

ANEXO 4

Elementos de las Redes de Cobre

A. 4. 1. Revista de los componentes

En este anexo se pasa revista a distintos componentes tecnológicos, los que forman parte y son de uso con mayor asiduidad, a los sistemas empleados en las distintas redes analizadas en los restantes documentos. Por ser estos componentes comunes a varios sistemas su aglutinamiento y análisis conjunto evita su reincidencia y asimismo, se permite facilitar su consulta.

Hemos detallado los tipos de cables utilizados principalmente para telecomunicaciones e informática. Se tratan cables multipares, coaxiales y la variedad de empalmes empleados. El estudio de los temas se completa al analizar sus aplicaciones en el resto de los capítulos. En un Anexo aparte se trata todo lo referente a los componentes y técnica óptica.

Corresponde en esta oportunidad, extendernos sobre los detalles y terminología utilizada para los cables, los distintos conectores, como así también los componentes a utilizar en las redes informáticas, como ser módem y concentradores. Se ha prestado atención a la operación básica interna de una PC, pues esclarece ciertos mecanismos de software empleados en diversidad de sistemas.

A. 4. 2. Cables

Los operadores de redes de telefonía, de las LAN y de CATV, han estandarizado los medios físicos a ser utilizados en sus redes, como ser de cables de un par y multipares de cobre, como de coaxiales. Los distintos tipos de cables son utilizados según distintos factores de uso:

- Su frecuencia, ancho de banda o velocidad digital.
- El tipo de instalación exterior o interior.
- Su método de instalación, en edificio, subterráneo, enterrado directo o aéreo.
- El grado de riesgo o perturbación externa soportada.

A. 4. 2. 1. Cable multipar

Según su uso en redes para telefonía, datos o CATV se encuentran definidas diversas categorías de cables multipares.

Cable para redes telefónicas

Los cables para redes de telefonía, podrán diferir, en sus conductores, calibres utilizados, formación en pares o cuadretes, sus aislamientos, tipos de cubiertas e identificación empleados.

Conductores

En telefonía se emplean, conductores de cobre electrolítico recocido de distintas características de transmisión.

Para indicar sus valores admisibles se indican los parámetros primarios y secundarios a cumplir:

PARÁMETROS PRIMARIOS -TECNOLOGÍA

PARÁMETRO	SBT	ISDN	HDSL	ADSL
Resistencia Ohmica	55 - 113 y 280 Ω /Km 0.9, 0.6, 0.4 mm	170 - 222 y 350 Ω /Km 0.9, 0.6, 0.4 mm.	170 - 222 y 350 Ω /Km 0.9, 0.6, 0.4 mm.	170 - 222 y 350 Ω /Km 0.9, 0.6, 0.4 mm.
Inductancia (0-300 KHz).	587 - 699 y 750 mH/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm.	551 - 580 y 589 mH/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm.	551 - 580 y 589 mH/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm.	551 - 580 y 589 mH/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm.
Capacidad (+de 30 pares)	52 +/- 2 nF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm	52 +/- 2 nF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm	50 - 45 y 40 nF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm	50 - 45 y 40 nF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm
Resistencia Aislación (*)	>3 G Ω /Km -1° >1.5 G Ω /Km - 2°	0.3 G Ω /250 V	≥800 M Ω á 500 V	≥ 600 M Ω á 500 V
Desbalance de Resistencia	≤ 3 Ω	≤ 3 Ω	≤ 3 Ω	≤ 3 Ω
Rigidez Dieléctrica	Vcc = 10 KV Durante 3 seg.	Vcc = 10 KV Durante 3 seg	Vcc = 10 KV Durante 3 seg	Vcc = 10 KV Durante 3 seg
Desequilibrio de Capacidad. par a par	410 pF/500 m á 1 KHz	410 pF/500 m a 1 KHz	410 pF/500 m a 1 KHz	410 pF/500 m a 1 KHz
Desequilibrio de Capacidad. par-tierra	574 - 490 y 495 pF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm.	574 - 490 y 495 pF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm	574 - 490 y 495 pF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm	574 - 490 y 495 pF/Km 0.4, 0.6, 0.9 mm

PARÁMETROS SECUNDARIOS

PARÁMETRO	SBT	ISDN	HDSL	ADSL
Atenuación	36 dB á 0,40 KHz	36 dB á 40 KHz	35 dB á 260 KHz	61 dB á 300 KHz
NEXT	Despreciable	-74 dB a 80 KHz	-55 dB á 110 KHz	-55 dB á 110 KHz
FEXT	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
Tasa de Error	Despreciable	BER = 10 ⁻⁶	BER = 10 ⁻⁹	BER = 10 ⁻⁷
Ruido Blanco	Despreciable	≤ -48 dBm á 320 KHz	≤ - 60 dBm á 320 KHz	≤ - 48 dBm á 320 KHz
Relación Señal /Ruido	Despreciable	≥ 6 dB	≥ 6 dB	≥ 6 dB
Ruido Impulsivo	-----	<25 impulsos< -21 dBm/15 min.	<25 impulsos< -21 dBm/15 min.	<25 impulsos< -21 dBm/15 min.
Cu = 0.40 mm	≤ 1.2 K Ω y 1.74 dB /Km Rec. 4.2 Km	9.5 /11 dB /Km á 40/80 KHz Rec.3.5 Km	13.9 dB /Km á 260 KHz Rec. 2.51 Km	14 dB /Km á 300 KHz Rec. 4.3 Km
Cu = 0.65 mm	≤ 1.2 K Ω y 1.16 dB /Km Rec. 6.89 Km	5.3 /6.2 dB /Km á 40 /80 KHz Rec. 6.5 Km	10.7 dB /Km á 260 KHz Rec. 4.3 Km	8.9 dB /Km á 300 KHz Rec. 6.8 Km
Cu = 0.90 mm	≤ 1.2 K Ω y 0.77 dB /Km Rec. 10.38 Km	3.2 /4.5 dB /Km á 40 /80 KHz Rec. 10.6 Km	5.73 dB /Km á 260 KHz Rec. 6.1 Km	5.9 dB /Km á 300 KHz Rec. 10.3 Km

Respecto a emplear conductores de aluminio, pensando por su bajo costo y menor peso en kilogramos por kilómetro, pero no reunir éste similares características de ductibilidad, maleabilidad y resistencia a la corrosión, con respecto al cobre, no logrando su aceptación práctica.

Calibres empleados

Los calibres (diámetros) comúnmente empleados, según norma AWG de USA (American Wire Gauge) corresponden a:

NORMA AWG

CALIBRE AWG	DIÁMETRO (mm)
#26	0.405
#24	0.511
#22	0.644
#19	0.912

En muchos países que se ha normalizado a su relación decimal, se han ajustado respectivamente a: 0.40, 0.50, 0.65 y 0.90 mm.

Formación de cableados

En las redes urbanas o interurbanas los cables se emplean en formación de pares, aunque ciertas administraciones lo aplican en formaciones de cuadretes.

Los cables a pares, se forman trenzando los conductores sobresimismo, retorciéndolos en longitudes definidas, a las que llamamos “paso”. En cambio, los cables a cuadretes al disponerse como dos pares en formación de cruz, permiten alejar las caras internas de los conductores logrando un alto valor de capacidad mutua y con ello menor atenuación, por lo que se los utilizan para redes de alta calidad, por ejemplo para uso de transmisión en altas frecuencias, transmisiones de broadcasting o sistemas múltiplex.

Aislamientos

Según si se trata de cableados de edificios o redes de planta externa se tendrán básicamente, dos tipos de aislamiento de los pares, en policloruro de vinilo PVC (Polyvinyl Chloride), para cables utilizados en interior de oficinas centrales o edificios particulares, y de aislamiento en polietileno PE, para redes externas. También se utiliza un aislante llamado celular (foam) que presenta un espesor menor con mejores cualidades aislantes. Antiguamente la aislación se practicaba con cintas de papel colocadas en forma de espiral o longitudinalmente, también otro método empleado fue mediante la colocación de una capa de pulpa de papel.

Cubiertas

Otro punto muy importante lo constituye el tipo de cubierta exterior de los cables, pues sirve de pantalla a las ondas electromagnéticas, protección mecánica contra golpes o raspaduras en su instalación y sobre todo como blindaje al agua y humedad ambiente. Los hay con cubiertas tipo polietileno aluminio laminado PAL (Polietileno-Aluminio Laminado), Alpeth, Stalpeth, o también con blindajes y armaduras de acero para condiciones rigurosas o zonas con roedores.

Para cableados de edificios se emplea PVC que contenga algún aditivo que impidan la propagación de llama y producción de humo tóxico. Los primeros cables, desde fines del siglo XIX hasta cerca de 1970, llevaban como cubierta una gruesa lámina de plomo que los recubrían totalmente. Además de los cables cilíndricos son empleados otros tipos de cables según su empleo, por ejemplo para suspender los cables en su instalación aérea, cables autoportantes Forma 8. También cables rellenos, los que no permiten la entrada de agua o humedad y no requieren de sistemas de presurización, cables con pantalla divisoria interna para sistemas múltiplex PCM

Han sido de aceptación generalizada las cubiertas PAL. Su éxito se ha basado en disponer una capa de polietileno por el proceso de extrusión en caliente sobre una capa de aluminio, evitando la formación de una capa de aire entre ambas, la que permita la intrusión de agua. Son similares a los tipos Alpeth de USA, pero estos no llevan esta propiedad y además disponen de una pantalla metálica de espesor algo superior, por lo que deben ser corrugados para permitir su flexibilidad.

Otros cables empleados son los Stalpeth (USA) que están constituidos por una lámina de acero, otra de aluminio y recubierta por otra de polietileno. También los blindajes metálicos deben ser corrugados en su fabricación.

Identificación

Cada aislamiento de conductor dispone de una coloración diferente, lo que permite diferenciarlo dentro del mismo par y del conjunto total de pares. Para ello se emplean códigos de colores normalizados. El agrupamiento de pares dentro del cable también dispone de una cierta norma que hace a la numeración de pares.

Capacidad en pares

Los cables de baja capacidad en pares se presentan en 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150 y 200 prs., empleados para:

Cableados internos	10 á 200 prs.
Redes aéreas	10 á 200 prs.
Redes de manzana	50 á 300 prs.

Los cables de alta capacidad en pares se obtienen pasos de 300 prs y se emplean para:

Redes subterráneas auxiliares	100 á 300 prs.
Redes subterráneas principales	600 á 2400 prs.
Redes directamente enterradas	400 á 3000 prs.

Más detalles de conductores, formación de cableados, aislamientos, tipos de cubiertas e identificaciones, para los cables telefónicos, se han detallado en el cuerpo central de este trabajo.

A. 4. 2. 1. 2. Cableado multipar para las LAN y edificios inteligentes

La denominación regularmente empleada para la designación de cables multipares que se utilizan en las LAN, para cableados estructurados y de edificios inteligentes, se refiere a si disponen de cubierta de blindaje o no. Son los denominados UTP sin blindaje y los STP con blindaje. Además son agrupados según categorías asignadas según sus cualidades de transmisión.

Cable multipar UTP

Se denomina corrientemente UTP (Unshielded Twisted Pair) al cable multipar que no dispone de blindaje. Típicamente se utilizan conjuntos de 4 pares

El cable multipar UTP esta formado por pares de conductores de cobre aislados con material plástico, ya fuera policloruro de vinilo PVC o polietileno PE. Cada par está retorcido sobresimismo con un paso determinado (trenzado), ello permite minimizar los efectos de diafonía entre pares o fuentes inductoras desde el exterior. Las fuentes inductoras mas comunes son los transformadores, repetidores (relay) o motores.

El cable UTP, corresponde a la especificación 10BaseT, Norma 802.3 del IEEE (Anexo IX). Su longitud máxima, para una LAN, es de 100 m. Es muy utilizado, por ser un cable económico. La norma para cableado de edificios comerciales EIA/TIA 568, de EUA, emplea cables UTP, que la industria clasifica en distintas categorías. Esta norma define los parámetros eléctricos a cumplir (Anexo XII) y que garantiza la homogeneidad de los productos comerciales, considerando las distintas situaciones de aplicaciones de cableados y edificaciones:

Categoría 1

La categoría 1 se refiere al cable UTP telefónico, utilizado para el transporte de voz y no de datos. Para voz digitalizada, se limita a 20 Kb/s. Especialmente se deberá cuidar no usar pares sin trenzar.

Categoría 2

Se basa en el tipo 3 del sistema de cables de IBM. La categoría 2, certifica un cable UTP para transmisión de datos hasta 4 Mb/s.

Se utiliza en instalaciones de RDSI-BE. Consta de cuatro pares trenzados.

Categoría 3

La categoría 3, certifica un cable UTP para transmisión de datos hasta 10 Mb/s.

Se usa específicamente con redes 10BaseT. Consta de cuatro pares trenzados, con un paso de 13 vueltas / metro.

Categoría 4

La categoría 4, certifica un cable UTP para transmisión de datos hasta 16 Mb/s.

Se caracteriza por su baja atenuación y baja diafonía. Se utiliza preferentemente en redes Token Ring. Consta de cuatro pares trenzados.

Categoría 5

Esta categoría, certifica un cable UTP para transmisión de datos hasta 100 Mb/s. Se podrá utilizar en redes FDDI con cableado en cobre. Estos cables UTP constan de cuatro pares trenzados.

Cable multipar STP

El cable STP (Shieldied Twisted Pair), se refiere al cable de pares trenzados, que llevan una pantalla electromagnética como blindaje de influencias externas. En ciertas oportunidades se podrán emplear, grupos de pares blindados dentro del cable.

El cable STP, con pantalla de blindaje externa, no irradiará inducciones al exterior, así mismo permitirá su utilización en las proximidades de altas fuentes inductoras de ondas electromagnéticas, lo que lo hace menos susceptible a interferencias, generadoras de errores en la transmisión.

El cable STP, que dispone de una fina lámina metálica de blindaje entre pares, además de proporcionar una excelente inmunidad a las interferencias externas, es menos susceptible a interferencias internas entre servicios, permitiendo considerables velocidades de transmisión y obtener mayores distancias para el transporte de la información. Típicamente se utiliza en cables de dos pares, donde se coloca una malla para cada par y otra para el conjunto (Fig. 1).

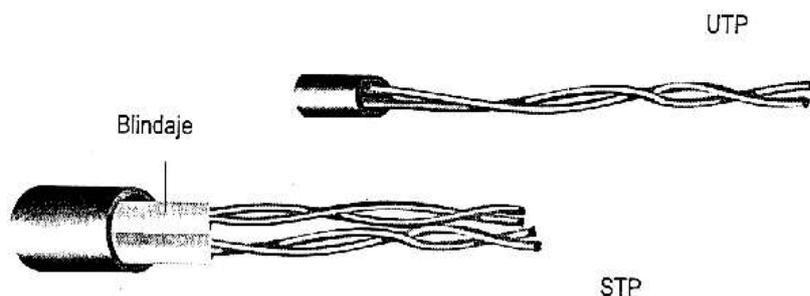


Fig.1 - Cables trenzados blindados STP y no blindados UTP

Se deberá cuidar los distintos efectos de diafonía, paradiafonía cuando la perturbación se hace presente en los extremos cercanos y telediafonía cuando se hace presente en el extremo lejano. Para ello los cables deben ser trenzados sobre sí, con pasos de por lo menos dos vueltas por cada 30 cm, para calibres de 24 o 26 AWG (Capítulo 3).

Según el tipo de cubierta exterior y su material, se podrá usar para instalar en áreas expuestas al sol y / o humedad, en edificios, subterráneo en canalizaciones, enterrado directo o en instalaciones aéreas (Capítulo 2).

La capacidad en pares es variable, desde un par, hasta 3600 pares. En cables para interior de edificios la máxima capacidad es de 300 pares. Se conforman en subgrupos o grupos de 25 pares y 100 pares, según la capacidad total de pares en el cable.

La cantidad de pares a colocar, es definida según el mayor tráfico de comunicaciones simultáneas a cursar. Actualmente no se utilizan gran cantidad de pares, pues en los casos de alto tráfico, se disponen cables coaxiales o de fibra óptica.

Sistema de cableados de IBM

La IBM desarrolló en 1984, su exclusivo sistema de cableado, con sus propias normas y nomenclaturas.

El sistema IBM define los :

- Tipos de cables.
- Conectores de cables.
- Clavijas de conexión.
- Paneles de distribución.

La mayoría de los elementos, son similares a otras especificaciones, salvo el conector IBM que es de un solo tipo y hermafrodita, es decir macho / hembra.

Los calibres (diámetros) de conductores metálicos, se ajustan al estándar AWG, como vimos en cables telefónicos, como: #19, #22, #24 y #26.

Por otra parte los cables tipo IBM se clasifican por clase de cableado, según su aplicación:

- Tipo 1 - Dos pares STP, 22 AWG, en una malla blindada, utilizados para estaciones de trabajo (workstations) y MAU.
- Tipo 2 - Dos pares trenzados, 22 AWG, en una malla blindada, utilizados para datos y cuatro pares trenzados, 26 AWG para voz.
- Tipo 3 - Cuatro pares trenzados, 26 ó 24 AWG para voz.
- Tipo 4 - Sin definir.
- Tipo 5 - Dos conductores de fibra óptica multimodo de 62.5 / 125 micras.
- Tipo 6 - Dos pares trenzados, 26 AWG, con blindaje de malla y lámina metálica, para datos.
- Tipo 7 - Sin definir.
- Tipo 8 - Cuatro planos con dos pares trenzados #26 AWG, tienen la mitad de la longitud máxima que para el cable Tipo 1.
- Tipo 9 - Cable de pares trenzados blindado, contra incendios, para datos.

Se utilizan tanto los conectores MIC, RJ-45, como el RJ-11.

CARACTERÍSTICAS DE CABLES PARA LAS LAN

CARACTERÍSTICA	UTP / STP	THINNET	THICKNET	Fibra Óptica
Costo	barato	Regular	regular	caro
Longitud (m)	100	200	500	140 000
Flexibilidad	muy flexible	Flexible	menos flexible	poco flexible
Instalación	muy fácil	Fácil	fácil	menos fácil
Conexión	muy fácil	Fácil	fácil	menos fácil
Interferencia	UTP mucha STP poca	Mínima	mínima	no susceptible

A. 4. 2. 2. Cable coaxial para telefonía

La estructura de los cables coaxiales está conformada por un par de conductores de cobre, donde uno de los conductores es interno central y el otro lo rodea concéntricamente, separados con un material aislante plástico, continuo o discontinuo, entre los conductores (ver Capítulo 4 del cuerpo central de este trabajo).

Los cables coaxiales para telefonía han sido utilizados como vínculo de enlace entre centrales telefónicas interurbanas y cables submarinos para enlaces internacionales anterior al desarrollo de los cables de fibra óptica. Actualmente se emplean en redes de acceso en combinación con cables de fibra óptica y acometidas de pares trenzados. Se podrán encontrar también en los vínculos a antenas terrenas o como rutas alternativas de equipos de radioenlaces.

Al estar formados por dos conductores concéntricos, uno interno central y otro externo que lo rodea, el conductor central podrá estar construido por un cable de conductores flexible o un conductor cilíndrico rígido, y el exterior tendrá conformación de malla flexible o de lámina sólida. Si se emplea una lámina sólida, la misma junto a la cubierta exterior protectora conforman una doble protección, al agua y a las ondas electromagnéticas inductoras.

En cables urbanos se dispone un material aislante plástico continuo entre los conductores interno central y externo (Fig. 2a), mientras que para cables interurbanos se emplean tubos coaxiales en formación de pares. Estos tubos están constituidos por un conductor periférico y otro central rígido con aislante de aire y arandelas plásticas separadoras que mantienen un alineamiento constante entre ellos. En este caso los cables son presurizados con aire seco inyectado a presión (Fig. 2b).

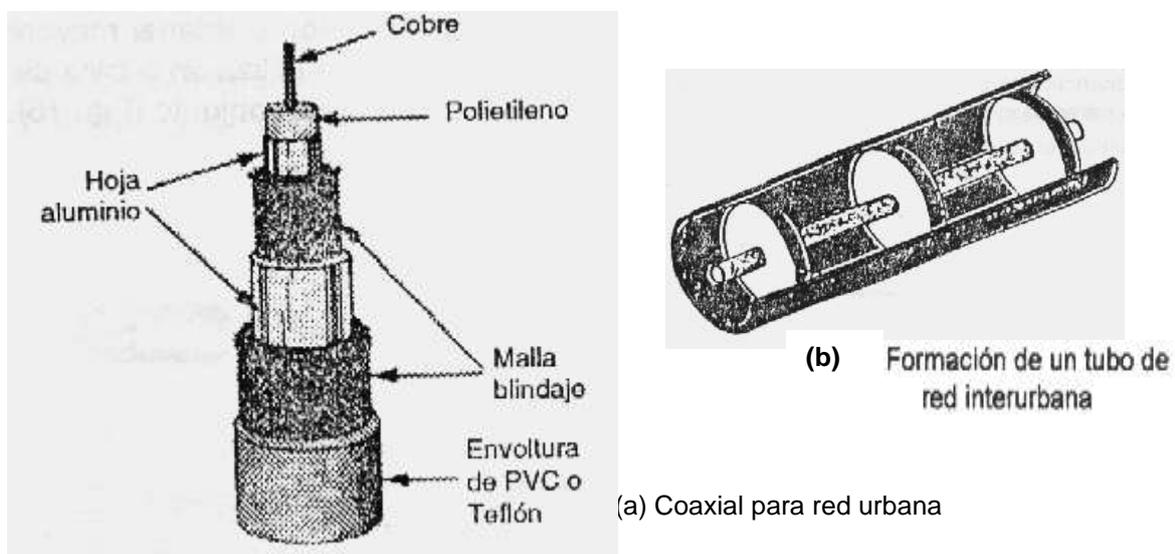


Fig. 2 - Coaxiales para redes de telecomunicaciones

En entornos sujetos a altas interferencias es necesario un blindaje cuádruple, dos capas de lámina metálica y dos capas de material plástico. Su cubierta protectora exterior será definida según su lugar de instalación, generalmente constituida en una capa de polietileno. La cubierta podrá ser de PVC, o de polietileno, PE.

El PVC, permite disponer de un cable flexible para los cableados interiores, sin embargo en áreas donde la temperatura llegue a valores mínimos o muy altos extremos, instalados en cielorosos cercanos a cerca de ductos de aire acondicionado, se deberá seleccionar cables de polietileno especial como el Plenum.

Ambos materiales deberán disponer de un ingrediente aditivo que lo haga inmune a la propagación de la llama y producción de humo tóxico. Los cables ignífugos, libres de halógenos, reducirán los daños en caso de incendio.

Los primeros cables fueron instalados próximos al año 1950, como enlace interurbano. Su instalación ha sido de enterrado directo, al igual que sus repetidoras. En algunos casos se han construido cabinas especiales para alojar las repetidoras. Cada tubo estaba formado por un conductor central de 2.6 mm de diámetro y uno externo de 9.5 mm de diámetro interior.

Los cables podían contener en sus comienzos 6 tubos, en los años siguientes 8, 12, 20 y por último hasta 22 tubos. Alojaban entre estos tubos pares a cuadretes de 0.91 mm para servicios de telefonía baja frecuencia (BF) y de alta frecuencia (AF) para vincular poblaciones cercanas de menor importancia. Los cuadretes de BF estaban pupinizados, mientras que los de AF se empleaban con sistemas de onda portadora, por lo que no se pupinizaban. Además se acomodaban pares trenzados blindados de 0.91 mm para radiodifusión y señalización, circuitos de alarmas con manómetros de sistemas de presurización.

Se asignaban conductores para telealimentación de repetidoras y líneas de orden entre oficinas y repetidoras. La telealimentación se realizaba intercalando filtros a los conductores utilizados para telefonía, que desacoplaban las corrientes de alta frecuencia separándola de la alimentación en corriente continua. Para enlaces de menor capacidad se empleaban cables de un solo tubo, con sistemas de transmisión de doble sentido. Esta técnica se empleó también para cables submarinos.

Las primeras redes analógicas contaban con técnicas que disponían un ancho de banda de 4 MHz y una capacidad de 960 canales telefónicos o de un solo canal de TV por cada par de tubos coaxiales. Posteriormente (año 1953) se implementaron técnicas de 12 MHz usando la misma infraestructura instalada, anexionando nuevas repetidoras distanciadas cada 4.5 Km, contenían 1200 canales telefónicos mas un canal de TV.

A continuación (año 1974) se lograron anchos de banda de 60 MHz por tubo, con repetidoras cada 1.5 Km, que posibilitaban transmitir 10800 canales telefónicos, 6 canales de TV, ó sus combinaciones. Los primeros sistemas digitales (año 1980) permitieron disponer de hasta 7680 canales con velocidades de 565 Mb/s. En años posteriores a esa época fue de mayor beneficio el uso de cables de fibra óptica para enlaces extensos.

A. 4. 2. 3. Cable coaxial para las LAN

Para uso en las LAN, se aplicarán coaxiales finos (thinnet), o gruesos (thicknet), según la arquitectura adoptada. Su aplicación se trata exhaustivamente en el Anexo IX.

El Thinnet RG-58 A/U es un coaxial grueso, con núcleo de cable trenzado flexible de $\phi 1/4"$. Conecta directamente las estaciones de trabajo (workstation) en línea (Bus). Según su constitución, podrá transportar satisfactoriamente la señal en una longitud de 200 m., o algo mayor (Fig. 3a).

El Thicknet o Standard Ethernet, es un coaxial fino, con conductor central macizo, relativamente rígido de $\phi 1/2"$. Generalmente sirve de cable troncal, para formar redes Thicknet o interconectar pequeñas redes Thinnet. Según su constitución, podrá transportar la señal satisfactoriamente en una longitud de 500 m., o mayor (Fig. 3b).

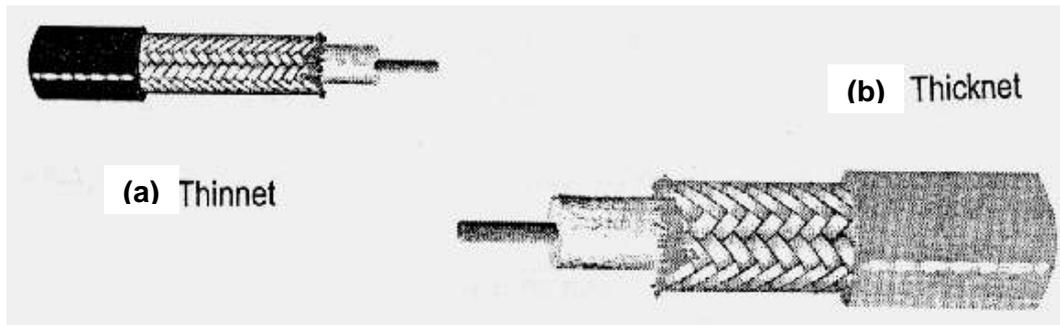


Fig. 3 - Cable coaxial fino (thinnet) y grueso (thicknet)

Se podrá indicar como coaxial de uso rutinario, a los bajo norma (Fig. 4)

RG-58 /U	Coaxial con núcleo macizo.
RG-58 A/U	Coaxial con núcleo de cable trenzado.
RG-58 C/U - RG-58 A/U	Coaxial con especificación militar.
RG- 62 A/U	Coaxial para redes ArcNet

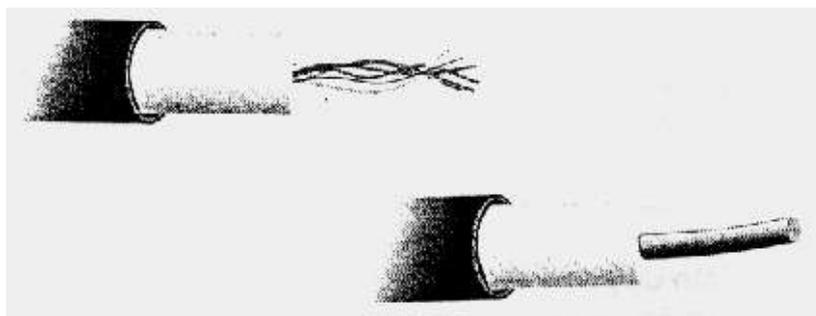


Fig. 4 - Cable coaxial trenzado RG-58 A/U y macizo RG-58 /U

Los cables coaxiales RG-58 en uso para las LAN, tienen como impedancia característica un valor de 50 Ohm, para redes Ethernet, mientras que para las instalaciones ArcNet y para las mainframe IBM, tiene un valor de 93 Ohm.

A. 4. 2. 2. 3. Cable coaxial para CATV

En redes de CATV, se utilizan cables coaxiales de diámetros mayores:

- En las redes troncales de 0.75", 0.875", 0.860", 1.00" y 1.25" de diámetro,
- En las redes de distribución de 0.412", 0.500" y 0.625" de diámetro,
- En las redes de acometida al abonado tipo RG-59, RG-6, RG-7 y RG-11.

Los cables coaxiales para CATV tienen como impedancia característica un valor de 75 Ohm.

Los cables para acometida de CATV son construidos con un conductor central de acero recubierto con cobre, rodeados de un dieléctrico de polietileno celular (foam).

El conductor exterior (blindaje) consiste en una combinación de cintas de aluminio o mallas de hilo trenzado de aluminio. Se proveen tres tipos de blindajes. En el estándar la cinta de aluminio se coloca longitudinalmente solapada y adherida al dieléctrico. En el blindaje triple igual al estándar mas la colocación de una lámina longitudinal de aluminio solapada. En el blindaje cuádruple igual al blindaje triple mas una malla de hilos de aluminio.

Todo el conjunto está recubierto por una lámina de PE ó PVC con protección contra los rayos ultravioletas (negro de humo).

Estos cables podrán ser autoportados con un mensajero (suspensor) de acero galvanizado de 1.3, 1.83 ó 2.11 mm de diámetro.

Los diámetros exteriores de los cables de acometida son normalizados en los valores:

DIAMETRO EXTERIOR DE CABLE COAXIAL (mm)

BLINDAJE	ESTÁNDAR	TRIPLE	CUÁDRUPLE
RG-59	6.10	6.20	6.73
RG-6	6.93	7.06	7.54
RG-7	8.10	8.20	8.64
RG-11	10.16	10.26	10.34

A. 4. 3. Empalmes

Las longitudes de los tramos a instalar tienen dos limitantes: longitud de fabricación y longitud de instalación. Ello se debe principalmente a la facilidad de manipulación del material. En redes de acceso además es necesario dejar para la distribución de ramales y dispersión para la llegada al abonado, puntos de empalme en los mismos cables.

Para construir un empalme se requiere efectuar tres operaciones: primero empalmar los conductores en forma individual, restaurar su aislamiento y por último restablecer las cualidades protectoras de la cubierta del cable.

En este Anexo 4 se estudia los empalmes por fusión para fibras ópticas, exponiendo aquí tanto los empalmes de los conductores pareados, como los cierres de estos empalmes.

A. 4. 3. 1. Empalmes de pares

Para empalmar los conductores en forma individual, primero sería necesario quitar el aislamiento de los conductores, limpiar sus superficies, efectuar el empalme y restaurar su aislamiento. Estas distintas operaciones se realizan actualmente en una sola operación mediante el uso de conectores del tipo por inserción. Otra consideración importante significa realizar un empalme que presente la mínima resistencia óhmica en su continuidad de línea.

El conector por inserción de AMP ó 3M Co. permite lograr esta cualidad. Éste consta de una lámina con hendiduras en forma de U para insertar los conductores, la que está recubierta de aislante formando una pieza del tamaño de un prototipo mediano.

La conexión se realiza, insertando a presión el conductor sin quitar su aislamiento, con ello se evitan varios pasos del procedimiento. La operación de empalme se realiza utilizando pinzas o máquinas neumáticas automáticas. La máquina de empalmar incluso podrá probar la condición final de conductividad eléctrica, para en su caso rehacer el empalme.

Se presenta en diferentes tipos, para efectuar empalmes rectos, es decir sin conductor en múltiple, efectuar empalmes con conductores en múltiples o también del tipo sangría conectando el conductor de un ramal sin cortar la continuidad del conductor principal. Para la selección del modelo de conector, se debe especificar el calibre de los conductores a empalmar, pues se proveen para distintos tamaños. Los detalles son vistos en el Capítulo 3, del cuerpo central.

También se han empleado conectores denominados “B” (por Bell System) formados por un manguito interior metálico perforado con espigas (similar a un rallador de pan). Al presionar el manguito conteniendo dos conductores, perfora el aislamiento y hace contacto firme con los conductores. Para ello consta realmente de dos láminas una totalmente elástica de acero que hace el contacto y otra deformable, de latón, cobre o bronce, que retiene este contacto. El conjunto de láminas está cubierto de un material aislante plástico.

Un diseño de British Post Office ó tipo Picabond aprovecha las técnicas de inserción y tiene similar proceso al tipo B. Al ser cerrado se pliega una lámina, insertado y conectando en esta operación a los conductores.

Otro diseño de la firma 3M Co. consta básicamente de dos placas plásticas que contienen contactos del tipo U y láminas cortantes. Al presionar ambas placas se acoplan. Si previamente se preparan entre ambas placas, intercalando 25 pares, al presionar las mismas mediante una máquina los conductores se empalman y corta el material sobrante (Ver figuras en Capítulo 6).

A. 4. 3. 2. Conectores para redes telefónicas y LAN

Para la instalación de las redes telefónicas y de datos LAN, se dispone de distintos tipos de conectores para vincular los cables entre si, o entre estos a las placas adaptadoras de red.

Las conexiones de cables UTP, STP y de fibras ópticas, se realizarán según empalmes o mediante conectores, según las normas convencionales en uso para cada caso. Sin embargo podremos detallar en general, que conectores se utilizan para vincular los distintos cables a las placas adaptadoras de red, en las estaciones de trabajo (workstations). Los conectores empleados para la redes de fibra óptica son tratados más adelante.

Las Workstation podrán tener más de una salida, con dos o más tipos de conectores en la parte posterior de la placa de red. Si es este el caso se tendrá que Buscar el cable puente que las vincula y la llave conmutadora (switch) sobre la placa, o sino la opción en el software correspondiente, para su selección. Se deberá siempre recurrir al uso de herramientas para montar los conectores apropiadamente, sobre todo para conectores RJ con cables trenzados y BNC (British Naval Connector) con coaxiales.

Conector MIC

El conector de interfaz de medios MIC (Media Interface Connector), se utiliza para unir cables telefónicos tipo 1 y 2.

Conector RJ-9

El conector telefónico RJ-9, se emplea para vincular el microteléfono al aparato de teléfonos.

Conector RJ-11

El conector telefónico RJ-11, empleado comúnmente para conectar una línea telefónica. Dispone de 2, 4 ó 6 contactos. Se utiliza para unir cables tipo 3. También los conectores RJ-14 y RJ-25, de 6 contactos conectan 2 y 3 líneas de telecomunicaciones, respectivamente (ver Anexo IX).

Si denominamos T1 (tip1) al conductor (a) de un par y al conductor (b) del mismo par R1 (ring1) y así para los restantes pares, la conexión de los conductores de los cables se efectuará como:

EIA/TIA 570

Contacto 1 (Pin #1) - T3
 Contacto 2 (Pin #2) - T2
 Contacto 3 (Pin #3) - R1
 Contacto 4 (Pin #4) - T1
 Contacto 5 (Pin #5) - R2
 Contacto 6 (Pin #6) - R3

Conector RJ-45

Una red Ethernet 10BaseT utiliza cables multipares, que emplea conectores telefónicos RJ-45, de 8 contactos. También las redes Token Ring de IBM, utilizan esos conectores. Se utiliza para unir cables Tipo 3 (Fig. 5).

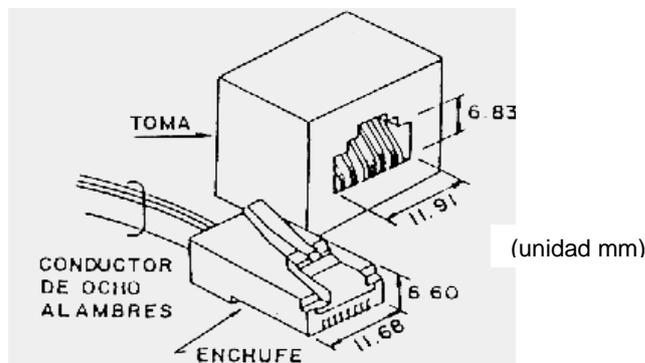


Fig. 5 - Conector RJ-45

	EIA/TIA 568 ^a 10BaseT	EIA/TIA 568B AT&T 258A
Contacto 1 (Pin #1)	T3	T2
Contacto 2 (Pin #2)	R3	R2
Contacto 3 (Pin #3)	T2	T3
Contacto 4 (Pin #4)	R1	R1
Contacto 5 (Pin #5)	T1	T1
Contacto 6 (Pin #6)	R2	R3
Contacto 7 (Pin #7)	T4	T4
Contacto 8 (Pin #8)	R4	R4

Los conectores tipo RJ-61, de 8 contactos permiten conectar hasta 4 líneas de telecomunicaciones.

Conector BNC

Una red Ethernet, con cable coaxial fino (thinnet), utiliza para su conexión a la placa adaptadora de red, un conector denominado BNC en T (Fig. 6).

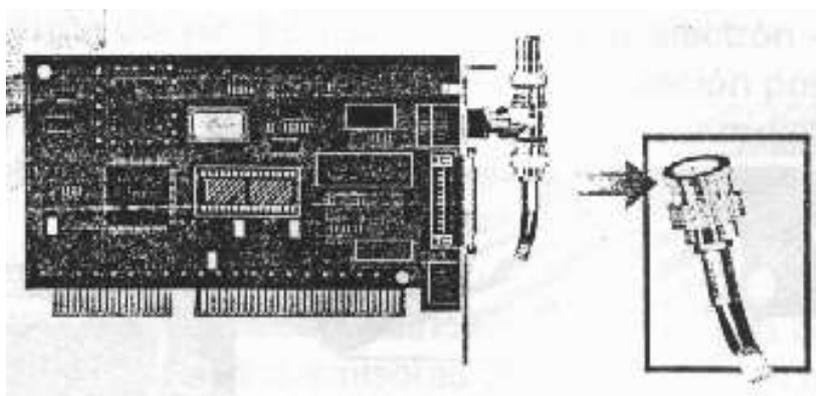


Fig. 6 - Conector BNC en placa adaptadora

Este conector se monta al cable mediante herramienta de presión o soldadura utilizando el conector cilíndrico BNC (Fig. 7).

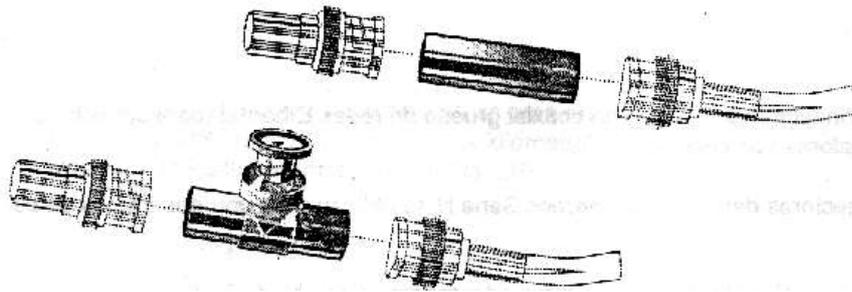


Fig. 7 - Conectores BNC en T y BNC cilíndrico

Un terminador adaptador de 50Ω , de impedancia, cierra los extremos del circuito (Fig. 8)

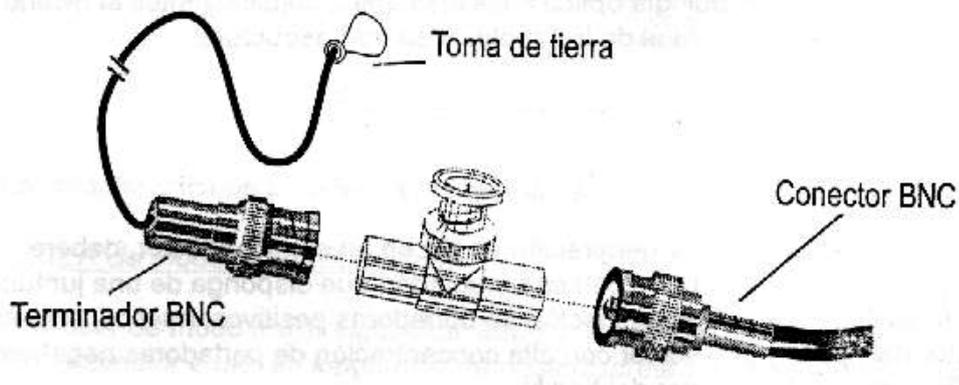


Fig. 8 - Terminador BNC

Conector AUI

Una LAN Ethernet, con cable coaxial grueso (thicknet), utiliza el conector de 15 pines AUI (Attachment Unit Interface), también conocido como DIX (Digital Intel Xerox) o DB15, para conectarse a la placa adaptadora de red de una workstation (Fig. 9).

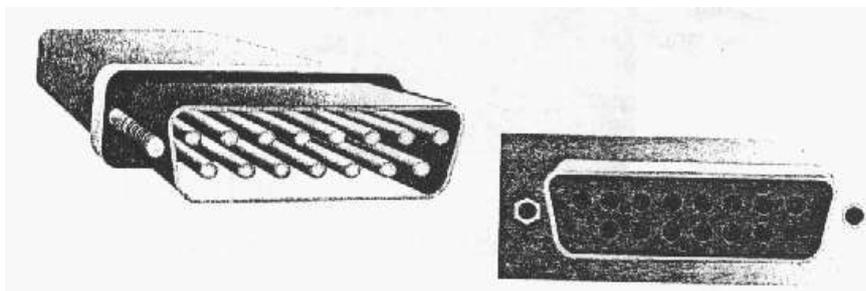


Fig. 9 - Conector AUI de 15 pines

Conector Serie N

Estos conectores se utilizan en coaxial grueso de redes Ethernet, para conectar a transceptores con conector en T.

Los conectores denominados aéreos Serie N se utilizan para unir dos tramos de cables. También se dispone de terminadores adaptadores Serie N, de 50Ω

A. 4. 3. 3. Empalmes de cubiertas de cables

Luego del empalme de conductores, se deberá restituir la protección dada por las cubiertas de los cables. Además se deberá restablecer la continuidad eléctrica de la pantalla de blindaje electromagnética.

Diferentes tipos se emplean a esta finalidad, de lo que presentaremos los principales empleados al momento. Las empresas operadoras de telecomunicaciones emplean actualmente, con mayor asiduidad, cierre de empalmes con mangas termocontraibles, del tipo Raychem.

Estas mangas están conformadas de material retráctil al calor por con solo calentarlas mediante una llama. Este material es constituido en plástico previamente degradado reticulado química o radioactivamente. Al calentarse con la llama de un mechero de gas o por corriente eléctrica se contrae hasta quedar sujeto firmemente con los cables a empalmar. En su interior se dispone un pegamento que complementa la fuerte unión a las cubiertas de los cables. Un pigmento permite calibrar el calentamiento del manguito para dar solo el calor necesario. La parte interna del manguito incluye una lámina metálica que ofrece el blindaje electromagnético requerido y que también provee la rigidez mecánica necesaria (ver figuras en Capítulo 6).

Otros métodos son empleados según el caso, por ejemplo cajas de empalmes. Las cajas de empalme tipo Reliable están constituidas por dos piezas de aluminio, mitades de una carcasa que al unirse cierran el empalme. Se emplean en ramales aéreos. Para instalaciones enterradas o subterráneas, estas piezas se proveen en hierro fundido o en chapas de acero combinadas con protecciones plásticas. También las firmas Siemens ó Morel proveen cajas construidas en material totalmente plástico.

Los empalmes terminales o también llamados de disco, ubicados en los túneles de cables de las oficinas centrales de telefonía, presentan la particularidad de vincular un solo cable principal que parte hacia la planta externa, con varios pequeños cables que terminarán en el repartidor principal de la central. Por ello deberán estar constituidos en formato especial. Como su instalación no está ala intemperie, podrán ser fabricados solo en plástico, como ser de polietileno. La continuidad eléctrica la proporciona un puente interno formado por conductores que se vinculan a los respectivos blindajes de los cables a unir.

Estos cierres de empalmes, hasta aproximadamente el año 1970, al igual que en el resto de la red, estaban fabricados artesanalmente con chapas de plomo, pues los cables poseían cubierta enteramente en plomo. Uno de sus extremos debía poseer un elemento desde donde partiera varios cables, luego mediante una matriz se fabricaba un disco de plomo con agujeros circulares para soldar las cubiertas de los múltiples cables. Debido a ello a estos empalmes terminales generalmente se les denomina empalmes de disco.

En la época de transición entre las cubiertas de plomo con empalmes también cerrados con chapas de plomo, y las nuevas técnicas con cubiertas de plástico, y hasta tanto no se proveyesen carcasas de cierre plásticas, se tuvieron que adaptar los cierres de plomo a las cubiertas de plástico de los cables. Para ello se emplearon manguitos de transición del tipo termocontraible, los que fijaban y producían la estanqueidad necesaria.

A. 4. 4. Módem

Un módem es un dispositivo que permite comunicar equipos digitales, mediante una red telefónica analógica.

Como una línea telefónica existente estuvo diseñada para el envío de ondas vocales analógicas, para adaptar la transmisión de datos, se deberá transformar la señal de pulsos en señales de banda vocal. Las funciones de modular en el extremo emisor y demodular en el extremo receptor, son realizadas por los módems (Fig. 10).

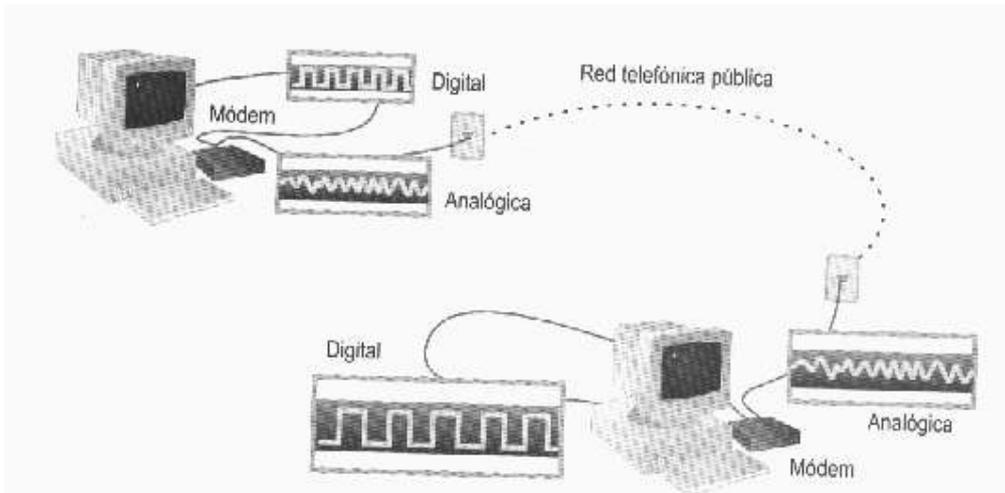


Fig. 10 - Función de los módems

El término módem esta formado por la contracción de la palabra modulador y demodulador. Los módem podrán ser internos instalados en forma de una placa dentro de una PC, o externos, equipados en cajas individuales. Se conectan a la línea telefónica mediante conectores RJ-11.

Los primeros módem, desde el año 1919, utilizaban velocidades de 300 b/s, para transmitir pulsos de información telegráfica. Actualmente se obtienen velocidades de 2.400 Kb/s, 9.600 Kb/s, 14.400 Kb/s, 19.200 Kb/s, 28.800 Kb/s, 38.400 Kb/s, 57.600 Kb/s y superiores.

También se ofrecen los módems asimétricos como ser el ADSL2 Plus, que logran velocidades de hasta 27 Mb/s en sentido downstream con 1 Mb/s en sentido upstream y los VDSL, que entregan hasta 50 Mb/s downstream , con 6.4 Mb/s upstream (ver Anexo VI).

Actualmente se utilizan distintos códigos de detección de errores y códigos de compresión para aumentar la velocidad de transmisión, como el MPEG-2 o el MPEG-4.

La UIT-T ha publicado una serie de recomendaciones para lograr la estandarización de los módem, como ser el:

- V.22, módem de 1.200 Kb/s para la red telefónica conmutada,
- V.22 bis, módem de 2.400 Kb/s para la red telefónica conmutada,
- V.29, módem de 9.600 Kb/s para circuitos punto a punto,
- V.32, módem de 9.600 Kb/s para la red telefónica conmutada a 2 hilos,
- V.32 bis para el módem en velocidades de 4.800 a 14.400 Kb/s,
- V.33, módem de 14.400 Kb/s para línea dedicada a 4 hilos,
- V.34 para el módem de hasta 28.800 Kb/s.
- V.42 para el módem de hasta 57.600 Kb/s.
- V.42 bis, módem con compresión de datos en tiempo real y protocolo MNP 5.

A. 4. 4. 1. Módem asíncrono y sincrónico

Existen diferentes entornos de red, que requieren diferentes métodos de transmisión de datos, luego se utilizan distintos tipos de módems, como asíncronos o síncronos.

En el tipo asíncrono cada carácter se transmite separado de otro carácter por una señal de inicio y una señal de parada. Los dispositivos emisores y receptores utilizan estas señales para sincronizar la transmisión, sin emplear relojes. El 25 % del tráfico de datos, en las comunicaciones asíncronas, es ocupado en el control y su coordinación.

La transmisión asíncrona tiene lugar en las transmisiones sobre líneas telefónicas. En estas líneas, con transmisión asíncrona, se podrán alcanzar velocidades de 28.800 Kb/s. Mediante métodos de compresión de datos se logran velocidades de 115.200 Kb/s.

En el tipo síncrono cada grupo de Bytes, denominado trama, se transmite separado de otro grupo de caracteres, con una señal de sincronización. Los caracteres de sincronización, comprueban su precisión periódicamente.

Los protocolos del tipo síncronos permiten:

- Formatear los datos en bloques,
- Agregar información de control,
- Comprobar la información para el control de errores.

Si existe un error en el esquema de detección provoca una retransmisión

La comunicación síncrona se basa en una coordinación del tiempo entre los dispositivos de transmisión de datos. Los protocolos más importantes en las comunicaciones síncronas son:

- Control sincrónico del enlace de datos (SDLC),
- Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC),
- Protocolo de comunicación síncronas binarias (BISYNC)

Los módem síncronos, son mas costosos que los asíncronos, pues requieren componentes que controlen la temporización (Fig. 11).

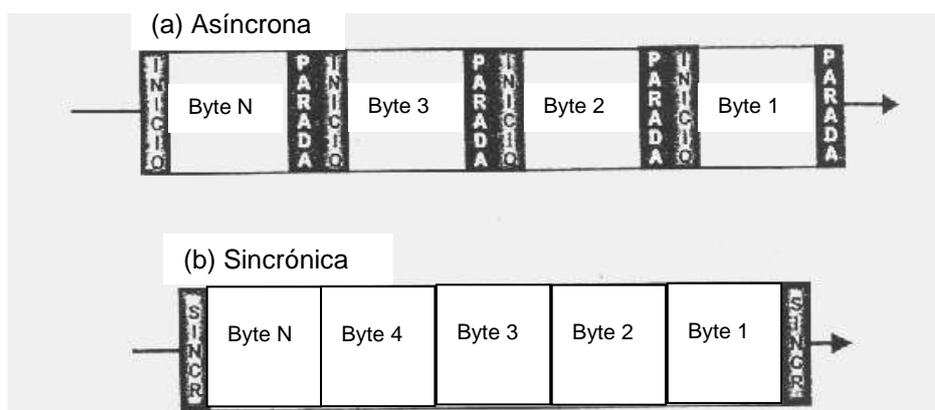


Fig. 11 - Secuencia de datos en comunicaciones asíncronas y síncronas

A. 4. 5. Concentrador

Se indica Hub a modo de sinónimo de equipo concentrador, sin embargo existen diferentes variantes en la función de un concentrador.

Los concentradores podrán estar conectados en conformaciones estrella, sin embargo podrán conformar topologías lógicas tipo Bus.

También se podrán formar con varios concentradores, topologías Bus en estrella. En el caso de un MAU se conforma una topología en anillo.

A. 4. 5. 1. Hub

Un Hub, podrá funcionar como concentrador pasivo, activo, inteligente o híbrido. Actualmente se han introducido los Hub conmutados.

Varias son las ventajas en utilizar concentradores avanzados:

- Conforman un cableado menor en la red,
- Si un equipo falla, solo quedará afectado ese segmento,
- Cambiar o ampliar los sistemas de cableado,
- Utilizar distintos cables,
- Permiten el diagnóstico de funcionamiento,
- Presentan la posibilidad de detectar conexiones con problemas,
- Ofrecen información estadística sobre el tráfico de la red,
- Proporcionan la supervisión centralizada de la red.

Hub pasivo

Un concentrador pasivo sirve al solo fin de ordenar los cableados, como puntos de conexión, transmite la señal sin regenerarla. Por ello no requieren energía eléctrica. Se deberá diferenciar también una función de los Hub pasivos, como divisores de la señal, “splitter”, que la distribuyen repitiendo en forma uniforme en varias direcciones, en relación de 1:2 hasta 1:16, en forma pasiva sin regenerarla.

El Hub pasivo, tiene generalmente 4 puertos, con conexiones tipo BNC. Se requiere instalar acopladores en los puertos no utilizados.

Hub activo

Un concentrador activo regenera los pulsos, es decir lo reconstituye al valor y forma de onda igual a la señal original. Requieren disponer de energía eléctrica. Un Hub activo es un acondicionador y amplificador de señales. Tienen generalmente 8 puertos. No requieren instalar terminadores en los puertos no utilizados.

Puede transmitir señales en longitudes de cables de mayor longitud (600 m) y / o alimentar otros Hub activos o pasivos mas pequeños, conformando así redes de distintas jerarquías, formando un esquema de doble estrella o esquema tipo árbol.

Hub inteligente

Un concentrador inteligente además de regenerar los pulsos, diagnostica sus cambios de configuración y permite conexiones a puertos de control.

Hub híbridos

Concentradores mas avanzados, llamados híbridos, podrán ser conectados con distintos tipos de cableados, ampliar redes o formar redes tipo árbol.

Hub conmutados

En el control de acceso al medio, para LANs con acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection), utilizando redes Ethernet, cada estación de la red determina cuando hay una señal de portadora activada, para poder enviar su trama de datos.

Éste, como otros métodos de acceso en LANs, trabaja bajo el principio de línea compartida. Ello reduce la velocidad normalizada de la red.

Una de las soluciones es emplear un concentrador que conmute los paquetes actuando como una PBX virtual. Al crearse la segmentación de la red, se obtienen mayores anchos de banda.

Topologías que utilizan Hub

Los concentradores podrán tener de 4 a 20 puertos de salida, para permitir su conexión a otros equipos de red, por ello se los llama concentradores multipuerto.

Pueden integrar una topología tanto Bus, como estrella. También emplea un esquema de broadcasting, en este tipo de esquema cuando llega una señal a un Hub, éste la difunde simultáneamente, por todas las líneas de salida.

Los concentradores conectados en topologías estrella, podrán realizar conformaciones lógicas tipo estrella y también Bus o anillo. A éstas se les denomina Bus en estrella y anillo en estrella (Fig. 12).

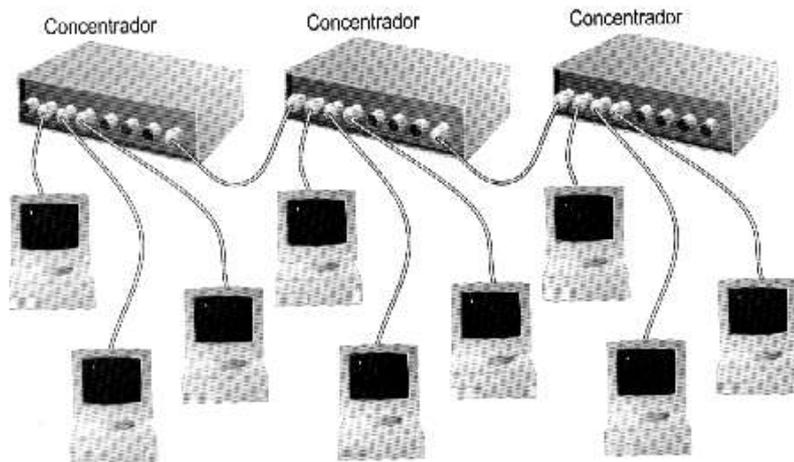


Fig. 12 - Red de Bus en estrella

El Bus en estrella es una combinación de topologías de Bus y estrella. Se utiliza en el método de prioridad según demanda, llamado 100VG - AnyLAN. En una topología anillo en estrella actúan como repetidores - regeneradores de las señales. Se podrán emplear Hub centralizados en un concentrador principal, tipo MAU (Fig. 13).

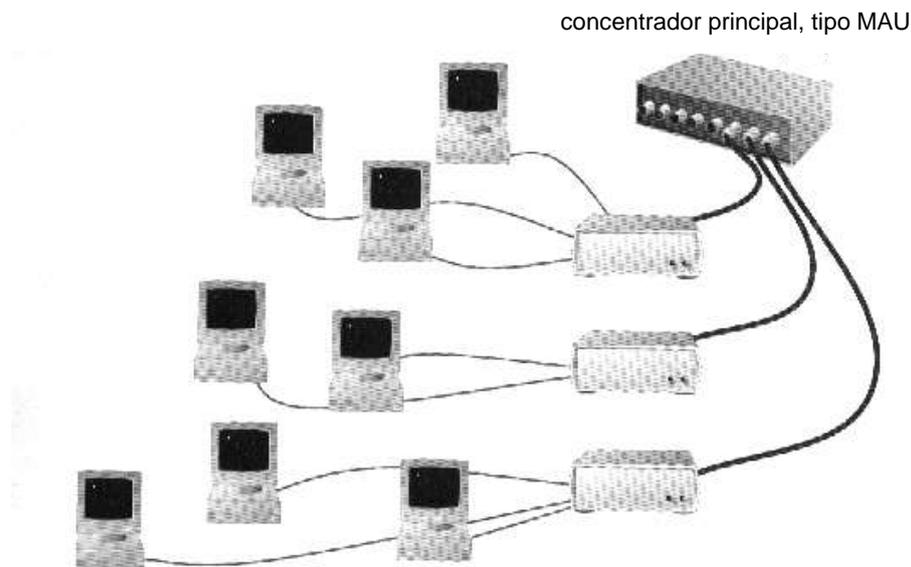


Fig. 13 - Red de anillo en estrella

A. 4. 5. 2. MAU

El concentrador denominado unidad de acceso multiestación MAU (Multistation Access Unit), actúa como formador de topologías tipo anillo, pudiendo formar una red anillo en estrella, en técnicas 100 Base X Ethernet y Token Ring.

Como en un Hub los equipos denominados workstations (computadoras preparadas con placas para red) o los equipos servidores, se conectan a las puertas del MAU en forma individual formando una topología física estrella.

La diferencia fundamental radica en que en el MAU se forma un anillo interno que crea una topología lógica en anillo. Al conectarse varios MAU en serie conforman una red anillo ampliada. Cuando la red esta completa, es decir cada puerto tiene conectado un equipo, la misma se podrá ampliar agregando otro anillo MAU, siempre que se sigan formando conformaciones tipo anillo (Fig. 14).

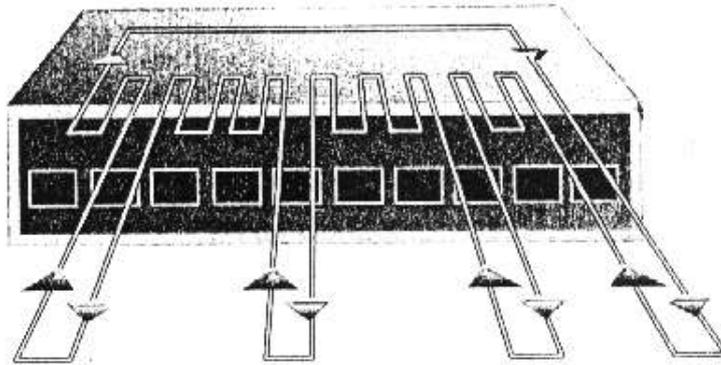


Fig. 14 - MAU conectada en anillo lógico, las flechas indican el sentido del token

En una red tipo Token Ring el concentrador recibe varios nombres, según su funcionalidad en la red.

- MAU (Multiestacion Access Unit), Unidad de acceso multiestación.
- MSAU (MultieStation Access Unit), Unidad de acceso multiestación de IBM.
- SMAU (Smart Multiestacion Access Unit), Unidad inteligente de acc. multiestación.

Un MSAU de IBM, aunque tiene 10 puertos de conexión, solo pueden tener 8 equipos conectados como máximo. Podrá formar un anillo ampliado mediante 33 concentradores, de esta forma podrá admitir 72 equipos cuando utilicen cables UTP ó 260 equipos con cable STP. Otros fabricantes disponen de concentradores con mayores capacidades.

Los puertos no utilizados están puenteados, sin embargo si se conecta una placa y esta falla, no es posible realizar el puenteo interrumpiéndose la red.

El cableado en topología anillo, se efectúa mediante cables UTP o STP al concentrador. Los cables deberán ser tipo 1, 2, ó 3 de IBM, aunque se recomienda el uso de tipo 3 de IBM.

En una conformación Token Ring, cada equipo se conecta al concentrador MSAU, con longitudes máximas de:

- 101 m, con cable tipo 1 de IBM.
- 100 m con cable STP.
- 45 m con cable UTP tipo 3 de IBM.

La longitud mínima de cable ya fuese blindado STP o no blindado UTP, deberá ser de 2.50 m.

Con cable UTP la red MSAU podrá contener 72 equipos, y con cable STP hasta 260 equipos.

La firma IBM también especifica la vinculación entre MSAU o entre equipo y MSAU, con cable tipo 6 de IBM, con un máximo de 45 m

A. 4. 5. 3. Bobinas de pupinización

Las bobinas de pupinización tienen la función de disminuir los valores de atenuación de un cable telefónico pareado. Estos cables son cargados con autoinducciones concentradas por lo que se los denominan cables pupinizados o cargados.

En la práctica se emplean bobinas individuales generalmente para efectuar compensaciones en la misma oficina central o tanques que contiene la cantidad de bobinas y del valor requerido para el cable proyectado.

Estos tanques podrán ser para colocación enterrada, en interiores de cámaras subterráneas, empotradas dentro de las mismas o sobre ramales aéreos (Fig. 17).

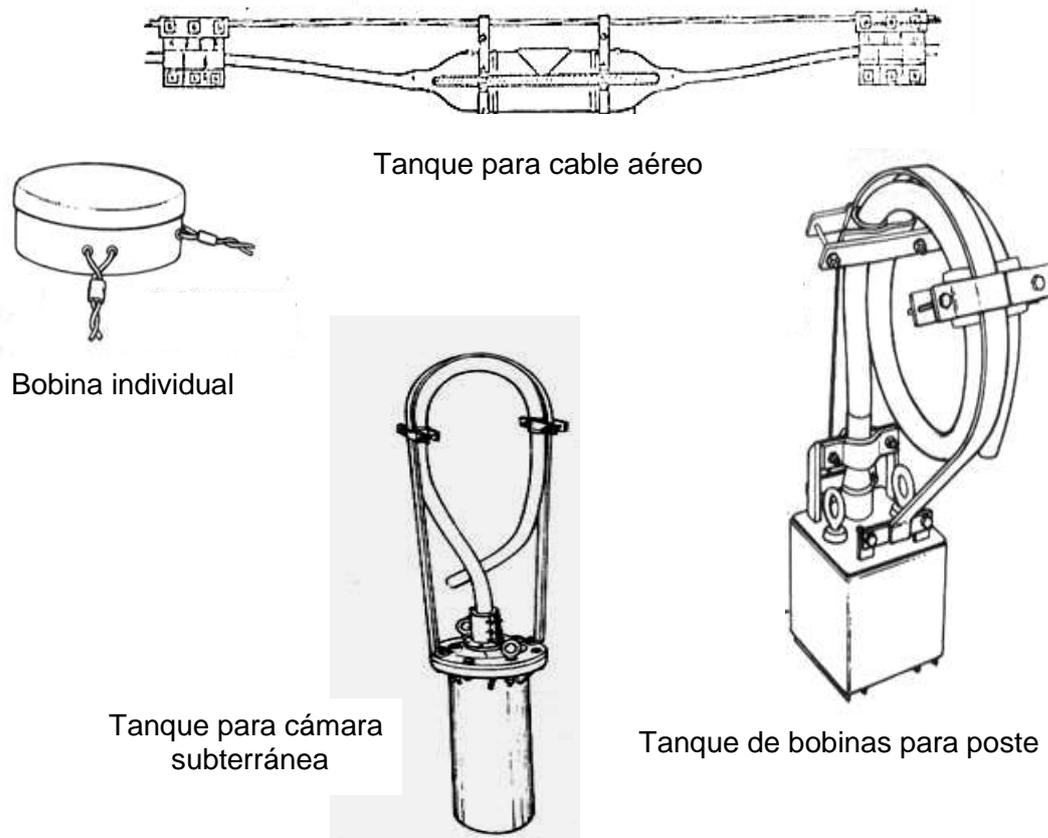


Fig. 17 – Bobinas de pupinización

A. 4. 6. Computadora personal

Computadora personal o PC es marca de IBM, sin embargo su uso ha llevado a la generalización del término.

La terminología de informática muchas veces confunde al diseñador de redes de telecomunicaciones, por ello creemos conveniente repasar algunos procedimientos operados en una PC, fijando los términos a utilizar y conceptos que luego emplearemos.

A. 4. 6. 1. Procesamiento de los datos

El procedimiento de cálculo operado por una PC, es similar al realizado manualmente mediante una calculadora: entrada, memorización, procesamiento y salida de los datos.

Supongamos una oficina que realiza un procedimiento de cálculos:

- 1) Un operador ingresa los datos e instrucciones en una planilla numerada.
- 2) Un supervisor selecciona las instrucciones a realizar y datos a utilizar.
- 3) Luego, ordena a un calculista realizar estas operaciones.
- 4) El calculista realiza esta serie de operaciones.
- 5) Otro operador anota en planillas los resultados.

En una computadora personal:

- 1) La Memoria Principal efectúa la tarea de ingreso y memorización de datos e instrucciones.
- 2) La Unidad de Control CU (Control Unit) establecer el orden de las acciones a realizar, según las instrucciones y datos extraídos de la Memoria Principal.
- 3) Disponer su ejecución a la Unidad Aritmética Lógica ALU (Arithmetic Logical Unit).
- 4) La Unidad Aritmética Lógica (ALU), realizar las operaciones aritméticas o lógicas indicadas.
- 5) Los resultados parciales y totales, son volcados a la Memoria Principal.

Dos registros son utilizados como vínculo de entrada-salida a la Memoria Principal, el registro de entrada IR (Input Register) de las instrucciones a la Unidad de Control CU (Control Unit) y el registro de entrada-salida AX (Access X) de la Unidad Aritmética Lógica (ALU).

El conjunto formado por la CU, la ALU, el registros IR y el registro AX, se denomina Unidad Central de Proceso CPU (Central Process Unit). La CPU realmente está contenida en el chip microprocesador, por ejemplo un microprocesador Pentium. Existe otro registro utilizado como vínculo entre la Memoria Principal y la CPU, conocido como Puntero de Instrucción IP (Instruction Punter). Éste permite localizar en una zona de la Memoria Principal, donde está la próxima instrucción a ejecutar.

La Memoria Principal almacena las instrucciones de programas (software) que serán procesadas en la CPU, los datos a procesar, como así también los resultados intermedios y finales de operaciones realizadas por la CPU. Se diferencia como hardware a la ferretería del equipo, y como software a los programas de computación. En el esquema se ha representado una serie de elementos externos al CPU y a la Memoria Principal, que llamamos periféricos (Fig. 15).

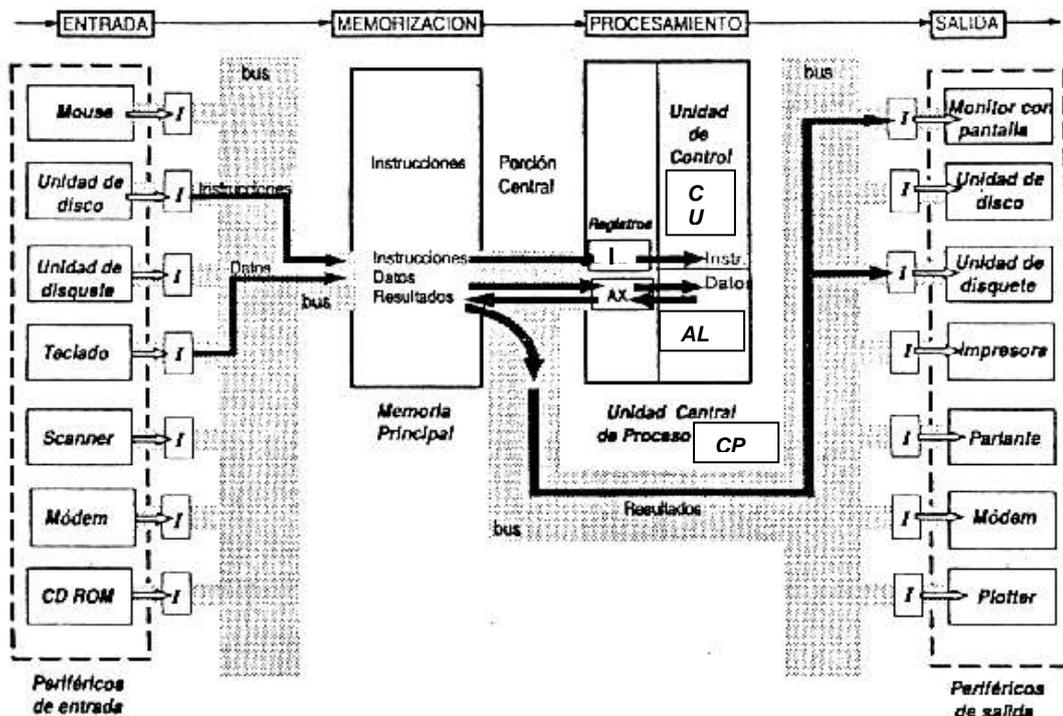


Fig. 15 - Bloques del hardware de una PC

Algunos periféricos corresponden al ingreso de datos (teclado, mouse, disco rígido, disquetera, CD ROM, módem, escáner), otros de salida (impresora, monitor con pantalla, parlante, plotter) y algunos de entrada, salida (disco rígido, CD ROM, disquetera, módem).

Cada periférico se conecta a la unidad central, mediante un interfaz de circuito (I), constituida por una placa que se inserta en un zócalo (Slot) apropiado. Cada periférico es comandado por un subprograma (software), llamado Driver o controlador.

Las distintas placas y circuitos son conectados entre sí mediante conexiones que constituyen un Bus. En general se distinguen los Bus de:

- a) Datos, conduce entre la Memoria Principal y la CPU, datos, instrucciones y resultados, líneas bi-direccionales,
- b) Direcciones, conduce entre la CPU y la Memoria Principal, señales digitales indicando localizar instrucciones y datos, líneas direccionales,
- c) Control, conduce desde la CPU o la Memoria Principal órdenes, líneas direccionales.

La mayoría de los Bus son síncronos, con pulsos de reloj.

Un microprocesador podrá operar con frecuencias de reloj de 133 á 300 MHz, en el futuro a valores mayores, desde 8, 16, 32, 64 hasta 128 bits, ello implica que se deberá disponer de Bus con tantas líneas de datos, como bits opere ese modelo de computadora.

Un Bus común evita el tendido de líneas correspondientes a muchos Bus independientes, ganándose en espacio y simplicidad de tendido. Como contrapartida a fin de que en cualquier lapso, un dispositivo se comuniquen solo con otro, debe hacerse más complejo el sistema de comunicación entre dispositivos y evitar interferencias. Ello implicará proveer más líneas de control y la existencia de un circuito controlador de Bus.

Un Bus estándar en una PC es el Bus ISA (Industrial Standard Architecture) o Bus de Sistema, a través del cual, mediante zócalos se conectan todas las placas para conexión de periféricos. Su función es permitir la comunicación entre la placa principal y los registros port de las interfaces. Otros Bus habituales en uso son, el VESA, PCI y el SCSI.

El estándar VESA (Video Electronics Standard Association), fue definido por la reunión de varios fabricantes, en 1992, para Bus, señales eléctricas y diseño de los zócalos.

El PCI (Peripheral Component Interconnect) es el Bus desarrollado por Intel para su procesador Pentium.

El interfaz de sistema de pequeñas computadoras SCSI (Small Computer System Interface), conectado y placa, se utilizan mediante adaptador SCSI para periféricos inteligentes. Se podrá utilizar zócalos ISA, EISA, MCA, VESA o PCI. También el Bus SCSI permite compartir periféricos en las LAN y distintos equipos, como ser una PC y en Macintosh. A un Bus de un interfaz SCSI, es factible conectarle hasta siete periféricos externos encadenados.

A. 4. 6. 2. Las distintas memorias

Toda información es procesada mediante cálculos realizados en numeración binaria, de ceros y unos. La menor información esta constituida por uno de estos elementos, un 0 ó un 1.

En la Memoria Principal, se almacena en cada celda independiente, ocho bits que constituyen un Byte y componen una información dada, por ejemplo un carácter: letra, número o signo. El Byte (By) representa la unidad menor de capacidad en memoria. Sus múltiplos son el KiloByte (KBy), el MegaByte (MBy), el GigaByte (GBy), el TeraByte (TBy) y el PeraByte (PBy).

Cada celda es localizada en el conjunto, mediante un número binario identificatorio que representa su dirección o indicación de su posición. Por lo tanto se tendrá, para una cierta información, dos números binarios, uno correspondiente a la información en sí, con sus ocho bits y otro que indica la ubicación de la celda del circuito que contiene a esa información.

Se denomina tiempo de acceso y se mide en nanosegundos (10^{-9} s), al tiempo transcurrido entre que se direcciona una celda de memoria, hasta que aparece en la salida el contenido de la misma. Este tiempo suele indicarse sobre el chip de memoria, al final de su código. Por ejemplo con, HY6117A00 JC-70, se está indicando el tiempo de acceso de 70 ns en ese chip de memoria.

La forma de acceder a una celda de memoria al azar, sin tener que efectuar búsqueda previa alguna, se denomina Random.

De igual manera la memoria de acceso directo aleatorio se llama RAM (Random Access Memory). Esta memoria es de carácter de lectura y escritura y además volátil. Con volátil, se esta refiriendo a la pérdida de información almacenada, una vez suprimida la energía eléctrica.

Al presente los chips de memoria RAM que constituyen la Memoria Principal, son del tipo DRAM, (Dinamic RAM). Con DRAM se indica una tecnología donde, un byte es almacenado en una celda de memoria, constituida por ocho capacitores microscópicos.

Otra porción de la Memoria Principal es constituida por la memoria de solo lectura ROM (Read Only Memory), donde se dispone el programa de arranque inicial de la PC.

La ROM es una memoria electrónica, que almacena la información en forma permanente, es decir no volátil. Las memorias ROM son también de acceso Random, con la diferencia de que su tiempo de acceso es varias veces mas prolongado que en las DRAM.

La Memoria Principal esta constituida por la suma de la memoria DRAM y la memoria EPROM.

Esta Memoria Principal se encuentra en varios chips reprogramables EPROM, (Erasable Programmable ROM). También se dispone de memorias Random tipo SRAM, utilizadas para memorias caché, que se verá mas adelante.

A. 4. 6. 3. Sistema de inicio

Los programas de inicio de una PC, contenidos en una memoria ROM se denominan sistema básico de entrada /salida, ROM BIOS (Read Only Memory Basic Input Output System).

El ROM BIOS permite:

- a) Verificar el correcto funcionamiento de hardware y su configuración,
- b) Traer del disco rígido a Memoria Principal una copia del sistema operativo de la PC, operación denominada bootear (arrancar) el sistema,
- c) Almacenar programas para la transferencia de datos entre periféricos y memoria,
- d) Contener tablas relativas a las características de discos.

Al software almacenado permanentemente en una memoria ROM y soportado por circuitos electrónicos, como programas y tablas se le denomina Firmware. No se requiere traer desde un disco para ser reescritos en memoria

En realidad en una memoria, se utilizan Byte formados por 9 bit, por el agregado de un bit para la detección de errores de paridad (paridad par de unos).

A. 4. 6. 4. Sistema operativo

Los sistemas operativos se pueden definir como, el conjunto de programas que controlan la operación automática de un sistema de computación. Su finalidad principal es la de presentar a la computadora como una máquina de fácil manejo y administrar los recursos del sistema optimizando su funcionamiento, detectar y salvar errores.

Un sistema operativo, actúa decodificando el conjunto de comandos que el usuario ordena por teclado o por mouse. El sistema operativo administra los cuatro recursos de un sistema de cómputo, que son: la Memoria Principal, la CPU, los archivos y los periféricos. Se podrá diferenciar como Sistema Operativo Monotarea, o como Sistema Operativo Multitarea.

Es monotarea, cuando simplemente carga en la Memoria Principal la aplicación en curso. Por ejemplo el DOS. Es multitarea, cuando carga diversas aplicaciones, permitiéndoles la posibilidad de usar cada uno de los recursos y controla que la CPU ejecute sucesivamente porciones de cada una de las aplicaciones. Por ejemplo, UNIX, OS/2 (Microsoft / IBM), Windows NT.

Con el advenimiento del teleproceso de computadoras en red, se han desarrollado software de control de comunicaciones, encargados de la gestión y manejo entre computadoras. Diversos protocolos permiten establecer y concluir una comunicación, verificar y corregir errores, etc.

Este software se activa a través del sistema operativo ante el requerimiento de un programa de usuario.

A. 4. 6. 5. Ejecución de procedimientos

El software de una computadora corresponde a cualquier programa, sea del sistema operativo, como de aplicación del usuario (procesador de textos, hojas de cálculos), de juegos, de diagnóstico, etc., que puede ser almacenado total o parcialmente en su Memoria Principal, para ser ejecutado por el procesador de dicha computadora.

Un software almacenado en la Memoria Principal de una PC, podrá estar registrado en ella. Mantener un software registrado significa que los circuitos permanecen en determinados estados eléctricos, no modificados hasta tanto se ingrese nuevas órdenes en la memoria.

Cada instrucción ejecutada por la Unidad de Control da lugar a secuencia predeterminada de movimientos de datos y operaciones en la Unidad Aritmética Lógica, que se desarrollan según pulsos de un reloj interno. Cada código de instrucciones equivale implícitamente a que parte del hardware será activado y en que secuencia. Por lo tanto se podrá inferir que en estos casos, el software controla al hardware.

La ejecución de una instrucción implica una secuencia de transferencias de Byte, entre la Memoria Principal y los Registros de la CPU. En cada segundo podrán ejecutarse varios millones de instrucciones, con movimientos de direcciones, códigos, datos, y resultados al ritmo de millones de impulsos por segundo.

Estos ritmos de impulsos son generados por un cristal piezoeléctrico de cuarzo, que actúa como reloj (clock). Se asientan relojes de 133 MHz, 166 MHz, etc. (Mega Hertz ó millón de ciclos /seg). Una computadora 386 DX a 16 MHz podría operar en promedio 6 millones de instrucciones / seg.

La forma matemática de codificar un operador, varios pasos a realizar por una computadora, se realiza en determinados lenguajes: Fortlan, Pascal, Cobol, Basic, "C", etc. que se designan como lenguajes a alto nivel. En cambio las instrucciones que entienda la máquina, se realizan en codificación binaria que se denomina como lenguaje de bajo nivel.

En las primeras computadoras, el pasaje de alto nivel a bajo nivel, lo realizaba un operador mediante la apertura o cierre de llaves electrónicas dispuestas en la parte frontal de las mismas. Posteriormente este proceso es realizado mediante programas llamados compiladores.

A. 4. 6. 6. El procesador

El procesador de una computadora, es un microprocesador especializado y representa el corazón de la misma. Consiste en un circuito integrado y su rendimiento se especifica en millones de instrucciones por segundo MIPS. Los procesadores de Intel, por ejemplo aumentaron sus MIPS de 0.04 MIPS, en una Apple II hasta 100 MIPS, en la primera Pentium.

A partir de la computadora de IBM 360 y370, década del 70, la mayoría de los procesadores (CPU), incluyendo a las Pentium son tipo CISC (Complex Instruction Set Computer). Su operación es desde las muy simples como sumar o restar, hasta muy complejas como el movimiento de cadenas de caracteres de gran longitud y variables.

MICROPROCESADORES PRIMITIVOS

EQUIPOS	MIPS
Apple II	0,04
IBM PC	0.25
Apple Macintosh	0.40
Equipos 80486 a 66 MHz	50
Equipos 80586 Pentium a 66 MHz	100

En la concepción CISC se busca una menor disparidad entre los lenguajes de alto nivel y el lenguaje de máquina.

Las instrucciones simples, luego de su decodificación pueden ejecutarse en un pulso reloj, mientras que las complejas requieren de un número de pulsos variables. Buscando optimizar los rendimientos de los procesadores se realizaron estadísticas de las instrucciones de máquina mas utilizadas.

Resultando que las instrucciones más simples, que son el 20 % de un procesador CISC, constituyen el 80 % de los programas típicos ejecutados. Esto sirvió para planificar procesadores con un repertorio de instrucciones simples que presenten muy pocos modos de direccionamiento, llamados RISC.

Estas instrucciones, luego de decodificadas, se ejecutan en un solo pulso reloj. Con ello se logra una tecnología mucho más rápida. A fin de traducir un lenguaje de alto nivel, a este tipo de instrucciones empleando el mínimo de ellas, se requiere para RISC un programa compilador inteligente.

A. 4. 6. 7. Coprocesador matemático

La sucesión de números positivos se denominan números naturales. La sucesión de números naturales, mas el cero, mas la sucesión de números negativos, define la serie de los números enteros. Los números enteros, fraccionarios racionales e irracionales como ser la raíz de 2 , etc. constituyen los números reales.

La Unidad Aritmética Lógica (ALU), como parte del procesador, realiza operaciones aritméticas con números enteros. En las operaciones con números fraccionarios, debe controlar el lugar del punto (o coma) decimal y luego operar como si fuesen números enteros.

El coprocesador matemático es un microprocesador dedicado que puede realizar rápidamente las operaciones con números enteros y fraccionarios, encargándose sus circuitos de controlar en cada instante los lugares decimales. También realiza operaciones trigonométricas y logarítmicas.

Procesadores como el Pentium presentan el coprocesador matemático incorporado en el microprocesador. Para que el coprocesador pueda operar con números reales deberán estar codificados en punto flotante (coma flotante, en español).

Dado los requerimientos de operaciones con punto flotante, la evaluación de rendimientos de procesadores para las mismas pasó a tomar suma relevancia. Su evaluación se realiza mediante millones de operaciones en punto flotante/ segundo, MFLOPS (Mega Flopping Poits Operations per Second).

A. 4. 6. 8. Interconexiones de periféricos

Los periféricos a las unidades centrales de una computadora, actúan como elementos de entrada y / o salida de datos a/y desde la Memoria Principal.

Analizando el encadenamiento de subsistemas desde los periféricos hasta la placa principal, motherboard, encontramos a:

- a) Circuitos electrónicos del periférico.
- b) Cable de conexión hasta una interfaz, placa adaptadora insertable en el motherboard
- c) Placa adaptadora con circuitos de memoria que contienen registros de almacenamiento de datos en transitorio, donde los programas dejan órdenes para los periféricos, o también circuitos que sirven para generar señales de interrupción.
- d) Bus de entrada-salida de la placa principal, que conecta una serie de zócalos con slots, para la conexión de las placas de interfaz.

Fuese un periférico interno, módem analógico/ digital, la señal analógica modulada llega por la línea telefónica a la placa módem. Este módem la demodula en una sucesión de pulsos. Luego los pulsos en serie son convertidos en un Byte en paralelo (señal de 8 bits), conversión serie/ paralelo. Pasan a un Port de Datos y por intermedio de un Bus, llegan a un registro AX de la CPU, desde donde son transportados, por otro Bus a la Memoria Principal (Fig. 16).

De manera inversa, desde el registro AX, es emitida la señal de salida en Byte paralelo. Ésta es recibida por otro Registro Port de la interfaz, en el interfaz se efectúa la conversión paralelo / serie y luego la serie de bits son modulados y transmitidos por la línea telefónica.

Cuando se habla de un Port de Datos o Registro Port de la interfaz, se esta indicando un registro temporario electrónico. Éste registro podrá estar contenido en la placa interfaz o en un chip de la placa principal (Motherboard) y está destinado a guardar datos de tránsito entre el periférico y la porción central.

Como la acepción registro, podrá significar tanto registro de la CPU, el registro Port o Registro de Memoria, se acuerda en utilizar los términos:

- "registro", cuando se refiere a Registro de la CPU
- "port", cuando se refiere a Registro Port
- "sector de memoria", cuando se refiere a Registro de Memoria

En algunas situaciones se indica Port, como conector o puerta de entrada y/o salida.

Otras interconexiones de periféricos utilizan memorias buffer. La palabra buffer significa amortiguador, dispositivo que absorbe rápidamente energía, para luego canalizarla en forma progresiva. En informática este término se utiliza para indicar la adaptación de velocidades. Por ejemplo en una placa adaptadora de red o en la Memoria Principal, donde permanecen datos en tránsito, que van llegando a una cierta velocidad, para luego ser procesadas a gran velocidad por la CPU.

Mientras los datos llegan a la memoria, la CPU podrá dedicarse a ejecutar otro programa. En este sentido son buffer los registros que almacenan temporalmente información en tránsito, en electrónica intermedia, con el fin de adaptar o independizar velocidades en el transporte de datos. Cada periférico podrá disponer de una memoria buffer en un interfaz o también en una zona de la Memoria Principal.

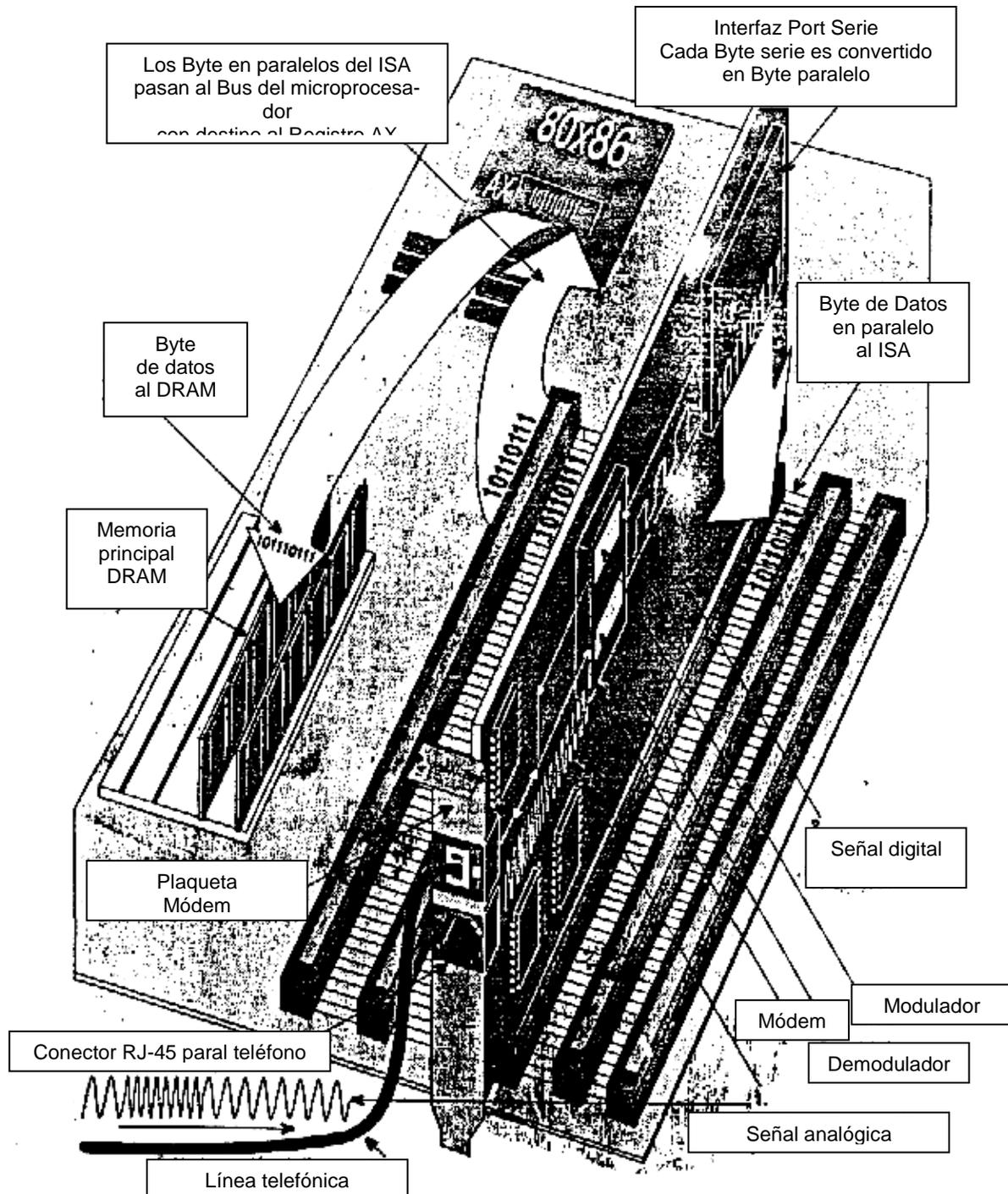


Fig. 16 - Proceso de la placa módem interno

A. 4. 6. 9. Solicitud de interrupciones (IRQ)

Una solicitud de interrupción, IRQ (Interrupt Request), produce la suspensión de ejecución de un programa, para pasar a ejecutar una subrutina de servicio de interrupción. Esta subrutina pertenece típicamente al sistema operativo o al ROM BIOS.

También un procesador de texto, hoja de cálculo u otros, podrán tener su propia subrutina para interrupción o crear el usuario las suyas propias. Luego de ejecutarse dicha subrutina debe reanudarse la ejecución del programa. Las interrupciones por hardware tienen efecto cuando un interfaz activa su señal de solicitud de interrupción (IRQ), que por línea de control llega del Bus a un chip. Cada tipo de interrupción se indica por un subíndice (IRQn) que la identifica.

Los eventos, cuya ocurrencia no puede ser prevista en el software, deberán ser accionados por hardware. En caso contrario se realiza ejecutando el código de una subrutina que ordena llamar a subrutinas del sistema operativo o del ROM BIOS, cuando necesita el servicio de una de ellas.

A. 4. 6. 10. Memoria caché

La memoria caché de un procesador es una pequeña memoria rápida SRAM ubicada entre la CPU y la Memoria Principal DRAM. La memoria SRAM sirve para simular una memoria Principal pero con un tiempo de acceso muy inferior. El término caché significa en idioma francés, oculto.

Resulta que la memoria caché es un buffer inteligente, del cual la CPU toma información conforme a su velocidad de procesamiento, determinada por los MHz de su reloj.

Las memorias SRAM están constituidas por circuitos flip-flop que mantienen un estado eléctrico 0 ó 1 mientras no se apague la computadora, sin requerir la carga dinámica de los capacitores, como en la memoria DRAM. Dado que el circuito flip-flop tarda varias veces menos tiempo en cambiar de estado que un capacitor, una SRAM es mucho más rápida. Por ejemplo si una DRAM tiene 60 nanosegundos de acceso, en una SRAM se tiene 20 nanosegundos.

Además, del conjunto de instrucciones de un programa y datos a procesar en Memoria Principal, un caché contendrá una copia de las próximas instrucciones que probablemente ejecutará la CPU y sus correspondientes datos. De esta manera la CPU leerá del caché instrucciones y datos más rápidamente que de la Memoria Principal. Se logra así un tiempo de acceso inferior al que media entre un pulso de reloj y otro, es decir que no existan pulsos extras de espera (wait state). Podremos finalmente, apuntar algunas acepciones de uso más generalizado.

Mainframes, se refiere a grandes computadoras centrales, generalmente bases de datos y centro de procesamiento, Host de otras computadoras que actúan como usuarios de la primera. Actualmente se restringe a grandes empresas, bancos o áreas gubernamentales, que disponen de centro regionales con estos equipamientos.

Minicomputadora, de tamaño más reducido que las mainframe, pero poderosas para efectuar cálculos de ingeniería o científicos. También se utilizan como servidores en red.

Workstation, indica una computadora equipada con sistema operativo. Se aplica al uso científicas, técnico o administrativo de computadores conectados en red.

Microcomputadora, computadora cuya CPU es un microprocesador.

Computadora personal PC, originalmente referido a un equipamiento, microprocesador CISC.

Laptop, computadora portátil, su peso puede superar los 6 Kg. La capacidad de memoria puede superar a una computadora personal.

Notebook, computadora portátil del tamaño de una agenda, con peso de hasta 4 Kg.

Palmtop, computadora del tamaño de la palma de una mano, utilizada como agenda de bolsillo. Trabaja mediante una placa en vez de disco y tiene la posibilidad de descargar la información a una PC.