

La instalación física de una red

3

En esta Unidad aprenderás a:

- Conocer el conjunto de componentes físicos que forman una red de área local.
- Distinguir los distintos parámetros que intervienen en el diseño físico de una red.
- Distinguir los distintos tipos de redes Ethernet.
- Confeccionar los cables más comunes utilizados en redes de área local con las herramientas apropiadas.
- Conocer las principales características de los sistemas de cableado estructurado.



3.1 Los medios de transmisión

El medio de transmisión es el soporte físico que facilita el transporte de la información y supone una parte fundamental en la comunicación de datos. La calidad de la transmisión dependerá de sus características físicas, mecánicas, eléctricas, etcétera.

El transporte puede ser mecánico, eléctrico, óptico, electromagnético, etc. El medio debe ser adecuado a la transmisión de la señal física para producir la conexión y la comunicación entre dos dispositivos.

La evolución experimentada por la Informática y las Telecomunicaciones ha desarrollado la investigación en estos elementos de la transmisión, obteniendo materiales de una gran calidad y fiabilidad.

La elección de un buen sistema de cableado es de vital importancia en las instalaciones reales en los que se producirá el fenómeno de la comunicación. La inversión estimada para cables en una instalación es del 6 % del coste total.

Sin embargo, está comprobado que el 70 % de los fallos producidos en una red se deben a defectos en el cableado. Por tanto, merece la pena no escatimar demasiado las inversiones que deban producirse en los sistemas de transmisión.

A Sistemas de cableado metálicos

En este apartado se incluyen todos los medios de transmisión que utilizan canales conductores metálicos para la transmisión de la señal, y que están sujetos tanto a la **ley de Ohm**, que se estudiará a continuación, como a las leyes fundamentales que rigen el electromagnetismo.

La ley de Ohm

Todas las señales eléctricas sufren una disminución de su nivel energético cuando se transmiten por cualquier medio de transmisión. Esta atenuación se rige por la ley de Ohm, que relaciona la tensión eléctrica entre los extremos del material y la intensidad de corriente eléctrica que le atraviesa. Al cociente entre esa tensión y la intensidad se le llama **resistencia eléctrica**. A veces, esta resistencia no es una constante, sino que depende

de la frecuencia de la señal eléctrica que ese material debe transportar. Cuando se considera este último fenómeno se habla de impedancia, que es un concepto más generalizado que el de resistencia.



$$R = V/I$$

donde R es la resistencia, V es la tensión eléctrica e I es la intensidad. R se mide en ohmios (Ω), V en voltios (V) e I en amperios (A). En la Figura 3.1 se puede ver un circuito básico que ilustra la ley de Ohm.

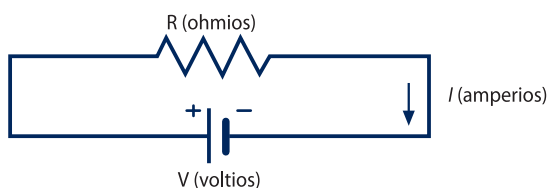


Figura 3.1. Circuito básico compuesto de batería y resistencia atravesada por una intensidad de corriente.



Los cables de pares

Están formados por pares de filamentos metálicos y constituyen el modo más simple y económico de todos los medios de transmisión. Sin embargo, presentan algunos inconvenientes. En todo conductor, la resistencia eléctrica aumenta al disminuir la sección del conductor, por lo que hay que llegar a un compromiso entre volumen y peso, y la resistencia eléctrica del cable. Esta resistencia está afectada directamente por la longitud máxima. Cuando se sobrepasan ciertas longitudes, hay que acudir al uso de repetidores para restablecer el nivel eléctrico de la señal.

Tanto la transmisión como la recepción utilizan un par de conductores que, si no están apantallados, son muy sensibles a interferencias y diafonías producidas por la inducción electromagnética de unos conductores en otros (motivo por el que en ocasiones percibimos conversaciones telefónicas ajenas en nuestro teléfono). Un cable apantallado es aquel que está protegido de las interferencias eléctricas externas por acción de un conductor eléctrico externo al cable, por ejemplo, una malla metálica.



3. La instalación física de una red

3.1 Los medios de transmisión

Un modo de subsanar estas interferencias consiste en trenzar los pares de modo que las intensidades de transmisión y recepción anulen las perturbaciones electromagnéticas sobre otros conductores próximos. Esta es la razón por la que este tipo de cables se llaman cables de pares trenzados. Con este tipo de cables es posible alcanzar velocidades de transmisión comprendidas entre 2 Mbps y 100 Mbps en el caso de señales digitales. A cortas distancias pueden llegar a 1 Gbps. Es el cable más utilizado en telefonía y télex. Existen fundamentalmente dos tipos:

- **Cable UTP** (*Unshielded Twisted Pair*). Es un cable de pares trenzado y sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a las interferencias, sin embargo, al estar trenzado, compensa las inducciones electromagnéticas producidas por las líneas del mismo cable. Es importante guardar la numeración de los pares, ya que de lo contrario el efecto del trenzado no será eficaz: puede disminuir sensiblemente o incluso impedir la capacidad de transmisión. Es un cable barato, flexible y sencillo de instalar. La impedancia característica de un cable UTP es de 100 Ω . En la Figura 3.2 se pueden observar los distintos pares de un cable UTP.
- **Cable STP** (*Shielded Twisted Pair*). Este cable es semejante al UTP pero se le añade un recubrimiento metálico para evitar las interferencias externas. Este recubrimiento debe ser conectado a la tierra de la instalación. Por tanto, es un cable más protegido, pero menos flexible que el UTP. El sistema de trenzado es idéntico al del cable UTP. La impedancia característica de un cable STP es de 150 Ω .

Estos cables de pares tienen aplicación en muchos campos. El cable de cuatro pares (Figura 3.2) está utilizándose como el cableado general en muchas instalaciones, como conductores para la transmisión telefónica de voz, transporte de datos, etc. RDSI utiliza también este medio de transmisión.

En los cables de pares distinguimos dos clasificaciones:

- **Primera clasificación:** las categorías. Cada categoría especifica unas características eléctricas para el cable: atenuación, capacidad de la línea e impedancia. Actualmente se utilizan las categorías 3 a 5, que soportan frecuencias de 10, 20 y 100 MHz respectivamente. También se utiliza una categoría llamada 5E, que mejora algo las capacidades de la categoría 5. Se encuentran en estudio las categorías 6 y 7, que quedan abiertas a nuevos estándares con 250 y 600 MHz respectivamente.
- **Segunda clasificación:** las clases. Cada clase especifica las distancias permitidas, el ancho de banda conseguido y las aplicaciones para las que es útil en función de estas características. Están especificadas las clases A a F. En la Tabla 3.1 se especifican ejemplos que relacionan algunas clases con algunas categorías.

CLASES	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Ancho de banda	100 kHz	1 MHz	20 MHz	100 MHz
Cat. 3	2 km	500 m	100 m	no hay
Cat. 4	3 km	600 m	150 m	no hay
Cat. 5	3 km	700 m	160 m	100 m

Tabla 3.1. Características de longitudes posibles y anchos de banda para las clases y categorías de pares trenzados.

Dado que el cable UTP de categoría 5 es barato y fácil de instalar, se está incrementando su utilización en las instalaciones de redes de área local con topología en estrella, mediante el uso de conmutadores y concentradores que se estudiarán más adelante.

Las aplicaciones típicas de la categoría 3 son transmisiones de datos hasta 10 Mbps (por ejemplo, la especificación 10BaseT); para la categoría 4, 16 Mbps; y para la categoría 5 (por ejemplo, la especificación 100BaseT), 100 Mbps.

Velocidad de transmisión de datos	Nivel de atenuación para 100 m
4 Mbps	13 dB
10 Mbps	20 dB
16 Mbps	25 dB
100 Mbps	67 dB

Tabla 3.2. Nivel de atenuación permitido según la velocidad de transmisión para un cable UTP.



Figura 3.2. Ejemplos de cables de pares. a) Cables STP. b) Cable UTP.

3. La instalación física de una red

3.1 Los medios de transmisión



En concreto el cable UTP de categoría 5 viene especificado por las características de la Tabla 3.2 (especificaciones TSB-36) referidas a un cable estándar de cien metros de longitud. El nivel de atenuación se mide en decibelios (dB), que indica una medida de las pérdidas de señal a lo largo del cable. Así, una pérdida de 10 dB indica que la energía de la señal transmitida es diez veces menor a la salida que a la entrada, una pérdida de 20 dB supone que la energía de salida es un 1 % de la entrada, 30 dB implica un 1 ‰ de la entrada, etc.

Sin embargo, las exigencias de ancho de banda de las redes actuales han hecho que el cable UTP de categoría 5 se muestre insuficiente en ocasiones. Las sociedades de estándares han hecho evolucionar esta categoría definiendo otras de características mejoradas que se describen a continuación:

- **Categoría 5 actual.** Se define en los estándares IS 11801, EN 50173 y TIA 568. En su versión original data de 1995 y está pensado para soportar transmisiones típicas de la tecnología ATM (155 Mbps), pero no es capaz de soportar Gigabit Ethernet (1 Gbps).
- **Categoría 5 mejorada** (5e o 5 enhanced). Se trata de una revisión de la categoría 5 de 1998. En esta versión se mejoran los parámetros del cable para llegar a transmisiones de Gigabit Ethernet.
- **Categoría 6.** Es una categoría todavía en proceso de definición aunque ya ampliamente aceptada, pero sus parámetros eléctricos apuntan que podrían soportar frecuencias hasta los 250 MHz en clase E.
- **Categoría 7.** Es una especificación todavía por definir, pero pretende llegar hasta los 600 MHz en clase F, mejorando sustancialmente los fenómenos de diafonía con respecto de la categoría 5. Sin embargo, esta categoría tiene como competidor más directo a la fibra óptica.

Para hacerse una idea aproximada de la utilización de estos cables en redes de área local, se puede construir una red Ethernet con topología en estrella con cable UTP de categoría 5 con segmentos de 100 m como máximo.

El cable coaxial

Presenta propiedades mucho más favorables frente a interferencias y a la longitud de la línea de datos, de modo que el ancho de banda puede ser mayor a estas grandes distancias. Esto permite una mayor concen-

tración de las transmisiones analógicas, o bien una mayor capacidad de las transmisiones digitales.

Su estructura es la de un cable formado por un conductor central macizo o compuesto por múltiples fibras al que rodea un aislante dieléctrico de mayor diámetro (Figura 3.3). Una malla exterior aísla de interferencias al conductor central. Por último, utiliza un material aislante para recubrir y proteger todo el conjunto. Presenta condiciones eléctricas más favorables. En redes de área local se utilizan dos tipos de cable coaxial: fino y grueso. Por ejemplo, el cable coaxial fino utilizado en las instalaciones de redes de área local se denomina RG-58A/U y tiene una impedancia característica de 50 Ω . Con este cable se pueden construir redes Ethernet con topología en bus (10Base2) y un máximo de distancia por segmento de 185 m.

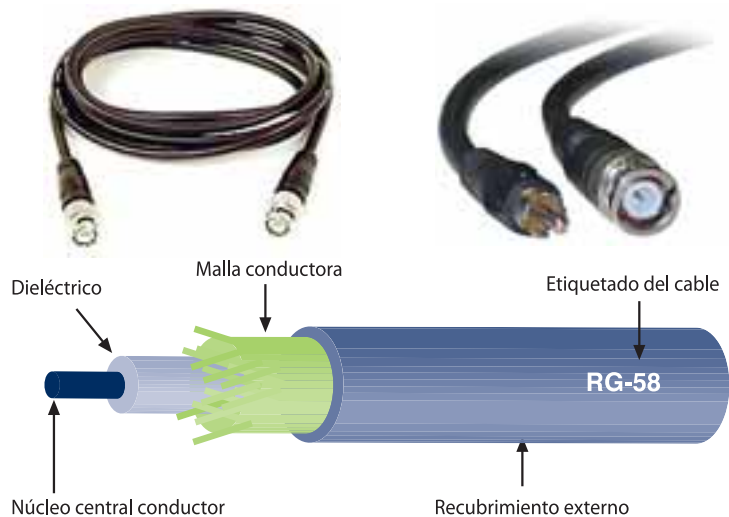


Figura 3.3. Sección de un cable coaxial, conectores y cables.

Con un cable coaxial del tipo RG-8A/U, también de 50 Ω de impedancia, se pueden construir redes Ethernet del tipo 10Base5 o *Thicknet* con segmentos de 500 m como máximo.

Si se comparan estos segmentos de 500 m con los 100 m como máximo de los segmentos en la estrella de la red UTP de categoría 5, nos haremos una idea de las ventajas del cableado coaxial cuando es necesario cablear grandes distancias.

Es capaz de llegar a anchos de banda comprendidos entre los 80 MHz y los 400 MHz dependiendo de si tenemos coaxial fino o grueso. Esto quiere decir que en transmisión de señal analógica seríamos capaces de tener como mínimo del orden de 10 000 circuitos de voz.



3. La instalación física de una red

3.1 Los medios de transmisión

B Sistemas de fibra óptica

La fibra óptica permite la transmisión de señales luminosas. La fibra es insensible a interferencias electromagnéticas externas. Los medios conductores metálicos son incapaces de soportar frecuencias muy elevadas, por lo que para altas frecuencias son necesarios medios de transmisión ópticos.

La luz ambiental es una mezcla de señales de muchas frecuencias distintas por lo que no es una buena fuente de señal portadora luminosa para la transmisión de datos. Son necesarias fuentes especializadas:

- **Fuentes láser.** A partir de la década de los años sesenta se descubre el láser, una fuente luminosa de alta coherencia, es decir, que produce luz de una única frecuencia y en la que toda la emisión se produce en fase. Un caso particular de fuente láser es el diodo láser, que no es más que una fuente semiconductor de emisión láser de bajo precio.
- **Diodos LED.** Son semiconductores que producen luz cuando son excitados eléctricamente.

La composición del cable de fibra óptica consta básicamente de un núcleo, un revestimiento y una cubierta externa protectora (Figura 3.4). El núcleo es el conductor de la señal luminosa. La señal es conducida por el interior de este núcleo fibroso, sin poder escapar de él debido a las reflexiones internas y totales que se

producen, impidiendo tanto el escape de energía hacia el exterior como la adición de nuevas señales externas indeseadas.

Actualmente se utilizan tres tipos de **fibras ópticas** para la transmisión de datos: fibras monomodo, multimodo de índice gradual y multimodo de índice escalonado. Se llegan a efectuar transmisiones de decenas de miles de llamadas telefónicas a través de una sola fibra dado su gran ancho de banda.

Otra ventaja es la gran fiabilidad, su tasa de error es mínima. Su peso y diámetro la hacen ideal frente a los cables de pares o coaxiales. Normalmente se encuentra instalada en grupos, en forma de mangueras, con un núcleo metálico que les sirve de protección y soporte frente a las tensiones producidas en el cable ya que la fibra, en sí misma, es extraordinariamente frágil.

Su principal inconveniente es la dificultad de realizar una buena conexión de distintas fibras con el fin de evitar reflexiones de la señal.

Desde un principio las redes de fibra óptica han utilizado un sistema de multiplexación en el tiempo (TDM, *Time División Multiplexing*) para efectuar sus transmisiones. Los sistemas TDM actuales han llegado a velocidades de 10 Gbps, lo que está muy alejado de los 30 THz de ancho de banda teórico que soporta una fibra.

Con el fin de aprovechar al máximo las conducciones de fibra se ha definido una nueva modulación para fibra llamada **WDM** (*Wavelength División Multiplexing*) o multiplexación en longitud de onda, que consiste en introducir en la fibra no una longitud de onda sino varias. Actualmente se llegan a multiplexar del orden de 50 longitudes de onda sobre la misma fibra (multiplexación densa en longitud de onda). A esta modulación, se superpone la ya tradicional en el tiempo TDM, consiguiendo sistemas de transmisión mixtos que varían entre los 40 y los 160 Gbps.

C Sistemas inalámbricos

Estos sistemas se utilizan en las redes de área local por la comodidad y flexibilidad que presentan: no son necesarios complejos sistemas de cableado, los puestos de la red se pueden desplazar sin grandes problemas, etc. Sin embargo, adolecen de baja velocidad de transmisión y de fuertes imposiciones administrativas

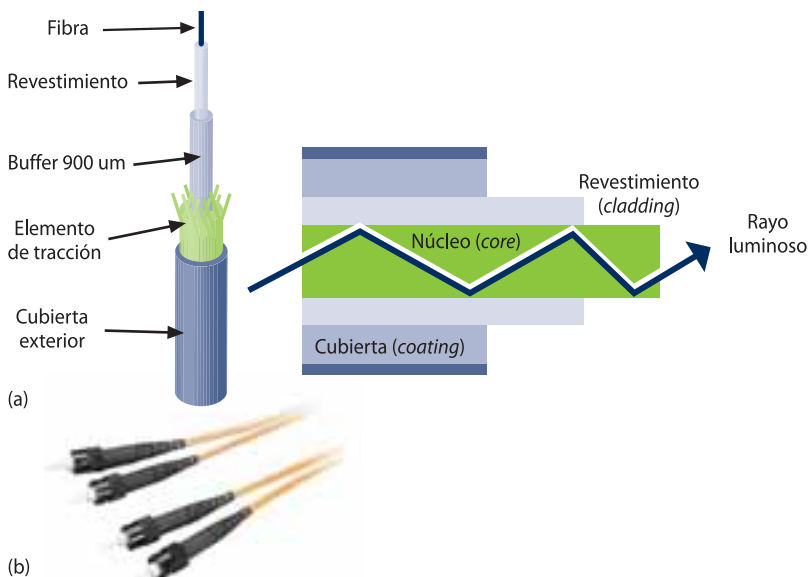


Figura 3.4. a) Sección longitudinal de una fibra óptica. b) Conectores de fibra óptica.



en las asignaciones de frecuencia que pueden utilizar: son sistemas cuyos parámetros de transmisión están legislados por las administraciones públicas. En algunos casos se requieren permisos especiales, dependiendo de la banda de frecuencia que utilicen.

Los sistemas radioterrestres

El medio de transmisión en los enlaces de radio es el espacio libre, con o sin atmósfera, a través de ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz. Para llevar a cabo la transmisión se utiliza un sistema de antenas emisoras y receptoras.

La propagación por el medio atmosférico produce en ocasiones problemas de transmisión provocados por los agentes meteorológicos. Estos efectos negativos se pueden comprobar fácilmente en las emisiones televisivas cuando las condiciones climatológicas no son favorables en forma de interferencias, nieve, rayas, doble imagen, etcétera.

De modo general, cuanto mayor es la frecuencia de la señal que se emite, tanto más sensible es a este tipo de problemas, de modo que la distancia máxima entre las antenas emisora y receptora debe ser menor para garantizar una comunicación íntegra.

Para las transmisiones radioterrestres, destacan las siguientes **bandas de frecuencia** del espectro electromagnético:

- **Onda corta**, con frecuencias en el entorno de las decenas de MHz, que utilizan la Ionosfera terrestre como espejo reflector entre el emisor y receptor. De este modo son posibles comunicaciones de larga distancia, típicamente intercontinentales. El ancho de banda de los mensajes transmitidos por onda corta es pequeño puesto que la frecuencia de la señal portadora es relativamente baja: no es un buen modo de transmisión de datos digitales.
- **Microondas**, con frecuencias del orden del GHz. El ancho de banda para los mensajes puede ser mucho más elevado ya que la frecuencia de la señal portadora es muy alta. Esto permite la multicanalización de muchos mensajes. Las distancias que se permiten oscilan entre los 50 a 100 km en transmisiones por la superficie terrestre. Las antenas tienen forma parabólica y se pueden ver en la cima de los montes a lo largo de la geografía.

Los satélites artificiales

En ausencia de atmósfera las transmisiones inalámbricas son mucho más fiables, lo que permite muy altas frecuencias y transmisiones de alta capacidad. La transmisión vía satélite de un punto de la Tierra a su antípoda se haría imposible sin la existencia de plataformas orbitales que intercomunican varios satélites.

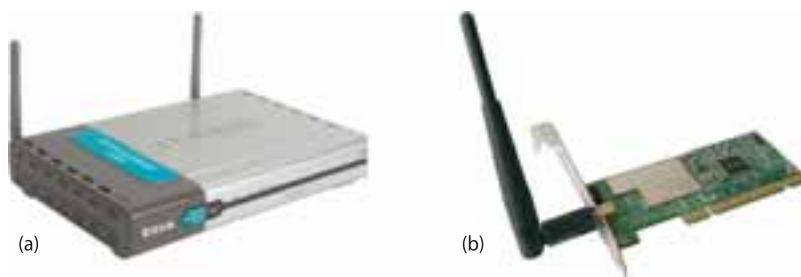


Figura 3.5. Dispositivos inalámbricos utilizados en redes de área local inalámbricas: a) Punto de acceso. b) Tarjeta de red.

Como en el espacio vacío la probabilidad de obstáculo es mucho menor que en la comunicación tierra-satélite, se permiten velocidades aún mayores, y se llega a transmisiones de 100 GHz.

Las comunicaciones por satélite tienen dos problemas fundamentales:

- El **elevado coste** de situar un satélite en el espacio y su mantenimiento posterior.
- El **retardo** producido en las transmisiones de las señales originado por las grandes distancias que éstas deben recorrer. Es común en las comunicaciones televisivas en directo vía satélite que el sonido no esté sincronizado con la imagen, por ejemplo, porque el sonido venga por vía telefónica terrestre y la imagen por satélite; la diferencia de caminos entre una y otra vía es significativa: se producen retardos superiores al cuarto de segundo.

Para solucionar algunos de estos problemas se han creado redes de satélites de órbita baja, aunque aún no parece que hayan llegado a su madurez. Otro punto importante a favor de los satélites es que proporcionan la estructura básica para el funcionamiento de los sistemas de posicionamiento global (GPS, *Global Positioning System*). Se trata de terminales especializados que se comunican simultáneamente con varios satélites con objeto de proporcionar la posición geográfica del receptor GPS con extraordinaria precisión.



3. La instalación física de una red

3.2 Dispositivos de conexión de cables

3.2 Dispositivos de conexión de cables

Los cables que forman parte de una red de transmisión de datos no pueden utilizarse si la señal eléctrica no entra en ellos debidamente. De esta función se ocupan los conectores, que no son más que interfaces que adecuan la señal del cable al interface del receptor.

Frecuentemente, los conectores de una misma familia se duplican en forma de «macho» o «hembra», que deben ajustarse mecánicamente del modo más perfecto posible.

A Conectores para comunicaciones serie

Las comunicaciones serie más comunes en redes de ordenadores son las conexiones de los puertos serie con módems. Por ello, estudiaremos estos conectores serie y las señales de cada una de sus líneas tomando como ejemplo la comunicación ordenador-módem.

El **módem** es un elemento intermedio entre el equipo terminal de datos ETD y la línea telefónica. Por tanto, hay que definir el modo en que el módem se conectará tanto a la línea telefónica como al ETD.

Los módems se conectan a la línea telefónica a través de una clavija telefónica. En algunos casos se permite un puente para que no quede interrumpida la línea telefónica y se proporcione servicio a un teléfono. En este caso la conexión consiste en tender la línea telefónica hasta la entrada telefónica de línea del módem, y luego tender otro cable telefónico desde la salida de teléfono del módem hasta el propio teléfono.

En cuanto a su conexión con el ETD, se han definido varios estándares de conectividad. Los más comunes son los propuestos por la norma RS-232 o la recomendación V.24, que definen cómo debe ser el interfaz de conexión. A veces se acompaña la norma RS-232 de una letra que indica la revisión de la norma. Por ejemplo, RS-232-C es la revisión C de la norma RS-232.



El interfaz RS-232-C

La proliferación de equipos de distintos fabricantes ha causado que éstos hayan tenido que ponerse de

acuerdo sobre las normativas de interconexión de sus equipos. Muchas asociaciones de estándares han dictado normas y recomendaciones a las que los diseñadores de dispositivos de comunicación se acogen, con el fin de garantizar que los equipos que producen se entenderán con los de otros fabricantes.

Este problema fue resuelto inicialmente por la asociación de estándares **EIA** (*Electronics Industries Association*) con el estándar RS-232. Este estándar es el adoptado con más frecuencia para transmisiones serie, especialmente utilizado por gran parte de los módems. El equivalente del CCITT, ahora **ITU** (*International Telecommunication Union*), está compuesto por las normas V.24 y V.28. Estas normativas definen tanto las características eléctricas como las funcionales de la conexión.

Para hacernos una idea aproximada de qué parámetros se definen en estos estándares vamos a exponer brevemente un resumen de sus características eléctricas:

- Las señales han de ser binarias.
- La tensión no debe superar los 25 V en circuito abierto.
- La tensión de utilización del equipo puede ser positiva (asignado al «0» lógico) o negativa (asignado al «1» lógico), y su valor debe estar comprendido entre los 5 y los 15 V.
- En el caso de cortocircuito la intensidad eléctrica no debe superar los 0,5 A.
- La resistencia de carga debe ser superior a 3 000 Ω y no debe sobrepasar los 7 000 Ω .
- La capacidad de carga debe ser inferior a 2 500 picofaradios (pF).

Como se puede observar, con estas especificaciones los fabricantes pueden construir sus equipos teniendo la seguridad de que la interconexión está garantizada.

Entre las características funcionales se mencionan los distintos tipos de circuitos eléctricos que componen la interfaz. La norma define conectores con 25 pines (Figura 3.6), cada uno de los cuales define un circuito. Estos circuitos se conectan de modo distinto según las aplicaciones, pero la más común es la que aparece en la Figura 3.7.

3. La instalación física de una red

3.2 Dispositivos de conexión de cables

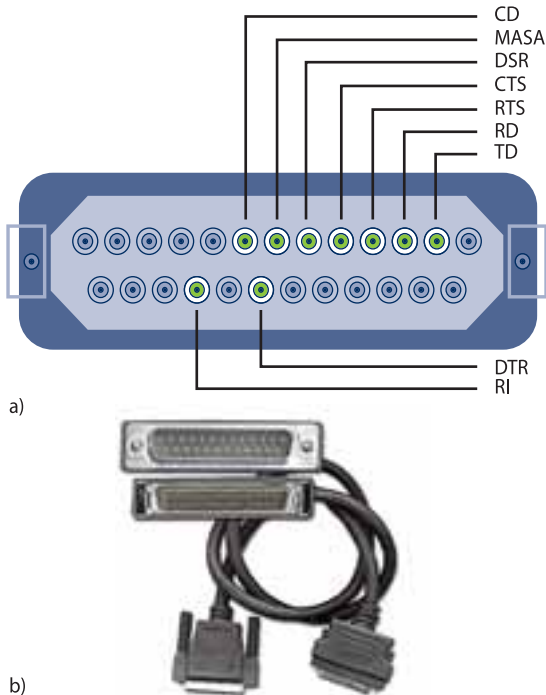


Figura 3.6. a) Estructura lógica de los pines del conector RS-232. b) Vista frontal real del conector.

También se pueden encontrar conectores de 9 pines (Figura 3.8) en los que se han mantenido las líneas más utilizados en las comunicaciones usuales. Los principales son los siguientes:

- **DTR (Data Terminal Ready):** terminal de datos preparado. Esta señal es enviada inicialmente por el terminal al módem para informarle de que está preparado para intervenir en una comunicación.
- **DSR (Data Set Ready):** módem preparado. Seguidamente el módem activa esta línea y se la envía al terminal para indicarle que el módem también está listo.

- **RTS (Request To Send):** petición de emisión. Una vez que el terminal y el módem están listos, si el ETD necesita enviar datos, envía al módem la señal RTS para informarle.
- **CD (Carrier Detected):** detección de portadora. Cuando el módem lee la señal RTS que el terminal le envía, dispara los circuitos de enlace de línea enviando al módem remoto una señal portadora. Este módem remoto activa, entonces, la señal CD y así avisa al terminal próximo de que el módem remoto está listo para recibir datos.
- **CTS (Clear To Send):** listo para transmitir. Es una señal que envía el módem al terminal para indicarle que está listo para aceptar datos, puesto que ha conseguido un enlace por la línea telefónica ya que anteriormente recibió un CD.
- **TD (Transmitted Data):** transmisión de datos. Esta línea es el canal por el que viajan en serie los bits del emisor.
- **RD (Received Data):** recepción de datos. Los datos emitidos por el emisor se reciben en el receptor por la línea RD.
- **TC (Transmitter Clock):** transmisor de reloj. En el caso de las comunicaciones síncronas se tiene que enviar una señal de reloj para mantener la sincronización y se hace por esta línea.
- **RC (Receiver Clock):** receptor de reloj. La señal TC se recibe en el otro extremo de la comunicación por la línea RC.
- **GND (Ground):** tierra protectora. Es la línea que sirve para unificar las tierras de emisor y receptor.
- **SGND (Signal Ground):** tierra señal de referencia. Establece el nivel de tensión de referencia para poder distinguir los valores de cada uno de los bits.

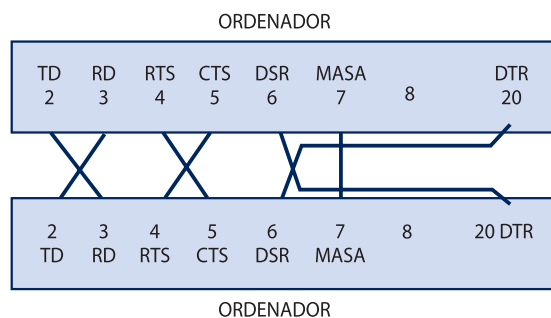


Figura 3.7. Estructura de conexión de las líneas más importantes a través de RS-232-C con conector de 25 pines.

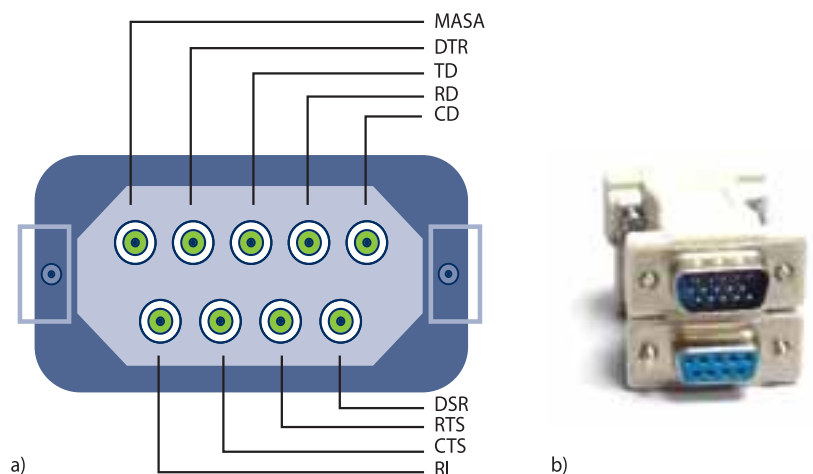


Figura 3.8. a) Estructura lógica de los pines del conector RS-232 de 9 pines. b) Vista frontal real del conector.



3. La instalación física de una red

3.2 Dispositivos de conexión de cables



Actividad 1

Cables serie y null módem

Se trata de construir varios modelos de cables serie utilizando los conectores DB9 y DB25 comentados anteriormente. Un cable módem, también denominado null módem, es el cable serie que se utiliza para la conexión de un DCE a un DTE por línea serie. Es la típica conexión del puerto serie de un PC con un módem externo. A veces no es fácil encontrar en los comercios los cables serie que nos hacen falta y es necesaria su construcción manual. En esta actividad, se trata de construir algunos de estos cables:

a) Cable módem de 7 pines activos:

GNDGND
 RXTX
 TX.....RX
 RTS.....CTS
 CTSRTS
 DSRDTR
 DTR.....DSR

La construcción física del cable tendría que tener en cuenta los siguientes datos en función del conector elegido (DB9 o DB25):

Señal	Patilla en DB9	Patilla en DB25
GND	patilla 5	patilla 7
RX	patilla 2	patilla 3

TX	patilla 3	patilla 2
RTS	patilla 7	patilla 4
CTS	patilla 8	patilla 5
DSR	patilla 6	patilla 6
DTR	patilla 4	patilla 20

b) Cable serie de conexión entre un DB9 y un DB25.

La construcción física y las señales serían las siguientes:

Conector DB9	Conector DB25
7 (GND)	7 (GND)
3 (TX)	3 (RX)
2 (RX)	2 (TX)
8 (CTS)	4 (RTS)
7 (RTS)	5 (CTS)
6 (DSR)	20 (DTR)
4 (DTR)	6 (DSR)
CHASIS	(malla)
	CHASIS

Se puede encontrar información sobre estas construcciones en <http://www.linux-es.org/docs/HOWTO/translations/es/Terminals-Como>, en <http://www.nullmodem.com/NullModem.htm>, en http://www.fermines.com/null_modem.htm o buscando en Internet por la voz «null modem».

B Conectores para redes

El conector es el interface entre el cable y el DTE o el DCE de un sistema de comunicación, o entre dos dispositivos intermedios en cualquier parte de la red. En las redes de área extendida la estandarización es muy importante, puesto que hay que garantizar que sea cual

sea el fabricante de los equipos, los ordenadores conectados se puedan entender, incluso en el nivel físico. En las redes de área local, al tener un único propietario, hay una mayor libertad en la elección de los conectores. Aún así están totalmente estandarizados.

Algunos de estos conectores se describen a continuación (Figura 3.9):



Figura 3.9. Distintos tipos de cables y conectores.

3. La instalación física de una red

3.2 Dispositivos de conexión de cables



- **RJ11, RJ12, RJ45.** Estos conectores se suelen utilizar con cables UTP, STP y otros cables de pares. Para estos cables se habían definido distintas clases y categorías, que son también heredadas por los conectores. Por tanto, al adquirir los conectores se debe especificar la categoría del cable que se pretende utilizar con ellos.
- **AUI, DB15.** Utilizados en la formación de topologías en estrella con cables de pares, o para la conexión de transceptores a las estaciones.
- **BNC.** Se utiliza con cable coaxial fino, típico de Ethernet. Mantiene la estructura coaxial del cable en cada conexión (Figura 3.10).
- **T coaxial.** Es el modo natural de conectar una estación en un bus de cable coaxial.
- **DB25 y DB9.** Son conectores utilizados para transmisiones serie.

En el caso de redes inalámbricas no podemos hablar de conectores sino de antenas de radiación.



Figura 3.10. a) Piezas que componen un conector BNC para cable coaxial y un terminador de 50 Ω . b) Conectores RJ45. c) Conectores y latiguillos para fibra óptica.

Pero cables y conectores no son los únicos elementos físicos de la red. También hay que considerar la conducción de los cables por las instalaciones arquitectónicas, los elementos que adecuan los cables a las tarjetas de red, etcétera.

- **Baluns y transceptores.** Son capaces de adaptar la señal pasándola de coaxial, *twinaxial*, dual coaxial a UTP o, en general, a cables de pares, sean o no trenzados. La utilización de este tipo de elementos

produce pérdidas de señal ya que deben adaptar la impedancia de un tipo de cable al otro.

- **Rack.** Es un armario que recoge de modo ordenado las conexiones de toda o una parte de la red (Figura 3.11).
- **Latiguillos.** Son cables cortos utilizados para prolongar los cables entrantes o salientes del rack.
- **Canaleta.** Es una estructura metálica o de plástico, adosada al suelo o a la pared, que alberga en su interior todo el cableado de red, de modo que el acceso a cualquier punto esté más organizado y se eviten deterioros indeseados en los cables.
- **Placas de conectores y rosetas.** Son conectores que se insertan en las canaletas, o se adosan a la pared y que sirven de interface entre el latiguillo que lleva la señal al nodo y el cable de red.



Figura 3.11. Vistas de un rack para cableado estructurado.

C

Conectores para fibra óptica

Los conectores más comunes utilizados en instalaciones de fibra óptica para redes de área local son los conectores ST y SC. En redes FDDI, suele utilizarse el conector de tipo MIC.

El conector **SC** (*Straight Connection*) es un conector de inserción directa. Suele utilizarse en conmutadores Ethernet de tipo Gigabit. La conexión de la fibra óptica al conector requiere el pulido de la fibra y la alineación de la fibra con el conector.



3. La instalación física de una red

3.2 Dispositivos de conexión de cables

Ocasionalmente, la documentación técnica utiliza indistintamente los términos *crimpar* y *grimpar*.

El conector **ST** (*Straight Tip*) es un conector semejante al SC pero requiere un giro del conector para su inserción, de modo semejante a los conectores coaxiales. Suele utilizarse en instalaciones Ethernet híbridas entre cables de pares y fibra óptica. Como en el caso del conector SC, también se requiere el pulido y la alineación de la fibra.

En las instalaciones de fibra óptica hay que tener mucho cuidado con la torsión del cable ya que se trata de un material muy frágil. Los fabricantes de fibra suelen recomendar que la fibra no se doble con radios de curvatura inferiores a 25 veces el diámetro del propio cable de fibra.



Figura 3.12. Conectores para fibra óptica de tipo SC (a la izquierda) y ST (a la derecha).

D Herramientas de conectorización

La creación de las conexiones de la red debe ser realizada con sumo cuidado. La mayor parte de los problemas de las redes de área local una vez que han entrado en su régimen de explotación se relacionan directamente con problemas en los cables o en los conectores.

Cuanto mayor sea la velocidad de transmisión de las señales de la red, tanto mayor será la necesidad de calidad en los conectores y las conexiones que conforman.

Antes de su utilización, cada cable construido debe ser probado para asegurarse de que cumple con las especificaciones de calidad requeridas en la instalación. Esto hace que cuando no se tiene seguridad en la construcción del cable con sus conectores incluidos, el cable debe rechazarse.



Figura 3.13. Algunas herramientas para la conectorización de cables de pares.

Las herramientas utilizadas en la construcción de las conexiones del cableado dependerán del tipo de cable y de conector. Las grandes empresas que diseñan y construyen sistemas de cableados suelen disponer de las herramientas adecuadas para su conectorización. También hay que disponer de la documentación correspondiente al tipo de conector que se va a conectorizar.

Estas herramientas toman formas especializadas como alicates, cuchillas y crimpadores. Se pueden adquirir en los comercios especializados por separado o formando parte de kits para cada tipo de cable.



Figura 3.14. a) Kits de conectorización de fibra óptica.
b) Kits de cables de pares.

3. La instalación física de una red

3.3 La tarjeta de red



Además de las herramientas de conectorización, de los cables y de los conectores, son necesarios algunos otros componentes que cooperan en la calidad de la instalación. Nos fijaremos aquí en algunos de modo orientativo:

- **Macarrón termorretráctil.** Se trata de cables huecos contruidos con un material plástico termorretráctil, es decir, que se comprimen por aplicación de calor. Suele instalarse en la unión del cable con el conector para que una vez apretado por efecto del calor, el conector quede más solidamente sujeto al cable.

- **Bridas.** Son elementos plásticos que abrochan los cables entre sí o a los armarios y canaletas por donde se instalan de modo que se fije la trayectoria del cable y se impida su movilidad.
- **Etiquetas identificativas.** Constituyen un sistema de información que se adjunta a cada cable para tenerlo identificado en todo momento.

Otro tipo de herramientas más comunes como tijeras, pelacables, destornilladores, punzones, cuchillas, pinzas, resinas, cinta aislante, etcétera.

Actividad 2



Identificación de componentes físicos de la red

En una instalación de red real a la que se tenga acceso, por ejemplo, la red del centro educativo o del aula, identificar todos los cables,

conectores y demás componentes físicos. Confeccionar en una hoja de cálculo una clasificación que permita un sencillo cómputo de los componentes utilizados que sea la base de un futuro inventario. Se puede incluir en este estudio también el sistema telefónico.

3.3 La tarjeta de red

El adaptador de red, tarjeta de red o **NIC** (*Network Interface Card*) es el elemento fundamental en la composición de la parte física de una red de área local. Cada adaptador de red es un interface hardware, entre la plataforma o sistema informático y el medio de transmisión físico, por el que se transporta la información de un lugar a otro.

El adaptador puede venir o no incorporado con la plataforma hardware básica del sistema. En algunos ordenadores personales hay que añadir una tarjeta separada, independiente del sistema, para realizar la función de adaptador de red. Esta tarjeta se inserta en el bus de comunicaciones del ordenador personal convenientemente configurada. Un equipo puede tener una o más tarjetas de red para permitir distintas configuraciones o poder atacar con el mismo equipo distintas redes.



Descripción y conexión del adaptador

La tarjeta de red es un dispositivo electrónico que se compone de las siguientes partes:

- Interface de conexión al bus del ordenador.
- Interface de conexión al medio de transmisión.
- Componentes electrónicos internos, propios de la tarjeta.
- Elementos de configuración de la tarjeta: puentes, conmutadores, etcétera.

La conexión de la tarjeta de red al hardware del sistema sobre el que se soporta el *host* de comunicaciones se realiza a través del interface de conexión. Cada ordenador transfiere internamente la información entre los distintos componentes (CPU, memoria, periféricos) en paralelo a través de un bus interno. Los distintos componentes, especialmente los periféricos y las tarjetas, se conectan a este bus a través de unos conectores llamados *slots* de conexión, que siguen unas especificaciones concretas.

Por tanto, un **slot** es el conector físico en donde se «pincha» la tarjeta. Es imprescindible que la especificación del *slot* de conexión coincida con la especificación del interface de la tarjeta. También es preciso guardar unas medidas de seguridad mínimas para garantizar que la electrónica de los componentes no se estropee por una imprudente manipulación, como por



3. La instalación física de una red

3.3 La tarjeta de red

ejemplo, descargarse de electricidad estática, trabajar en un ambiente seco y limpio, etcétera.

La velocidad de transmisión del *slot*, es decir, del bus interno del ordenador, y el número de bits que es capaz de transmitir en paralelo, serán los primeros factores que influirán decisivamente en el rendimiento de la tarjeta en su conexión con el procesador central.

Actualmente los interfaces más usados son PCI (tanto de 32 como de 64 bits), PCMCIA para ordenadores portátiles y USB. La tecnología más consolidada para PC compatibles es PCI, que está implantada en la mayor parte de las plataformas modernas.

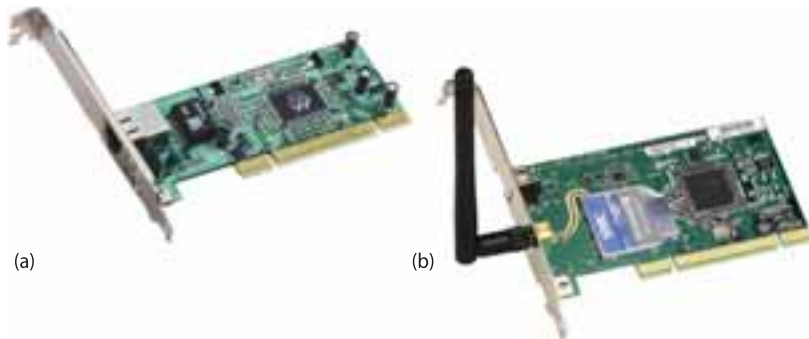


Figura 3.15. a) Adaptadores de red con interface PCI para cable UTP. b) Para redes inalámbricas.

En el mercado existen muchos tipos de tarjetas de red. Cada tarjeta necesita su controlador de software para comunicarse con el sistema operativo del *host*. Hay firmas comerciales poseedoras de sus propios sistemas operativos de red que tienen muy optimizados estos controladores. Esto hace que muchas tarjetas de red de otros fabricantes construyan sus tarjetas de acuerdo con los estándares de estos fabricantes mayoritarios, de modo que las tarjetas se agrupan por el tipo de controlador que soportan. Por ejemplo, las tarjetas NE2000 de Novell son un estándar de *facto* seguido por otros muchos fabricantes que utilizan un software compatible.

En general, es conveniente adquirir la tarjeta de red asegurándose de que existirán los controladores apropiados para esa tarjeta, y para el sistema operativo del *host* en el que se vaya a instalar. Además hay que cerciorarse de que se dispondrá de un soporte técnico para solucionar los posibles problemas de configuración o de actualización de los controladores con el paso del tiempo, tanto de los sistemas operativos de red como de las propias redes.

Los componentes electrónicos incorporados en la tarjeta de red se encargan de gestionar la transferencia de datos entre el bus del ordenador y el medio de transmisión, así como del proceso de estos datos.

La salida hacia el cable de red requiere una interfaz de conectores especiales para red como los que ya se han visto anteriormente: BNC, RJ45, DB25, etc., dependiendo de la tecnología de la red y del cable que se deba utilizar. Normalmente, la tarjeta de red procesará la información que le llega procedente del bus del ordenador para producir una señalización adecuada en el medio de transmisión, por ejemplo, una modulación, un empaquetamiento de datos, un análisis de errores, etc.

En el caso de adaptadores para redes inalámbricas el procedimiento de instalación es semejante aunque no se utilizan cables, que serán sustituidos por las antenas de radiación que los propios interfaces llevan incorporadas.



Figura 3.16. Adaptadores de red con interface PCMCIA para ordenadores portátiles.



Configuración de la tarjeta de red

La tarjeta de red debe ponerse de acuerdo con el sistema operativo del *host* y su hardware en el modo en el que se producirá la comunicación entre ordenador y tarjeta. Esta configuración se rige por unos parámetros que deben ser configurados en la tarjeta dependiendo del hardware y software del sistema de modo que no colisionen con los parámetros de otros periféricos o tarjetas. Los principales parámetros son los siguientes:

- **IRQ** (*Interrupt Request* o solicitud de interrupción). Es el número de una línea de interrupción con el que se avisan sistema y tarjeta de que se producirá un evento de comunicación entre ellos. Por ejemplo, cuando la tarjeta recibe una trama de datos, ésta es procesada y analizada por la tarjeta,



activando su línea IRQ para avisar al procesador central de que tiene datos preparados para el sistema. Valores típicos para el la IRQ son 3, 5, 7, 9, 10 y 11, aunque pueden variar dependiendo del hardware instalado.

- **Dirección de E/S** (Entrada/Salida). Es una dirección de memoria en la que escriben y leen tanto el procesador central del sistema como la tarjeta, de modo que les sirve de bloque de memoria para el intercambio mutuo de datos. Tamaños típicos de este bloque de memoria (o buffer) son 16 KBytes o 32 KBytes. Este sistema de intercambio de datos entre el host y la tarjeta es bastante rápido, por lo que es muy utilizado en la actualidad, pero requiere de procesadores más eficientes. La dirección de E/S se suele expresar en hexadecimal, por ejemplo DC000H.
- **DMA** (*Direct Memory Access*, acceso directo a memoria). Cuando un periférico o tarjeta necesita transmitir datos a la memoria central, un controlador hardware apropiado llamado controlador DMA, pone de acuerdo a la memoria y a la tarjeta sobre los parámetros en que se producirá el envío de datos, sin necesidad de que intervenga la CPU en el proceso de transferencia. Cuando un adaptador de red transmite datos al sistema por esta técnica (DMA), debe definir qué canal de DMA va a utilizar que no vaya a ser utilizado por otra tarjeta. Este sistema de transferencia se utiliza poco en las tarjetas modernas.
- **Dirección del puerto de E/S**. El puerto de Entrada/Salida es un conjunto de bytes de memoria en los que procesador central y periféricos intercambian datos de Entrada/Salida o del estado del periférico.
- **Tipo de transceptor**. Algunas tarjetas de red incorporan varias salidas con diversos conectores —tarjetas COMBO—, de modo que se puede escoger entre ellos en función de las necesidades. Algunas de estas salidas necesitan transceptor externo, y hay que indicárselo a la tarjeta cuando se configura.

Tradicionalmente estos parámetros se configuraban en la tarjeta a través de puentes —*jumpers*— y conmutadores —*switches*— (Figura 3.17). Actualmente está muy extendido un modo de configuración por software, que no requiere la manipulación interna del hardware: los parámetros son guardados por el programa configurador que se suministra con la tarjeta, en una memoria no volátil que reside en la propia tarjeta.



Figura 3.17. Ejemplos de configuración mediante jumpers en una tarjeta de red, en un disco duro y en una placa madre.

Como en cualquier otra tarjeta, el adaptador de red necesita de un software controlador que conduzca sus operaciones desde el sistema operativo. De este modo, las aplicaciones a través del sistema operativo tienen controlados los accesos al hardware del sistema, y en concreto, a la red.

Este software es un programa de muy bajo nivel denominado **controlador** o **driver** de red que es específico para cada adaptador. Normalmente cada fabricante construye su propio controlador para cada una de las tarjetas que fabrica, aunque los sistemas operativos tienen integrados controladores para las tarjetas más comunes. Si el sistema operativo es avanzado, es posible, que estos controladores estén firmados digitalmente con objeto de garantizar su procedencia como signo de estabilidad y correcto funcionamiento.

Sobre este controlador pueden establecerse otros programas de más alto nivel y que tienen funciones específicas relacionadas con los protocolos de la red. A estos programas se les llama **packet-drivers**, porque son los encargados de la confección de los paquetes o tramas que circularán por la red. Estos paquetes están contruidos de acuerdo con las especificaciones de los protocolos de capa superior adecuándolos a las características del medio físico de la red.

Este fraccionamiento del software en capas de programas (no hay que confundir con los niveles OSI que especifican funciones) permite que sobre la misma tarjeta de red puedan soportarse distintos protocolos sin interferencias entre ellos. Son las llamadas **pilas** o **stacks** de protocolos de distintas familias.



3. La instalación física de una red

3.3 La tarjeta de red

De modo análogo, son posibles los sistemas que tienen una o más pilas de protocolos sobre una o más tarjetas de red. El sistema se encarga de gestionar los mensajes de red que entran y salen por cada una de sus tarjetas, y de los protocolos que soportan cada una de ellas.

Hay dos tecnologías básicas para realizar este enlace entre las capas de alto nivel, por ejemplo, las aplicaciones de usuario y el adaptador de red. Se trata de las especificaciones **NDIS** (*Network Driver Interface Specification*, de Microsoft y 3COM) y **ODI** (*Open Datalink Interface*, de Novell y Apple). El software de estas especificaciones actúa como interface entre los protocolos de transporte y la tarjeta de red.

Cuando se instala hardware nuevo en un sistema y se arranca, si éste soporta la tecnología *plug & play*, entonces avisará del nuevo hardware encontrado y tratará de instalar con el consentimiento del usuario, más o menos automáticamente, los controladores apropiados para hacer funcionar correctamente esos nuevos dispositivos.

para el administrador de la red visitar con alguna frecuencia la sede web de los fabricantes de las tarjetas de red de la instalación para comprobar que los controladores que tiene instalados con las tarjetas de red coinciden con la última versión que distribuye el fabricante. Normalmente, las nuevas versiones corrigen problemas y hacen mejorar el rendimiento del hardware.

No obstante, antes de hacer una actualización de un controlador de tarjeta de red conviene hacer una copia de seguridad del sistema operativo o al menos crear un punto de restauración por si el nuevo controlador diera algún problema.

Algunas tarjetas de red incorporan un zócalo para la inserción de un chip que contiene una memoria **ROM** (*Read Only Memory*, Memoria de sólo lectura) con un programa de petición del sistema operativo del *host* a través de la red. De este modo el host puede cargar su sistema operativo a través de la red, por ejemplo a través de un servicio de red denominado **BOOTP**.

En la última generación de tarjetas, la configuración se realiza automáticamente: elección del tipo de conector, parámetros de comunicación con el sistema, etc., aunque requiere hardware especializado en el host. Esta tecnología de configuración automática se llama *plug & play* (enchufar y funcionar), y facilita extraordinariamente el trabajo del instalador, quien ya no tiene que preocuparse de los parámetros de la tarjeta.



Características de las tarjetas de red

No todos los adaptadores de red sirven para todas las redes. Existen tarjetas apropiadas para cada tecnología de red: Ethernet, Token Ring, FDDI, redes inalámbricas, etcétera.

Algunas tarjetas que sirven para el mismo tipo de red se parametrizan de acuerdo con ciertas especificaciones. Por ejemplo, una tarjeta Ethernet puede estar configurada para transmitir a 10 Mbps o 100 Mbps, si está preparada para ello, dependiendo del tipo de red Ethernet a la que se vaya a conectar. También se puede elegir el tipo de conexión: 10Base2, 10Base5, 10BaseT, 100BaseT, 1000BaseT, etcétera.

Algunos adaptadores de red no se conectan directamente al bus de comunicaciones interno del ordenador, sino que lo hacen a través de otros puertos de comunicaciones serie, paralelo o, más recientemente, **USB**

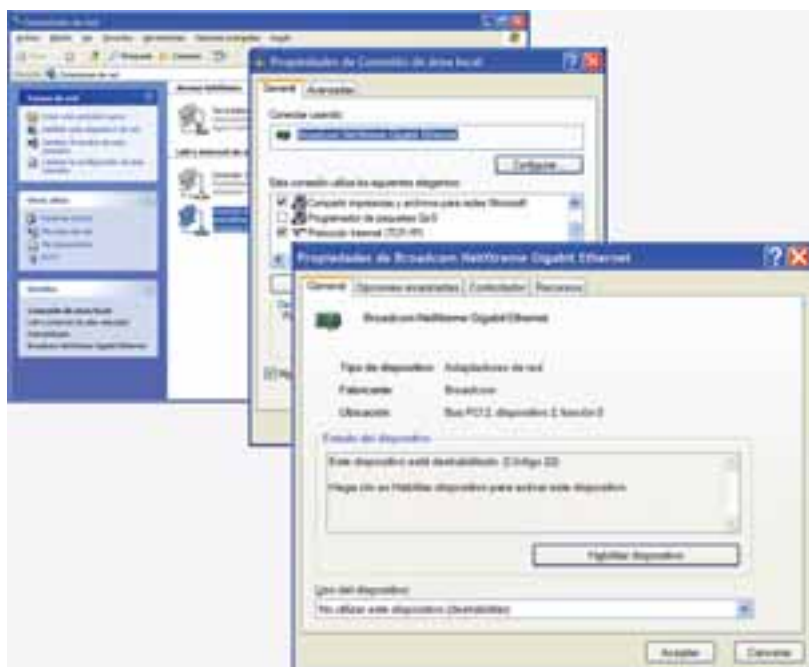


Figura 3.18. Configuración del adaptador de red en un sistema Windows.

En ocasiones, el sistema operativo no reconoce automáticamente la tarjeta de red recién instalada. Esto ocurre sobre todo si la tarjeta es más moderna que el sistema operativo. El fabricante de la tarjeta debe proporcionar con ella su software controlador para los sistemas operativos más comunes. Es una buena práctica

3. La instalación física de una red

3.3 La tarjeta de red



(Universal Serial Bus, Bus Serie Universal). Para su correcto funcionamiento requieren controladores especiales y su rendimiento no es tan alto como en las tarjetas conectadas al bus. Los ordenadores portátiles suelen llevar la tarjeta de red integrada en su placa madre, pero en cualquier caso se les puede añadir otra tarjeta PCMCIA.



Figura 3.19. Características configurables de un adaptador de red en un sistema Windows.

Aunque una tarjeta de red no especifica la función de una máquina como cliente o como servidor, conviene que las tarjetas de red instaladas en servidores sean de mejor calidad y con algunas funcionalidades añadidas. Algunas de estas características son:

- Poseer más de un puerto de red. La misma tarjeta tiene varios canales de entrada/salida como interface de red, de modo que una sola tarjeta puede conectarse a varias redes distintas.
- Migración de puerto después de un error. Cuando se produce un error en el puerto utilizado de la tarjeta se pone en funcionamiento automáticamente otro

semejante de modo que el sistema se hace insensible a problemas en el puerto de red.

- Agregación de puerto. Se trata de que varios puertos puedan volcar información a la misma red. De este modo, el ancho de banda del sistema será la suma de los anchos de banda de cada uno de los puertos de red. Hay fabricantes que permiten la agregación de puertos de tarjetas distintas sobre el mismo sistema.
- Compatibilidad con tramas de tipo **jumbo**. Las tramas **jumbo** están prohibidas en el estándar Ethernet sin embargo, si todas las tarjetas de la instalación contemplan esta característica es posible crear redes de mayor eficacia, pues en vez de enviar tramas de 1514 bytes típicas de Ethernet, las tramas **jumbo** emplean la misma tecnología pero con tramas de 9014 bytes.
- Compatibilidad con VLAN. Las tarjetas de red que incorporan esta característica permiten la creación de redes de área local virtuales que admiten la configuración de redes en la que los nodos no pertenecen a la red en función de su conexión de cableado sino en función de su configuración de software de red.

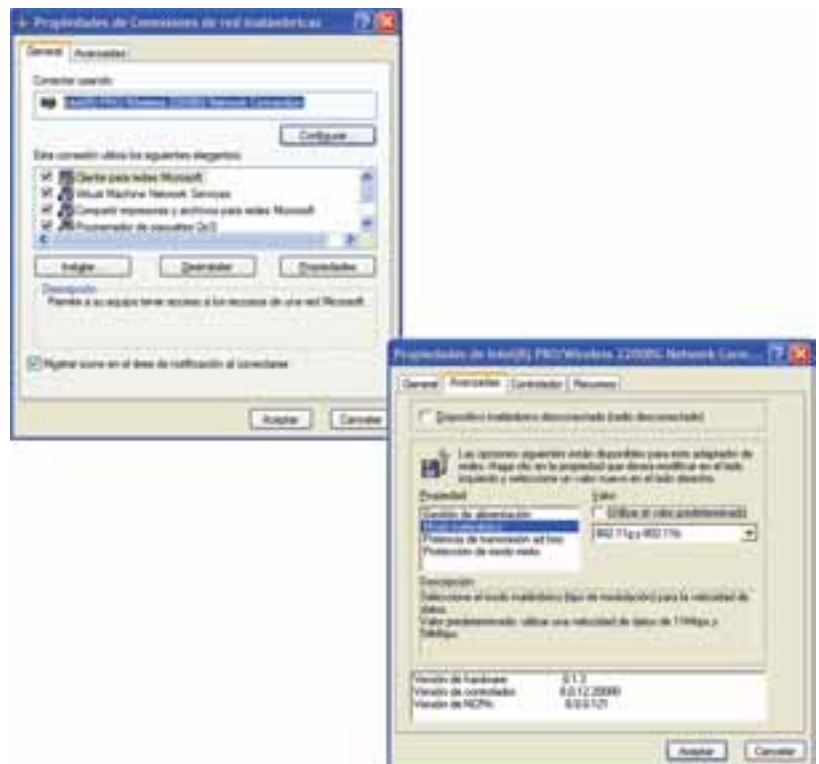


Figura 3.20. Configuración de un adaptador de red inalámbrico.



3. La instalación física de una red

3.4 Red Ethernet

3.4 Red Ethernet

Ethernet es un tipo de red que sigue la norma IEEE 802.3. Esta norma define un modelo de red de área local utilizando el protocolo de acceso al medio CSMA/CD en donde las estaciones están permanentemente a la escucha del canal y, cuando lo encuentran libre de señal, efectúan sus transmisiones inmediatamente. Esto puede llevar a una colisión que hará que las estaciones suspendan sus transmisiones, esperen un tiempo aleatorio y vuelvan a intentarlo.

IEEE 802.3 tiene su predecesor en el protocolo **Aloha** al que ya nos hemos referido anteriormente. Más tarde, la compañía Xerox construyó una red CSMA/CD de casi 3 Mbps de velocidad de transferencia, denominada Ethernet, que permitía conectar a lo largo de un cable de 1 km de longitud hasta 100 estaciones. En una fase posterior las compañías DEC (Digital Equipment Corporation, absorbida por Compaq y posteriormente por HP) e Intel, junto con Xerox, definieron un estándar para Ethernet de 10 Mbps con topología en bus (Figura 3.21). Posteriores revisiones de Ethernet han llegado hasta 1 Gbps y ya se está empezando a implantar Ethernet a 10 Gbps.

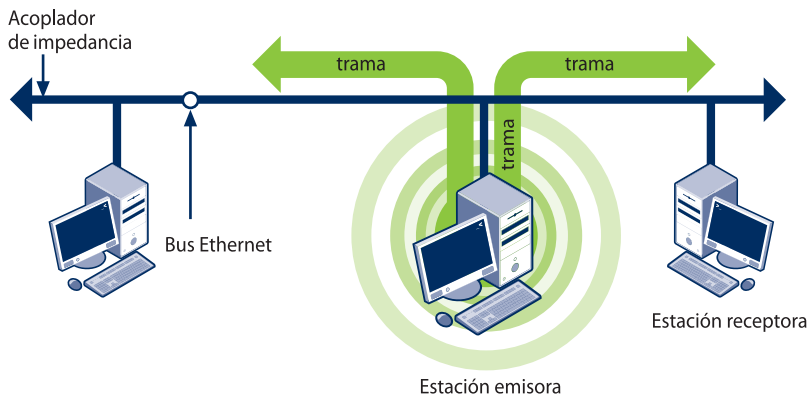


Figura 3.21. Topología en bus para la red Ethernet.



El nivel físico en Ethernet

El nivel físico de Ethernet utiliza una codificación denominada **Manchester diferencial** por la que en cualquier instante el cable puede estar en alguno de estos tres estados posibles:

- Transmisión de un cero lógico. El cero lógico está constituido por una señal de $-0,85$ V seguida de otra de $+0,85$ V.

- Transmisión de un uno lógico. El uno lógico es la inversión del cero lógico, es decir, una señal de $+0,85$ V seguida de otra de $-0,85$ V.
- Canal inactivo, sin transmisión. Se caracteriza por el mantenimiento del canal a 0 V, es decir, en reposo eléctrico.

Cualquier estación conectada a una red IEEE 802.3 debe poseer una tarjeta de red que cumpla con este estándar y con los componentes electrónicos y el software adecuado para la generación y recepción de tramas.

La tarjeta o adaptador de red se encarga de verificar las tramas que le llegan desde el canal, así como de ensamblar los datos de información dándoles la forma de una trama, calculando los códigos de redundancia cíclica que ayuden a detectar los posibles errores en destino, etc. La tarjeta también es la encargada de negociar los recursos que necesita con el sistema operativo del ordenador en que se instala.

La longitud máxima permitida para el bus en que se basa una red IEEE 802.3 es de 500 m. Sin embargo, es posible conectar varios segmentos a través de unos dispositivos especiales llamados repetidores (Figura 3.22).

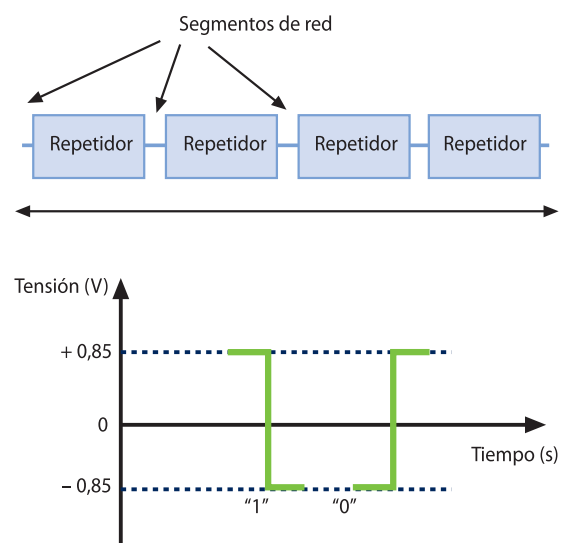


Figura 3.22. Topología extendida con repetidores para una red Ethernet en bus. En la parte inferior, señales eléctricas transmitidas por el cable en Ethernet.

3. La instalación física de una red

3.4 Red Ethernet



El repetidor opera en la capa física, y se encarga de amplificar (realmente lo que hace es regenerar) la señal eléctrica, para que su amplitud sea la adecuada y llegue correctamente a los posibles receptores. Hay una limitación en la longitud total del bus (incluyendo la configuración con repetidores): dos transceptores no pueden distanciarse más de 2 500 m. Además, entre dos transceptores cualesquiera no puede haber un camino de red con más de cuatro repetidores, pues entonces el retardo de las señales haría inviable el sistema de gestión de las colisiones, impidiendo a la red operar eficazmente.

Tipos de Ethernet

El modo en que las tramas IEEE 802.3 son puestas en el medio de transmisión físico depende de las especificaciones de hardware y de los requerimientos del tipo de cableado elegido. Se definen para ello varios subestándares, todos ellos integrados dentro de la IEEE 802.3, que especifican el tipo de conector y de cable que es preciso para alcanzar los rendimientos previstos utilizando siempre el método CSMA/CD. Algunos de estos subestándares son los siguientes (Tabla 3.3):

Ethernet	Medio transmisión	Longitud máx. por segmento
10Base5	Coax 50 Ω	500 m
10Base2	Coax 50 Ω	185 m
10BaseT	UTP	100 m
10Broad36	Coax 75 Ω	1 800 m
100BaseTX	2 pares STP ó UTP categoría 5	100 m
100BaseFX	2 fibras ópticas	500 m
100BaseT4	4 pares UTP categoría 3 a 5	100 m

Tabla 3.3. *Tabla de características técnicas de Ethernet a 10 y a 100 Mbps.*

Las características básicas de algunos de estos estándares Ethernet son:

- **10Base5.** Es la especificación original de Ethernet y utiliza coaxial grueso para el transporte de las señales en banda base.
- **10Base2.** También es una especificación original de Ethernet que utiliza cable coaxial fino, en con-

creto se suele utilizar el cable RG-58, de 50 Ω de impedancia, para transmisiones de hasta 10 Mbps.

- **10Broad36.** Define un estándar para cable coaxial en banda ancha. En la actualidad es un estándar que apenas se utiliza.
- **10BaseT.** Utiliza cables de par trenzado UTP para producir transmisiones de hasta 10 Mbps. Configura la Ethernet como una estrella.
- **100BaseT.** Es semejante al 10BaseT, pero con velocidades hasta 100 Mbps, utilizando cables UTP de categoría 5.
- **1000BaseT.** En este caso las comunicaciones siguen la normativa Ethernet pero con velocidades de 1 000 Mbps; sin embargo, se necesitan cables superiores al UTP de categoría 5, por ejemplo, el de categoría 5 mejorada (categoría 5e). Además las distancias de cable deben ser mucho más reducidas. Es la base de la tecnología Gigabit Ethernet.

En la actualidad ya se habla de Ethernet 10G, que sería la red con tecnología Ethernet a 10 Gbps.

La trama Ethernet

Una trama IEEE 802.3 se compone de los siguientes campos (Figura 3.23):

Preámbulo (7 bytes)	Inicio (1)	Direc. Destino (2 ó 6)	Direc. Origen (2 ó 6)	Long. Datos (2)	Datos (0-1500)	Relleno (0-46)	CRC (4)
------------------------	---------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	------------

Figura 3.23. *Formato de la trama IEEE 802.3.*

- **Preámbulo.** Este campo tiene una extensión de 7 bytes que siguen la secuencia «10101010».
- **Inicio.** Es un campo de 1 byte con la secuencia «10101011», que indica que comienza la trama.
- **Dirección de destino.** Es un campo de 2 o 6 bytes que contiene la dirección del destinatario. Aunque la norma permite las dos longitudes para este campo, la utilizada en la red de 10 Mbps es la de 6 bytes. Esta dirección puede ser local o global. Es local cuando la dirección sólo tiene sentido dentro de la propia red, y suele estar asignada por el administrador de red.



3. La instalación física de una red

3.4 Red Ethernet

Una dirección global (dirección MAC o dirección Ethernet) es única para cada tarjeta de red, normalmente codifica la compañía constructora de la tarjeta y un número de serie. El bit de mayor orden de este campo, que ocupa el lugar 47, codifica si la dirección de destino es un único destinatario (bit puesto a 0) o si representa una dirección de grupo (bit puesto a 1). Una dirección de grupo es la dirección a la que varias estaciones tienen derecho de escucha (transmisión de uno a varios). Cuando todos los bits del campo dirección están a 1, se codifica una difusión o «broadcast», es decir, codifica una trama para todas las estaciones de la red. El sistema sabe si se trata de una dirección local o global analizando el valor del bit 46.

- **Dirección de origen.** Es semejante al campo de dirección de destino, pero codifica la dirección MAC de la estación que originó la trama, es decir, de la tarjeta de red de la estación emisora.
- **Longitud.** Este campo de dos bytes codifica cuántos bytes contiene el campo de datos. Su valor oscila en un rango entre 0 y 1500.
- **Datos.** Es un campo que puede codificar entre 0 y 1500 bytes en donde se incluye la información de usuario procedente de la capa de red.
- **Relleno.** La norma IEEE 802.3 especifica que una trama no puede tener un tamaño inferior a 64 bytes, por tanto, cuando la longitud del campo de datos es muy pequeña se requiere rellenar este campo para completar una trama mínima de al menos 64 bytes. Es un campo que puede, por tanto, tener una longitud comprendida entre 0 y 46 bytes, de modo que la suma total de la trama sea al menos de 64 bytes.
- **CRC.** Es el campo de 4 bytes en donde se codifica el control de errores de la trama.



Las colisiones en Ethernet

Vamos ahora a estudiar el modo en que se resuelven las colisiones. Cuando se produce una colisión las estaciones implicadas en ella interrumpen sus transmisiones, generan una señal de ruido para alertar al resto de las estaciones de la red y esperarán un tiempo aleatorio para volver a retransmitir.

El sistema de asignación de tiempos de espera consiste en dividir el tiempo en ranuras temporales de valor

51,2 microsegundos. En este tiempo, la red hubiera podido transmitir 512 bits que se hubieran desplazado 2,5 km y que coincide con la distancia máxima permitida en la red.

Después de la colisión las estaciones generan un número aleatorio que se resuelve como 0 o 1. Si el resultado es 0, se produce la retransmisión inmediatamente, mientras que si es 1 se espera una ranura para efectuar la retransmisión. Si ambas estaciones eligen el mismo número aleatorio, se producirá de nuevo otra colisión.

La probabilidad de colisión es $1/2$. En ese caso se repite el proceso, pero ahora generando números aleatorios con resultado 0, 1, 2 o 3, esperando ese número de ranuras para producir la transmisión. Pueden volver a colisionar, pero ahora la probabilidad de colisión es de $1/4$.

Así se repite el proceso hasta que se consigue una retransmisión eficaz. Con cada colisión se retarda la transmisión, pero la probabilidad de nueva colisión se reduce en progresión geométrica.



Dominios de colisión en Ethernet

Cuando Ethernet pone una trama en el bus de la red, esta trama viaja por todo el bus para alcanzar a todas las estaciones que están conectadas a él porque cualquiera de ellas, algunas o todas pueden ser las destinatarias de la información que viaja en la trama.

Sin embargo, una trama no puede saltar a otra red. Se dice que la trama se circunscribe a su dominio de colisión, es decir, una trama sólo puede colisionar con otra dentro de su dominio de colisión pues no puede traspasar esta frontera.

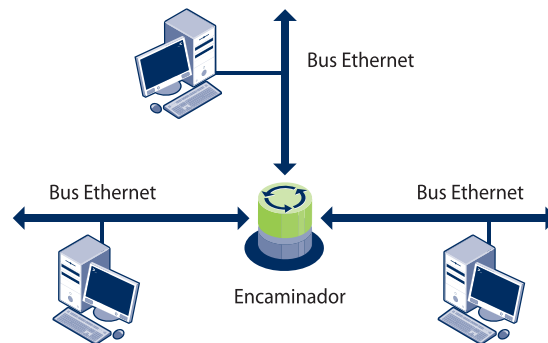


Figura 3.24. Tres dominios de colisión definidos por tres buses Ethernet interconectados por un encaminador.

3. La instalación física de una red

3.5 El cableado de red



Cuando un nodo necesita transmitir información a otro que está en un dominio de colisión distinto necesita acudir a los servicios de otros dispositivos de red intermedios como puentes o enrutadores (Figura 3.24). Estos dispositivos separan los dominios de colisión y son los encargados de ampliar la red de área local con otros dominios de colisión, cada uno de los cuales se comporta como una red de área local completa. Frecuentemente a estos dominios de colisión se les denomina segmentos de red.

Los protocolos de red que funcionan con direcciones de destino de tipo multidifusión, es decir, con más de un destinatario pueden producir tormentas de difusión,

en donde se generan avalanchas de tramas que pueden colapsar la red. En estos casos es muy importante que los dominios de colisión estén perfectamente acotados. Así, si se produce una tormenta de difusión, quedará confinada a ese segmento de red y el problema no afectará a otros segmentos. Los dispositivos de red de alto nivel incorporan protocolos de gestión y encaminamiento de la multidifusión.

Esto reviste especial importancia si el paso de un segmento a otros se hace a través de una red de baja velocidad: si toda la multidifusión tuviera que pasar por esta red de baja velocidad, todas las comunicaciones quedarían probablemente colapsadas.

3.5 El cableado de red

Fuera del ámbito doméstico, la instalación de un sistema de cableado para una corporación exige la realización de un proyecto en el que ha de tenerse en cuenta, como en cualquier proyecto, los recursos disponibles, procedimientos, calendarios de ejecución, costes, documentación, etcétera.

- Utilizar protecciones adecuadas al trabajo que se realiza: gafas protectoras, guantes, etcétera.
- Asegurarse de que no se dañará ninguna infraestructura al realizar perforaciones en paredes, suelos o techos.
- Limpieza.

A El proyecto de instalación

En primer lugar se ha de tener en cuenta las normativas laborales en cuanto a seguridad del trabajo se refiere. En la operación eléctrica ha de cuidarse:

- No trabajar con dispositivos encendidos que estén con la carcasa abierta.
- Utilizar los instrumentos de medida adecuados a las características de las señales con las que se trabaja: no es lo mismo medir los 5 V en un componente electrónico que los 220 V de fuerza en la red eléctrica.
- Conectar a tierra todos los equipamientos de la red.
- No perforar ni dañar ninguna línea tanto de fuerza como de datos o de voz.
- Localizar todas las líneas eléctricas, así como motores y fuentes de interferencia antes de comenzar con la instalación de transporte de datos.

En los procedimientos laborales ha de tenerse en cuenta:

- Asegurarse bien de las medidas de la longitud de los cables antes de cortarlos.

Flujo de trabajo de la instalación

La instalación consiste en la ejecución ordenada según las directrices del proyecto de instalación de un conjunto de tareas que revierten en proporcionar el servicio que el cliente que solicitó la instalación necesitaba.

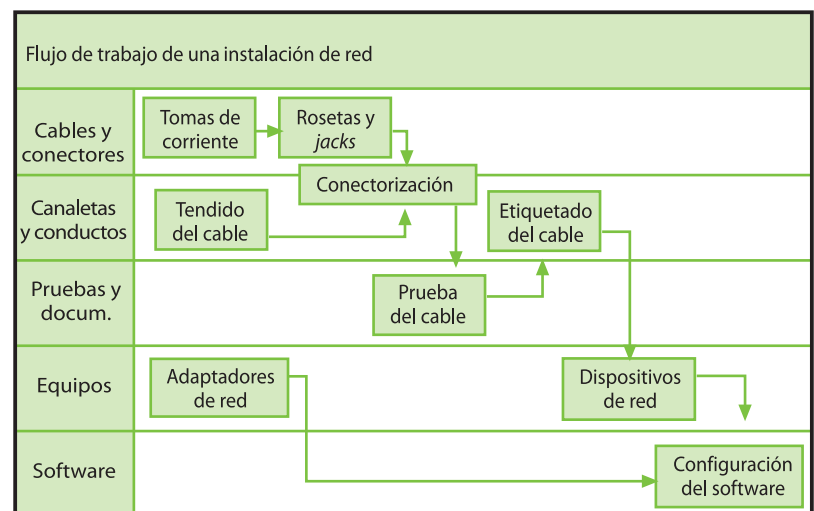


Figura 3.25. Flujo de trabajo de una instalación de red.



3. La instalación física de una red

3.5 El cableado de red

Algunas de estas tareas se pueden superponer en el tiempo; es algo que habrá que tener en cuenta al confeccionar el calendario de instalación. A continuación describimos algunas de estas tareas:

- Instalación de las tomas de corriente. Esta tarea suele realizarla un electricista, pero desde el punto de vista del proyecto hemos de asegurarnos que hay tomas de corriente suficientes para alimentar todos los equipos de comunicaciones.
- Instalación de rosetas y *jacks*. Es la instalación de los puntos de red finales desde los que se conectarán los equipos de comunicaciones sirviéndose de latiguillos. La mayor parte de estas conexiones residirán en canaletas o en armarios de cableado.
- Tendido de los cables. Se trata de medir la distancia que debe recorrer cada cable y añadirle una longitud prudente que nos permita trabajar cómodamente con él antes de cortarlo. Hemos de asegurarnos de que el cable que utilizaremos tenga la certificación necesaria.
- Conectorización de los cables en los *patch panels* y en las rosetas utilizando las herramientas de crimpado apropiadas.
- Probado de los cables instalados. Cada cable construido y conectorizado debe ser inmediatamente probado para asegurarse de que cumplirá correctamente su función.
- Etiquetado y documentación del cable y conectores. Todo cable debe ser etiquetado en ambos extremos así como los conectores de *patch panels* y rosetas de modo que queden identificados unívocamente.
- Instalación de los adaptadores de red. Gran parte de los equipos informáticos vienen ya con la tarjeta de red instalada, pero esto no es así necesariamente.
- Instalación de los dispositivos de red. Se trata de instalar los concentradores, conmutadores, puentes y enrutadores. Algunos de estos dispositivos deben ser configurados antes de prestar sus servicios.
- Configuración del software de red en clientes y servidores de la red.

B Elementos de la instalación

La instalación de la red no sólo se compone de cables y conectores. Estos deben ser fijados a las instalaciones arquitectónicas de los edificios y, además, hay que hacerlos convivir con instalaciones de otra naturaleza que probablemente ya hayan sido tendidas con anterioridad: agua, fuerza eléctrica, etcétera.

Armarios y canaletas

En instalaciones de tipo medio o grande, los equipos de comunicaciones se instalan en armarios especiales que tienen unas dimensiones estandarizadas y en los que es fácil su manipulación y la fijación de los cables que a ellos se conectan. Dentro de estos armarios o *racks* se instalan bandejas de soporte o *patch panels* para la conexión de *jacks* o de otro tipo de conectores. En la Figura 3.26 se puede ver un diagrama ejemplo de uno de estos armarios.

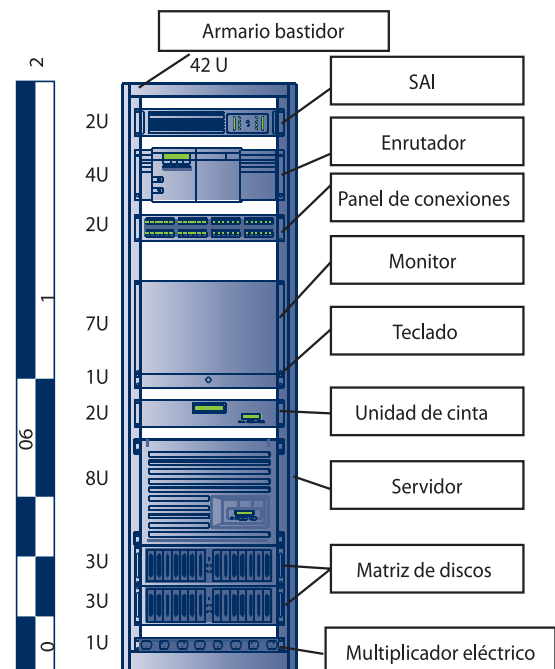


Figura 3.26. Esquema de un armario. A la izquierda se ha representado una escala en metros.

La altura de los armarios suele medirse en «U». Por ejemplo, el armario de la figura anterior medía 42 U. Los fabricantes de dispositivos suelen ajustar sus equipos para que se puedan ensamblar en estos armarios ocupando 1, 2 o más U.

3. La instalación física de una red

3.5 El cableado de red



Figura 3.27. *Diversos modelos de elementos de conexión en armarios y canaletas.*

Las canaletas son los conductos a través de los cuales se tienden los cables para que queden recogidos y protegidos convenientemente. Hay canaletas decorativas, de aspecto más acabado cuya misión es ocultar los cables, y canaletas acanaladas que suelen instalarse en los falsos techos o falsos suelos y que son suficientemente grandes como para llevar muchos cables. Las canalizaciones de datos y de fuerza suelen estar separadas para evitar interferencias.



Falsos suelos y techos

Las canalizaciones tendidas por falsos suelos o techos mejoran la limpieza de la instalación haciéndola además mucho más estética.

Al diseñar el tendido de la instalación hay que tener en cuenta que muy probablemente el tendido de red no será el único que deba ir por los falsos suelos o techos y que, por tanto, la instalación de red puede entrar en conflicto con otras instalaciones. Hay que poner especial cuidado en que los cables de datos estén alejados de motores eléctricos, aparatos de aire acondicionado o líneas de fuerza.

Existen rosetas especiales para extraer de los falsos suelos tanto datos como fuerza, pero en el diseño hay que poner cuidado en que no estorben al paso y en que queden protegidas para evitar su deterioro. Los cables llegan a los armarios a través de los falsos suelos justo por debajo de ellos, lo que ayuda a la limpieza de la

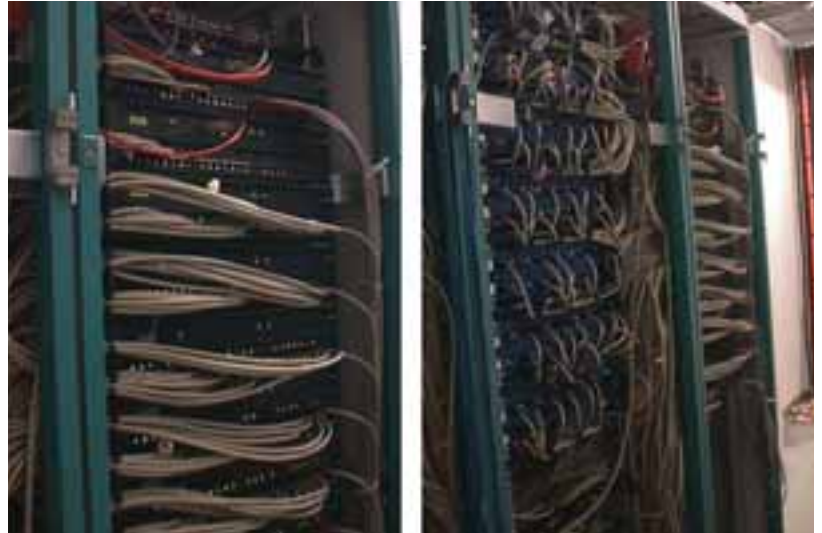


Figura 3.28. *Detalles de la vista posterior de los armarios en un centro de proceso de datos.*

instalación. Los distintos cables avanzan con orden, normalmente embridados, por los vértices del armario hasta alcanzar la altura a la que deben ser conectados en algún dispositivo o en algún *patch panel*.



La instalación eléctrica

Es muy importante que la instalación eléctrica esté muy bien hecha. De no ser así, se corren riesgos importantes, incluso de electrocución. Los problemas eléctricos suelen generar problemas intermitentes muy difíciles de diagnosticar y provocan deterioros importantes en los dispositivos de red.

Todos los dispositivos de red deben estar conectados a enchufes con tierra. Las carcasas de estos dispositivos, los armarios, las canaletas mecánicas, etc., también deben ser conectadas a tierra. Toda la instalación debe estar a su vez conectada a la tierra del edificio en el que habrá que cuidar que el número de picas que posee es suficiente para lograr una tierra aceptable. Otro problema importante que hay que resolver viene originado por los cortes de corriente o las subidas y bajadas de tensión. Para ello se pueden utilizar sistemas de alimentación ininterrumpida.

Normalmente, los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) corrigen todas las deficiencias de la corriente eléctrica, es decir, actúan de estabilizadores, garantizan el fluido frente a cortes de corriente, proporcionan el flujo eléctrico adecuado, etcétera.



3. La instalación física de una red

3.5 El cableado de red



Figura 3.29. Diversos modelos de SAI.

El **SAI** contiene en su interior unos acumuladores que se cargan en el régimen normal de funcionamiento. En caso de corte de corriente, los acumuladores producen la energía eléctrica que permite guardar los datos que tuvieran abiertos las aplicaciones de los usuarios y cerrar ordenadamente los sistemas operativos. Si además no se quiere parar, hay que instalar grupos electrógenos u otros generadores de corriente conectados a nuestra red eléctrica.

Básicamente hay dos tipos de SAI:

- SAI de **modo directo**. La corriente eléctrica alimenta al SAI y éste suministra energía constantemente al ordenador. Estos dispositivos realizan también la función de estabilización de corriente.
- SAI de **modo reserva**. La corriente se suministra al ordenador directamente. El SAI sólo actúa en caso de corte de corriente.



Figura 3.30. Parámetros configurables en una estación para el gobierno de un SAI.

Los servidores pueden comunicarse con un SAI a través de alguno de sus puertos de comunicaciones, de modo que el SAI informa al servidor de las incidencias que observa en la corriente eléctrica. En la Figura 3.30 se pueden observar algunos de los parámetros que se pueden observar en un ordenador para el gobierno del SAI. Windows, por ejemplo, lleva ya preconfigurados una lista de SAI de los principales fabricantes con objeto de facilitar lo más posible la utilización de estos útiles dispositivos.

D Elementos para la conectividad

Una vez que se tiene tendido el cable en el edificio hay que proceder a realizar las conexiones utilizando conectores, rosetas, latiguillos, etcétera.

Patch panels y latiguillos

Un *patch panel* es un dispositivo de interconexión a través del cual los cables instalados se pueden conectar a otros dispositivos de red o a otros *patch panels*.

En uno de los lados se sitúan las filas de pines de conexión semejantes a los *jacks* RJ45, mientras que en el lado opuesto se sitúan las equivalentes filas de conectores. Sobre estos conectores se enchufan los latiguillos que no son más que cables de conexión.



Figura 3.31. Patch panel y latiguillo.

Sobre un armario se instalan *patch panels* que se conectan al cableado de la instalación por todo el edificio y otros *patch panels* que se conectan a los conectores de los dispositivos de red, por ejemplo, a los *hubs* o conmutadores.

3. La instalación física de una red

3.5 El cableado de red



Después, una multitud de latiguillos conectarán unos *patch panels* con los otros. De este modo, el cambio de configuración de cableado se realizará cambiando la conectividad del latiguillo sin tener que cambiar nada del cableado largo ni las conexiones a los dispositivos de red.

El cable largo instalado conectará las rosetas con los *patch panels*. Las rosetas (*outlet*) pueden adoptar multitud de formas dependiendo de el lugar en que se fijen (canaleta, pared, etc.), del tipo de cable que se va a conectar y del conector que el usuario utilizará. La roseta presenta un conector por un lado y una estructura de fijación de los cables de pares por su reverso, a la que serán crimpados. En la Figura 3.32 se puede ver los distintos elementos que componen una roseta RJ45.

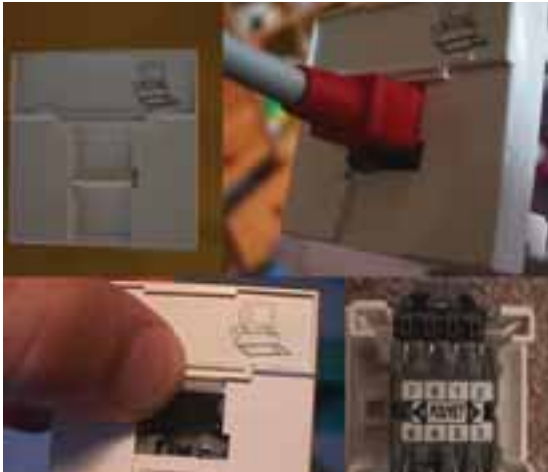


Figura 3.32. Elementos que componen una roseta RJ45.



Conexiones a rosetas RJ45

En redes de área local sobre cables UTP deben utilizarse conectores RJ45. De los cuatro pares del cable UTP, la red sólo utilizará dos de ellos. Los otros dos pueden utilizarse para telefonía o alguna otra aplicación de telecomunicaciones.

Estos cables se construyen de acuerdo con la norma T568A o la T568B. Los fabricantes de cables UTP fabrican los cables de acuerdo con un código de colores que tiene que respetarse porque el conector debe crimparse respetando este código.

Si se observa una roseta por detrás se verá que tiene 8 pines o contactos. Algunas incorporan un pin más para la conexión a tierra de la protección del cable (por ejemplo, en los cables STP).

Cada filamento de los cuatro pares del UTP debe ir a uno de estos contactos. En la Tabla 3.4 se especifican la relación de pines y colores asociados al filamento.

Contacto	Color (T568B)
1	Blanco/naranja
2	Naranja
3	Blanco/verde
4	Azul
5	Blanco/azul
6	Verde
7	Blanco/marrón
8	Marrón

Tabla 3.4. Asociación de pines y colores para el conector RJ45.

Para fijar los filamentos a los contactos debe pelarse la protección del cable para separar cada uno de ellos, que a su vez estarán recubiertos por material plástico. Este material plástico nunca debe quitarse: las cuchillas del contacto perforarán este recubrimiento en el procedimiento de crimpado. La norma especifica que debe descubrirse menos de 1,25 cm de filamentos, que deberán destrenzarse.



Confección de latiguillos RJ45

Las estaciones de la red se conectan a los dispositivos de red a través de cables construidos con el código de colores y contactos de la tabla anterior en ambos extremos. El cable se confecciona de modo semejante a la conexión a la roseta, aunque habrá que cambiar la herramienta, que ahora tendrá forma de alicate.

En el conector RJ45 los pines deben leerse con la pestaña del conector hacia abajo, de modo que en esa posición el pin número uno queda a la izquierda.

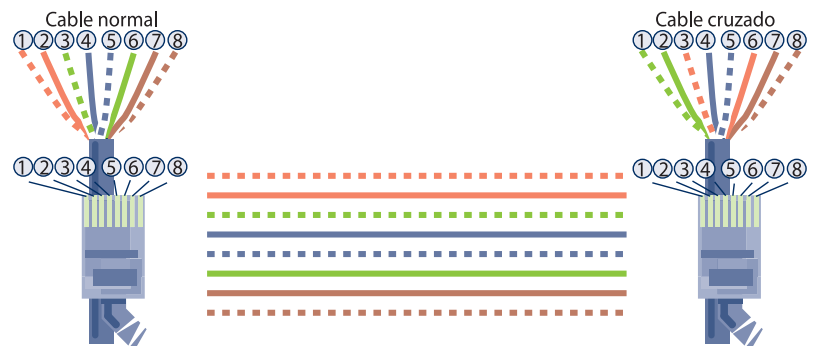


Figura 3.33. Cable UTP normal y cruzado.



3. La instalación física de una red

3.5 El cableado de red

Sin embargo, cuando se quieren conectar dos ordenadores directamente por sus tarjetas de red sin ningún dispositivo intermedio se tiene que utilizar un cable cruzado, que altera el orden de los pares para que lo que es recepción en un extremo sea emisión en el otro y viceversa. En la Figura 3.33 se puede ver un ejemplo de construcción de estos dos modelos de cables.

La asociación de contactos del conector RJ45 con los códigos de colores del cable UTP cruzado sería la expresada en la Tabla 3.5.

Contacto	Color (T568B)
1	Blanco/verde
2	Verde
3	Blanco/naranja
4	Azul
5	Blanco/azul
6	Naranja
7	Blanco/marrón
8	Marrón

Tabla 3.5. Asociación de pines y colores para el conector RJ45 en el caso de un cable cruzado.



Actividades 3 y 4

3. Construcción de un cable UTP

La conexión de un ordenador a la red mediante UTP se realiza a través de un latiguillo con dos conectores RJ45. El cable se compone de cuatro pares codificados con ciertos colores.

Busca en Internet el modo de realización del cable y, dotado de las herramientas adecuadas, constrúyelo. Prueba su funcionamiento conectando el nodo a un *hub* utilizando este latiguillo. Se puede conseguir información sobre la construcción del cable en las siguientes direcciones:

<http://www.cult.gva.es/pieva/recursos/hacer%20cable.htm>

<http://www.euskalnet.net/shizuka/cat5.htm>

También se puede probar a buscar la voz «cómo hacer cable UTP» en los buscadores de Internet.

4. Construcción de un cable UTP cruzado

Se trata de construir un cable semejante al del ejercicio anterior pero cruzado. Este cable permite la conexión de dos nodos de la red directamente sin necesidad de un *hub* intermedio. Su construcción difiere de la del cable UTP normal en que deben cruzarse la recepción de un extremo con la transmisión del otro.



Etiquetado de los cables

La norma EIA/TIA-606 especifica que cada terminación de hardware debe tener alguna etiqueta que lo identifique de manera exclusiva. Un cable tiene dos terminadores, por tanto, cada uno de estos extremos recibirá un nombre.

No es recomendable la utilización de un sistema de etiquetado con relación a un momento concreto, es mejor, utilizar nomenclaturas neutras. Por ejemplo, si etiquetamos un PC como «PC de Dirección», y luego cambia el lugar del edificio en donde se ubica la Dirección, habría que cambiar también el etiquetado, sin embargo, se trata de que el etiquetado sea fijo.

Se recomienda la utilización de etiquetas que incluyan un identificador de sala y un identificador de conector, así se sabe todo sobre el cable: dónde empieza y dónde acaba. Por ejemplo, se podría etiquetar un cable con el siguiente identificador:



03RS02-05RS24

Este cable indicaría que está tendido desde la roseta (RS) número 02 de la sala 03 hasta la roseta 24 de la sala 05. Las rosetas en las salas 03 y 05 irían etiquetadas con 03RS02 y 05RS24 respectivamente.



Figura 3.34. Algunos modelos de etiquetas para cables.



3.6 Cableado estructurado

Los cambios que se deben realizar en las instalaciones de red, especialmente en su cableado son frecuentes debido a la evolución de los equipos y a las necesidades de los usuarios de la red. Esto nos lleva a tener en cuenta otro factor importante: la flexibilidad.

Un sistema de cableado bien diseñado debe tener al menos estas dos cualidades: seguridad y flexibilidad. A estos parámetros se le pueden añadir otros, menos exigentes desde el punto de vista del diseño de la red, como son el coste económico, la facilidad de instalación, etcétera.



Necesidad del cableado estructurado

La necesidad de cambiar de lugar un puesto de trabajo hace necesarios unos cambios profundos en el cableado de un edificio. Cambiar la estructura de comunicaciones por cable de un edificio no es una tarea sencilla y mucho menos económica. Puede ser inviable para una instalación debido a dos factores:

- **Económico.** El elevado coste de una instalación completa de cableado hace que se eviten los cambios en la medida de lo posible. A menudo se requiere la modificación de los tendidos eléctricos, una nueva proyección de obras en el edificio, etc. Mientras que los componentes de software (sistemas operativos de red, instalaciones de software en los clientes, etc.) son fácilmente actualizables, los componentes físicos exigen bastantes cambios. Una buena base en el cableado implica un ahorro considerable para el mantenimiento de la instalación, tanto de las redes de datos como de las redes de distribución del fluido eléctrico. Por esta razón se suele decir que la red es el cable.

Los edificios de nueva planta se construyen de modo que se facilite tanto la estructura de cableado como su integración y su posible revisión futura. La domótica es una nueva técnica que estructura las comunicaciones y los automatismos en los edificios, se ocupa de la aplicación de la informática y las comunicaciones en el hogar.

- **Logístico.** Los puestos de trabajo muy dependientes de la red hacen imposible los cambios en la red

sin que sufran importantes consecuencias para el desarrollo de sus tareas. Además, algunos nodos de la red pueden tener funciones de servicio corporativas, que no pueden dejar de funcionar sin un grave perjuicio para todos los usuarios. Es el caso de los servidores de discos, de impresoras, etc., en los que al quedar fuera de línea se dejan sin trabajo una gran parte de los puestos de la red. A estos servidores con funciones tan importantes se les llama «servidores de misión crítica».

Frecuentemente se producen cambios sustanciales en los sistemas de red, de modo que las empresas deben disponer de sistemas que reúnan tanto flexibilidad como seguridad para conseguir una transición tecnológica sencilla. La propia red va transformando el modo de trabajar de los usuarios de la red, les dota de nuevas soluciones y recursos, automatiza su flujo de trabajo. Sin embargo, la transición, al menos en lo referente a los componentes físicos de la red, no es simple, requiere de un estudio pormenorizado de las fases en que se llevará a cabo en forma de proyecto.

Un puesto de trabajo, especialmente si es un PC o similar, es probable que tenga que ser sustituido cada pocos años debido a su alta caducidad tecnológica. Sin embargo, cambiar un sistema completo de cableado es más complejo, porque afecta a la estructura del edificio.

La estructuración del cable se consigue construyendo módulos independientes que segmenten la red completa en subsistemas de red, independientes pero integrados, de forma que un subsistema queda limitado por el siguiente subsistema. Estos subsistemas siguen una organización jerarquizada por niveles desde el sistema principal hasta el último de los subsistemas.



El **cableado estructurado** es la técnica que permite cambiar, identificar y mover periféricos o equipos de una red con flexibilidad y sencillez. Según esta definición, una solución de cableado estructurado debe tener dos características: modularidad, que sirve para construir arquitecturas de red de mayor tamaño sin incrementar la complejidad del sistema, y flexibilidad, que permite el crecimiento no traumático de la red.



3. La instalación física de una red

3.6 Cableado estructurado

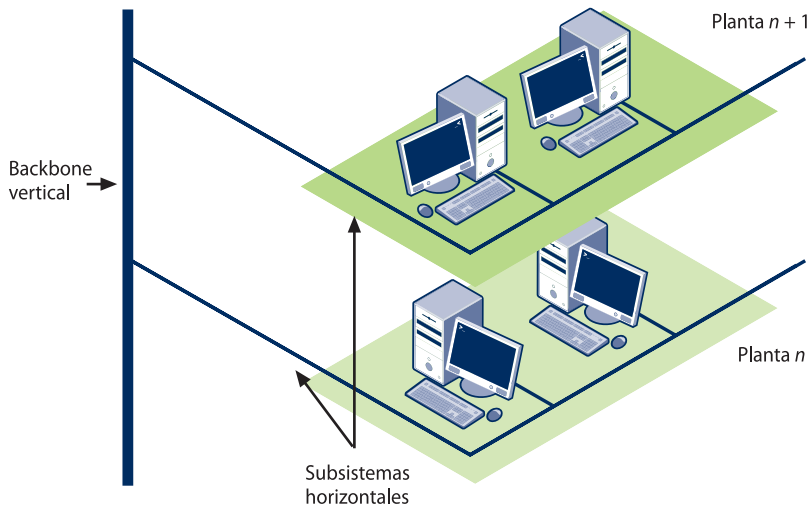


Figura 3.35. Cableado estructurado vertical y horizontal en dos plantas de un edificio.



Elementos del cableado estructurado

Partiendo del subsistema de más bajo nivel jerárquico, se presenta la siguiente organización:

- **Localización de cada puesto de trabajo.** A cada puesto deben poder llegar todos los posibles medios de transmisión de la señal que requiera cada equipamiento: UTP, STP, fibra óptica, cables para el uso de transceptores y *baluns*, etcétera.
- **Subsistema horizontal** o de planta. Es recomendable la instalación de una canaleta o un subsuelo por el que llevar los sistemas de cableado a cada puesto. Las exigencias de ancho de banda pueden requerir el uso de dispositivos especiales para conmutar paquetes de red, o concentrar y repartir el cableado en estrella. En este nivel se pueden utilizar todos los tipos de cableados mencionados: coaxial, UTP, STP, fibra, etc., aunque alguno de ellos, como el coaxial, presentan problemas por su facilidad de ruptura o su fragilidad, especialmente en los puntos de inserción de «T», con la consiguiente caída de toda la red. Sólo si el sistema se compone de un número reducido de puestos, el cable coaxial puede compensar por su facilidad de instalación. Además, no requiere ningún dispositivo activo o pasivo para que la red comience a funcionar.
- **Subsistema distribuidor** o administrador. Se pueden incluir aquí los *racks*, los distribuidores de red con sus latiguillos, etcétera.

- **Subsistema vertical** o *backbone*. Este subsistema está encargado de comunicar todos los subsistemas horizontales por lo que requiere de medios de transmisión de señal con un ancho de banda elevado y de elevada protección. Para confeccionar un *backbone* se puede utilizar: cable coaxial fino o grueso (10 Mbps), fibra óptica u otro tipo de medios de transmisión de alta velocidad. También se pueden utilizar cables de pares, pero siempre en configuración de estrella utilizando concentradores especiales para ello. Los *backbones* más modernos se construyen con tecnología ATM, redes FDDI o Gigabit Ethernet. Este tipo de comunicaciones es ideal para su uso en instalaciones que requieran de aplicaciones multimedia.

- **Subsistema de campus.** Extiende la red de área local al entorno de varios edificios, por tanto, en cuanto a su extensión se parece a una red MAN, pero mantiene toda la funcionalidad de una red de área local. El medio de transmisión utilizado con mayor frecuencia es la fibra óptica con topología de doble anillo.

- **Cuartos de entrada de servicios, telecomunicaciones y equipos.** Son los lugares apropiados para recoger las entradas de los servicios externos a la organización (líneas telefónicas, accesos a Internet, recepción de TV por cable o satélite, etc.), la instalación de la maquinaria de comunicaciones y para los equipamientos informáticos centralizados. En algunas organizaciones existen los tres tipos de espacios; en otras, el cuarto de equipos incluye al de telecomunicaciones y el de entrada de servicios es sustituido por un armario receptor. Aunque no es estrictamente indispensable, se recomienda un cuarto de comunicaciones por cada planta.



Figura 3.36. Cableado estructurado desde el cuarto de comunicaciones hasta el usuario final.

3. La instalación física de una red

3.7 Certificación y montaje del CPD



La especificación de cableado estructurado exige que los cables no superen los 90 m de longitud, teniendo en cuenta que se pueden añadir 10 m más para los latiguillos inicial y final, de modo que el canal de principio a fin no supere los 100 m, que es la distancia permitida por los cables UTP de categoría 5e. También se especifican, por ejemplo, las distancias que hay que

dejar alrededor de los armarios para que se pueda trabajar cómodamente en ellos.

Los estándares más comunes sobre cableado estructurado son en ANSI/TIA/EIA-568 y ANSI/TIA/EIA-569. Los armarios y distribuidores deben cumplir el estándar ANSI/EIA-310.

Actividad 5



Identificación de una instalación de cableado estructurado

En la instalación real utilizada en ejercicios anteriores, identifica ahora los elementos que componen el cableado estructurado. Organiza la hoja de cálculo de inventario utilizando como

criterio clasificador los diversos subsistemas de cableado estructurado. Seguidamente, sobre un croquis del lugar donde está la instalación de red, traza las líneas de comunicaciones y adjúntalo al inventario: éste será el inicio de una carpeta de documentación sobre la instalación, que se irá completando con el tiempo.

3.7 Certificación y montaje del CPD

El correcto funcionamiento del sistema de cableado es tan importante, que en muchas instalaciones se exige la certificación de cada uno de los cables, es decir, se compara la calidad de cada cable con unos patrones de referencia propuestos por un estándar.

En el caso de los cables de cobre, la norma comúnmente utilizada es la ANSI/TIA/EIA-TSB-67 del año 1995, la norma EIA/TIA 568 y su equivalente norma ISO IS11801.

Las consideraciones del EIA/TIA 568 especifican los siguientes elementos:

- Requerimientos mínimos para el cableado de telecomunicaciones.
- Topología de la red y distancias máximas recomendadas.
- Parámetros determinantes del rendimiento.



Certificación de la instalación

La certificación de una instalación significa que todos los cables que la componen cumplen con esos patrones de referencia y, por tanto, se tiene la garantía de que cumplirán con las exigencias para las que fueron diseñados.

A modo de ejemplo, los parámetros comúnmente probados para los cables UTP de categoría 5 y clase D son el mapa de cableado, la longitud del segmento que no debe superar los 90 m, la atenuación de la línea y el **NEXT** (*Near-End Crosstalk*), que proporciona una medida de la autoinducción electromagnética de unas líneas en otras.



Figura 3.37. Vista de un cuarto de comunicaciones instalado con cableado estructurado y certificado.



3. La instalación física de una red

3.7 Certificación y montaje del CPD

En esta norma se incluyen otras, como la TSB36A, que determina las características de los cables de pares trenzados de 100 Ω , la norma TSB40A, que indica las características de los conectores RJ45 y sus conexiones, o la norma TSB53, que especifica los cables blindados de 150 Ω y sus conectores.



Figura 3.38. Ejemplos comerciales de instrumentos utilizados en la certificación del cableado. En la parte inferior, gráfico ilustrativo de la medida del parámetro NEXT.

La certificación del cable se realiza con una maquinaria especial que realiza los tests apropiados de manera automática o semiautomática. Existen cuatro tipos de instrumentos para la medición de parámetros de redes, que en orden creciente de complejidad son los siguientes: comprobadores de continuidad del cable, verificadores de cables, instrumentos de verificación/certificación y analizadores de redes.

Los fabricantes de estos dispositivos proporcionan en sus manuales los modos de operación correctos para efectuar todas las medidas. Aquí sólo se mencionarán algunas generalidades.

Los aparatos de medida se componen de dos dispositivos, que normalmente se instalan uno al principio del cable (dispositivo activo) y otro al final (dispositivo pasivo) a modo de terminador.

El agente activo envía unas señales muy específicas por el cable a certificar y el pasivo devuelve estas señales pudiendo ser leídas de nuevo por el dispositivo activo.

En función de la diferencia entre lo que emitió y lo que ha recibido por los diferentes pares del cable el agente activo averigua los parámetros eléctricos del cable construido. Si se comparan estos valores con los de referencia especificados en las normativas, se verifica si el cable es o no válido.



Actividad 6

Certificación de cables

Utiliza un dispositivo certificador de cables para comprobar el buen estado de algunos cables. Para ello, hay que seguir las indicaciones que el fabricante del dispositivo proporcionará en el manual de operación o de usuario. Se sugiere la certificación de la instalación del aula, pero si no es posible se tendrán que confeccionar nuevos cables para su comprobación.



Montaje del Centro de Proceso de Datos

Muchas de las instalaciones de diversa naturaleza, no sólo de red, pueden realizarse simultáneamente, puesto que suelen ser profesionales distintos los que acometen cada parte de la instalación: electricistas, instaladores de cables y certificadores, aire acondicionado, etcétera.



Figura 3.39. Vista de las canalizaciones en la instalación inicial de un centro de proceso de datos.

3. La instalación física de una red

3.7 Certificación y montaje del CPD



Una vez que las canalizaciones están instaladas y probadas comienza la instalación de servidores y dispositivos de red. A partir de ese momento se podrán empezar a probar los servicios de red antes de llegar al régimen de explotación.



Figura 3.40. Detalles del desembalaje e instalación de los servidores de un centro de proceso de datos.

En el desembalaje de las máquinas es importante guardar en lugar seguro los manuales de usuario, CD de software, garantías de fabricación, información de contacto con el fabricante y cuantos documentos puedan ser útiles en el futuro.

También es prudente guardar algunos embalajes, no todos pero sí alguno de los dispositivos más comunes, porque muchos distribuidores proporcionan su servicio de garantía exigiendo el embalaje original antes de proceder a la sustitución de un equipo averiado.

En el Centro de Proceso de Datos es muy importante cuidar la accesibilidad a los equipos de modo que se pueda actuar rápidamente en caso de cualquier avería. Además, las consolas de los servidores tienen que estar bien protegidas ya que quien tiene acceso a una consola podrá manipular fácilmente el servidor al que pertenece.

Los lugares en los que se instalan servidores o que contienen puntos neurálgicos de las comunicaciones deben ser lugares de estancia cómoda aunque cerrados bajo llave: frecuentemente el acceso a estos lugares se realiza bajo la supervisión de algún sistema de control de presencia con tarjetas de bandas magnéticas, reconocimiento biométrico u otros sistemas de identificación especialmente seguros.



Figura 3.41. Nuevos detalles del desembalaje e instalación de los servidores de un centro de proceso de datos.



Actividad 7

Diseño del cableado de una red

Consigue los planos de planta de un edificio y diseña un sistema de distribución de red para su informatización. Para ello se seguirán las siguientes fases de ejecución:

1. Estudiar los planos exhaustivamente: muros principales y secundarios, patinillos, galerías, posibilidad de falso suelo o falso techo, etcétera.
2. Lanzar una hipótesis de informatización: qué espacios se van a informatizar y qué servicios se desean cubrir.
3. Realizar una propuesta de cableado estructurado en donde lo más importante será decidir dónde instalar el centro de proceso de datos o el cuarto de instalaciones, que tendrá que tener fácil acceso al exterior y a los sistemas de distribución interior.
4. Realizar el cómputo de materiales necesarios para poder realizar un presupuesto económico de materiales utilizados.
5. Confeccionar una carpeta de proyecto.



3. La instalación física de una red

Conceptos básicos

Conceptos básicos



- **Cable coaxial.** Es un cable cuya estructura tiene un conductor central macizo o compuesto por múltiples fibras al que rodea un aislante dieléctrico de mayor diámetro. Una malla exterior aísla de interferencias al conductor central. Por último, utiliza un material aislante para recubrir y proteger todo el conjunto.
- **Cable de pares STP (*Shielded Twisted Pair*).** Este cable es semejante al UTP pero se le añade un recubrimiento metálico, para evitar las interferencias externas, que debe ser conectado a la tierra de la instalación.
- **Cable de pares UTP (*Unshielded Twisted Pair*).** Es un cable de pares trenzado y sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a las interferencias; sin embargo, al estar trenzado, compensa las inducciones electromagnéticas producidas por las líneas del mismo cable.
- **Cableado estructurado.** Técnica que permite cambiar, identificar y mover periféricos o equipos de una red con flexibilidad y sencillez. Según esta definición, una solución de cableado estructurado debe tener dos características: modularidad, que sirve para construir arquitecturas de red de mayor tamaño sin incrementar la complejidad del sistema, y flexibilidad, que permite el crecimiento no traumático de la red.
- **Conectores para fibra óptica en redes de área local.** El conector **SC (*Straight Connection*)** es un conector de inserción directa. Suele utilizarse en conmutadores Ethernet de tipo Gigabit. La conexión de la fibra óptica al conector requiere el pulido de la fibra y la alineación de la fibra con el conector. El conector **ST (*Straight Tip*)** es un conector semejante al SC pero requiere un giro del conector para su inserción, de modo semejante a los conectores coaxiales. Suele utilizarse en instalaciones Ethernet híbridas entre cables de pares y fibra óptica. Como en el caso del conector SC, también se requiere el pulido y la alineación de la fibra.
- **Elementos de conexión física en la red.** Además de cables y conectores, hay que considerar *baluns* y transceptores, armarios *rack*, latiguillos, canaletas, placas de conectores y rosetas.
- **Estándares de cableado estructurado.** Los estándares más comunes sobre cableado estructurado son en ANSI/TIA/EIA-568 y ANSI/TIA/EIA-569. Los armarios y distribuidores deben cumplir el estándar ANSI/EIA-310.
- **Ethernet.** Ethernet es un tipo de red que sigue la norma IEEE 802.3. Esta norma define un modelo de red de área local utilizando el protocolo de acceso al medio CSMA/CD en donde las estaciones están permanentemente a la escucha del canal y, cuando lo encuentran libre de señal, efectúan sus transmisiones inmediatamente. Esto puede llevar a una colisión que hará que las estaciones suspendan sus transmisiones, esperen un tiempo aleatorio y vuelvan a intentarlo.
- **Interfaz RS-232-C.** Es el estándar establecido por la asociación de estándares **EIA (*Electronics Industries Association*)** para transmisiones serie, especialmente utilizado por gran parte de los módems. El equivalente del CCITT, ahora **ITU (*International Telecommunication Union*)**, está compuesto por las normas V.24 y V.28. Estas normativas definen tanto las características eléctricas como las funcionales de la conexión.
- **Ley de Ohm.** La ley de Ohm es la ley física que describe el fenómeno que le ocurre a todas las señales eléctricas por el que sufren una disminución de su nivel energético cuando se transmiten por cualquier medio de transmisión. Esta ley afirma que la proporción entre la tensión eléctrica y la intensidad de corriente a través de un conductor es una constante que sólo depende del conductor.
- **Tipos de fibras ópticas.** En transmisión de datos, actualmente se utilizan tres tipos de fibras ópticas: fibras monomodo, multimodo de índice gradual y multimodo de índice escalonado.



Actividades propuestas



- 1 Consigue información sobre las características físicas de los cables UTP y realiza una tabla con los parámetros más significativos. La documentación proporcionada por los fabricantes de los dispositivos certificadores de cables suele ser bastante útil, pero también dispones de mucha información en Internet.

- 2 Compara las características específicas de los cables UTP de categoría 5 y 5e. Establece analogías y diferencias.

- 3 Consigue algunos catálogos de cables de fibra óptica de diversos fabricantes y analiza cuáles son los productos comerciales que más se utilizan en la construcción de redes de área local.

Fíjate en los precios de fibras semejantes y realiza una tabla comparativa de competencia de precios.

- 4 Recoge una selección lo más exhaustiva posible de conectores utilizados en redes de ordenadores, módems y telefonía. Incorpora una pegatina con el nombre técnico del conector a cada uno de ellos por uno de sus lados.

Dale la vuelta a todos los conectores y desordénalos. Ahora tendrás que identificar el nombre específico de cada uno de ellos. Comprueba que la identificación que has realizado es correcta dando de nuevo la vuelta al conector y leyendo la pegatina.

- 5 Crea un sistema de identificación de cables semejante al sugerido para conectores en el ejercicio anterior.

- 6 Busca en Internet información sobre los satélites de órbita baja y compara su utilidad con los satélites situados en otro tipo de órbitas, especialmente en los de órbitas geoestacionarias.

Extrae consecuencias sobre qué servicios de comunicaciones deben utilizar qué tipo de satélites.

- 7 Recoge información procedente de catálogos de cables suministrador por los principales fabricantes y distribuidores para realizar un análisis de las principales características de los cables STP.

Buscar también información de los cables equivalentes UTP y realizar un análisis comparativo de precios entre los sistemas de cableado STP y UTP.

- 8 Investiga en Internet sobre las características técnicas de los diferentes tipos de cables coaxiales. Fíjate especialmente en el cable coaxial RG-58. Busca precios de los diferentes cables coaxiales y establece una comparativa.

- 9 Busca algunos proveedores de armarios, canalizaciones y accesorios para confeccionar un catálogo de los productos que serían necesarios para realizar una instalación de red extendida por un edificio. Trata de conseguir también listas de precios.

- 10 Confecciona una hoja de cálculo para realizar presupuestos de canalizaciones en las instalaciones de red. Para ello deberás tabular el catálogo de productos del ejercicio anterior junto con las listas de precios.

Un presupuesto consistirá en describir cuántos componentes hacen falta en la instalación de cada elemento del catálogo para multiplicarlo por su precio unitario.

- 11 Indaga en los buscadores de Internet por la voz «cableado estructurado» para conseguir información sobre sistemas de cableado estructurado.

Escribe un documento técnico en donde se incluyan planos y gráficos de los diferentes niveles de estructuración así como las principales normativas que los describen.