

ANEXO 5

Redes de Acceso con Cables de Pares Metálicos

Al año 2005, la red esta siendo sistematizada en el IP. La conmutación digital en modo softswitch pronto concretará generalizará la llamada, siguiente generación de red NGN (Next Generación Network). La televisión digital programada para el año 2006 en USA, es diferida al año 2010, pero un gran porcentaje de este servicio es ya utilizado mundialmente. Esto llevará a completar el servicio con aparatos digitales. La red de acceso entonces forzosamente deberá pasar a ser totalmente digital.

La red de acceso al abonado, ha sido el tema de discusión preferido para los técnicos, ingenieros y planificadores que laborarán en redes de telecomunicaciones. Distintas metodologías cubren su desarrollo, sin embargo, es en la actualidad cuanto mas se requiere transformar su implementación. Ello se debe a la introducción de servicios de alta potencialidad lo que fuerza a la imposición de nuevos sistemas.

Es época de cambios tecnológicos. Ello no es una novedad, desde los años de 1970 ya son habituales tales cambios. Hasta la década de 1960 en el plantel telefónico nada parecía cambiar. Casi el mismo aparato telefónico ideado por Bell y perfeccionado por Ericsson y Edison, era el utilizado en todos los hogares.

En oficinas y fábricas subsiste el conmutador PABX de principios de ese siglo. Los cables usados eran los de pares con aislamiento de papel y las cubiertas de plomo, e instalados suspendidos de postes de madera con sus anillas de hierro galvanizado. Hasta tanto que subsistía gran cantidad de circuitos de alambres desnudos.

El desarrollo de los microprocesadores, la puesta en orbita de los satélites de comunicaciones, el uso de materiales plásticos maleables, equipos de conmutación digitales y la aparición de la fibra óptica, hizo al cambio del panorama de las redes de telecomunicaciones.

En el presente nos hemos acostumbrado a la aparición de todo tipo de aparato fijo o inalámbrico y si estos ofrecen telefonía, televisión, Internet, tomas fotográficas, bajar música, radioemisiones, en un aparato portátil minúsculo, no nos asombra. A la implantación de los nuevos servicios de telecomunicaciones le deben corresponder el establecimiento de nuevas estructuras de redes con sus peculiares requisitos técnicos.

Ello hace exigir cambios considerables en el proceso de planificación y diseño de las redes de abonados. Aun más, en la competencia de las redes inalámbrica y de las redes ópticas, las infraestructuras de pares trenzados del acceso tradicional, deben mutar con la introducción rápida de las nuevas técnicas de transmisión en la red de acceso. Esta misma red cambia su fisonomía con renovada filosofía de planeamiento y diseño

El uso de los sistemas digitales en la red de acceso, comenzando con la, red digital de servicio integrados ISDN y la más reciente familia, línea de abonado digital xDSL, pugna por estos cambios. Mientras los sistemas inalámbricos ya emergen como servicios digitales, en móvil y también en los inalámbricos fijos, anillo local inalámbrico WLL. Asimismo, las redes ópticas compiten, extendiendo sus enlaces de transporte digitales a las redes de acceso con ramales digitales. Sin repararlo concientemente, ya entramos en la nueva era.

A. 5. 1. Necesidad de diseñar redes digitales

Los operadores de telecomunicaciones, debido a la introducción de nuevos servicios, la optimización de los equipos, la acelerada competencia de ventas de los proveedores y la exigencia de nuevos clientes, se ven en la obligación de crear rápidas transformaciones en los criterios, tanto constructivos y operativos técnicos, como en los administrativos y en los de la comercialización. Surge así con mayor firmeza la concepción de su explotación mediante la comercialización en competencia global y en consecuencia el desarrollo de las redes integrales con el acceso digital. En particular, actualizar la herrumbra ISDN y la aplicación total de las técnicas de la familia xDSL, para satisfacer los obstinados requerimientos por mayores anchos de banda.

La transformación actual de las redes digitales de acceso, permiten llevar muy fácilmente los equipos de conmutación en paquetes digitales, con equipos software y transmisión con técnica digital como ISDN y los xDSL, con la aplicación de las renovadas versiones del IP, significará a su vez, proporcionar la mayor variedad de servicios y lograr tarifas más económicas.

La introducción del concepto de banda ancha en la red incluye al cliente tradicional telefónico y al nuevo usuario, en sus distintas áreas de cobertura en las ciencias, producción, comercialización, capacitación, entretenimientos, etc. El poder garantizar el desarrollo de las redes digitales nacionales, su interconectividad con otras redes en el ámbito internacional para así llegar a la red digital mundial, es el objetivo de los planificadores, diseñadores, constructores y operadores de la red. Cada gobierno nacional, operador y proveedor debe jugar un rol específico, dentro de este objetivo único y que afectará su propio futuro.

La reciente comercialización de nuevos servicios, se orienta a obtener nuevos clientes para los servicios digitales, más la gran variedad de alternativas de las que podrán optar los usuarios. Ello deberá aparejar una alta capacitación técnica, no solo del planificador, diseñador u operador de la planta externa, sino ante todo del vendedor de servicios y el analista del mercado. La disciplina de penetración en las ventas, podrá estar dirigida al cliente del servicio telefónico tradicional como, al del cliente oculto, no solo en grandes empresas o grandes clientes, sino en el potencial cliente calificado: ingeniero, financiero, comerciante, doctor en medicina, jurisprudente, etc. que pueda requerir de un nuevo servicio o un servicio integrado.

Con la finalidad de obtener una red mundial única, la UIT-T definió a la ISDN, como la red que provee continuidad digital extremo a extremo, sirviendo de soporte a todo servicio de telecomunicaciones, ya fuese vocal o no vocal y para que cualquier usuario pueda acceder a la misma, mediante un conjunto ilimitado de interfaces normalizados y mediante el manejo de la variedad de redes que ofrezca la técnica en cada tiempo.

Esta red interactuará, utilizando los pares trenzados tradicionales, la fibra óptica, el cable coaxial y las técnicas inalámbricas fijas, celulares o satelitales, con otras redes especializadas que la complementará, como ser las de operadores de datos, de CATV, de las redes celulares y de las redes satelitales.

Nos detendremos en este apartado, en los proyectos de red constituidos por pares metálicos y en las técnicas para su reutilización o reciclado. El reacondicionamiento de la red de acceso existente, a una red digital se efectuará con vistas a implementar los servicios digital sobre la base de ISDN, con técnicas de diseño y empleo de sistemas, como ser los de la familia xDSL, en el desarrollo de las nuevas versiones IP.

Para la adopción de la mejor alternativa, es de carácter primordial tener conocimiento cuantificado de las instalaciones existentes, con las que se dispone y de su estado cualificado. Asimismo, es primordial realizar el estudio y seguimiento de marketing, en un análisis pormenorizado, e interactivo personalizado, mas convenientemente para cada caso. Se trabajará sobre la investigación, de la demanda actual, futura inmediata y a mediado plazo, para la introducción de nuevos servicios.

A. 5. 2. Planificación de una red digital

La red existente tal sus propiedades actuales, no podrá satisfacer las demandas de un nuevo escenario evolutivo, sin considerar su reajuste. Por de pronto, el concepto tradicional de cliente ha sufrido cambios, debido a la presentación de la mayor cantidad de nuevos teleservicios, los servicios sobre demanda, los servicios interactivos, y los últimos servicios de valor agregado.

No solo se mantiene la demanda telefónica, sino que surge la solicitud de nuevos servicios como el desahogado crecimiento de las redes de datos y los multiservicios, en el suceso de Internet. Estas utilidades requieren de redes especializadas o el alquiler de circuitos dedicados dentro de la red telefónica.

Con la denominación de redes de acceso, diferenciaremos tanto a los nuevos conceptos de planificación de la red de clientes, como a la factibilidad de intervenir en la explotación de los nuevos servicios ya ofrecidos y a los por devenir.

En lo que respecta al diseño de las redes de acceso, deberá tomar en cuenta o tener consideraciones de ciertas características y requerimientos, que se deberán examinar cada uno en particular, para la correcta y mejor resolución final a adoptar.

Si bien para la planificación de una red digital son válidos los conceptos generales utilizados en una red convencional de telefonía, es importante destacar la importancia que representa los acelerados cambios tecnológicos producidos al presente.

La inserción de nuevos sistemas, origina constantes variaciones en las evaluaciones de alternativas, que dificulta el diseño de la infraestructura de red. Por otra parte, la irrupción de servicios inéditos, introduce una importante cuota de incertidumbre al planificador.

Se hace muy difícil obtener una red capaz de absorber estos cambios. Por ello deberá establecerse al inicio de un diseño, la política empresarial y los objetivos finales que la red debe alcanzar. Se deberá planificar y programar los pasos a seguir, que permitan a la red evolucionar en su estructura, a medida que vayan incorporándose nuevos sistemas tecnológicos para solventar nuevos servicios. La planificación de la red de acceso, definiéndola como digital y estableciéndola bajo normas de banda ancha deberá solventar varios interrogantes:

¿Qué tipo de estudio de la demanda se dispone?

¿Qué servicios se desea ofrecer?

¿Qué porción del mercado se puede captar?

¿Qué experiencias y antecedentes se poseen?

¿Qué estructura y calidad de red existente se tiene?

¿Qué tecnología se podrá disponer?

¿Qué posibilidad de evolución tiene esa tecnología?

¿Qué limitaciones técnicas u operativas se ostenta?

Una vez que se tiene un panorama claro de la situación y objetivo a alcanzar se deberá analizar la situación de partida, detectando los posibles problemas a manifestarse y trazar las estrategias a seguir para solventarlos.

Se deberá fijar los fines parciales inmediatos, su seguimiento y control. Planificar las tareas a realizar y programar su secuencia. Se deberá asegurar metodologías de realimentación para corregir desvíos a los objetivos finales predeterminados. Cada evolución en el diseño, tendrá características propias, distintas a las convencionales utilizadas para una red tradicional.

Estudio de la demanda

Partiendo de la base que nos encontramos en un mercado totalmente liberalizado, se deberá comenzar efectuando un estudio en campo, encuestando domicilio por domicilio, de la demanda potencial estimada de los servicios telefónicos tradicionales y de la aceptación y aprobación de nuevos servicios por parte del cliente.

Se completará la investigación de nuevos requerimientos con el seguimiento personalizado de conformidad, detectando posibles variaciones al producto ofrecido. Esta tarea de evaluación de la demanda, deberá al mismo tiempo promover los servicios a introducir y detectar los nuevos montos tarifarios a designar.

Estudio de los costos de cables, interfaces y equipos

Será crucial la evaluación certera de costos de los nuevos materiales a emplear y la determinación de costos de mano de obra requeridos para las instalaciones y pruebas de los nuevos sistemas. Para ello además del apoyo en uso de bases de datos y programas computacionales se deberá recabar comparaciones competitivas.

Estudio de la planta existente

La evaluación de la planta existente para su ajuste a la total digitalización, comprenderá la situación de amortización de esta red, apreciación de las modificaciones a los trazados de la topología existente, valorización de la calidad de transmisión ofrecida y justiprecio de las modificaciones requeridas.

A. 5. 3. Requerimientos para el diseño

Hasta hace pocos años atrás, a la planta externa le correspondía los mayores costos por construcciones, instalaciones, operación y mantenimiento, respecto a la planta operativa total de telecomunicaciones

Sin embargo en la actualidad, solamente la red de acceso del abonado constituye hasta el 60% de las inversiones totales, para una empresa operadora.

Por otra parte cualquier solución adoptada para este segmento de la red, requiere un considerable período de implementación (diseño, construcción e instalación), comparativamente mayor respecto a otro segmento de la red. Además la red de acceso se caracteriza por disponer de los mayores tiempos de operación, típicamente vida útil de 20 a 30 años.

Otras características significativas de las redes de acceso son dadas por los cambios en capacidades y estructurales, resultado de las variaciones en la cuantía de las demandas y en los tipos de demandas. También la condición de saturación de cables, ductos y rutas existentes. Ello nos indica la importancia y dificultad de asegurar, en la planificación, que los requerimientos económicos satisfactorios de esta planta sean satisfechos a lo largo de su vida útil. Cualquier error en la elección de la tecnología a aplicar o en el cambio de la política de aplicación puede llevar a un elevado costo de financiamiento si la inversión no es segura para todo su tiempo de vida útil.

Estas consideraciones nos conducen a la necesidad de definir, para las soluciones de nueva red que se propongan, la preparación de la correcta y más acertada infraestructura requerida, para los servicios propuestos, dentro de una red digital.

A. 5. 3. 1. Eficiencia de uso

La saturación de la ocupación en los cables y conductos existentes, originan grandes dificultades en la planificación de redes y áreas. Por razones técnicas, económicas, y/o administrativas puede resultar difícil instalar nuevos cables y canalizaciones en ciertos lugares, sobre-

manera en los sectores céntricos, por congestión del subsuelo, entorpecimiento por obstáculos, atolladero del tráfico vehicular, etc.

Ello nos obliga a examinar en primera instancia, el incremento de la eficiencia de pares en la red de cables y de los conductos en la red canalizada. El estudio de esta eficiencia se tratará evaluando la cantidad de pares en servicio respecto al total instalados por cable y ruta de cables. Similar cálculo se obtendrá relacionando pares de cables a conductos y conductos utilizados respecto al total de conductos por ramal de canalización.

Ante todo se debe evaluar de los pares de cobre trenzados instalados las mejores condiciones de transmisión, calidad de instalación y mantenimiento, así como la mayor utilización de elementos electrónicos de multiplexación, por una parte y la consideración de asistencia de las nuevas técnicas ópticas por otra parte.

La red de cobre, fundamentalmente creada para una red de circuitos conmutados, se utiliza actualmente, también para prestar servicios de transmisión de paquetes, por ejemplo para la instauración de los circuitos virtuales permanentes PVC (Permanent Virtual Circuits), los que vinculan las LAN., los enlaces a los operadores de servicio de Internet ISP (Internet Service Provider) y otros operadores de servicios, como por ejemplo el de CATV.

Se debe tener en cuenta otras consideraciones de mayor importancia.

Disponemos de una población mundial, superior a los 6000 millones de personas y contando con algo más que 1000 millones de aparatos telefónicos, en el planeta. Todos ellos están servidos por conductores trenzados de cobre, por sus respectivas redes de acceso, en una cantidad mayor a 800 millones de líneas conmutadas.

Si consideramos la multiplicación de pares y los pares instalados como reserva, superarán ampliamente esta cifra de 800 millones de pares en cobre que parten de las centrales locales.

El costo de esta red, representa un capital que deberá por varias décadas reeditar su inversión. Las actuales privatizaciones, para cumplir la ganancia de abonados comprometida, han renovado casi el total de pares de esta red. Luego, ninguna administración querrá que estas nuevas instalaciones sean removidas, por lo menos durante unos cuantos años.

Como conclusión a este razonamiento, continuar la utilización de tal red de cobre existente, resulta de una alta economía mundial. Para su subsistencia se ha diseñado los módem ISDN, y los más recientes xDSL en sus diversas versiones, que ofrecen tan alta velocidad digital, tanto como el mercado de servicios lo requiera, 512 Kb/s, 1 Mb/s, 2 Mb/s, 8 Mb/s ó hasta 25 Mb/s, siempre en comunicación interactiva.

La técnica más reciente de la familia xDSL, logrará el aprovechamiento de la planta existente con la reutilización de sus pares de cobre, explotando los servicios de banda angosta y también de la banda ancha, en ambos sentidos, downstream y upstream, para los servicios interactivos.

Los sistemas ISDN, por contar tempranamente con una tecnología implementada y normalizada internacionalmente por la UIT-T, mantuvieron su papel protagónico sobre la red de cobre existente, apoyándose en la técnica ATM, creada para ese sistema. Por su parte la técnica xDSL, hace gala de una gran diversificación de infraestructura de apoyo, ya sea Ethernet, ATM o la supremacía del IP.

La red de pares trenzados de conductores de cobre, compite fuertemente con la inalámbrica celular, la satelital de 3G y la red de fibra óptica.

Esta carrera ha comenzado con los diseños ISDN básicos de 2B+D₁ (160 Kb/s) y de acceso primario 30B+D₂ (2048 Kb/s) para la red de banda estrecha ISDN-BE y sobre los 2 Mb/s para los servicios de banda ancha. Actualmente valores muy superados por los sistemas xDSL.

Tal red de cobre podrá ofrecer acceso a un alto grado de servicios de telecomunicaciones, siempre que cumpla las recomendaciones de calidad de servicios requeridos. Mientras que la red óptica pasiva PON (Passive Optical Network), como constituida enteramente en red óptica, será indiscutiblemente dedicada a los servicios corporativos o residenciales calificados. y las redes inalámbricas, por su menor calidad de servicio y sus altos costos, restringida a los servicios telefónicos y de computadoras, en movilidad.

A. 5. 3. 2. Características de transmisión

El crecimiento de la demanda de los nuevos servicios digitales de banda estrecha y los de banda ancha, hace a la evolución de las redes de acceso hacia las redes dedicadas a los multiservicios, con mayores exigencias en su calidad de servicio. Por otra parte, las limitaciones de los cables existentes de pares trenzados de cobre, vuelve indispensable incrementar su calidad de transmisión con una planificación, instalación y mantenimiento apropiada.

Las características de las redes actuales según los calibres utilizados, combinación de calibres, condiciones de aislamientos empleados y balances de capacidad y capacidades mutuas utilizadas, reportarán la posibilidad de su reutilización e influirán sobremanera en los gastos a emprender para su reingeniería. Los calibres mayores 0.65 y 0.90 mm salvarán problemas de resistencia en Ohm, siempre que no estén combinados con calibres menores, como de 0.40 y 0.50 mm.

En general las resistencias de aislamientos en papel se requiere desechar, sobretodo si reportan valores menores a 5 000 M Ω / Km. Aislamientos de pares en polietileno son generalmente mayores a 20 000 M Ω / Km, normalmente tendiendo a valores de infinito. Las especificaciones de los cables con aislaciones de pares en polietileno, indican valores de capacidad mutua típicos mayores a 50 nF / Km, medidos a 1 KHz, en temperatura ambiente.

El desbalance capacitivo, en cable con aislamiento de papel (a 500 m), no deberá exceder los 500 pF, entre pares o 1000 pF de par a pantalla. Mientras que para aislamientos en polietileno serán respectivamente de 128 pF y 1858 pF.

Si se disponen áreas de centrales con líneas reducidas en longitud, las técnicas xDSL sobre los pares trenzados de cobre resolverán las demandas con valores de transmisión adecuadas, que permitirán satisfacer calidades de servicios ventajosas. Por ello y a esos fines, muchas administraciones limitan las capacidades de las centrales, por ejemplo a 40 000 líneas.

VALORES TÍPICOS PARA CABLES AISLADOS EN POLIETILENO

Diámetro mm	Calibre AWG	Resistencia Ω / Km	Capacidad nF / Km	Atenuación dB / Km
0.41	26	286	50	1.8
0.51	24	177	53	1.5
0.64	22	113	56	1.2
0.91	19	57	56	0.8

Por otra parte la utilización de fibras ópticas, en combinación con las redes en cobre e inalámbricas, permitirá distintas soluciones:

- 1) Emplear redes especializadas, dirigidas a determinados sectores de clientes, para ofrecer servicios de datos de alta velocidad y multiservicios, donde solo la acometida será de pares trenzados (o en cable coaxial).
- 2) Utilizar unidades remotas de abonados URA, creando áreas subsidiarias cerca de los clientes, donde los cortos ramales de pares de cobre trenzados emplean técnicas xDSL.

- 3) Destinar armarios repartidores para áreas secundarias reducidas con pares de cobre trenzados que permitirán llegar mas fácilmente a los valores requeridos de calidad de servicio y de transmisión.
- 4) Instaurar equipos concentradores como el DLC (Digital Loop Carrier).

Su implementación podrá efectuarse mediante la utilización de vínculos tales como:

- a) Pares trenzados con sistema HDSL (High bit rate Digital Subscriber Line).
- b) Radio enlace de alta frecuencia, WLL.
- c) Radio enlace de baja frecuencia.
- d) Fibra óptica.

Conforme a cada una de estas soluciones, los equipos con técnicas digitales exigirán particulares características de transmisión, a cumplir por esas redes de acceso.

A. 5. 3. 3. Elección topológica

La red de acceso del abonado, requiere de la mayor densidad de equipamiento, proporcional al número de usuarios conectados, por tal razón esta red significa el segmento más sensible de la red de telecomunicaciones. Por ello se debe buscar soluciones de topología de red que optimicen los recursos, tales como ser la red de pares de cobre existentes o en combinación con configuraciones que utilicen unidades remotas y/o concentradores de abonados.

Cada solución generará disímiles topologías, como ser las combinadas con fibras ópticas:

- 1) En anillo simple de fibra óptica.
- 2) En anillos múltiples de fibra óptica.
- 3) En anillos de fibra óptica, combinados con redes en estrella simple, de pares existentes empleando xDSL, en ramales restringidos en longitud.
- 4) En estrella múltiple, mediante la combinación de troncales alimentadores ópticos y ramales secundarios de la red de pares existentes con empleo de las técnicas xDSL.

A. 5. 3. 4. Capacidad elástica

La demanda creciente de nuevos servicios de banda ancha y la condición de integrabilidad requiere la conexión digital total, tanto en redes de transporte, como en redes de acceso. Por otra parte el crecimiento constante de la capacidad de la red de acceso, de acuerdo con la intensificación de la demanda de los distintos nuevos servicios, concluye en la determinación de una planificación que tome en cuenta la mayor facilidad de ampliación.

El conflicto entre obtener de la red los máximos beneficios en la actualidad, con uso de mínimos gastos u obtener los beneficios de una red ampliable preparada a la reducción de gastos futuros, se resuelve en la afectación de los mayores gastos demandados en la segunda opción, por la reducción correcta de gastos mediante la planificación de gastos progresivos y la recuperación y reutilización de los equipos.

A. 5. 3. 5. Distribución flexible

Los sucesivos cambios en la estructura de la demanda, debido al surgimiento de nuevos servicios multimedia y a la expansión acelerada del crecimiento urbano, originan mayores incertidumbres a los diseñadores y planificadores de red.

Para asegurar una rápida respuesta a las futuras solicitudes de servicios, se deberán considerar distintas topologías y configuraciones de red de acceso, que permitan obtener una más eficiente elasticidad de la red a la cambiante demanda futura y una mayor facilidad de operatividad, con la mayor adaptabilidad a sus posibles divergencias. Las características solicitadas a las nuevas redes de acceso son originadas por distintas fuentes de requerimientos (Fig. 1).

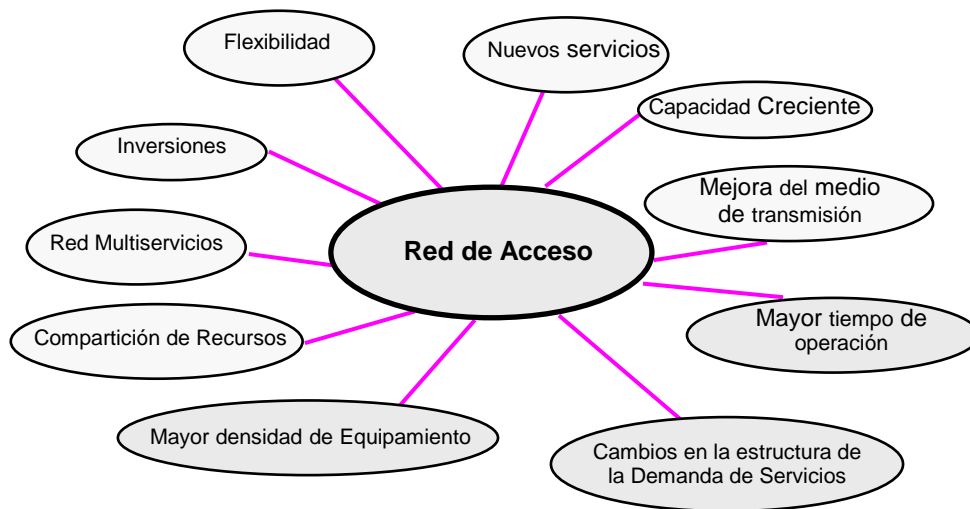


Fig. 1 - Requerimientos solicitados a la red de acceso

El cumplimiento de tales conceptos, nos permitirá obtener una red de acceso, con un alto grado de flexibilidad. El significativo número de variaciones tecnológicas, aportarán mayores soluciones al planificador.

A. 5. 4. Características funcionales

Son varios los requerimientos externos y varios los criterios actuales, para encarar una reingeniería de planta de acceso. Los nuevos sistema digital de acceso, como el ISDN, WLL, o los xDSL, así como los nuevos servicios de valor agregado, tal como la VoD utilizando canales comprimidos, mas el inusitado empuje de la red Internet, hace en estos momentos tener una amplia plataforma de requerimientos para nuevos servicios y sus soluciones.

Sobre la base que la competencia de fabricantes y operadores, produzcan una substancial disminución de precios de terminales y de tarifas para los servicios, analizaremos las características funcionales que deberán cumplir las redes de cobre existentes, al establecimiento de nuevas tecnologías.

A. 5. 4. 1. Premisas básicas

Vimos que la implementación de la ISDN de banda angosta, se basará fundamentalmente en la presencia dominante de la planta de acceso existente. Este tipo de razonamiento se aplicará mayormente en las redes de áreas pequeñas o áreas locales de pequeñas capacidades.

Para las áreas mayores se dispondrá la adaptación mediante unidades remotas de abonados, concentradores digitales o con la utilización de cables de fibra óptica, como alimentadora y distribuidora, combinándola con el aprovechamiento de la red de cobre existente mediante el uso de las técnicas xDSL.

También se debe tener en cuenta el tiempo de instalación de la red de acceso, el estado de su mantenimiento, sus condiciones de correcta transmisión, el grado y el tipo de penetración de nuevos servicios.

A. 5. 4. 2. Requisitos fundamentales

Los requisitos definidos por la UIT-T, para la implementación de los ISDN, que en cierta forma deberán seguir las técnicas xDSL, se podrán resumir en cumplimentar los puntos:

- 1) Conformar las características del valor de error, especificado en la Recomendación G.821 de la UIT. Básicamente esta recomendación indica un valor de tasa de bits erróneos BER (Bit Error Rate), superior a 10^{-7} .
- 2) Funcionamiento satisfactorio como red digital sobre la red existente, esencialmente sin efectuar selección previa de pares, ni remoción o reorganización de la multiplicación de los cables en servicio.
- 3) No demandar la utilización de regeneradores de pulsos.
- 4) Disponer sistemas de transmisión, funcionando sobre pares en la total ausencia de bobinas de pupinización, amplificadores de líneas para abonados y
- 5) La exclusión total de conductores metálicos desnudos.

Ello se debe a que:

- Las bobinas de carga presentan una alta atenuación a los pulsos, que representa la no transparencia a estos y a la fuerte distorsión de fase causada a frecuencias mayores a 3400 Hz.
- Los amplificadores deben ser retirados, por no ser operables en sentido dúplex (bidireccional simultáneo).
- Las líneas de hilos abiertos (alambres de hierro galvanizado desnudos), introducen un valor inaceptable al valor de calidad en la transmisión, por su baja relación señal / ruido y por introducir una alta probabilidad de faltas.

La recomendación G.821, se emite en el supuesto de elección de un sistema de transmisión mediante el método de cancelación de eco y el requerimiento de cumplimentar los valores de transmisión requeridos:

REQUERIMIENTOS DE TRASMISIÓN

PARÁMETRO	CALIBRE	
	0.40 mm	0.50 mm
Alcance	4.2 Km	8.0 Km
Ruido (50 KHz)	10 μ V	10 μ V
Tasa de error	10^{-7}	10^{-7}
Supresión de eco	> 65 dB	> 65 dB
Atenuación	< 40 dB	< 40 dB
Velocidad	160 KHz	160 KHz

A. 5. 4. 3. Reingeniería

Con la premisa de aprovechar la red de acceso con pares existentes, se deberá tratar de utilizar la misma, perfeccionando primeramente sus actuales deficiencias para adaptarla al ámbito digital.

El objetivo será poder transmitir señales del orden de 160 Kb/s para el acceso básico de la ISDN o de 2 Mb/s para el acceso primario ISDN, ambas de banda angosta N-ISDN (Narrow -

ISDN), o mayores a ese valor, para la ISDN de banda ancha B-ISDN (Broadband ISDN), con velocidad digital de hasta 40 Gb/s, o aprovechando las técnicas xDSL, con hasta 25 Mb/s.

Tales deficiencias de la red existente se refieren a disponer:

- Considerables longitudes de rutas de cables, en redes maduras, que llegan a 8 Km y hasta 10 Km, por la disposición actual de amplias áreas locales y suburbanas (causantes de atenuaciones elevadas a frecuencias altas),
- Pares conectados en múltiple, con ramales laterales de disímiles longitudes. Las múltiples en circuito abierto introducen, en el punto de derivación, una impedancia de cortocircuito, si el ramal tuviese $1/4 \lambda$ de la señal. Para una señal de 160 Kb/s sería 250 m, longitud muy común,
- Conductores combinando calibres de 0.40, 0.50, 0.65 y 0.90 mm, causantes de reflexiones por discontinuidad de impedancia,
- Empalmes con conectores y cierres no siempre de alta calificación,
- Aislamientos de conductores en papel, y en combinación con otros aislados en poliestireno y también en PVC.
- Cables de gran capacidad hasta 2400 pares, soportando servicios varios,
- Bobinas de pupinización y amplificadores de líneas para abonados,
- Rutas aéreas con conductores metálicos desnudos.

Esta situación conlleva a una red no óptima para la transmisión analógica, menos para la aplicación de cualquier técnica digital con velocidades de 160 Kb/s o mayores.

Sin embargo la condición de reutilizar la red existente, lleva a efectuar su reingeniería, evitando el torpe razonamiento de despreciar económicamente a esta red.

Esta reingeniería, básicamente se aplica en lo que respecta :

- A las extensas longitudes de rutas de cables, disminuyendo los radios límites de las áreas de las centrales locales, mediante la creación de nuevas áreas de servicio reducidas, servidas con concentradores de pares o unidades remotas de abonados URA.
- A la existencia de elementos inapropiados como ser, empalmes deficientes, encarando rehacer los mismos.
- A pares conectados en múltiple, combinación de disímiles calibres de conductores, aislamientos de conductores en papel y ramales de líneas con conductores desnudos, sustituyéndolos paulatinamente, mediante proyectos específicos o relevos de conservación.
- A la existencia de bobinas de pupinización y amplificadores de líneas, se procederá a su retiro, una vez efectuada la transformación de áreas de servicio reducidas.

A. 5. 5. Métodos de transmisión en línea de acceso

La red de acceso digital debe disponer de dos sentidos diferenciados (full dúplex) para la conversación del usuario, tal como sucede en la red analógica, en el sentido de emisión y en sentido de recepción. Como vimos los costos de la planta externa son altos, superiores en muchos casos al 60 % de la inversión total en la red y aún mayor, considerando los gastos de operación y su mantenimiento.

Si no contáramos con la factibilidad de transmitir la comunicación en forma dúplex sobre los pares de la red existente, deberíamos duplicar la cantidad de pares y la estructura de la planta

externa, con lo que incrementaríamos aun más los altos gastos de recursos, costos de instalación y tiempos requeridos en la reconversión de la red. Luego, deberemos disponer de un cierto método, que permita transmitir en forma dúplex por un solo par y eludir su reingeniería total. Varios son los métodos ensayados para lograr este fin.

A. 5. 5. 1. Método de transmisión a cuatro hilos

La primera suposición (que deberemos evitar), nos lleva a pensar en una red de acceso que disponga de cuatro hilos para poder brindar las dos vías de emisión y recepción, de la transmisión digital, tal como se acostumbra en la planta externa interurbana o en enlaces urbanos, con sistemas múltiplex PCM (Fig. 2).

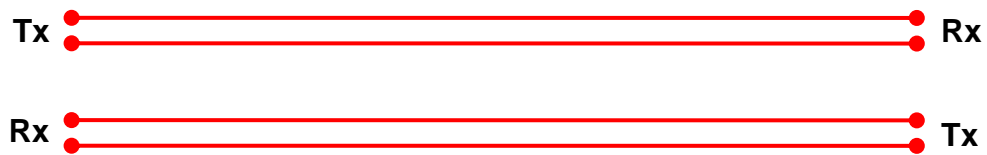


Fig. 2 - Método de cuatro hilos

Inmediatamente descartada, por razones económicas y de razón práctica al requerir el reemplazo total de la red urbana, por una red que emplee dos pares trenzados de conductores de cobre, por cada cliente, nos lleva a investigar otros procedimientos de transmisión y regeneración de señales.

Concluimos entonces en la necesidad de emplear los sistemas de transmisión en modo dúplex, resolviendo entonces el dilema. Así también, será necesario desarrollar los correspondientes códigos de línea, adecuados a cada método adoptado. Estos códigos deben además ser competentes a la superación de las imperfecciones de la planta existente.

Los sistemas de transmisión en modo dúplex pueden ser concebidos mediante la utilización de distintos métodos de multiplexación:

- Multiplexado por separación de frecuencias.
- Multiplexado por compresión en el tiempo (TCM).
- Multiplexado por cancelación del eco (ECM).

A. 5. 5. 2. Método de separación de frecuencias

El método de separación de frecuencias, utiliza los dos sentidos de transmisión por un solo par, empleando dos niveles de frecuencias diferenciados. Su procedimiento consta de la utilización de bobinas híbridas y filtros que separan los sentidos del envío de la información

Este método parecería por su simplicidad, ser el mas adecuado de los métodos, sin embargo se requiere para separar los sentidos de transmisión, emplear bobinas híbridas y filtros poco estables, lo que obliga a un ajuste permanente del sistema (Fig. 3).

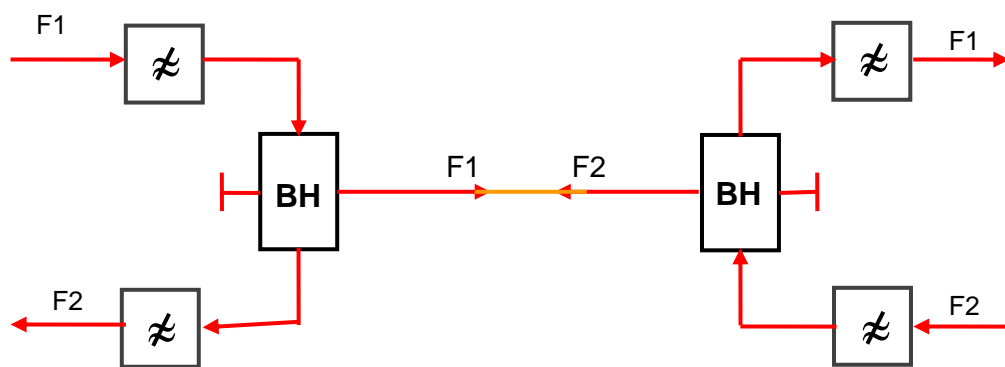


Fig. 3 - Método de separación de frecuencias

Por tal razón tal método no ha resultado de aplicación práctica por la inestabilidad de sus componentes, sumado esto a las características de los cables y de los empalmes de la red. Además se requiere un ancho de banda superior a 350 KHz lo que lo hace impracticable considerando una red existente madura

A. 5. 5. 3. Método por compresión en el tiempo

El método de multiplexación por compresión en el tiempo TCM (Time Compression Multiplexing), también se podría considerar adecuado.

Este procedimiento llamado comúnmente “Píng Póng”, consiste en el procedimiento de almacenar la información en forma de bloques de bits en cada extremo de la línea y enviarlos, uno en cada sentido, en forma de ráfagas alternativas, de modo que los transmisores, terminal de equipamiento de línea LE (Line Equipment) en el extremo lado central y terminal de red NT (Network Terminal) en el extremo lado cliente, nunca estén transmitiendo simultáneamente.

Los datos son transmitidos cada vez en un solo sentido por la línea, con alternancia en los dos sentidos, empleando una velocidad superior, con intervalos predeterminados entre ellas.

El ciclo de transmisión o el período de repetición de la ráfaga, lo fija su central (Fig. 4).

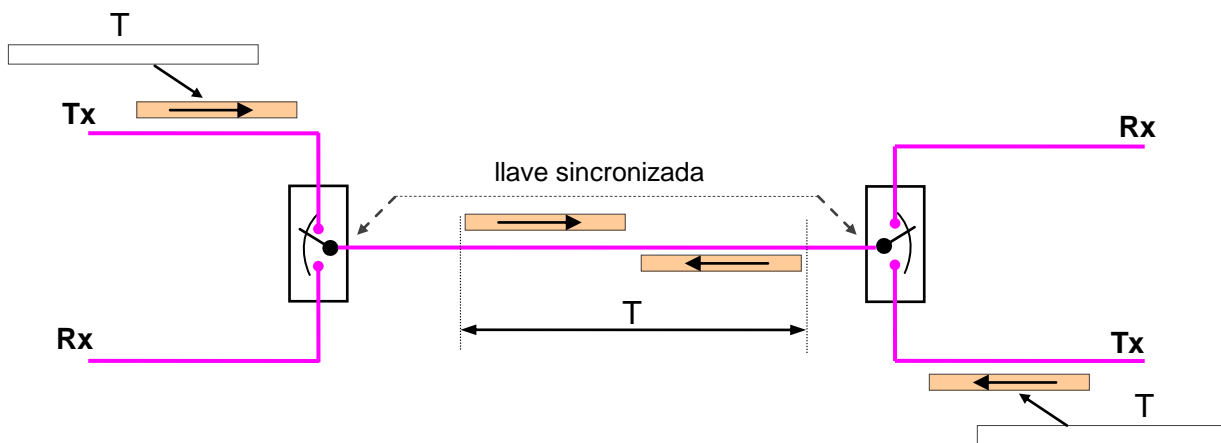


Fig. 4 - Método de transmisión por compresión en el tiempo (TCM)

Para obtener la velocidad de datos deseada en línea, el flujo de datos se divide en segmentos y se comprime en el tiempo. En el extremo receptor esta información es recibida y se expande a fin de su reconstrucción.

Al encontrarse activo, en un determinado instante, solo uno de los transmisores, no existe posibilidad de interferencia mutua, lo que posibilita una recepción sin conflicto. Sin embargo, como cada transmisor tiene a su disposición, en la mejor de las hipótesis, solamente la mitad del tiempo total, la velocidad binaria en línea tendría que ser por lo menos el doble de la velocidad útil de datos. Para 144 Kb/s, se requerirá una velocidad en línea mayor a 228 Kb/s sobre el bucle de cobre.

En la práctica esa velocidad tendría que ser aún mas alta, pues en primer lugar hace falta transmitir los bits de alineación de trama. En segundo lugar, entre las ráfagas transmitidas por los dos transmisores hay que introducir un tiempo de guardia para evitar la superposición de las señales.

Este tiempo de guardia tendrá que ser mayor, cuanto mayor fuera la longitud de la línea. Por lo tanto, el procedimiento Píng Póng demanda velocidades de transmisión cercano a unos 400 Kb/s, aumentando con la longitud de la línea.

Tales velocidades serían manejables con la línea de abonado existente, si se mantienen limitaciones en las longitudes útiles de los pares. Se evitarían así alcances de transmisión insuficientes, causado por la elevada atenuación y excesiva diafonía, producidas en altas frecuencias.

Por las consideraciones citadas, se estima que este método puede tener un uso limitado por ser su alcance máximo reducido, conformando radios en alrededor de 2 Km.

A. 5. 5. 4. Método de cancelación del eco

A pesar de contar con la preferencia inicial, el proceso de separación por frecuencias, como el de compresión en el tiempo, las distintas administraciones y operadores de telecomunicaciones abandonaron estas técnicas, decidiéndose finalmente por el método de cancelación del eco, para el acceso en la ISDN.

Este método es el único capaz de transmitir señales en ambos sentidos, sin aumentar teóricamente el ancho de banda, a pesar de ser al momento, comparativamente el procedimiento más complicado y también el más costoso

En este método, también llamado de superposición, ambos transmisores pueden encontrarse activos al mismo tiempo y sin ninguna diferencia de las señales en cuanto a la posición de frecuencias.

El multiplexado por cancelación de eco ECM (Echo Cancellation Multiplexing), está constituido por una bobina híbrida, más un circuito llamado híbrido con cancelación del eco ECH (Echo Canceler with Hybrid), que permite separar los caminos de emisión y de recepción.

Actúa en ambos extremos de la línea del abonado, produciendo una réplica del eco de la señal transmitida, la que es sustraída de la señal recibida total. Procede simulando una respuesta negativa al pulso de eco expureo, que cancela su efecto por filtrado de la diferencia resultante. Se obtiene así una señal libre de la interferencia de eco.

Siendo así, es necesario que cada receptor pueda distinguir entre la señal proveniente del otro extremo, ya fuertemente atenuada por la línea, y la señal generada por el transmisor local. Mediante el transformador híbrido ideal, se lograría una separación entre las señales de transmisión y las de recepción.

Teóricamente, solo con un transformador híbrido ideal, se logra una separación entre los dos sentidos de transmisión, independiente de la frecuencia y de la adaptación de impedancias con las líneas de acceso.

Sin embargo los transformadores híbridos reales distan mucho de separar la señal de voz, presente en ambos sentidos simultáneamente en el bucle del abonado en forma ideal, debido a la existencia de una simulación incorrecta de la impedancia de la línea conectada a ella, considerando una banda de frecuencias muy ancha, lo que causan señales de eco que regresan a los emisores, en ambos extremos, con forma de eco local y eco distante.

Además la desadaptación de impedancias, debida a los pares multiplicados, cambios de calibres y empalmes no perfectos, causa reflexiones y ecos adicionales.

Tanto el transmisor como el receptor al estar conectados a través de una bobina híbrida, que permite pasar las señales en ambos sentidos al mismo tiempo, crean el problema del eco generado por la reflexión hacia atrás de la señal transmitida. Se producen tanto un eco en el ex-

tremo cercano, como un eco en el extremo lejano. El eco del extremo cercano se produce en el híbrido del transmisor, el eco del extremo lejano corresponde al híbrido del receptor.

Para poder lograr la separación adecuada entre los dos sentidos de transmisión, emisión y recepción, utilizando el método de cancelación de eco y al mismo tiempo garantizar una banda de paso suficientemente ancha, deben ser cancelados los ecos, mediante un mecanismo de realimentación y de adaptación automática (Fig. 5).

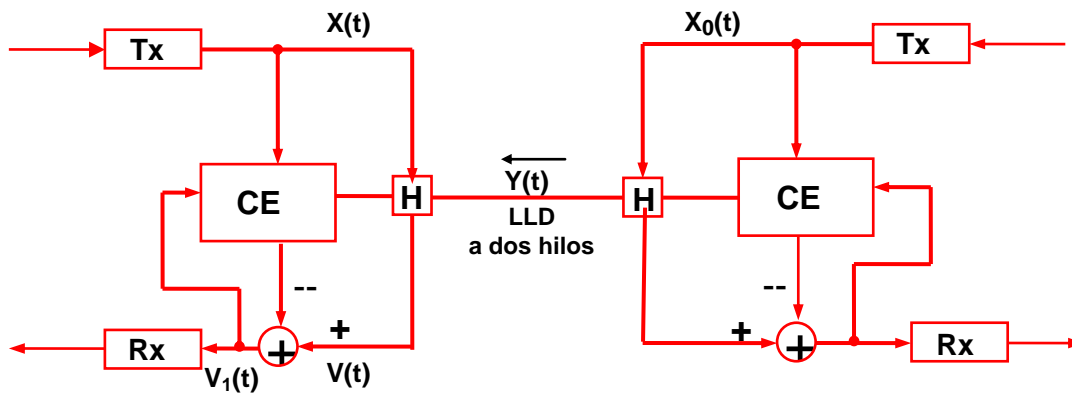


Fig. 5 - Método de transmisión por cancelación del eco (ECM)

Para ello, podremos hacer uso del hecho que los ecos que aparecen en la recepción provienen del transmisor local. Como la señal transmitida es conocida, se puede verificar si dentro de la señal recibida hay componentes coherentes con ella.

Enviando la señal transmitida también a un dispositivo interno capaz de simular amplitudes y retardos de eco, es posible representar ecos detectados. Esto se realiza por medio de cálculos estimativos, de las señales compuestas de eco.

Sumando esas señales simuladas en contrafase con el eco de recepción, éste será fuertemente atenuado.

La señal a la salida del híbrido $V(t)$ es la suma, en el tiempo dado, correspondiente a la señal transmitida $Y(t)$ y a una señal de eco $E(t)$ expúrea que incluyen el eco local, más el eco distante producido por desadaptaciones de los conductores o empalmes, luego:

$$V(t) = Y(t) + E(t)$$

La función del cancelador del eco será generar una señal que suprima el eco real, mediante realimentación negativa. Para ello toma una muestra de la señal transmitida y genera una señal $e(t)$, luego la resta de la señal que llega anulado el eco indeseable.

A la salida del cancelador se obtendrá una señal útil:

$$V_s(t) = V(t) - e(t) = Y(t) + E(t) - e(t)$$

Si el resto obtenido es nulo $E(t) - e(t) = r(t)$

Se obtiene la señal original emitida, que es lo buscado.

Esta información no se envía a la línea del abonado mediante un tren de bits binarios, sino que se los codifica con el fin de obtener las características requeridas para su transmisión eficiente. Se emplea un circuito integrado para la realización de un interfaz U (Fig. 6).

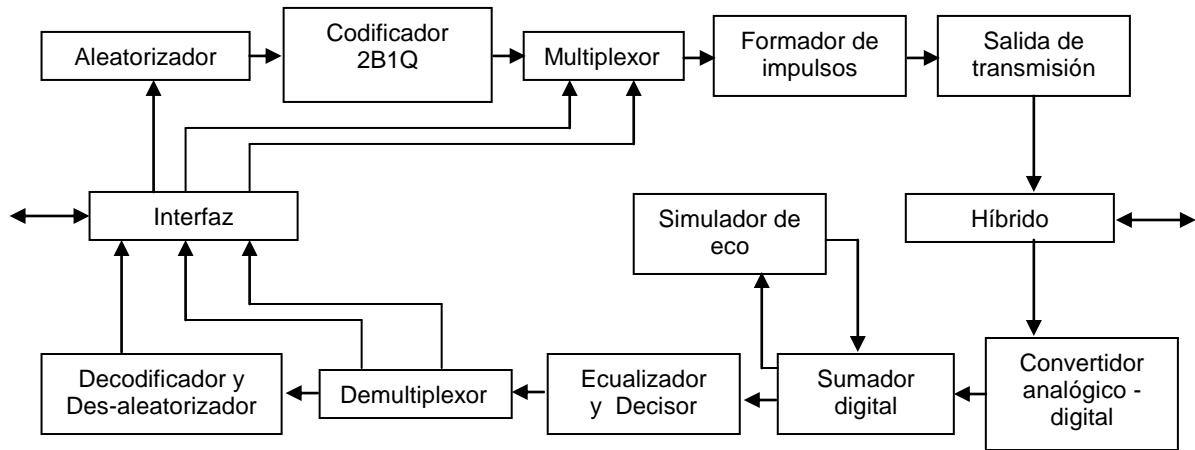


Fig. 6 - Diagrama en bloques de un interfaz U

La elección del código de línea es un factor clave que influye en los resultados de la técnica de conversión en el híbrido de dos a cuatro hilos (1 a 2 pares).

La probabilidad de error especificada para una magnitud de ruido dado y el nivel de interferencia están afectados por el espaciado entre niveles de la señal recibida. Así también está afectado por la potencia pico y media, transmitida.

Con el procedimiento por cancelación del eco y con diámetros de conductores entre 0.40 y 0.65 mm, en general los de mayor utilización, se pueden obtener alcances entre 4 y 8 Km respectivamente. Esto permite realizar las conexiones a un alto porcentaje de clientes, alrededor del 90%, sin requerir el uso de regeneradores de pulsos.

A. 5. 5. 5. Código de línea a utilizar

Además del método de transmisión, otra característica importante para la transmisión, radica en la elección del código de línea a utilizar para la red de acceso. La misma ha sido objeto de exhaustivos estudios y ensayos en varios países, prevaleciendo primariamente los códigos con características de códigos multinivel, el ternarios 4B3T y el cuaternarios 2B1Q, es decir códigos donde cada símbolo esta representado por mas de un nivel. Las características principales exigibles al código de línea son:

- Transparencia al tráfico.
- Adecuada temporización de símbolo y palabra.
- Facilidad de detección de los errores.
- Bajo contenido de altas frecuencias.
- Contenido nulo de componente continuo.

Podemos inferir que, según las características del sistema a implementar, la configuración, el estado efectivo de las líneas de acceso y su longitud real disponible, podremos definir el procedimiento de transmisión a establecer.

En el código 4B3T, una señal es formada tomando 4 bit binario, en uno de 3 niveles de tensión posibles. Este código 4B3T reduce la tasa de Baudio a 120 KBaud.

El código 2B1Q, toma 2 bit binario, en uno de 4 niveles posibles, por lo que se le denomina código de línea cuaternario y a cada señal así formada se la distingue como "Quat". Este código 2B1Q reduce la señal a 80 KBaud. El mismo es considerado en la norma ANSI T11601-1988 y se emplea en la modulación de amplitud de pulso PAM (Fig. 7).



Fig. 7 - Formación del código 2B1Q

El código 4B3T, en comparación al 2B1Q, es el menos afectado por el estado de manteni-

QUAT	-1	+3	+1	-3	-3	+1	+3	-3	-1	+1	-1	-3	+3
bit	01	10	11	00	00	11	10	00	01	11	01	00	10

miento que puedan presentar las redes de acceso existentes.

En el 2B1Q, cada Quat está formado por 2 bit, donde el primero recibe el nombre de "bit de signo" y al segundo "bit de magnitud", combinación a la cual le corresponde un valor de tensión determinado.

ASIGNACIÓN DE NIVEL SEGÚN QUAT

1º bit (signo)	2º bit (magnitud)	Símbolo cuaternario (quat)	Nivel de tensión (Volt)
1	0	+3	+2.5
1	1	+1	+5/6
0	1	-1	-5/6
0	0	-3	-2.5

A. 5. 6. Requisitos para la transmisión

Uno de los factores de implementación exitosa de las ISDN es el aprovechamiento de la red de cobre existente. La técnica xDSL contribuye a su mayor explotación adentrándonos en la banda ancha. Sin embargo para su aplicación, la línea del área de acceso de la red de telecomunicaciones, debe reunir ciertos requisitos de calidad de transmisión, para ser incorporada como línea digital.

La transmisión de las señales digitales está condicionada en forma más significativa a la atenuación, la diafonía y la distorsión, en la respuesta de frecuencia por atenuación y retardo de grupo. Al mismo tiempo debe tenerse en cuenta los efectos específicos dados por las reflexiones, desadaptaciones de la impedancia característica, la resistencia de aislamiento, el desbalance respecto a tierra y a las interferencias por ruido impulsivo.

Examinaremos cada uno de sus parámetros:

- Atenuación.
- Diafonía.
- Distorsión por atenuación y retardo de grupo.
- Deslizamientos
- Reflexiones.
- Impedancia característica.
- Resistencia de aislamiento.
- Desbalance de pares.
- Ruido.

La red de acceso del abonado se denomina línea local digital (LLD), cuando esta red metálica satisface los requisitos mínimos de una ISDN:

- Ausencia de bobinas de carga,

- Ausencia de hilos desnudos,
- Limitación en ramas múltiples.

Tal red que provee los servicios a los abonados, esta constituida para el análisis de calidad de transmisión, por uno o mas segmentos de pares trenzados y empalmados entre sí.

A. 5. 6. 1. Atenuación

Los valores de atenuación aumentan con carácter significativo, en función directa con los valores de frecuencia de la señal transmitida, variando asimismo según el diámetro y la longitud de los conductores (Fig. 8).

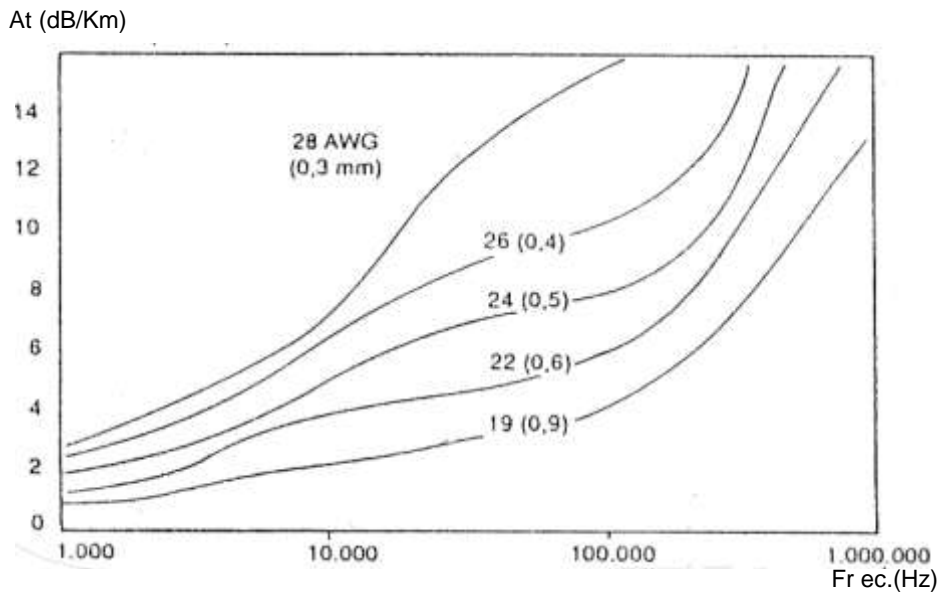


Fig. 8 - Atenuación en función del calibre y longitud de la línea

La reducción de las frecuencias altas utilizadas, lo que se logra al reducir la velocidad de transmisión en línea mediante la utilización de códigos multinivel, trae como consecuencia directa la disminución de la atenuación de la señal, haciendo que el alcance de la misma sea mayor.

Considerando la misma potencia de salida del transmisor, algunos códigos se ven más afectados por la atenuación que otros. Un código cuaternario como el 2B1Q es más afectado por la atenuación, que un código terciario como el 4B3T. Esto se debe a que el código 2B1Q requiere que se reconozcan cuatro niveles distintos, mientras que en el 4B3T apenas tres niveles. Para poder aumentar la resolución de tres a cuatro estados, es necesario aumentar la relación señal ruido (S/R) en por lo menos 3.5 dB.

A pesar de ello, con este código, este efecto indeseable es más que compensado por el ahorro en ancho de banda de la señal. Con la frecuencia central más baja, resulta menor atenuación.

Para el acceso básico 2B+D₁, con 160 Kb/s de velocidad de transmisión en línea, la intervención por los códigos de línea y las modificaciones de la señal introducida por los equipos del abonado e interfaces, sitúan en 80 KHz la frecuencia característica de transmisión.

Luego, el primer requisito de la línea de abonado será cumplir la atenuación admisible a 80 KHz. Con esto, se solicita un nivel de respuesta de los equipos del abonado e interfaz que permitan un máximo, entre 37 y 50 dB en la línea de abonado. Se asume un valor típico de 45 dB.

Supongamos un sistema de transmisión que trabaje con, el código 2B1Q, proyectado a una tasa de error menor a 1×10^{-6} , utilizando un par con 45 dB de atenuación junto a 52 dB de paradiafonía, medidos a 80 KHz. En un par de calibre 0.40 mm su alcance resultará de aproximadamente 5.5 Km, en presencia de ruido y diafonía normales.

Para una red de acceso existente, se plantea el obtener un valor igual o menor a los 40 dB, medidos a 80 KHz, considerando las pérdidas introducidas por la atenuación en el bucle, mas las pérdidas por multiplicación de pares, mas las pérdidas por cambios de calibre, mas la desadaptación de los equipos.

En una primera aproximación se podrá considerar las pérdidas por atenuación introducida en la longitud de los conductores y por su multiplicación, asumiendo un valor de 40 dB, a 80 KHz, dejando un valor de 5 dB como margen que contemple las restantes causales de pérdidas (cambios de calibre, desadaptación) y las desviaciones propias respecto a los valores teóricos. Luego, el valor de atenuación en el bucle mas la atenuación debida a la multiplicación deberá ser igual o menor a 35 dB, medidos a 80 KHz.

A. 5. 6. 2. Diafonía

El estudio de la diafonía la podremos efectuar analizando dos tipos diferenciados de efectos, paradiafonía y telediafonía, también llamados respectivamente, diafonía cercana y diafonía lejana (Capítulo 4).

Por sus definiciones y el método de medición, la paradiafonía depende esencialmente de la frecuencia (aumenta 4.5 dB por octava), mientras que la telediafonía incrementa su valor con la frecuencia (aumenta 6 dB por octava) y además, según su longitud de línea.

En las pruebas prácticas realizadas en los países donde se ha implementado el acceso básico, se demostró que la telediafonía es un factor de menor importancia. La razón de ello, radica en que en esas redes las líneas no son lo suficientemente largas como para constituir un problema.

Al reducir el ancho de banda a utilizar, disminuimos los valores de frecuencias participantes y con ello mermamos los efectos de diafonía. Esta reducción se logra con el empleo de códigos multinivel.

La velocidad de información de 160 Kb/s para el acceso básico, se transforma en una velocidad de símbolos de 120 KBaud para el código 4B3T y 80 KBaud para el código 2B1Q. Con el código 4B3T, un valor de paradiafonía de 50 dB entre pares adyacentes afecta significativamente la calidad de transmisión aumentando la tasa de error.

Tal efecto se agrava al incrementar el valor de ocupación del cable, con abonados ISDN. Este factor podrá ser también importante a considerar, en otros códigos de línea.

La Recomendación 961 de la UIT-T (Libro Azul del CCITT), indica el valor de paradiafonía entre pares del mismo cable, evaluada para el peor de los casos entre 44 a 57 dB, medido a 80 KHz. Se puede considerar como umbral para la selección de pares, utilizando el código 4B3T, un valor de 55 dB de paradiafonía.

No se puede indicar una relación específica, entre las características físicas propias de una ruta de cable y los efectos de diafonía entre sus pares, pues intervienen en su constitución la conjunción de varios factores, como ser longitudes de la línea principal, posición y longitud de cada lateral, tipo y combinación de los calibres y de sus aislamientos.

Conviene destacar que sistemas de abonados con portadoras 1+1, no podrán ser utilizados en el acceso básico ISDN, ello se debe a que una de las frecuencias utilizadas en este sistema puede ser 79 KHz, lo que podrán crear problemas de diafonía.

Vimos que la LLD tiene una pérdida de acoplamiento finita con otros pares que comparten el mismo cable, entre 37 y 50 dB. También, el peor caso de la pérdida por diafonía evaluada por su suma de potencias (PSP), varía entre 44 á 57 dB á 80 KHz.

Los valores de atenuación y paradiafonía han sido especificados independientemente sin embargo no se requiere que en todos los puntos de un cable estos efectos se cumplan separadamente.

La combinación de ambas valoraciones nos define la gama de funcionamiento (Fig. 9).

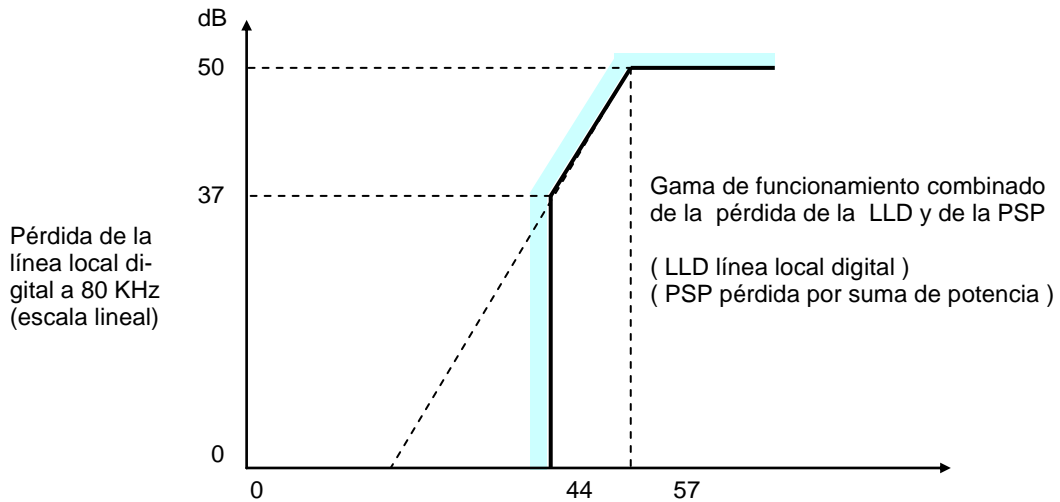


Fig. 9 - Dependencia entre los valores de atenuación y paradiafonía

A. 5. 6. 3. Distorsión por Atenuación y Retardo de Grupo

La respuesta en frecuencia, según la atenuación y el retardo de grupo, son factores importantes para cualquier sistema que utilice la banda de frecuencias vocales. Para la transmisión de señales digitales. Una distorsión en esas dos respuestas de frecuencias, puede dar origen a interferencias intersímbolos y en consecuencia a bits errados.

Un par en cable posee curvas de respuesta de frecuencia esencialmente conocidas para ambos efectos perturbadores (atenuación y retardo de grupo), por lo tanto fácil de equalizar. En una LLD de una determinada combinación de calibres, se obtiene una cierta pérdida por inserción no lineal (dB), en función de la frecuencia (KHz). El valor máximo de x varía desde 37 dB á 50 dB, á 80 KHz. El valor mínimo podrá ser cercana a cero (Fig. 10).

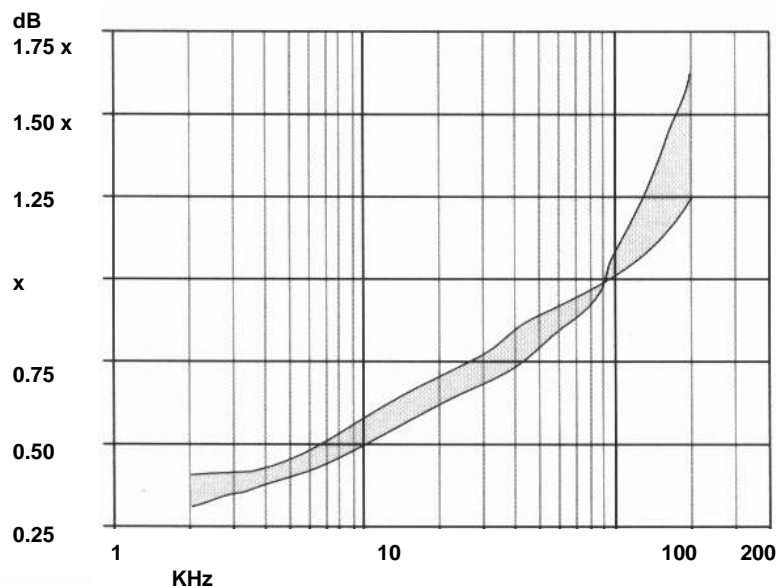


Fig. 10 - Pérdida de inserción en función de la frecuencia

El valor máximo de retardo de grupo (T) unidireccional, para una línea de abonado digital en función de la frecuencia, varía entre 30 a 60 microsegundos (Fig. 11).

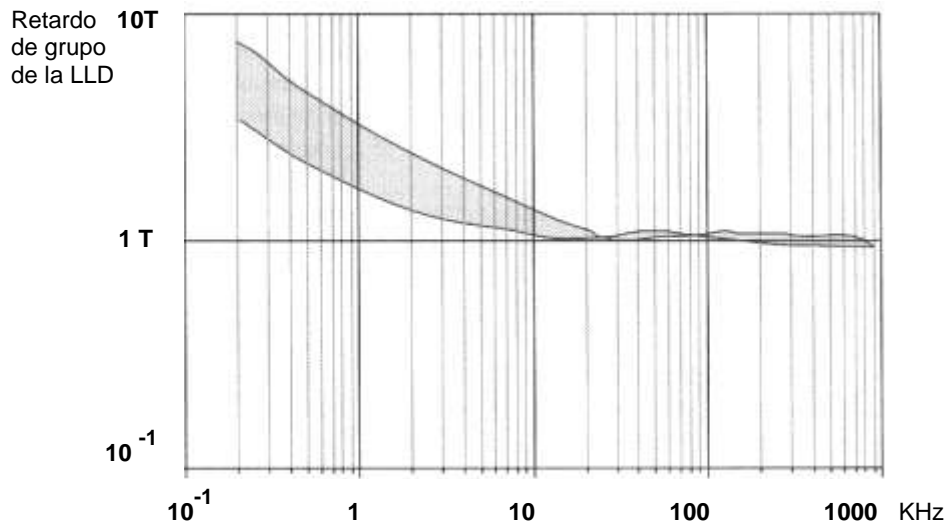


Fig. 11 - Respuesta típica de retardo de grupo en función de la frecuencia

Varios parámetros de los cables pareados, han sufrido cambios debido a las sucesivas innovaciones tecnológicas introducidas en sus diseños y métodos de su fabricación. Particularmente ha variado la estructura en la construcción de los cables, el diámetro de los conductores utilizados, el tipo del material aislante y el de su cubierta.

Así mismo, los elementos de conexionado de la planta, conectores y cajas de empalmes han cambiado radicalmente. Se deberá insistir en la utilización de solo conectores por inserción, tipo recto, es decir sin derivación alguna.

Existen sucesivos cambios de los diámetros de los conductores, entre las distintas secciones de la planta, cableado interno de la central, alambres puentes en repartidor general, conductores del bucle de abonado, alambres puente en armarios de subrepartición, alambres de acometida y cableado interno de los edificios del cliente. Estos cambios de calibre, mas los dados en administraciones que utilizan la técnica de diseño con combinación de calibres, causan una fuerte distorsión de atenuación, en el espectro de la señal.

La técnica de transmisión seleccionada, sin embargo podrá proveer la solución tanto a los problemas de atenuación, como del retardo de grupo. La forma del impulso de un cierto código de línea es escogida de tal modo que disminuya la interferencia intersímbolo y aumente la relación señal / ruido. Por ejemplo, al compararse un impulso de forma sinusoidal con uno rectangular, se puede establecer que el primero requiere 3 dB menos de potencia, para obtener el mismo valor S/R. Por otra parte, las terminaciones de línea y de red normalmente incluyen ecualizadores adaptativos retroalimentados, los cuales disminuyen los efectos de las distorsiones de la atenuación y del retardo de grupo.

La experiencia obtenida en las pruebas de campo de ISDN instaladas, nos indica que ni una, ni otra distorsión, constituye un considerable problema. Todo esto nos señala que, no será necesario medir estos parámetros durante la verificación de los pares. Sin embargo, está manifestando la importancia de medir tales parámetros para la ubicación de eventuales fallas o anomalías, al momento de la instalación del sistema.

Las dos mayores fuentes de repuestas atípicas de frecuencia por atenuación y retardo de grupo para la red de acceso, son los amplificadores de línea y las bobinas de pupinización,

elementos que son extraídos de la red para la transmisión de señales de la ISDN (condición de ISDN).

Los amplificadores son removidos debido a su limitada banda de frecuencias que no permiten la transmisión de señales en modo full dúplex, mientras que las bobinas son removidas debido a la fuerte distorsión de fase que causa, sobre frecuencias superiores a 3400 Hz.

A. 5. 6. 4. Deslizamiento

Los efectos de deslizamientos producen pérdidas de tramas. Estos deslizamientos son originados por desajustes entre los relojes de sincronismo de las centrales de la red. Un correcto Plan de Sincronismo y su seguimiento consistente, anulará o reducirá los deslizamientos a un valor mínimo.

A. 5. 6. 5. Reflexiones

Las fuentes de reflexiones, importantes en la red de acceso, son debidas principalmente a los pares conectados en múltiple y al desacoplo de impedancia producido en los empalmes.

Ambos factores causan mínimos inconvenientes en bajas frecuencias, pero pueden originar ondas estacionarias (standing waves) en las frecuencias utilizadas por la ISDN, resultando en un alto valor de ruido en la línea.

La tecnología empleada en la ISDN posibilita la transmisión full dúplex, a 160 KHz con baja tasa de error, en presencia de un valor bajo de multiplicación. La técnica de cancelación de eco podrá compensar la presencia de ciertos efectos.

En forma similar al caso anterior del efecto de distorsión, se juzga innecesario medir el eco al momento de la instalación, sin embargo esta medición podrá ser útil en la detección y en la determinación de causales de fallas.

A. 5. 6. 5. Impedancia característica

El rango de la impedancia característica medida, deberá estar en relación a valores teóricos tabulados. La gama de valores típicos, en valor absoluto y en ángulo de fase (parte real e imaginaria), de la impedancia característica, para los distintos tipos de cables de pares trenzados, se puede representar en función de la frecuencia (Fig. 12).

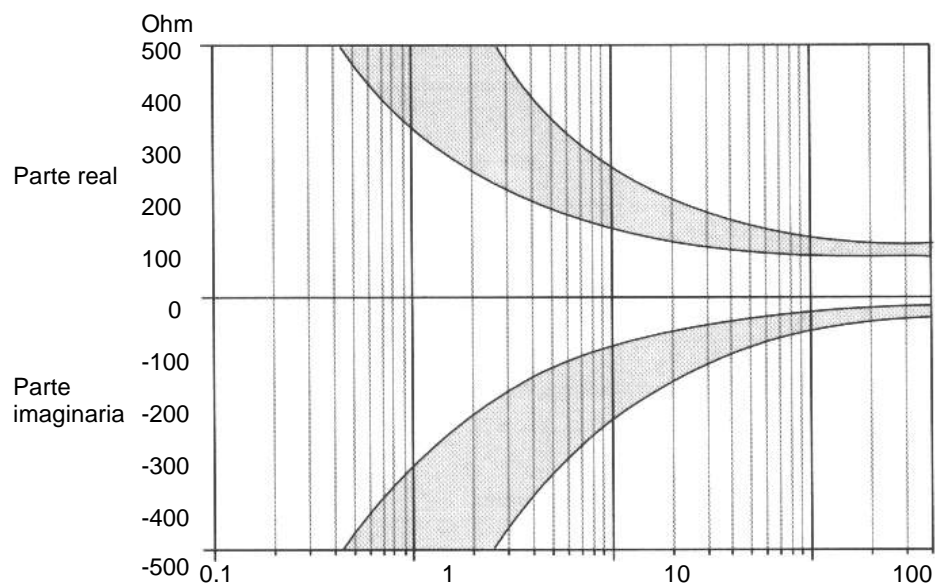


Fig. 12 - Valores típicos de la impedancia característica

A. 5. 6. 6. Resistencia de aislamiento

Se hace necesario medir la resistencia de aislación de los pares, con el fin de verificar si los mismos no presentan fugas de corriente, debido al ingreso de humedad o por daños causados por descargas atmosféricas.

Tal como se indicó en el Capítulo 3, la resistencia de aislamiento depende del tipo de aislamiento empleado, calibre de los conductores, su longitud, valor de la temperatura y humedad ambiente en ese instante.

Su valor varía en forma proporcional a:

$$R_L = R_1 \times L \text{ [M}\Omega\text{]}$$

Siendo:

R_L = Resistencia de aislamiento total, indicado en $M\Omega$

R_1 = Resistencia de aislamiento para un Km de cable, indicado en $M\Omega / Km$.

L = Longitud del cable, indicado en Km.

Las líneas de acceso digital en redes existentes, debe satisfacer valores admisibles especificados.

Para recepcionar rutas de cables instaladas, distintas administraciones, especifican satisfacer valores mínimos límites de la resistencia de aislamiento, considerados a la temperatura ambiente de 20° C, según tipo de aislamiento:

Papel $\geq 5\,000\ M\Omega / Km$

Polietileno $\geq 10\,000\ M\Omega / Km$

Para rutas de cables existentes, las especificaciones de valores límites podrán ser:

Papel $\geq 1\,000\ M\Omega / Km$

Polietileno $\geq 2\,000\ M\Omega / Km$

Los valores de aislamiento en papel son referenciales. Se debe destacar la necesidad de remover la totalidad de este tipo de cables de la planta externa.

En la medición se debe tener en cuenta la longitud real del cable instalado y aplicar los factores de corrección, dados en la siguiente tabla, según la temperatura ambiente al momento de la medición.

FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

TEMPERATURA DE MEDICIÓN	FACTOR DE CORRECCIÓN a 20° C
2.5	0.36
5.0	0.42
7.5	0.48
10.0	0.55
12.0	0.64
15.0	0.74
17.5	0.86
20.0	1.00
22.5	1.16

25.0	1.35
27.5	1.56
30	1.81

También se podrá determinar los valores de la resistencia de aislamiento según la longitud dada del cable, mediante la curva de la Fig. 13.

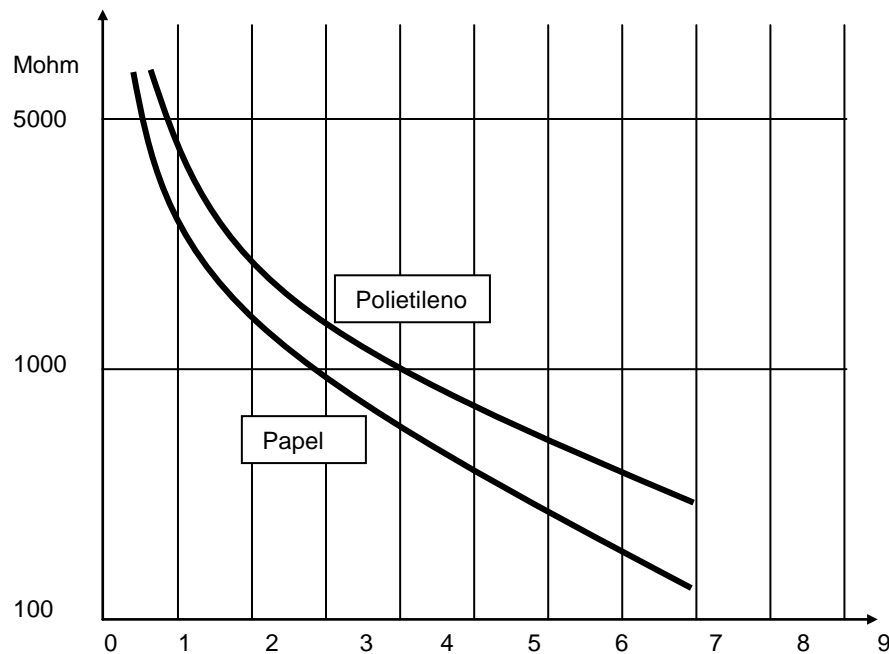


Fig. 13 - Relación resistencia de aislamiento vs longitud

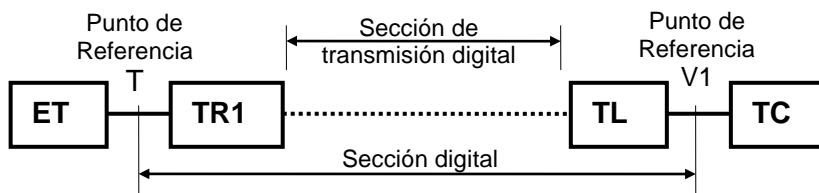
A. 5. 6. 7. Desbalance de los pares

Los pares en cables, que presenten valores de desbalance (asimetría), entre ellos y/o respecto a tierra, medido en decibelios entre 8 y 800 KHz, pueden hacer que se hallen sujetos a interferencias, causando distorsiones de los impulsos. Tales asimetrías hacen que se empeore o no se cumpla la tasa de error admisible.

La simetría de pares disponible en la red, depende básicamente de los criterios de calidad adoptados por el operador o la administración en sus especificaciones, para el diseño y de su correcta aplicación en la adquisición de los materiales. Estos criterios deben ser muy estrictos, habida cuenta de la prolongada vida útil de los cables. Es usual una previsión de 20 años, aunque en la práctica resulta ser mayor.

Cuando la simetría del par no es suficientemente buena, éste pasa a funcionar como una antena, emitiendo y recibiendo interferencias, por lo cual la correspondencia señal / ruido será mas baja. Un par bien equilibrado es poco susceptible a interferencias, siendo el valor de ruido, consecuentemente mas bajo. Por ello, la medición del valor del ruido en banda ancha, puede ser tomada como una indicación rápida de la simetría de un par.

Un par simétrico estará libre de radiación e interferencias externas si sus dos conductores, son simétricos respecto a tierra y si el par está terminado con el valor de su impedancia característica. En la práctica existe siempre una, pérdida por asimetría longitudinal (longitudinal conversion loss), la cual hace que una parte de la energía de la señal simétrica, se convierta en señal asimétrica (respecto a tierra). La recomendación I.430 de la UIT-T, indica una relación mínima de 54 dB a 300 KHz, para la señal de salida de la interfaz S/T. Se puede determinar asimismo, la simetría longitudinal de la línea, como la simetría de la señal de salida de los equipos terminales de abonado ET (TE) y la de los terminadores de red TR1 (NT) (Fig. 14).



ET = Equipo Terminal
 TC = Terminación de Central
 TL = Terminación de Línea
 TR = Terminación de Red

Fig. 14 - Puntos de referencia T y V de sección digital

Se podrán representar los valores de desequilibrio con respecto a tierra para el peor de los casos (Fig. 15).

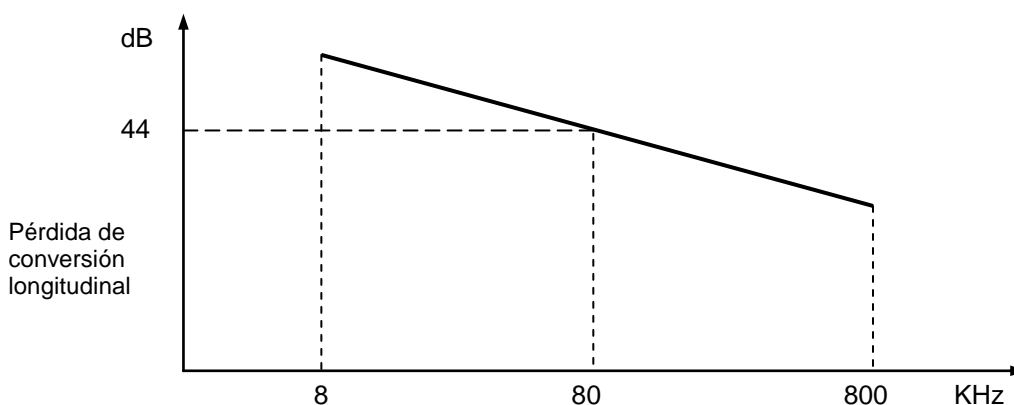


Fig. 15 - Valores de desbalance respecto a tierra en el peor caso

No se considera que la asimetría resulte un problema significativo, no es necesario medir su valor al recepcionar los cables. Sin embargo, resulta ser necesario medirla, por ejemplo al reciclar pares o cables existentes, para su utilización en la ISDN o a los fines de detectar y corregir las faltas en ellos.

Para medir el desbalance respecto a tierra, es necesario utilizar un generador de nivel, un medidor de nivel y un puente de medición de asimetría. El desequilibrio con respecto a tierra se mide como una pérdida de conversión longitudinal.

A. 5. 6. 8. Ruido

El ruido impulsivo es causado por ráfagas súbitas de interferencia electromagnética de alta potencia procedente de otros sistemas que comparten el mismo cable o de otras fuentes externas. Generalmente, las fuentes externas están constituidas por equipos de conmutación electromecánicos o por descargas atmosféricas. Sus efectos podrán mantenerse desde algunos microsegundos hasta centenas de milisegundos.

El efecto del ruido impulsivo afecta en menor cuantía a la interfaz U, debido a la ausencia de amplificadores de línea en la ISDN. Los amplificadores de líneas también introducen ruido proveniente de las líneas de corriente alterna, de alimentación. Las pruebas de campo de la ISDN, indican valores de ruido impulsivo en la interfaz U, en escasamente algunas decenas de milivolt.

En los lazos cortos, con menos de tres kilómetros, la señal de línea se mantiene sin dificultades a esos niveles de ruido. En los lazos mas largos, sin embargo el ruido impulsivo puede causar problemas, especialmente en aquellos donde la atenuación excede a los 40 dB.

La naturaleza aleatoria del ruido impulsivo, hace a que el mismo solo se pueda medir en forma adecuada en períodos largos. Ello implicaría procesos de pruebas inconvenientes, para el reciclado de pares o cables. Es correcto considerar una medición de ruido en banda ancha como suficiente, para saber si la línea esta sujeta o no al ruido impulsivo.

El mejor medio para determinar si los pares se encuentran afectados a valores de ruido impulsivo, será medir la tasa de error en bit BER (Bit Error Rate), al hacer las pruebas de aceptación de los cables. La tasa de error BER debe cumplir ser inferior a una parte por millón (1 ppm). La fuente principal de ruido en las redes digitales son los conversores analógicos-digitales.

A. 5. 7. Equipos concentradores para la red de acceso

La necesidad de reducir las áreas de servicio de las centrales entre 3 y 4 Km., a fin de cumplir los valores de atenuación máxima admisible, para una red digital, crea la necesidad de reducir las capacidades máximas de las centrales. Se deberán adoptar capacidades máximas entre 30 000 y 50 000 líneas de equipos de conmutación.

Otra forma de reducir estas pérdidas podrá ser implementada, satisfaciendo zonas dedicadas mas alejadas de la central, urbanizaciones, comunidades, empresas fabriles o bancarias, periféricas a la zona central.

Básicamente se pueden diferenciar dos tipos de tecnologías para implementar la distribución de los servicios, mediante equipos concentradores que implementen conmutación, el caso de las Unidades Remotas de Abonados URAs o sin conmutación, el caso de los equipos portadores de anillo digital DLC (Digital Loop Carrier) y los equipos multiplexores. En ciertos equipos la provisión de los servicios podrá disponer con funciones combinadas de conmutación pasando a las funciones de concentración en caso de fallas.

A. 5. 7. 1. Unidad de conmutación remota de abonado, URA

La unidad de conmutación remota URA, cumple la función de concentración, al igual que los sistemas, portadores de anillo de abonado DLC o de multiplexores, pero además incluye un bloque de conmutación destinado a cursar solo las comunicaciones entre los usuarios de esa área conectados a la unidad. Ello permite incrementar la capacidad de tráfico en su ruta de enlace con la central del área, al sustraer parte de su tráfico.

Se podrá emplear tanto URA como mini-URA. Ambas prestan en general, tanto servicios de telefonía pública como privada básica POTS (Plain Old Telephone Service) y accesos básicos ISDN (2B+D).

Su capacidad es ordinariamente elevada, de 500 á 1000 líneas, en cuanto a su instalación son habitualmente preparadas para instalaciones en interior de edificios, aunque se podrá disponer en contenedores prefabricados. Para el análisis de las alternativas de tecnología a utilizar, deberán valorarse varios factores:

- Madurez de la tecnología. La tecnología de las URA contará con un grado de madurez igual a la de la central de conmutación de la cual depende y cautiva de la misma.
- Tiempo de instalación medio. Se deberá considerar además del tiempo de instalación de los equipos, que es relativamente corto, los tiempos de construcción de la red de distribución, generalmente no reducidos.
- Costo inicial e incremental. Tanto los DLC como las URA, permiten instalar inicialmente unidades base para luego ir agregando placas de abonado, a medida que lo requiera la demanda, obteniéndose un costo inicial e incremental moderado.

- **Calidad.** Por tratarse de enlaces digitales la calidad de servicio es alta y está dada en función del tipo de enlace utilizado, pares trenzados, radioenlace o fibra óptica.
- **Confiabilidad.** Emplea equipos muy confiables, permitiendo si se desea usar medios de transmisión duplicados. El mantenimiento y control podrá ser por software.
- **Seguridad.** En el tramo de enlace al ser de transmisión digital, impide el robo de servicios o escucha, por lo que es de alta seguridad. No así la red de distribución.
- **Capacidad.** La capacidad a implementar está dada por el espacio físico disponible, siendo la capacidad máxima en uso de 500 ó 1000 líneas, según proveedor.
- **Flexibilidad.** Por utilizar equipos modulares es de alta flexibilidad, restringida solo por la técnica de distribución, pares trenzados, coaxial o fibra óptica.
- **Reutilización.** Emplea equipos reutilizables para otros emplazamientos.
- **Vida útil.** Equipos y diseño son calculados para un periodo de vida útil de 20 años, aunque se podrán implementar etapas intermedias.
- **Mantenimiento.** El sistema de gestión determina el estado remoto de mantenimiento.
- **Gestión.** Los equipos integran las funciones del servicio, supervisión de alarmas, localización de fallas, inventario remoto y pruebas de línea remotos.
- **Estandarización.** Las URA cuentan en general con estándares propietarios, es decir dados por los fabricantes de sus equipos.
- **Capacitación.** Al tratarse de equipos similares al de la central la capacitación es mínima.
- **Alimentación.** La alimentación podrá ser tanto en 220 VCA como de 48 VCC. Su autonomía está calculada en 8 horas. Aunque la URA se encuentre ubicada alejada del centro de mantenimiento, al definirse en forma remota el tipo de falla, se conoce anticipadamente que tipo de repuesto y falla a operar, lo que reduce los tiempos de reparación.
- **Limitación por regulación.** No tiene limitación en su empleo por regulación.

A. 5. 7. 2. Concentrador digital

El concentrador de líneas digitales DLC, lleva a cabo una concentración del tráfico, procedente de una gran cantidad de usuarios, alrededor de 500 conexiones básicas, en un número pequeño de enlaces, con la central ISDN, a 2 Mb/s. Los mismos podrán utilizar la conmutación de esa central, en forma total o parcial, o en forma transitoria de otra central.

Se emplean equipos estandarizados, a diferencia de la URA. Las funciones para su gestión son totalmente integradas, como en una URA. Según el proveedor y la generación de los equipos pueden contar con distintas facilidades. Los servicios posibles son :

- **POTS.** Mediante tramas E1 empleando interfaces V5.1 ó V5.2 soportan telefonía básica.
- **ISDN.** Soportan tanto accesos básicos ISDN (2B+D₁) como primarios (30B+D₂).
- **Video.** Mediante enlaces de fibra óptica, podrán actuar como nodo óptico.
- **Datos.** Con acceso E1 podrán brindar servicios de datos punto a punto a distintas velocidades, como así funciones Centrex.

Las líneas de transmisión podrán estar conformadas tanto, por pares trenzados, como por fibra óptica o radioenlace. La red de distribución podrá ser implementada en pares trenzados o cables coaxiales.

Su instalación podrá ser dada en gabinetes tipo estanco para intemperie o con modelos para instalación en interior de edificios (en racks). En los diseños se podrá utilizar unidades de DLC, con capacidades entre 30 y 480 líneas troncales. Estos sistemas son orientados a posibilitar, con distintos medios de transmisión se empleen diferentes tipos de interfaces (Fig. 16).

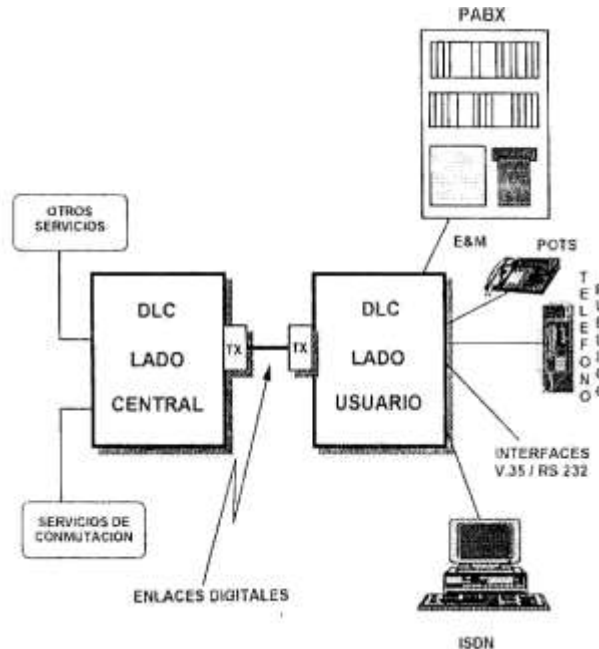


Fig. 16 - Digital Loop Carrier (DLC)

El sistema DLC consta de un equipo ubicado en el edificio de la central EC (Equipo lado Central) y otro operado en forma remota EA (Equipo lado Abonado). El EC permite su conexión a los equipos de conmutación y a otros servicios: POTS, ISDN, HDSL, V.35, V.36, V.28/V.24, mediante un multiplexor.

La disposición de la configuración básica define tres bloques de componentes, tanto lado central como lado abonado (Fig. 17).

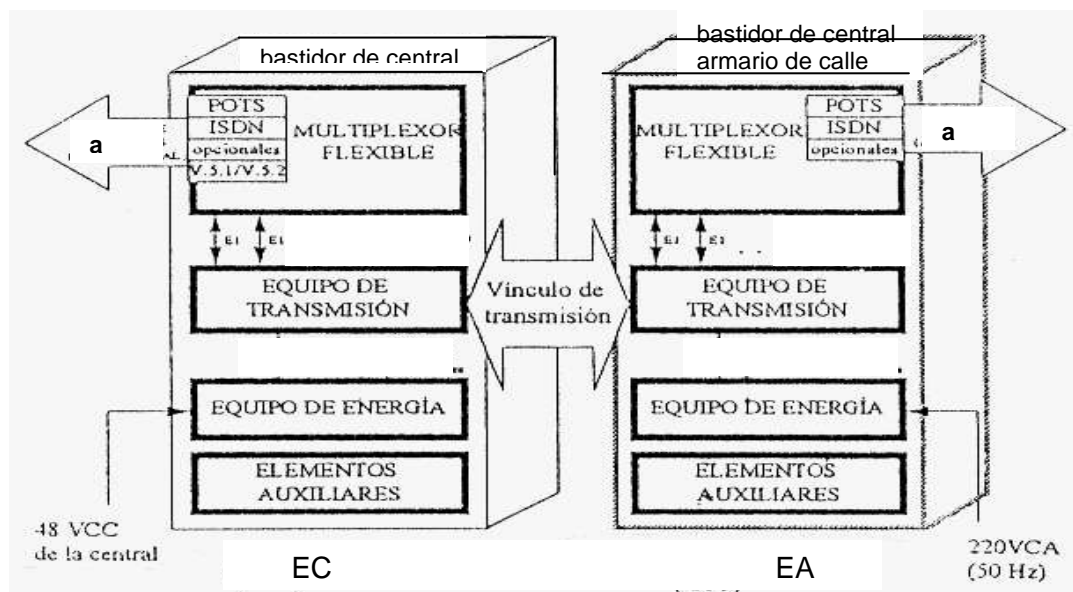


Fig. 17 - Disposición de los componentes de un DLC

Las interfaces utilizadas en los vínculos se ajustan a las distintas jerarquías de transmisión con la finalidad de asegurar la compatibilidad con los equipos de planta existente y facilitar su futura evolución:

- E1 - 2 Mb/s
- E2 - 8 Mb/s
- E3 - 34 Mb/s

Los vínculos de transmisión podrán ser del tipo:

- Pares metálicos con sistemas HDSL.
- Radio enlace de baja frecuencia (120, 240, 480 POTS).
- Mini - link (RE de alta frecuencia) (120, 240, 480 POTS).
- Fibra óptica (120, 240, 480 POTS).

La red de distribución, mientras tanto, podrá ser implementada por pares trenzados o con cables coaxiales. Los vínculos de transmisión podrán evolucionar, empleando inicialmente pares trenzados, para pasar en etapas posteriores a enlaces ópticos (Figs. 18 y 19).

Las aplicaciones podrán realizarse con emplazamientos de los equipos de abonado EA externos o internos en el edificio del abonado.

Para los emplazamientos en exterior, se podrá optar por la alternativa de montaje sobre pedestal o empleando postes.

Para los montajes en pedestal, los EA se instalan en armarios que disponen de un pedestal protector, mientras que en disposiciones en postes se prepara una estructura tipo A ó H (Capítulo 6).

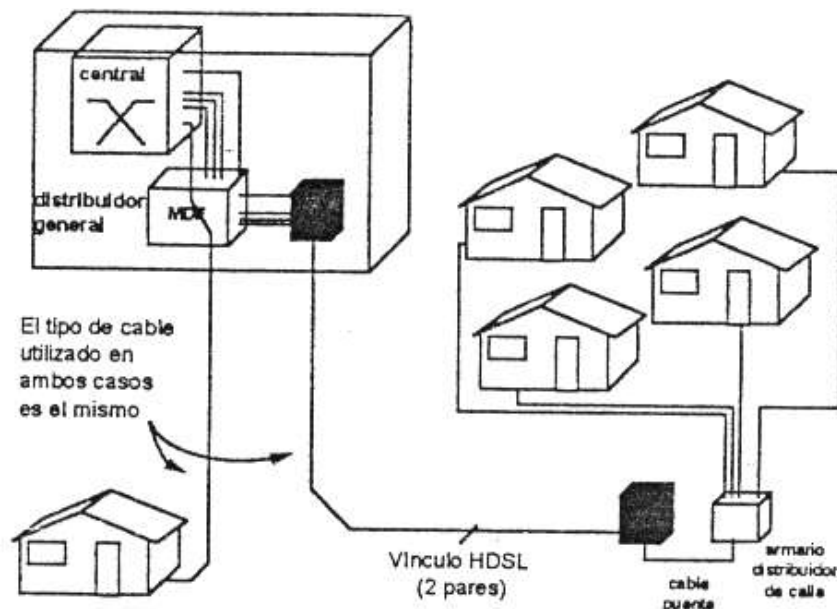


Fig. 18 - Etapa inicial, vínculo mediante pares trenzados

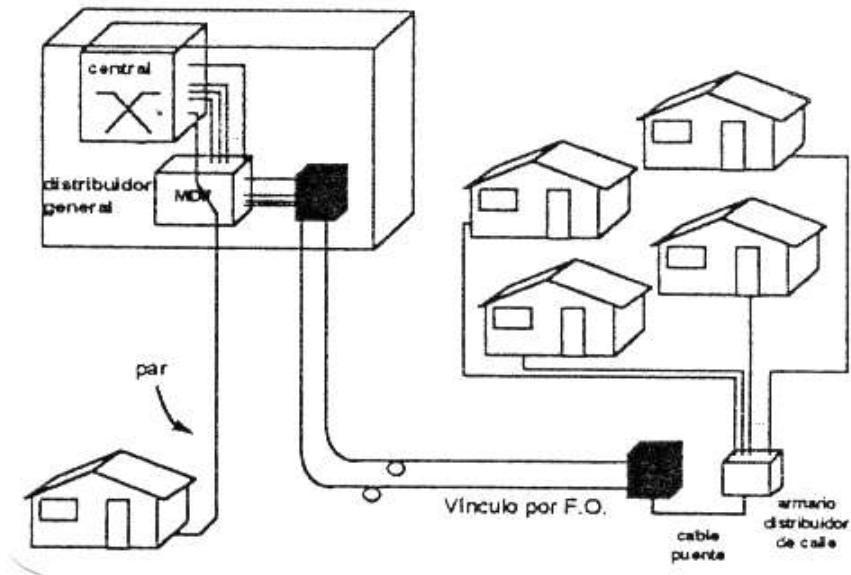


Fig. 19 - Etapa final, vínculo óptico

Para los emplazamientos en interior de edificios, el EA se podrá instalar en una sala que el cliente destine a ese fin.

Por esta razón no es necesario requerir en estos casos, armarios especiales. Se podrá combinar ambas soluciones (Figs. 20 á 22).

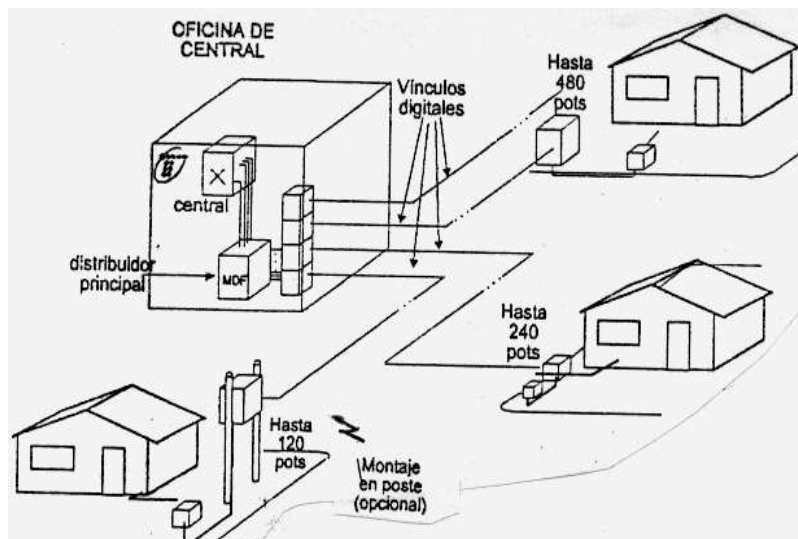


Fig. 20 - Montaje del EA en exterior

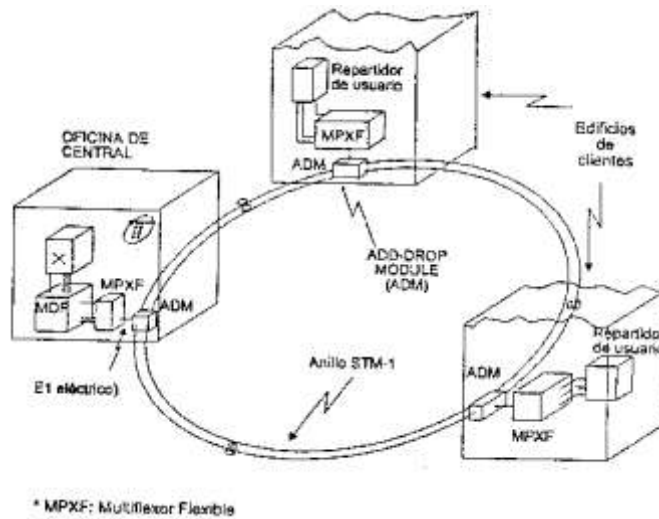


Fig. 21 - Montaje del EA en interior

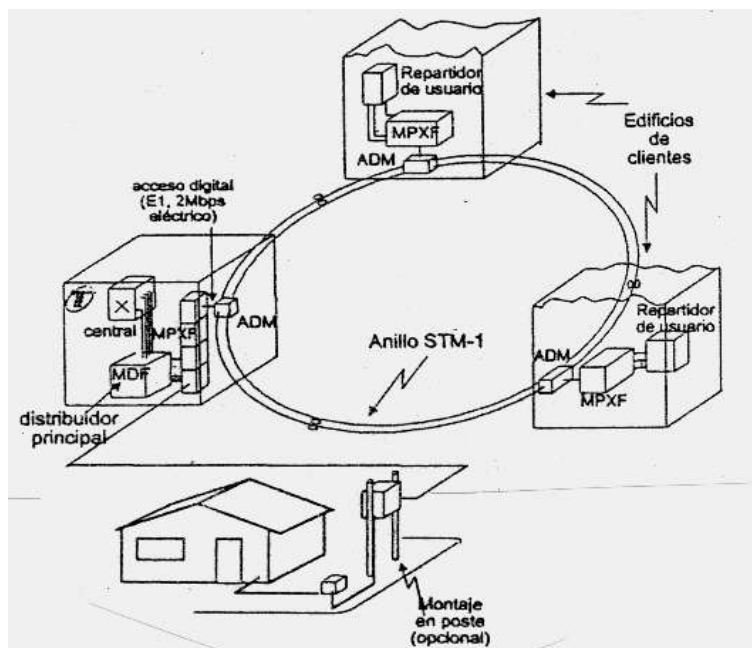


Fig. 22 - Montaje de EA combinado

A. 5. 7. 3. Equipo multiplexor

Un multiplexor de conexiones múltiples, permitirá agrupar por ejemplo, 12 conexiones con una velocidad de transmisión de 144 Kb/s cada una (con sus respectivos canales de servicio), en 2 Mb/s.

Este multiplexor según la conveniencia del diseño, se podrá instalar en zona lejana a la central, cercana o dentro de la misma central. Debido a ello, podrá instituir un área digital, dando servicio ISDN en un área con central de conmutación incluso no digital, utilizando para ello líneas de enlace hasta otra central digitalizada. Solución no del todo aconsejada, ya que produce el cambio transitorio de las características del número de abonado.

Su utilización será generalmente la solución óptima para dar servicio a grupos muy pequeños de usuarios distantes o cuando los cables de conexionado con las centrales distantes estén congestionados o difícil de ampliar.

A. 5. 8. Diseño de la red de acceso

Para el diseño de una red de acceso, cuando el objetivo en un plazo mas o menos cercano fuese ofrecer servicios avanzados de la red ISDN, o fuera de la misma con sistemas ADSL, el estudio para su tratamiento se debe realizar siguiendo un determinado procedimiento.

Básicamente se deberán referenciar los parámetros de transmisión requeridos, pero fundamentalmente se tomará en cuenta los nuevos conceptos de manejo de la información como tráfico telefónico a la transmisión de datos por circuitos, y en camino a la conmutación de paquetes mediante el IP. Ello cambiará la filosofía de distribución de red.

La configuración general de una red de datos por conmutación de circuitos ya difiere de la tradicional estructura de una red telefónica tradicional. Una red de datos tiene un número relativamente menor de terminales a cada centro de conmutación, por lo tanto con tráfico menor. Emplea frecuentemente nodos concentradores y multiplexores, para satisfacer sus abonados diseminados (Fig. 23).

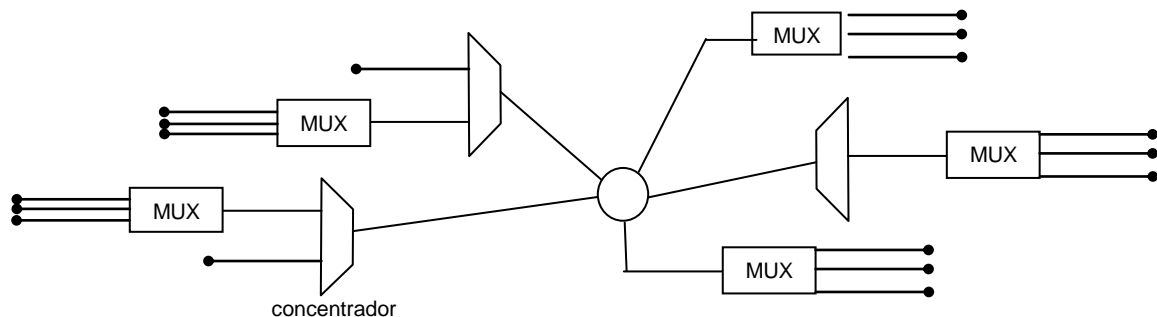


Fig. 23 - Estructura de una red de datos

Sin embargo, en las actuales centrales digitales telefónicas se puede alcanzar capacidades de tráfico muy grandes y ejercer funciones de niveles jerárquicos diferentes. Esto supone crear menos centrales pero con mayor volumen de líneas a controlar, lo que posibilita atribuirles numerosas pequeñas centrales remotas dependientes.

También algunas centrales tomarán el cometido de control centralizado, descargando a las centrales la tarea de detección e intervención por fallas y del mantenimiento de los equipos, posibilitando una tarea remota hacia un grupo grande de centrales no atendidas.

Mediante la mayor diferenciación jerárquica de las centrales en un área local, se permite reestructurar las extensiones de las áreas de servicio, reduciendo con ello las longitudes de las líneas de acceso, ventaja por disponer módem con alcances reducidos como lo son los de técnica VDSL y algunos modelos ADSL.

En las redes por conmutación de paquetes se emplea una filosofía distinta a la utilizada para las redes de conmutación telefónica o a las de datos con conmutación por circuitos. Ello cambia el comportamiento frente al tráfico produciendo retrasos de envío, pero no así, la pérdida de posibilidad de establecimiento de la comunicación. Sin embargo en relación a su estructura topológica la conformación de red no varía.

En lo referencial a las consideraciones de transmisión, el método de diseño a emplear debe cumplirse, teniéndose en cuenta inicialmente si se trata de una red nueva a construir, o si se trata de una red actualmente en servicio. Se deberá cuidar, no disminuir en ningún caso los valores estrictos de transmisión. Para ello la construcción se debe efectuar solventando todas las pruebas eléctricas, de transmisión, mecánicas y físicas que logren mantener esos valores.

Ciertos requisitos propios de la red analógica se harán más exigentes en la red digital, tal como ser:

- Acometidas con longitud máxima de 40 m, mejor si son engrapadas o subterráneas,

- Blindajes de cables suficientes y continuidad correctos,
- Aterramientos cada 300 m,
- Protecciones de sobre tensiones gaseosas acompañadas de sus complementos con protecciones contra sobrecorrientes, en distintos puntos de la red,
- Empalmes con blindajes y continuidad correctos,
- Disponer de un solo calibre en toda la red de cobre, etc.

Además se respetarán las condiciones fundamentales de una ISDN, no utilizar equipos electrónicos en el bucle de abonado, ni bobina de pupinización, no emplear alambres desnudos y restringir o evitar el uso de pares multiplicados. Para el análisis de los estudios veremos parámetros de diseño, discriminando si se trata de red nueva o de una red existente.

A. 5. 8. 1. Diseño de acceso digital en área nueva

En el caso de considerar un área sin planta existente, salvamos la necesidad de analizar la tipología de red y su estado actual, sin embargo es necesario tomar en cuenta otros factores fuera del propio diseño y que circunscriben al mismo. Se tomará en cuenta en primer término, si el área en cuestión se trata de un campo potencial de nuevos servicios y en que plazo se manifestará una regular o un alta demanda de servicios avanzados.

Esa condición se detecta mediante un irrefutable estudio de la demanda especializada y que contenga un alto grado de fiabilidad. Tal estudio deberá estar anticipado por un efectivo marketing. Otro factor previo y primordial se refiere a determinar la condición técnica de la central local, como central de conmutación digital a emplear.

Tendrá también gravitación en esta decisión, si el área regional cuenta ya con la técnica digital, la política comercial del operador dentro del mercado nacional y sobretudo las limitaciones reguladoras dictadas en el país. El diseño de una red de acceso se rige fundamentalmente por las características topográficas, del tipo y cantidad de la demanda y básicamente de las condiciones de transmisión en atenuación, diafonía y ruido según el ancho de banda a proveer.

Sin embargo estos valores se podrán obtener siguiendo disímiles criterios, definidos de acuerdo a cada una de las características a establecer en el área:

- Estructura de red rígida simple o flexible con puntos de distribución.
- Pares de la red de cobre combinada con fibra óptica o no.
- Plan de transmisión urbana a 800 Hz u 80 KHz

El planificador deberá establecer el tipo de estructura según el grado de flexibilidad requerido en cada proyecto, para cada tipo de demanda del área y la longitud máxima del área, según los valores requeridos de transmisión. Las áreas de central resultan del balance de costos devengados por las redes de enlace entre centrales y los que insumen las redes de acceso.

Se podrán reducir los costos del acceso si sus radios son limitados. Con ello incrementamos, por otra parte, las facilidades de transmisión en banda ensanchada, manteniendo el uso de pares trenzados. Esto se logra creando subáreas con el empleo de concentradores digitales DLC y/o unidades remotas URA (Figs. 24 y 25).

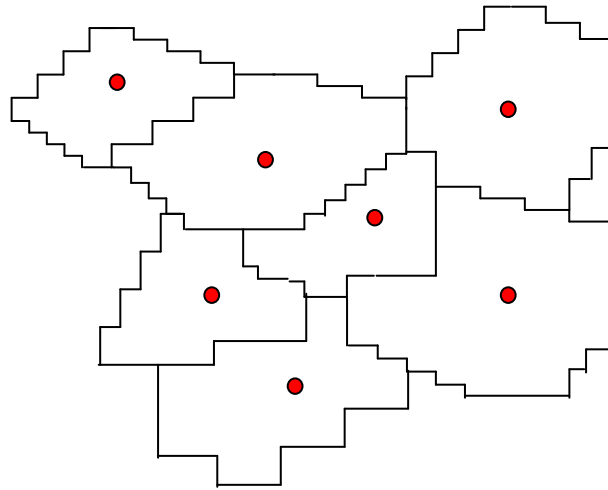


Fig. 24 - Planificación de áreas de acceso tradicional

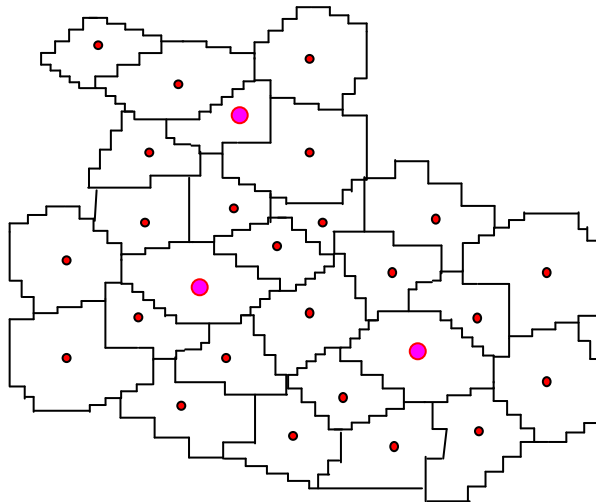


Fig. 25 - Planificación en base de los DLC y las URA

Definidos la estructura de red de acceso y su área, el diseñador procederá siguiendo la metodología habitual y manteniendo sus criterios de proyecto.

El diseño de la red de acceso digital de nueva instalación se realizará en base a :

- Determinar calibres, con una pérdida máxima admisible, de 35 dB a 80 KHz,
- Obtener una red exenta de pares multiplicados,
- No disponer combinación de calibres,
- Instaurar protecciones y blindajes, suficientes,
- Establecer completas y estrictas pruebas de recepción de cables.

El diseñador deberá efectuar precedentemente, el cálculo de los calibres de conductores necesarios. El diseño de ISDN indica no emplear combinación de calibres, sino llegar a cada sector de la red, mediante las distancias límites admisibles para cada calibre de conductor (Fig. 26a y 26b).

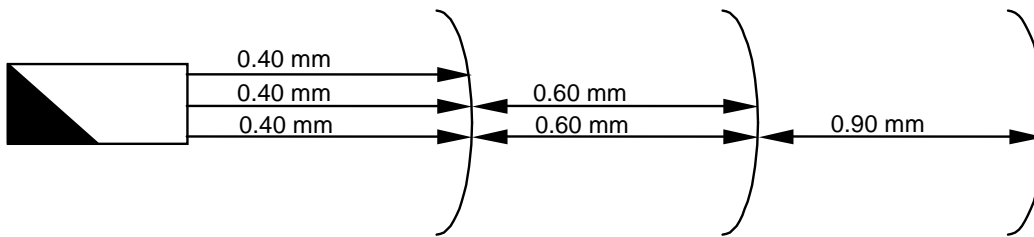


Fig. 26a - Método de cálculo por combinación de calibres

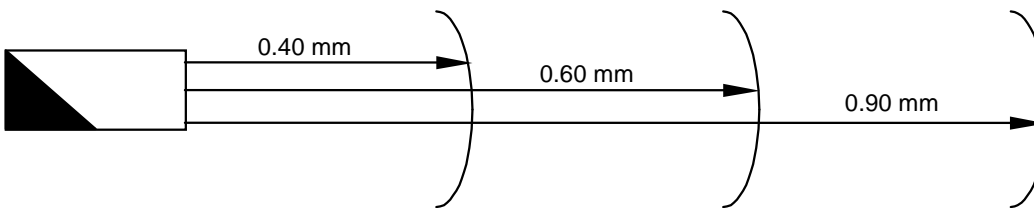


Fig. 26b - Método de cálculo de los calibres según sus distancias límites

Se podrá estudiar las variaciones de las atenuaciones, expresadas en dB/Km., para distintos calibres, verificadas según el método tradicional de medición a 800 Hz y también a 80 KHz.

ATENUACIÓN SEGÚN CALIBRES DE CONDUCTORES

DIÁMETRO DEL CONDUCTOR (mm)	ATENUACIÓN (dB/Km)		ALCANCE MAXIMO (Km)	
	800 Hz	80 KHz	800 Hz	80 KHz
0.40	1.8	10	4.4	3.5
0.50	1.5	6.7	5.3	5.2
0.65	1.2	5.1	6.6	6.8
0.90	0.8	3.3	10	10.6

Se podrá adoptar para el cálculo de alcance máximo, 8 dB (en 800 Hz) ó 35 dB (en 80 KHz). Analizando los valores de la tabla, se desprende que salvo el caso de calibre 0.40 mm el plan de atenuación a 8 dB, medidos a 800 Hz, es mas restrictivo que los 35 dB, medidos a 80 KHz.

Por lo tanto en zonas donde existan demanda de servicios digitales se tendrá en cuenta que los calibres 0.40 mm cuando sobrepasen las longitudes de 3.5 Km, según el criterio de 35 dB a 80 KHz, obligará pasar al calibre inmediato superior, aún cuando el Plan Fundamental de Transmisión, no lo requiera considerando 800 Hz.

De cálculos realizados sobre la distribución porcentual de las líneas de acceso existentes en distintas áreas de central, se determinó que en zonas densas, mayores a 5000 abonados solo el 5% de las líneas superan las longitudes de 5 Km, empleando pares de calibres hasta 0.50 mm.

Por otra parte la inclusión de unidades remotas URAs y la realización de sus enlaces mediante fibras ópticas, podrán definir para las Áreas Múltiple, áreas de centrales manteniendo longitudes máximas de 4 Km., sin incurrir en grandes costos.

Se debe tener en cuenta que con estas áreas reducidas, se verán en el futuro próximo facilitados en su diseño las redes de acceso ISDN en banda estrecha, acceso básico o acceso primario y los servicios de banda extendida.

Se podrán crear asimismo anillos y/o esquemas tipo árbol ópticos, cercanos a la central, con lo cual se podrá llegar a puntos de distribución, lejanos, desde donde se podrá partir con cables de cobre, para dar el servicio de banda estrecha y banda media.

Con ello pocos serán los casos que superen los 3.5 Km., aludidos.

A. 5. 8. 2. Diseño digital en una planta existente

Uno de los factores que contribuye a la implantación de una ISDN, es el aprovechamiento de la red existente. Las técnicas xDSL contribuyen a llevar la red a banda ancha, logrando continuara explotando el uso de esta red.

Al encarar un diseño sobre una red existente, se deberá analizar que factores reúne :

- Topología de flexibilización de red,
- Premisas de las condiciones físicas a satisfacer,
- Evaluación cuantitativa y cualitativa de las instalaciones,
- Modelo de multiplicación y
- Características de transmisión presente.

A. 5. 8. 3. Tipo de flexibilización existente

Para el diseño de una red digital, partiendo desde una red analógica existente, se debe considerar que tradicionalmente el planificador ha tratado primordialmente el ahorro del par/Km de cobre a utilizar y la necesidad de librar rápidamente a un nuevo abonado, sin requerir la ubicación de su domicilio dentro del área urbana.

Para ello se han utilizado para estas redes, varios métodos de diseño:

- A) Multiplicación de pares.
- B) Alto grado de líneas de reserva.
- C) Armarios de subrepartición.

Se desarrollan extensamente los distintos casos de aplicación en el Capítulo 4 - Planificación, del cuerpo central del Curso Plantel Exterior.

Multiplicación de pares.

El primer método es en resumidas cuentas, el uso de pares multiplicados en ramales adyacentes principales, en ramales auxiliares y en cajas terminales muchas veces multiplicados de 3 hasta 5 o mas veces. Su finalidad es disponer y habilitar el par, en el punto más cercano al domicilio demandado. Para visualizar esta metodología en las figuras 27a y 27b, detallamos un ejemplo. En el mismo podemos advertir, según el Diagramas de Cables y del Milimetrado de Numeraciones, que el cable de 100 pares, con 3 cajas terminales, según sus numeraciones tienen multiplicados:

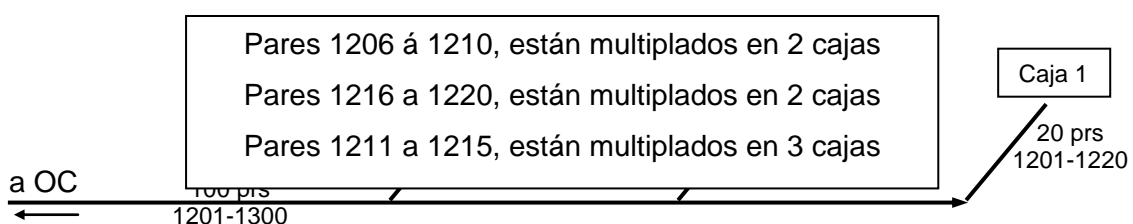


Fig. 27a - Pares multiplicados en cajas terminales

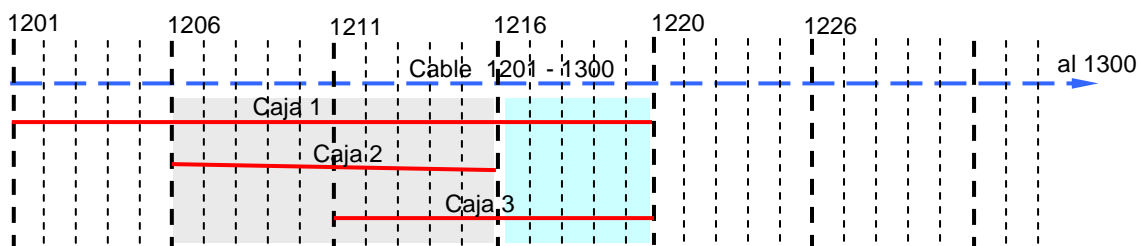


Fig. 27b - Diagrama milimetrado con numeraciones de cajas terminales

También se experimenta la multiplicación en las numeraciones de los cables. La multiplicación eléctrica se refiere a la continuidad de pares que se colocan forzados debido al stock de provisión de cables. En el ejemplo (Fig. 28), se puede apreciar que los:

Pares 1501 á 1800, mutiplados en 2 cables.
 Pares 1 á 300, mutiplados en 2 cables.
 Pares 301 á 900, mutiplados en 3 cables.

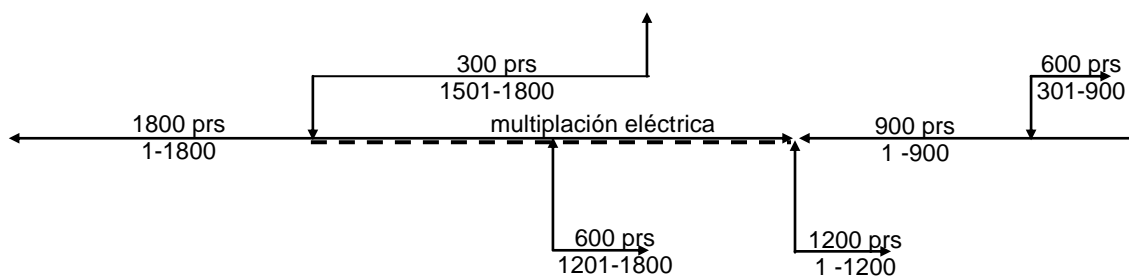


Fig. 28 - Pares multiplicados en cables

Método de alto grado de líneas en reserva

El método de alto grado de pares de reserva se basa en proveer a la red de acceso de un valor de ocupación en pares muy bajo por ejemplo del 70%, con ello se obtiene la flexibilidad requerida. También se podrá dejar en puntos estratégicos de los cables alimentadores y/o distribuidores, pares para ser utilizados en el momento que sean demandados, según el estudio previo de la demanda.

Este método se emplea en la red lindera a la central, cuando en el resto del área se proveen distritos de armarios subrepartidores. A este método también se le denomina red de distribución directa. Muchas veces se le llama erróneamente red rígida, concepto que su aplicación correcta lo desvirtúa.

Método de armarios subrepartidores

El método de armario subrepartidor, introduce la flexibilización, mediante el seccionamiento de la red de acceso en dos partes, la de cables primarios y la de cables secundarios. Esto se logra, combinando ambas secciones según su demanda real y al momento requerido.

Se disponen de varios tipos de armarios según su instalación y capacidad. Para ubicar sobre postes se proveen armarios de 100 /200 prs (primario /secundario) (Fig. 29)

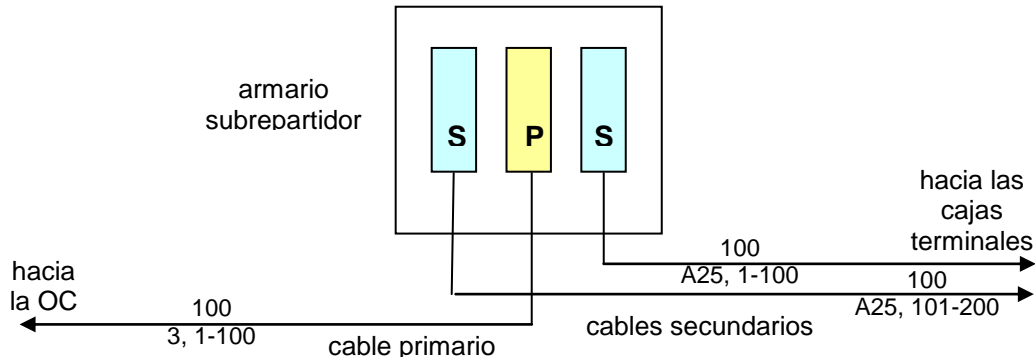


Fig. 29 - Armario subrepartidor para poste 300 /400 prs

Se proveen armarios subrepartidores del tipo pedestal para colocar sobre vereda. Estos tiene una capacidad de 300 /400 prs, con apertura de una puerta sobre uno de sus lados, o de 600 /800, con dos puertas y apertura sobre dos de sus lados.

La distribución de los cables es similar a la mostrada para el armario a colocar en poste. Se reserva un espacio para instalar un factible futuro bloque (Fig. 30).

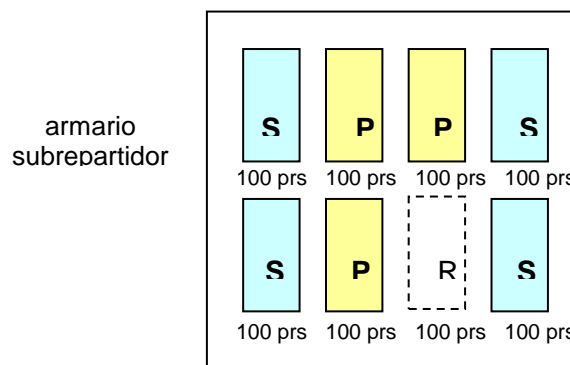


Fig. 30 - Armario subrepartidor tipo pedestal de 300 /400 prs

Pares multiplados

Los mayores problemas se presentan en redes de acceso donde se cuente con el uso de pares multiplados. Este método presenta la mayor degradación en la transmisión y en su mantenimiento, siendo el método más antieconómico de modificar.

En su etapa operativa, produce la máxima degradación de sus características eléctricas, debido al aumento de la capacidad mutua introducida por los tramos derivados (multiplados). Para una señal digital estos tramos producen deformaciones de los pulsos en los puntos de derivación, debido a la suma de reflexiones producidas en los finales de línea no adaptados. Estos rebotes de onda eléctrica son mas perjudiciales a frecuencias mayores.

La multiplicación de los pares se realiza físicamente, conectando en paralelo varios pares, en distintos puntos de su recorrido de la línea. También y al mismo tiempo este par en su recorrido podrá ser conectado a varias cajas terminales, produciendo el mismo efecto. Al conectarse cualquier par en doble, se produce el efecto de multiplicación, aún cuando tal par no se conecte en el próximo empalme o salga numerado en otra caja terminal subsiguiente.

Este efecto no es tomado en cuenta por muchas actuales administraciones u operadores. El correcto procedimiento será cortar la continuidad del par, en cuanto se empalma una derivación (Fig. 31).

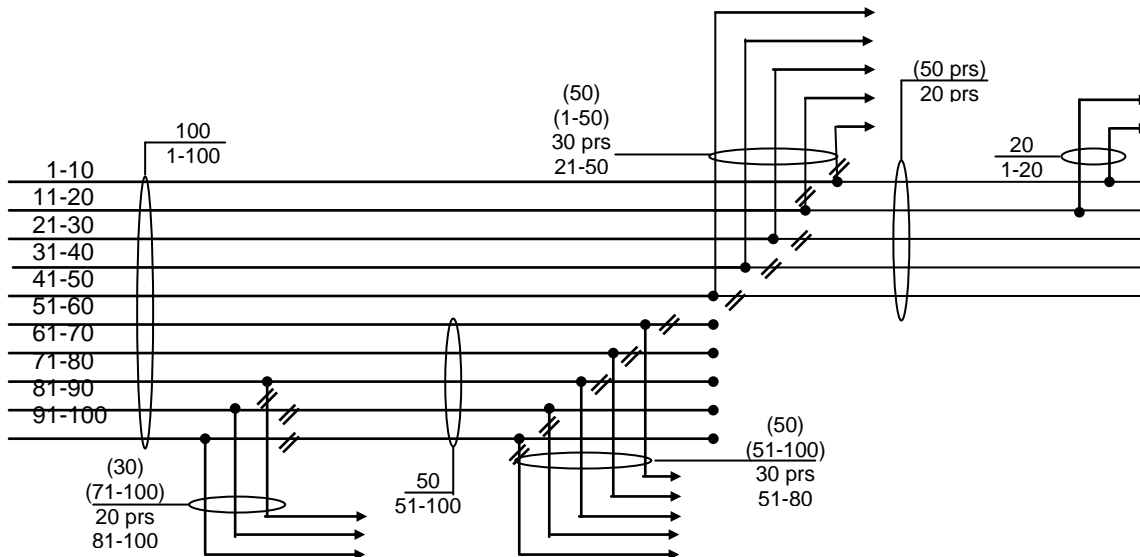


Fig. 31 - Transformación en empalmes rectos

Varias son las ventajas derivadas de cortar la continuidad del par, evitamos el incremento del valor de capacidad mutua, las ondas reflejadas, las posibilidades de faltas y además transformamos al empalme del par, en un empalme tipo recto, de menor valor en mano de obra y uso de un conector más pequeño y económico

e) Combinaciones de calibres

Otra consideración importante, la cual ya hemos mencionado en el diseño de red digital totalmente nueva, es reparar en no efectuar combinación de calibres de los conductores. Esto se debe a la práctica muy común de combinar calibres de los conductores con la finalidad de obtener una red de costo menor.

Los calibres de los conductores más utilizados son los de diámetro 0.40, 0.50 y 0.65 mm. El método de llevar los abonados alejados con pares de mayor diámetro, los de longitudes medias con menor diámetro y los cercanos a las centrales de mínimo valor, es la forma correcta.

Sin embargo al combinarse calibres de 0.40 mm con 0.50 ó 0.65 mm se obtenían ahorros substanciales en los costos de la red de acceso. Empero esta combinación de calibres producen reflexiones por desadaptación de las impedancias de la línea, lo que degrada el transporte de los pulsos para una red digital, consideración a tener en cuenta.

A. 5. 8. 3. Aplicación derivada de armarios subrepartidores

Podremos hacer una reseñamos sucinta de la aplicación de la filosofía de armarios subrepartidores. Este estudio se ha efectuado en detalle en el Capítulo 4, donde se ha tratado la planificación de la red de acceso.

Concepto de Área de servicios SAC

Del método de armario subrepartidor surge en USA su adaptación creándose el diseño denominado, Concepto de Área de servicios SAC (Service Area Concept).

Subrepartición con circuitos transversales

Para incrementar la eficiencia del método de armario de subrepartición, en sus periodos iniciales, se podrá mediante la provisión de circuitos transversales, interconectar los cables primarios, secundarios o ambos, equilibrando así la ocupación de los cables. No es recomendable su uso por complicar la operación mantenimiento y registros.

Cajas equilibradoras

Similares cualidades al procedimiento efectuado con circuitos transversales, se obtiene en diseños con subrepartición, instalando cajas terminales donde se posibilita la instalación de puentes que habilitan, cuando se requiera, pares adicionales entre cajas adyacentes. Tampoco este método es recomendado, por la complejidad de los registros, amplificar los problemas de operación y mantenimiento, y además restringe las condiciones de transmisión.

Armario tapón

Una variación del diseño con pares de reserva, se obtiene con el método de armario tapón. En esta práctica, la compensación de pares habilitándolos en los ramales donde se requieran, se realiza en un empalme auxiliar denominado "tapón". Este empalme tiene la cualidad de poder ser abierto en uno de sus extremos, posibilitando como si fuese un armario, efectuar la habilitación o cambios de pares desde el cable principal.

Al igual que los métodos anteriores no es aconsejable su uso. Es mucho más conveniente efectuar la reingeniería reordenando las aptitudes del sistema.

A. 5. 8. 4. Premisas para la digitalización de redes existentes

Al estudiar las redes existentes que pasarán del entorno analógico al digital, son válidas las premisas anteriormente ofrecidas para el diseño de una red totalmente nueva, sin embargo se debe considerar para la red existente, un planteo más estricto a las exigencias enumeradas anteriormente.

Las mismas se podrán sintetizar en:

- Planta exenta de bobinas de pupinización y extensores de bucle,
- Red de cables con aislación de polietileno en condiciones óptimas,
- No contar con circuitos de alambre desnudo y extensas acometidas,
- Cables con atenuación máxima admisible, de 35 dB a 80 KHz,
- Red exenta o con mínimas derivaciones de pares multiplicados,
- Disponer mínima combinación de calibres,
- Instaurar protecciones y blindajes suficientes,
- Establecer completas y estrictas pruebas de recepción de cables.

Si la planta exterior local tuviese condiciones ideales, no se tendría dificultades en el pasaje de una red analógica a digital, ya que podría transportar señales de frecuencias mayores, en forma similar a los servicios de telefonía. Sin embargo esas condiciones no se presentan en la práctica por la influencia conjugada de los factores degradantes, ya vistos en forma individual y que retomaremos para su mejor análisis:

a) Distancia central - abonado

La distancia entre la central y el domicilio del abonado puede llegar hasta 10 Km, presentándose entonces elevadas atenuaciones, principalmente a frecuencias mayores. Se acrecienta también el efecto de distorsión de las señales, ya que el mismo está directamente relacionado a las características del medio de transmisión.

b) Heterogeneidad de calibres

La desigualdad de los diámetros de los conductores en la red, al cambiar sucesivamente en todo su recorrido: 0.50 mm en planta interna, 0.40 al salir de la central, muchas veces alternar a 0.50 y/o 0.65 mm, luego al alambre de acometida de 0.80 mm, y además alambres internos de 0.40 mm. Las discontinuidades de impedancia provocan reflexiones luego distorsiones y atenuaciones en la señal recibida. Efectos considerables se obtienen a frecuencias mayores.

c) Derivaciones a circuito abierto

En las redes de acceso que mantienen todavía pares multiplicados, cuyos extremos no conectados a ningún equipo terminal, introducen el efecto de circuito abierto (stub). Estas terminaciones abiertas producen reflexiones de ondas, las que en el punto de empalme podrán resultar verdaderos cortocircuitos. Esto se verifica si el tramo de derivación corresponde a 1/4 de longitud de onda de la señal, por ejemplo un ramal de 250 m con una señal transmitida a 160 Kb/s.

d) Capacidades altas de cables con aislación de papel

Muchas redes incluyen aún, tramos de cables de alta capacidad en pares, casi siempre en la salida de la central. Estos cables se instalaban para el mejor rendimiento de los conductos, ya que no se disponía de alta cantidad de pares en cables aislados en polietileno.

Ya que los mismos son proclives a sufrir deterioros de aislamiento, por absorber humedad del ambiente y/o por daños, sufren degradaciones de los valores de aislamiento, aumentando los efectos de diafonía, aún mayores a mas alta velocidad de la señal transmitida.

Por lo antedicho, los primeros pasos de un diseño consistirán en evaluar y cuantificar la red existente, definir los costos de demultiplicación o reconstrucción de esa red y de acuerdo a su estado de mantenimiento.

A. 5. 8. 5. Evaluación del diseño existente

Muchas administraciones consideraban que una red de acceso con pares en una estructura rígida, significaba que no disponía de flexibilidad a las variaciones en la demanda estimada, respecto al servicio a satisfacer. Este concepto es erróneo pues la flexibilidad podrá estar ofrecida, por la capacidad de pares reservados para futuras demandas. Luego el grado de flexibilidad de una red de acceso, a la demanda futura, se provee disponiendo una red:

- a) Directa con bajo valor de ocupación en cables,
- b) Directa proveyendo una alta cantidad de pares de reserva,
- c) Multiplicada la numeración en cajas terminales,
- d) Multiplicada la numeración en pares,
- e) Con armario de subrepartición.

Las redes de acceso directas tipo (a) y (b) y las que emplean armarios de subrepartición tipo (e) no presentan problemas en su adaptación a un acceso ISDN.

Sin embargo en las redes multiplicadas tipo (c) y/o (d) si tiene severos reparo en su reconversión como ISDN. La multiplicación tipo (c) repite la numeración en una o más cajas terminales, además internamente en cables principales y rutas laterales.

La multiplicación tipo (d) repite la numeración de los pares en los cables principales y las rutas laterales. La multiplicación tipo (c) y (d) trae aparejado problemas en la explotación, causando un sobregasto inapropiados, mantenimiento inadecuado y sistema de transmisión inconveniente.

Un operador determinado podrá prevenir ciertos problemas de inversión y mantenimiento evitando diseños con pares multiplicados tipo (c). No obstante si no se dispone cortar los pares una vez empalmados en laterales a cajas terminales o cables de distribución y tampoco realizar empalme en sangría, cometerá el error de construir una red multiplicada tipo (d), la que mantiene todos los inconvenientes en transmisión de la multiplicación tipo (c).

El procedimiento de demultiplicar los pares en cajas terminales y cables se debe realizar luego de conocer exhaustivamente la constitución integral de la red de acceso existente. Para tener el conocimiento de la disponibilidad y el estado de las instalaciones se debe realizar evaluaciones en los planos y registros, contrastándolos mediante observaciones de campo. Asimismo, se deben efectuar los análisis de transmisión, factores eléctricos y mecánicos.

Se debe aprovechar esta circunstancia para realizar la actualización de los planos y registros, con nueva cartografía, datos topográficos y catastros, datos urbanísticos, así como trazados de rutas no registradas anteriormente y comprobación de ubicación de los clientes según la asignación del número de abonado.

El conocimiento completo de las instalaciones existentes, en su relación de cantidad y calidad de elementos de reutilización será trasladado en planos y en los registros. Asimismo se debe disponer de las estadísticas de averías, grados de servicio, estudios de tráfico y de la demanda según los distintos servicios. Se debe diferenciar el estado del 100% de los conductores en cables, según las series de pruebas de transmisión detalladas anteriormente. La información recabada permitirá preparar la evaluación de la reutilización o reacondicionamiento de la red existente para la implementación de la red digital o ISDN.

Dicha contabilización de elementos disponibles, como el conocimiento de su ubicación, disposición y/o conformación, y de sus características funcionales, permitirá preparar la futura planificación y programación de las obras. Los elementos a evaluar serán del tipo:

a) Canalizaciones

- Cantidad, conformación, tipo y estado de ductos,
- Detalle de los ductos vacantes y ocupados,
- Cantidad, conformación y estado de cámaras de registro,
- Ubicación de ductos respecto a las paredes, piso y techo de cámara,
- Distancia entre cámaras de registro,
- Distancia entre cámaras distribuidoras, armarios, postes o fachada,
- Ubicación y estado de la ferretería soporte, en cámaras.

b) Postes y anclajes

- Conformación de las rutas de postes,
- Distancia entre postes y referenciales,
- Cantidad, tipo, altura y estado de los postes,
- Cantidad, tipo, separación y estado de los herrajes y anclajes.

c) Cables subterráneos

- Cantidad, capacidad y estado de rutas de cables alimentadores,
- Cantidad, capacidad y estado de rutas de cables distribuidores,
- Tipo de aislamiento, calibre, identificación de cuentas y estado de pares,
- Posición y estado de los empalmes en cámaras de registro.

d) Cables aéreos y de fachada

- Cantidad, capacidad y estado de rutas de cables aéreos,
- Cantidad, capacidad y estado de los cables de manzana o fachada,
- Tipo de aislamiento, calibre, identificación de cuentas y estado de pares,
- Posición y estado de los empalmes aéreos,
- Cantidad, capacidad y estado de las cajas terminales aéreas o de manzana,
- Distancia entre postes y fachada.

e) Interfaces y complementarios

- Cantidad, conformación y estado de los túneles de cables,
- Cantidad, conformación y estado de repartidores generales,
- Cantidad, ubicación y estado de armarios subrepartidores,
- Ubicación, capacidad y estado de los equipos extensores de bucle,
- Ubicación, capacidad y estado de los equipos multiplexores de abonados,
- Ubicación, capacidad y estado de los equipos de presurización,
- Ubicación, capacidad y estado de las bobinas de pupinización,
- Cantidad y estado de alambres puentes,
- Ubicación y estado de los alambres de dispersión.

A. 5. 8. 6. Modelos de redes multiplicadas

Vimos que se solicita un nivel de respuesta de las redes del abonado que permita una pérdida máxima entre 37 y 50 dB, medido a 80 KHz, según recomendación G.961 UIT-T. Estos valores se deberán cumplir tanto en las pruebas de campo para los planteles existentes como en las pruebas de laboratorio, sobre distintos modelos tipo de red.

Por ello, se toman distintos modelos físicos para la confección de líneas artificiales a fin de realizar las pruebas preliminares en laboratorio.

La UIT-T define seis modelos físicos para las pruebas de laboratorio sobre redes de acceso. Aunque se toman calibres decimales, se podrán tomar como equivalentes los definidos en AWG. El valor de x varía desde 37 á 50 dB á 80 KHz (a, b, c, d, e, f, de la Fig. 32).

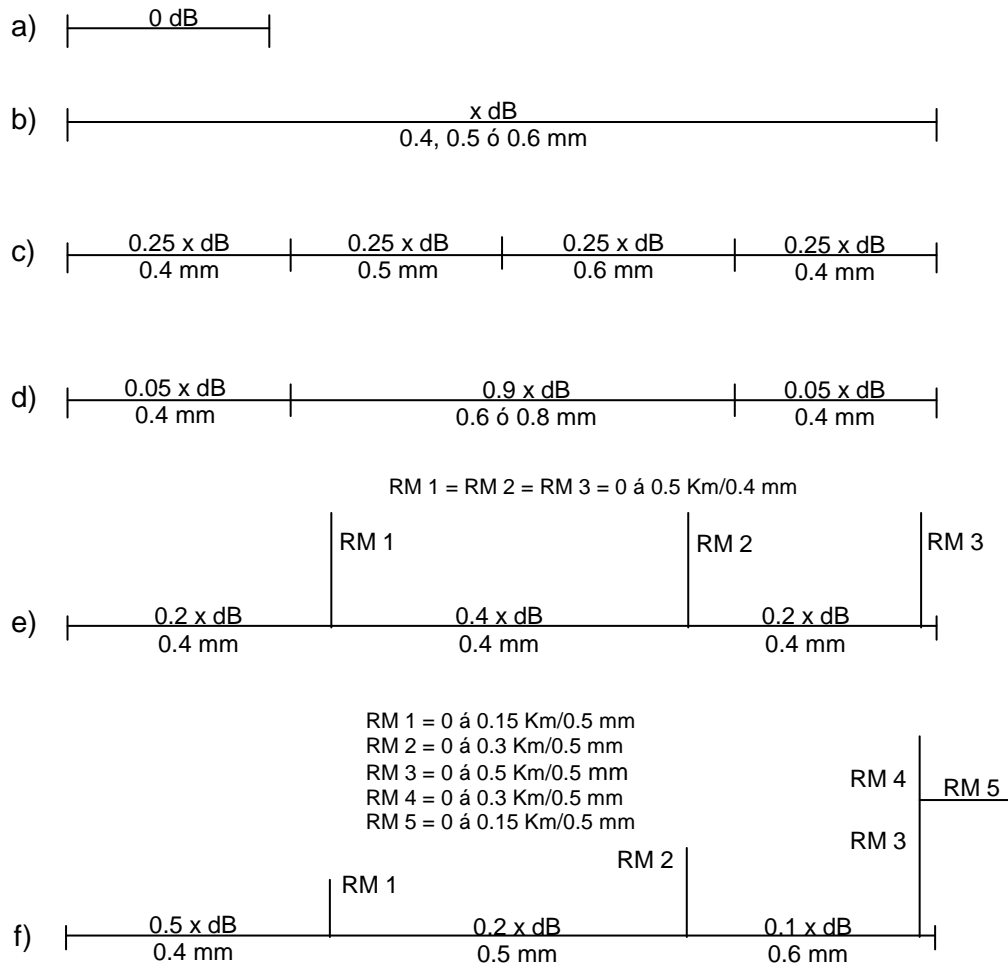


Fig. 32 - Modelos de redes multiplicadas, para pruebas de laboratorio (UIT-T)

El estándar ANS (American National Standards) de USA, emitido por ANSI (T1.601), analiza expresamente las redes de pares trenzados multiplicados, para la aplicación de ISDN.

Esta norma define la planta telefónica según 16 modelos de bucles de abonados, con un bucle de referencia de longitud nula y otros 15 modelos.

En los esquemas modelos las longitudes se expresan en pies, que fue llevado a metros con el equivalente de, 1' = 0.3048 m (Figs. 33 y 34).

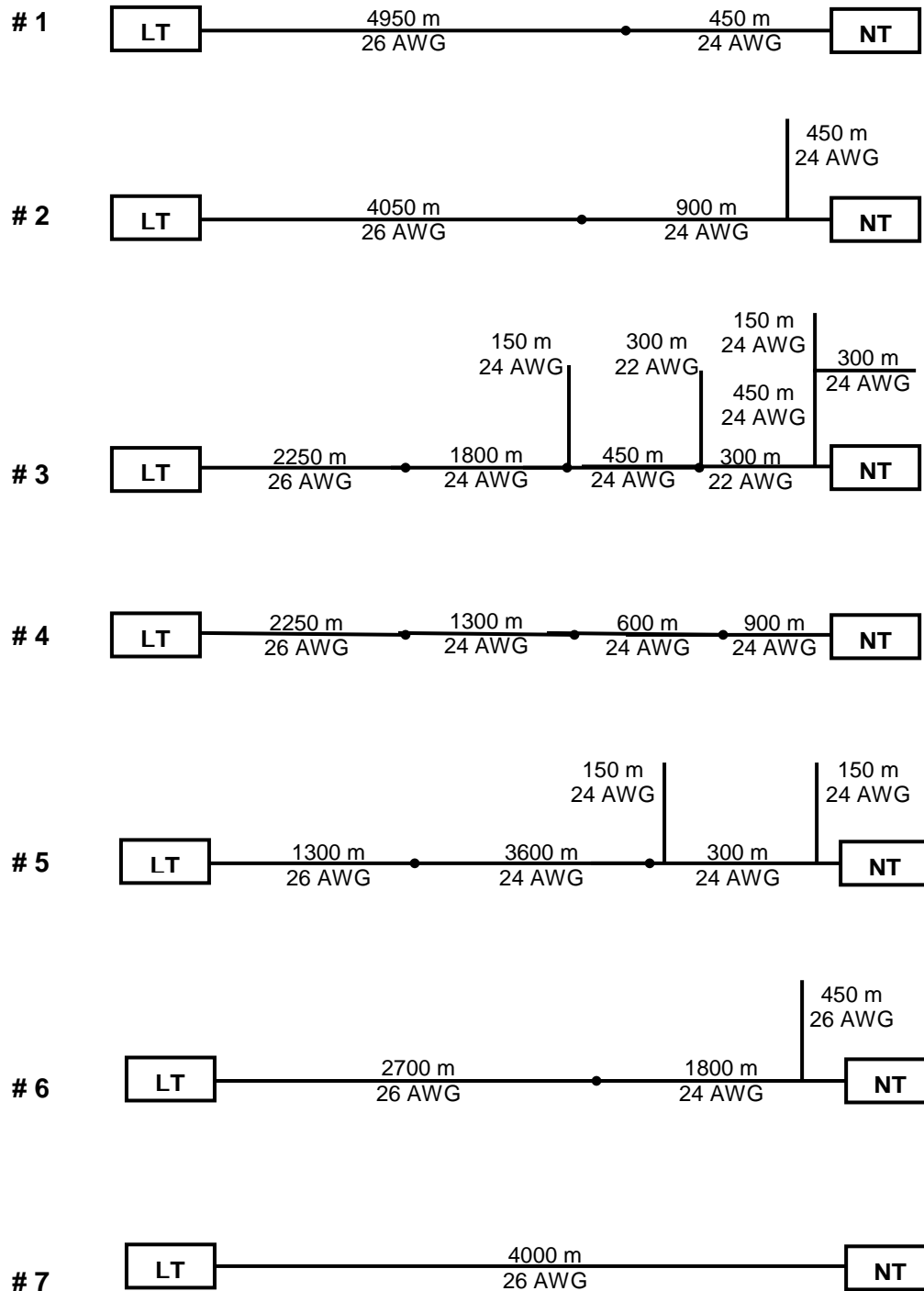


Fig. 33 - Bucle #1 á #7 para pruebas de recepción de señales (ANSI)

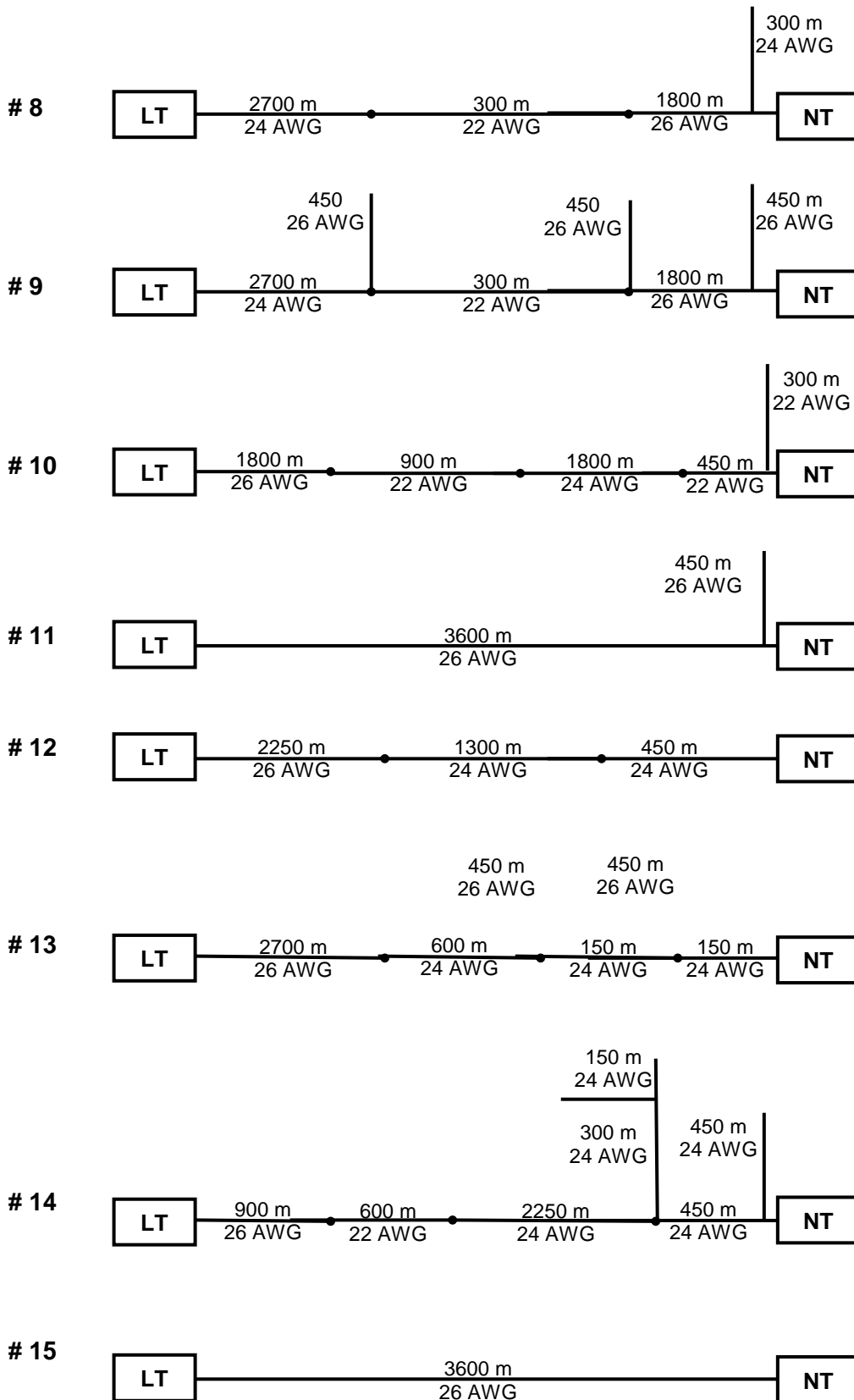
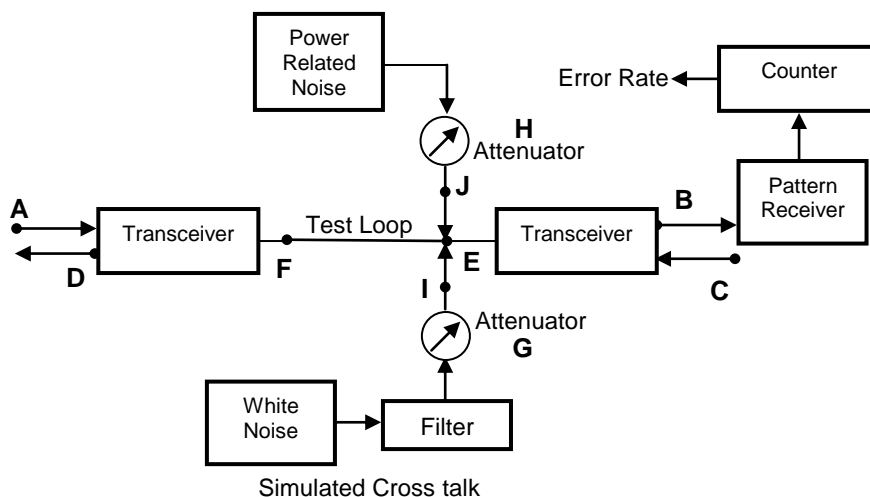


Fig. 34 - Bucle #8 á #15 para pruebas de recepción de señales (ANSI)

Los requerimientos de las pruebas según este estándar, obliga a cumplir con suficiente margen una tasa de error en bits, $BER < 10^{-7}$, cuando se cumplan ciertas premisas de prueba sobre una NT. Debemos recordar que una tasa de error de 10^{-7} , significa 1 error dado en un total de 10^7 bit, luego 10^{-6} representa un valor de errores mayor, es decir una condición peor.

Una terminación de red NT, podrá ser un equipo terminal TE o una terminación de red del tipo NT1 ó NT2. Estas premisas están dadas para una terminación de red NT, cuando recepciona una pseudo aleatoria secuencia de pulsos, atenuados y distorsionados como resultado de la transmisión sobre uno de los modelos de redes, desde una fuente nominal y con un efecto simultáneo superpuesto de diafonía y otras interferencias.

Para efectuar las pruebas se utiliza un circuito definido (Fig. 35).



Donde:

- A) Entrada de señal binaria del transceptor de extremo lejano.
- B) Salida de señal binaria del transceptor de extremo cercano.
- C) Entrada de señal binaria del transceptor de extremo cercano.
- D) Salida de señal binaria del transceptor de extremo lejano.
- E) Interfaz del transceptor de extremo cercano (punto suma de ruidos).
- F) Interfaz del transceptor de extremo lejano (no bajo prueba).
- G) Atenuador para calibración de paradiafonía (NEXT) simulada.
- H) Atenuador para calibración de ruido relativo a potencia.
- I) Alta impedancia de acoplamiento al circuito de paradiafonía simulada.
- J) Alta impedancia de acoplamiento al circuito de ruido relativo a potencia.

Fig. 35 - Medición de BER en prueba de bucle en laboratorio

Para la prueba del bucle se requieren dos transceptores, conectados uno en cada extremo de la línea a verificar.

Una fuente de señal binaria pseudo aleatoria, es conectada al punto A, recibiendo esta señal en el punto B. Otra fuente similar será aplicada en el punto C a fin de crear una condición de eco en el receptor de ese extremo. No es necesario aplicar otra fuente en el punto D, pues la medición se realiza en una sola dirección por vez. El punto F del transceptor, es controlado por una señal externa de reloj. El punto E deriva la señal de "timing" recibida en el transceptor y las de paradiafonía simulada y el ruido relativo a potencia.

La medición se realiza sobre una bobina de cable, repitiendo la misma en ambos sentidos del cable, considerando primero el punto F como extremo LT y el punto E como extremo NT, para luego permutar los mismos.

A. 5. 8. 7. Características de transmisión en redes multiplicadas

Realizar las ampliaciones considerando las modificaciones de la red llevándola a una estructura sin pares multiplicados, implican además de los costos operativos, elevados costos de administración. Sin embargo, se debe considerar que estas modificaciones si redundan en un apreciado mejoramiento en empalmes, blindajes y aterramientos, acondicionando la red a los valores de transmisión requeridos, resultando una buena inversión del dinero.

Por otra parte, en vista de la incertidumbre de la demanda para los nuevos servicios, su real ubicación futura, recomendará restringir o posponer las tareas de demultiplicación, en ciertas zonas, o áreas completas. Una vez conocida la respuesta del mercado sobre bases firmes, con suficiente precisión podrá incluirse la demultiplicación como un objetivo concreto a incluir dentro de un plan de obras.

Si el diseño se realiza sobre la base de una red existente se deberá efectuar los cálculos de las características de transmisión, a fin de verificar si permite por su valor de atenuación el uso de algunos laterales en múltiple o se requiere la demultiplicación de los mismos.

Las gráficas de la figura 36 nos muestran las atenuaciones introducidas por cada múltiple en función de su calibre y longitud. Se dispone de cuatro curvas, cada una representa un determinado calibre del cable.

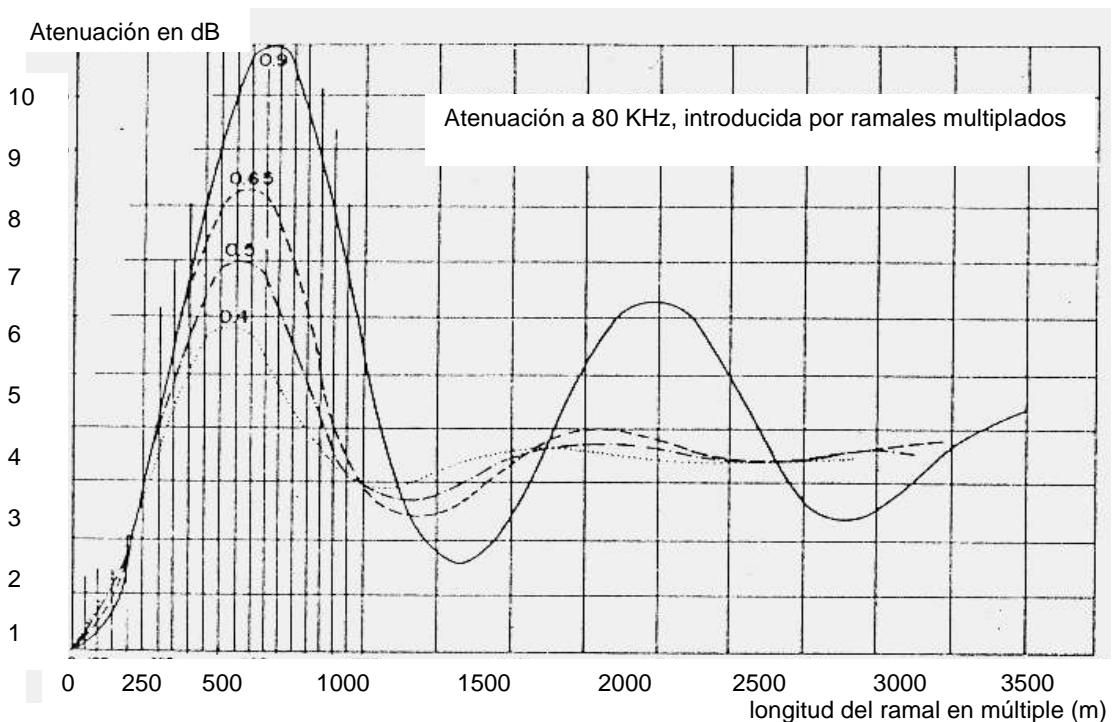


Fig. 36 - Atenuación de la señal por ramal multiplicado medido a 80 MHz

Se podrá observar que en éstas la atenuación introducida por cada par multiplicado aumenta con la longitud hasta el punto de multiplicación, con un máximo a los 650 m.

Para distancias mayores la atenuación, disminuye progresivamente presentando una serie de variaciones de máximos y mínimos. En los casos de obtener valores de atenuación cercanos a los 35 dB admisibles, se deberá analizar mas detenidamente las condiciones de multiplicación, posición de los mismos e interacción entre ellos.

En la figura 37 se presenta la situación de un diseño, en el que desde la caja terminal 09 se deba dar servicio telemático. Suponiendo que todos los calibres fuesen de 0.40 mm y que la longitud hasta la misma fuese de 3400 m.

Además que desde la cámara de registro CR100 parte un lateral multiplicado, correspondiente a la caja terminal 08, con una longitud de ramal de 500 m.

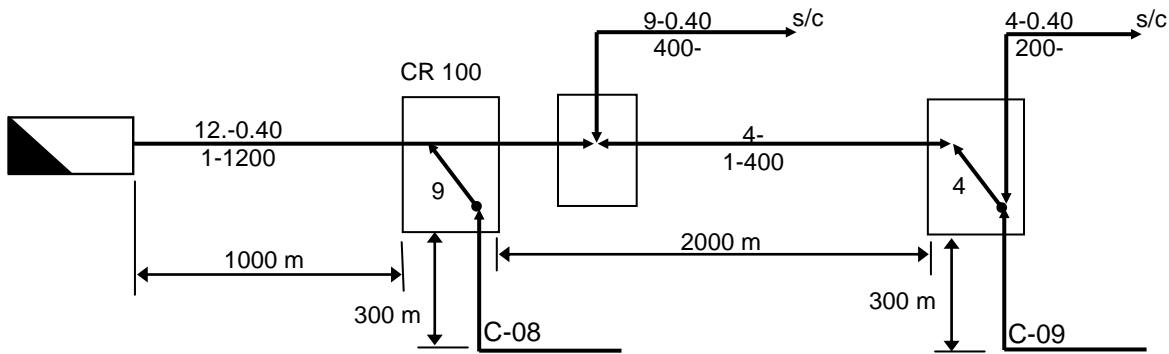


Fig. 37 - Situación A de diseño multiplicado

De acuerdo con el gráfico de la Fig. 36 se introduce una atenuación suplementaria de 5.7 dB. Sumada a la propia del cable de 10 dB/Km x 3.4 Km, resulta una pérdida total de 39.7 dB, lo que representa una pérdida mayor a los 35 dB admisibles. Si demultiplicamos este grupo de pares resultarán 34 dB que si está dentro de los valores de atenuación máxima permitida.

También se podrá observar que si el servicio es solicitado sobre la caja terminal 08 se podría dar el servicio sin demultiplicar, pues la pérdida debida al cable es de 10 dB/Km x 1.5 Km y la pérdida por el múltiple de 2.4 Km es de 3.5 dB. Resultando entonces una pérdida total de 18.5 dB < 35 dB máximo admisible.

Similar cálculo lo podremos efectuar en un ejemplo de varias cajas terminales laterales conectadas en múltiple. En la figura 38 se observa la situación de un diseño, con tres cajas terminales.

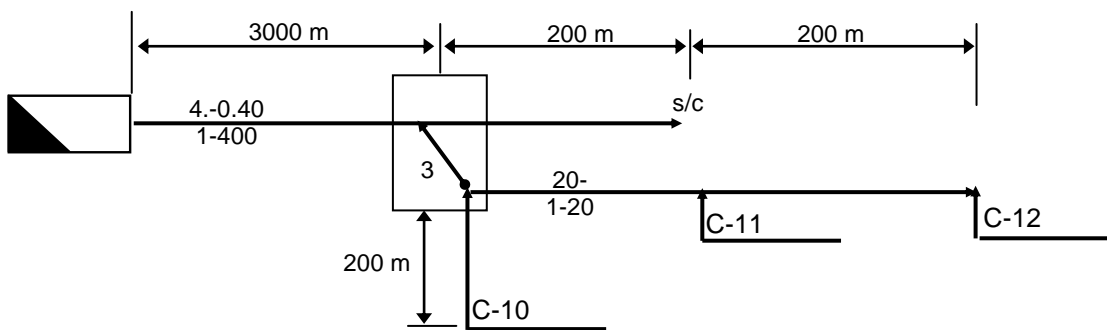


Fig.38 - Situación B de diseño multiplicado

Los valores de atenuación en cada caja terminal, introducidos por el propio bucle son respectivamente:

Caja terminal 10; 3.2 Km. x 10 dB / Km. = 32 dB

Caja terminal 11; 3.2 Km. x 10 dB / Km. = 32 dB

Caja terminal 12; 3.4 Km. x 10 dB / Km. = 34 dB

Mientras que la atenuación suplementaria debida a la multiplicación, según la gráfica de la figura 39, será de 2 dB para 200 m y 5 dB a 400 m. Luego resulta de :

Caja terminal 10; múltiple de 200 m con la Caja 11= 2 dB

Caja terminal 10; múltiple de 400 m con la Caja 12= 5 dB

Caja terminal 11; múltiple de 200 m con la Caja 10 = 2 dB

Caja terminal 11; múltiple de 200 m con la Caja 12 = 2 dB

Caja terminal 12; múltiple de 400 m con la Caja 10 = 5 dB

Caja terminal 12; múltiple de 200 m con la Caja 11 = 2 dB

La caja terminal 10 podrá soportar el múltiple con la caja 11 ($32 + 2 = 34 \text{ dB} < 35 \text{ dB}$), pero no con la caja 12 ($32 + 5 = 37 \text{ dB} > 35 \text{ dB}$).

La caja terminal 11 podrá soportar el múltiple con la caja 10 ($32 + 2 = 34 \text{ dB} < 35 \text{ dB}$), pero no con la caja 12 ($32 + 5 = 37 > 35 \text{ dB}$).

La caja terminal 12 no podrá soportar el múltiple con la caja 11 ($34 + 2 = 36 \text{ dB} > 35 \text{ dB}$),

Pero tampoco con la caja 12 ($34 + 5 = 39 > 35 \text{ dB}$).

A. 5. 10. Mediciones de transmisión en la línea de acceso

Los pares de la red de acceso han sido diseñados para atender las necesidades de la red telefónica, la cual requiere una transmisión analógica a frecuencia vocal, con un ancho de banda de 3.1 KHz, comprendido entre 300 Hz y 3400 Hz.

Los sistemas ISDN como los xDSL presentan requerimientos totalmente distintos al ser la señal digital.

Para el acceso básico en banda base debe permitir transmitir a una velocidad de 160 KHz, dependiendo del método de transmisión y el código de línea utilizado, la velocidad de símbolos podrá ser de 80 KBaud, código 2B1Q y supresor de eco, de 120 KBaud para el código 4B3T o de 384 KBaud código AMI y compresión en el tiempo. Para el acceso primario los requerimientos son superiores, la velocidad está en el orden de los 2 MHz.

Al implementarse la ISDN o los xDSL, podrán surgir graves problemas, debido a la baja calidad de transmisión de los cables existentes. Por ello es necesario verificar la respuesta y capacidad de soportar sus exigencias. Describiremos las condiciones, procedimientos y equipos necesarios a las mediciones, a fin de verificar, reacondicionar y comprobar la correcta utilización de los cables apareados.

Respecto a la implementación de los módem ADSL en la red de acceso, la metodología utilizada varía radicalmente. Se parte de realizar una selección de pares en la red, que satisfagan las condiciones admisibles por los equipos a instalar. Los métodos establecidos para las mediciones de transmisión y sus valores requeridos, se desarrollan en este Anexo 5.

A. 5. 10. 1. Tipos de mediciones

Por lo discutido anteriormente, las mediciones más importantes para definir una red ISDN, se reducen a la determinación de los valores de la atenuación, paradiafonía y ruido en banda ancha.

La medición de ruido en banda ancha es particularmente importante cuando se realice conjuntamente con la medición de atenuación, porque permite calcular la relación señal / ruido y proveer así una medida rápida de la asimetría y de la susceptibilidad del par al ruido impulsivo (Fig. 39).

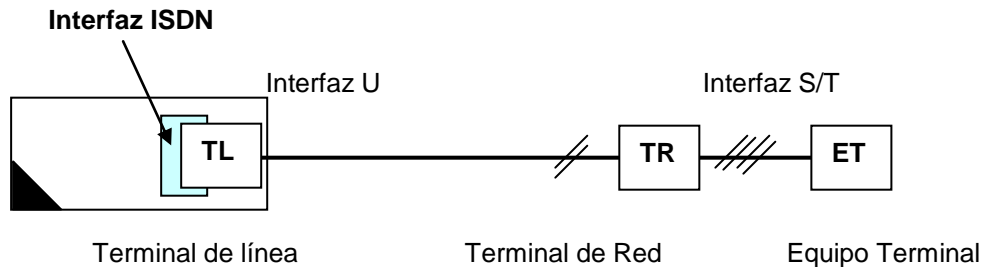


Fig. 39 - Medición de las interfaz ISDN

La medición de la atenuación y la paradiafonía, pueden ser efectuadas a un solo valor de frecuencia. Ello es suficiente ya que usualmente la respuesta de frecuencia es típica. El valor de frecuencia que habitualmente se adopta es de 80 KHz. Los datos de los cables son normalmente especificados para esa frecuencia.

La Recomendación G.961 UIT, "Transmisión digital en líneas locales metálicas para el acceso básico en ISDN", esta basada en ese valor de frecuencia.

La frecuencia de 80 KHz, es la mitad de la velocidad de información en acceso básico de 160 KHz, muy importante para los códigos de línea utilizados.

A fin de lograr una mejor caracterización de los distintos cables, en la calidad de la transmisión, se podrá requerir efectuar otras mediciones, determinando los valores de la impedancia característica, resistencia de aislamiento y pérdida de retorno estructural.

En caso de no lograrse los valores deseados de diafonía, atenuación o ruido, deberán efectuarse estas últimas mediciones. Estos valores podrán ser útiles asimismo, a la determinación de la ubicación de faltas.

Los instrumentos utilizados son:

- 1 Generador de Nivel (200 Hz á 1.62 MHz). Se emplea para las mediciones de distorsión de atenuación, NEXT y ruido en banda ancha.
- 1 Medidor de Nivel Selectivo ISDN (200 Hz a 200 MHz). Mediciones ídem anterior.
- Puente de Medición de Asimetría de los pares (ITU G.430).
- Puente de Medición de Impedancia ISDN.
- Medidor de Tasa de Error BER ISDN (ITU G.821).
- Analizador de Línea (200 Hz a 200 KHz). Se emplea para la selección de pares y localización de fallas. Mide atenuación, NEXT, y tensión de alimentación.

Se toman los valores de atenuación y paradiafonía a 800 Hz y 80 KHz, ruido en banda amplia hasta 120 KHz (o mejor en banda ancha) y la tasa de error. Los valores esperados en las mediciones serán para:

- a) Paradiafonía, de 44 á 57 dB medidos a 80 KHz (G.961).
- b) Atenuación, de 37 á 50 dB medidos a 80 Hz (G.961).
- c) Tasa de error BER menor a 10^{-7} (G.821).

A. 5. 10. 2. Secuencia de las mediciones

La aceptación de un bucle digital consiste primordialmente en la medición de la tasa de errores BER, verificando se cumpla un valor mayor a 10^{-7} . La tasa de error evaluada según los criterios de la recomendación G.821 de la UIT-T, menores a 10^{-7} , determinará si la interfaz U, es compatible con las normas para la transmisión.

El método permite verificar la calidad general de la línea, conjuntamente con las terminaciones de la red NT (Network Terminal) en el extremo lado cliente y terminal de línea LE (Line Equipment) en el extremo lado central.

El efectuar las mediciones de tasa de error en primer término aumenta la posibilidad de éxito de la línea en las primeras pruebas de aceptación, reduciendo así los tiempos de puesta en servicio de la línea.

Luego de realizarse las mediciones de tasa de error se efectúan las mediciones de transmisión requeridas para las líneas ISDN. Verificada la correcta aplicación, se debe caracterizar los cables existentes, en categorías de calidad, según sus valores resultantes representativos.

A. 5. 10. 3. Secciones y puntos de prueba

Las mediciones especificadas deben tomarse en el repartidor general de la central MDF (Main Distribution Frame), hasta y desde los armarios de distribución y en todas y cada una de las cajas terminales, del cable en cuestión.

A. 5. 11. Digitalización en banda ancha

El objetivo primordial de las empresas de telecomunicaciones ha sido hasta el presente, promover la venta de los servicios de telefonía. En algunos países, la demanda no ha sido satisfecha totalmente o ha sido solventada parcialmente derivándola al teléfono celular. En otros por el contrario, el progreso de sus sociedades ha originado la demanda de la información transmitida a altas velocidades y en mayor ancho de banda. Ello impulsa al uso de las tecnologías ISDN y al desarrollo de la técnica xDSL.

Sin embargo el servicio telefónico básico es y seguirá significando ser el mas utilizado, dentro de los otros servicios de telecomunicaciones. Además su demanda es incrementada aún mas, con el complemento de los nuevos servicios.

Por ello y al ser el aún dominante, no solo en ingresos, sino en cuanto a la magnitud de las instalaciones ya dispuestas, al establecer una nueva red digital eficiente para la introducción de nuevos servicios, deberá considerarse la base económica de la red telefónica.

Así esto, se definirá la estrategia significativamente más conveniente, que deberemos llevar al organizar la red de acceso digital y que permita su completo éxito económico.

Varias son las opciones clásicas que se abren al diseñador, por lo que debería efectuar la selección de las mas convenientes, según distintos parámetros existentes. Los equipos y redes podrán sufrir drásticos cambios según estas opciones y la clasificación de sus parámetros:

La clasificación actuante radicará en:

- Antigüedad
- Tamaño.
- Posibilidad de ampliación.
- Grado de obsolescencia.
- Tiempo de vida útil.
- Función de la red.

- Funcionalidad en su área.

Las opciones clásicas se refieren a la posibilidad de:

- Ampliar hasta su capacidad final, manteniéndola hasta completar su vida útil.
- Ampliar hasta su capacidad final, sustituyendo posteriormente por red digital.
- Congelar su capacidad actual, manteniéndola hasta completar su vida útil.
- Sustitución total, aun sin cumplir el período teórico de vida útil.

En la coyuntura actual, no actualizarse es perder la posibilidad de operar nuevos servicios y sobretodo perder mercado. Ante una fuerte competencia la sustitución total de la red y equipos, será la única opción.

No obstante el planificador podrá optar por el establecimiento de la red digital y sus equipos obteniendo su instauración en varias fases. Las mismas podrán ser resueltas en forma consecutiva o simultánea, llegado el caso.

Tampoco se deberá olvidar la necesidad de comunicación básica, de la persona ubicada en zonas remotas, algo apartadas en muchos casos y otras veces en las mismas ciudades, pero de bajos recursos y que solo requiere del servicio telefónico.

Se podrá optar mediante una primera etapa de ISDN de banda estrecha, ofrecer la conexión de acceso básico ($2B+D_1$), con velocidad de 160 Kb/s. Esta etapa se cubrirá sobre la red de cobre existente, que permite la transmisión digital a esas velocidades, sin requerir implementar equipo de transmisión alguno. Se podrán obtener así, dos comunicaciones telefónicas y/o telefax, simultáneas a 64 Kb/s, mas transmisión de datos de 16 Kb/s, por único par de cobre.

Sin embargo hoy día, este planteo ha sido superado por la notable demanda en disponer de acceso al servicio Internet por lo menos en 512 Kb/s, aunque para operar sin problemas los multiservicios ofrecidos se requiere poseer como mínimo de un acceso a 2 Mb/s.

Deberemos recordar que los 64 Kb/s nombrados, equivalen teóricamente al canal vocal básico de 4 KHz, resultado de muestrear según el teorema de Nyquist a el doble de frecuencia o sea a 8 KHz y luego cuantificar en PCM con 8 niveles. Aunque en la práctica esto resulta algo inferior debido a la Ley de Shannon, que predice una capacidad del canal en correlación con la relación señal-ruido de la línea.

Se planteaba que otra etapa se podía referir a una ISDN-BE, que ofrezca conexiones de acceso primario, ($30B+D_2$), con velocidad de 2.048 Mb/s, sobre la misma red existente, con elementos tecnológicos comunes. Se podrán obtener con ello, treinta comunicaciones telefónicas y / o telefax, simultáneas, mas una de datos de 64 Kb/s, por un par de cobre.

Esto a quedado relegado con la implementación de las tecnologías xDSL. Mediante sistemas con técnica ADSL, sobre el par de cobre se podrá optar por un sistema ISDN que ofrezca conexiones de acceso a televisión sobre demanda VoD, o cuatro canales de televisión iteractivos bidireccionales, mas el básico ($2B+D_1$).

Con ADSL se podrá ofrecer tantos servicios como lo satisfagan los terminales en cada momento, actualmente se obtienen velocidades mayores a 8 Mb/s en transmisión descendente hacia el abonado (down - stream) y 640 Kb/s en sentido ascendente (up - stream).

En USA o en administraciones que dispongan de esta normativa, se brindan canales $23B+D$, o los denominados $3H_0+D_2$. Con H_0 de 384 Kb/s, bidireccional, para utilizar en videotelefonía o aplicaciones al hogar.

Una etapa ulterior, se refiere a la ISDN de banda ancha B-ISDN (broadband ISDN), que pueda brindar cualquier servicio de telecomunicación y combinación de servicios, en ATM con ve-

locidad de transmisión superior a 40 Gb/s. Por ejemplo, transmisión de datos de alta velocidad, videotelefonía, videoconferencias, TV de alta definición, CATV, etc.

Actualmente si combinamos la red de cobre con VDSL y redes en fibra óptica, podremos disponer de velocidades similares.

La ISDN de banda ancha, incluirá todos los servicios de la ISDN de banda estrecha. La conmutación digital en softswitch, en conexasión de banda ancha será condición esencial.

La característica de la fibra óptica, de brindar banda ancha y su amplia capacidad potencial de adaptación a nuevos servicios digitales de alta velocidad, es la particularidad principal de su existencia en la red de enlace urbana e interurbana.

Su amplia utilización ha impulsado introducir los servicios de banda ancha en la red de acceso. El futuro está dirigido al uso de pares trenzados en las cercanías de la central y a la combinación de fibra óptica con redes de pares trenzados o cables coaxiales, para zonas más alejadas, actualmente más allá de los 1800 m.

Las etapas de implementación se desplegarán con una correcta estrategia que incremente la eficiencia de costos, satisfaciendo las exigencias de las distintas demandas.

Si se presenta una considerable demanda de servicios digitales de banda estrecha y también de banda ancha, las etapas descritas podrán ser implementadas mediante una programación de puesta en servicio simultáneo, comenzando con las áreas que cuenten con mayores peticiones. Ello en habida cuenta, al poder económico y de financiación, del operador de los servicios.

Esta circunstancia o planteo económico podrá ser adoptado por las empresas, considerablemente en los casos de encontrarse presionadas por una alta competencia de otras similares en su área, u otras compañías tal como las de CATV. Se busca en cualquier circunstancia, aumentar las altas ganancias con que cuentan las administraciones.

Al manifestarse bajas demandas de nuevos servicios, lo que es lógico, si se sigue un valor de bajo crecimiento inicial, según las curvas características estadísticas teóricas, del crecimiento de los servicios, curva de Gompertz o similares (Capítulo 4), las opciones de estrategias serán más críticas. El anhelo, por parte del departamento contable de las empresas, de incrementar el rédito del dinero, el deseo por medio del departamento comercial, de satisfacer los servicios recientes en el mercado telemático y el crear redes de última tecnología, por parte del departamento de ingenieros, será solventado aunando cada uno de estos distintos fines y criterios.

Debido a las consideraciones en el corto plazo deberán observarse la implementación de redes digitales aisladas o superpuestas. La rivalidad entre los defensores de la fibra óptica en el bucle de abonado, transmisiones inalámbricas digitales, o redes de cobre con alta tecnología electrónica, deberán hacer cavilar sobre la conveniencia de adoptar cada una o todas estas técnicas, en el mayor beneficio para cada caso.

Siempre será necesario en ISDN, adelantar las obras en zonas de mayor retorno económico, comerciales, bancarias o financieras, para luego explotar las de pequeños comercios o industrias, hasta cubrir las residenciales en general. El retorno anticipado solventará los altos costos de nueva implementación y reciclado de la red existente, reduciendo la dificultad financiera que se podrá presentar a posterior.

En estos momentos los distintos países se encuentran en diferentes estados de la implementación técnica y desarrollo comercial de la ISDN. Países Latinoamericanos, en ciertos períodos, presentaban un alto desarrollo del servicio CATV o de telefonía celular, mucho más alto que cualquier país europeo, sin embargo muy exiguo, respecto al desarrollo de las redes y a los servicios ISDN.

En los casos de una administración que pueda operar cualquier servicio de telecomunicaciones, la explotación anticipada de la CATV, podrá ser una superlativa fuente de ingreso, para luego comercializar los otros servicios ISDN e implementar los respectivos sistemas y redes. Esta actitud ha sido asumida por algunos países como por ejemplo Francia y Alemania anticipando la operación ISDN y el Reino Unido con servicios de CATV.

Con esta estrategia podremos crear rápidamente una estructura completa de red en fibra óptica, abierta a la evolución hacia los otros servicios, más lentos en su difusión.

Otra propuesta asegurará la transición natural de la red de banda estrecha hacia la red de banda ancha. Esta disposición adoptada por ciertos países como Alemania e Italia, entre otros, asume que el crecimiento lento de la demanda inicial de servicios de banda ancha ayudará al despliegue posterior de la red de fibra óptica.

Una experiencia interesante, podrá ser la de adelantar la implementación, llevando los servicios ofrecidos por ISDN a zonas lejanas o no, de las centrales, cuando fuesen requeridos estos servicios, en dichas áreas, aun con baja demanda. Mediante la utilización de equipos xDSL, multiplexores, unidades remotas de abonados URA, o concentradores digitales, estas zonas podrán disponer de dichos servicios, sin la necesidad de transformar toda el área de la central a digital, o requerirse el equipamiento de conmutación, de la misma.

Tales servicios serán transportados utilizando fibra óptica de enlace y acceso existentes actualizados. Una evolución esencial de la red de acceso como última etapa, podrá consistir en obtener una red en la que confluyan servicios de banda estrecha coexistiendo con los nuevos de banda ancha, desde distintas fuentes generadoras y mediante diversos operadores en competencia.

A. 5. 12. Estrategias para la transformación digital

El pasaje de una red de acceso analógica a un acceso digital y de una estructura de conmutación digital convencional, dirigida a servicios telefónicos, a una red digital que gestione datos en base softswitch de programas informáticos, se podrá efectuar adoptando diversos métodos y estrategias de transformación.

Se podrá adoptar la táctica de crear redes superpuestas a las existentes, la creación de islas digitales, proceder al remplazo de las redes existentes o emplazar un método combinación de ellos.

A. 5. 12. 1. Estrategia de redes superpuestas

El modelo siguiendo la estrategia de redes superpuestas será el presentado, ante la presencia de una red existente no madura, es decir que no ha cumplido su vida económica útil y dispone de un buen estado de conservación.

También será conveniente utilizar esta estrategia ante la presencia de una demanda digital baja y homogénea que cubra toda el área de la central. Para este caso se podrá disponer un relevo por superposición de los ramales, intercalando las redes analógicas y digitales. Se reforzará paralelamente la red existente, retirando la menor parte de ella.

La nueva red de acceso digital se irá montando separada eléctricamente de la actual red, aunque podrá tener puntos de contacto para la interacción de ambas. En etapas posteriores se irán integrando las redes hasta constituir una red digital integral (Fig. 40a y 40b).

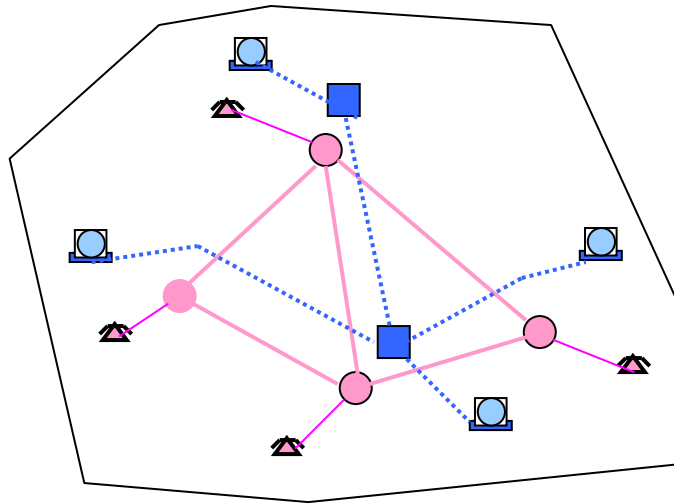


Fig. 40a - Etapa 1º del planeamiento, utilizando redes superpuestas

En esta circunstancia se presentará el inconveniente de facilitar la venta de nuevos servicios solamente a una porción del mercado solicitante. Situación adecuada si se espera un período de penetración bajo, incompatible si la demanda de nuevos servicios se presenta alta.

Se podrá dar la situación de crear redes superpuestas de refuerzo en las áreas cercanas a las centrales, extendiendo el servicio básico a las áreas mas alejadas. En este supuesto, la inversión para la instalación será de un alto costo inicial, pero se podrá satisfacer con el servicio digital a cualquier solicitante del área.

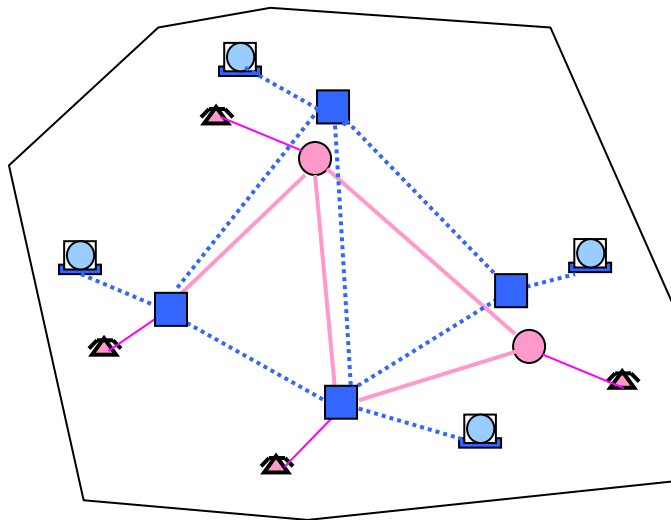


Fig. 40b - Etapa 2º del planeamiento, utilizando redes superpuestas

A. 5. 12. 2. Estrategia de islas digitales

En definidas circunstancias, por ejemplo ante la necesidad de satisfacer la demanda de nuevos servicios en determinadas áreas existentes o nuevas, no disponer de plantel para ofrecer una extensión desde el plantel existente hacia ese sector, pero si contar con la existencia o posibilidad de disponer equipos de conmutación digitales ISDN, se podrá adoptar la filosofía de islas digitales (Fig. 41a y 41b).

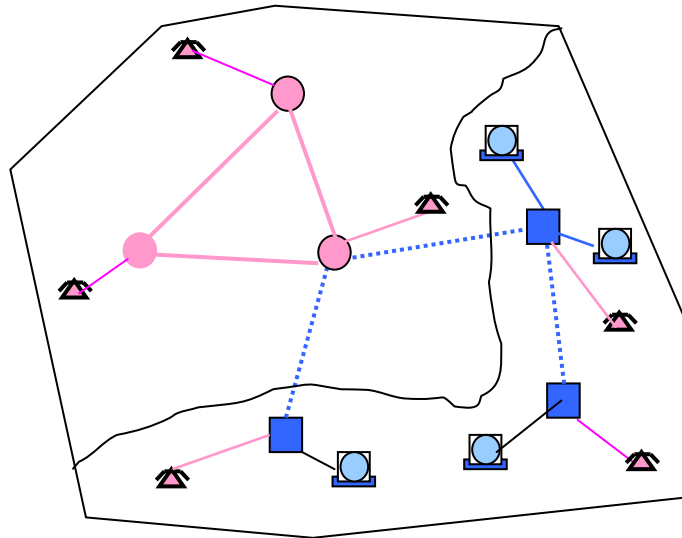


Fig. 41a - Etapa 1º del planeamiento, creando islas digitales

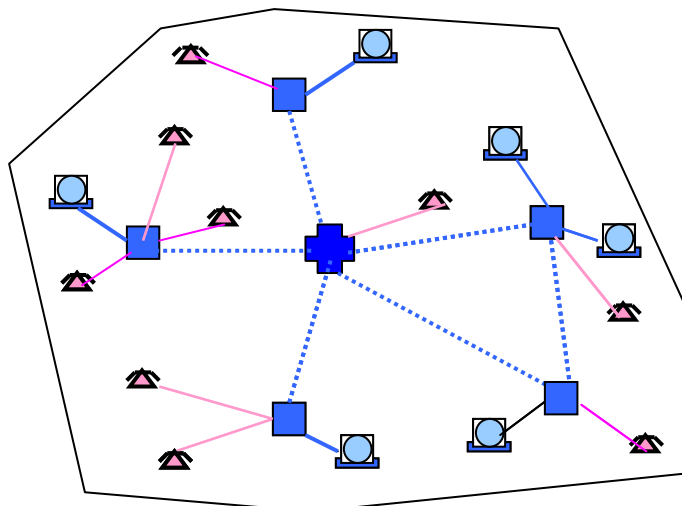


Fig. 41b - Etapa 2º del planeamiento, creando islas digitales

Es conveniente aplicar este esquema táctico, cuando se ha localizado en el estudio la demanda no uniforme de potenciales usuarios, determinando zonas relevantes de demanda digital. En esta situación se podrá zonificar el área, sirviendo al requerimiento de servicios analógicos por un lado y servicios digitales por otro.

En etapas posteriores se podrá dar relevo a las áreas digitales, atendiéndolas en su conjunto, mediante vinculaciones de interconexión y por último sustituyendo toda la red analógica e integrándolas a estas áreas digitales. En este supuesto, como la inversión para la instalación en pequeñas áreas será de un menor costo inicial, se podrá proveer la mejor distribución de los estos gastos dentro del período de planeamiento.

Esta estrategia de planeamiento consiste en dar servicio digital, en áreas geográficamente aisladas, en las que se considera factible comerciar estos servicios. Sobremanera, si estas áreas están alejadas de la central.

Para ello se aprovecharán de las prerrogativas de la tecnología digital, implicando a enlaces inalámbricos sirviendo mediante WLL abonados suburbanos y rurales próximo, con enlaces satelitales servir abonados rurales alejados, o usando vínculos de fibra óptica hasta algunas URA o concentradores, con empleo de multiplexores, todo digital.

A. 5. 12. 3. Estrategia por reemplazo de la red existente

Para los casos de que la planta existente, que cuente con varios parámetros relevantes : un extenso periodo de explotación, y/o se halla obsoleta y con una alta cantidad de faltas, será conveniente su reemplazo total.

Si además si se cuenta con un plan de digitalización en softswitch inminente, o la central dispone de un alto número de equipos ISDN y ADSL, será conveniente el reemplazo total, para que la red de acceso adopte las características propias de acceso digital para servicios avanzados de banda ancha.

A. 5. 12. 4. Estrategia pragmática

La estrategia pragmática es una combinación de las anteriores y representa en la práctica el caso más real dado que aquellos son acontecimientos teóricos extremos.

Si el estudio de la demanda refleja que existen zonas de alto potencial de demanda digital y baja demanda digital en las restantes, se procederá a dar servicio inicial a tales zonas formando áreas digitales, montando redes paralelas digitales en las áreas restantes. Luego se deberán interconectar éstas, con otras de similar situación. Esta circunstancia será mas evidente, cuando grandes empresas ubicadas en estas zonas digitales, desearán comunicarse con usuarios de las restantes zonas, usufructuando los nuevos servicios.

De tal forma, las islas digitales iniciales, comenzarán a formar caminos digitales entre ellas, por reemplazo de las redes analógicas. Estos caminos digitales a su vez crean zonas digitales, absorbiendo paulatinamente a las restantes zonas analógicas, hasta su total reemplazo.

A. 5. 12. 5. Adopción del mejor método

De acuerdo con las condiciones de la red existente, mantenimiento y ocupación, además de la cantidad de peticiones y concentración de la demanda, se podrá tomar una u otra, de estas metodologías. La estrategia pragmática de la planificación combina los distintos métodos, derivados de los estudios económicos, tiempos y objetivos de evolución a los nuevos servicios de la empresa operadora de telecomunicaciones.

Si la red existente es de ocupación saturada, de mantenimiento imperfecto o vida útil ya cumplida, se adoptarán relevos por sustitución comenzando por crear islas digitales en nuevas urbanizaciones. En el caso que las condiciones de la red existente sean medianamente recuperables podrá adoptarse la superposición de redes, prolongando el uso de la actual hasta su total reemplazo.

Un método conveniente de transición es el de crear anillos de fibras ópticas como colectores de grandes clientes, la creación de centros distribuidores con estos anillos o independientes de estos y vinculándolos a centros de jerarquía mayor. Será esencial la reducción de las áreas de servicios de las centrales locales, constituyendo sub-áreas de conmutación remota o de distribución con URA, con el empleo de cables de alimentación de fibras ópticas, mas el apoyo de los sistemas inalámbricos de acceso, WiMax, WLL, etc.

También se podrá adoptar un primer paso con la estrategia de transición a la red digital integrada RDI y luego un segundo paso, cuando se observe nuevas condiciones, de la empresa y aavedez del mercado a los servicios integrados, con la red conmutada digital mediante equipos de Softswitch en camino a las denominadas redes de siguiente generación NGN (Next Generation Network), con base en los IMS (IP Multimedia Subsystem).