden ser individuales para cada hilo o en módulos de 25 pares más adecuados para empalmes de alta capacidad.

Los conectores pueden disponer de dos o tres vías y disponen de versiones con gel sellante anti-humedad y secos. El conector mas utilizado es el de dos vías con gel. El conector tipo es adecuado para pares con diámetro de conductor entre 0,4 mm (26 AWG) y 0,9 mm (AWG 19).



Conectores de pares



Herramienta de engastado



Proceso de empalme de pares
Conectores



Módulos

3.7. Protecciones

3.7.1. Toma de tierra

Como regla general, la resistencia máxima de tierra debería tener un valor menor o igual a 5Ω . Además de cumplir este valor, es importante un sistema de puesta a tierra equipotencial. En la práctica, la tierra debería terminarse en un terminal de tierra seguro, como puede ser una derivación a tierra, utilizando un cable de diámetro adecuado.

Si la resistencia de la conexión entre el elemento de protección y la toma de tierra equipotencial es $0,01 \Omega$, y la corriente transitoria de la descarga es del orden de 10 kA , el potencial de la derivación a tierra en el elemento de protección será 100 V mayor que en la propia toma de tierra.

Como la instalación que se va a proteger normalmente dispone de una conexión a tierra, y a su vez la fuente de alimentación dispone de una tierra propia, podrá establecerse una considerable diferencia de potencial entre la red (línea afectada) y la instalación, a pesar de la conexión a tierra de la propia protección. Esta es la razón por la que la resistencia de conexión a la toma de tierra central debe ser tan baja como sea posible.

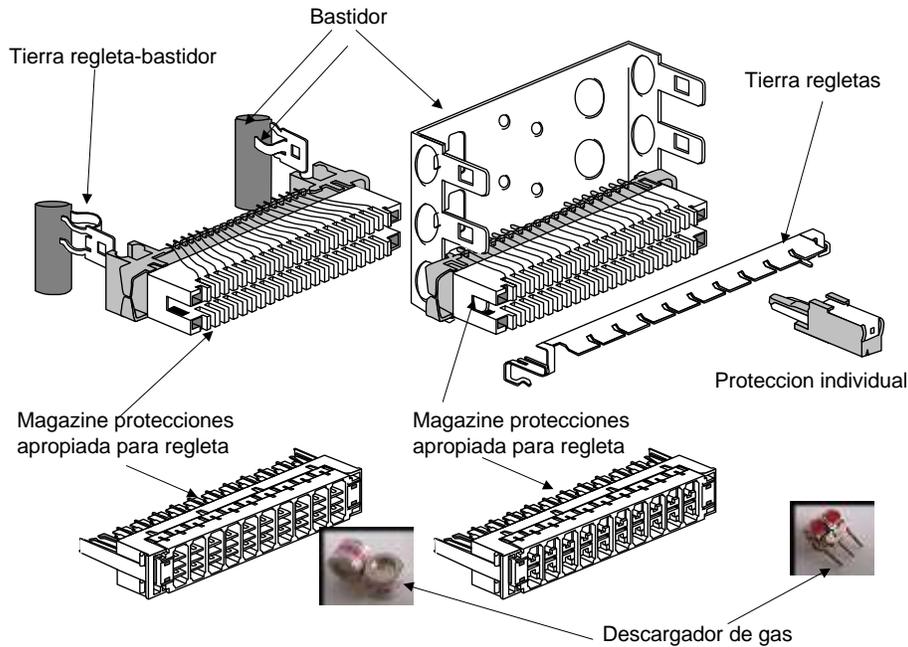
Otro problema puede aparecer en los sistemas donde la conexión a una toma de tierra central no es posible, por ejemplo en una red altamente ramificada. En estos casos, se pueden crear diferencias de potencial del orden de 10 voltios entre los diferentes sistemas de puesta a tierra. Estas diferencias de potencial se pueden acumular en torno a los elementos de protección a través de las redes de baja resistencia, y podrían incluso llegar a modificar completamente el comportamiento de estos componentes.

3.7.2. Montaje de protecciones

La pantalla de los cables se debe conectar a la barra de tierra común con el bastidor MDF localizada en el nodo. Se debe dar continuidad de pantalla al cable en todos los empalmes y cajas de distribución.

La toma de tierra debe de estar conectada a una pica de tierra con una resistencia inferior a 5Ω .

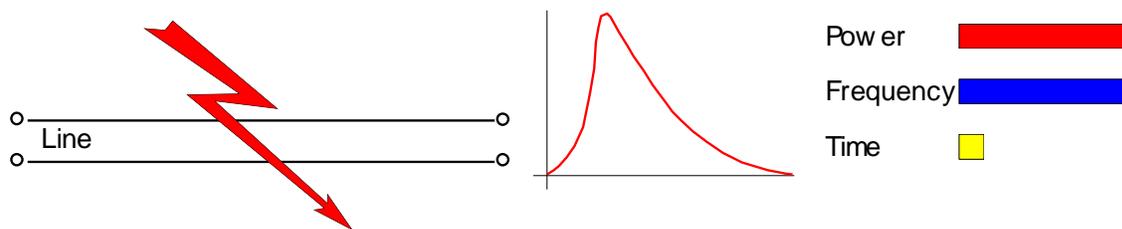
Existirán casos de instalaciones con dos sistemas de tierra independientes que pueden estar a diferente potencial. Un ejemplo son las instalaciones de telecomunicaciones en centros de transformación. Los procedimientos de instalación deberán asegurar que los operarios no entren en contacto simultaneo con los dos sistemas de tierras lo que podía resultar en descargas eléctricas.



3.7.3. Causas de perturbación e incidencia

3.7.3.1. Causas de perturbación e incidencia

Incluye rayos y otras formas de descarga eléctrica, como las *cargas electrostáticas* generadas por la ropa o las alfombras.

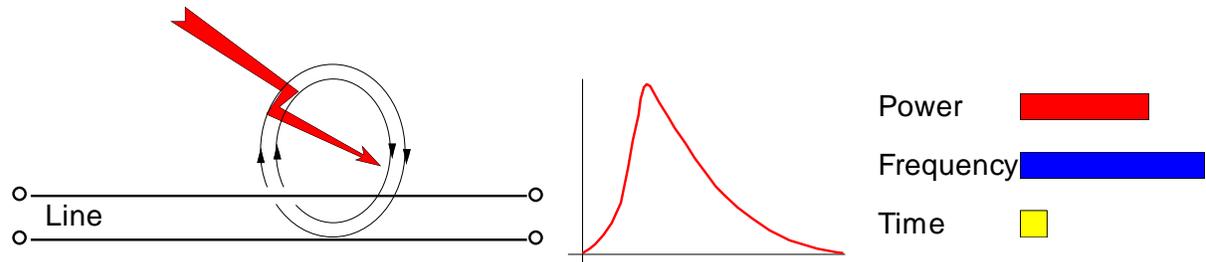


Este tipo de perturbación se caracteriza por pulsos de mucha potencia y breve duración (microsegundos).

Los picos de voltaje alcanzan varios kV y se pueden generar corrientes del orden de 100 A. El caso más extremo es un rayo que cae directamente sobre la línea, generando corrientes de varios kA.

3.7.3.2. Influencias electromagnéticas transitorias (EMI)

Interferencias de corta duración inducidas por pulsos cortos provenientes de otra parte (por ejemplo descargas de un rayo en la pantalla reforzada de una línea externa).

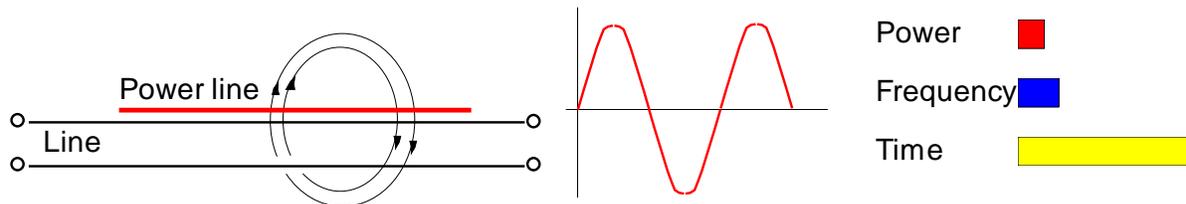


Estos pulsos son generados típicamente por un campo electromagnético, causando pulsos de bajas tensión y corriente.

Una forma extrema de este tipo de pulso es el pulso electromagnético (*EMP*), que es extremadamente corto (en torno a 2 ns).

3.7.3.3. Influencias electromagnéticas debidas al acoplamiento de señales en redes (EMI-AC)

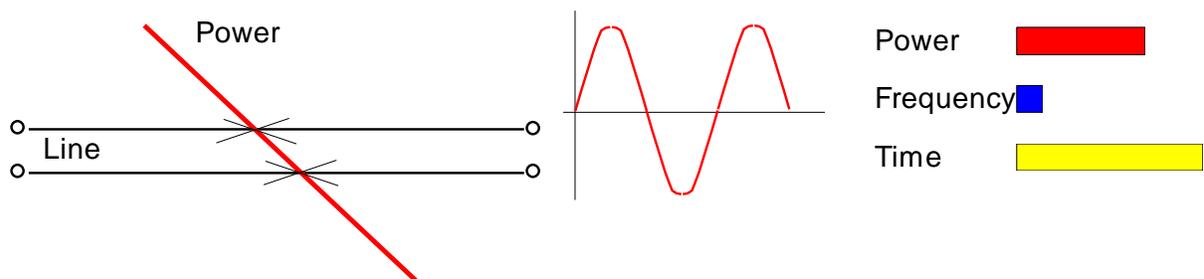
Este tipo de perturbación se produce por la interferencia de una fuente de alimentación AC, como un cable de tensión, en la proximidad de líneas de telecomunicaciones.



En redes de telecomunicaciones los cables de corriente de 50-60 Hz actúan como un factor de perturbación. La interferencia se produce con un voltaje bajo pero durante una larga duración.

3.7.3.4. Contacto galvánico directo con líneas de tensión (Power crossing)

El contacto directo con cables de corriente puede inducir grandes corrientes en líneas de telecomunicación. La duración de estas corrientes es ilimitada y su potencia depende únicamente de la resistencia interna de la red.

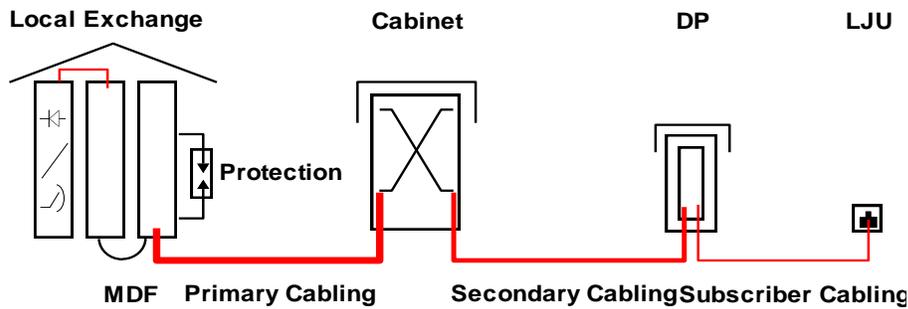


Debido al sistema común de tierra para equipos de telecomunicaciones y fuentes de alimentación, cuando hay un flujo de corriente, esta es normalmente derivada a tierra, actuando como una corriente de retorno.

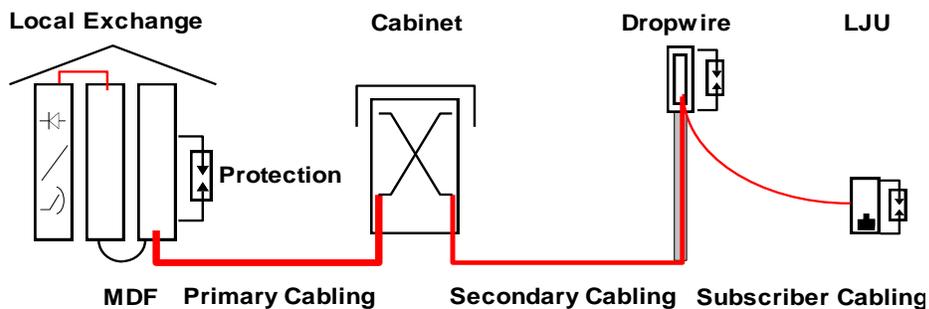
Esta corriente puede estar causada por una tormenta, por trabajos de construcción o por vandalismo. Una forma efectiva de prevenir este tipo de daños es la propia instalación. Por ejemplo, no cruzar cables de corriente con cables de telecomunicaciones, usar conductos separados, etc.

3.7.4. Situación de las protecciones en el bucle local

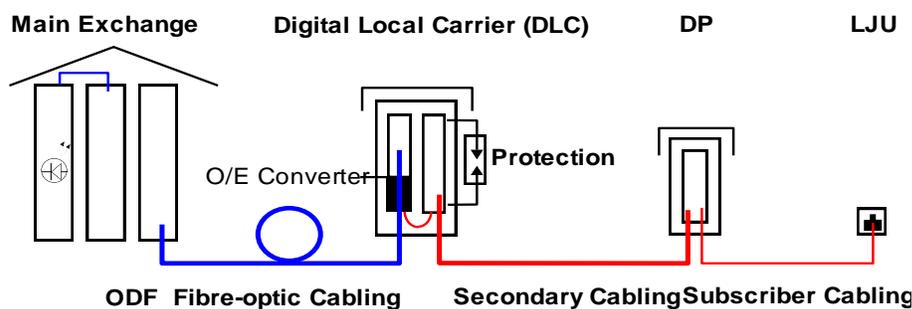
Las primeras redes de bucle local estaban formadas por elementos de cobre con topología en estrella. La forma más habitual de protección para estas redes son los descargadores de gas de 3 puntos situados en el distribuidor principal (MDF). La protección sirve para dos propósitos: en primer lugar para proteger el lado del sistema y en segundo lugar y más importante para proteger al personal que trabaja con el equipo. Para este propósito la protección en 3 puntos es mas que suficiente.



Algunos países colocan la protección en los puntos finales de ambos lados de las líneas, a la entrada del MDF y en el punto de terminación de red. En el caso que se utilicen cajas de fachada para la acometida de abonado el riesgo de descargas de rayos es más alto, por lo que también se recomienda colocar este tipo de protecciones en ese punto. También es bastante frecuente colocar protecciones en el lado del abonado del armario de interconexión CCC.



Con la introducción de centrales digitales remotas y la conexión con cable de fibra óptica en el bucle local, la estructura de las redes ha cambiado.

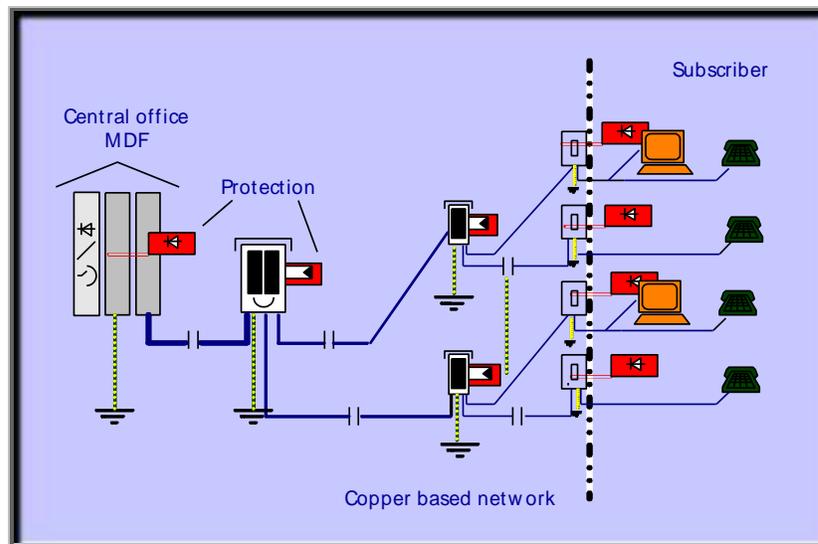


En nodos secundarios (Digital Local Carrier) se introducen componentes electrónicos activos que posibilitan la conversión de redes de fibra en redes de cobre. Los elementos de protección se colocan en el lado del abonado del DLC, como protección primaria del bucle. Para estas aplicaciones se introduce el uso de protección gradual de 5 puntos en vez de la de 3 puntos; más aun teniendo en cuenta la reducción de la longitud de cable de cobre que puede recibir perturbaciones.

3.7.5. Tipos de protección

El tipo de protección que se debe utilizar depende del tipo de red y la aplicación mas que del tipo de perturbación de la que se quiere proteger.

En redes de cobre, podría ser suficiente con proteger con protecciones a 3 puntos, aunque dependiendo de la electrónica que se emplee podría ser recomendable proteger a 5 puntos en los extremos de la red.



Las protecciones a 3 puntos son adecuadas para puntos intermedios de la red, ya que son bidireccionales, protegen independientemente del lado del que venga de la perturbación.

Sin embargo, cuando se trata de protecciones a 5 puntos es recomendable colocarla en puntos finales de la red, cerca del equipo que se pretende proteger, ya que solo tienen una dirección correcta de funcionamiento.

3.7.5.1. Protección a 3 puntos

Una protección a 3 puntos con fail-safe es suficiente para la protección contra sobretensiones y corrientes estáticas en la mayoría de redes de cobre. La inclusión de un fail-safe es imprescindible para proteger las redes de perturbaciones de larga duración (acoplamiento de señales y conexión galvánica directa). El principal inconveniente es que, una vez activado, produce una conexión permanente a tierra con la consiguiente interrupción de la línea y la necesidad de sustituir el elemento correspondiente. Las principales desventajas de este tipo de protección son:

- No limita la corriente.
- No permite desacoplar entre lado sistema y abonado.
- No permiten el corte y la prueba del elemento que protegen.

3.7.5.2. Protección gradual y a 5 puntos

La protección a 5 puntos separa los puntos a de a' y b de b' , haciendo posible introducir desacopladores y limitadores de voltaje rápidos. Mientras que picos de voltaje podrían pasar a través del descargador de la protección a 3 puntos (debido a que no actúan hasta que no se alcanza la tensión de disparo) componentes como tiristores, varistores y diodos Zener atraparían estos picos de voltaje.

Otra ventaja es la posibilidad de incluir puntos de medida, y limitadores de corriente como PTC y fusibles (que aseguran que el descargador se activa de forma segura).

La protección gradual combina la capacidad de absorción del descargador con la velocidad de reacción de otros componentes.

La principal ventaja de una protección a 5 puntos es que vuelve al estado normal una vez que la interferencia ha terminado. Esto es importante cuando los elementos de protección están instalados lejos del distribuidor principal en la zona de abonado. En estos casos, contar con un sistema de protección que no necesite mantenimiento, con protección tanto contra sobretensión como contra sobre intensidad, y que se desactive cuando termine la perturbación, más que una ventaja es una necesidad.

Por ejemplo, para una tarjeta de red sensible sería recomendable utilizar una protección de 1 par gradual a 5 puntos, o una protección gradual a 5 puntos sin necesidad de mantenimiento.

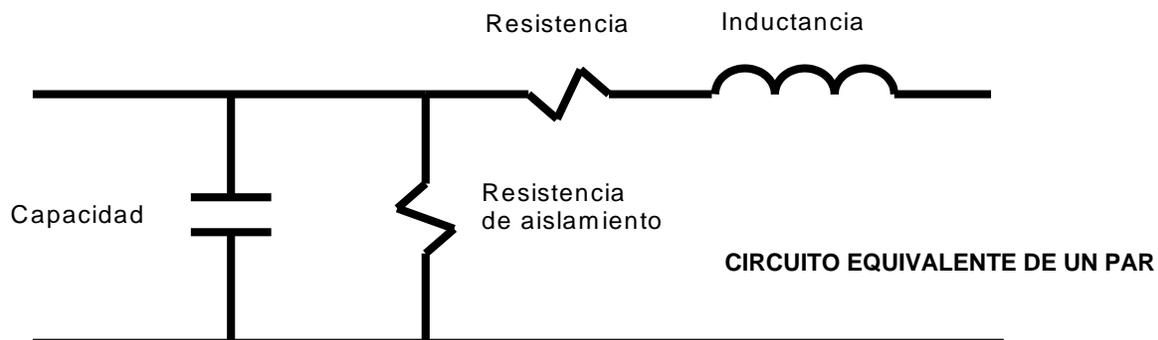
3.8. Medidas en redes de pares

Proporcionan la información necesaria para determinar la calidad con la que se podrá efectuar la transmisión de señales en un par.

La calidad final de la instalación depende de las características del cable, de los elementos de conexión que componen la red y de la calidad de la instalación.

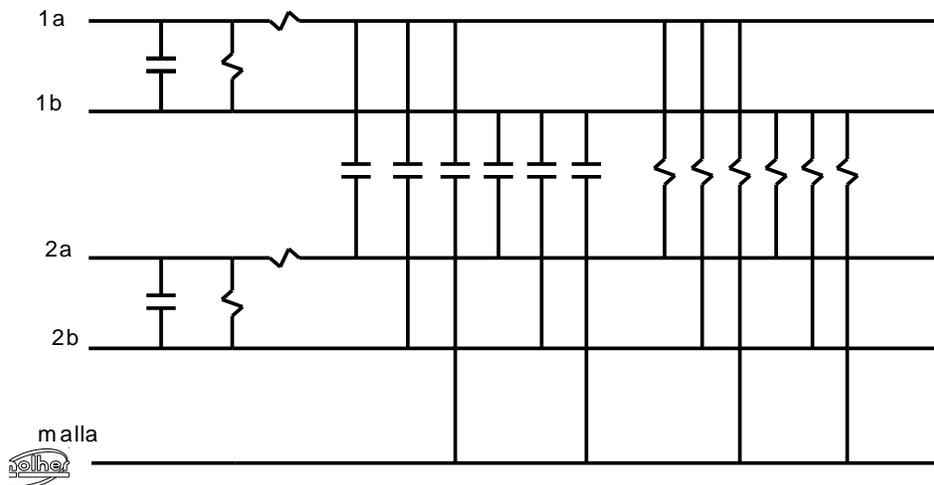
Los parametros de medida se caracterizan por el factor de acceso de a uno o los dos extremos del bucle:

- Realizadas desde un extremo con el otro extremo abierto
 - Resistencia de aislamiento
 - Capacidad
 - Desequilibrio de capacidad
 - Tensión
 - Diafonía
 - Simetría
- Realizadas desde un extremo con el otro extremo cortocircuitado
 - Resistencia de bucle
 - Atenuación



	LOCALIZACIÓN 2 EXTREMOS	LOCALIZACIÓN 1 EXTREMO				
	IDENTIFICACIÓN	AISLAMIENTO	CAPACIDAD	SIMETRÍA	DIAFONÍA	
ABIERTO	S	N	P	S	S	
CORTO	S	S	S	N	N	
CRUCE	S	S*	S	S	S	
DERIVACIÓN	S	S	S	S	S	
TROCADO	S	N	P	P	P	
TROCADO COMPENSADO	N	N	P	P	P	
INVERTIDO	S	N	N	N	N	
TRASPUESTO	S	N	N	N	N	
CAMBIO DE GRUPO	S	N	N	N	N	
CONTINUIDAD DE PANTALLA	P	N	N	N	N	

S: SI
N: NO
*: DEPENDE DEL MÉTODO DE MEDIDA UTILIZADO
P: DETECTABLE PARCIALMENTE



3.8.1. Resistencia de aislamiento

Es la resistencia entre dos hilos en el cable. Existen varios parámetros relacionados con la resistencia de aislamiento en un cable de pares:

- Ra-t: resistencia entre el hilo a del par y resto de hilos conectados a la pantalla del cable
- Rb-t: resistencia entre el hilo b del par y resto de hilos conectados a la pantalla del cable
- Ra-b: resistencia entre el hilo a y b del par

Se mide aplicando una tensión de 200 ó 500 Vdc. Es inversamente proporcional a la longitud del cable. El criterio de aceptación para un cable nuevo o en buenas condiciones es mayor de 20.000 Mohm*km.

La causa más normal es la entrada de humedad por averías de la cubierta producidas por causas mecánicas, corrosiones, etc...

El bajo aislamiento puede afectar a unos pocos pares o a la totalidad. El nivel del aislamiento puede llegar a ser casi nulo o por el contrario estar solo por debajo del especificado. Es más fácil localizar el bajo aislamiento, cuanto más bajo sea.

Una dificultad adicional es que el bajo aislamiento no esté localizado en un punto, sino que se extienda en una longitud considerable.

3.8.2. Capacidad

Es la medida de la capacidad de los hilos de un par. Existen varios parámetros relacionados con la capacidad en un cable de pares:

- Ca-t: capacidad del hilo a del par y resto de hilos conectados a la pantalla del cable
- Cb-t: capacidad del hilo b del par y resto de hilos conectados a la pantalla del cable
- Ca-b: capacidad del hilo a y b del par

Se mide aplicando una corriente de bajo nivel. Es directamente proporcional a la longitud del cable. El criterio de aceptación depende del calibre del par, del aislamiento y del trenzado. Para un cable EAP de 0,405 mm de diámetro del conductor es de 52 ± 3 nF/km. Da una indicación de la calidad de la instalación.

La capacidad nominal teórica del cable tiene una cierta tolerancia, que puede llegar a ser de hasta un 8%. En este caso será necesario calcular previamente la capacidad nominal real del cable. Este parámetro afecta tanto a las medidas capacitivas como a las ecométricas.

Cuando el cable tiene humedad o está mojado, la baja resistencia de aislamiento puede afectar al resultado de la medida de capacidad. Si la humedad se extiende a lo largo del cable, la capacidad en ese tramo húmedo aumenta alrededor de un 140%.

Las razones de baja capacidad en un cable de pares son:

- Falto o circuito abierto
- Trocado
- Derivación a tierra

3.8.3. Desequilibrio de capacidad

Es la variación de la capacidad C_{a-t} y C_{b-t} del cable. Los hilos del mismo grupo deben terminar en la misma caja.

Criterio de aceptación:

- Menor 5 % entre cada hilo del mismo par y pantalla
- Menor 10% entre cualquier hilo y pantalla, y la media de las capacidades de todos los hilos del mismo grupo

3.8.4. Tensión

Es la entre hilos, ó entre hilo y tierra. Son originadas por acoplamientos inductivos y /o capacitivos con otros conductores o fuentes externas. El criterio de aceptación es menor de 5 V. En caso contrario el para no se mide.

3.8.5. Paradiafonía psofometrizada

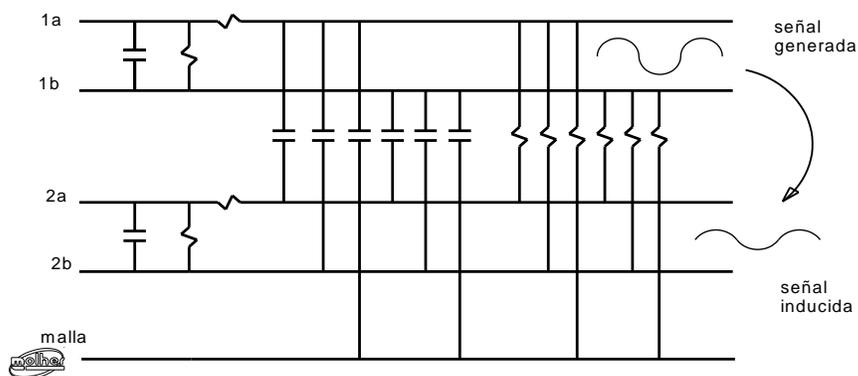
Mide la inducción de corriente entre conductores. Se mide generando una señal a una frecuencia que se inyecta en 10 pares a excepción del hilo que se mide y midiendo la tensión inducida en el hilo a medir.

Se utiliza un filtro psofométrico que limita la tensión inducida a la banda de audio (300 Hz a 3.400 Hz).

Rango de medida: 0 a -80 db

Criterio de aceptación: < -65 db

Paradiafonía Psofometrizada



3.8.6. Simetría

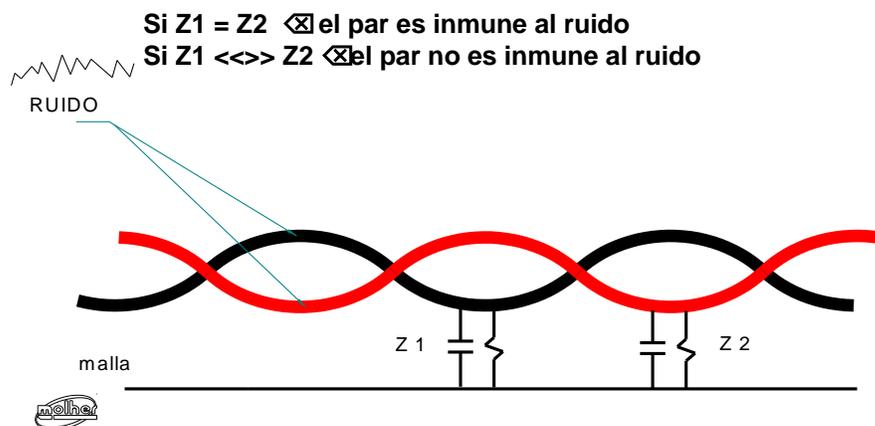
Relacionado con la medida de la impedancia de cada uno de los hilos de un par con respecto a tierra.

La medida indica la inmunidad del cable frente a perturbaciones externas

Rango de medida: 0 a -80 db

Criterio de aceptación: < -65 db

Simetría



3.8.7. Resistencia de bucle

Mide la resistencia de bucle+empalmes+regletas. Se deben puentear los hilos a y b del par en bucle en un extremo.

El proceso de medida es el siguiente:

- Aplicar una corriente desde un extremo en el bucle formado por el par
- Medir la tensión del par a prueba
- Criterio de aceptación para cable de 0,405 mm de diámetro : 137 Ohm/Km

La resistencia depende de la temperatura:

$$R(20) = R_m / [1 + 0,004 (T_c - 20)]$$

R (20) = Resistencia a 20º centígrados

Rm = Resistencia media

Tc = Temperatura del cable.

En cables aéreos y días soleados, la temperatura del cable se tomará como la del ambiente, más 20° c. En cables aéreos y días nublados, se tomará como referencia la temperatura ambiente.

En cables en canalización se considerará como temperatura del cable la media entre la máxima y mínima de la estación.

3.8.8. Atenuación

Se deben puentear los hilos a y b del par en bucle en un extremo.

El proceso de medida es el siguiente:

- Señal de barrido entre dos frecuencias inyectada en el hilo de un par
- Medición de la señal en el otro hilo del par a unas frecuencias determinadas

La resistencia depende de la temperatura:

$$A(20) = A_m / [1 + 0,004 (T_c - 20)]$$

A (20) = Atenuación a 20º centígrados

A_m = Atenuación media

T_c = Temperatura del cable.

En cables aéreos y días soleados, la temperatura del cable se tomará como la del ambiente, más 20º c. En cables aéreos y días nublados, se tomará como referencia la temperatura ambiente

En cables en canalización se considerará como temperatura del cable la media entre la máxima y mínima de la estación.

3.9. Etapas de medida

- Rectificado
 - Realizadas por instalador
 - Calidad de la red
 - Posterior al ajuste de la red
 - Deberan cumplir las especificaciones
 - Control de calidad del operador
 - Cotejar resultados de la etapa anterior
- Control de calidad de explotación
 - Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento predictivo

3.9.1. Avería

Se define la avería como todo defecto que se encuentra en alguno de los conductores, y que hacen perder a los pares y cuadretes que forman el cable sus características eléctricas y de transmisión. Las averías pueden ser defectos o errores.

3.9.1.1. Defecto

- Circuito abierto o fallo: Falta de continuidad de hilos por rotura o empalme defectuoso
- Cortocircuito: Contacto eléctrico entre hilos del mismo par
- Cruce: Contacto eléctrico entre un hilo de un par y otro hilo de distinto par
- Derivación a tierra o pantalla: Contacto de conductor con la pantalla del cable

El proceso de localización de cortos es el siguientes:

- La localización de cortos se realiza por la medida de resistencia del bucle con polímetro, puente de wheatstone, ecómetro o localizador de fallos en cables (icm2).
- Distancia = resistencia medida / resistencia nominal.
- Analisis sobre los planos.
- Considerar posibilidad de corto no franco.
- Delimitar zona en la que se encuentra la avería.
- Identificar empalmes en donde sea más probable encontrar averia.
- Si no se conoce la resistencia nominal del cable o hubiera indicios de que estuviera muy desplazada del valor nominal original:
 - Medir resistencia de bucle par compañero.
 - Calcular resistencia nominal: $\text{res.nom.} = \text{res.bucle} / \text{logitud cable}$
- Volver a medir distancia a avería con el nuevo valor de resistencia nominal.

Para localizar faltos se emplean métodos basados en la medida de la capacidad de los pares y en su homogeneidad a lo largo de toda la longitud del cable. De nuevo, la habilidad y la experiencia del técnico de medidas es fundamental a la hora de la localización. Cuando el fallo se produce en los dos hilos del par, la medida de la capacidad del par es proporcional a la distancia al fallo. La formula para calcularla es la siguiente: distancia = capacidad medida / capacidad nominal del cable.

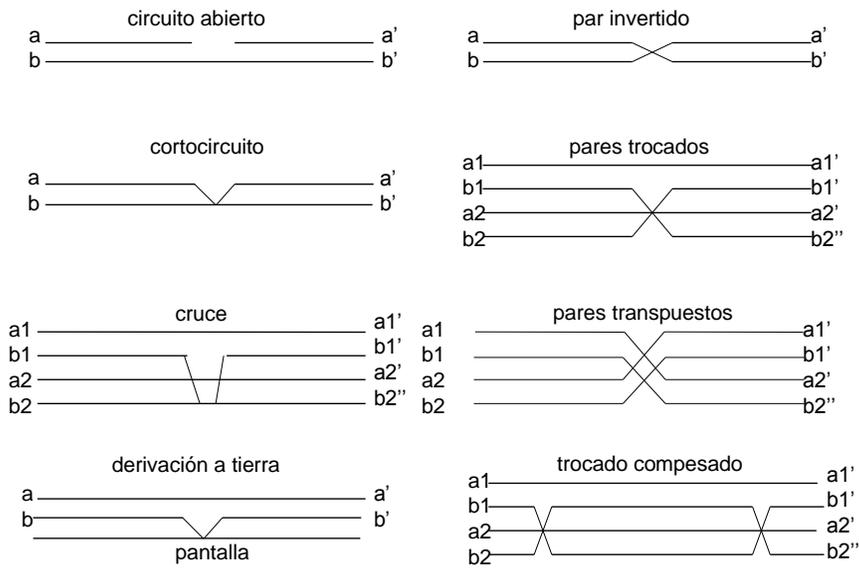
Mediante esta formula también es posible determinar la longitud total de un cable. También es posible localizar la distancia a un fallo por medio de un ecómetro

3.9.1.2. Errores

Se producen en los empalmes o repartidor y pueden ser de varios tipos:

- Trocado: Hilo de un par conectado a hilo de distinto par
- Trocado compensado: Trocado compensado en otro empalme
- Par invertido: Empalme del hilo a al hilo b del mismo par y viceversa
- Cambio de grupo: Par de un grupo empalmado con par de otro grupo
- Pares transpuestos: Se produce al intercambiar en un empalme, los dos hilos de dos pares distintos
- Falta de continuidad de pantalla: Falta de continuidad eléctrica de la pantalla

Los métodos para localización de trocados se basan en la medida de las capacidades de los hilos implicados en el trocado. La precisión del resultado no es tan importante como en otros tipos de averías. Los trocados siempre se localizan en los empalmes.



4. Infraestructuras comunes de telecomunicación

La nueva reglamentación de infraestructuras comunes de telecomunicación (ICT), surgida hace un par de años y de aplicación para los edificios de nueva construcción o rehabilitados totalmente, pretende hacer que las redes de telecomunicaciones que se instalan en el interior de los edificios vengan a ser una prolongación de las redes de acceso que están desplegando los operadores. Para ello, deben facilitar a los usuarios de esos inmuebles el acceso a telefonía pública, acceso a Internet, servicios de banda ancha por cable, radio y televisión, entre otros servicios.

Las redes interiores vienen a suponer, lógicamente, un coste añadido en la construcción del edificio (inmuebles de pisos o viviendas unifamiliares individuales o adosadas en régimen de propiedad horizontal), ya que se requiere adjuntar al proyecto arquitectónico un proyecto técnico visado por el Colegio de Ingenieros de Telecomunicación. Sin embargo, se trata de una inversión que se ve recuperada al evitar tener que construirla en el futuro, seguramente, con un coste mucho mayor, estando disponibles para todos los vecinos desde el mismo momento en que se habita el edificio, con garantía de su calidad.

Por infraestructura común de telecomunicación (ICT) para el acceso a los servicios de telecomunicación se entiende la que exista o se instale en los inmuebles para cumplir, como mínimo, las siguientes funciones:

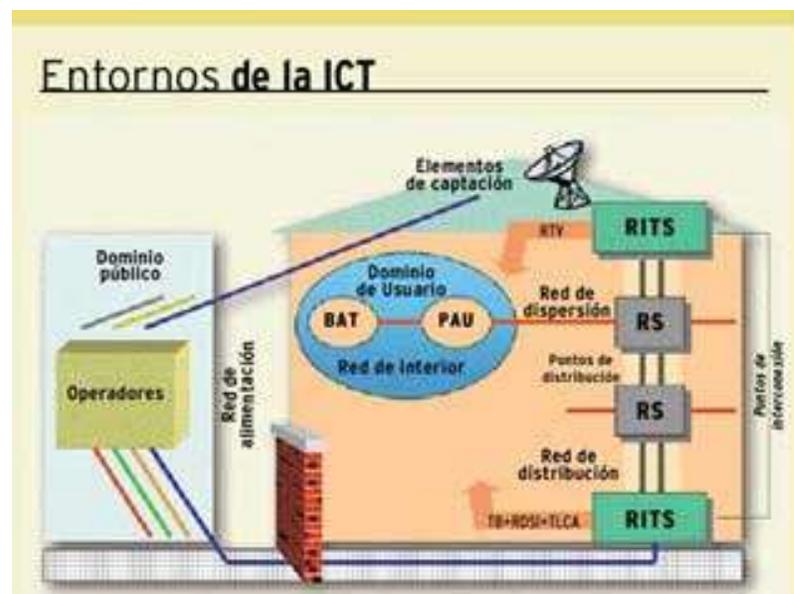
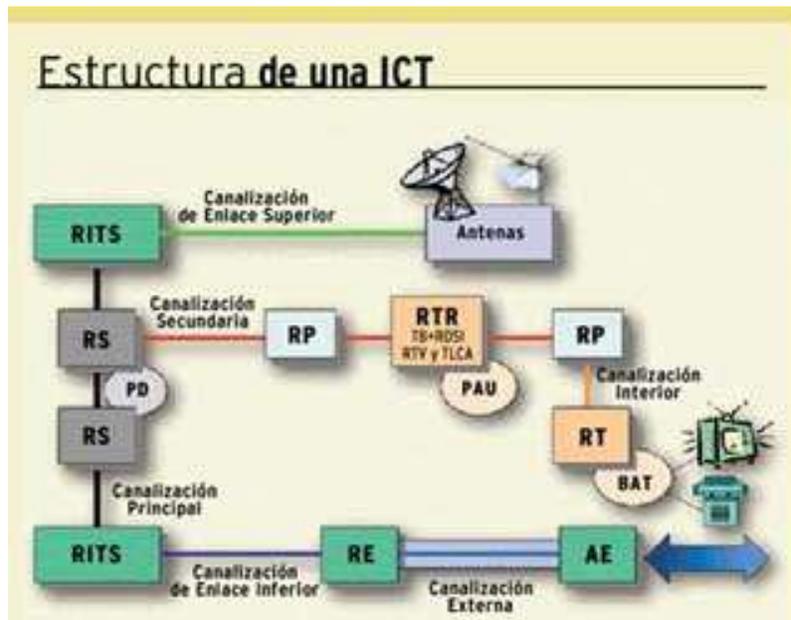
- La captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales y la distribución de las señales de radiodifusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y al servicio de telecomunicaciones por cable, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

También tendrá la consideración de infraestructura común de acceso a los servicios de telecomunicación aquella que, no cumpliendo inicialmente las funciones indicadas en el apartado anterior, se adapte para cumplirlas. La adaptación podrá llevarse a cabo, en la medida en que resulte indispensable, mediante la construcción de una infraestructura adicional a la preexistente.

En el Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero sobre ICT, y en su desarrollo en el Real Decreto 279/1999, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento Regulador de las ICT, con su entrada en vigor el 10 de marzo de 1999, para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios, cuyo destino principal sea el de vivienda, y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, se establecen las características técnicas que deberá cumplir las ICT.

La presente norma deberá ser utilizada de manera conjunta con las Especificaciones Técnicas Mínimas de las Edificaciones en materia de Telecomunicaciones, o con la Norma Técnica Básica de la Edificación en materia de Telecomunicaciones que las incluya, que establecen los requisitos que deben cumplir las canalizaciones, recintos y elementos complementarios destinados a albergar la infraestructura común de telecomunicaciones.

4.1. Esquema general de ICT



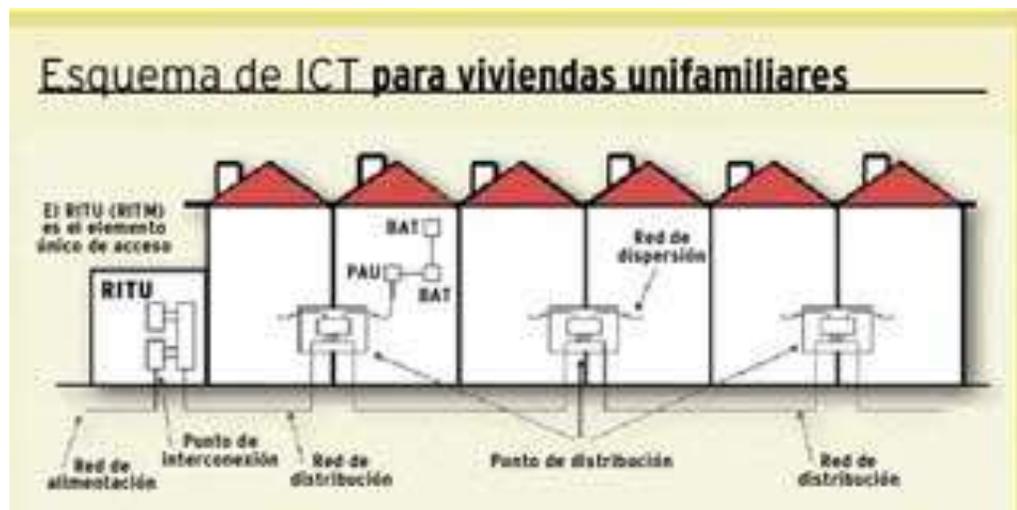
Dentro del esquema general de una ICT, las redes de alimentación de los distintos operadores pueden acceder por la parte inferior del edificio o por la superior. En el segundo caso, se dispone de una arqueta de entrada (AE) en el exterior del inmueble y de canalizaciones externas de enlace, que acaban en el RITI (Recinto de Instalaciones de Telecomunicación Inferior). Si el acceso se realiza por la parte superior, la señal llega por el aire, es captada por la antena y, a través de una canalización de enlace se lleva hasta el RITS (Recinto de

Instalaciones de Telecomunicación Superior), equivalente al RITI. Ambos se conectan a la red de distribución de la ICT, que se encarga de transportar las señales hasta cada una de las plantas del edificio por medio de la canalización principal (fundamentalmente, rectilínea y vertical) y de los registros secundarios (RS), que se colocan en los puntos de encuentro de una canalización principal y una secundaria.

Cuando el número de usuarios por planta es superior a ocho, se dispone de más de una distribución vertical, atendiendo cada una de ellas un máximo de ocho usuarios por planta, pudiendo ser con tubos, empotrada, por canaletas, etc. Una vez que la señal ha llegado a todas las plantas, se necesita distribuirla horizontalmente a cada uno de los pisos, lo que se hace mediante una red de dispersión (canalización secundaria), terminando en el llamado PAU (punto de acceso del usuario).

La infraestructura que soporta la red de dispersión consta de registros de paso (RP) para facilitar el tendido de los cables, y registros de terminación de red (RTR), en donde se alojan los PAU y que conectan las canalizaciones secundarias con la canalización interior de la vivienda o local de cada usuario. Ya, internamente, se colocan los registros de toma (RT), donde se sitúan las bases de acceso de terminales (BAT) o tomas de usuario.

En el caso de viviendas unifamiliares, se dan ciertas particularidades que han de ser tenidas en cuenta, ya que estas construcciones, aunque suelen estar dispersas, comparten zonas comunes. La topología de la red de dispersión y de distribución se simplifica notablemente y, en este caso, los servicios de telecomunicación se ofrecen a partir de un único elemento de acceso, el RITU (recinto de instalaciones de telecomunicación único), que viene a hacer el papel del RITI y el RITS juntos. Para conjuntos de menos de 20 viviendas, se implementa mediante armarios ignífugos modulares (RITM).



4.2. Proyecto técnico

Con objeto de garantizar que las redes de telecomunicaciones en el interior de los edificios cumplan con las normas técnicas establecidas en este Reglamento, éstas han de contar con el correspondiente proyecto técnico, firmado por un técnico titulado y visado por el colegio profesional correspondiente. En el proyecto técnico se describirán, detalladamente, todos los

elementos que componen la instalación y su ubicación y dimensiones, mencionando las normas que cumplen. Incluirá, al menos, los siguientes documentos:

- Memoria. En ella se especificarán, como mínimo, la descripción de la edificación, la descripción de los servicios que se incluyen en la infraestructura, previsiones de demanda, cálculos de niveles de señal en los distintos puntos de la instalación y elementos que componen la infraestructura.
- Planos. Indicarán, al menos, esquemas de principio de la instalación; tipo, número, características y situación de los elementos de la infraestructura, canalizaciones de telecomunicación del inmueble; situación y ordenación de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones; otras instalaciones previstas en el inmueble que pudieran interferir o ser interferidas en su funcionamiento con la infraestructura; y detalles de ejecución de puntos singulares.
- Pliego de condiciones y presupuesto. Se determinarán las calidades de los materiales y equipos, y las condiciones de montaje. Se especificará el número de unidades y precio de la unidad de cada una de las partes en que puedan descomponerse los trabajos, debiendo quedar definidas las características, modelos, tipos y dimensiones de cada uno de los elementos.

4.3. Telefonía pública y telecomunicaciones por cable

En los casos de la telefonía pública y las telecomunicaciones por cable, la función de la ICT es, en un caso, la de ofrecer el acceso al servicio telefónico básico (TB) y RDSI y, en otro, al servicio de telecomunicaciones por cable (TLCA).

Para ambos, gran parte de lo expuesto es válido aunque, evidentemente, se dan particularidades. El acceso al edificio se puede hacer por la parte superior utilizando tecnologías WLL o LMDS, o inferior haciendo uso de redes de cable de hilos metálicos -pares o coaxiales- o con sistemas de fibra óptica, siendo lo habitual hasta ahora que sea por el suelo. Es obligatorio que todos los operadores que ofrezcan el servicio conecten sus redes de alimentación, ya sean por entrada inferior o superior, al RITI, ya que la ICT de telefonía y de distribución de cable son únicas para todo el inmueble, con independencia de su número.

En uno y otro caso, la red de distribución está formada por cables multipares (entre 25 y 100 pares) o por coaxiales, respectivamente, lo mismo que sucede para la red interior de usuario, uniendo los PAU con los BAT. En un caso, la toma de usuario es un terminal del tipo RJ-11 para el STB o RJ-45 con el TR (Unidad de Terminación de Red) para la RDSI, proporcionándose el servicio por el mismo par telefónico que llega a casa del usuario, y en otro una toma coaxial. Si el usuario solicitase un acceso primario, entonces, el TR se colocaría en su domicilio o en el RITI, debiendo el operador proveer la instalación necesaria. El número de líneas mínimo por vivienda ha de ser de dos, y en el caso de local comercial de tres; para las oficinas se ha de proporcionar una línea por puesto de trabajo (1 línea por cada 6 m² útiles) sin contabilizar salas de reuniones, por lo que el número total de pares dependerá de esto, dejando además un 40% de capacidad sobrante para imprevistos.

Es de destacar que, mientras la instalación de la ICT para telefonía es obligatoria en los inmuebles y viviendas unifamiliares de nueva construcción, por ser considerado un servicio universal, no sucede lo mismo para los servicios por cable, aunque sí se debe tener prevista su futura instalación a la hora de hacer el proyecto inicial.

5. Cableado estructurado

Los cables de pares telefónicos tienen el inconveniente de ser muy sensibles a las perturbaciones electromagnéticas debido a la disposición de los conductores (ya que dos conductores en paralelo constituyen en sí una antena a una frecuencia suficiente). Para evitar este efecto aparecieron los cables de pares trenzados (twisted pairs TP) que en el caso de que se encuentren apantallados se denominan STP (shield twisted pairs) mientras que los cables de pares trenzados sin apantallar se denominan UTP (unshielded twisted pair).

La línea de par trenzado apantallado consta de dos cables entrelazados, separados y rodeados por un dieléctrico sólido de pequeñas pérdidas. El dieléctrico de aislamiento que contiene los cables paralelos está rodeado por una trenza metálica a modo de apantallamiento y cubierto por un revestimiento flexible, normalmente de goma, para proteger la línea de la humedad.

Las ventajas que ofrece la línea de par apantallado son:

- Pérdidas reducidas de radiación de señales y escasa captación de ruidos
- Debido a su pequeño diámetro posee una fácil instalación y flexibilidad dentro de los canales.
- Su revestimiento externo de material compuesto facilita su tendido a través de los conductos.
- Hay una versión de 2 * 4 pares, que permite la instalación de un punto de acceso de dos conectores de una sola vez.

Las desventajas son que las pérdidas del dieléctrico y fugas son superiores al de otros tipos de líneas.

En base a la capacidad de transmisión y la calidad de los cables se distinguen 7 categorías de cables, en función de las cuales se establecen en los estándares distancias y velocidades máximas de transmisión para las distintas redes. Cabe destacar además que el cable de pares es el más utilizado en los sistemas de cableado estructurado, que consisten en dotar a los edificios de un sistema de distribución de señales con capacidad de soportar distintos tipos de servicios, en previsión de futuras aplicaciones.

Topología

5.1. Ethernet Par Trenzado (Par Trenzado): 10BASE-T, UTP

Hay dos versiones de Ethernet sobre pares trenzados sin apantallar: 10BASE-T (el estándar) y su predecesor UTP.

Los segmentos 10BASE-T y UTP segmentos pueden coexistir en la misma red a través de un transceptor y un cable transceptor o convertidor cuando cada hub esté conectado a un segmento común.

El cable utilizado es par trenzado sin apantallar de 22 a 26 AWG (hilo telefónico trenzado), al menos de Categoría 2 con dos giros por pie. Es preferible Categoría 3 ó 4. El cable de Categoría 5 soporta 100BASE-T (Fast Ethernet) y se recomienda para todas las nuevas instalaciones.

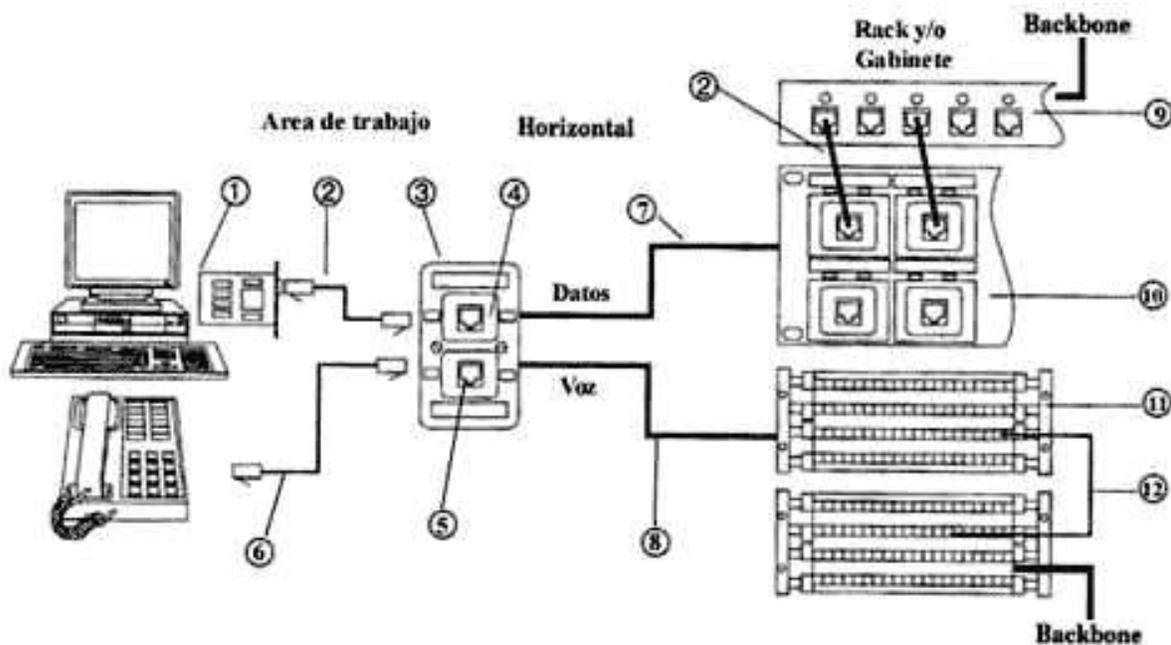
Las estaciones de trabajo están conectadas a un concentrador central (“hub”) en una configuración de estrella. Los concentradores pueden conectarse a una red de fibra óptica o coaxial y puede conectarse en cascada para formar una red más grande.

Un hub normalmente también tiene un puerto AUI para conexiones Ethernet estándar. La distancia máxima del segmento desde el concentrador al nodo es de 100 mts.

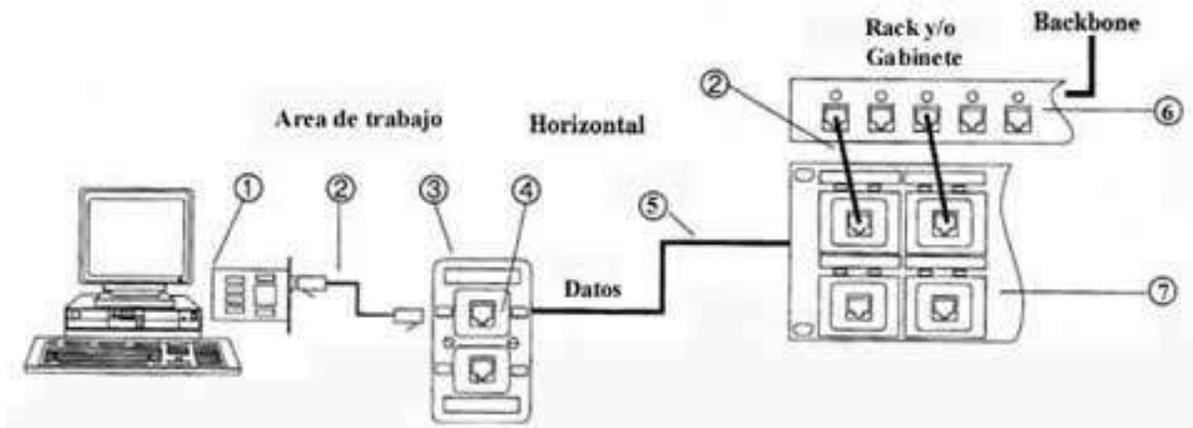
El número máximo de dispositivos por segmento es dos: el puerto del hub y el dispositivo 10BASE-T o UTP.

Las tarjetas de conexión a red (NIC) están disponibles con Transceptores 10BASE-T incorporados. Los dispositivos con puertos AUI estándar pueden conectarse con un transceptor de par trenzado.

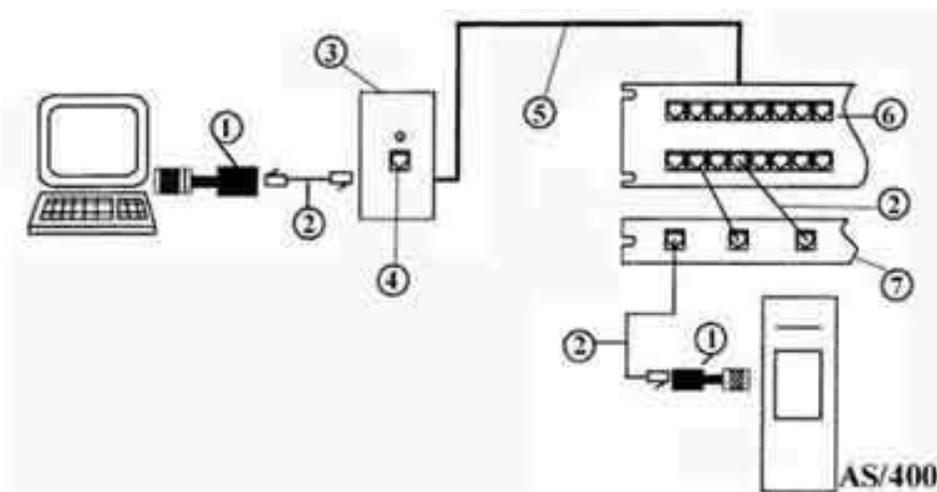
El Par Trenzado es el tipo de cable más económico, debido a que puede estar ya instalado y es más fácil de manipular. Pero no se recomienda para instalaciones con gran cantidad de interferencias EMI/RFI (por ejemplo, entornos industriales).



1. Tarjeta de Red.
2. Cable de Parcheo RJ45/RJ45.
3. Tapa Faceplate.
4. Jack Modular (Hembra RJ45).
5. Jack Modular (Hembra RJ11).
6. Cable de Parcheo RJ11/RJ11.
7. Cable UTP (FTP) RJ45.
8. Cable Telefónico (Risek).
9. Concentrador (HUB).
10. Panel de Parcheo.
11. Regletas 110.
12. Cable de Parcheo 110.



1. Tarjeta de Red.
2. Cable de Parcheo RJ45/RJ45.
3. Tapa Faceplate.
4. Jack Modular (Hembra RJ45).
5. Cable UTP (FTP) RJ45.
6. Concentrador (HUB).
7. Panel de Parcheo.



1. Balun TWINAXIAL-RJ45.
2. Cable de Parcheo RJ45/RJ45.
3. Tapa Faceplate.
4. Jack Modular (Hembra) RJ45.
5. Cable UTP (FTP) RJ45.
6. Panel de Parcheo.
7. Star HUB (Positivo/Activo).

El estándar TIA/EIA 568 especifica que los cables de Categoría 5 son adecuados para la transmisión de datos a frecuencias de hasta 100 MHz. Sin embargo, el Modo de Traspaso Asíncrono (ATM), funciona a 155 MHz. La Gigabit Ethernet trabaja a 1 Ghz.

La necesidad para incrementar el ancho de banda nunca decae-contra más se tenga, más se necesita. Las aplicaciones cada vez son más complejas, y los ficheros más grandes. A medida que su red se va cargando de datos se va ralentizando, con lo que nunca más volverá a ser rápida.

5.2. Categorías de cables

5.2.1. Categoría 5

La TIA/EIA 568A especifica solamente las Categorías para cables de pares trenzados sin apantallar (UTP). Cada una se basa en la capacidad del cable, para soportar prestaciones máximas y mínimas.

Hasta hace poco tiempo, la Categoría 5 era el grado más alto, especificado por el estándar TIA/EIA. Está definido para ser capaz de soportar velocidades de red de hasta 100 Mbps y frecuencias para transmisiones de voz/datos de hasta 100 MHz.

La designación de la Categoría se determina por las prestaciones UTP. A 100 MHz, el cable de Categoría 5 debe tener un NEXT de 32 dB/304,8 metros. y una gama de atenuación de 67 dB/304,8 metros. Para cumplir con el estándar, los cables solamente deben cumplir las especificaciones mínimas. Con la Categoría 5 correctamente instalada, podrá alcanzar las máximas prestaciones, las cuales, de acuerdo con el estándar, alcanzarán una velocidad de traspaso de 100 Mbps.

5.2.2. Categoría 5e

La diferencia principal entre la Categoría 5 (568^A) y la Categoría 5e (568^A-5) es que algunas de las especificaciones son más estrictas en la versión avanzada. Ambas funcionan en la frecuencia de 100 MHz. Pero la Categoría 5e cumple las siguientes especificaciones: NEXT: 35 dB; PS-NEXT: 32 dB, ELFEXT: 23.8 dB; PS-ELFEXT: 20.8 dB, Pérdida de Retorno: 20.1 dB, y Retardo: 45 ns. Con estas mejoras, podrá obtener unas transmisiones Ethernet libre de errores, con cuatro pares, full-duplex, sobre UTP.

5.2.3. Categoría 6

Además, existen estándares de cableados con prestaciones aún superiores, como la Categoría 6/Clase E todavía en desarrollo. Aunque 1000BASE-T no especifica la Categoría 6/Clase E como un requerimiento, el IEEE y el ATM Forum, entre otras entidades, han solicitado a los organismos de normalización de cableado el desarrollo de nuevos estándares.

Los cableados de categoría 6 están diseñados para superar los requerimientos de la reciente especificación para la Categoría 6/Clase E, cuyo diseño iniciaron TIA e ISO a finales de 1997.

La especificación define un sistema de cableado con más del doble del ancho de banda (250 MHz) que los sistemas Categoría 5.

A medida que se exigen mejores prestaciones a los sistemas de cableado, el concepto de sistema extremo a extremo se hace cada vez más importante. Al pasar de 100 MHz a 250 MHz, las pequeñas variaciones en las prestaciones de un componente, como un latiguillo, tienen grandes repercusiones en el comportamiento del sistema completo. Es incluso posible realizar una mejora en un componente y sin embargo empeorar las prestaciones del conjunto del sistema. Por ello, es fundamental que el sistema y todos los componentes sean diseñados como un único camino de transmisión. Los requerimientos de la Categoría 6/Clase E no pueden tolerar un sistema donde cada componente esté diseñado como un elemento individual de transmisión: los diseños extremo a extremo son los que garantizan las mejores prestaciones del sistema.

La Categoría 6 se especificará hasta los 250 MHz, doblando el ancho de banda de la Categoría 5. Es decir, los parámetros que se habían especificado para la Categoría 5 (NEXT, atenuación, etc..) se especifican para la Categoría 6 con un rango de frecuencias más amplio (250 MHz vs. 100 MHz). Este hecho dará lugar a un “tubo” de transmisión de datos que es prácticamente el doble que el ofrecido por la Categoría 5.

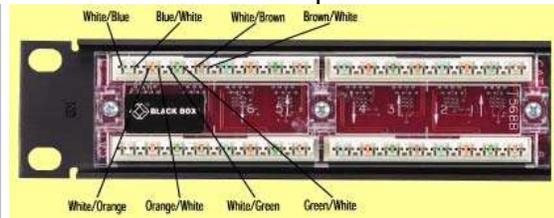
Con la evolución de las prestaciones de cableado, el número de parámetros de prestaciones en el que estamos interesados ha aumentado, incluso para sistemas de Categoría 5. Para cada nivel de prestaciones existen requerimientos para cable, dispositivos de conexión y sistemas instalados. Ahora, además de los criterios originales de la Categoría 5 de atenuación y NEXT, también se han de considerar parámetros adicionales de “power sum NEXT”, “far end crosstalk (ELFEXT)”, “power sum ELFEXT”, pérdidas de retorno y “delay skew”.

Supera, asimismo, los requerimientos de prestaciones para Gigabit Ethernet, convirtiéndose en la base para el diseño de la próxima generación de aplicaciones LAN.

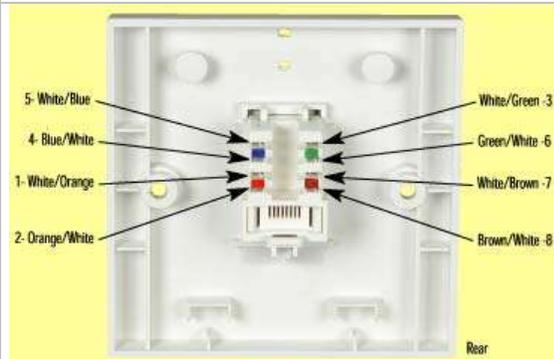
5.3. Instalaciones de cableado estructurado

Los elementos que forman un sistema de cableado estructurado se presentan a continuación.

Panel de parcheo donde se terminan las conexiones de los cables UTP individuales. El cableado se realiza por la parte trasera engastando los hilos del cable UTP mediante IDC en regletas de 4 pares. Los conectores RJ-45 se denominan bocas.



Toma de red instalada en sistema de canaletas o suelo falso. El sistema de cableado del cable UTP es IDC. La toma esta formada por el conector que se inserta en una placa que a su vez se instala en el sistema de forma modular.



Los módulos más comunes están formados por dos tomas de RJ-45, uno para voz y otro para datos que se identifican mediante código de colores y/o dibujo.

La toma puede ser individual o formar parte de un sistema modular para conectores comerciales de diferentes sistemas:

Pares: RJ-45, RJ-11

Coaxial: BNC

Fibra óptica: SC, ST, FC



El cableado de las tomas se realiza con la herramienta IDC recomendada por el fabricante.



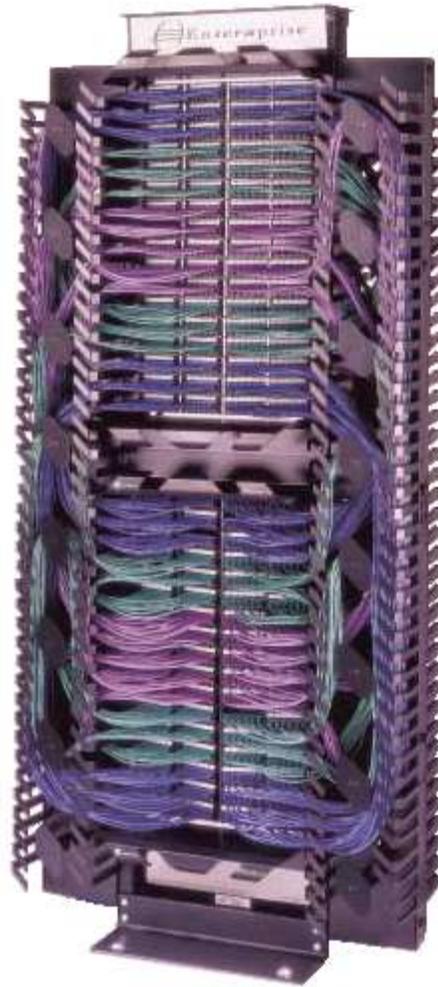
Armario repartidor de alta capacidad montado y cableado.

El armario sirve como punto flexible para la conexión de las tomas a extensiones de voz (PABX) y datos (LAN).

Las conexiones se realizan mediante latiguillos de RJ-45 también conocidos como "patch cords".

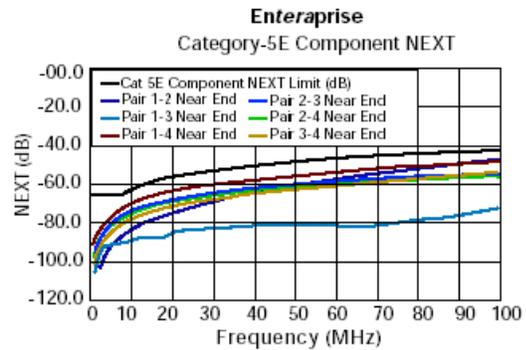
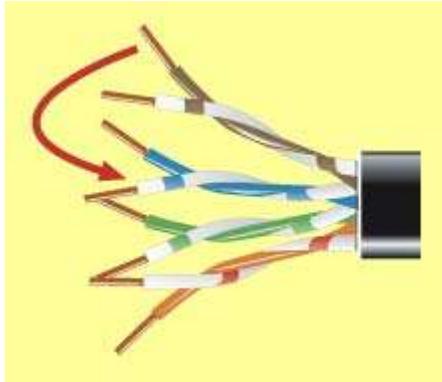
La identificación de las conexiones mediante etiquetas y código de colores es esencial para que el mantenimiento de la red sea viable.

El principal problema de la organización de los latiguillos es la sobre-longitud de cable cuando se realiza la conexión entre puertos.

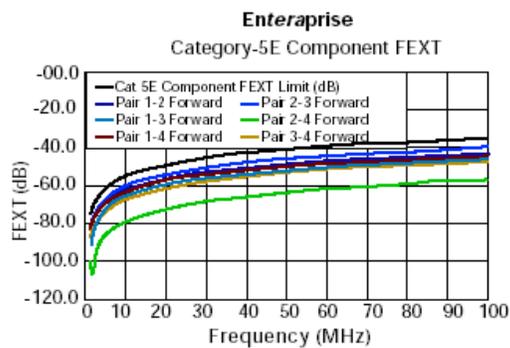


5.4. Medidas de calidad

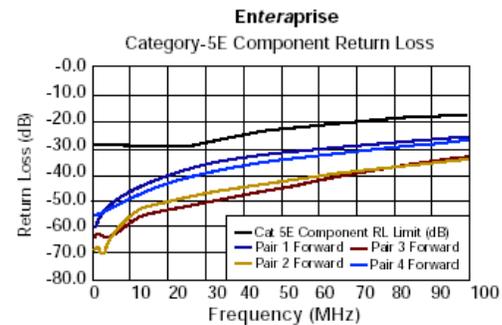
NEXT



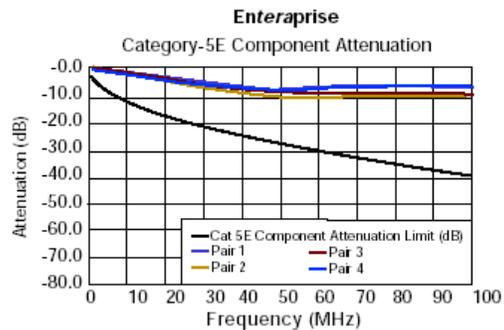
FEXT



Perdidas de retorno



Atenuación



5.5. Conector RJ45

El conector RJ-45 se utiliza para conectar tarjetas, hubs, switches, cableado de interface S de RDSI y otras aplicaciones.

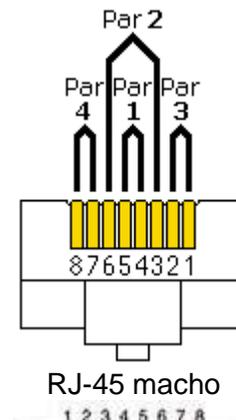
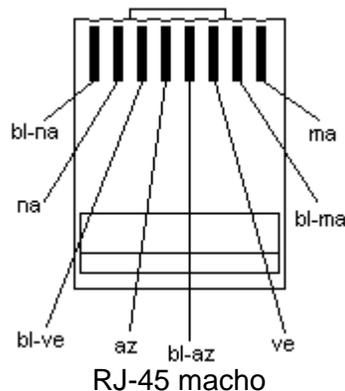
El material que se necesita para realizar una conexión es:

- Cable UTP de 4 pares.
- Conector RJ-45 de 8 pines.
- Engastadora de conector RJ-45 que usualmente integra la herramienta de pelado del cable.

En el conector RJ-45 visto por el lado de los contactos, los contactos numeran del 1 al 8 empezando por la izquierda, los colores de los pares trenzados son los que normalmente traen los cables de categoría 5:

- bl-na=blanco-naranja na=naranja
- bl-ve=blanco-verde ve=verde
- bl-az=blanco-azul az=azul
- bl-ma=blanco-marrón ma=marrón

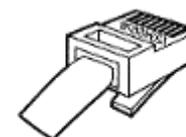
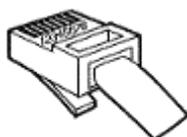
Si se utiliza un cable con colores diferentes es importante no olvidar el utilizar un par para cada dirección de la transmisión, porque si los mezclamos y utilizamos por ejemplo dos hilos de pares diferentes para una dirección la red probablemente no nos levante sobre todo si el cableado tiene una longitud superior a 5 metros.



El conexionado de un cable utilizado para la conexión entre PC y hub se denomina cable recto o normal y se conecta según el siguiente esquema:



Par 2 Blanco-Naranja/Naranja





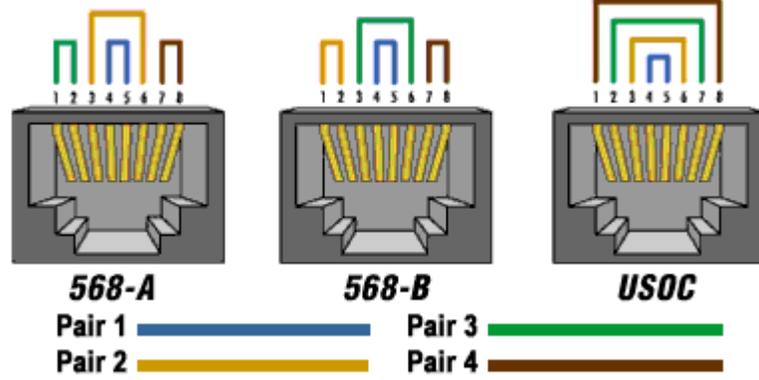
Se utilizan LATIGUILLOS CRUZADOS en los casos en los que se quiera unir dos concentradores HUB's en cascada (puerto up-link) y no se disponga en uno de los concentradores de una salida cruzada mediante un conmutador (to-Pc / to-Hub). También es utilizado si se quieren comunicar dos PC's mediante un cable de par trenzado a través de sus tarjetas de red y sin mediar entre ellos un concentrador.



Las señales que transporta el cable dependiendo de su aplicación se presentan en la siguiente tabla:

Pin	A	Hub
1	Rx +	Tx +
2	Rx -	Tx -
3	Tx +	Rx +
6	Tx -	Rx -
4, 5, 7 y 8	Sin uso	

Los estándares de cableado UTP caracterizados por la asignación de los pines son los presentados en la siguiente figura. El estándar más común en las instalaciones es el 568-B.



6. Teléfono

El teléfono es uno de los dispositivos más simples que un usuario dispone en su inmueble. La conexión telefónica no se ha cambiado durante un siglo y todavía es posible conectar un teléfono antiguo a la red y realizar una llamada completa sin problemas.

Los elementos básicos de un teléfono son el auricular, el micrófono y un conmutador de gravedad. El conjunto del auricular y micrófono se denomina microteléfono.

El microteléfono es un dispositivo a 4 hilos, dos para el auricular y dos para el micrófono mientras que la línea de abonado es a dos hilos.

El microteléfono debe permitir una comunicación simultánea por lo que hay que evitar el acoplamiento de las señales entrantes y salientes. Esto se consigue mediante la bobina híbrida que realiza la adaptación de 2 a 4 hilos, suprime el eco y acopla la diferencia de impedancias entre el micrófono, auricular y línea.

6.1. Funcionamiento del teléfono

El teléfono está conectado a la central por medio de dos hilos a (ring) y b (tip) de un par. El circuito de voz se encuentra desconectado de la línea de la central y del timbre en la posición de reposo (on-hook).

Cuando se recibe una llamada suena el timbre y descuelga el microteléfono el conmutador de gravedad desconecta el timbre y pone el circuito de voz en línea quedando el sistema dispuesto para establecer una comunicación con el llamante.

En el caso que el usuario establezca la comunicación, al proceder a levantar el microteléfono (off-hook) el timbre se desconecta y el circuito se pone en línea circulando la corriente generada por la batería de la central. Al recibir la señal de tono para invitar a marcar el sistema está dispuesto para realizar la marcación del número llamado.

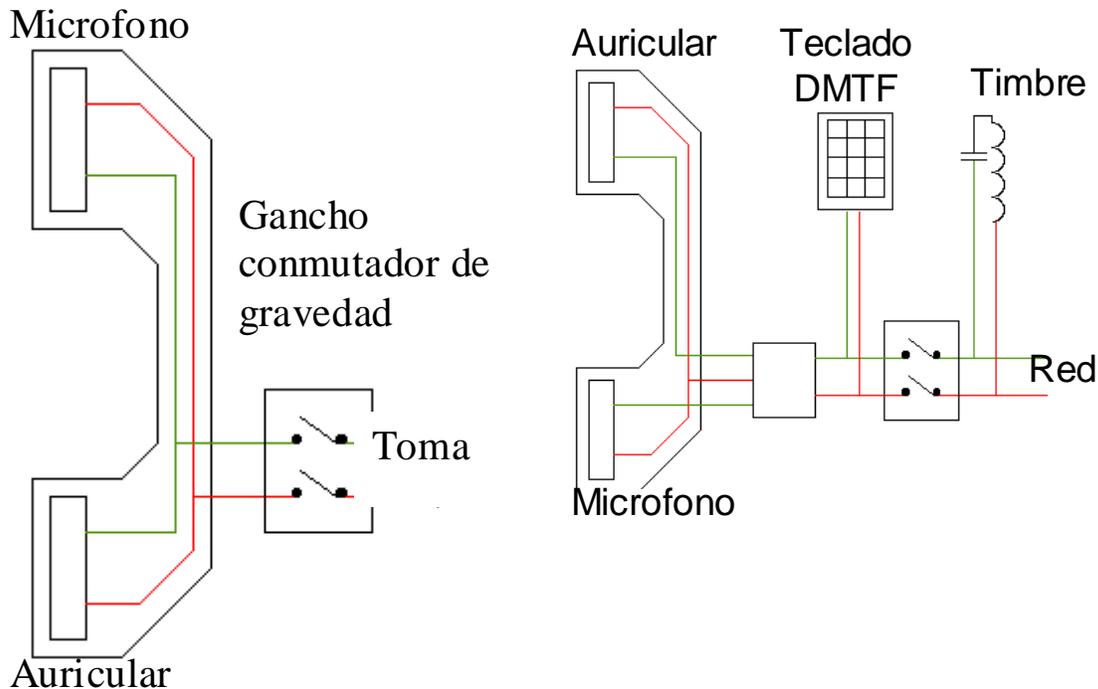
El tono de marcación está formado por un tono continuo a una frecuencia determinada.

En el caso que el número llamado esté ocupado la central envía al llamante el mensaje de número ocupado mediante una señal compuesta de dos tonos de 480 Hz y 620 Hz con una cadencia.

Los primeros aparatos estaban equipados por una batería que se conectaba mediante el microteléfono a la línea y daba una tensión constante. El micrófono estaba formado por gránulos de carbón y el sonido modulaba la corriente de línea en función del cambio de resistencia provocado por el sonido en los gránulos de carbón. El sistema no requería de amplificadores de salida locales para alcance de hasta 20 km.

Actualmente la batería está en la central y el micrófono es electromagnético. La batería suministra una tensión de alimentación constante y las diferencias de corriente que se generan por la longitud de los bucles se compensan en el terminal mediante varistores.

La señal eléctrica modulada por la voz se recibe en el teléfono y se transforma en sonido mediante el auricular. Cuando varía la corriente varía el campo electromagnético y la membrana del auricular oscila reproduciendo el sonido enviado por la central.



6.2. Tipos de terminales

6.2.1. Disco

Es el primer terminal que apareció que permite la marcación del número llamado mediante un disco rotatorio. El número se lleva hasta al final y cuando vuelve a su posición corta el bucle de línea con una cadencia de 10 veces por segundo generando los impulsos de marcación. Existe una versión de este terminal en el que el disco se sustituye por un teclado decádico. Los dígitos se marcan y se almacenan para su envío a la línea con la cadencia de impulsos correspondiente. Presenta la ventaja de fiabilidad y rapidez en el proceso de marcado.

6.2.2. DTMF (Dual Tone MultiFrequency)

Es el formato acordado por la CCITT para la emisión de tonos por un teléfono de teclado. Existen 12 tonos diferentes y a cada dígito o carácter se le asigna una combinación de dos tonos incluyendo los caracteres * y #. Al contrario que con la marcación por impulsos el circuito con la central se mantiene permanentemente durante el proceso de marcado. Cuando se pulsa la tecla se genera la combinación de los dos tonos correspondiente. Las ventajas de esta

marcación son que la conmutación es instantánea y que no hay pérdida asociada a la señal. La mayoría de las centrales actuales soporta este tipo de marcación.

Frecuencias altas (Hz)	1.209	1.336	1.447	1.633 (reserva)
Frecuencias bajas (Hz)				
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

6.2.3. Digitales

Son los terminales utilizados en RDSI. Estos terminales ofrecen una serie de servicios adicionales contando con teclas de función fijas o programables.

7. Conmutación

7.1. Centrales

La finalidad de una red de telecomunicación es asegurar la interconexión entre terminales con unos niveles de calidad acordados y a un coste razonable. Para conseguir estos objetivos se deberán disponer en la red equipos para realizar las funciones de:

- Transmisión
- Conmutación
- Señalización

Los atributos que caracterizan a una red son los siguientes:

- Conectividad
- Topología
- Jerarquía
- Especificidad
- Calidad
- Naturaleza

Las centrales de conmutación son los elementos necesarios encargados de proporcionar automáticamente la selectividad necesaria para poder establecer un circuito de enlace entre dos usuarios que desean comunicarse. Las centrales realizan las funciones de control y señalización propios de la red.

Las categorías de centros establecidas en la red jerárquica son los siguientes:

- Central local o central urbana a la que se conectan las líneas de los clientes mediante portador que normalmente es un cable de pares. La central urbana cubre un municipio, varios municipios o solo un área de un municipio. Realiza funciones de conmutación para el tráfico local entre clientes de la misma central y realiza funciones de concentración del tráfico entrante dirigido a clientes externos a la central.
- Central primaria a la que se conectan las centrales locales. Cuando un usuario desea comunicarse con otro que depende de otra central la comunicación se realiza a través de los circuitos de enlace entre ambas. Cuando el tráfico entre algunas centrales locales es bajo se utilizan centrales primarias de forma que las centrales locales no están unidas entre sí a nivel físico. Las centrales primarias son centrales sin clientes directos cuya misión es unir centrales entre sí.
- Central tándem que sirven para cursar tráfico entre centrales primarias actuando como cocentradores.
- Central secundaria encargada de cursar tráfico de forma automática entre provincias pertenecientes a la misma área geográfica. Se conectan a centrales primarias y tándem y no disponen de clientes propios.
- Central terciaria que sirven para cursar tráfico entre centrales secundarias pertenecientes a diferentes áreas geográficas. Las centrales terciarias se conectan entre sí formando una red o malla. Se conocen también como centrales interurbanas o nodales.
- Central internacional que cursan tráfico entre diferentes países. Las centrales terciarias se conectan a las centrales internacionales.

El número de centrales tipo disminuye a medida que se asciende en la jerarquía por lo que la red tiene una estructura de racimo.

En el escenario de zonas rurales es más económico y práctico atender a los clientes desde una central localizada en una localidad próxima bien sea directamente o a través de una unidad de conmutación remota conocida como unidad remota. Las funciones de la unidad remota son la concentrar el tráfico entrante y realiza funciones de conmutación local en el caso de quedar aislada de la red por alguna incidencia.

La topología lógica de jerarquía de centrales es la de racimo y la topología física es la de unión mediante anillos.

El proyecto de diseño, construcción, puesta en marcha y mantenimiento de una central se compone de una serie de planes técnicos.

- El plan encaminamiento debe determinar como se establece el circuito cuando se cursa una llamada entre dos clientes. El principio básico de encaminamiento es seguir un trayecto de acuerdo con los ordenes jerárquicos establecidos.
- El plan de conmutación define los equipos a utilizar en cada escenario, sus funcionalidades y su organización interna.
- El plan de numeración dota a cada cliente de un número exclusivo para el establecimiento automático de comunicaciones.
- El plan de transmisión establece cuáles deben ser los parámetros de transmisión (atenuación, ruido...) de cada tramo de la red para garantizar que todas las llamadas cumplen los objetivos de calidad previstos. Este plan de transmisión se aplica a los diferentes circuitos generados desde la línea de abonado por pares a la unión entre centrales mediante fibra óptica.
- El plan de señalización establece los procedimientos de intercambio de señales para el establecimiento y fin de las llamadas.
- El plan de sincronización en una red digital define la calidad de los relojes, la jerarquía y topología de la red de sincronización y el esquema de entrega de señal de sincronización.
- El plan de tarificación establece el método para generar las facturas en función del tráfico generado y su destino.
- El plan de conservación define el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo adecuado para los niveles de calidad establecidos en el proyecto técnico.

7.2. Interconexión

Las distintas redes que existen en cada país y en todo el mundo deben poder interconectarse entre sí para que un usuario de cualquiera de esas redes pueda acceder a usuarios o servicios de cualquier otra red.

Hay varios ejemplos típicos de interconexión de redes:

- Entre operadores de distinto ámbito geográfico y/o de distintos servicios: éste es el caso del acceso indirecto.
- Entre las redes para proveer distintos servicios que puede tener un mismo operador (voz, datos...)

Para asegurar la interconexión existe una normativa técnica y legal. La CMT (Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones) es la entidad reguladora encargada de velar por el buen desarrollo de la competencia efectiva en el mercado nacional.

Todo operador dominante debe disponer de una Oferta de Interconexión de Referencia(OIR), para lo cual habrán de presentar una propuesta de dicha oferta a la CMT y actualizarla anualmente. La OIR se utiliza como base para la negociación entre el operador entrante y el operador dominante.

Una de las mayores desventajas de un operador entrante frente al operador dominante es la falta de despliegue de la red, es decir, el operador entrante no dispone de infraestructura de red de acceso para llegar a todos sus usuarios potenciales.

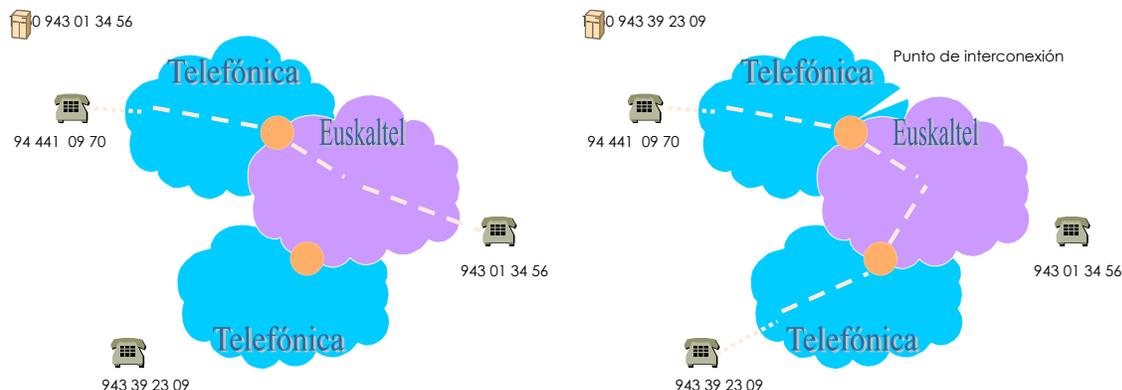
Se impone, por ello, al operador dominante la obligación de establecer acuerdos de interconexión con los operadores entrantes y de hacer que las llamadas dirigidas a las redes de dichos operadores sean cursadas hacia ellas de forma correcta.

El servicio de acceso indirecto se ofrece a través de las líneas telefónicas convencionales. Se puede disfrutar sin tener que dar de baja la línea contratada, sin instalaciones o cambio de aparato telefónico.

Para los usuarios finales, el acceso indirecto les ofrece la posibilidad de elegir el operador de telecomunicaciones a través del cual canalizar las llamadas provinciales, interprovinciales, internacionales y de fijo a móvil, y beneficiarse de nuevas ventajas y un nuevo servicio de atención al cliente.

El proceso de los diferentes tipos de llamadas establecidas a través de la interconexión se presenta a continuación:

- La llamada generada por el usuario del operador 1 progresa a través del bucle de abonado hasta la central de conmutación urbana más cercana a ese usuario.
- La central de conmutación urbana a la que ha llegado la llamada analiza la numeración marcada y determina, por sí misma o recurriendo a una red inteligente, como tiene que encaminar la llamada, es decir, a cuál de sus salidas debe conectar la llamada que ha recibido.
- La llamada será encaminada a una central en la que se dispone de un PDI (Punto De Interconexión) con el operador 1.



Llamada de cliente de acceso indirecto de Euskaltel a cliente de acceso directo de Euskaltel a cliente de acceso indirecto de Telefónica

7.3. Señalización

La función de una central de conmutación es establecer una comunicación temporal entre dos usuarios que desean comunicarse por medio de la información (numeración) proporcionada por el llamante. Se debe establecer un proceso de intercambio de señales entre el llamante, la central local del llamante, las centrales intermedias y la central local del llamado. Este proceso se denominada señalización.

Una red de señalización es una red diseñada para permitir la comunicación entre los propios equipos de la red. La señalización forma parte del sistema telefónico desde sus orígenes. Sin embargo la necesidad de disponer de una red de señalización independiente de la red de voz cobra fuerza con la revolución digital.

El empleo de una red de señalización permite una independencia entre la información de usuario y la información de las redes de telefonía para ofrecer los diferentes servicios. De hecho, la aparición de los modernos sistemas de señalización permite a los operadores la prestación de nuevos servicios impensables hace algunos años.

Las funciones generales de la señalización son:

- La transferencia de información de control entre equipos de red (equipos de conmutación y consultas a bases de datos).
- Permitir la interconexión entre diferentes redes.

Las funciones particulares de la señalización son:

- Con métodos tradicionales:
 - Supervisión: Era muy simple consistía en comprobar si fluía correctamente una corriente entre ambos extremos de un enlace.
 - Direccionamiento: Las señales de los dígitos marcados pasaban a través de la red del mismo modo en que eran generados. Tonos o pulsos.
 - La única información que se podía enviar era la dirección del destino.
- Con métodos actuales:
 - Señalización entre abonado y red: Incluye el número del abonado que llama.
 - Señalización interoficinas: Puede incluir información de bases de datos acerca del tipo de servicio de un usuario, facturación, etc.

7.3.1. Evolución histórica

Las redes de telefonía analógica no resultan adecuadas para la prestación de ciertos servicios debido a su propia naturaleza (ej.: Transmisión de datos). Alrededor de los años 60 surgen redes de conmutación de paquetes independientes de la red de telefonía, lo cual supone un avance importante por la flexibilidad que estas redes pueden proporcionar. Sin embargo cuando diferentes entidades internacionales comenzaron a investigar alternativas para proporcionar servicio telefónico de masas (como el celular), y otros servicios de datos más sofisticados se comenzó a considerar la necesidad de disponer de un nivel de digitalización en las redes aún mayor, lo que se terminó concretando en los estudios encargados por la ITU acerca de las Redes Inteligentes que desembocaron en el SS6 (Signalling System 6).

Posteriormente se produjo una revolución en la industria telefónica, que se concretó en la necesidad de disponer de una red propia de alta velocidad que terminó dando lugar al estándar SS7.

Antes de estos avances la señalización y la voz se transportaban por el mismo circuito de voz. Puede parecer un ahorro, ya que sólo se emplea un único circuito. Sin embargo se produce el efecto contrario ya que la ocupación de los circuitos no va a ser óptima.

7.3.2. Señalización de acceso a la línea

Es el conjunto de operaciones para conectar al abonado con la central de conmutación a la que pertenece. Tenemos el siguiente conjunto de señales.

- Call progress signals: Informan al usuario que llama del progreso de la llamada (ej.: Ringback, Busy, Circuit Busy).
- Supervisory signals: Señales eléctricas que informan principalmente de que se ha descolgado el teléfono. Se puede interpretar como petición de llamada o usuario ocupado.
- Control signals: Pensadas para comunicación entre dos equipos de la red. En SS7 se ofrece por medio de mensajes.
- Address signals: Número de teléfono del destinatario.
- Alert signals: Alertan al abonado llamado de que se intenta establecer una llamada con él.
- Test signals: Permiten validar circuitos y medir calidades en los mismos.

Todas estas operaciones se pueden llevar a cabo mediante señalización convencional o con mensajes SS7.

7.3.3. Sistemas de señalización

7.3.3.1. Señalización en banda

Utiliza el canal de voz para el envío de la señalización. El primer método de señalización en banda que se empleó, analógico, consistía en el envío de tonos en la banda de audio. No es un método óptimo porque se puede llegar a interferir la comunicación. Los tonos enviados se eligen de forma que sean los que estadísticamente puedan interferir menos.

Existen varios subtipos de señalización en banda.

- SF Es la más usada. Consiste en el envío de tonos de frecuencia única. Se emplea un tono de 2.6 KHz para liberar los circuitos.
- MF
- DTMF

En este tipo de señalización que es analógica, el procedimiento consiste en lo siguiente: al descolgar un equipo de abonado se cierra un circuito entre la central local y el bucle de abonado. Por este circuito fluye una corriente continua. La central detecta este flujo de corriente y envía el tono de marcado. El marcado del número se puede realizar por tonos o por pulsos (DTMF). Cuando la llamada llega a la central destino esta genera una señal de ringing hacia el

destino y una señal de ringback hacia el origen de la llamada. En caso de que el abonado esté ocupado genera señal de ocupado.

7.3.3.2. Señalización fuera de banda

Consiste en el envío de voz y control por diferentes canales. Las primeras implementaciones de este tipo, que también eran analógicas, empleaban zonas del canal telefónico no empleadas para la transmisión de la voz.

En la práctica aún quedan algunas interferencias y las señales seguían siendo analógicas. Además con este método se mantienen unos tiempos de conexión y desconexión altos.

7.3.3.3. Señalización digital

Se denominó así al siguiente método de señalización que se implementó. En el flujo de datos de una señal codificada se insertaba un bit de información de señalización robando capacidad de transmisión al usuario. Es una evolución debida al menor coste de los equipos digitales. Presentaba ventajas de fiabilidad y precio frente a los métodos anteriores. Tiene la pega de ofrecer funciones muy limitadas al no utilizar mensajes.

7.3.3.4. Señalización por canal común

Consiste en el empleo de un canal independiente de los canales de voz para la transmisión exclusiva del tráfico de señalización.

Este último método es el empleado por SS7. Además al estar SS7 basado en mensajes se ofrecen posibilidades casi ilimitadas.

7.3.4. Protocolos de señalización

Existen diferentes protocolos de señalización caracterizados por el segmento de la red donde son operativos:

- Red-red
 - Protocolos analógicos:
 - Línea: CC, E/M (3825 Hz), 2500Hz
 - Registro: MF 2/5
 - Protocolo digital (CAS-MIC):
 - Línea: CC, E/M
 - CCITT:
 - R2 (analógico/digital):
 - Línea (3825 Hz o CAS)
 - Registro: MF 2/6
 - nº6: Canal común
 - nº7: Canal común. Múltiples usuarios.
- Usuario-red
 - POTS - Interfaz Z

- RDSI (2B+D / 30B+D)
- Usuario-usuario (PBX)
 - POTS - Interfaz Z
 - E&M Analógico
 - CAS (E&M / R2...)
 - RDSI (2B+D / 30B+D)
 - QSIG
 - DPNSS

7.3.4.1. SS6

Emplea 12 unidades de señalización de 28 bits. Soportado por enlaces de 2.4 o 4.8 Kbps.

7.3.4.2. CCIS (Common Channel Interoffice Signalling).

Desarrollado por AT&T basándose en el protocolo SS6. La velocidad de los enlaces es de 4.8 Kbps.

7.3.4.3. SS7

Emplea unidades de señalización de longitud variable. Soportado por enlaces de 56 o 64 Kbps.

Comenzó a introducirse en 1983 produciéndose su mayor despliegue a mediados de los 80. Al principio se empleó sólo en las redes troncales pasando 4 o 5 años hasta que se introdujo en las locales.

La primera aplicación a que se destino era el acceso a Bases de Datos remotas. Lo primero que se hizo fue proporcionar el acceso a los números 800/900. La central del abonado se conectaba con la BD mediante el envío de mensajes SS7 y de esta obtenía el número de abonado con quién debía establecer la llamada.

SS7 proporciona entre otras funciones, las siguientes:

- Acceso a BD (instrucciones de encaminamiento y facturación).
- Establecimiento y liberación de llamadas.
- Autogestión de red. □Otros servicios (Identificación del abonado que llama, características de abonado personalizadas, callback).

7.3.5. TIPOS DE SEÑALIZACIÓN

La señalización ha sido utilizada desde la aparición de los primeros teléfonos. Sin embargo su forma ha evolucionado mucho con el tiempo.

- Corriente eléctrica.
- Señales analógicas.
- Mensajes digitales.

En el caso de los primeros métodos de señalización nos encontramos con una serie de limitaciones. En el caso de señales analógicas tenemos un reducido número de posibles valores representados y una serie de desventajas:

- Ocupación de los circuitos no óptima que puede llevar a una saturación de la RTB.
- La búsqueda de una mayor capacidad en las redes y la necesidad de ofrecer nuevos servicios lleva a una separación de señalización y voz y a una progresiva digitalización de las redes.

Cuando la señalización se transporta sobre una red separada se obtienen las siguientes ventajas:

- Mayor velocidad en operaciones de establecimiento y liberación de llamadas.
- Mayor disponibilidad de los circuitos de voz.
- Menor necesidad de recursos adicionales.

7.4. Redes inteligentes

Se pretende ofrecer medios al usuario para que este pueda configurar sus propios servicios evitando tener que recurrir al proveedor para realizar cualquier modificación.

Esto conlleva un menor coste tanto para el proveedor como para el usuario y hace que el retraso sea menor ya que se evitan trámites administrativos para activar un servicio. Además permite la prestación de servicios de una forma más personalizada, y que no serían posibles con los sistemas tradicionales. La posibilidad de activar servicios por parte del usuario en tiempo real supone un gran número de ventajas para usuarios y proveedores.

Como ejemplo podemos tener a un usuario con un número 900 contratado que en un momento determinado y tras una campaña publicitaria necesitará de un mayor número de líneas. Lo ideal sería que el mismo se conectara a los equipos de conmutación, añadiera las líneas que necesitase, y pasado el periodo de mayor número de llamadas él mismo las diera de baja. Se podría ahorrar la carga administrativa y pagaría sólo por la utilización real de las líneas.

Por otro lado, las redes inteligentes permiten que los equipos de conmutación puedan dialogar entre ellos para optimizar encaminamientos, manejo de llamadas y operaciones de gestión.

La inteligencia de red permite:

- Ahorro de tiempo y dinero para usuarios y proveedores.
- Nuevas posibilidades para los usuarios y para los proveedores.

7.4.1. Inteligencia de red

Entre las funciones y servicios prestados por los elementos que componen una red inteligente destacan los siguientes:

- Encaminamiento inteligente.
- Características de abonado personalizadas.
- Acceso a Bases de Datos.
- Servicio extremo a extremo.

SS7 constituye la clave para la implementación de estas funciones.

7.4.1.1. Encaminamiento inteligente

Es útil para grandes empresas que deben manejar grandes volúmenes de llamadas. Reparten el tráfico entre sus diferentes centros mediante una serie de instrucciones que tienen almacenadas en las Bases de Datos.

Las llamadas se reparten por:

- Balanceo de carga entre oficinas.
- Encaminamiento en función del código de área del número llamante.
- La hora del día en que se realicen las llamadas.

7.4.1.2. Servicios de red inteligente

- Find me Service: Redirecciona llamadas a un destino programado. Permite programar una serie de abonados autorizados, de forma que sólo ellos sean desviados. Follow me service: Redirecciona como el servicio anterior, pero además tiene en cuenta la hora del día en que se produce la llamada.
- Seguridad: No permite accesos no autorizados a un ordenador que está conectado a la red mediante un módem. Sólo autorizará a aquellos que llamen desde un número determinado o empleando un código de acceso.
- Call Pick up Service: Relacionado con el servicio buscapersonas. Cuando se llama al número de teléfono de un abonado se envía un mensaje al “busca” de ese abonado y éste puede capturar la llamada marcando su número de teléfono y tecleando un código de acceso.
- Store locator Service: Para empresas con varios centros de atención de llamadas.
- Proporciona el encaminamiento en función del número de procedencia de la llamada.
- Call routing Service: Permite balancear la carga entre centros de atención de llamadas. De esta forma se busca evitar la pérdida de llamadas.
- Multilocation extension dialing: Permite pasar a otros número de abonado cuando se ha llamado a un número y se ha marcado una extensión. Name delivery: En las llamadas recibidas se tiene información del abonado que llama.
- Outgoing call restriction: El abonado programa determinados números o prefijos de manera que no se permitan llamadas salientes hacia esos códigos. Van a existir gateways que convierten ambos protocolos permitiendo una interconexión entre ambos planos y diferentes protocolos nacionales.

Se ofrecen dos tipos de servicios:

- Relativo a circuitos: Relacionado con establecimiento y liberación de llamadas.
- No relativo a circuitos: Acceso a Bases de Datos, gestión de red...

7.4.2. Elementos de red de señalización

En una red de señalización se distinguen dos elementos fundamentales:

- Puntos de señalización
- Enlaces de Señalización.
- Puntos de Señalización SP (Signalling Point)

Llevan a cabo principalmente tres tipos de funciones.

- Emisores y receptores de mensajes de señalización (Oficinas locales).
- Conmutación de mensajes (Interconectando las oficinas locales).
- Proporcionan acceso a Bases de Datos.

Todos ellos además llevan a cabo la discriminación y encaminamiento de mensajes.

Se tienen tres tipos de SP.

- Service Switching Point (SSP): Proporcionan el acceso a la red de señalización.
- Signal Transfer Point (STP): Conmutan mensajes de señalización.
- Service Control Point (SCP): Permiten el acceso a las Bases de Datos las redes de señalización.

8. RDSI

8.1. Introducción

La RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es una red que procede de la evolución de la Red Digital Integrada y que facilita conexiones extremo a extremo para proporcionar una amplia gama de servicios, tanto de voz como de otros tipos, y a la que los usuarios acceden a través de un conjunto definido de interfaces normalizados. Al estar basada y ser evolución de la RDI telefónica, la RDSI ofrece conexiones por conmutación de circuitos a 64Kbps mínimo.

No obstante, por existir servicios que son más apropiados para ser sustentados por medio de conexiones por conmutación de paquetes, la RDSI ofrece también este tipo de conexiones. Para ello, y a diferencia de la RDI, la RDSI incorpora elementos de conmutación de paquetes.

La técnica de multiplexación de los canales es TDM y el tipo de modulación utilizada en España es la 2B1Q.

El objetivo de la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) es sustituir las múltiples redes actuales, especializadas en diversos servicios, por una red única capaz de proveer todos los servicios, telemáticos o convencionales, teniendo como base la RDI (Red Digital Integrada) con canales de 64 Kbits/s.

En RDSI se extiende la digitalización hasta el propio domicilio del usuario, pero conservando la actual planta exterior de líneas de abonado, ya que sustituirla resulta por el momento económicamente inviable. Esto implica una serie de problemas técnicos dado el limitado ancho de banda de los pares telefónicos.

Otra característica importante de la RDSI es el hecho de que el terminal de abonado se considera un terminal multiservicio, (voz, datos, texto, etc.) capaz de tratar simultáneamente varios de ellos.

La implementación de RDSI fue diferente según los países lo que ha dificultado en su principio la implantación masiva. La ETSI implementó un estándar RDSI con un núcleo común de servicios.

La RDSI se creó como un proyecto ambicioso a principios de los años 80 para dar una solución integral a las comunicaciones.

La RDSI no se implantó como se había planificado debido a diferentes factores:

- La implementación de la RDSI obligaba a la digitalización de las centrales o a la digitalización de los puertos con servicios RDSI en el caso de las centrales analógicas. El coste asociado a estos cambios hicieron que el servicio fuera caro y que solo los clientes del segmento corporativo o empresas lo fueran adoptando de forma lenta.
- Los terminales deben de ser teléfonos digitales o instalarse un adaptador de terminal (TA) para la conexión de terminales analógicos tradicionales.
- El resultado es una baja penetración de líneas en EE.UU., moderada en Europa donde solo Alemania tiene una penetración media de líneas RDSI.

En el 2.001 Telefonica de España disponía de 625.000 líneas con servicios RDSI.

8.2. Numeración RDSI

La numeración RDSI corresponde a los nuevos Planes de Numeración. De esta forma un número RDSI se direcciona mediante la marcación de un bloque numérico correspondiente a la localidad del destino de la conexión.

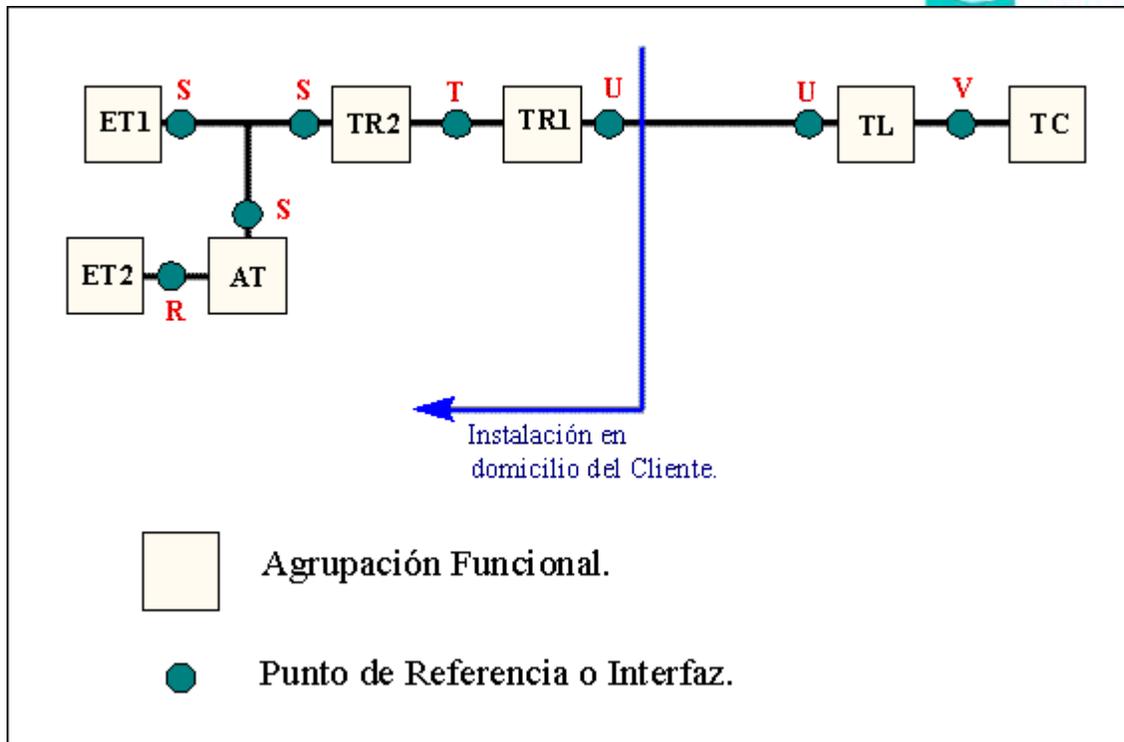
El número RDSI está formado por los campos siguientes:

- IP.- Indicativo del País, para España 34.
- IN.- Indicativo Nacional, en el caso de Madrid el 1 y Toledo el 25, recordar que el 9 indica una llamada interprovincial dentro de la marcación nacional.
- Número.- Denominado SDE o MNA según los casos:
- MNA.- Múltiples números por Acceso, en el caso de Accesos Básicos se pueden asignar hasta un máximo de 8 por Acceso.
- SDE.- Selección Directa a Extensiones (DDI en ingles).- Corresponde a un bloque de numeración asignado al Acceso. Sólo para líneas de centralita RDSI.
- Subdirección.- sólo para RDSI. Permite la conexión con un Equipo Terminal determinado del Acceso, funciona como un número adicional dentro del propio Acceso.

8.3. Agrupaciones funcionales

Las agrupaciones funcionales son elementos que desarrollan una función. Si procedemos a describir las entidades funcionales tal y como nos las podemos encontrar partiendo desde el terminal de usuario, avanzando por la red interior de éste para alcanzar finalmente la central de comunicación telefónica, nos encontraremos las agrupaciones funcionales siguientes:

Considerando que iniciamos la descripción en el terminal de usuario, nos encontraremos terminales específicamente desarrollados para la RDSI o terminales procedentes y preparados para cualquier otro tipo de red. En función de su origen, podremos establecer dos tipos de terminal de red: equipo terminal de tipo 1 ó más comúnmente ET1 y equipo terminal de tipo 2 ó ET2.



8.3.1. Equipo terminal 1 (ET1)

Es el equipo terminal RDSI que está diseñado específicamente para conectarse directamente a la RDSI (interface S), utilizando un canal B (64Kbps), sin necesidad de ningún equipo adicional. Algunos ejemplos de ET1 son un teléfono RDSI, Fax grupo-4, equipos de videoconferencia, tarjetas de PC etc.

8.3.2. Equipo terminal 2 (ET2)

Representa cualquier tipo de terminal que no se diseñó originalmente para ser utilizado en la RDSI y que, por tanto, no se puede conectar directamente al interface "S", lo hacen antes a un equipo adaptador diseñado para esto mediante un interfaz no Normalizado. Como ejemplo de ET2 podemos considerar un módem , todo tipo de aparatos analógicos y terminales con

8.3.3. Adaptador de terminal (AT)

Es un dispositivo por medio del cual podemos utilizar en la RDSI los terminales definidos en el punto anterior. En otras palabras, posibilita la conexión de equipos del tipo ET2 a la RDSI. Su entrada es un interfaces no RDSI, y su salida es estándar para conexión al interface "S". Existen varios tipos en el mercado. (No estandarizado) .Ejemplos de adaptadores serían adaptadores de interfaz V.35.

Supongamos ahora lo que constituiría el caso más general de instalación interior de abonado, que los terminales descritos con anterioridad están conectados a algún tipo elemento de red privado de abonado tal y como podría ser una centralita, un concentrador, etc. Este tipo de agrupación se define como:

8.3.4. Terminación de Red 2 (TR2)

Es una agrupación funcional que realiza funciones de conmutación, concentración y control en el interior de las instalaciones del cliente. Un ejemplo de TR2 puede ser una centralita o una red de área local cuyos enlaces son del tipo RDSI y que se conectan por un lado a la TR-1 y por el otro a los integrantes de dichas Centralitas ó Redes.

Realiza funciones de control en la instalación del cliente:

- Tratamiento de la señalización con los terminales y con la red.
- Multiplexación de los canales de voz y señalización.
- Conmutación local para llamadas internas. (centralitas)
- Concentración del tráfico hacia la red.
- Pertenecientes a Instalación la Operadora.

Una TR2 se conectará a la RDSI en el punto de referencia T y proporciona al usuario el punto S necesario para conectar agrupaciones del tipo ET1 o AT.

No es imprescindible la existencia de TR2 en las instalaciones interiores de usuario, en cuyo caso los puntos de referencia T y S son coincidentes. A veces encontraremos esta coincidencia descrita explícitamente en la expresión punto de referencia S/T aunque, por lo general, también en estas instalaciones se habla del punto de referencia S de manera abreviada.

En todo caso, podrá existir o no, una TR2, pero siempre se necesitará un elemento “frontera” entre la instalación interior y la red local. Este elemento, presente siempre, es la TR1:

- Terminación de Red 1 (TR1)
- Es el elemento que permite la interconexión entre la instalación interior del usuario a 4 hilos, y la red exterior , a 2 hilos.
- Es el primer elemento en el domicilio del Cliente y obligación de la compañía explotadora del servicio, en España Telefónica. La instalación interior del usuario se conecta al de la TR1, en el caso más general, en el punto de referencia T. Sin embargo, el caso más habitual es aquel en que no existe TR2 y por tanto el punto de referencia asociado es el S/T. El código de línea de la instalación del usuario es único y, por tanto, independiente del sistema que provea el acceso a la RDSI.

La TR1 se conecta al exterior en el denominado punto de referencia U . Este punto de referencia no define una única interfaz.

Permite la sincronización con los equipos conectados a continuación, controla la conexión con la Central, adecua las señales de la línea a códigos adecuados para la conexión de los equipo, permite la verificación a distancia, pudiéndose evaluar la calidad del enlace.

La TR1, además de permitir la interconexión, proporciona facilidades de mantenimiento y supervisión de los aspectos relacionados con la transmisión.

8.3.5. Terminación de Línea (TL)

En la central local que proporciona el acceso se encuentra la TL, la cual en cuanto a sus funciones, puede considerarse equivalente a la TR1. Se encarga de los aspectos de transmisión.

Convierte el código binario al código de línea empleado. Controla la sincronización del Acceso. Ésta agrupación funcional está unida a la TC formando una agrupación.

La **terminación de red (NT)** es un equipo que proporciona la Administración y permite la transmisión en línea de la información manejada por los usuarios (sería el “módem” de la RDSI). El punto de conexión a la línea se denomina U y, por el momento, no parece que vaya a ser normalizado por el CCITT, para el acceso básico, pues el U’ para el acceso primario esta en línea con la Transmisión de un PCM 30 + 2 recogida en la recomendación G 703, dejándolo a criterio de las Administraciones y suministradores.

La terminación de red (NT) es un equipo que proporciona el operador y permite la transmisión en línea de la información manejada por los usuarios (sería el “módem” de la RDSI). El punto de conexión a la línea se denomina U y, por el momento, no parece que vaya a ser normalizado por el CCITT, para el acceso básico, pues el U’ para el acceso primario esta en línea con la Transmisión de un PCM 30 + 2 recogida en la recomendación G 703, dejándolo a criterio de los operadores y suministradores.

El grupo funcional de la NT se divide en dos, NT1 y NT2 de los cuales el NT1 incluye funciones muy relacionadas con la capa 1 (Transmisión en línea, Transferencia de potencia, mantenimiento, resolución de contención del interfaz S, etc) y el NT2 que tendrá responsabilidades de capas superiores como (multiplexación en capas 2 y 3, conmutación, concentración, etc).

El punto de referencia T separa estos dos grupos funcionales y coincidirá con el S de no- existir NT2.

Los grupos de trabajo del CCITT están considerando el grupo funcional ET o Terminación de central con funciones en principio de Transmisión simétricas al NT1 y con el punto de referencia V.

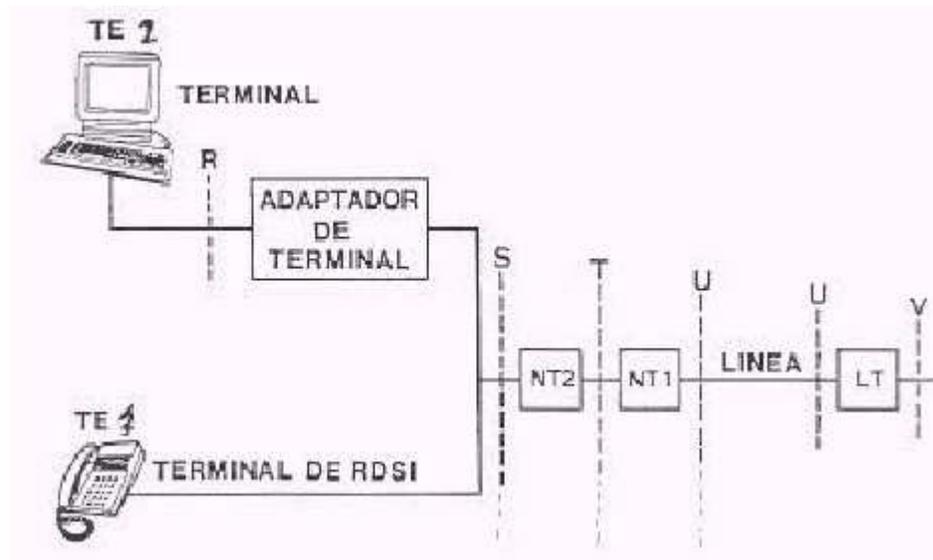
En España la NT es un equipo integrado que funcionalmente se divide en dos, NT1 y NT2. La NT1 define la frontera entre la red del operador y del usuario y puede ser controladora por el operador. La NT1 incluye funciones muy relacionadas con la capa 1 (Transmisión en línea, Transferencia de potencia, mantenimiento, resolución de contención del interfaz S, etc) La NT2 que tendrá responsabilidades de capas superiores como (multiplexación en capas 2 y 3, conmutación, concentración, etc). La NT2 puede ser una PABX o una LAN.

8.3.6. Terminación de Central (TC)

La TC, que está ubicada en la central local de conmutación, realiza la conexión de los canales de información con las etapas de conmutación de la central, soporta el procesamiento de la señalización de usuario, contra la activación/desactivación de la línea digital y realiza el mantenimiento correspondiente del acceso de usuario. También participa en el envío de información en modo paquete. En ciertos casos, los equipos de TC y de TL están integrados en el mismo equipo físico por lo que el punto de referencia que separa a ambos, el V, se convierte en un punto de referencia virtual .

8.4. Puntos de referencia

Los puntos de referencia son las separaciones de las agrupaciones funcionales, y pueden corresponder o no a interfaces físicos (real o virtual). Los puntos de referencia Virtuales no son accesibles, o en algunos casos coinciden con otro Interfaz.



8.4.1. Punto de referencia S

Separación de los terminales RDSI. Corresponde con la conexión física de los equipos terminales de abonado a la RDSI. Es un interfaz universal que sirve para cualquier tipo de terminal y para cualquier servicio que la red ofrezca. Tiene cuatro hilos, dos para transmisión y dos para recepción.

Define la estructura de trama, la gestión del Canal D, la sincronización y las características de transmisión.

El interfaz de usuario en la NT se denomina interfaz S. El punto de referencia S es el punto de conexión del abonado RDSI a la red, de modo que lo que queda a la izquierda del mismo se considera equipo de usuario y lo que queda a la derecha equipo de red. Las recomendaciones del CCITT definen perfectamente las características del interfaz en el punto S tanto para acceso básico como primario. El código de línea del interfaz S es el AML y se utilizan los niveles de 0 V y 750 mV para la señal eléctrica. Los terminales RDSI se conectan al interfaz S en diferentes topología.

8.4.2. Punto de referencia T

Representa la separación entre las instalaciones de usuario y equipos de transmisión en línea. Separación entre las funciones de transmisión y las funciones de conmutación local. Posee las mismas características eléctricas que el interfaz S y de hecho puede coincidir con el Punto "S".

8.4.3. Punto de referencia U

Punto de referencia de línea corresponde a un interface físico. Representa la línea de transmisión digital entre la instalación del cliente y la central telefónica y se corresponde físicamente con el bucle de abonado a dos hilos existente actualmente.

Tipos: U0 para acceso básico, U1 para acceso primario, Ux para conexión del concentrador remoto, Uy para conexión del multiplexor remoto.

El interfaz U se conecta a la central o equipo de acceso mediante 1 par del bucle terminado en un conector RJ-11 y el interfaz S se conecta a la red interior del usuario mediante cable de 4 o más hilos terminado en un conector RJ-45.

8.4.4. Punto de referencia V

Punto de referencia de central. Representa la separación entre las funciones de transmisión y las funciones de conmutación en el lado de la central telefónica de RDSI. Tipos: V0 acceso básico y V3 acceso primario. Este punto puede ser una interfaz física real cuando los equipos de transmisión y conmutación están separados o virtual cuando no lo están.

8.4.5. Punto de referencia R

Representa el punto de conexión de cualquier terminal no RDSI a ésta a través de equipos adaptadores, no existe una reglamentación específica sobre los mismos (es un interfaz no normalizado en RDSI); pero soportan un interfaz físico normalizado no RDSI como pueden ser terminales modo paquete X-25, terminales V.24 o terminales con interfaz analógica a dos hilos.

8.5. Canales de acceso

Existen dos tipos de canales:

Canales que no transportan información de señalización o control en conmutación de circuitos. Entre estos podemos destacar los canales denominados de tipo B, con una velocidad nominal de 64 Kbit/s, y orientados básicamente a la transmisión de voz digitalizada o datos a dicha velocidad, y los H para velocidades altas.

Canales cuyo uso principal es el transporte de información de control para conmutación de circuitos. En algunas aplicaciones pueden incluir información de datos tipo paquete y telemetría que se suman a la anterior por multiplexación estadística. Dentro de estos tenemos, los canales D que admiten velocidades de 16 Kb/s o 64 Kb/s y los canales E a 64 Kbit/s.

8.5.1. Acceso de usuario

El CCITT ha definido también varias estructuras de interface para la unión usuario-red.

Las más importantes son:

- Acceso básico, proyectado para servir de interconexión a un único terminal o a una instalación múltiple de RDSI. El acceso básico (2B+D o BRA) consta de dos canales tipo B de 64 Kbps y uno tipo D de 16 Kbps multiplexados en el tiempo. Por eso se le suele llamar acceso 2B+D. Un acceso básico puede transportar simultáneamente un canal vocal y un canal de datos con destinos completamente distintos. Los dos canales B también pueden agruparse para formar un solo canal de 128 Kbps.
- Acceso primario, proyectado para interconexión de PABX, LAN's o terminales digitales de banda ampliada. El acceso primario (30B+D o PRA) está formado por 30 canales B de 64 Kbps, un canal D de 64 Kbps y un canal de 64 Kbps para sincronismo (palabra de alineación de trama). Por eso al acceso primario se le suele llamar acceso 30B+D. Los canales B pueden agruparse para formar los canales H, cuando se necesita una mayor capacidad de transporte. La estructura de la trama de un primario es la normalizada para un sistema MIC a 2.048 Mbps descrita en la recomendación G.732 de la CCITT.

8.6. Servicios

La red RDSI ofrece básicamente tres clases de servicios:

- Servicios portadores o de transporte.
- Teleservicios o servicios finales.
- Servicios suplementarios.

8.6.1. Servicios portadores

Es en los servicios portadores donde mejor se observa la estructuración de los servicios en base a conmutación de paquetes o conmutación de circuitos. Servicios portadores o de transporte.

Son los que dan facilidades para transmitir señales entre interfaces usuario-red. Este tipo de servicios suministran los protocolos de acceso a la red, comúnmente denominados "protocolos de acceso", y que determinan el protocolo o conjunto de protocolos de comunicación que deben soportar los equipos que se conectan a la red para poder hacer uso del servicio en cuestión.

Cada servicio portador se caracteriza por una serie de atributos que se agrupan en tres grupos:

- Atributos de transferencia de información: hacen referencia a la capacidad de la red para transferir la información desde un interfaz usuario-red a otro, estableciendo así por ejemplo, los siguientes parámetros: la forma en que se realiza la comunicación: modo circuito o modo paquete, La velocidad binaria en Kbps, etc.
- Atributos de acceso: establecen la forma de acceder a las facilidades de la red desde el punto de vista del interfaz usuario-red, así por ejemplo establecen: el protocolo o conjunto de protocolos para acceder a la red, el canal a utilizar, etc.

- Atributos generales: definen ciertas características del servicio en general, como por ejemplo, la calidad de servicio.

Los servicios de transporte se clasifican en dos grupos atendiendo fundamentalmente al modo de transferencia de información: Servicios en Modo Circuito (o por conmutación de circuitos) y Servicios en Modo Paquete (o por conmutación de paquetes).

8.6.1.1. Servicios en modo circuito

Dentro de los servicios de portadores en modo circuito, y atendiendo a la velocidad y a la capacidad de transferencia de información, se clasifican según su categoría, de la siguiente forma:

- Conexión digital sin restricciones (a 64 Kbps): Proporciona la transferencia de información sin restricciones entre los dos usuarios, asegurando la integridad de la secuencia de bits transmitidos. Puede utilizarse para múltiples aplicaciones de usuario: Voz, audio a 3,1 KHz, multiplexación de trenes de información de velocidad menor de 64 Kbps, acceso transparente a otras redes, etc.
- Conversación: Este servicio portador está destinado a soportar conversaciones vocales, codificadas según la ley A, a 64 Kbps. La RDSI para su transmisión puede utilizar técnicas de procesamiento apropiadas para señales vocales, tales como transmisión analógica, compensadores de eco, interpolación digital de palabras, codificación a baja velocidad, etc, por lo que no se garantiza la integridad de los bits. Puede ser un servicio de voz y audio en el que se pueden combinar caminos digitales y analógicos a lo largo de la conexión.
- Audio 3,1 KHz: Proporciona la transferencia de conversación y de información de audio de 3,1 KHz de ancho de banda, tales como los datos procedentes de módem o equipos facsímil del grupo 2/3. La red puede utilizar técnicas de procesamiento de señales que no alteren el contenido espectral ni la continuidad de la señal transmitida, tales como transmisión analógica, o conversores analógicos/digitales. Se debe garantizar la integridad de la información.

Hay definidos otros servicios portadores en modo circuito, de futura comercialización, que están actualmente en proceso de normalización, como por ej: Transmisión alternada (Conversación a 64Kbps sin restricciones):

Permitirá la transferencia alternada de conversación e información digital (voz y datos) a 64 Kbps sin restricciones dentro de la misma comunicación. Es realmente la utilización a voluntad de los dos servicios portadores definidos anteriormente.

$N * 64 \text{ Kbps}$ sin restricciones ($N=2, 6 \text{ ó } 30$):

Presentan una mayor capacidad de transferencia de información en cuanto a que el canal digital establecido es 2B, H0 (384 Kbps) ó H12 (1920Kbps) según que N sea 2, 6 ó 30 respectivamente.

8.6.1.2. Servicios por conmutación de paquetes

Los servicios por conmutación de circuitos se caracterizan porque toda la información de señalización para el establecimiento, control y liberación de un canal digital entre dos equipos terminales se efectúa por el canal D de señalización, viajando la información propiamente dicha por el circuito digital establecido.

Estos servicios portadores (de futura comercialización) se caracterizan por el tratamiento de la información estructurada en paquetes. En general existirá información de señalización para el establecimiento, control y liberación de llamadas tanto en el canal D, como en el canal B para la transferencia de datos propiamente dicha. También se pueden ofrecer servicios portadores en modo paquete exclusivamente utilizando la capacidad del canal D (16Kbps), por lo que en este caso, tanto la señalización como la información viajarán en este canal.

Se dividen en:

- Llamada virtual.
- Circuito virtual permanente.
- Llamada virtual:

8.6.2. Teleservicios

Los teleservicios son los servicios de telecomunicación que proporcionan la capacidad completa, incluida las funciones del equipo terminal, para la comunicación entre usuarios conforme a los procedimientos particulares establecidos para ese servicio. Esto significa que la prestación de un teleservicio se recibe a través de un tipo determinado de terminal.

En los teleservicios disponibles en la RDSI se incluyen los ofrecidos por las redes existentes, así como un conjunto de nuevos teleservicios basados en la utilización de las conexiones digitales a 64Kbits/s. que es capaz de ofrecer la RDSI.

Cada teleservicio utilizara para su prestación un servicio portador de los definidos anteriormente.

La RDSI permite el interfuncionamiento entre los teleservicios ofrecidos por la RDSI y los funcionalmente equivalentes ofrecidos por otras redes. Los teleservicios particulares de la RDSI, fundamentalmente los que hacen uso del servicio portador de $n \times 64$ Kbits/s. ($n=1,2,6$ o 30) solamente podrán ser prestados en el caso de comunicaciones en entornos RDSI.

Los teleservicios que ofrece la RDSI principalmente son: Telefonía, Telefonía a 7 Khz., Facsímil grupo 2/3, Facsímil grupo 4, Teletex, Videotex, videotelefonía, etc..

8.6.3. Servicios suplementarios

Los servicios suplementarios son los que modifican o complementan a los servicios básicos ofreciendo facilidades adicionales. Entre estos se encuentran aquellos que, no siendo imprescindibles para el establecimiento de la comunicación, permiten que ésta se realice de una forma más cómoda para el usuario. Estos servicios se aplican principalmente a conexiones conmutadas, pudiendo el usuario contratarlos por suscripción o negociarlos por cada llamada.

El conjunto de servicios suplementarios son los siguientes:

- CLIP que indica al llamado la identidad del llamante antes de responder a la llamada. El llamado deberá disponer de un teléfono digital con display o un teléfono analógico tipo CLASS.
- CLIR que permite al llamante inhibir la presentación del número al llamado.
- COLP que proporciona al llamante el número al que esta conectado en cada momento. Es útil en el caso de desvío de llamada.
- COLR que inhibe la presentación del número llamado al llamante.

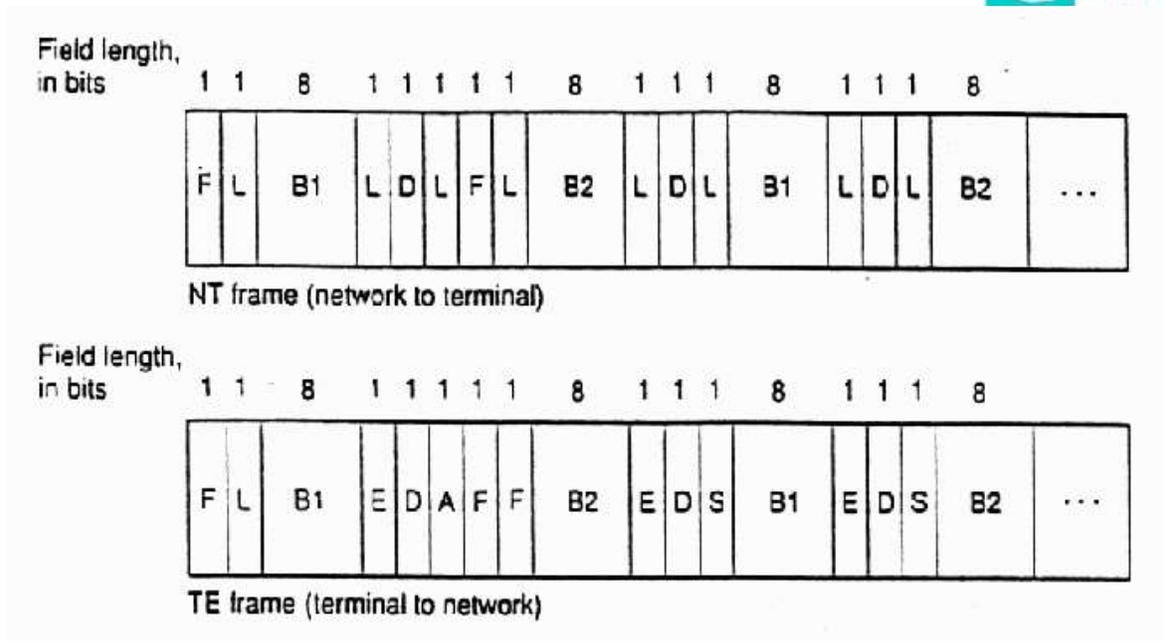
- DDI que permite la llamada a un número de una PABX RDSI cuando se llama desde la red RDSI publica.
- MCI que inhibe el CLIR en caso de llamadas maliciosas.
- MSN que posibilita la asignación de hasta 8 números a un único interface publico o privado.
- SUB servicio similar al MSN que permite la utilización de dígito extra para acceder a una extensión de abonado o un terminal particular de la red de datos.
- TP que facilita al usuario mover su terminal desde una toma a otra durante la llamada siempre que ambas tomas pertenezcan a la misma instalación.
- Oferta de llamada que permite la modificación de la conexión y el encaminamiento de llamadas como por ejemplo desviarlas o transferirlas.
- Terminación de la llamada que permite al usuario administrar las llamadas que recibe pudiendo poner llamadas en espera.
- Multi Usuario que permite la participación de mas de dos usuarios simultáneamente en una sesión denominada multiconferencia.
- Información de tarificación que permite obtener información del coste de las llamadas y permite la imputación del coste a otras cuentas.
- Los teleservicios soportados por la RDSI cubren una amplia gama en la que se incluyen tanto servicios actuales ofrecidos sobre las redes existentes como otros que irán apareciendo en los próximos años.

8.7. Protocolos

8.7.1. Capa 1

El formato de la trama depende del sentido de la comunicación. La trama tiene las siguientes características:

- Formado por 48 bits de los cuales 36 son de información
- Los bits F están dedicados a sincronización
- La función de los bits L es la de ajustar el valor medio de la señal del bit
- Los bits E tienen como función la solución de contención cuando varios terminales acceden simultáneamente al bus pasivo del interfaz S
- El bit A activa los terminales
- Los bits S no están asignados
- Los bits de los campos B1, B2 y D contienen la información y la señalización.

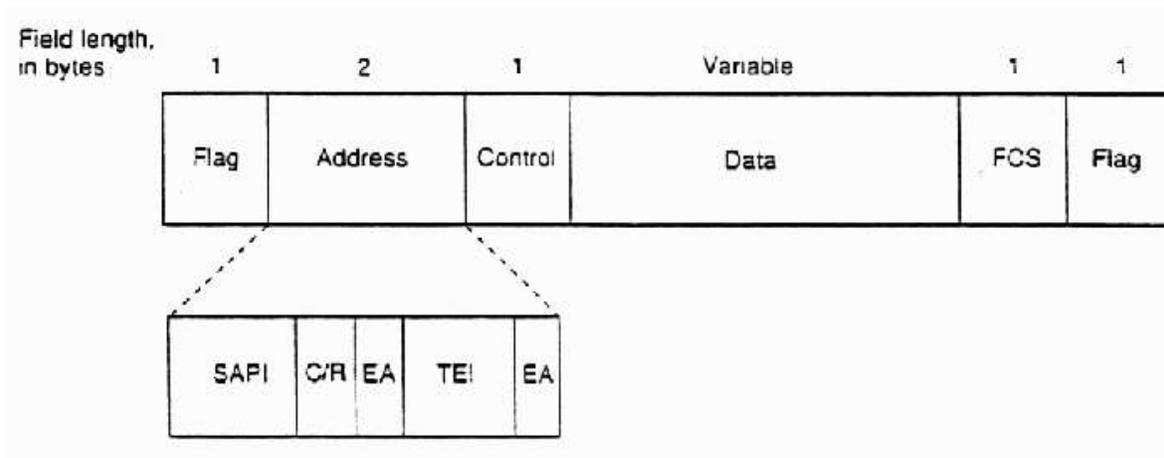


8.7.2. Capa 2

El protocolo de señalización de capa 2 es conocido como LAPD (Link Access Procedure, D channel) y su función es la de asegurar el control y la señalización se cursa y se recibe correctamente. El protocolo LAPD es muy similar al protocolo HDLC (High-level Data Link Control) y LAPB (Link Access Procedure Balanced), y se define en la especificación CCITT Q.920 y CCITT Q.921.

Los campos de la trama LAPD son los siguientes:

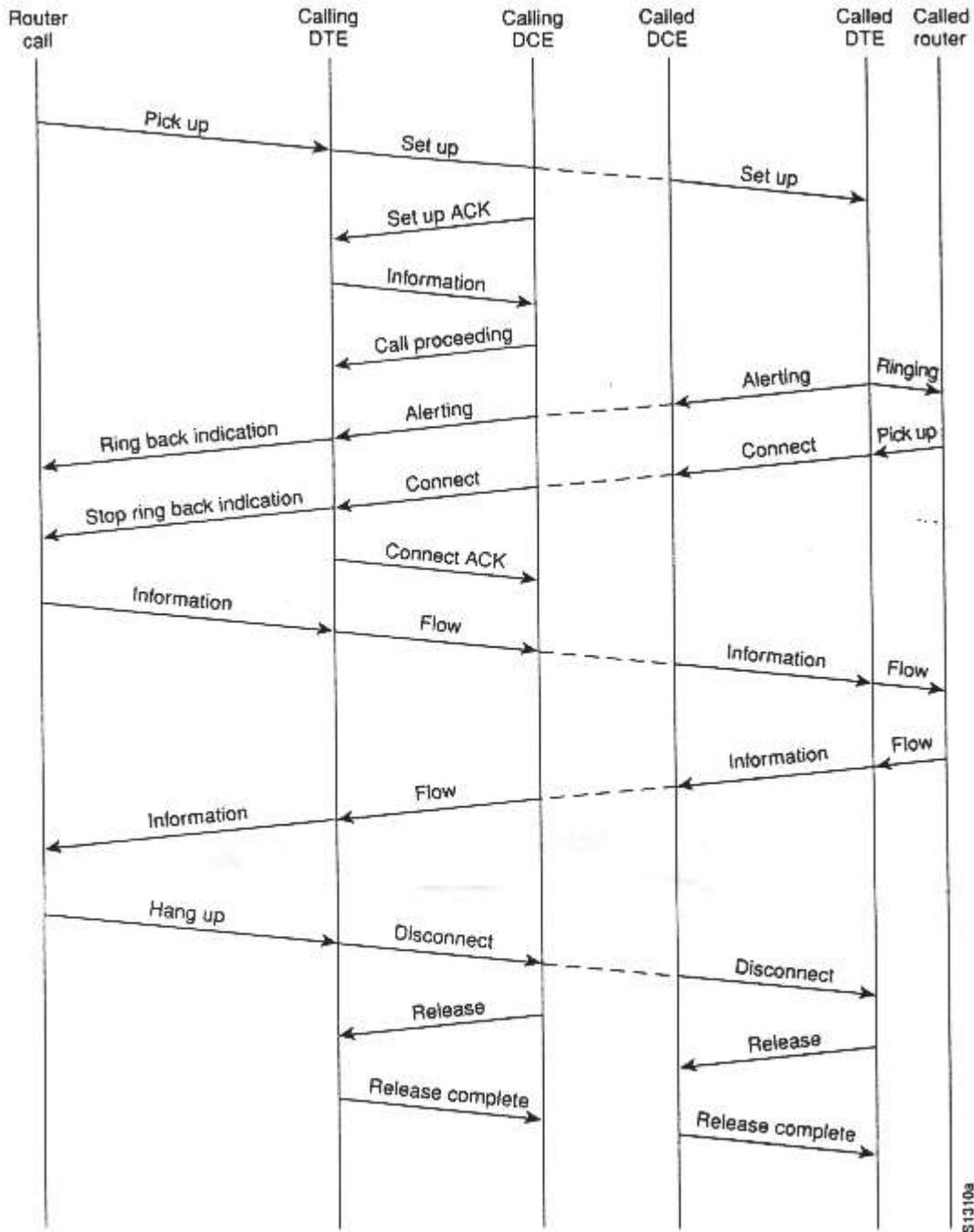
- SAPI = Service Access Point Identifier (6 bits)
- C/R = Command / Response bit
- EA = Extended Addressing bits
- TEI = Terminal End-point Identifier.



8.7.3. Capa 3

El protocolo de capa 3 tiene como función la señalización RDSI. Existen dos especificaciones:

- CCITT I.450 también conocido por CCITT Q.930
- CCITT I.451 también conocido por Q.931



ISDN Circuit-Switched Call Stages

8.8. Topologías de acceso

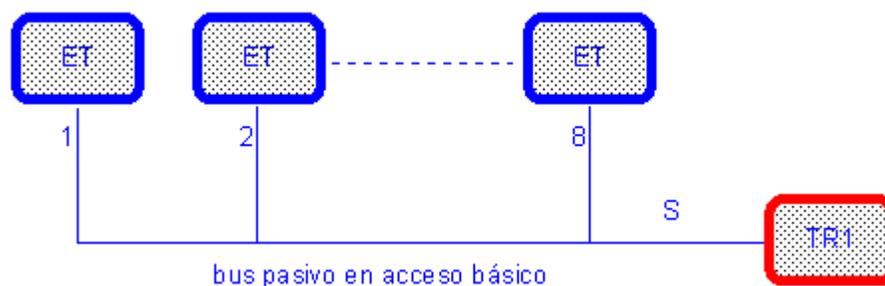
Para todas las instalaciones donde hay más de un terminal es necesario tener una instalación del tipo Bus. La red interior de usuario, en general, no es sino un cable de dos pares que discurre desde la TR1/TR2 según distintas topologías hasta un punto extremo en el que se conectarán, siempre, unas resistencias de terminación, a esto se le denomina BUS PASIVO. Se define el Bus Pasivo como la instalación necesaria en el domicilio del Cliente para la conexión de los equipos terminales al Acceso.

Los adaptadores que se conecten al bus deberán tener quitadas las resistencias. A lo largo de este cable se encuentran una serie de rosetas en número variable, a las que como máximo sólo estarán en servicio hasta ocho terminales (sin regeneración de señal). Atendiendo a la configuración del cableado, el ITU especifica una serie de características que deben cumplir los transmisores y los receptores y especifica tres tipos de cableados o tres tipos de configuración del acceso básico.

8.8.1. Bus pasivo corto

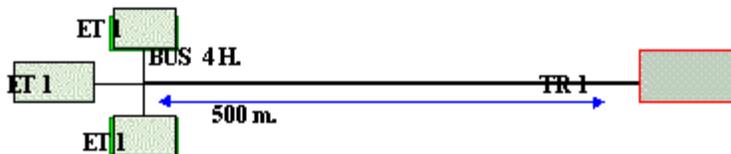
En esta configuración, se dispone de un cable de hasta 200m (longitud máx 100 m?), sobre el que se pueden instalar, distribuidas aleatoriamente en cualquier punto del bus, un máximo de 10 rosetas con derivaciones de 1 m máximo y cordones de aparato de 10 m máximo, en las que se permite tener conectados simultáneamente hasta 8 terminales.

Existen dos modalidades de esta configuración: en la más habitual, la TR1 se ubicará en uno de los extremos del bus que se extenderá en la longitud mencionada hasta finalizar en una roseta que incluirá una resistencia de terminación. La otra posibilidad consiste en ubicar la TR1 en un punto intermedio del bus estableciendo de esta manera dos ramas, ninguna de las cuales podrá superar los 200m. En este caso, la distancia entre los extremos del bus podrá ser de hasta 400m y en ambos extremos habrá una resistencia de terminación. No se permiten configuraciones con más de dos ramas.



8.8.2. Bus pasivo extendido o ampliado (pto-mpto)

En el caso de que 200m no sean suficientes para llegar desde la TR1 hasta el emplazamiento donde se encuentran los terminales, se puede instalar este tipo de bus caracterizado por que con él se alcanzan hasta 500m. Sin embargo, en este caso solo se permite la conexión simultánea de un máximo de 4 terminales que, además, deberán de encontrarse agrupados en los últimos 50m del bus. Presenta una sola rama con resistencia de terminación en su extremo. En otras palabras, se gana alcance y se pierde flexibilidad: menos terminales y no se pueden conectar en cualquier punto del bus.



8.8.3. Bus largo o Bus punto a punto

Si con el bus extendido no es suficiente, aún disponemos del bus largo, denominado así porque alcanza los 1000m. Presenta una sola rama con resistencia de terminación en su extremo. En este caso, solo se puede conectar un único terminal.

Por razón de soportar un único terminal, se conoce también esta tipología como bus punto a punto. No se debe confundir sin embargo esta terminología que hace referencia a una configuración de cableado, con otra que en los mismos términos se refiere al modo de funcionamiento de la capa de datos del protocolo de canal D.

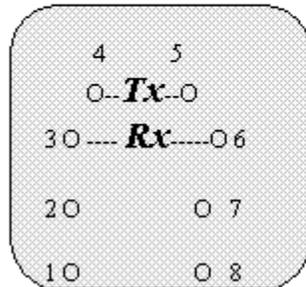
8.9. Conexionado

El cableado externo a nuestro domicilio que utiliza la RDSI es el normal de 2 hilos, un par de cobre, únicamente el cableado desde el cajetín de entrada (TR, terminal de red) dentro de nuestro domicilio, hasta los equipos, llamado BUS PASIVO, tiene un total de 8 hilos (conexionado plano), 4 hilos: 2 para emisión y 2 para recepción, los 4 hilos restantes se pueden utilizar para proporcionar alimentación a los equipos conectados, dependiendo siempre de las especificaciones de cada fabricante. Normalmente no se utilizan.

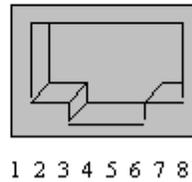
Los conectores usados son los del tipo RJ-45 con 8 pines, y las rosetas normalizadas están preparadas para conectar 8 hilos, de los cuales solo se utilizan 4.

RJ-45

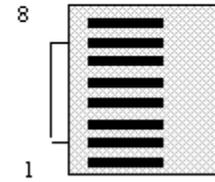
ROSETA RJ-45



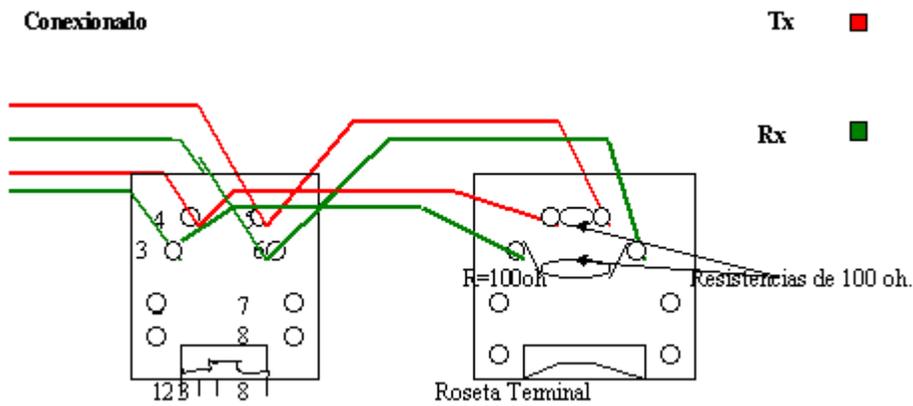
HEMBRA RJ-45



MACHO RJ-45



Conexionado



9. PABX

9.1. Introducción

La comunicación de voz en las empresas ha evolucionado y crecido. Desde los comienzos de la telefonía analógica se han planteado soluciones para la comunicación interna de las empresas. Los primeros sistemas telefónicos empresariales se conocían como “Key Systems”, o “Sistemas de Teclas”. Estos sistemas consistían en distribuir las líneas telefónicas de toda la empresa en todos los escritorios. Todas las líneas eran conectadas a todos los “teléfonos”, que más bien eran “consolas de teclas”. Generalmente cada tecla asociada a una línea disponía de una indicación luminosa, que indicaba si la línea estaba libre u ocupada. Cuando se deseaba realizar una llamada, se oprimía un botón de línea urbana libre. Las llamadas podían ser “transferidas” entre “teléfonos” indicando a otra persona que oprima el botón correspondiente a la línea en cuestión. Queda claro ahora su nombre de “sistema de teclas” (key system). Este tipo de arquitectura, muy simple desde el punto de vista conceptual, comenzó a tener sus dificultades. A medida que las empresas crecían, necesitaban más líneas urbanas, lo que implicaba disponer de más teclas en los “teléfonos”. Cada nueva línea debía ser cableada hasta cada teléfono. Las teclas de los teléfonos eran mecánicas, y el desgaste continuo inducía a fallas y falsos contactos frecuentemente. Con más de 10 o 12 líneas, los “Key Systems” se convertían en sistemas poco “manejables”.

Los “Key Systems” dejaron su lugar a las PBX (Private Branch Exchange), o “Centralitas Telefónicas”. Las PBX centralizan en una “caja” las líneas urbanas y los “internos”, o teléfonos. Cada teléfono se conecta con uno o dos pares a la PBX. Las funciones de conectar líneas a teléfonos, o teléfonos entre sí se realiza en forma centralizada, en la PBX. Las primeras PBX eran sistemas electromecánicos. Las modernas son digitales.

Las PBX actuales están dejando su lugar a las nuevas arquitecturas de red, “Un-PBX”, “Net-PBX”, etc. Estas arquitecturas prometen sistemas de comunicaciones de voz y datos totalmente integrados. Sin embargo, se predice aún para la PBX larga vida.

Dado que la PBX es en estos momentos el sistema de comunicación de voz más popular en las empresas a nivel mundial, gran parte de este capítulo se dedica a ella. Sin embargo, no pueden dejar de mencionarse las nuevas tecnologías, las que están en franco crecimiento y a las que apunta el mercado de las telecomunicaciones para los próximos años.

9.2. Estructura de la PBX

La PBX ha sido y sigue siendo el soporte principal para los servicios de telefonía de las empresas.

Si bien cada fabricante ha desarrollado su propia estructura de PBX, generalmente se ha mantenido una estructura clásica.

9.2.1. Conversor AC/DC y Fuente de Poder

Generalmente los sistemas telefónicos privados pueden ser alimentados con corriente alterna o con corriente continua. Dado que internamente la electrónica trabaja con corriente continua, siempre es necesario disponer de un conversor AC/DC. En muchos casos, la PBX se alimenta

exclusivamente de corriente continua (no alterna), y los convertidores son por lo tanto equipos externos. Esta configuración permite que los equipos sean alimentados directamente por baterías. Los rectificadores externos en estos casos alimentan tanto a la central como a las baterías, proveyéndoles de su corriente de carga. Esta configuración tiene la ventaja de que los equipos electrónicos son aislados de la red eléctrica alterna (fuente de ruidos indeseados) y además no es necesario disponer de cargadores de baterías externos y sus circuitos “switchadores”. Sin embargo, la solución de equipos alimentados de alterna y continua es generalmente más barata.

9.2.2. CPU

La CPU (Unidad de proceso central) tiene las tareas de control general del sistema. A través de los buses de datos y control, dialoga con los procesadores de la red de conmutación, con los procesadores de las interfaces de los equipos periféricos y con los procesadores de Entrada/Salida. Los datos temporales de la CPU son almacenados y leídos en la unidad de “Memoria”. Los datos permanentes (los que deben permanecer aún con el sistema sin energía, por ejemplo los datos de configuración) son almacenados en la unidad de “almacenamiento no volátil”.

9.2.3. Memoria

En esta unidad son almacenados los datos temporales de las llamadas (por ejemplo, quien está conectado con quien, los dígitos marcados hasta el momento, etc.). Estos datos se pierden durante una inicialización del equipo (reset).

9.2.4. Almacenamiento no volátil

Hay ciertos datos que deben permanecer a salvo luego de las inicializaciones, o aún con el equipo apagado. Por ejemplo, los datos de configuración no deben perderse en ningún caso. Para ello, los sistemas telefónicos disponen de unidades de almacenamiento no volátil. Dependiendo del fabricante, éstos pueden ser discos duros, disquetes, memoria RAM protegida con baterías, Memorias EEPROM o memorias FLASH ROM.

9.2.5. Interfaces de Equipo Periférico

La CPU no controla directamente los diversos dispositivos que se conectan a la PBX (internos, líneas urbanas, etc.), sino que esta tarea se realiza a través de circuitos de interfaces. De esta manera, cada circuito de interface tiene su propio procesador, quien se encarga de las tareas rutinarias específicas de su interface (por ejemplo, sensar el bucle de corriente para los teléfonos, detectar corriente de llamada para las líneas, etc.) Los circuitos de interface se comunican con la CPU para informar de los cambios de estados de los dispositivos e y para intercambiar información referente a los mismos.

Hay diversos tipos de interfaces de equipos periféricos, dependiendo del fabricante y de la tecnología utilizada. Los más clásicos son las interfaces para teléfonos (internos) analógicos o digitales y las interfaces para líneas urbanas (analógicas o digitales). Sin embargo, estas interfaces no son las únicas. Por ejemplo, algunos sistemas disponen de interfaces para “teléfonos de puerta”, para “Sistemas de atención automática”, para “Enlaces entre equipos”, para “Voz sobre IP”, etc.

9.2.6. Concentrador

En muchas PBX se aplican las reglas de “concentración” permitidas por las teorías de tráfico. Según los principios establecidos por Erlang, la probabilidad de que todos los periféricos deseen estar comunicados a la vez entre sí es muy baja, por lo que pueden aplicarse reglas que permiten tener menos órganos de conmutación que equipos periféricos. De esta manera, algunas PBX (sobre todos las de mayores portes) implementan etapas de concentración, las que distribuyen el “ancho de banda” de conmutación entre los periféricos.

9.2.7. Conmutación

La unidad denominada “Conmutación”. Es la unidad encargada de realizar las “conexiones” de voz entre los diferentes periféricos. Las tecnologías utilizadas generalmente son digitales, con técnicas de conmutación temporal - espacial. Equipos pequeños mantienen aún las técnicas de conmutación analógicas, con “matrices de punto de cruce”.

Sin embargo, ésta unidad es diferente en cada diseño de cada fabricante. Algunos fabricantes han desarrollado esta unidad con técnicas de conmutación de paquetes (por ejemplo ATM), otros han eliminado este componente como tal, y lo han distribuido entre las interfaces de periféricos y el back plane del equipo. En todo caso, la “conmutación” es la esencia de los equipos de telefonía, y siempre está presente, de una forma u otra.

9.2.8. Procesadores de Entrada / Salida

Una funcionalidad fundamental en los equipos de telefonía es la de poder realizar su administración y mantenimiento. Esto se realiza generalmente a través de la conexión de equipos adicionales, los que se comunican con la CPU por medio de los procesadores de Entrada/Salida. Si bien en los equipos más pequeños estas tareas pueden ser realizadas desde algunos teléfonos especialmente diseñados para este fin, los equipos más grandes se administran y mantienen desde computadoras PC, utilizando emuladores o programas propietarios. Estos programas se comunican con la CPU de la PBX por medio de los procesadores de E/S. Los más clásicos son puertos series RS-232, RS-422 o conexiones Ethernet.

9.2.9. Generador de Timbrado

El “Generador de Timbrado” es el componente responsable de generar la corriente de llamada (90 VAC, 20 – 25 Hz) a partir de corriente continua, y distribuirlo a las interfaces de periféricos que corresponda

9.2.10. Circuitos Auxiliares

Los circuitos auxiliares son los que brindan los servicios necesarios para el funcionamiento de determinadas facilidades.

Por ejemplo, algunos circuitos auxiliares clásicos son los que permiten generar los “tonos de progreso de la llamada”, es decir, el tono de invitación a marcar, el tono de ringback, el tono de ocupado, etc.

Para detectar los tonos DTMF de los teléfonos, hay que disponer de detectores de DTMF, los que deben ser conectados a los teléfonos durante la etapa de discado. Estos son parte de los circuitos auxiliares.

9.2.11. Redundancia

Algunos equipos disponen de redundancia en parte de los elementos comunes. Cada fabricante ha decidido cuales son las partes más críticas de sus equipos y en qué casos conviene realizarlas en forma redundante. Se encuentran en el mercado PBX que disponen de CPU, matriz de conmutación, memorias, fuentes, unidades de almacenamiento y otros dispositivos redundantes. Como se mencionó al inicio de este ítem, la arquitectura interna de cada PBX depende de los criterios de diseño de los fabricantes. A modo de ejemplo, algunas PBX realizan las funciones de conmutación con tecnologías totalmente distribuidas, conectando todos los periféricos entre sí. Otros centralizan esta función en plaquetas claramente identificadas. Algunos duplican ciertos componentes que clasifican de “críticos”, cuando en sistemas de otros fabricantes estos componentes no lo son.

9.3. Terminales

Una de las interfaces de periféricos clásica es la de teléfonos (llamada habitualmente interface de “internos” o de “extensiones”). Las PBX aceptan por lo general varios tipos de teléfonos. Algunos se conocen como “teléfonos propietarios” y otros como “teléfonos analógicos” (o “comunes”).

Los teléfonos analógicos o teléfonos comunes son aquellos que pueden ser conectados a la red telefónica pública analógica directamente, sin necesidad de interfaces especiales. Es decir, cualquier teléfono de tonos, o de disco, que tenga las funciones comunes de detección de campanilla, discado por tonos o pulsos, etc.

Las interfaces de teléfonos comunes de las PBX son muy similares a las interfaces de abonados de las centrales públicas. Estos teléfonos, al igual que los teléfonos de la red pública analógica necesitan de 2 hilos de cobre (1 par) para funcionar, y son telealimentados por la PBX. Los “teléfonos propietarios”, como su nombre lo indica, son “propietarios” o “cautivos” de cada fabricante y modelo de PBX. Estos teléfonos generalmente presentan ventajas funcionales respecto a los analógicos. Por ejemplo, pueden disponer de pantallas o displays en los que aparece información enviada por la PBX (por ejemplo, el número y nombre de la persona que llama). Pueden disponer también de teclas especiales con luces asociadas, las que son encendidas y apagadas por la PBX. Estas teclas especiales pueden indicar el estado de otros teléfonos (libres u ocupados), pueden corresponder a facilidades especiales (por ejemplo transferencia, conferencia, no molestar, etc.) e incluso pueden ser configuradas por el propio usuario del teléfono.

9.4. Conexión a la red pública (analógica y digital)

Las PBX son conectadas a la red pública por medio de enlaces analógicos o digitales.

La forma tradicional consiste en la conexión de líneas urbanas analógicas a interfaces de periféricos de “líneas urbanas”. Estas interfaces emulan el funcionamiento de un teléfono hacia la red pública. Es decir, cuando la red pública envía timbrado, las interfaces lo detectan e informan de la situación a la CPU. Cuando la CPU lo indica, las interfaces “descuelgan”,

cerrando el bucle de abonado tal cual lo haría un teléfono analógico. Para finalizar la llamada, las interfaces “cuelgan”, abriendo el bucle de abonado. Cuando la PBX detecta timbrado por una línea urbana, la CPU decide que acción tomar, de acuerdo a su configuración. Por ejemplo, puede indicarle al teléfono de la telefonista que una línea está timbrando, o puede generar señal de campanilla para uno o varios internos. Es importante recalcar que la señal de campanilla recibida por las interfaces de líneas urbanas nunca es utilizada para el timbrado de los internos. La siguiente figura ilustra la situación en que la PBX recibe señal de campanilla por una línea urbana y genera timbrado para 2 internos:

Cuando uno de los dos teléfonos descuelga, la CPU indica a la interface de línea urbana que “descuelgue”, y conecta en audio (a través de la conmutación) el interno con la línea.

9.4.1. E-1

Los “E1” son enlaces digitales, de 2 Mb/s, en los que se multiplexan hasta 30 canales de voz en uno o dos pares de cobre. Cada canal de voz tiene asociado un “flujo” de 64 kb/s.

Estos 30 canales son multiplexados en el tiempo, junto con un canal de señalización y otro canal de sincronismo (ambos de 64 kb/s), dando lugar a una “trama” digital de 2 Mb/s con 32 canales:

Cada canal tiene asociado 4 bits (conocidos como bits ABCD) que se utilizan para la señalización de línea (básicamente emulan la señal de campanilla y la corriente de bucle del canal. Cada trama incluye la señalización correspondiente a 2 canales. Cada canal, por tanto, refresca su señalización cada 16 tramas ($125 \mu s \times 16 = 2 \text{ ms}$)

Cada trama es unidireccional, por lo que un enlace E1 cuenta con 2 tramas, una de “ida” y otra de “vuelta”.

9.4.2. ISDN

Otro tipo de conexiones hacia la red pública admitidas por la mayoría de las PBX es utilizando líneas ISDN, las que pueden ser de “Acceso Básico” (“BRI – Basic Rate Interface”) o de “Acceso Primario” (“PRI – Primary Rate Interface”).

El Acceso Básico provee dos canales de voz o datos, de 64 kb/s cada uno y un enlace de señalización de 16 kb/s. Las interfaces de Acceso Primario proveen 30 canales de voz o datos de 64 kb/s y un canal de señalización de 64 kb/s.

A través de los enlaces ISDN es posible obtener servicios de valor agregado, como conexiones de datos, identificación del llamante, etc. Este tipo de servicios será descrito con más detalle en la sección “Facilidades de acceso de las PBX” Los enlaces PRI son entregados por la oficina pública de forma similar a los enlaces E1, con módems HDSL de 2 Mb/s. Estos módems pueden ser conectados directamente a las PBX.

Los enlaces BRI son entregados por la oficina pública con interfaces S/T o U. Estos tipos de interfaces están estandarizados. La interface S/T es de 4 hilos y la interface U es de 2 hilos. La conversión entre estas interfaces se realiza mediante un equipo llamado NT.

9.5. Facilidades de las PBX

Las PBX disponen de una gran variedad de “facilidades” para sus usuarios. Si bien no existe un “estándar” de facilidades, las que mencionaremos en este capítulo son generalmente soportadas por las PBX del mercado. Asimismo, no existe un estándar para los nombres de las facilidades, por lo que diferentes fabricantes pueden llamar de maneras distintas a facilidades similares. Las facilidades son las funciones propias de la PBX que permiten obtener beneficios adicionales a simplemente realizar y recibir llamadas. Las siguientes son un ejemplo de algunas de las facilidades clásicas disponibles en la mayoría de las PBX:

- Batería
- Reloj para fecha y hora
- Memoria de seguridad para datos del cliente
- Módem de telemantenimiento y telegestión
- Números de marcación abreviada
- Marcación externa/interna decádica y/o multifrecuencia
- Operadora
- Restricción de llamadas
- Recepción de entrada (circular, lineal y salto por ocupado)
- Extensión de llamada directa/Marcación directa a extensión (Direct Dialing-in)
- Agenda común de marcación abreviada
- Código de acceso a programación
- Desvío externo de llamadas
- Música interna en retención (interna y externa)
- Servicio de noche
- Desviador teléfono-fax
- Acceso directo al sistema (DISA)
- Líneas de entrada directa
- Sistema de gestión
- Líneas de emergencia
- Enrutamiento de llamadas - Premarcación 1050
- Enrutamiento de bajo coste (Less Cost Routing)
- Captura de llamadas
- No molestar
- Rellamada
- Retrollamada/Reserva de línea/Callback
- Transferencia de llamadas
- Retención de llamadas
- Aparcamiento de llamadas
- Desvío fijo de llamadas - Sígueme
- Conferencia a tres
- Llamada a grupo
- Agenda individual de marcación abreviada
- Acceso a línea específica
- Recordatorio de citas
- Toma de línea externa al descolgar
- Almacenamiento del número marcado

9.6. Facilidades específicas

Ciertos negocios como Hoteles y Hospitales requieren generalmente facilidades específicas. Por ejemplo, es común en los hoteles y hospitales brindar el servicio de realizar llamadas telefónicas desde las habitaciones. Estas llamadas son luego “cargadas” a la cuenta de los

huéspedes o pacientes. Asimismo, existen facilidades por medio de las cuales las mucamas o enfermeras pueden indicar el estado de la limpieza de la habitación a través del teléfono.

A continuación se indican algunas de las facilidades típicas utilizadas en estos casos:

- Registro de llamadas para la tarificación de los servicios telefónicos
- Check In / Check Out: Es deseable que en los momentos en que las habitaciones no están ocupadas, los teléfonos estén restringidos, de manera que el personal de limpieza y mantenimiento no realice llamadas no autorizadas.
- Llamada de emergencia: Es habitual en los hospitales disponer de la facilidad “llamada de emergencia”. Esta facilidad permite que si un teléfono de una habitación es descolgado y no se digita nada luego de unos segundos, se alerta a la sala de enfermeras, ya que puede tratarse de una emergencia.
- Interface con el sistema informático: Como se mencionó anteriormente, muchas de las facilidades de las PBX pueden ser integradas con el sistema informático del hotel u hospital. Por ejemplo, sería deseable que al realizar el check-in, desde el terminal del front-desk, en forma automática se realicen las siguientes acciones:

9.7. Redes de Centrales

En la medida que las Empresas disponen de varias sedes o sucursales en lugares geográficos diferentes, se ha creado la necesidad de disponer de “redes corporativas”, o “redes privadas”. Estas redes privadas permiten intercomunicar varios sitios de la misma empresa de manera económica, eficiente y rápida. Se trata de que la comunicación interna se lo más “transparente” posible para los usuarios, y lo más “económica” posible para la empresa. Esto ha dado lugar, históricamente, a redes privadas de voz, luego a privadas de datos y finalmente a redes corporativas unificadas.

9.7.1. Protocolos de enlaces analógicos

Las redes privadas de voz existen prácticamente desde el inicio de las PBX. Los protocolos de enlace más antiguos son analógicos, y dada su amplia difusión de los mismo, aún se continúan utilizando.

9.7.1.1. E&M

El sistema E&M es un protocolo de enlace entre centrales o entre centrales y equipos (por ejemplo multiplexores) que utiliza como mínimo 2 hilos de señalización y 2 hilos de audio,.

En reposo las llaves M están abiertas y no pasa corriente por los sensores de los hilos E. Cuando la PBX1 quiere iniciar una llamada cierra su llave M, cerrando el circuito que se forma con -48 V_2 , E2, M1, tierra. Notar que el circuito se cierra por tierra, por lo que es fundamental que ambas PBX compartan la misma tierra. La PBX2 recibe la “señal de toma” de enlace mediante el sensor de corriente del hilo E. A continuación la PBX1 envía el discado, ya sea mediante DTMF por los canales de audio, o por pulsos, utilizando el relé del hilo M. Cuando el interno atiende en PBX2, ésta lo informa cerrando su hilo M. Existen varios “tipos” de señalización E&M (los más comunes conocidos como Tipo I, Tipo II y Tipo V). Estos tipos difieren en la cantidad de hilos de señalización y en los protocolos de apertura/cierre de M y E. En audio se puede disponer de 2 hilos (un par) bidireccional, o 4 hilos (2 pares unidireccionales).

9.7.1.2. Troncal – Interno

Quizás la manera más sencilla de enlazar 2 PBX es mediante la conexión de un puerto de interno de una de ellas a un puerto de línea (troncal) de la otra. Este mecanismo funciona en cualquier PBX, y no requiere de interfaces especiales. Su desventaja es que no es un enlace simétrico. Es decir, desde una de las PBX se accede a la otra digitando un interno, el que será atendido por la telefonista de la PBX1.

9.7.1.3. Protocolos de enlaces digitales

Las PBX digitales disponen de mecanismos de interconexión más sofisticados. Son habituales los enlaces mediante líneas digitales E1 (2 Mb/s) o T1 (1.5 Mb/s). Estos enlaces digitales disponen de 30 y 24 canales de audio respectivamente y soportan varios tipos de señalización. Los más comunes son:

- E&M digital, con señalización de registro DTMF o R2
- ISDN, con protocolo QSIG.

Mediante estos tipos de enlaces es posible lograr mayor integración entre las PBX. El protocolo QSIG permite disponer de una gran cantidad de “facilidades de red”. Algunas de ellas se enumeran a continuación:

- Presentación del número y nombre de quien llama
- “Park “ o “Estacionamiento” en red
- Salida a líneas urbanas en red
- Acceso a redes de parlantes en red
- Selección de rutas alternativas en red
- Desvíos de llamadas en red
- Correo de Voz en red

Muchos fabricantes disponen de protocolos propietarios de comunicación entre centrales. Estos protocolos generalmente soportan todas las facilidades de QSIG y algunas otras facilidades específicas del fabricante.

9.7.2. Selección automática de rutas

Una de las funciones de redes es la posibilidad de seleccionar para cada llamada la ruta más “económica”. Por ejemplo, si un cliente dispone de sucursales en distintas ciudades con enlaces dedicados entre ellas, es posible que para realizar llamadas desde una PBX a un número urbano de una ciudad donde hay otra sucursal sea más económico utilizar un canal privado entre las PBX y una línea urbana local.

9.8. Equipos integrados a las PBX

9.8.1. Correo de Voz

Los correos de voz están siendo cada vez más populares. Estos sistemas incorporan varios servicios a las PBX. El que da origen a su nombre, “correo de voz”, permite que cada usuario del sistema telefónico disponga de una “casilla de voz”, o “buzón de voz”. Estas casillas o buzones se asocian a internos, de manera que en caso de que una llamada no pueda ser atendida en el interno (interno no responde, interno ocupado, etc.), se proporcione un saludo personalizado y se permita dejar un mensaje de voz. Si bien este es el servicio principal de los

“correos de voz”, generalmente pueden ser configurados para funcionar como “operadoras automáticas”, “boletín de anuncios”, “menús de voz”, “formularios de voz”, etc. Las facilidades específicas de cada correo de voz dependen del fabricante.

9.9. Dimensionamiento de la PBX

Las PBX medianas y grandes son modulares. Esto quiere decir, que la capacidad de “internos”, “líneas”, y otro tipo de interfaces puede ser diseñada de acuerdo a las necesidades. En general, se utiliza el término de “puerto” o “puerta”. Un puerto en una PBX es un lugar donde puede ser conectado un interno, una línea urbana u otro dispositivo. Las PBX más chicas disponen de 4 a 6 puertos (generalmente de tipo fijo, por ejemplo, 2 líneas y 4 internos), y no son ampliables. Las PBX de mayor porte pueden llegar a cerca de 10.000 puertos. Al momento de dimensionar una PBX, el primer dato a considerar es la cantidad de puertos necesarios. Para esto se debe tener en cuenta:

- La cantidad de internos
- La cantidad de módems, y faxes
- La cantidad de líneas urbanas
- La cantidad de líneas de enlaces con otras centrales
- La cantidad de puertos de “servicios especiales” (correo de voz, preatendidos, etc.)
- La cantidad de internos está dada por la cantidad de usuarios telefónicos de la empresa. Estos deben discriminarse según el tipo de teléfono (analógico o digital).

9.10. Tráfico en la PBX:

El tráfico se mide en unidades adimensionadas llamadas Erlangs. Un Erlang (E) corresponde a una línea o interno ocupado durante una hora. También es utilizada la unidad CCS (Cientos de segundos por hora). Ya que una hora tiene 3600 segundos (y por lo tanto 36 cientos de segundos), se cumple la siguiente relación:

$$1 E = 36 CCS$$

El tráfico promedio típico por interno es de 0.17E (6 CCS), lo que corresponde a 10 minutos de conversación telefónica por hora. Este tráfico aplica a empresas de ramos generales, y es promedial. En empresas específicas (centros de llamadas, telemarketing, etc.) el tráfico por interno puede ser mayor. Típicamente este tráfico se divide en 50% interno y 50% externo.

10. Transmisión

Durante los últimos años diversos factores han propiciado el importante desarrollo tecnológico de todos los equipos y servicios relacionados con el mundo de las telecomunicaciones: grandes avances técnicos, liberalización del sector, crecimiento de la red Internet y de la telefonía móvil personal, reducción de las barreras culturales, fuertes crecimientos de las economías de los países desarrollados, etc.

Pero de todos estos fenómenos, el de mayor éxito es, sin lugar a dudas, el acceso a Internet, con un incremento del número de usuarios y del tráfico superior al 100% y 200% anuales, respectivamente; y según datos de Nielsen/Neta Ratings, con más de 400 millones de usuarios actualmente en el mundo, de los cuales alrededor de 4,6 millones pertenecen a España. Además, la aparición y proliferación de novedosas tecnologías de acceso (Gigabit Ethernet, ATM, cablemódems, ADSL, LMDS, UMTS...), que permitirán ofrecer a los usuarios servicios interactivos y multimedia de diversa índole (videoconferencia, televisión digital de alta definición, transmisión de grandes cantidades de datos entre computadoras y terminales móviles remotos, etc.), supondrá un aumento de la demanda de ancho de banda de más del 300% dentro de 8 a 10 años, según un reciente estudio de RHK.

Para soportar este enorme tráfico de banda ancha, es totalmente necesario incrementar la capacidad de las actuales redes troncales de telecomunicaciones. La misión de estas redes troncales es transportar el tráfico de las diferentes fuentes mediante la compartición de los sistemas de transmisión y de conmutación entre los distintos usuarios. Es decir, concentran y distribuyen el tráfico generado por todos los usuarios a través de sus redes de acceso.

En nuestros días se utilizan diferentes tecnologías en las redes troncales, basadas todas ellas en la fibra óptica como medio de transmisión. El atractivo de la fibra óptica, y, en particular, de la fibra óptica monomodo, se basa en su baja atenuación, alto ancho de banda, fácil instalación, inmunidad a interferencias, alta seguridad de la señal, aislamiento eléctrico y posibilidad de integración.

10.1. PCM

En los primeros años, cuando el único servicio ofrecido a los abonados era el de la telefonía analógica, se utilizaba la multiplexación por división en frecuencia, o FDM (Frequency Division Multiplexing) para transportar un largo número de canales telefónicos (de 4 KHz) sobre un único cable coaxial. La idea era modular cada canal telefónico en una frecuencia portadora distinta para desplazar las señales a rangos de frecuencia distintos.

Con el advenimiento de los circuitos semiconductores y la creciente demanda de capacidad telefónica, apareció en los años 60 un nuevo método de transmisión, denominado MIC (Modulación de Impulsos Codificados) o PCM (Pulse Code Modulation). Mediante PCM fue posible la utilización múltiple de una única línea por medio de la multiplexación por división en el tiempo o TDM (Time Division Multiplexing), consistente en segregar muestras de cada señal en ranuras temporales que el receptor puede seleccionar mediante un reloj correctamente sincronizado con el transmisor. Para ello, la señal telefónica es digitalizada, es decir, convertida en una serie de bits para su transmisión por el cable de cobre.

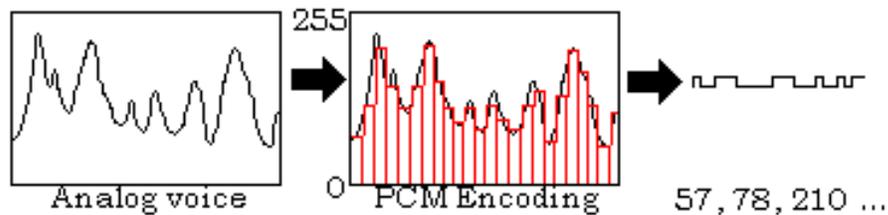
La señal vocal analógica es limitada en la banda de 0,3 a 3,4 KHz (su ancho de banda es, por lo tanto, de 3,1 KHz), muestreada a una frecuencia de 8 KHz (es decir, se toma una muestra cada 125 μ s), cuantificada, codificada, y después transmitida a una tasa binaria de 64 Kbps. Este sistema de codificación se denomina PCM.

El proceso de digitalización esta formado por una serie de pasos realizados por circuitos electrónicos:

- Filtrado que elimina frecuencias fuera del rango (y ruido) de la banda de 300 a 3.400 Hz
- Muestreo que toma de medidas de la señal en intervalos de tiempo periódicos. La frecuencia de muestreo es de 8.000 muestras por segundo.
- Cuantificación que es el proceso de conversión de las muestras a valores tipo más cercanos. Implica cierta distorsión (error de cuantificación).
- Codificación que es el proceso de representar los valores mediante secuencias de bits.



Voice to Digital conversion



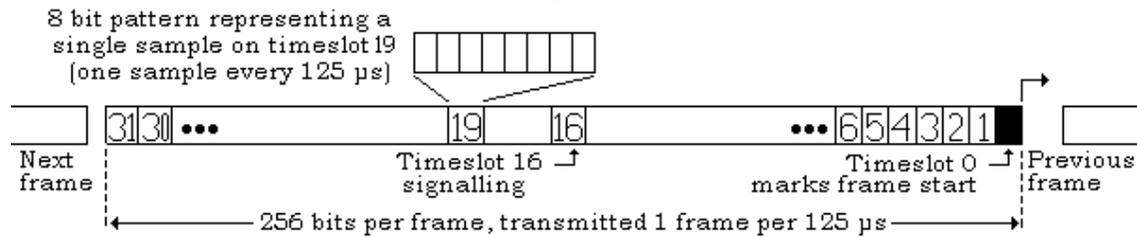
Las ventajas de la digitalización de la voz son varias:

- La calidad de la voz no se degrada con la distancia.
- Menos sensible al ruido eléctrico.
- Integración sencilla con otro tipo de tráfico.

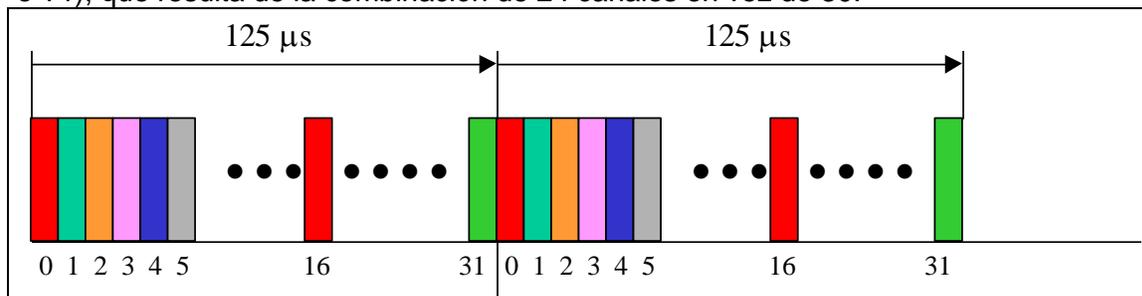
10.2. E1

La tasa binaria de 2.048 Kbps (2 Mbps o E1) es el resultado de multiplexar 30 canales en la misma trama con la necesaria información de señalización. Esta es la denominada tasa primaria y es utilizada en todo el mundo.

2.048 Mbit/s digital frame format

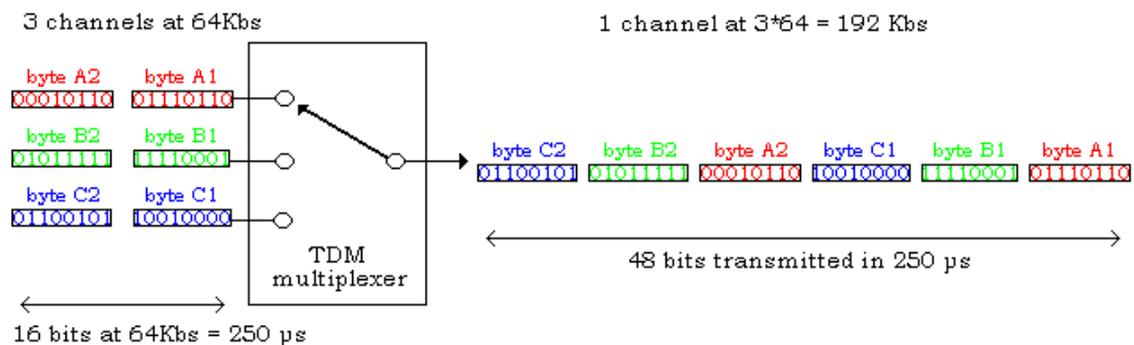


Sólo en Estados Unidos, Canadá y Japón, se utiliza una tasa primaria de 1.544 Kbps (1,5 Mbps o T1), que resulta de la combinación de 24 canales en vez de 30.



10.3. PDH

El primer estándar de transmisión digital fue PDH (Plesícronus Digital Hierarchy) o JDP (Jerarquía Digital Plesiócrona), que apareció durante los últimos años 60 y los primeros 70. Los equipos PDH han copado el mercado de la transmisión, aún a principios de los 1990, estando actualmente en pleno declive frente a SDH y DWDM, salvo en sistemas vía radio. La tasa de bit de transmisión mínima o primaria utilizada era de 2 Mbps en Europa y 1,5 Mbps en USA y Japón, lo cual corresponde a 30 y 24 circuitos telefónicos, respectivamente. También eran posibles tasas de bit superiores multiplexando dichas señales, para las normas europea, norteamericana y japonesa.



Las tasas de bit en cada una de las normas no coinciden, y las superiores a 140 Mbps, como por ejemplo los 565 Mbps de la norma europea, son en todas ellas propietarias; es decir, no han sido estandarizadas. Por otro, los códigos de línea son específicos de cada suministrador, de forma que equipos de diferentes fabricantes son incompatibles entre sí.

Esta falta de compatibilidad entre las distintas normas PDH y la adopción de estándares propietarios por parte de los fabricantes, dificultaba la interconexión entre redes de incluso un mismo operador y es una de las principales limitaciones que presentaba PDH.

El método de multiplexación en PDH se basa en entrelazado de bit. Por otro lado, la red de PDH es plesíncrona (casi síncrona), es decir, no todas las señales multiplexadas proceden de equipos que transmiten a la misma velocidad debido a variaciones en los tiempos de propagación, falta de sincronización entre las fuentes, etc.; lo cual obligaba a implantar complicadas y caras técnicas de relleno, consistentes en la reserva de una capacidad de transmisión superior a la requerida, para eliminar la falta de sincronismo. Para ello, se utilizan bits de justificación, de modo que añadiendo o quitando estos bits, se pueden igualar las velocidades de las fuentes.

La operación de inserción y extracción, se realiza al multiplexar y demultiplexar en cada uno de los niveles de la jerarquía. Esto supone que para extraer una señal de 64 Kbps dentro de una trama de nivel superior, se deban demultiplexar todos los niveles uno a uno, identificando los bits de relleno, hasta el nivel inferior; de la misma forma, para insertar una señal nueva de 64 Kbps se debe demultiplexar toda la trama nivel a nivel, añadir la nueva señal, y multiplexar de nuevo todos los niveles, añadiendo o quitando los bits de justificación.

La baja eficiencia de este proceso, suponía el uso de un elevado número de equipos, una baja flexibilidad en la asignación del ancho de banda y una mayor lentitud en el procesamiento de las señales por parte de los equipos. Durante los años 80, cuando tuvo lugar la digitalización de las grandes redes públicas de telecomunicaciones, los equipos PDH se instalaron masivamente por todo el mundo. No obstante, a las limitaciones anteriores pronto se unieron la poca información de gestión y de monitorización de calidad que puede transportarse en las tramas PDH, lo cual dificultaba la supervisión, control y explotación centralizada del sistema; y los grandes avances del hardware y del software, así como la entrada de la fibra óptica como medio de transmisión sustituyendo al cable coaxial de cobre, que no eran aprovechados por los sistemas PDH.

10.4. SDH

Todas las carencias presentadas por PDH propiciaron la definición entre 1988 y 1992 de un nuevo estándar mundial para la transmisión digital denominada SDH (Synchronous Digital Hierachy) o JDS (Jerarquía Digital Síncrona) en Europa, y SONET (Synchronous Optical NETwork) en Norteamérica. Mientras SONET es un estándar concebido por Bellcore y definido por el ANSI para ser utilizado en Norteamérica, SDH es un estándar definido por el sector de estandarización de telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T) para su uso en todo el mundo y compatible en parte con SONET. Aunque SONET y SDH fueron concebidos originalmente para la transmisión por fibra óptica, existen sistemas radio SDH a tasas compatibles con SONET y SDH.

El principal objetivo en la definición de SDH era la adopción de una verdadera norma mundial que posibilitara una compatibilidad máxima entre diferentes suministradores y operadoras. Este estándar especifica velocidades de transmisión, formato de las señales (tramas de 125 μ s),

estructura de multiplexación, codificación de línea, parámetros ópticos, etc., así como normas de funcionamiento de los equipos y de gestión de red. Por otro lado, SDH dotará a la red de una mayor flexibilidad, un mejor aprovechamiento del ancho de banda potencial de la fibra óptica, y más capacidad de monitorización de la calidad y gestión centralizada.

El estándar SDH define interfaces de tráfico que son independientes de los distintos vendedores de equipos, denominadas módulos de transporte síncrono o STM-N (Synchronous Transport Module). El nombre que reciben estas interfaces en SONET son los de señal de transporte síncrono o STS (Synchronous Transport Signal) en la interfaz cobre y contenedor óptico u OC (Optical Carrier) en la interfaz óptica. En SDH se parte de una señal de 155 Mbps denominada módulo de transporte síncrono de primer nivel o STM-1, definida tanto para interfaz óptica como de cobre.

Las dos tecnologías, PDH y SDH, se basan en multiplexores digitales que, mediante técnicas de TDM, permiten combinar varias señales digitales (denominadas señales de jerarquía inferior o señales tributarias) en una señal digital de velocidad superior.

En ambos sistemas, la fibra óptica se utiliza como mero sistema de transmisión, puesto que las funciones de amplificación, encaminamiento, extracción e inserción de señales, etc., se realizan en el dominio eléctrico. La última tecnología de transmisión en aparecer ha sido DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), caracterizada por sus altísimas capacidades de transmisión, su transparencia sobre los datos de jerarquías inferiores y por una transmisión totalmente óptica.

10.4.1. Estructura de la trama SDH

SDH trabaja con una estructura o trama básica denominada STM-1, que tiene una duración de 125 μ s (se repite 8.000 veces por segundo) y se corresponde con una matriz de 9 filas y 270 columnas, cuyos elementos son octetos de 8 bits. Por consiguiente, cuenta con una velocidad binaria es de 155,520 Kbps.

La transmisión se realiza fila por fila, empezando por el byte situado en la esquina superior izquierda y terminado en el byte de la esquina inferior derecha. En la trama STM-1 se distinguen tres áreas: la tara de sección, los punteros de justificación y la carga útil. Cada byte de la carga útil se corresponde con un canal de 64 Kbps. Las primeras 9 columnas contienen la tara de sección o SOH (Section OverHead) para soportar características del transporte, tales como el alineamiento de trama, los canales de operación y mantenimiento, la monitorización de errores, etc. Se distingue entre la tara de la sección de regeneración o RSOH (Regenerator Section OverHead) y la tara de la sección de multiplexación o MSOH (Multiplex Section OverHead). Las columnas siguientes pueden ser asignadas de diversas formas para transportar las señales de tasas de bit inferior, tales como los 2 Mbps; cada columna tiene su propia tara.

El estándar SDH está diseñado originalmente para el transporte de las distintas señales definidas en la jerarquía PDH en una trama STM-1. Sólo posteriormente ha sido desarrollado para transportar otros tipos de tráfico, como ATM o IP, a tasas que son múltiplos enteros de 155 Mbps. La flexibilidad en el transporte de señales digitales de todo tipo permite, de esta forma, la provisión de toda clase de servicios sobre una única red SDH: telefonía, provisión de redes alquiladas, creación de redes MAN y WAN, videoconferencia, distribución de televisión por cable, etc.

10.4.1.1. FORMACION DE TRAMAS

Seguidamente, se explica el proceso de formación de la trama STM-1 (ITU-T G.707) a partir de los diferentes tributarios incluidos en ella (ITU-T G.709).

El contenedor o C-n (Container) es la unidad básica de empaquetamiento para los canales tributarios. Se tiene un contenedor especial para cada señal tributaria de PDH (ITU-T G.703): C-4 para señales de 140 Mbps, C-3 para 45 y 34 Mbps, C-2 para 6 Mbps, C-12 para 2 Mbps y C-11 para 1,5 Mbps. Estos contenedores tienen siempre un tamaño mayor que la carga a transportar. La capacidad remanente es utilizada, en parte, para la justificación, con el fin de eliminar las desviaciones temporales entre las señales PDH (siempre dentro de las tolerancias establecidas por el ITU-T). Cuando se hace la correspondencia con tributarios síncronos, se insertan bytes de relleno fijos, en vez de bytes de justificación.

Las señales ATM pueden ser transportadas en la red SDH en los contenedores C-11, C-12, C-3 y C-4, aunque en este caso el entramado no es continuo como en PDH. Aunque, en teoría, una señal ATM está formada por celdas discontinuas de 53 bytes, los intervalos entre estas celdas se rellenan con celdas vacías, que son insertados por el equipo ATM cuando se conecta a una interfaz SDH, formando de esta forma una señal continua. Por lo general, las celdas ATM son transportadas sobre la carga útil de un VC-4 o de varios VC-4s concatenados (ITU-T G.707).

La señales IP son transportadas sobre la red SDH siguiendo, por lo general, el método POS (Packet Over SONET). Para ello, primero es necesario que la señal IP sea encapsulada mediante PPP (IETF RFC 1662) y entramada mediante HDLC (IETF RFC 1661), siendo transportada la trama HDLC sobre la carga útil de un VC-4 o de varios VC-4s concatenados (IETF RFC 1619).

Un contenedor virtual o VC-n (Virtual Container) es el conjunto de un contenedor y la tara de trayecto. La tara de trayecto o POH (Path OverHead) tiene como misión monitorizar la calidad e indicar el tipo de contenedor; por lo tanto, el formato y tamaño del POH depende del tipo de contenedor. El VC es la entidad de carga útil que viaja sin cambios a lo largo de la red, siendo creada y desmantelada en los distintos puntos de acceso o terminación del servicio de transporte.

El siguiente paso para formar la señal STM-N completa consiste en añadir un puntero en una posición fija indicando el comienzo del VC dentro de la trama. En consecuencia, el VC puede flotar dentro del área de carga a la que se le destina. La unidad formada por el puntero y el VC se denomina unidad administrativa o AU-n (Administrative Unit), o bien unidad tributaria o TU-n (Tributary Unit).

Después, se realiza un simple proceso de multiplexación por entrelazado de byte de un conjunto de TU, obteniendo una estructura denominada grupo de unidades tributarias o TUG-n (Tributary Units Group). Este proceso es completamente síncrono. Una o más unidades administrativas forman un grupo de unidades administrativas o AUG (Administrative Unit Group). Finalmente, se debe dotar a la estructura obtenida de información adicional que permita su transporte por el medio físico, es decir, del SOH. El grupo de unidades administrativas junto a la SOH forman el STM-N. En un STM-N no se utilizan todos los bytes de información de control de todos los STM-1, sino que las funciones de algunos bytes se realizan con la información contenida en los bytes correspondientes del primer STM-1.

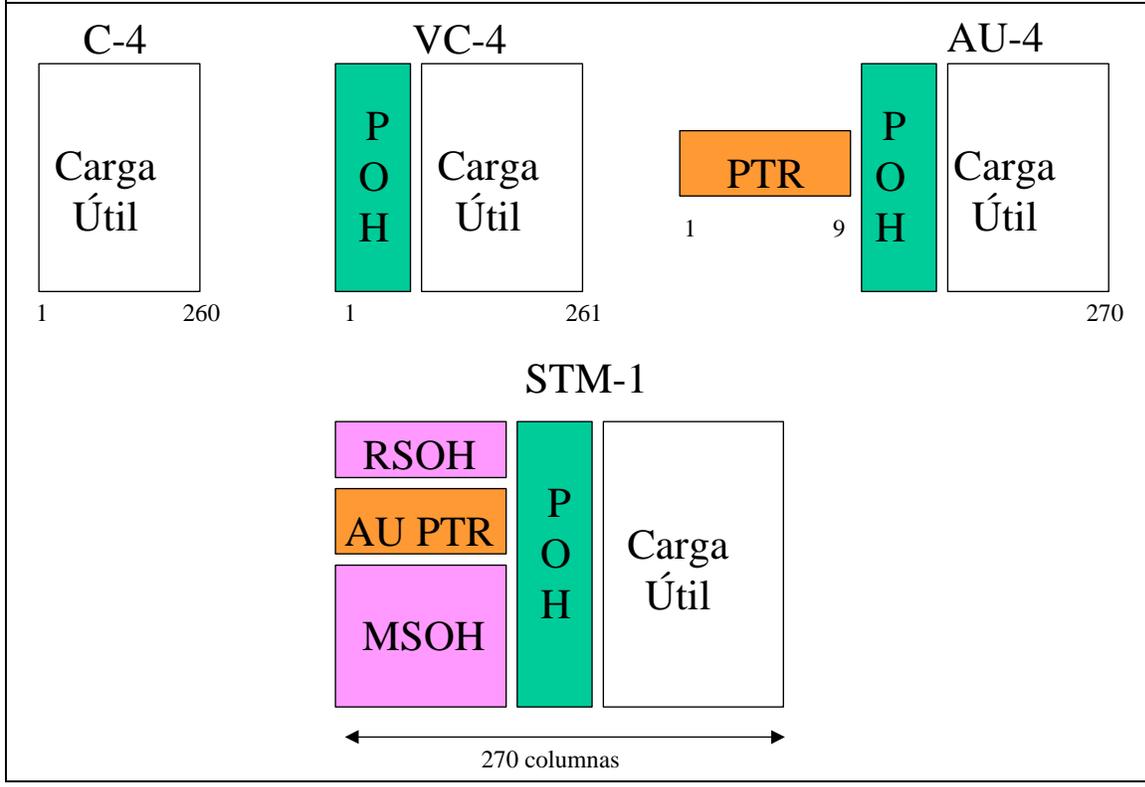
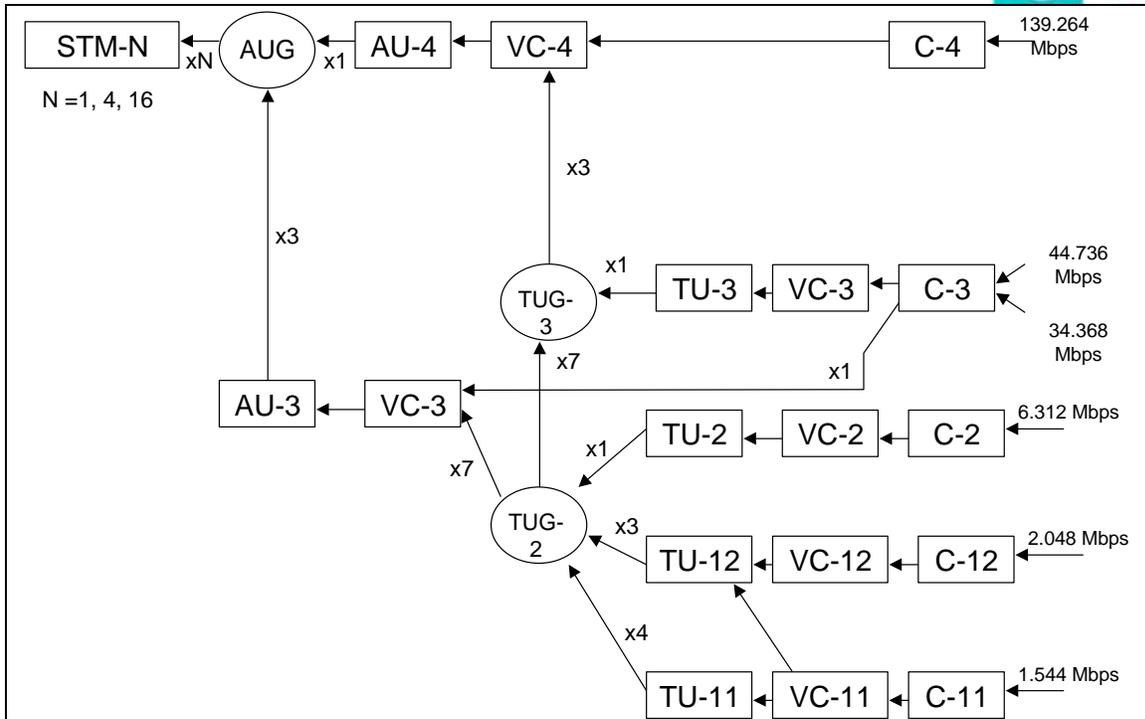
Como hemos visto, las taras u OH son bytes reservados para la información del propio sistema. Parte de ellas son asignadas a los VC y otras a los STM. La información contenida en las taras se utiliza básicamente para la monitorización de la calidad, detección de errores, canales de comunicaciones, canales de datos, protección automática, etc.

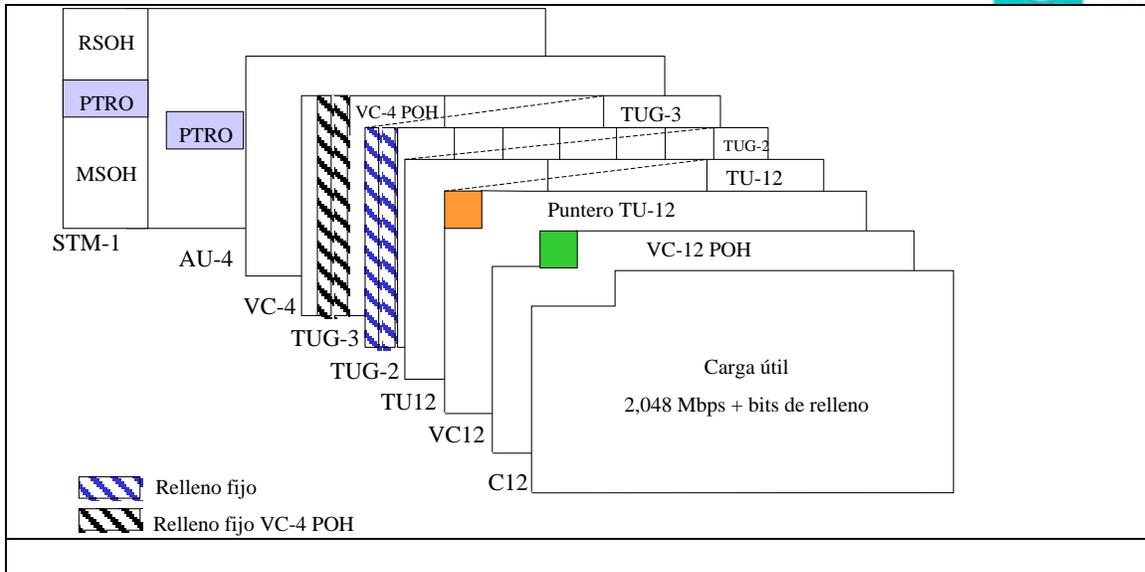
La tara de trayecto o POH se asigna a cada tributario al multiplexarse en el VC, permaneciendo con este VC hasta que sea demultiplexado. De esta forma, un trayecto es el tramo de la red SDH comprendido entre dos puntos de ensamblado y desensamblado de VC. La tara de sección o SOH forma parte de la trama STM. Puesto que una sección de multiplexación puede estar formada por varias secciones de regeneración, la SOH se divide en la tara de sección de multiplexación o MSOH y la tara de sección de regeneración o RSOH.

En los regeneradores sólo se tiene acceso a la RSOH. De este modo, una sección es aquella parte de un trayecto en la que se mantiene la integridad de la señal STM-N, es decir, la multiplexación o demultiplexación se realiza sólo en los extremos. La utilización de punteros en SDH supone muchas ventajas frente a la utilización de bits de justificación en PDH, desempeñando principalmente dos funciones.

La primera misión del puntero es identificar la posición de los VC en la trama correspondiente, que será una AU o TU. Esto permite asignar de forma flexible y dinámica el VC con la información útil dentro de la trama AU o TU. La segunda misión del puntero es adaptar la velocidad binaria de los VC a la velocidad binaria del canal de transmisión. Es decir, mediante un mecanismo de justificación positiva, negativa o nula, permiten absorber las diferencias de frecuencia entre las diferentes señales que forman un STM-N. Finalmente, una vez creada la trama STM-N, ésta es transmitida utilizando los códigos de línea NRZ y RZ en el caso de la interfaz óptica. En el caso del STM-1 e interfaz eléctrica, el código de línea utilizado es CMI. Para evitar la transmisión de largas cadenas de 0s ó 1s que pueden dificultar la recepción de la señal, se utiliza un mezclador o scrambler en el momento de generar la señal óptica.

Los únicos bytes que no son mezclados son los tres primeros, siendo los dos primeros aquellos que identifican el inicio de las tramas y el tercero aquel que identifica el número de trama STM-1 dentro de una trama STM-N.





10.4.2. ELEMENTOS DE RED

Las redes SDH actuales están construidas, básicamente, a partir de cuatro tipos distintos de equipos o elementos de red (ITU-T G.782): regeneradores, multiplexores terminales, multiplexores de inserción y extracción, y distribuidores multiplexores.

Estos equipos pueden soportar una gran variedad de configuraciones en la red; incluso un mismo equipo puede funcionar indistintamente en diversos modos, dependiendo de la funcionalidad requerida en el nodo donde se ubica. Los equipos SDH ofrecen, por lo general, varios sistemas de protección de tarjeta, como unidades de control redundantes, interfaces tributarias redundantes (o protección de circuito), matrices de conmutación redundantes, etc.

Los equipos regeneradores intermedios o IR (Intermediate Regenerators), como su propio nombre indica, regeneran la señal de reloj y la relación de amplitud de las señales digitales a su entrada, que han sido atenuadas y distorsionadas por la dispersión de la fibra óptica por la que viajan. Los regeneradores obtienen la señal de reloj a partir de la ristra de bits entrante. Los equipos multiplexores terminales o TM (Terminal Multiplexers) se utilizan para multiplexar las distintas señales plesiócronas o síncronas en sus interfaces tributarias de entrada y crear la señal STM-N, que enviará por su puerto de agregado.

Las fibras ópticas que se utilizan para la transmisión y recepción de los STM-N son distintas y, por lo tanto, el TM hace de inicio y final de comunicaciones.

Los equipos multiplexores con funciones de inserción y extracción o ADM (Add and Drop Multiplexers) se encargan de extraer o insertar señales tributarias plesiócronas o síncronas de cualquiera de las dos señales agregadas STM-N que recibe (una en cada sentido de transmisión), así como dejar paso a aquellas que se desee. El ADM permite, para ello, acceder a los VC de la señal agregada, sin demultiplexar la señal completa STM-N.

Los equipos distribuidores multiplexores o DXC (Digital Cross-Connect) permiten la interconexión sin bloqueo de señales a un nivel igual o inferior entre cualquiera de sus puertos de entrada y de salida. Los DXC admiten señales de acceso, tanto plesíncronas como síncronas, en diversos niveles. Los DXC son los puntos de mayor flexibilidad en la red SDH, posibilitando que el operador realice de forma remota interconexiones semipermanentes entre diferentes canales, capacitando el encaminamiento de flujos al nivel de VC sin necesidad de multiplexaciones o demultiplexaciones intermedias. Se suele emplear la notación DXC N/M, donde el número entero N indica el nivel más alto de las señales terminadas en sus puertos y el número M indica el nivel mínimo de interconexión. Los dos tipos principales son DXC 4/4 y DXC 4/1. DXC 4/4 proporciona una interconexión totalmente transparente para el encaminamiento de canales de 140 Mbps ó 155 Mbps, que pueden formar parte de conexiones a 622 Mbps ó 2,5 Gbps. DXC 4/1, en cambio, es un equipo mucho más completo que DXC 4/4, pues proporciona interconexión transparente hasta los 2 Mbps. En el elemento genérico de la figura 5, un DXC 4/1 dispondría de varias interfaces ópticas (STM-1, STM-4 o STM-16) o eléctricas (1,5 Mbps, 2 Mbps, 34 Mbps, 45 Mbps, 140 Mbps, STM-1), generalmente hasta un máximo de 512 (la mitad para la parte Este y la otra mitad para la Oeste).

10.4.3. TOPOLOGIAS

La topología implantada (ITU-T G.803) vendrá determinada por los requerimientos de flexibilidad y fiabilidad del operador de la red SDH. Frente a las estructuras malladas de las redes PDH, la tecnología SDH apuesta por topologías en anillo, constituidas por ADM unidos por dos o cuatro fibras ópticas, separados por unas distancias de alrededor de 60 Km (ITU-T G.957 y G.958), sin considerar amplificadores. Los anillos permiten conseguir redes muy flexibles, pudiendo extraer señales tributarias del tráfico agregado en cualquiera de los nodos que conforman el anillo.

Los ADM también ofrecen mecanismos de encaminamiento alternativo o protección bajo varias configuraciones (ITU-T G.841) para ofrecer una disponibilidad máxima y sobreponerse a cortes en la fibra y a fallos en los equipos. Por ejemplo, la solución de protección 1+1 da lugar a los denominados anillos híbridos autorregenerables, en los cuales el tráfico se encamina simultáneamente por dos caminos, siendo recogido en el nodo destinatario; en caso de la caída de algún equipo intermedio o el corte de una fibra, el nodo destinatario conmutará al otro camino en menos de 50 ms. Por otro lado, las redes SDH, a diferencia de las PDH, no sólo constituyen un sistema de transmisión punto a punto, sino que van más allá, estableciéndose como una auténtica red de comunicaciones, incluyendo, además de la red de transporte, la de sincronización, la de gestión, y la de comunicaciones de datos.

10.4.4. SINCRONIZACION

En contraste con la red PDH, la sincronización ha de estar completamente garantizada en una red SDH; de lo contrario, se puede tener una considerable degradación en el funcionamiento de la red o incluso su fallo total. Para evitar esto, todos los elementos de red son sincronizados por una señal de reloj central muy precisa a 2,048 MHz. Esta señal de reloj central es generada por un reloj de referencia primario de altísima precisión (ITU-T G.811), en concreto con un desvío de frecuencia máximo a largo de $\pm 10^{-11}$ respecto a la norma horaria mundial. La señal procedente del reloj primario se pasa a los relojes esclavos subordinados a los sistemas SDH (ITU-T G.812). Finalmente, nos encontramos con los propios relojes locales de los sistemas SDH (ITU-T G.813).

Debido al enorme coste de los sistemas de sincronización, el reloj debe distribuirse por toda la red, para lo cual se utiliza una estructura jerárquica. Esta estructura jerárquica está dividida en estratos y se especifica conforme a la calidad de las señales de reloj transmitidas a los estratos subsiguientes en el caso del fallo de un reloj maestro. Si fallasen los relojes maestros, se provee el funcionamiento de reserva, por el cual el oscilador utiliza su último valor almacenado. Del mismo modo, si una fuente de reloj esclava fallase, el sistema SDH afectado conmuta a la fuente de reloj que tenga una calidad igual o menor a la que utilizaba hasta el momento; o de no ser posible, utiliza su propio reloj local. En este modo de funcionamiento, la señal de reloj se mantendrá relativamente exacta controlando el oscilador PLL local mediante la aplicación de los valores de corrección de la frecuencia almacenada durante las horas precedentes, teniendo en cuenta la temperatura del oscilador y extrayendo la señal de reloj a partir de alguna de las tramas STM-N que le llegan; en concreto de la que utilice la mejor fuente de sincronización, lo cual puede determinar a partir de información almacenada en la cabecera de la trama.

10.4.5. GESTION DE RED

Las actuales redes de telecomunicación se caracterizan por un constante incremento del número, complejidad y heterogeneidad de los recursos que los componen. Ello dificulta

enormemente gestionar el rendimiento, encontrar y solucionar problemas, y planificar el crecimiento futuro de la red. Por tanto, la gestión de red integrada, como conjunto de actividades dedicadas al control y vigilancia de recursos de telecomunicación bajo el mismo sistema de gestión, se ha convertido en un aspecto de enorme importancia en el mundo de las telecomunicaciones.

Puesto que las tramas SDH incorporan información de gestión de los equipos, es posible tanto la gestión local como la centralizada de sus redes (ITU-T G.784). La gestión local atiende a un control descentrado de los distintos nodos, mediante sistemas de operación local. La centralizada, adecuada para entornos SDH puros sin PDH, se basa en el control de todos los nodos mediante un único sistema de operaciones central. La gestión del equipo comprende tareas tales como configuración del elemento de red, puesta en servicio, prueba de fallos, medida de prestaciones o calidad (ITU-T G.821, G.826 y M.2100), alarmas, etc.

La información transportada entre los distintos equipos de una ruta SDH, a través del denominado canal de comunicaciones de datos o DCC (Data Communication Channels), tiene la estructura de los mensajes de gestión de red estándar. Sin embargo, no ha habido un acuerdo en la definición del conjunto de mensajes a transportar y, por lo tanto, no hay interoperatividad en la gestión entre los distintos vendedores de equipos SDH. No obstante, a diferencia de la interfaz de gestión de red entre equipos, la interfaz desde el terminal de gestión a cada uno de los equipos sí es estándar: se realiza a través de la interfaz Q en el caso remoto (conexión Ethernet), y de la interfaz F en el caso local (conexión serie). El protocolo de gestión utilizado es el protocolo de información de gestión común o CMIP (Common Management Information Protocol), de la familia de protocolos OSI estandarizados por la ISO.

11. ADSL y xDSL

Las tecnologías sobre cobre, tecnologías xDSL (HDSL, SHDSL, ADSL, VDSL...) tienen como objetivo la extracción del máximo provecho de la red telefónica existente, obteniendo altas velocidades con alta calidad de transmisión multimedia (datos, voz e imagen).

Actualmente se está instalando cableado de fibra óptica que posee un gran potencial para hacer frente a las necesidades de grandes anchos de banda de transmisión en el futuro. Por ejemplo, para ofrecer servicios de vídeo bajo demanda o acceso de alta velocidad a Internet se precisan velocidades de transmisión de al menos 1.5 Mbps en dirección al abonado, para la televisión digital al menos 6 Mbps y para la televisión de alta definición más de 20 Mbps.

Sin embargo hay una enorme infraestructura por todo el mundo de líneas de cobre que la tecnología xDSL puede convertir en medios de transmisión de alta velocidad a corto plazo. Además, la instalación de fibra óptica sólo está económicamente justificada en grandes áreas urbanas donde existe una gran concentración de usuarios.

En áreas rurales o en ciudades de menor tamaño es preciso aprovechar el tendido de cable de cobre de la red telefónica existente para que el proveer servicios de banda ancha sea económicamente viable.

La tecnología ADSL genera un canal descendente en el sentido de red hacia usuario y un canal ascendente en sentido de usuario hacia red.

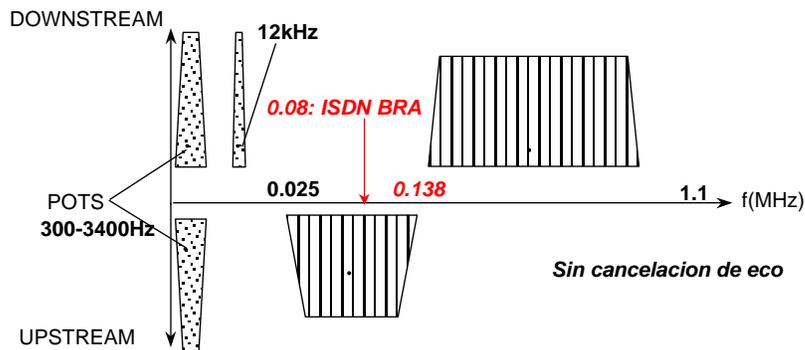
11.1. ADSL

La transmisión se produce sobre un par de hilos telefónicos de forma con velocidades ascendente y descendente asimétricas. El servicio se puede operar sobre un par con un servicio de POTS o RDSI existente, conviviendo ambos servicios de forma simultánea.

La velocidad descendente de transmisión máxima es de 8 Mbps y la ascendente es de 800 kbps.

Existirán dos tipos de soluciones ADSL no compatibles entre sí, en función del servicio con el que convivan en el par:

- ADSL/POTS con los servicios de ADSL y telefonía analógica en el mismo par. El espectro de la señal de telefonía es de 300 a 3.400 Hz y el de la señal ADSL de 25 kHz a 1.100 kHz con un canal de guarda entre ambos servicios.
- ADSL/RDSI con los servicios de ADSL y básico de RDSI en el mismo par. El espectro de la señal de RDSI es de 0 a 80 kHz y el de la señal ADSL de 138 kHz a 1.100 kHz.



La velocidad máxima de transmisión depende de varios factores:

- Longitud de la línea.
- Calibre del hilo conductor del par de cobre.
- Paradifonía y simetría del cable de pares.
- Interferencias externas al cable o de otros servicios que conviven en el par.

Teniendo en cuenta la atenuación que puede producirse en la señal, obtendremos velocidades de 1.5 a 2 Mbps para distancias de 5.5 Km, y velocidad de 6.1 Mbps para longitudes de línea de 3.7 Km (para un diámetro de cable típico de 0.5mm).

Los servicios de ADSL disponible en el mercado son los siguientes:

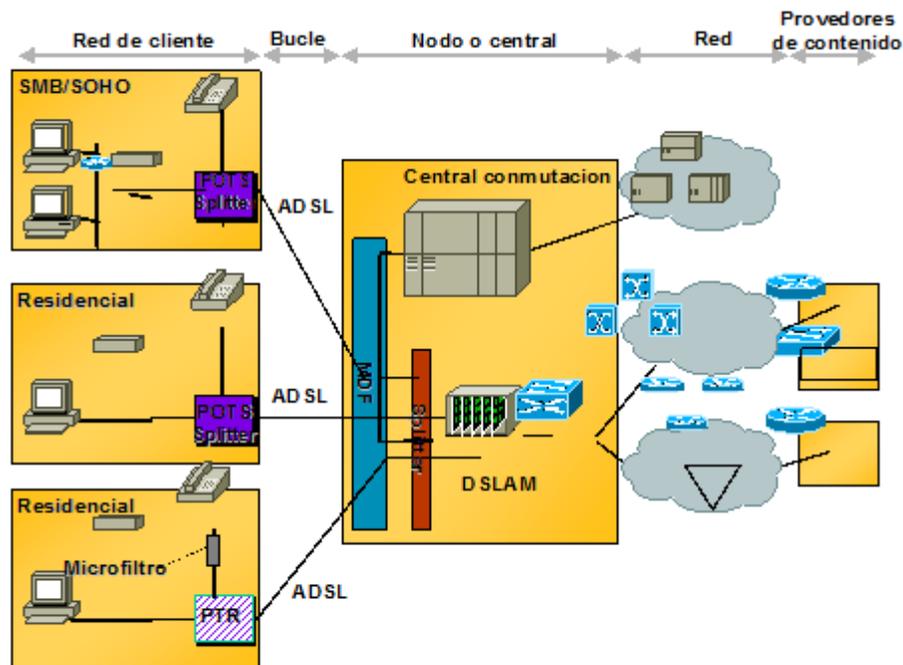
- A con velocidad de pico descendente de 256 kbps y ascendente de 128 kbps. La velocidad sostenida debe ser como mínimo un 10 % de la velocidad de pico.
- B con velocidad de pico descendente de 512 kbps y ascendente de 128 kbps. La velocidad sostenida debe ser como mínimo un 10 % de la velocidad de pico.
- C con velocidad de pico descendente de 2.048 kbps y ascendente de 300 kbps. La velocidad sostenida debe ser como mínimo un 10 % de la velocidad de pico.
- D con velocidad de pico descendente de 256 kbps y ascendente de 128 kbps. No existe compromiso de velocidad sostenida mínima.

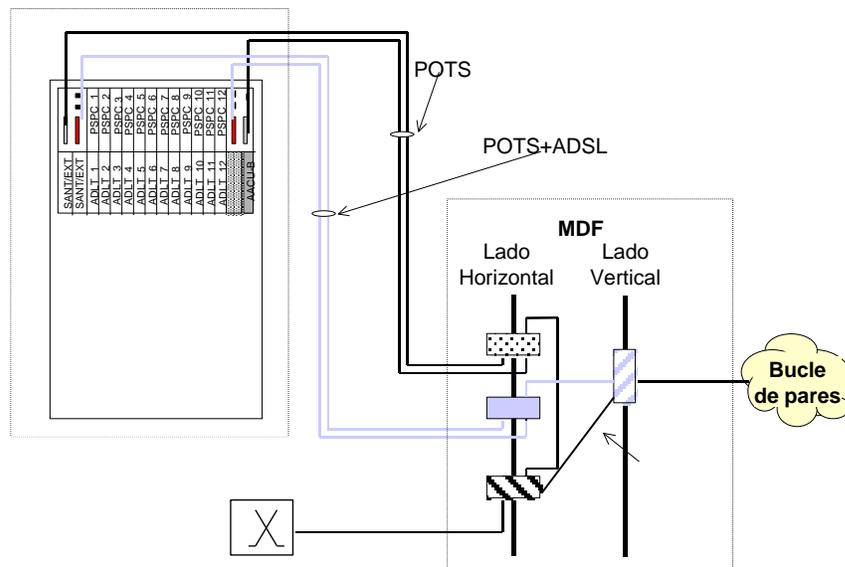
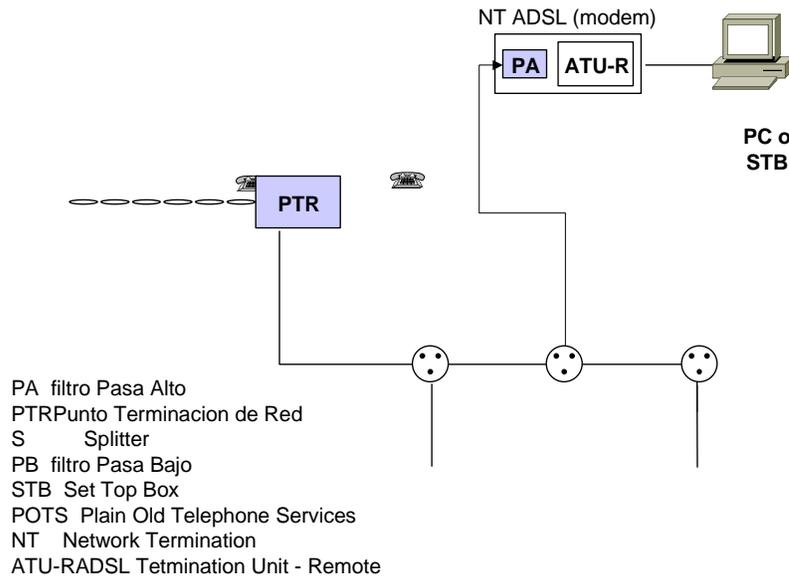
Los sistemas ADSL son módems que emplean técnicas de modulación que mejoran los problemas de interacción y diafonía de las líneas. Además durante la transmisión no se precisa de uso de repetidores. Las principales técnicas de modulación utilizadas son la CAP y la DMT.

El ADSL es una arquitectura de red completa formada por los siguientes dispositivos:

- DSLAM en el nodo de acceso que multiplexa varias señales con interfaz de línea ADSL en un interfaz de red común. Existirán tarjetas independientes para los servicios ADSL/POTS y ADSL/RDSI.

- Filtro en el nodo de acceso que divide la señal ADSL en una señal ADSL/POTS (ADSL/RDSI) y en otra señal filtrada espectralmente de forma que el espectro de la señal sea de 300 a 3.400 Hz para POTS (0 a 80 kHz para RDSI). La señal ADSL se envía al DSLAM y la señal POTS (RDSI) a la central.
- Bucle de abonado formado por un trayecto de un par único de cobre.
- PTR en el inmueble del usuario.
- Filtro de usuario que divide la señal ADSL en una señal ADSL/POTS (ADSL/RDSI) y en otra señal filtrada espectralmente de forma que el espectro de la señal sea de 300 a 3.400 Hz para POTS (0 a 80 kHz para RDSI). La señal ADSL se envía al módem y la señal POTS (RDSI) al teléfono analógico (NT).
- Módem ADSL con un interfaz de red ADSL y un interfaz de usuario Ethernet o USB.





11.2. HDSL

También puede denominarse High speed Digital Subscriber Line o High data rate Digital Subscriber Line.

Las líneas E1/T1, que son líneas que multiplexan de 30/24 canales de voz digitalizada a 64 Kbps en un solo canal, consiguen transmitir a velocidades efectivas de 2.048 Mbps en el caso del estándar europeo E1, o 1.544 Mbps para el estándar americano T1.

Para conseguir mayores velocidades con líneas E1/T1 es necesario colocar repetidores cada 1Km de línea, lo que resulta no sólo costoso en dinero, sino también en tiempo, ya que se tarda en instalar la infraestructura necesaria para poner en servicio una línea. Además la señal que se obtiene resulta pobre en calidad.

A finales de los años 80 surgió la tecnología HDSL, que desarrollaba una forma para transmitir a velocidades alrededor de los 2 Mbps sobre las líneas de cobre existentes eliminando la necesidad de repetidores u otros acondicionamientos especiales de las líneas. Con HDSL se consigue una mayor calidad de señal y reduce el tiempo que se tarda en poner en servicio una línea. Además, consigue cuadruplicar la distancia que la señal digital puede viajar sin necesidad de regeneración. Consigue velocidades de transmisión de 1.544 Mbps o 2.048 Mbps usando técnicas de modulación avanzadas sobre líneas de hasta 4 Km. Pero necesita 2 líneas para igualar a T1 y 3 líneas para igualar a E2. No es por tanto adecuado para conectar un servicio individual de teléfono.

Es preciso instalar una tarjeta compatible en la oficina central una NTU en el local del abonado, la cual emplea un complejo procesador de señal digital (DSP=Digital SignalProcessor). HDSL crea un modelo matemático del cable de cobre, permitiendo al dispositivo de transmisión compensar de forma precisa la distorsión debida a las imperfecciones del cobre. Se realiza el ajuste continuamente, con lo cual la señal no se degrada si cambian las condiciones del cable o del entorno.

Una configuración común de HDSL para velocidades de transmisión de 1.544 Mbps en ambas direcciones, usa dos pares trenzados de cobre cada uno a mitad de la velocidad total.

Las ventajas que HDSL tiene respecto de las líneas E1/T1 son las siguientes:

- Reduce el coste de la instalación de líneas E1/T1, pues no es precisa la instalación de repetidores para regenerar la señal, ni ningún equipamiento para supervisar el servicio. Además, puede desarrollarse sobre la casi totalidad de la planta de bucles de abonado existente.
- Reduce el tiempo requerido para la puesta en servicio de líneas, pues se evita la colocación de los repetidores que no sólo son costosos sino que también se tarda en instalarlos.
- Se obtiene una mayor calidad de transmisión que con el sistema de repetidores E1/T1, debida a los algoritmos de procesamiento de señal digital empleados. La calidad de la señal es comparable a la obtenida con fibra óptica, contando con un BER (Bit Error Rate) de 10^{-10} , que significa un bit erróneo cada 10^{10} bits transmitidos, o sea que constituye un puente adecuado entre la red principal de fibra óptica y las líneas de cobre.
- Se consigue conectividad a distancias de 4 Km sobre el cable de cobre estándar (0.5 mm) sin repetidores. En cambio E1/T1 está limitado a una distancia de 1 km.

11.3. SHDSL

Es un estándar desarrollado recientemente con los equipos disponibles comercialmente para mediados del 2.001. SHDSL es una evolución de HDSL que evita los problemas planteados por la tecnología HDSL. La longitud de las líneas pueden ser como máximo de unos 3 km.

Las ventajas de SHDSL frente a HDSL son múltiples:

- Uso de un único par en SHDSL frente a dos pares en HDSL.
- Modulación DMT en SHDSL menos interferente que la utilizada en HDSL.
- Mayor densidad en las tarjetas de central en SHDSL.
- Precio unitario por puerto menor en SHDSL.
- Alcance máximo de 3 km en SHDSL frente a 1 km en HDSL.
- NTU estándares disponibles en el mercado frente a soluciones de módem propietarias para HDSL.

Las velocidades de transmisión oscilan entre $n \cdot 64$ Kbps y 2,0 Mbps en ambos sentidos. HDSL y SDSL están orientadas a ser alternativas económicas a las líneas T-1 dedicadas y a las T-1 fraccionales.

11.4. VDSL

VDSL empezó llamándose VADSL porque en un principio se concebía como un transceptor asimétrico a velocidades mayores que ADSL y en líneas más cortas. También había sido denominado BDSL hasta que se eligió el término oficial en Junio de 1995.

Aunque VDSL no ha alcanzado el grado de definición de ADSL, se ha avanzado lo suficiente para discutir sobre las metas que pueden lograrse, comenzando con las velocidades de transmisión de datos. Las velocidades en dirección al abonado, son submúltiplos de la velocidad nominal de SDH/SONET (tecnologías que corren sobre fibra óptica) que es de 155.52 Mbps.

Además cada velocidad tiene su correspondiente rango de alcance:

- de 12..96Mbps a 13.8 Mbps con un alcance máximo de 1.500 m
- de 25.92 Mbps a 27.6 Mbps con un alcance máximo de 1.000 m
- de 51.84 Mbps a 55.2 Mbps con un alcance máximo de 300 m

12. Apéndice

12.1. Cálibre de cables

En EE.UU. el diámetro del conductor de cobre de los pares se produce de acuerdo a las dimensiones AWG. Los calibres de cobre más utilizados son los correspondientes al AWG22 y AWG24. La siguiente tabla presenta una equivalencia entre los calibres AWG y los diámetros del conductor.

Calibre Americano (AWG)	Diámetro (mm)	Calibre internacional más cercano (mm)
19	0,912	0,9
22	0,643	0,63
24	0,511	0,5
26	0,404	0,4
28	0,320	0,32

12.2. Voltaje y corrientes de interfaces

Aplicación	Voltaje de operación de la red	Corriente de operación de la red	Velocidad de transmisión de la red
Telecomunicación			
Líneas analógicas	160 V	< 100 mA	4 KHz
RDSI S0	42 V	< 60 mA	192 kbit/s
RDSI S2	100 V	< 120 mA	2 Mbit/s
PMXA (Conexión multiplexada primaria	60 V	< 60 mA	2 Mbit/s
PCM (sin alimentación remota))	5 V	< 60 mA	2 Mbit/s
PCM (con alimentación remota)	100 V	< 60 mA	2 Mbit/s
Módem para líneas de telecomunicación	60 V	< 60 mA	64 kbit/s
Módem para Datex P	12 V	< 60 mA	48 kbit/s
Líneas HDSL/ADSL	160 V	< 120 mA	6,144 Mbit/s

12.3. ETHERNET

Las principales características de las topologías Ethernet:

- Rapidez y velocidad de traspaso fiable-10 Mbps.
- Transmisiones seguras-método de acceso CSMA/CD.
- Fácil compatibilidad-más componentes de Red para adaptarse a los estándares Ethernet.
- Máxima flexibilidad-dos topologías (bus o estrella) y cinco tipos de cable (estándar o Thin coaxial; par trenzado sin apantallar; FOIRL o fibra óptica 10BASE-FL).

Ethernet es la topología de red más extendida mundialmente. Puede elegir entre topologías de bus y estrella, cableados coaxial, par trenzado o fibra óptica. Pero con los equipos adecuados de conexión, múltiples Redes Ethernet (redes de área local) pueden enlazarse todas juntas. En efecto, con los equipos y el software adecuado, incluso Token Ring, AppleTalk® y Redes sin hilos pueden conectarse a Ethernet.

El método de acceso que se utiliza en Ethernet es CSMA/CD. Con este método, múltiples estaciones de trabajo pueden acceder al medio de transmisión (Acceso Múltiple) mediante la escucha hasta que no se detecten señales (Detector de Portadora). Entonces pueden transmitir y comprobar si hay presente más de una señal (Detección de Colisión). Cada estación intenta transmitir cuando “cree” que la red está libre. Si hay alguna colisión, cada estación intentará retransmitir, después de un tiempo de retardo predeterminado, el cual es diferente para cada puesto de trabajo. Cuando se detecta una colisión, una señal de “atasco” se propaga a todos los nodos. Cada estación que detecta la colisión esperará un periodo de tiempo determinado para volver a intentar la transmisión.

Las dos posibles topologías para Ethernet, son bus y estrella. El bus es la más simple y tradicional de las topologías. Estándar Ethernet (10BASE5) y Thin Ethernet (10BASE2), ambas basadas en sistemas de cableado coaxial, utilizan el bus.

En esta Red de un cable, todas las estaciones de trabajo están conectadas sucesivamente (un “bus”) o en un solo cable. Todas las transmisiones van a todas las estaciones de trabajo conectadas. Entonces, cada estación de trabajo selecciona la transmisión que debe recibir, basándose en la información de la dirección contenida en la transmisión.

En una topología de estrella, todas las estaciones de trabajo están cableados directamente al hub central, el cual establece, mantiene y rompe las conexiones entre ellos (si ocurre un error). La ventaja de una topología de estrella es que es muy sencillo el aislamiento de un nodo con problemas. La desventaja, es que si el hub falla, todo el sistema quedará comprometido.

Ethernet con Par Trenzado (10BASE-T), basada en un par trenzado sin apantallar y Ethernet de Fibra Óptica (FOIRL y 10BASE-FL), basada en cable de fibra óptica, utilizan la topología de estrella.

12.4. Comunicaciones serie

Las comunicaciones serie se utilizan para enviar datos a través de largas distancias, ya que las comunicaciones en paralelo exigen demasiado cableado para ser operativas. Los datos serie recibidos desde un módem o otros dispositivos son convertidos a paralelo gracias a lo cual pueden ser manejados por el bus del PC.

Los equipos de comunicaciones serie se pueden dividir entre simplex, half-duplex y full-duplex. Una comunicación serie simplex envía información en una sola dirección (p.e. una emisora de radio comercial). Half-duplex significa que los datos pueden ser enviados en ambas direcciones entre dos sistemas, pero en una sola dirección al mismo tiempo. En una transmisión full-duplex cada sistema puede enviar y recibir datos al mismo tiempo.

Hay dos tipos de comunicaciones: síncronas o asíncronas. En una transmisión síncrona los datos son enviados en bloques, el transmisor y el receptor son sincronizados por un o más caracteres especiales llamados caracteres sync.

El puerto serie del PC es un dispositivo asíncrono, luego empezaremos describiendo este tipo de sistemas. En una transmisión asíncrona, un bit identifica su bit de comienzo y 1 o 2 bits identifican su final, no es necesario ningún carácter de sincronismo. Los bits de datos son enviados al receptor después del bit de start. El bit de menos peso es transmitido primero. Un carácter de datos suele consistir en 7 o 8 bits. Dependiendo de la configuración de la transmisión un bit de paridad es enviado después de cada bit de datos. Se utiliza para corregir errores en los caracteres de datos. Finalmente 1 o 2 bits de stop son enviados.

12.5. RS-232

La denominación correcta del RS-232 es “Interfaz entre DTE y DCE que utiliza intercambio de datos binarios en serie”, y la última revisión es la C. Todo lo que a continuación se diga es aplicable a la recomendación V.24 del CCITT, que es casi idéntica al RS-232.

El estándar RS-232 cubre cuatro áreas:

- Características mecánicas del interfaz.
- Paso de señales eléctricas por el interfaz.
- Función de cada señal.
- Subconjuntos de señales para ciertas aplicaciones.

Las limitaciones de esta interfaz son:

- Limitación de distancia a 15m. No es una desventaja cuando el módem está cerca del ordenador o terminal.
- Restrictivo en conexiones directas de ordenador a terminal
- Los niveles de voltaje son diferentes a los de ordenador y terminal, por lo que se requiere alimentación adicional para los niveles RS-232C.
- Limitación de velocidad de transmisión a decenas de kbps, aunque en aplicaciones entre ordenadores y terminales esto no supone una desventaja.
- Limitaciones de tierra debido a que las señales de control y las de datos están referidas al mismo punto.

El puerto serie del PC es compatible con el estándar RS-232C. Este estándar fue diseñado en los 60s para comunicar un equipo terminal de datos o DTE (Data Terminal Equipment, el PC en este caso) y un equipo de comunicación de datos o DCE (Data Communication Equipment, habitualmente un módem).

El estándar especifica 25 pins de señal, y que el conector de DTE debe ser macho y el conector de DCE hembra. Los conectores mas usados son el DB-25 macho, pero muchos de los 25 pins no son necesarios. Por esta razón en muchos PC modernos se utilizan los DB-9 macho. Luego, encontrareis uno o más de estos conectores en el panel trasero del PC. Los voltajes para un nivel lógico alto están entre -3V y -15V. Un nivel lógico bajo tendrá un voltaje entre +3V y +15V. Los voltajes más usados son +12V y -12V.

Las señales más utilizadas se listan a continuación:

- DTR (Data-Terminal-Ready): El PC indica al módem que esta encendido y listo para enviar datos.
- DSR (Data-Set-Ready): El módem indica al PC que esta encendido y listo para transmitir o recibir datos.
- RTS (Request-To-Send): El PC pone esta señal a 1 cuando tiene un carácter listo para ser enviado.
- CD (Carrier-Detect): El módem pone esta señal a 1 cuando ha detectado el ordenador.
- CTS (Clear-To-Send): El módem esta preparado para transmitir datos. El ordenador empezara a enviar datos al módem.
- TxD: El módem recibe datos desde el PC.
- RxD: El módem transmite datos al PC.

12.6. Conector DB-25 y DB-9 para puerto serie.

Cable serie desde puerto normal RS-232-C a impresora o dispositivo estándar:

Ordenador DB-25

Dispositivo conectado

PIN	PIN
1	1
2	3
3	2
4	8
5	4
8	5
7	7
6	20
20	6

Ordenador DB-9

Dispositivo conectado

PIN	PIN
2	2
3	3*
*7	8
8	4
1	5
4	6
6	20
5	7

NOTA.- Sólo los marcados con '*' serán necesarios para conectar una impresora o una terminal. Igualmente nuestro PC puede, rodando software de emulación de terminal conectarse a otro sistema.

12.7. Cable serie desde una salida multi-port a impresora o dispositivo estándar:

Ordenador DB-25

Dispositivo conectado

PIN

PIN

2 <----->2

3 <----->3

4 <----->4

5 <----->5

6 <----->6

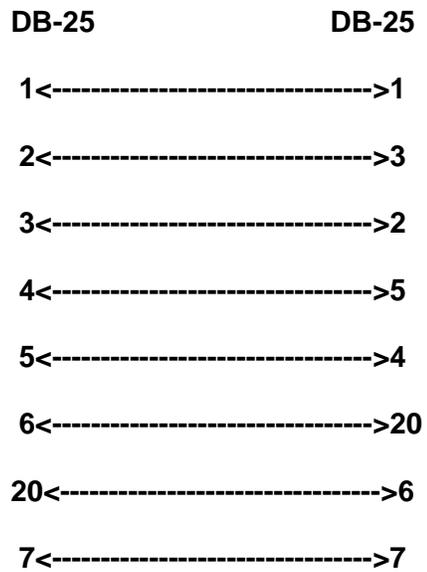
7 <----->7

20 <----->20

8 <----->8

12.8. Conexión de cable RS-232 para Null-mode

Utilizado para la conexión de dos PC directamente entre sí.



12.9. Conector RJ-11

El conector RJ-11 se utiliza para tomas de teléfono y el cableado del interfaz U de RDSI. El material que se necesita para realizar una conexión es:

- Cable telefónico de 4 hilos.
- Conector RJ-11 de 4 pines.
- Engastadora de conector RJ-11 que usualmente integra la herramienta de pelado del cable.

Los pines se numeran en los conectores por la parte opuesta al clip de sujeción de izquierda a derecha.

13. Acrónimos y definiciones

ADSL (Asymmetric Subscriber Line)	Digital	Línea digital de abonado asimétrica. Tecnología que permite la transmisión de señales sobre un par de cobre con velocidades de 1,5 a 8 Mbps en sentido descendente (red hacia usuario) y de 16 a 640 kbps en sentido ascendente
AMI (Alternative Mark Inversion)		Inversión alternada.
Ancho de banda		Rango de frecuencias asignadas a un canal de transmisión
Asíncrona		Modo de transmisión de datos en el que el instante de emisión de cada bit se fija arbitrariamente
Atenuación		Diferencia de potencia entre dos puntos de la red. Es debida a las pérdidas de los equipos, el medio de transmisión y otros dispositivos de la red
AWG (American Wire Gauge)		
Banda base		Transmisión de una señal sin utilizar una señal portadora. El ancho de banda corresponde a el rango de frecuencias de la señal
Baudio		Unidad de medida de la velocidad de transmisión de una señal digital. Equivale al número de estados por segundo. En el caso de una modulación de dos niveles equivale a la velocidad medida en bits por segundo.
Bit		Dígito binario. Unidad de información que puede tomar el valor 0 o 1.
BRA (Basic Rate Access)		Acceso básico de RDSI.
BRI (Basic Rate Interface)		Interface básico de acceso de RDSI compuesto de dos canales B a 64 kbps y un canal D a 16 kbps.
Bucle local		Segmento de cable de pares entre el repartidor de la central y el terminal de usuario
Canal B		Canal portador para voz o datos en RDSI a 64 kbps
Canal D		Canal de datos en RDSI a 16 kbps utilizado para transmitir señales de control o datos
CAP (Carrierless Amplitude/phase)		Amplitud sin portadora.
CATV (Community Antenna Television)	Antenna	CATV. Televisión por cable
Central		Exchange. En telefonía es un dispositivo de conmutación que permite establecer un circuito entre los distintos usuarios
Centrex (Central Office Exchange Service)	Exchange	Centrex. Servicio proporcionado en algunas centrales telefónicas que permite que los clientes dispongan de ciertas funciones que dan las centralitas
Circuito		Canal que se establece entre dos puntos para la transferencia de información
CLIP (Calling Line Identification Presentation)		Servicio RDSI de identificación del número llamante.
CLIR (Calling Line Identification Restriction)		Servicio RDSI de inhibición de identificación del número llamado.
CO (Central Office)		Central.
COLP (Connected Line Identification Presentation)		Servicio RDSI de identificación de número conectado.
COLR (Connected Line Identification Restriction)		Servicio RDSI de inhibición de número llamado al llamante.
Conmutación de circuitos		Técnica que establece un circuito con la capacidad requerida durante el tiempo que dura la llamada
DDI (Direct Dialling In)		Servicio RDSI de acceso directo a extensiones de una PABX RDSI.
DECT (Digital European Telecommunications)	Cordless	DECT. Digital European Cordless Telecommunications
Diafonía		Acoplamiento de las señales eléctricas de un medio de transmisión a otro medio de transmisión
DMT (Discrete Technology)	Multitone	Tecnología de multitonos discretos. Método empleado para la marcación telefónica mediante la selección de dos frecuencias para cada dígito o carácter entre un grupo de 16 combinaciones posibles
DSLAM (Digital Subscriber Line)		Multiplexor de acceso a la línea digital de abonado.

Access Multiplexer)	
DTMF (Dual Tone Multi Frquency)	
Erlang	Unidad del parámetro de tráfico telefónico. Un Erlang es la ocupación de un circuito telefónico durante el tiempo de medida
GSM (Global System for Mobiles)	GSM. Global System for Mobiles
HFC (Hybrid Fiber Coax)	
Ibercom	Servicio de red privada virtual para comunicación de voz y datos. Es un producto dirigido al segmento corporativo
ICT (infraestructura Común de Telecomunicaciones)	Real decreto ley que regula el proyecto y la ejecución de infraestructuras para redes de telecomunicaciones en edificios con licencia de construcción posterior a Octubre de 1.999.
Interface S0	S0 inteface
ISDN (Integrated Services Digital Architecture)	Ver RDSI.
LAN (Local Area Network)	Red de área local.
Llamada	Call. Proceso consiente en la emisión de señales de direccionamiento y control necesarias para establecer un enlace entre dos o más terminales
LMDS (Local Multipoint Distribution System)	
MCI (Malicious Call Identification)	Servicio RDSI de identificación de llamadas maliciosas.
MDF (Main Dsitribution Frame)	Repartidor. Repartidor de pares conocido también con repartido de baja frecuencia
MIC (Pulse Code Modulation)	MIC. Modulación de impulsos codificados
Módem	Dispositivo que transforma la señal digital en analógica y viceversa de forma adecuada para la transmisión de señales utilizando como soporte físico la red telefónica
MSN (Multiple Subscriber Number)	Servicio RDSI de asignación de hasta 8 números a un interface.
NT (Network Termination)	
NTU (Network Termination Unit)	
PABX (Private Automatic Branch Interface)	Centralita.
PARA (Primary Rate Access)	Acceso primario de RDSI.
PBX (Private Branch Interface)	Centralita.
PDS (Premises Dsitribution System)	Cableado de inmueble.
POTS (Plain Old Telephony System)	Servicio telefónico analógico. Servicio telefónico analógico básico ofrecido por las redes telefónicas publicas
PRI (Primary Rate Interface)	Interface básico de acceso de RDSI compuesto de 30 canales B a 64 kbps y un canal D a 64 kbps
PSTN (Publica Switched Telephone Network)	Red telefónica conmutada publica. Red telefónica básica empleada para establecer comunicaciones vocales
PTR (Punto de Terminación de Red)	Dispositivo que sirve como frontera entre la red del operador y la red del cliente
PTT (Post Telegraph and Telephone)	Operador de Telecomunicaciones. Estándar europeo para las redes telefónicas móviles celulares en la banda de 900 MHz
RDSI (Red Digital de Servicios Integrados)	Red conmutada de canales digitales que proporciona una serie de servicios integrados siguiendo las recomendaciones Serie I del CCITT
SDH (Synchronous Digital Hierachy)	Jerarquía digital síncrona (JDS).
Señalización E&M	E&M signalling. Sistema de transmisión de señales de voz que utilizan caminos separados para la señal de voz y la señalización asociada al canal. El hilo M (mouth) transmite las señales y el hilo E (Ear) recibe las señales entrantes.
Señalización por canal asociado	CAS (Channel Associated Signalling). Señalización asociada al canal que transporta la carga de información, señalización y sincronización
Señalización por canal común	CCS (Common Channel Signalling). Método empleado para agrupar la información de señalización de varios canales de transmisión digitales en uno único
STP (Shielded Twisted Pair)	Par trenzado apantallado.
SUB (SUB-addressing)	Servicio RDSI de asignación de dígitos extra a terminales o extensiones.
TP (Terminal Portability)	Servicio RDSI de movimiento de termianla con llamada cursada

	dentro de la misma red.
Trafico	Cantidad de información cursada por un medio o dispositivo de comunicaciones
Trunking	Sistema de telefonía móvil celular en grupo cerrado de usuarios en el que los canales disponibles se asignan dinámicamente en función de la demanda.
UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)	UMTS. Sistema universal de comunicaciones móviles
UTP (Unshielded Twisted Pair)	Par trenzado no apantallado.
VoIP (Voice over Internet Protocol)	