

2Ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS ARAGÓN

**CABLEADO ESTRUCTURADO
COMO UN ENFOQUE MODULAR
EN LA TRANSMISION DE DATOS.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN COMPUTACION
P R E S E N T A N:
MIGUEL ANGEL AGUILA JUAREZ
DANIEL GARCIA FRAGOSO

ASESOR DE TESIS: ING. JUAN GASTALDI PEREZ

MEXICO

275996

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

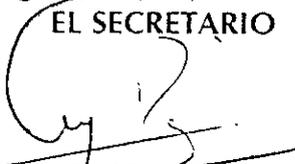
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Ing. JUAN GASTALDI PÉREZ
Jefe de la Carrera de Ingeniería en Computación,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 25 de enero del año en curso, por la que se comunica que los alumnos MIGUEL ÁNGEL ÁGUILA JUÁREZ y DANIEL GARCÍA FRAGOSO, de la carrera de Ingeniero en Computación, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "CABLEADO ESTRUCTURADO COMO UN ENFOQUE MODULAR EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, a 25 de enero de 1999
EL SECRETARIO


Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c c p Asesor de Tesis.
c c p Interesado.

AIR/vr



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
CAMPUS ARAGÓN

SECRETARÍA ACADÉMICA

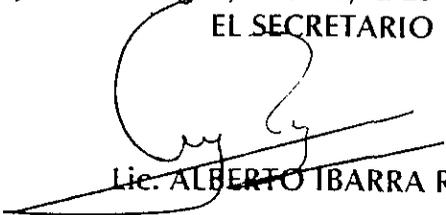
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Ing. JUAN GASTALDI PÉREZ
Jefe de la Carrera de Ingeniería en Computación,
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 25 de enero del año en curso, por la que se comunica que los alumnos DANIEL GARCÍA FRAGOSO y MIGUEL ÁNGEL ÁGUILA JUÁREZ, de la carrera de Ingeniero en Computación, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "CABLEADO ESTRUCTURADO COMO UN ENFOQUE MODULAR EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted las seguridades de mi atenta consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, a 25 de enero de 1999
EL SECRETARIO



Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS

c c p Asesor de Tesis.
c c p Interesado.



AIR/vr

INDICE

Capítulo 1. Antecedentes	3
1.1 Tipos de redes	13
1.2 Topologías	17
1.3 Características de los sistemas de cableado en redes convencionales	26
Capítulo 2. Cableado estructurado	37
2.1 Subsistema de estaciones de trabajo	46
2.2 Subsistema horizontal	48
2.3 Subsistema vertical (backbone)	53
2.4 Subsistema de administración	56
2.5 Subsistema de equipamiento	63
2.6 Subsistema de campus	65
Capítulo 3. El Cableado estructurado es una tecnología de estándares	73
3.1 ANSI/TIA	78
3.2 NEC	82
3.3 BiCSi	87
Capítulo 4. Diseñando el sistema	91
4.1 Planeación	94
4.2 Simbología	115
4.3 Abreviaturas	116
Capítulo 5. Medios de comunicación aplicables	125
5.1 Twisted Pair (UTP,STP-A)	128
5.1.1 Categorías	134
5.2 Coaxial	137
5.3 Fibra óptica	139
Capítulo 6. Conectores. Integrándose al Sistema	147
6.1 UTP, STP-A, Coaxial, Fibra óptica	150
6.2 Configuraciones	157
6.3 Código de colores	164
Capítulo 7. Seguridad del sistema	167
Capítulo 8. Verificando el desempeño del cableado. Prueba del cableado	181
8.1 Prueba del cableado con núcleo de cobre	183
8.2 Prueba de cableado de Fibra óptica	192
Capítulo 9. Documentación del sistema	195
Capítulo 10. Comentarios	239
Bibliografía	247

ANTECEDENTES

1.1 Tipos de redes

1.2 Topologías

**1.3 Características de los sistemas de
cableado en redes convencionales**

1. ANTECEDENTES

En las dos últimas décadas ha sido cada vez más creciente la necesidad de manejar en forma confiable y segura los grandes volúmenes de información que la introducción de la computadora a permitido en las organizaciones. Esta atmósfera de seguridad que se persigue no se centra en encriptar los datos y mantenerlos aislados, no. Contempla el poder compartir información común a diferentes entes de forma rápida y eficaz sin perder de vista el control del flujo de la información. Antaño esto era realmente todo un problema debido a que cada persona contaba con una computadora independiente, la cual manipulaba de acuerdo a su propio criterio. El recurso disponible ofrecía grandes ventajas pero finalmente todos los resultados eran transportados a las entidades superiores por medios alternativos como son los discos magnéticos. Para resolver esta problemática se desarrolló un arreglo de equipos comunicados por medios físicos, en primera instancia, al que se le denominó red de computadoras o Network. A partir de entonces esta concepción tomó gran importancia y por tanto ha sido objeto de innumerables avances que la han llevado de un simple arreglo local a contemplar comunicaciones inalámbricas a nivel mundial con velocidades de transmisión asombrosas.

Pero este camino no ha sido fácil. A medida que las redes crecían era increíble el costo pagado por el tiempo que se mantenían ociosas.

Las causas:

Capítulo 1. Antecedentes

- Incompatibilidad entre los elementos involucrados en la comunicación física de la red llámense: terminadores, cables, conectores, etc.... debido a la diversidad de fabricantes.
- Bajo índice de calidad en dichos dispositivos.
- Instalaciones personalizadas por parte de los proveedores, es decir, cada uno de ellos establecía su metodología y por ende cuando se llevaba a cabo un cambio en el proveedor del servicio este se encontraba con varias dificultades para poder comprender y posteriormente actualizar el sistema ya implementado.
- Ubicación inadecuada de los controles - cuarto de comunicación -.
- Obsolescencia en un muy corto plazo.

Con el fin de abatir estos costos surgieron diversos Organismos dedicados al proceso de normalización y como respuesta a la necesidad de un esfuerzo de racionalización en un campo tan complejo como es el de las comunicaciones.

Tanto en este sector como en cualquier otro, la normalización permite que diversos fabricantes puedan producir equipos compatibles y complementarios. La normalización procede del consentimiento de la mayoría de los participantes implicados, si no es que de todos.

La principal desventaja imputada a la normalización es su tendencia a retardar en cierta forma a la tecnología, ya que se trata de una actividad lenta y compleja que se extiende en el tiempo a través de sus diferentes etapas: definición, desarrollo, revisión y promulgación. Por lo tanto, es frecuente que a lo largo de este período surjan

- IEEE 802.1 Normalización de la interface con niveles superiores (HLI, Higher Layer Interface Standard).
- IEEE 802.2 Normalización para el control del Enlace Lógico (LLC, Logical Link Control).
- IEEE 802.3 Acceso Múltiple con detección de Portadora y Detección de Colisión (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection).
- IEEE 802.4 Paso de Testigo en Bus (Token Bus).
- IEEE 802.5 Paso de Testigo en Anillo (Token Ring).
- IEEE 802.6 Red de Area Metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network).
- IEEE 802.7 Redes Locales de Banda Ancha. Comisión técnica sobre técnicas de Banda Ancha.
- IEEE 802.8 Fibra Optica . Comisión técnica sobre fibra óptica en redes locales.
- IEEE 802.9 Estándar para la definición de la integración de voz y datos en redes locales.
- IEEE 802.10 Seguridad en Redes de Area Local (LAN Local Area Network). Comisión técnica sobre seguridad en las redes locales.
- IEEE 802.11 Redes locales inalámbricas.
- IEEE 802.12 Método de acceso por prioridad de demanda (Demand Priority Access Method).

Como se puede apreciar en la figura 1-1, la capa física constituye el punto neurálgico de la comunicación. Tanto en el modelo OSI como en el IEEE 802 todo el

desempeño de las capas o niveles superiores se sustentan en el medio físico. Los niveles superiores pueden aplicarse únicamente con la existencia de una capa física funcional.

En base a la idea anterior es que hemos orientado nuestro estudio hacia este punto en el área de las comunicaciones, y más exactamente hacia la implementación de una metodología que permita un dominio total de las operaciones y la administración en sistemas basados en la concepción de redes de comunicación: sistemas de cableado estructurado.

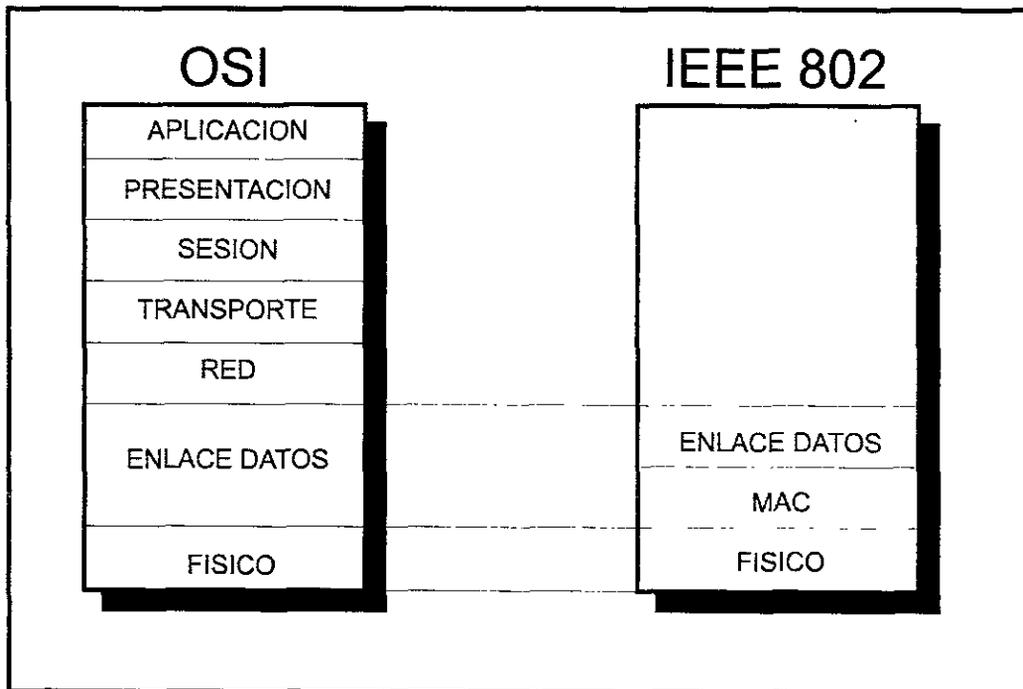


Figura 1-1 Modelo OSI frente al proyecto IEEE 802

nuevas tendencias que no han sido tomadas en cuenta. Sin embargo, las ventajas resultan tan atractivas para los usuarios que estos están dispuestos a asumir tales inconvenientes, siempre y cuando la normalización evolucione de acuerdo a sus necesidades.

En lo que respecta al área de las comunicaciones, entre los organismos comisionados para dichas actividades se encuentran los siguientes: ISO (International Organization for Standardization), CCITT (Comité Consultatif International Telegraphique et Telephonique), ANSI (American National Standards Institute), ECMA (European Computer Manufacturers Association), TIA (Telecommunications Industry Association), EIA (Electronic Industry Association), IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers), entre otras.

En 1983 ISO presentó una arquitectura para redes llamada OSI (Open Systems Interconnection), para definir redes estratificadas y protocolos con siete niveles. ISO la definió como ISO 78.

Entre los principales objetivos que persigue se encuentran:

- Proporcionar una serie de normas para la comunicación entre sistemas.
- Eliminar cualquier impedimento técnico que pudiera existir para la comunicación entre sistemas.
- Abstracter el funcionamiento interno de los sistemas individuales.
- Definir los puntos de interconexión para el intercambio de información entre los sistemas.

Capítulo 1. Antecedentes

- Limitar el número de opciones para incrementar las posibilidades de comunicación.
- Establecer las bases para la definición de protocolos de comunicación entre sistemas informáticos.
- Lograr la interconexión de sistemas de diferentes fabricantes (abiertos), desarrollando una compatibilidad total intersistemas entre los muchos productos y servicios ofrecidos por los proveedores y las redes transportadoras alrededor del mundo.

Los siete niveles definidos para OSI son:

1. Físico: Define características mecánicas y funcionales de la transmisión y recepción de la información utilizando un medio de comunicación específico. Entre sus funciones básicas están la identificación de los circuitos de datos, el secuenciamiento de los mismos y la gestión de nivel.

2. Enlace de Datos: Mantiene la integridad de los datos de una transmisión sobre un canal de comunicaciones, es decir, proporciona un canal fiable para la transmisión de datos sobre un medio físico, generalmente no exento de ruido.

3. Red: Asegura que la información se transmita correctamente a través de la red. Libera al nivel de transporte de la necesidad de conocer los mecanismos de transmisión de datos o tecnologías utilizadas para conectar sistemas.

4. Transporte: Brinda un mecanismo fiable para el intercambio de datos entre procesos en diferentes sistemas. Pasa los datos del nivel de sesión al nivel de red

fragmentándolos en unidades más pequeñas si es necesario y asegurando que todos lleguen correctamente a su destino.

5. Sesión: Proporciona los medios necesarios para controlar el diálogo entre entidades de presentación. Este dialogo se realiza a través del establecimiento y uso de una conexión denominada sesión. Sus servicios proporcionados son:

- Establecimiento de la conexión de sesión.
- Intercambio de datos.
- Liberación de la conexión de sesión.
- Sincronización y mantenimiento de la sesión.

6. Presentación: Es el responsable de la conversión de los códigos de presentación de los datos que son transmitidos en una sesión, comprensión de texto, codificación, conversión de archivos, etc..

7. Aplicación: Tiene como misión controlar y coordinar las funciones a realizar por los programas de usuarios de tal manera que les permita el acceso al entorno OSI, por ejemplo un banco de datos distribuido.

Como podemos apreciar, ISO definió el modelo OSI como marco de referencia para las actividades de normalización, siguiendo una concepción modular del conjunto de servicios de comunicación aplicados en las redes de comunicación.

Sin embargo, el principal productor de normas no es ISO. El IEEE, a través de su proyecto 802 se ha dado a la tarea de especificar los medios empleados por los dispositivos para comunicarse a través de una red local. El OSI como modelo es una concepción totalmente abstracta de la transmisión y comunicación en un sistema, en

tanto que el proyecto 802 se enfoca a atender las especificaciones técnicas de los medios y las topologías empleadas en redes locales. Este comité define su trabajo de la siguiente manera: “El objetivo es asegurar la compatibilidad entre equipamiento suministrado por diferentes fabricantes de forma tal que la comunicación de información pueda tener lugar entre los dispositivos con un mínimo esfuerzo por parte de los usuarios o por los fabricantes de un sistema que contenga tal equipamiento. Para su consecución, el estándar de redes locales proporciona especificaciones que establezcan interfaces y protocolos comunes para las redes locales de datos.”¹

De lo anterior, podemos concluir que el modelo del proyecto 802 del IEEE cubre, en esencia dos de los niveles planteados por OSI: Físico y Enlace de datos.

El nivel de Enlace de datos propuesto por OSI es dividido por el IEEE 802 en dos subniveles:

- Control de Enlace Lógico, LLC (Logical Link Control).
- Control de Acceso al Medio, MAC (Medium Access Control).

Lo que se persigue con esta concepción es lograr una independencia de los niveles superiores en relación del MAC. A su vez, las especificaciones concernientes al nivel físico son totalmente dependientes del MAC como consecuencia de no contar con un método de acceso al medio con un carácter suficientemente universal y por ende la existencia de diversas alternativas.

En conjunto el comité IEEE 802 se conforma por los siguientes subcomités:

¹ García Tomás, Jesús y otros. “Redes para proceso distribuido”. Pág. 102.

Antes de analizar el concepto anterior es necesario contar con un panorama claro para entender el propósito de las redes de comunicación y la forma como son tradicionalmente estructuradas en su entorno físico.

1.1 Tipos de redes

Las redes de computadoras se clasifican en cuanto a su cobertura en los siguientes tipos:

- Redes de área local (LAN, Local Area Network).
- Redes de área metropolitana. (MAN, Metropolitan Area Network).
- Redes de área extensa. (WAN, Wide Area Network).

Una red de área local puede definirse como un sistema de comunicación, donde se encuentran interconectados una amplia gama de dispositivos tales como periféricos y terminales ubicados en una área restringida como un edificio, una planta o un campus donde no se utilizan medios de comunicación externos, es decir, los medios empleados son privados permitiendo así una gran flexibilidad en los métodos de comunicación empleados. Las LAN evolucionaron debido a la necesidad de procesar cada vez más datos – y actualmente audio y video- en oficinas donde la economía sugería el poder compartir unidades de procesamiento y periféricos que eran relativamente caros. Si bien el precio de las computadoras ha ido disminuyendo constantemente, el de los equipos periféricos no ha acompañado esta baja con la

misma velocidad. De esta forma las LAN se desarrollaron en parte como respuesta a la gran demanda de infraestructura informática a un bajo costo.

El sector de las LAN ha sido uno de los de más alto y rápido crecimiento en la industria de las comunicaciones, incluso se presentó al mercado como una solución definitiva para la automatización de oficinas en su momento, ya que las empresas se impulsaron hacia este tipo de red por el incremento de la productividad y eficacia de los usuarios.

Una LAN se configura de modo que proporcione los canales y protocolos de comunicación necesarios para el intercambio de datos entre computadoras.

En síntesis, las redes de área local cuentan con las siguientes características:

- Propiedad. Utilización de medios privados de comunicación.
- Alcance. En la práctica, las conexiones entre las estaciones de trabajo pueden distar desde unos cuantos metros, hasta unos cuantos kilómetros.
- Velocidad. Las velocidades de transmisión son elevadas, cubren normalmente un rango entre 1 Mbps y 100 Mbps.
- Conectividad. Permiten la comunicación de igual a igual de los dispositivos conectados, independientemente de que se trate de grandes procesadores o de equipos personales.
- Interconexión. Ofrecen la posibilidad de conexión con otras redes mediante la utilización de gateways.²

² Un gateway es un dispositivo que opera en las 3 capas superiores del modelo OSI (sesión, presentación y aplicación), cuyo objetivo es interconectar sistemas que se construyeron totalmente con base en diferentes arquitecturas de comunicación.

Las redes de área metropolitana son aquellas que tiene la capacidad de cubrir una ciudad completa, pero utilizan la tecnología desarrollada para las redes LAN. Su rango de operación oscila normalmente de cientos a miles de Mbps utilizando medios públicos de comunicación. Este concepto se orienta, además, a la interconexión de redes dentro del área geográfica ya mencionada.

Una red de área extensa es aquella que tiene las siguientes características:

- Cubre una amplia superficie o área geográfica. Como mínimo abarca más allá del edificio o campus para conectar terminales a distancias que pueden llegar incluso a miles de kilómetros.
- Utiliza, en general, medios de telecomunicación suministrados por operadores externos.

Un término de gran importancia en el campo de las WAN es el de transferencia. La UIT³ (International, Telecommunication Union), utiliza este para describir la técnica utilizada en la red cubriendo los aspectos de transmisión, multiplexación y conmutación.

Según el modo de transferencia estas pueden ser:

- Redes dedicadas: Utilizan circuitos dedicados para cada transmisión sin realizar funciones de conmutación. Los circuitos dedicados pueden ser analógicos o digitales.
- Redes de conmutación de paquetes.
- Redes de conmutación analógica de circuitos.

³ UIT es una organización que surge a raíz de la desaparición del CCITT en 1993.

- Redes Digitales de Servicios Integrados, RDSI, basadas en comunicación digital de circuitos.
- Redes de conmutación rápida de paquetes, o retransmisión de tramas, como Frame Relay⁴.

La selección de un tipo de red es función de criterios económicos, requisitos de velocidad y calidad del servicio. Así, con una red telefónica conmutada se pueden alcanzar, *sin compresión*, velocidades normalizadas de 28,800 bps. En cada canal básico de una red RDSI se puede alcanzar una velocidad de 64 kbps y combinando 30 canales se pueden alcanzar velocidades del orden de 2 Mbps. Los circuitos de los DTE⁵ en las redes de conmutación de paquetes operan normalmente a velocidades no superiores a 64 kbps. Las redes basadas en tecnología ATM son muy prometedoras y cubren una amplia gama de velocidades, desde Mbps hasta Gbps.

⁴ Frame relay es una tecnología para la transmisión de paquetes de datos a alta velocidad a través de una red digital empleando una transmisión de unidades llamadas frame. Esta tecnología requiere una conexión dedicada durante el tiempo de transmisión. No es apropiada para la transmisión de audio o video y opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI.

⁵ DTE (Data Terminal Equipment) es el elemento por el cual un usuario se integra a la red. En forma práctica es una terminal que proporciona o recibe información del sistema.

1.2 Topologías

En la actualidad, uno puede encontrarse en el campo de la conectividad con una gran variedad de topologías, dependiendo del hardware y software a instalar. Sin embargo, el mercado es dominado ampliamente por productos que interactúan en tres tipos de topologías principalmente: anillo, bus, y estrella.

Estas sobresalen básicamente por sus características de instalación, expansión y mantenimiento.

La topología de anillo en su forma más simple consiste de un medio de transmisión que interconecta las estaciones de trabajo formando un anillo o círculo. La señal viaja en una dirección y no requiere de elementos terminadores debido a que las estaciones son las encargadas de depurar la información que viaja a través del cableado.

Una concepción más moderna la describe como un arreglo compuesto por conexiones punto a punto de estaciones contiguas formando un círculo. Los mensajes se transmiten de una estación a otra hasta llegar a la unidad adecuada pero con una particularidad: las estaciones están conectadas al cable por medio de una unidad de acceso que, a su vez, esta conectada a un repetidor, el cual transmite los mensajes que van dirigidos a otras estaciones.⁶

⁶ Página electrónica propietaria UNIX <http://a01-unix.uc3m.es>.

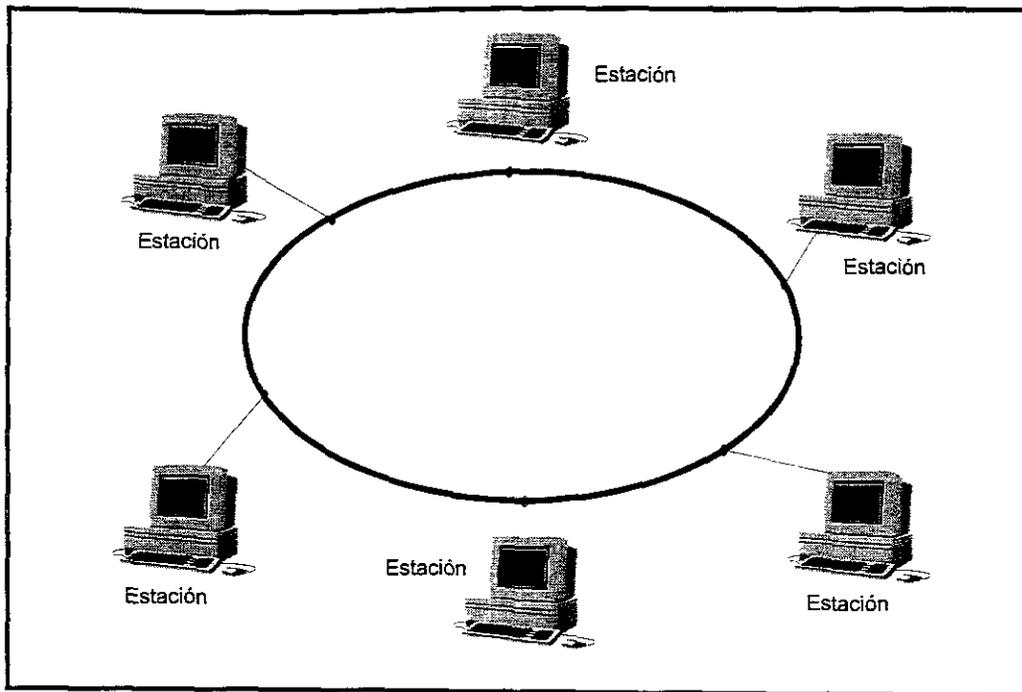


Figura 1-2 Topología en anillo

Existe una variante de este arreglo denominado anillo modificado o estrella-anillo. En este caso el anillo se encuentra dentro de un concentrador de señal o MAU (Multistation Access Unit), que actualmente se están sustituyendo por concentradores inteligentes, al cual se conectan una a una las estaciones formando una estrella. En este la señal siempre pasa por el concentrador. La ventaja de utilizar esta topología y no el anillo ordinario radica en que el sistema no tiene problemas si una estación falla, debido a que el concentrador empleado de inmediato cierra el anillo.⁷

En general, para poder recibir mensajes, cada estación ha de ser capaz de reconocer su propia dirección, sin embargo, no se requiere desviar los mensajes debido a que estos van automáticamente a la siguiente estación de la red. Como ya se

hizo referencia, en las primeras redes de este tipo el flujo de la información era unidireccional. Las redes modernas disponen de dos canales y transmiten la información en direcciones opuestas por cada uno de ellos. Esta topología es conocida como anillo doble redundante y fue diseñada para redes que requieren de alta velocidad. Se caracteriza por estar compuesta de dos anillos de transmisión en contrasentido, en donde el anillo primario se emplea como canal principal y, en caso de algún problema en este, el secundario restablece la continuidad del primario en forma automática, cumpliendo como redundancia o anillo de respaldo. Con esta topología se pueden alcanzar velocidades de 100 Mbps.⁸

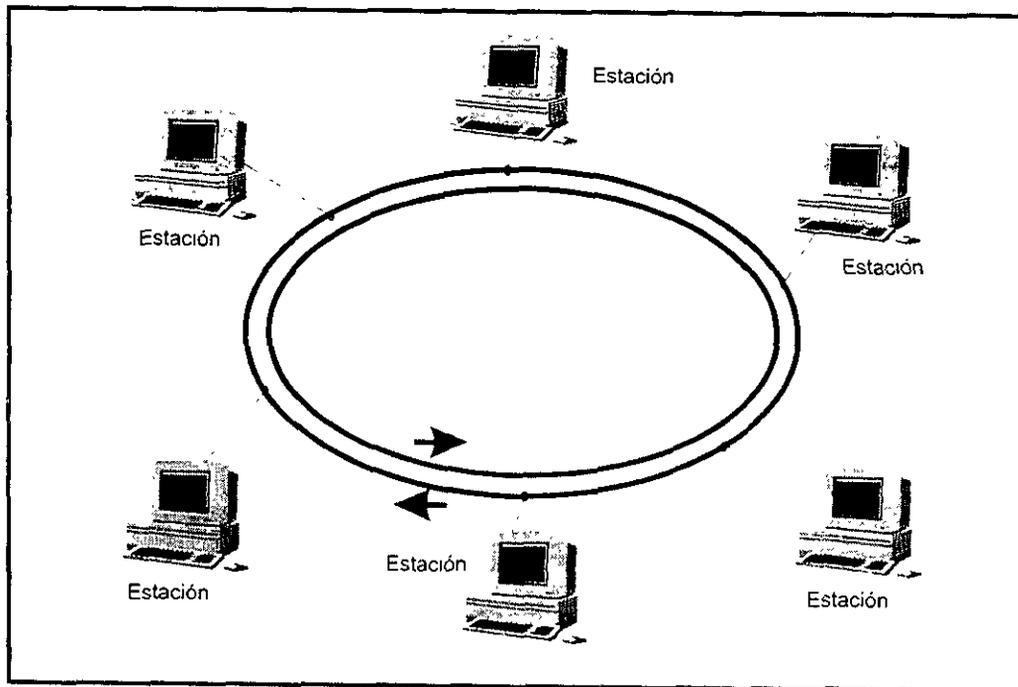


Figura 1-3 Topología doble redundante

⁷ Soporte Tecnológico en Aplicaciones y Funciones de informática, S.A. de C.V., STAFF "Seminario de Redes Locales". Pág. VI-4.

⁸ Intersys México S.A. de C.V. "Seminario de Conectividad Avanzada". Pág 8.

Cuando se usa una topología en anillo para distribuir el control en redes locales, el protocolo utilizado ha de evitar situaciones conflictivas a la hora de acceder a un canal compartido.

Existe, además, otra configuración llamada red en bucle, la cual es una red en anillo en la que todas las estaciones están conectadas a un centro de control encargado de las comunicaciones. Una de las estaciones funge como centro de control y es la responsable del acceso del resto de las estaciones al canal.

Una red en anillo resulta atractiva en situaciones donde la asignación de recursos es en forma equitativa, o cuando se requiere conectar un número pequeño de estaciones que funcionen a velocidades altas en distancias muy cortas.

En lo referente a la respuesta, con tráfico muy alto, la respuesta del sistema permanece bastante estable. El incremento del tiempo de espera es menor que en otras redes; sin embargo, el tiempo de espera medio es bastante alto incluso cuando la carga del sistema es baja.

Uno de los inconvenientes de esta topología es su vulnerabilidad. El fallo de una sola estación o de un canal puede hacer que falle todo el sistema, lo cual se debe a la interdependencia de las estaciones. En este tipo de arreglo resulta bastante difícil localizar un fallo; en un sistema muy amplio puede no ser posible reparar de forma inmediata el problema. Si se desea mantener la red en funcionamiento, es necesario duplicar los recursos o utilizar un método para evitar los puntos donde se produzca algún fallo.

Un punto importante es la posibilidad de expansión que brinda este arreglo. En una red de anillo equipada con centros de conexión apropiados es bastante sencillo añadir o suprimir estaciones sin tener que hacer un gran número de movimientos; por lo tanto, el costo de modificación del sistema es relativamente bajo. Si el sistema no se encuentra debidamente organizado, estas modificaciones suelen ser demasiado costosas. Para realizar modificaciones no se suele interrumpir el sistema, aunque en ocasiones puede ser conveniente y, a veces, necesario. El medio de transmisión para la instalación y modificación varía.

La topología denominada bus físicamente consiste en una línea troncal o bus a la cual están conectadas todas las estaciones. La señal viaja en ambas direcciones del canal de comunicaciones y es terminada en los extremos por medio de una resistencia (terminador). Para que una estación pueda recibir un mensaje, esta ha de reconocer su propia dirección. Por lo tanto, los dispositivos conectados a un bus han de disponer de un alto nivel de inteligencia o, de no ser así, la ha de proporcionar la unidad de interface.

Debido a que las estaciones más cercanas a la estación emisora reciben una señal de mayor intensidad que las localizadas en el extremo más alejado del bus, tanto los transmisores como los receptores utilizados por la red han de tolerar una amplia gama de señales. Los problemas relacionados a la intensidad de las señales se solucionan normalmente limitando la longitud de los segmentos de cable y el número de

estaciones conectadas. En algunas redes se pueden utilizar amplificadores (repetidores) para mantener la intensidad de la señal.

Existen algunas topologías derivadas de este enfoque como lo es el arreglo en árbol. Técnicamente, un árbol es una red que cuenta con un cable principal al que hay conectadas redes individuales en bus, como podría ser la conexión de las estaciones de un edificio de varios pisos.

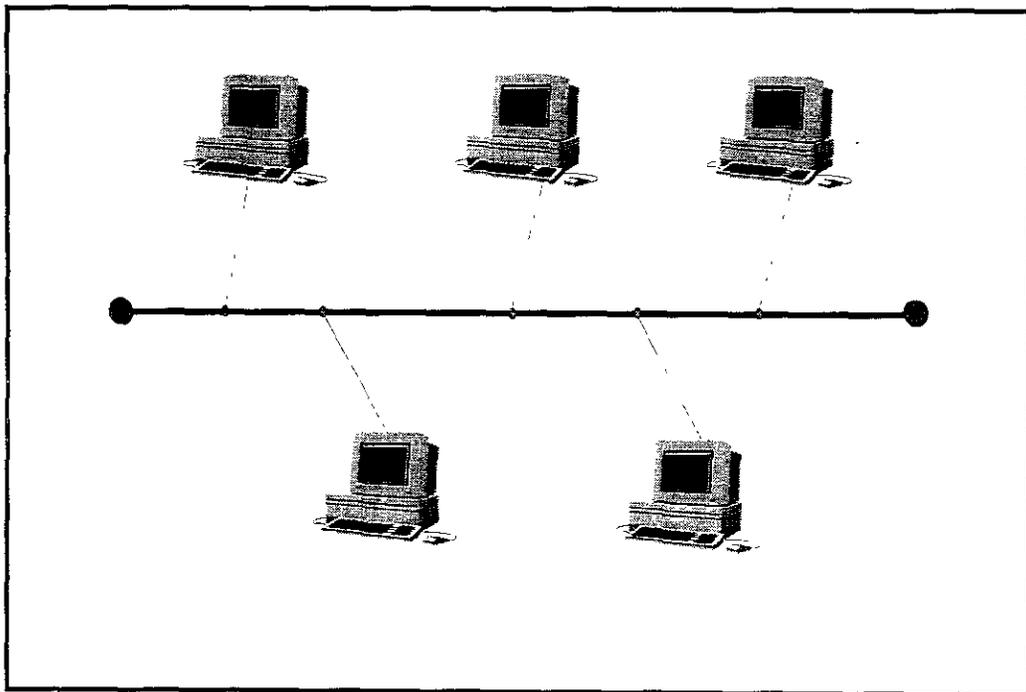


Figura 1-4 Topología en bus

La aplicación del arreglo en bus es generalmente en redes muy pequeñas o que tienen muy poco tráfico y debido a esto suelen ser relativamente sencillas en su instalación. La respuesta es excelente cuando existe poco tráfico, pero a medida que aumenta la carga, la respuesta disminuye rápidamente.

Los grandes atributos de esta topología son la independencia de las estaciones, lo cual trae como consecuencia que al fallar algún elemento de la red, a excepción del canal de comunicación, no se afecta al resto de la red; y la facilidad de expandir y configurar la red, las modificaciones para instalar o cambiar de lugar cualquier dispositivo son casi nulas.⁹

En la topología en estrella todas las estaciones están conectadas mediante enlaces bidireccionales a un nodo central, que asume las funciones de gestión y control de las comunicaciones proporcionando un camino entre dos dispositivos que deseen comunicarse.

El control de la red se puede asignar de cualquiera de las tres formas siguientes:

1. El control reside en el nodo central, el cual efectúa la retransmisión de los mensajes. Los datos recibidos en la estación central pueden ser procesados dentro de la misma estación o pueden ser enviados a otras estaciones para que los procese. En este caso, el nodo es el que proporciona la potencia principal de cálculo.

2. El control puede estar a cargo de una de las estaciones exteriores, en vez de la estación central. El gestor actúa de conmutador, estableciendo conexiones entre las distintas estaciones.

⁹ Página electrónica propietaria UNIX <http://a01-unix.uc3m.es>.

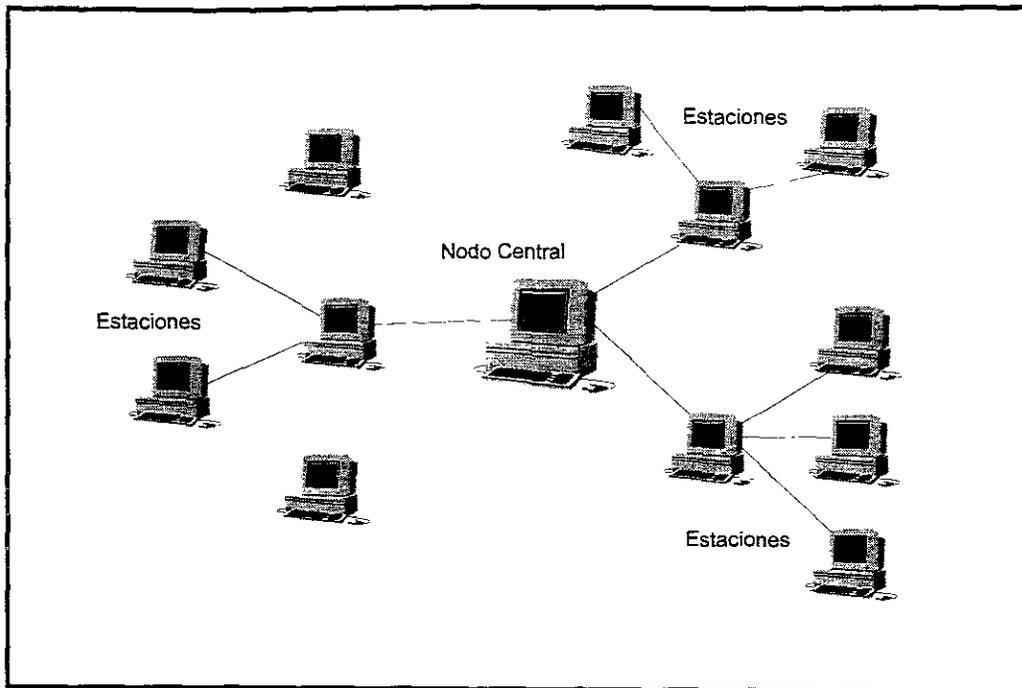


Figura 1-5 Topología en estrella

3. El control puede estar distribuido entre todas las estaciones. El nodo se usa para enviar mensajes a sus destinos y resolver las solicitudes de conexiones conflictivas entre estaciones de trabajo.

El *nodo central* proporciona el punto lógico para conectar directamente los recursos compartidos más importantes. Generalmente, las estaciones no tienen que tomar decisiones en cuanto a cómo y cuando transmitir los mensajes, puesto que todas las comunicaciones han de pasar a través de la estación central antes de llegar a sus destinos. Las "redes en estrella compuesta" son aquellas en las que una estación de la red puede actuar como gestor y/o controlador de una red secundaria.

La principal ventaja de la topología en estrella es que el acceso a la red, es decir, la decisión de cuándo una estación puede o no transmitir, se halla bajo control central. Además, la flexibilidad en cuanto a configuración y localización de fallos es aceptable al estar toda la funcionalidad localizada en un nodo central. Por otro lado, el nodo central es una fuente potencial de fallo catastrófico y la longitud del cableado es elevada. La complejidad de esta configuración es razonablemente grande. Las estaciones conectadas a la estación central pueden, a su vez, actuar de nodo central para otras estaciones, o pueden estar conectadas a enlaces de comunicaciones remotas. La respuesta es buena para una carga moderada del sistema. Sin embargo, el tamaño y la capacidad de la red, y por tanto la respuesta, están directamente relacionadas con la potencia del nodo central. La dependencia de la red es muy alta: normalmente la estación (nodo central) no se puede usar para ninguna otra cosa mientras está actuando como controlador de la red. El número de líneas separadas es también muy alto. La expansión del sistema es muy restringida; la mayoría de los nodos centrales sólo pueden soportar un número limitado de interfaces de red. A menudo, al usuario se le imponen las limitaciones de ancho de banda y de velocidad de transmisión. Estas limitaciones son necesarias para proteger de sobrecarga las funciones de proceso del nodo central.

Cabe hacer mención que esta arquitectura no se adapta plenamente a la filosofía de una red de área local, donde uno de los factores más importantes es la distribución de la inteligencia por toda la red.¹⁰

¹⁰ Página electrónica propietaria UNIX <http://a01-unix.uc3m.es>.

1.3 Características de los sistemas de cableado en redes convencionales

Las tendencias de los sistemas de cableado tradicionales generalmente giran en torno al protocolo de acceso al medio empleado y a la topología que este requiere. Dicho protocolo es definido por la IEEE en su proyecto 802, y específicamente en los subcomités del 802.3 al 802.5, el cual contempla estos estándares para redes de área local.

Es muy frecuente el escuchar que una determinada topología pertenece a un estándar específico y no hay algo más erróneo que eso. La topología es el arreglo físico del equipo que integra la red y es usada por los estándares para operar, pero como se puede apreciar a continuación, algunas normas pueden aplicarse en más de una topología. El factor que realmente define a cada uno de los protocolos de acceso al medio es su configuración lógica. Como veremos posteriormente, es posible hacer que una estructura lógica opere bajo un entorno físico diferente empleando una gran variedad de dispositivos que para este objeto existen en el mercado.

A continuación describimos los tres estándares ya mencionados con el fin de obtener una visión de sus requerimientos en lo que respecta a su entorno físico y con ello poder tener un panorama de los sistemas de cableado necesarios.

El estándar IEEE 802.3 define el protocolo de control de acceso al medio de acceso múltiple por detección de portadora y detección de colisión; CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detected) para topología en bus.

Históricamente, el estándar parte de la red Ethernet desarrollada por la agrupación Digital Equipment Corp. (DEC), Intel y Xerox en 1980.

Aunque el estándar partió de la red Ethernet, IEEE 802.3 y Ethernet no son idénticos, radicando su diferencia principal en la estructura de las tramas. Sin embargo, son compatibles en el mismo medio físico.

El estándar original IEEE 802.3 especificaba la operación CSMA/CD en banda base¹¹ sobre cable coaxial. Posteriormente se han desarrollado variaciones para CSMA/CD banda base sobre cable coaxial delgado y par trenzado, así como banda ancha¹² y operación a 100 Mbps.

Las especificaciones del IEEE 802 contemplan tanto el nivel MAC como el nivel físico. En la siguiente figura se representa la arquitectura IEEE 802.3 donde:

- AUI: Attachment Unit Interface.
- DTE: Data Terminal Equipment.
- MAU: Medium Attachment Unit
- MDI: Medium Dependent Interface.
- PMA: Physical Medium Attachmnet.
- PLS: Physical Signalling.

¹¹ La técnica de transmisión banda base, dominante en las redes locales, emplea todo el ancho de banda para transmitir la señal digital. La señal se codifica con objeto de facilitar la sincronización. El sistema de codificación más empleado es el Manchester.

¹² La transmisión banda ancha es mediante señales analógicas previamente moduladas y en la recepción demoduladas. El medio de banda ancha puede ser dividido en canales independientes mediante técnicas de división por frecuencia (FDM).

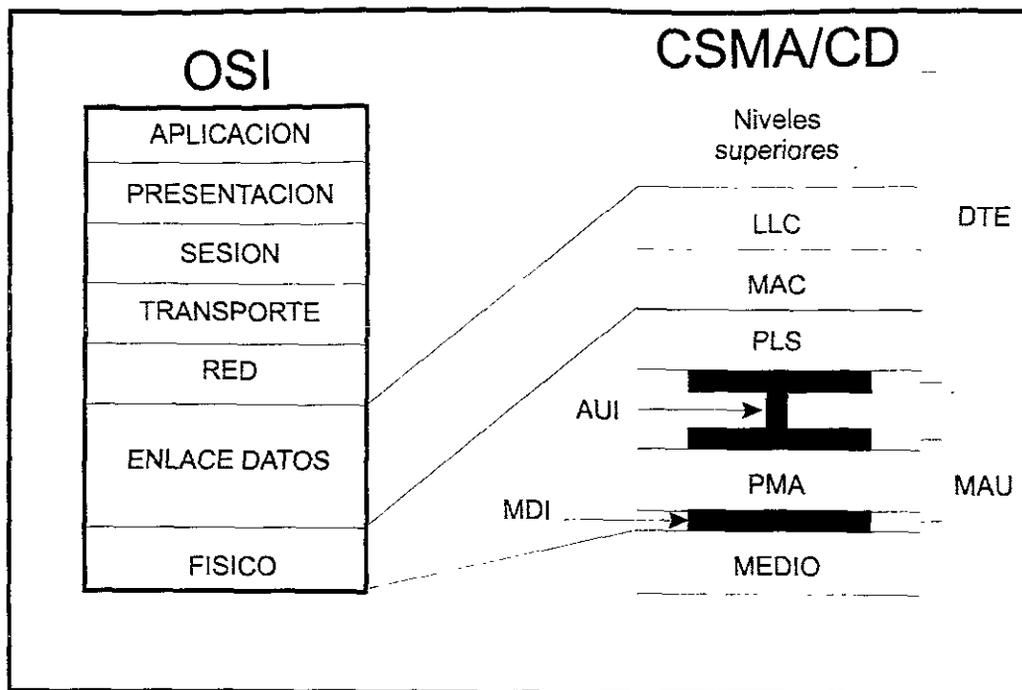


Figura 1-6 Arquitectura IEEE 802.3

La norma comprende:

- Subnivel MAC
 - Especificaciones de servicio MAC.
 - Protocolo y unidades de datos MAC.
- Nivel físico
 - Especificaciones de servicio.
 - Especificaciones independientes del medio.
 - Especificaciones del medio físico.

Debido a que el objeto de nuestro estudio es el medio físico, nos orientaremos a analizar este apartado específicamente.

Las especificaciones del nivel físico son divididas en dos grupos, las especificaciones independientes del medio y las especificaciones dependientes del medio.

En el primer grupo encontramos el tipo de codificación y la velocidad de este estándar. Para el IEEE 802.3 la codificación empleada es mediante el código Manchester y la velocidad de transmisión es de 1, 10 y actualmente 100 Mbps. Los medios de transmisión son el cable UTP y cable coaxial. En los últimos años se han ido agregando nuevas velocidades de transmisión y medios físicos como es el caso de la fibra óptica, la cual por sus características técnicas puede alcanzar velocidades en el rango de los Gbps.

Para el segundo grupo se han definido varios tipos de medios físicos de transmisión y distintas topologías para dar soluciones a las necesidades de diferentes clases de aplicaciones. La notación empleada para las distintas opciones es la siguiente:

<Velocidad de la red en Mbps><Tipo de transmisión><Máx. long. del seg. en centenares de metros>

Algunas de las más populares opciones definidas dentro de la norma son:

- 10BASE5.
- 10BASE2.
- 100BASET

Las especificaciones XBASET no siguen cabalmente la notación debido a que "T" representa el tipo de medio utilizado.

Capítulo 1. Antecedentes

A continuación se presenta una tabla con las especificaciones de estas opciones.

PARAMETROS	10BASE5	10BASE2	1BASE5	10BASET	100BASET
MEDIO DE TRANSMISION	Cable Coaxial 50 Ohms	Cable Coaxial 50 Ohms	Cable UTP	Cable UTP	Cable UTP
TECNICA DE SEÑALIZACION	Banda Base (Mánchester)				
VELOCIDAD (Mbps)	10	10	1	10	100
LONGITUD MAX. DE SEGMENTO (m)	500	185	500	100	100
LONGITUD TOTAL DE LA RED (m)	2500	925	2500	500	500
TOPOLOGÍA	Bus Lineal	Bus Lineal	Estrella	Estrella	Estrella

Figura 1-7 Tabla de especificaciones del nivel físico IEEE 802.3

Como se puede apreciar, el arreglo inherente a este estándar es el bus aunque es posible emplear otras topologías con auxilio de diversos dispositivos.¹³

La norma IEEE 802.4 define el protocolo de acceso al medio para paso de testigo en bus (token bus). Incluye también varias opciones sobre medios físicos de transmisión y velocidades de red.

Lo que da origen a este estándar es el conjuntar la simplicidad de las redes en bus y la garantía de un tiempo máximo de retardo de las redes de paso de testigo, lo cual resulta de gran importancia para algunas aplicaciones, como las de control de procesos.

Los principales usuarios de la técnica paso de testigo en bus son aquellos sistemas que han adoptado el conjunto de protocolos MAP (Manufacturing Automation Protocol).

Las siguientes consideraciones muestran la esencia del método de acceso por testigo:

- Un testigo o token controla el acceso ordenado al medio físico; la estación que posee el testigo tiene momentáneamente el control sobre el medio.
- El testigo circula por todas las estaciones que residen en el medio. Se requiere, por tanto, la existencia de un anillo lógico.
- El mantenimiento del anillo se asegura a través de las funciones proporcionadas por las propias estaciones: iniciación del anillo, recuperación del testigo, adición y eliminación de una estación, y manejo general del anillo lógico.

El IEEE 802.4 define el protocolo de control de acceso al medio o token bus para una topología en bus, incluyendo tanto el nivel MAC como el nivel físico. Esta arquitectura se muestra en la siguiente figura.

De esta se distinguen los elementos siguientes:

- Subnivel MAC
 - Especificaciones de servicio MAC.
 - Protocolo y unidades de datos MAC.
- Nivel físico

¹³ García Tomás, Jesús y otros. Op. Cit. Págs. 127-159.

- Especificaciones de servicio.
- Especificaciones del medio físico.

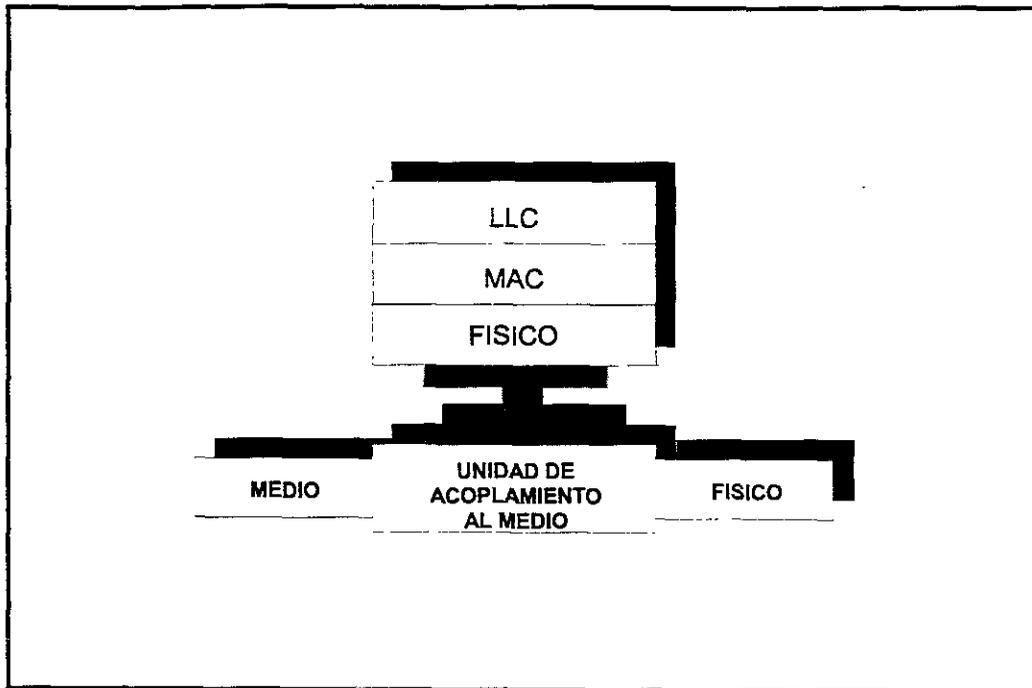


Figura 1-8 Arquitectura IEEE 802.4

Dentro de las especificaciones del medio físico se definen cuatro alternativas de medios de transmisión y velocidades de red. Dos de ellas corresponden a sistemas de banda ancha de único canal (carrierband fase continua y carrierband fase coherente) en los que la capacidad total del medio se emplea para un solo canal. La velocidad es de 1 Mbps para fase continua y 5 o 10 Mbps para fase coherente. La tercera opción de banda ancha con velocidades de 5, 10 y 20 Mbps. Estas dos últimas opciones utilizan FDM, multiplexión por división de frecuencia (o longitud de onda en el caso de fibra óptica), con lo que se pueden emplear varios canales simultáneamente. En la

siguiente tabla se resumen las principales características de los medios alternativos físicos.¹⁴

PARAMETRO	Carrierband Fase Continua	Carrierband Fase Coherente	Banda Ancha	Fibra óptica
Velocidad (Mbps)	1	5 10	1 5 10	5 10 20
Ancho de banda	No Aplicable	No Aplicable	1,5 MHz 6 MHz 12MHz	270 nm
Modulación de frecuencia	Mánchester FSK continuo	FSK fase coherente	Multinivel AM/FSK	On-off
Topología	Bus omnidireccional	Bus omnidireccional	bus direccional (árbol)	Estrella pasiva o activa
Medio	Cable coaxial (75 Ohm)	Cable coaxial (75 Ohm)	Cable coaxial (75 Ohm)	Fibra óptica

Figura 1-9 Tabla de medios alternativos

En 1985 IBM anunció el lanzamiento de su red de área local para paso de testigo en anillo, token ring. El primer anuncio público se realizó a través de una serie de documentos presentados en septiembre de 1982 en la conferencia COMPCON del IEEE.

Resultado de esta labor fue el nacimiento del estándar IEEE 802.5, aprobado como estándar internacional ISO 8802-5.

En una red que emplea la técnica token passing, un conjunto de datos denominado token circula como un tren de carga a través de las estaciones de trabajo conectadas al mismo medio de transmisión. Dicho token es esperado por una estación cuando esta

¹⁴ Ibid. Pags. 161-182.

desea transmitir algún mensaje. Si este está desocupado cambia de “libre” a “ocupado” y se le anexa la información a transmitir. El token viaja por todo el anillo, estación por estación hasta encontrar la estación destino o en su defecto hasta dar una vuelta completa. Una vez que el token regresa nuevamente a la estación transmisora, esta lo libera e inserta un token libre en el anillo. Mientras todo este proceso se lleva a cabo, el resto de las estaciones deben esperar si desean transmitir algún mensaje. Solo una estación a la vez puede ocupar la red debido a que existe solo un token.

El estándar IEEE 802.5 define los servicios y los protocolos de control de acceso al medio para redes que operan con “paso de testigo en anillo”. Define también los servicios y especificaciones del nivel físico. Es posible identificar las siguientes partes:

- Subnivel MAC
 - Especificaciones de servicio MAC.
 - Protocolos y unidades de datos MAC.
- Nivel físico
 - Especificaciones de servicio.
 - Especificaciones independientes del medio.
 - Especificaciones del medio físico.

En la siguiente figura se describe gráficamente la arquitectura IEEE 802.5.

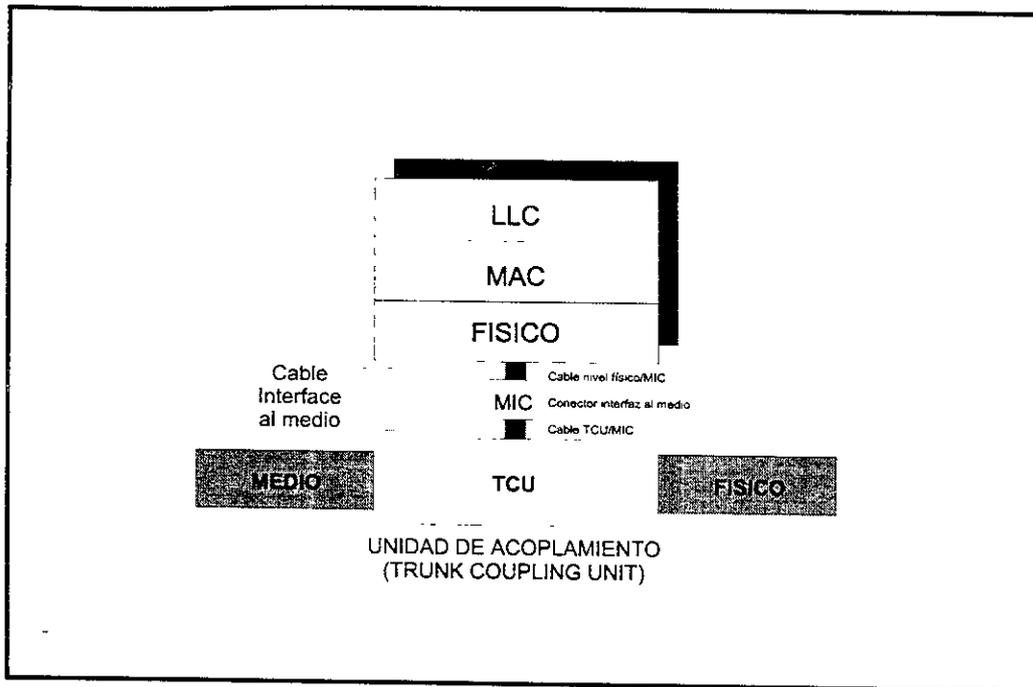


Figura 1-10 Arquitectura IEEE 802.5

En las especificaciones independientes del medio se estipula el empleo de codificación diferencial Manchester, con una velocidad de transmisión de 4 Mbps utilizando cable STP, o 16 Mbps con cable UTP-3 y UTP-5.

Las especificaciones dependientes del medio establecen el arreglo físico del anillo de paso de testigo, como se describió anticipadamente y los dispositivos físicos que interconectan las estaciones al medio físico, los TCUs (Trunc Coupling Units).¹⁵

¹⁵ Ibid. Págs. 185-213.

CABLEADO ESTRUCTURADO

2.1 Subsistema de estaciones de trabajo

2.2 Subsistema horizontal

2.3 Subsistema vertical (backbone)

2.4 Subsistema de administración

2.5 Subsistema de equipamiento

2.6 Subsistema de campus

2. CABLEADO ESTRUCTURADO

Si damos un vistazo a las necesidades de cableado en los principales estándares de comunicación, podemos percatarnos que cada sistema generalmente requiere de un arreglo físico diferente, lo cual es un gran inconveniente cuando se requiere interconectar algunos de ellos. La primera opción puede ser considerar dichos requerimientos y en caso necesario reemplazar el cableado existente, lo cual es sumamente costoso y no menos práctico. La segunda es contemplar todas estas posibilidades desde la primera vez que implementamos un sistema de telecomunicaciones en nuestras instalaciones, empleando una concepción que nos permita un amplio dominio del sistema y a la vez capacidad para adoptar cualquier tipo de nueva tecnología, es decir, que se comporte como un sistema abierto. Esta segunda opción es lo que propone el cableado estructurado.

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable destinada a transportar las señales que emite un emisor hasta el correspondiente receptor. Es un sistema pasivo y está diseñado para soportar, sin degradación de las señales, transmisiones de voz, datos, imágenes, dispositivos de control, de seguridad, etc. Toda esta gama de señales se transmiten a través de un mismo tipo de cable.

Para que se comporte como un verdadero sistema, una instalación de cableado estructurado debe contar con toda la línea de productos (desde el tipo de cable a utilizar hasta los adaptadores terminales) que aseguren la conectividad y operación de cualquier tipo de aplicación. Un sistema de cableado de este tipo es un sistema

abierto: a él se pueden conectar y poner en operación cualquier sistema telefónico, de datos, etc. sin importar quien es su fabricante. Esto asegura que la base instalada con que cuenta la entidad que adopte esta tecnología se pueda utilizar y resguarde de esta manera la inversión que tenga en tecnología.

El gran éxito del cableado estructurado radica precisamente en su estructura: es un sistema modular. Al dividir todo el conjunto en pequeños entes con objetivos específicos, la administración del sistema resulta más sencilla. Cada módulo engendra en si mismo un amplio diseño de ingeniería, el cual asegura la compatibilidad con el resto de los elementos. Para este propósito se han desarrollado una serie de normas definidas por la ANSI/TIA/EIA con el fin de salvaguardar la integridad del sistema. En ellas se contempla desde el tipo de medio a usar para las comunicaciones, las características físicas de las instalaciones, así como las pruebas necesarias para certificar la confiabilidad de la instalación.

El sistema de cableado estructurado se divide en seis módulos:

1. Subsistema de estaciones de trabajo.
2. Subsistema horizontal.
3. Subsistema vertical.
4. Subsistema de administración.
5. Subsistema de equipamiento.
6. Subsistema de campus.

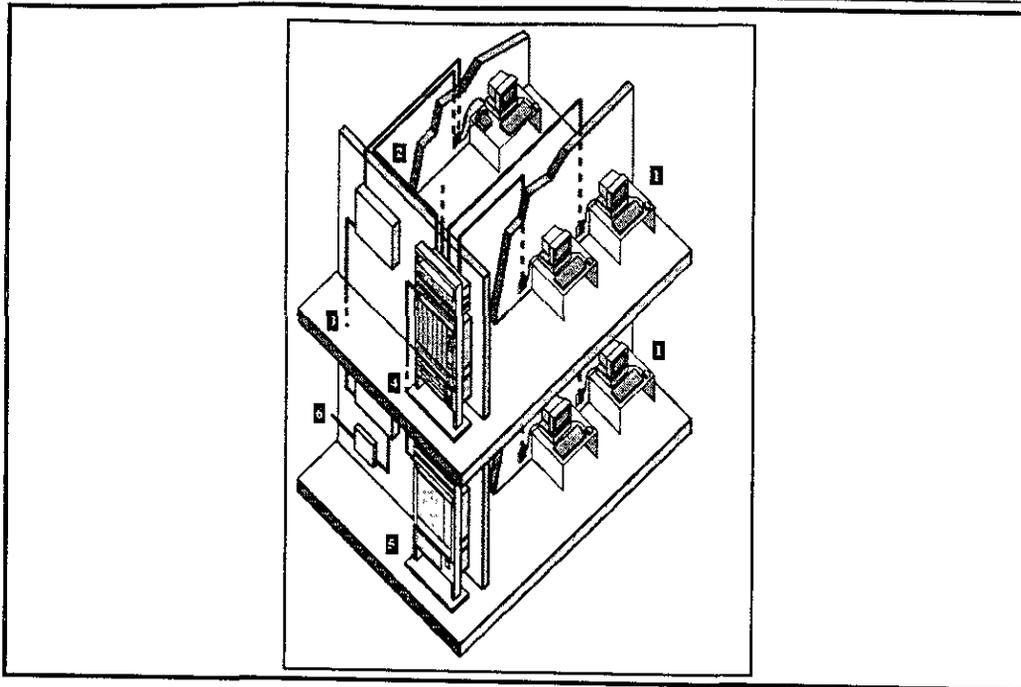


Figura 2-1 Sistema de cableado estructurado

Es esta concepción lo que permite que en un mismo ambiente convivan aplicaciones diferentes y que estas proporcionen sus servicios a los usuarios sin importar su ubicación física en las instalaciones. Un ejemplo típico de esto es cuando un usuario migra hacia otra oficina o edificio. Tradicionalmente el procedimiento a seguir sería identificar la salida de información a la cual se va a conectar, verificar que esta pueda proporcionarle los servicios que él necesita, si no es así cablear nuevamente ese segmento, poner un tipo de conector compatible con el equipo a instalar, configurar sus tarjetas de interface, etc. Todo esto se elimina al adoptar el cableado estructurado. Como todo esta totalmente administrado, para realizar esta operación basta con identificar el lugar del huésped para posteriormente configurar los módulos que sirven de canal de comunicación al usuario en cuestión y listo, no

hay problemas por compatibilidad de conectores, de cableado, etc. ya que todo esta estandarizado.

El diseño de un sistema de cableado estructurado se debe realizar como un sistema completo, integrando la totalidad de aplicaciones definidas, de manera modular, considerando el cumplimiento de normas y estándares, con la flexibilidad tal que ofrezca ahorros en tiempo y dinero, con proyecciones de crecimiento y con la capacidad de soportar aplicaciones y tecnologías futuras. Al ser concebido como un sistema modular, los crecimientos en la instalación se pueden cubrir muy rápidamente.

En síntesis, los principales beneficios que ofrece un sistema de cableado estructurado son los siguientes:

- Plan de distribución integrado:

Desde la concepción misma del proyecto se analizan y diseñan las opciones que permiten un manejo integrado de todas las diferentes señales y servicios que se tendrán disponibles. Al integrar aplicaciones, se pueden utilizar un solo medio de distribución para llevar todos los cables que habilitarán las señales en cada salida de información.

- Arquitectura abierta:

Sin importar quien es el proveedor de las computadoras, hubs, conmutadores, etc. el cableado ofrece la misma conectividad y capacidad de transmisión.

- Solución integrada y modular:

Las interconexiones entre closets de piso y en el piso mismo, permiten muy fácilmente llevar una señal hasta el sitio deseado sin que esto implique una remodelación del área en la cual se pondrá a funcionar dicho servicio.

- Total funcionalidad y flexibilidad:

El cableado estructurado conecta cada salida de información desde los closets de piso hasta el puesto mismo de trabajo. Esto implica que cada recurso que se asigna a una salida está perfectamente definido y configurado para prestar el servicio adecuadamente. Con sistemas de cableado, se realiza una verdadera labor de planeación pues los servicios que se asignan están estudiados y analizados desde mucho tiempo antes de instalarse en la realidad, facilitando así su crecimiento posterior.

El proceso de asignación de un servicio a una salida de información está basado en la reconexión de cables (puenteo) en los tableros de piso. Esto facilita la asignación de los mismos recursos a la persona que por cualquier razón debe cambiar de ubicación física dentro del edificio. Siempre tendrá la misma extensión telefónica, la misma dirección de red, la misma salida de video, etc. Sin importar que se encuentre hoy en el primer piso y que mañana sea trasladado al sexto piso.

- Topología de red tipo estrella:

Por su concepción, el cableado estructurado está diseñado de manera tal que permite instalar, conectar y poner en servicio inmediatamente, una red de computadoras en una topología de estrella. Esta topología es la más segura y flexible de todas las topologías existentes, además de tener un alto grado de confiabilidad y seguridad en su funcionamiento. Sin embargo, el cableado estructurado permite sin ningún inconveniente, conectar cualquier tipo de red o de sistema de cómputo que tenga el usuario.

- Fácil administración del sistema por parte de su administrador:

Una vez que se ha instalado el sistema y ha sido capacitado el administrador, él directamente y sin dependencia alguna con el proveedor del cableado, puede reasignar los servicios que se encuentran disponibles en cada una de las salidas de información. Una vez terminada la instalación, se deja totalmente identificada y documentada con planos y manuales. El administrador no requiere de conocimientos técnicos especializados en el tema.

- Crecimiento manejable y administrable:

Todo el crecimiento que la administración va a tener ha sido planeada con anticipación de manera que cuando realmente se vaya a crecer ya existen los ductos con capacidad de recibir nuevas ampliaciones cuando ya se haya agotado la capacidad adicional instalada en el momento inicial. Así mismo evita que se hagan

instalaciones adicionales no controladas que descompensen los sistemas o que generen interferencias o errores. El crecimiento en los tableros es modular. Esto significa que adicionando bloques o panels de conexión, se va ampliando el sistema sin interferir con lo ya instalado.

- Fácil control de acceso a la administración de la red del sistema por parte del administrador:

Las redes de datos se pueden administrar muy fácilmente, especialmente si la topología adoptada es de estrella. Cuando un usuario se mueve de su ubicación física a otra, no se requiere reconfigurar su estación de red por cuando al redireccionar su conexión se conservan vigentes todos los parámetros de configuración del equipo. Por otra parte, la topología en estrella evita que la red se caiga cuando una de las estaciones presenta problemas.

- Soporta: Voz, datos, imágenes, sonido, video, sensores y detectores, etc. en un mismo sistema:

El mismo tipo de cable tiene la capacidad de transportar señales de cualquier tipo. Esto implica que solamente tenemos que manejar un único tipo de inventario de material, las compras se simplifican al manejar una única referencia y es posible negociar precios preferenciales por compra en volumen. La capacidad del cable utilizado permitirá conectar y poner en servicio las nuevas tecnologías de

comunicación que actualmente se encuentran en proceso de desarrollo y que se encontrarán en el mercado en los próximos diez años.

Dicho lo anterior, a continuación analizaremos cada uno de los módulos o subsistemas que componen un cableado estructurado.

2.1 Subsistema de estaciones de trabajo

El subsistema de estaciones de trabajo comprende las salidas de información para usuario final, el cableado y los adaptadores requeridos para integrar los equipos finales al sistema para operar. Este subsistema incluye los siguientes elementos: salida de información propiamente dicha (el estándar es tipo RJ45), base sobre la cual se monta dicha salida (pudiendo ser tipo Leviton; tapa para tipo 5800, collares de montaje, cajas de sobreponer, etc.), adaptadores o baluns¹⁶ para la aplicación específica que se va a poner en funcionamiento (servidores para datos, terminales no inteligentes o de POS, servidores de comunicaciones, módems, teléfonos analógicos o digitales, computadoras, impresoras, televisores, monitores para CCTV, sensores o detectores, parlantes o equipos para sonido, videograbadoras, etc.) y finalmente el cable que conecta la salida de información con el balun o el equipo terminal mejor conocido como linkcord, que está formado por un cable el cual no debe exceder los 3

¹⁶ Balun (BALanced UNBalanced) es un dispositivo cuya función es convertir la impedancia de una interface a la impedancia de otro. Es un adaptador para convertir la señal de un tipo, por ejemplo de UTP, a otro tipo, por ejemplo cable coaxial.

metros de longitud según la norma EIA/TIA 568. Dicho cable debe ser tipo stranded (conductores no sólidos del tipo multifilar, 7 subconductores calibre 32 AWG) categoría 3 o categoría 5, ambos de 4 pares. Los conductores están aislados con polietileno de alta densidad. Estos altamente trenzados forman pares y están protegidos por una chaqueta o funda de PVC con retardante de fuego. Este cordón está terminado en ambos extremos con plugs de policarbonato del tipo RJ45 categorías 3 o 5 de acuerdo al diseño a implementarse.

Existen varios factores a considerar en este subsistema:

- La elección de un adaptador dependerá de la interface del equipo a conectar, por ejemplo RJ45, RS-232 , coaxial, etc.).
- La conexión de los aparatos telefónicos se puede efectuar conectando el cable que viene en el aparato telefónico (tipo RJ11) a la toma RJ45 directamente.
- Dependiendo del tipo de aplicación que se vaya a habilitar en cada toma o salida de información (outlet), se selecciona la especificación de la misma para que cumpla adecuadamente con el volumen de transmisión requerido, es decir, se deben instalar salidas de información categoría 3, 4 o 5 dependiendo de la aplicación a implementar.
- Cada salida se debe identificar con un rótulo numerado de tal manera que este sea único en todo el sistema.
- La localización de las estaciones de trabajo debe de ser distribuida una por cada 10 m² de acuerdo a lo estipulado por el estándar EIA/TIA 569.

El dimensionamiento del subsistema de área de trabajo puede cumplir con las siguientes expectativas:

- Voz
- Datos
- Voz y datos.¹⁷

2.2 Subsistema horizontal

Este subsistema se encarga de conectar el subsistema de estaciones de trabajo con el cuarto donde se llevará a cabo la administración del piso. Este subsistema es el que genera más análisis y detalle en el diseño por cuanto incide directamente en la conformación arquitectónica del edificio o espacio físico a cablear. En este subsistema se estudian y definen las rutas más adecuadas para distribuir la totalidad del cableado a lo largo de un piso. Estas rutas deben ajustarse estrictamente a las distancias definidas por las normas con respecto a las distancias máximas de cable aceptadas para cada aplicación. Igualmente se determina el tipo de elemento a utilizar para transportar el cable, de manera segura y confiable, con la capacidad suficiente y con el espacio requerido para crecimientos futuros. Entre los diferentes tipos de medios de transporte tenemos las bandejas de aluminio o de lámina, tuberías

¹⁷ ANSI/TIA/EIA 568-A Commercial Building Telecommunications Cabling Standard y ANSI TIA/EIA 569 Commercial Building Telecommunications Standard for Telecommunications Pathways and Spaces. CD-ROM Revisión 1997.

metálicas, ductos metálicos o en mampostería, zócalos de divisiones o de ventanas y muebles, canaletas perimetrales o por cielo raso, escalerillas, etc. En la instalación de estos elementos, se deben cumplir diferentes aspectos descritos en las normas respectivas, especialmente en lo relacionado con la capacidad de los mismos, materiales, curvaturas máximas, cantidad de cajas de paso, etc.

Generalmente, el proceso de instalación de este subsistema es el que más traumatismos produce, especialmente en edificios ya habitados, pues genera inconvenientes para las personas que usen dicho piso.

El subsistema horizontal comprende los medios de distribución descritos anteriormente así como la totalidad del cable (es posible que se distribuyan diferentes tipos como son cable UTP, multipar, fibra óptica, etc.).

En el cuarto de administración del piso se debe dejar una longitud de cable suficiente para realizar cómodamente la conexión dentro de él.

Los cables se identifican por paquetes o por colores a lo largo de toda la distribución.

De acuerdo con lo señalado por el estándar TIA/EIA 568-A tenemos las siguientes características:

- La topología física empleada es en estrella. Cada salida del área de trabajo debe estar conectada directamente al closet de telecomunicaciones.
- Los tres tipos de cable reconocidos por TIA/EIA 568-A para este subsistema es cable UTP de 4 pares 100 ohms, cable STP-A de 2 pares 150 ohms, fibra óptica multimodo 2 fibras 62.5/125 μm . El cable coaxial 50 ohms es un medio

de transmisión reconocido pero no recomendado para instalaciones nuevas y se especula que será descartado para la nueva revisión del estándar.

- El número de salidas de información requeridas para un área de trabajo es de dos como se muestra en la figura 2-2:
 1. Respaldo por cable UTP categoría 3 o superior de 4 pares 100 Ohms y conector asociado (para voz).

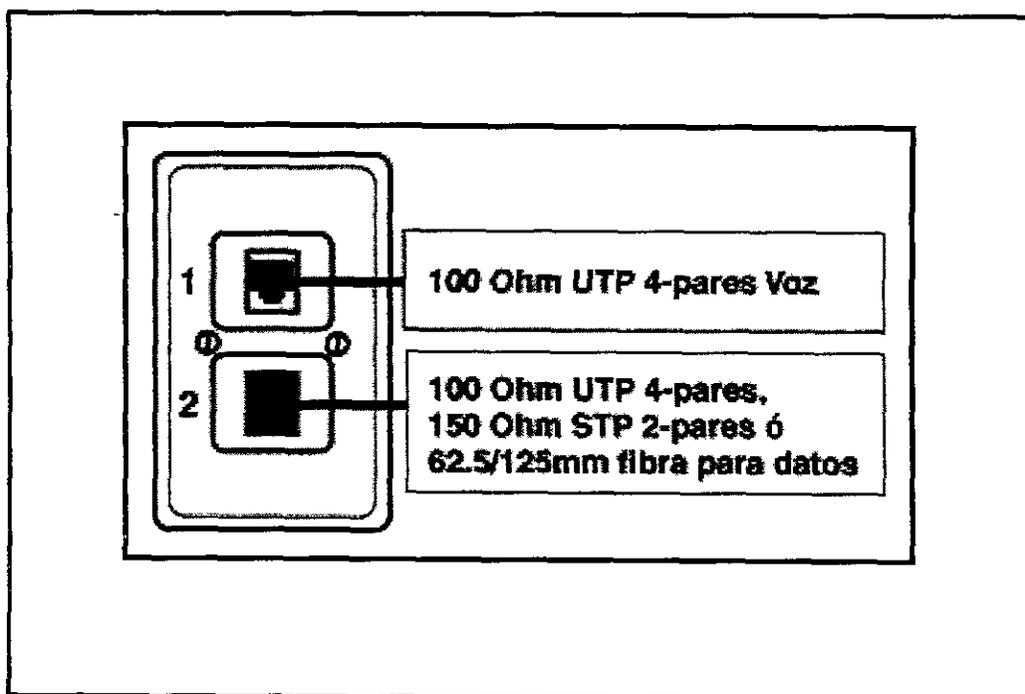


Figura 2-2 Puertos de salida de información

2. Respaldo por uno de los siguientes (para datos):
 - Cable UTP de 4 pares 100 Ohms y conector asociado (se recomienda categoría 5).
 - Cable STP de 150 Ohms y conector.

- Fibra óptica multimodo 2 fibras 62.5/125 μm .
- En lo que respecta al cable UTP, este puede ser de categoría 5 para aplicaciones de datos y voz a baja y alta velocidad, o de categoría 3 para aplicaciones de voz y datos a baja velocidad.
- La longitud máxima permitida para el cableado horizontal (considerado así el segmento comprendido entre el área de trabajo y el closet de telecomunicación) es de 90 mts.
- Los patch cords del closet de telecomunicación no deben exceder los 6 mts.
- El linkcord, que conecta el equipo en el área de trabajo, debe medir como máximo 3 mts.

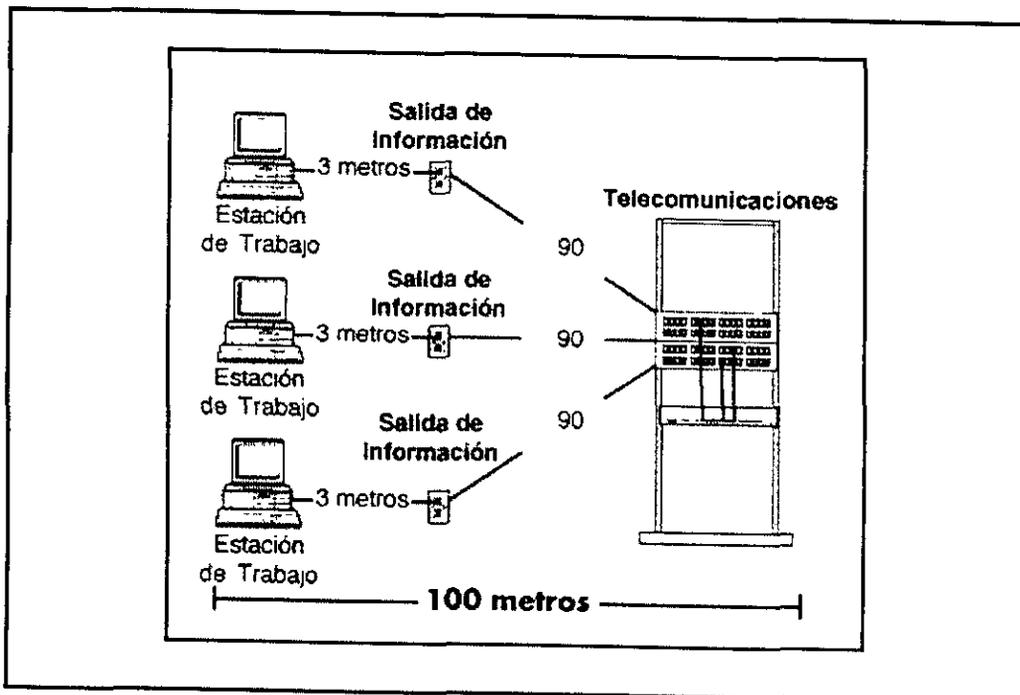


Figura 2-3 Distancias máximas para el subsistema horizontal

- La longitud total máxima permitida del patch cord y el linkcord de un equipo es de 10 mts.
- Nunca se permitirá destrenzar el cable UTP en su terminación para conectorizar como sigue:
 - Para categoría 4: 1" como máximo.
 - Para categoría 5: 0.5" como máximo.
- Para el cable, se debe mantener un arco máximo de curvatura igual a 4 veces el diámetro de dicho cable. Esta curvatura deberá ser menor a 90°.
- Los conductos por los cuales es distribuido el cableado deberán ser ocupados en un 40% de su capacidad total.
- Las cajas de salida o outlets en muros se sugiere se encuentren a 30 cm. del piso.
- El jack¹⁸ debe ser de la misma categoría empleada en el cableado, además de ser del tipo RJ45 (8 contactos/4 pares).
- Los elementos de terminación del closet de telecomunicaciones, tanto regletas de conexión tipo 110¹⁹ como patch panels²⁰, deben cumplir con las características de la categoría de comunicación del cable empleado.^{21 22}

¹⁸ La toma modular o jack es el elemento de terminación del cable UTP y donde se conecta el linkcord que conecta al equipo usado.

¹⁹ Las regletas de conexión 110 son elementos que permiten una fácil terminación de los pares y son usados normalmente para cables de voz.

²⁰ Son elementos de gran utilidad debido a que cuentan con salidas del tipo RJ45 en su parte frontal que permiten una fácil manipulación de los patch cords, y en la parte posterior los pares se conectan vía elementos tipo 110.

²¹ ANSI/TIA/EIA, Op. Cit.

²² Página electrónica propietaria Anixter <http://www.anixter.com>.

2.3 Subsistema vertical (backbone)

Este subsistema está encargado de interconectar todos los subsistemas de cada piso a lo largo del edificio. Esta interconexión consiste en conectar los closets de cada piso, con cables definidos para cada aplicación diseñada.

Este subsistema puede estar compuesto por diferentes tipos de cable de acuerdo con el número de salidas de información que se tengan en cada piso. Generalmente se conectan siguiendo una topología en estrella estando el centro de la estrella en el cuarto principal de administración del sistema. En resumen, a través de estos cables (UTP, fibra o multipar) se llevan las señales de las aplicaciones definidas para el sistema (voz, datos, seguridad, video, etc.) desde el cuarto principal hasta dejarlas disponibles en cada piso. El subsistema vertical conecta los diferentes centros de administración existentes en un edificio y los pone en comunicación.

Aquí encontramos también todo lo relacionado con los ductos o espacios físicos con que la edificación cuenta para realizar esta distribución. Tenemos ductos o perforaciones en las placas, escalerillas metálicas, tuberías, etc. Al igual que en los casos anteriores, existen normas que definen los tamaños de los ductos y maneras de instalar los cables en los ductos verticales.

El subsistema de backbone considera los siguientes aspectos:

- Arreglo físico en estrella. El cableado para topologías en bus o en anillo pueden hacerse si es necesario, agregándolas a la topología estrella.
- Comunicación entre pisos.

La manera de comunicar los diferentes pisos de un edificio se puede llevar a cabo por alguno de los siguientes métodos o una mezcla de ellos:

- **Mangas.** El método de mangas se refiere a colocar secciones de tubos de PVC (de 100 mm. de diámetro) en el piso de cada nivel para pasar a través de ellos cables ascendentes.
- **Conductos.** Aquí se considera instalar tubería conduit metálica o de PVC a través de todos los niveles y con esto lograr un conducto dedicado a los cables ascendentes. Esta tubería generalmente se instala en los pozos ascendentes del inmueble.
- **Ranura.** Aquí se considera hacer una ranura cuadrada o rectangular en el piso de cada nivel para pasar los cables ascendentes.
- **Escalerilla.** En este método se tiende una escalerilla de aluminio en los pozos ascendentes del edificio, buscando que los cables ascendentes se puedan fijar a dicha escalerilla.
- **Tipos de cable.**
 - Cable UTP de 4 pares 100 Ohms y conector asociado.
 - Cable STP de 2 pares 150 Ohms y conector.
 - Fibra óptica multimodo 2 fibras 62.5/125 μm .
 - Fibra óptica monomodo 2 fibras.
- **Distancias.**

Dependiendo de la aplicación se observa lo siguiente:

Cable	"A"	"B"	"C"
Fibra 62.5/125 μm	2000 mts.	500 mts.	1500 mts.
Fibra monomodo	3000 mts.	500 mts.	2500 mts.
UTP (voz)	800 mts.	500 mts.	300 mts.
UTP (datos), STP-A	Aplicaciones de datos limitadas a 90mts.		

Figura 2-4 Tabla de distancias máximas para el subsistema vertical

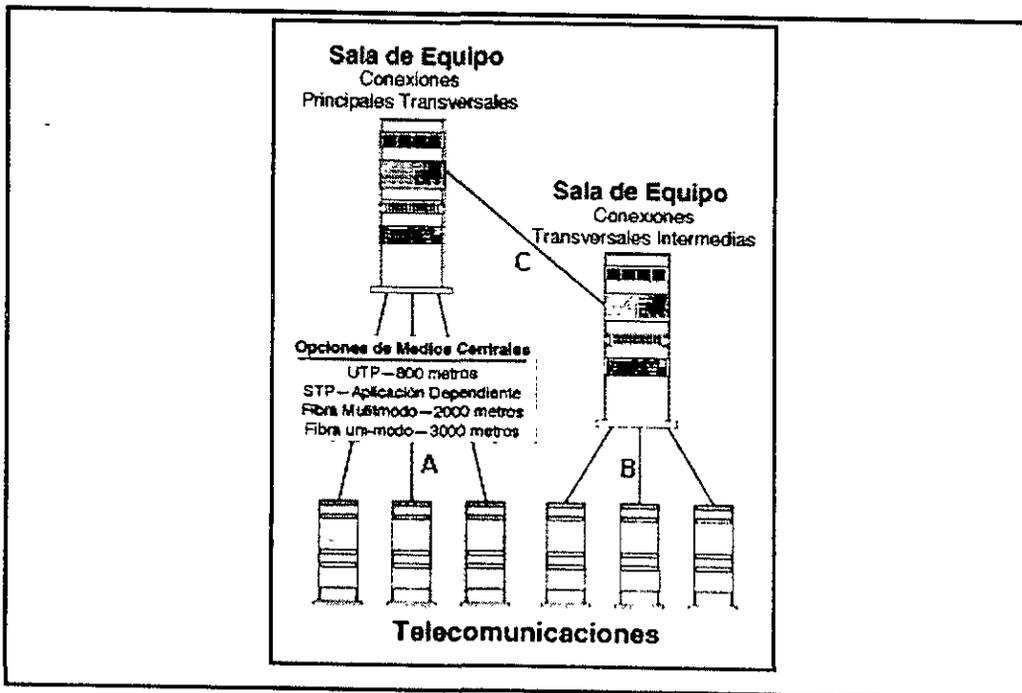


Figura 2-5 División jerárquica del backbone

- No se permiten más de dos niveles jerárquicos de interconexiones.
- No se permiten derivaciones de puentes. Los puentes de interconexión o patch cords no deben exceder los 20 mts.

- **Protección eléctrica.**

Es un factor de suma importancia en este subsistema más aún cuando se utilizan cables de cobre o fibra óptica que contiene una protección mecánica metálica.

Siempre la tierra física debe ser efectiva.^{23 24}

2.4 Subsistema de administración

Este subsistema incluye todos los componentes que se colocan dentro del cuarto de administración del piso y que permiten la conectorización y administración de las señales que se habilitarán en el piso en el cual está ubicado. Aquí encontramos los bloques de conexión de diferentes tipos y capacidades (tipo 110 de 100 pares, 300 pares, panels de conexión tipo RJ45 de 12, 24, 48,... salidas, las cajas terminales de llegada de las fibras ópticas con conectores adecuados tipo ST, SC, etc.), los closets o racks que sirven para la fijación de estos elementos, los elementos que se utilizan para organizar los cables y conservar su aspecto estético y facilitar su ubicación, los panels o bloques que recibirán las señales de los sensores o detectores de seguridad y control, etc. Incluye también los cables que permitirán las asignaciones de señales para ser habilitados en las salidas de información del piso y los adaptadores que se requieran de acuerdo a las aplicaciones integradas al sistema.

²³ Ibid.

²⁴ ANSI/TIA/EIA, Op. Cit.

Generalmente se destina en cada piso de la construcción, un cuarto con un área específica, debidamente protegido. En algunos casos, en este cuarto se colocan algunos equipos de comunicación (módems, hubs, routers, etc.) que habilitarán ciertos servicios en ese piso.

Cada una de las llegadas de la salida de información a su respectiva posición en los bloques o panels de conexión, se debe rotular e identificar con un número único. Las normas definen una convención de colores para identificar el tipo de señal o servicio que se encuentra conectado en un bloque o panel.

El subsistema de administración contiene las conexiones cruzadas e interconexiones y los elementos donde terminan los cables del subsistema horizontal. Los puntos de administración proveen los medios para enlazar los diferentes subsistemas. Las conexiones cruzadas permiten administrar los circuitos de comunicación, encaminándolos y reencaminándolos hacia áreas diversas dentro del edificio u otros edificios.

La ubicación, la configuración y el tipo de equipos usados para construir campos de conexión cruzada influyen directamente en la forma en que un sistema de distribución se gestiona y administra.

La capacidad de poder lograr cambios fácilmente en función de la reubicación de personal o equipos dentro de un edificio es muy importante. El subsistema de administración permite al propietario del sistema poder realizarlos él mismo, sin necesidad de herramienta especial o técnicos altamente capacitados.

La administración de los circuitos de conexión cruzada se realiza instalando cables de puente “jumpers” o de interconexión “patch cords” entre los campos con código de color que identifican las respectivas terminaciones de los cables de los subsistemas horizontal, backbone, campus y equipamiento.

El subsistema de administración contiene los siguientes elementos:

- Código de colores para identificación de circuitos.
 1. Naranja (Pantone 150C).
 2. Verde (Pantone 353C).
 3. Púrpura (Pantone 246C).
 4. Blanco.
 5. Gris (Pantone 422C).
 6. Azul (Pantone 291C).
 7. Café (Pantone 465C).
 8. Amarillo (Pantone 101C).
 9. Rojo (Pantone 184C).
- Elementos de conexión
 - Patch cords RJ45/RJ45. Los patch cords son básicamente iguales a los linkcords (cable UTP 4 PS tipo Strander con un plug RJ45 en cada extremo) sin embargo se les da este nombre debido a que se les sitúa entre el patch panel donde se terminan las entradas/salidas y el patch panel donde se terminan los puertos de equipos o bien directamente a los puertos de los mismos.

- **Jumpers de fibra óptica.** Los jumpers de fibra óptica se emplean para conectar un puerto de fibra óptica a otro punto ya sea en un ambiente de campus u horizontal. El jumper de fibra óptica está básicamente formado por un cable dúplex de fibra óptica del tipo tubo apretado y dos conectores de fibra óptica en cada uno de sus extremos.
- **Jumpers de cobre.** Los jumpers de cobre normalmente se utilizan para hacer una conexión cruzada entre regletas 110 de campos o circuitos diferentes, los jumpers de cobre pueden ser de 1,2,3 o 4 pares dependiendo de su aplicación y consideraciones del diseño del sistema.
- **Patch cords tipo 110.** Los patch cords tipo 110 están formados por cable UTP 4 PS tipo Strander y un conector 110 en cada extremo. Los conectores tipo 110 pueden ser de 1,2,3 o 4 pares, este tipo de patch cord se utiliza para interconectar dos regletas 110 de campos o circuitos diferentes.
- **Administradores para regletas 110.** Los administradores para regleta 110 se utilizan para guiar los jumpers de cobre de par trenzado o los patch cords tipo 110 de un campo a otro, configurados en regletas 110.
- **Administradores para patch panels.** Los administradores para patch panels se usan para ordenar y guiar los patch cords de un campo a otro configurados con patch panels, normalmente se coloca uno por cada patch panel o equipo instalado en un rack de comunicaciones.
- **Regletas de conexión 110 (en cuanto a su configuración).** Las regletas de conexión 110 se usan para terminar cables de salidas de información, equipos o

enlaces de tipo backbone. Existen básicamente dos tipos de arreglos de regletas de conexión 110; el denominado tipo 110A y el tipo 110P.

El arreglo tipo 110A se utiliza cuando se tienen restricciones de espacio ya que ocupa un tercio del espacio ocupado por el 110P y supera también en este aspecto a las anacrónicas regletas tipo 66, el 110A es una solución más económica que la 110P. Finalmente se utilizan jumpers de par trenzado de cobre.

El arreglo tipo 110P tiene una presentación más pulcra, así como la facilidad de utilizar patch cords tipo 110 en lugar de jumpers de par trenzado.

- Patch panels (en cuanto a su configuración). Los patch panels se configuran de acuerdo a la siguiente figura:

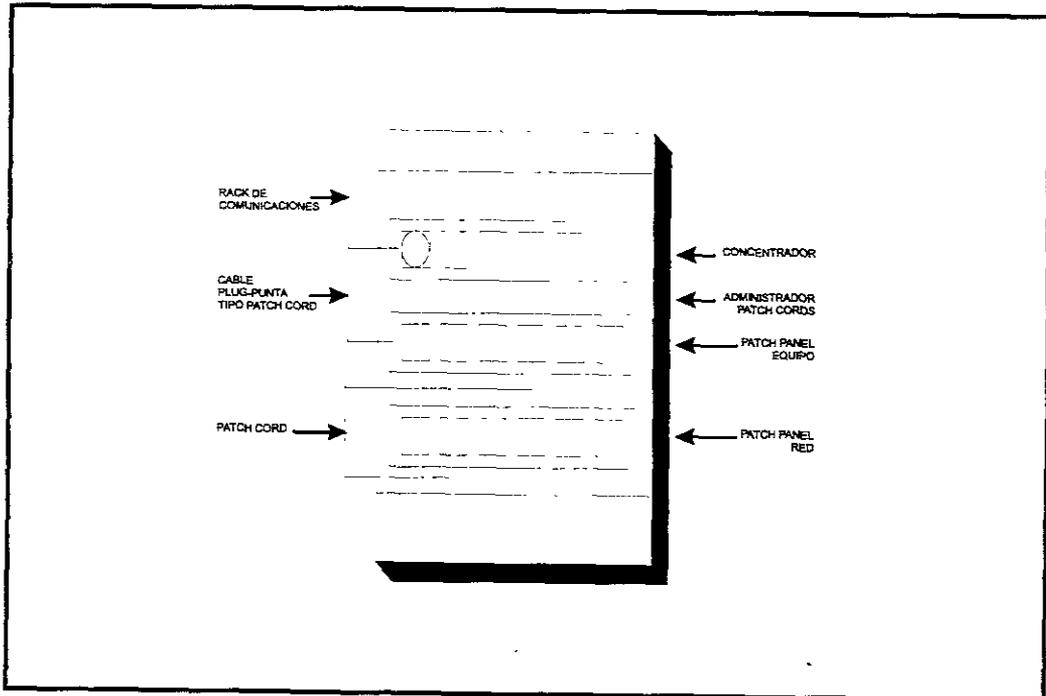


Figura 2-6 Configuración del patch panel

- Planes de administración

La administración de los diferentes circuitos en un sistema de cableado estructurado puede realizarse de acuerdo a dos categorías de planes de administración:

- Administración en un punto. Consiste en tener una sola conexión cruzada administrable que normalmente se sitúa en la sala principal del cuarto de equipos, aunque puede contener una o más conexiones cruzadas permanentes.
- Administración en dos puntos. Se refiere a tener dos conexiones cruzadas administrables una de las cuales se sitúa en la sala principal del cuarto de equipos y la otra puede situarse en una sala de equipos secundaria en otro edificio o en un piso diferente dentro del mismo edificio así como en un closet satélite dentro del mismo piso.

En este plano de administración también se puede tener una o más conexiones cruzadas administrables.

- Plan de identificación y numeración

Dentro del subsistema de administración también se consideran los aspectos relacionados a la identificación y numeración de los diferentes circuitos y subsistemas de un sistema de cableado estructurado.

La identificación se obtiene primeramente utilizando códigos de colores, para lograrlo se requiere utilizar etiquetas de los colores necesarios en las regletas 110, en

los patch panels y en los closets de comunicaciones. En el caso de las etiquetas en los faceplate se deja como opcional al propietario.

La numeración se deberá realizar identificando cada una de las salidas de información, tanto en los faceplate como en los closets de comunicación.

También es necesario identificar con un código alfanumérico los circuitos de los subsistemas horizontal y campus.

Un ejemplo de un plan de numeración para una salida de información se presenta a continuación en la siguiente figura:

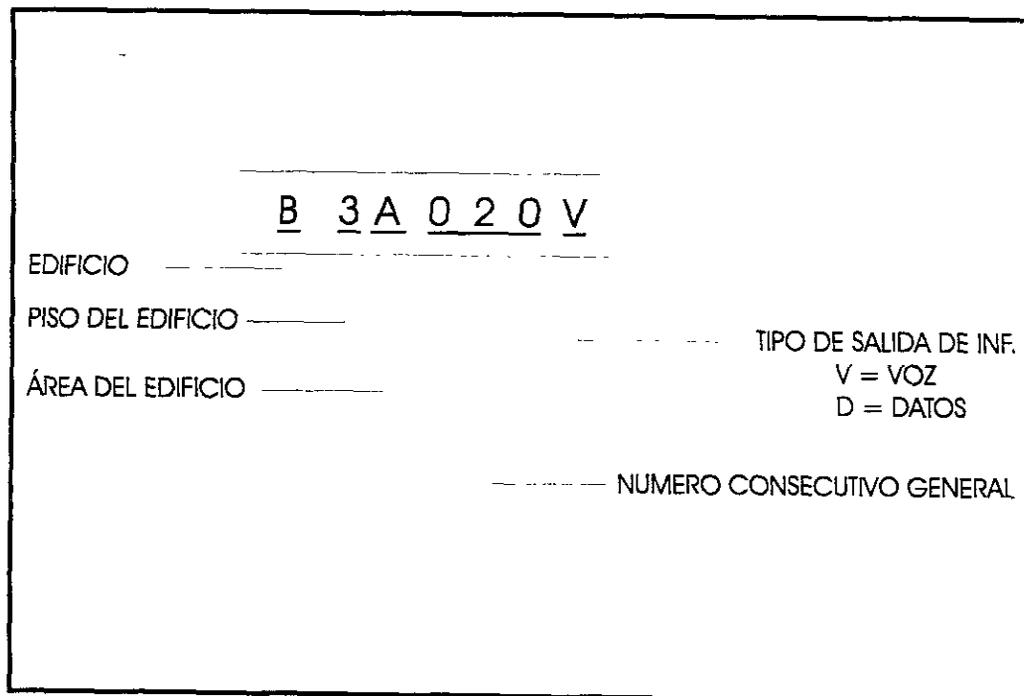


Figura 2-7 Ejemplo de un plan de numeración

En conclusión un buen plan de identificación y numeración debe cumplir con los siguientes aspectos:

1. Contenido de la información
2. Funcionalidad
3. Color
4. Tipo y tamaño de etiqueta^{25 26}

2.5 Subsistema de equipamiento

Es el subsistema que se ubica físicamente en el cuarto principal de administración del edificio. En este centro de control se concentran el mayor número de dispositivos o equipos de donde parten las señales que se distribuirán a lo largo y ancho de todo el sistema de cableado del edificio. Utiliza los mismos elementos y dispositivos del subsistema de administración, con la diferencia de que este es de mayor tamaño y complejidad. Generalmente allí se instala y conecta el PABX²⁷, los servidores de las redes, los equipos principales de procesamiento, equipos de comunicación, videograbadoras, panels de seguridad y control, etc. De este subsistema parte el backbone o subsistema horizontal, para adelantar la distribución del sistema de cableado a cada subsistema de administración (closet) de cada piso.

²⁵ Ibid.

²⁶ Grupo Matel S.A de C.V. Diplomado Cableado Estructurado. 1997.

²⁷ PABX (private automatic branch exchange) es un sistema de switcheo telefónico automatizado de uso privado. Su función es compartir un limitado número de líneas telefónicas externas por todos los usuarios de una entidad, con lo cual se logra minimizar costos en el número de líneas telefónicas requeridas.

Como elemento adicional a los encontrados en los closets de cada piso, encontramos los sistemas de protección individual de cada línea del PABX mediante fusibles de estado sólido o de gas. También allí se encuentra la llegada del polo a tierra.

Los aspectos más importantes a considerar son los siguientes:

- La norma EIA/TIA 569 recomienda en el caso de edificios 0.07 m^2 de la sala de equipos por cada 10 m^2 del espacio de las áreas de trabajo. El área mínima para la sala de equipos es de 14 m^2 (4 x 3.5m).
- La sala de equipos principal en un edificio debe ser situada idealmente en el nivel intermedio, sin embargo en muchas ocasiones se le ubica en uno de los niveles inferiores.
- De preferencia se debe ubicar la sala de equipos cerca de los elevadores o rampas de servicio, para facilitar el transporte de los equipos a la misma.
- Mantener una temperatura dentro de la sala de equipos entre 18°C y 27°C con una humedad relativa entre 30 y 55%, durante las 24 horas del día, todos los días del año.
- Evitar el polvo, tener buena ventilación y un nivel de iluminación de 30 pies candela.
- Contar con un sistema de detección y extinción de incendios.
- Utilizar puertas, paredes y pintura que retarden la propagación del fuego.
- Contar con un sistema de control de acceso.

- Instalar un sistema de piso falso antiestático con una capacidad de carga de 500 Kg./m² y bajo el cual se localicen de manera ordenada los diferentes cables eléctricos y de comunicaciones.
- Se recomienda además ubicar dentro de la sala de equipos, los equipos de soporte de energía regulada y centros de carga.
- La altura medida desde el nivel del piso falso hasta el falso plafón debe ser de cuando menos 2.55 mts., las dimensiones mínimas de la puerta de acceso deben ser de 2.1 mts. de alto y 90 cm. de ancho.
- La sala de equipo comprende toda la infraestructura para la colocación de equipos, y elementos de terminación de cables o circuitos, el elemento mínimo es un rack de comunicaciones o tableros MDF e IDF.^{28 29 30}

2.6 Subsistema de campus

Este subsistema es el medio para interconectar diferentes edificios, naves industriales o bien áreas dentro de un complejo industrial, comercial o de servicios que tengan cableado estructurado; comúnmente estos enlaces se realizan en un ambiente de planta externa.

²⁸ Es un stand o un rack montado en la pared para manejar e interconectar el cable de telecomunicaciones entre los dispositivos del área de trabajo y el sistema de distribución principal (MDF).

²⁹ ANSI/TIA/EIA, Op. Cit.

³⁰ Intersys México S.A. de C.V., Op. Cit., Págs. 13-27.

La función principal de este subsistema es establecer medios de comunicación físicos entre las áreas mencionadas para aprovechar al máximo los recursos de equipos y aplicaciones.

Comprende el conjunto de dispositivos (cable, protecciones, interfaces, adaptadores) que permiten la conexión y la comunicación entre los sistemas de cableado estructurado que tienen instalado las áreas mencionadas.

Se puede usar cable UTP, multipares o fibra óptica para exteriores con características especiales según el terreno y método utilizado para su distribución. Dentro de los sistemas de distribución más utilizados encontramos el tendido aéreo mediante postes metálicos o de concreto, tuberías o ductos enterrados y finalmente cable enterrado directamente.

El subsistema de campus considera los siguientes aspectos:

- Métodos de distribución. Los métodos de distribución de los cables en este subsistema tienen una enorme importancia ya que dan la pauta de los tipos de cables a utilizar en cuanto a su protección y dimensionamiento. También ayudan a planear el tipo de infraestructura requeridos para comunicar los diferentes edificios.

Los métodos de distribución más comunes son:

- Distribución por conductos. Es un sistema subterráneo de ductos o conductos y pozos que permiten interconectar los diferentes edificios y áreas que conforman un ambiente de campus.

Se deben considerar los siguientes aspectos:

- Los conductos deben de ir con una distancia de carga de:
 - 40 cm. en baqueta
 - 60 – 80 cm. en calles
 - 50 cm. en cepa libre
- Separar los conductos eléctricos de los de comunicaciones cuando menos:
 - 8 cm. cuando exista concreto de por medio.
 - 31 cm. cuando se tenga tierra bien apisonada entre ellos.
- Dejar conductos libres para un crecimiento futuro de enlaces debidamente guiados con hilo rafia.
- Se recomienda utilizar ductos de PVC.
- Construir los pozos de acuerdo a la cantidad y tipos de cables así como colocar tapas que no permitan la entrada de agua a los mismos.

La distribución subterránea permite que se conserve la estética de campus además de brindar una excelente protección mecánica.
- Distribución de cable directamente enterrado. Es aquella en donde se abre una trinchera en el terreno, se coloca el cable y se vuelve a cubrir con el producto de excavación dosificado.

Es importante considerar los siguientes aspectos:

- Debe protegerse el cable a la entrada al edificio cuando se pasa a través del cimiento, por medio de una manga.
- La distancia de carga debe ser por lo menos de 61 cm.

- En este tipo de distribución se tiene que usar cable con protecciones mecánicas y bloqueo de agua adecuadas al terreno.
- Distribución aérea. Es usada cuando no es posible realizar una canalización tanto por el aspecto económico y por el de factibilidad física.

Consideraciones importantes

- Tender una guía de acero entre postes y/o edificios para hilar el cable a esta, cuando el cable no sea del tipo autoportado.
- Considerar una distancia interpostal de 30 mts. y cuando mucho de 50 mts.
- Tener cuidado con los cruces de cables de alimentación eléctrica que crucen o pasen cerca (guardar distancias apropiadas según las capacidades en KVA o voltaje de las líneas de transmisión).
- Distribución por túneles. Se logra cuando existen túneles entre los edificios o áreas que se necesitan enlazar.

Consideraciones importantes

- Los túneles proporcionan condiciones apropiadas para la instalación de cables directamente sobre soportes o escalerillas de aluminio o también se pueden colocar tubos de PVC.
- Normalmente los túneles se utilizan para alojar tubería de agua, vapor, alimentación eléctrica y otros servicios por lo cual es importante considerar las distancias apropiadas de los cables de comunicaciones con estas.

- Distribución por conduit. Utiliza tubería conduit metálica pared gruesa o PVC de alta densidad. Normalmente se utiliza para enlazar diferentes áreas dentro de una nave industrial, o bien áreas o naves dentro de un ambiente campus.

Se deben observar los siguientes puntos:

- La tubería conduit se fija por medio de soportes, a la estructura o paredes de la nave industrial.
 - En la actualidad este tipo de distribución está tomando mucho auge por su rapidez de instalación, protección a los cables, así como un costo acorde a sus beneficios.
 - Se utilizan cajas de registro adecuadas a los tipos de cable a transportar y se ubican aproximadamente cada 30 mts. de distancia.
-
- Disponibilidad de entrada a los edificios. El punto y/o área de entrada a un edificio permite el espacio para la terminación de los cables que vienen desde otros edificios.

Normalmente se ubica en el sótano o planta baja y puede ser un área cerrada o bien un tablero en uno de los muros.

En esta área se ubican dispositivos de protección eléctrica, la entrada del cable de la compañía telefónica, acceso a la red digital de servicios integrados y unidades de interfaces de red.

En algunas ocasiones el área de entrada forma parte de la sala de equipos.

- Rutas de cableado. La identificación y selección de rutas de cableado es un aspecto muy importante, ya que si se consideran adecuadamente los siguientes puntos se pueden lograr grandes beneficios económicos y funcionales.
 - La trayectoria más corta entre los puntos a unir.
 - Evitar intersecciones con rutas de cableado eléctrico u otros servicios.
 - Respetar distancias con respecto a cables eléctricos.
 - Garantizar un fácil acceso a las cajas de registros o pozos según el caso.
- Tipos de cables. En el subsistema de campus los cables a utilizar deben ser de la categoría de planta externa para poder soportar ambientes más agresivos. Y tienen protecciones mecánicas, barreras de humedad, protección contra ciclos de temperatura, roedores, rayos UV, etc.

Básicamente se utilizan dos tipos de cable:

- Cables de cobre. Los cables de cobre a utilizar son multipares desde 25 pares hasta 1800 pares. La distancia máxima en un enlace de cobre es de 800 mts.
- Cables de fibra óptica. En el subsistema de campus son altamente utilizados por su relativa fácil instalación, potencialidad tecnológica y disminución del costo de la infraestructura de transporte de cables.

Los enlaces de fibra óptica en el campus se utilizan para aplicaciones de transmisión de datos a alta velocidad y voz.

La distancia máxima de un enlace de F.O. es de 2000 mts.

- Dimensionamiento de la terminación de los cables. Las terminaciones de los cables de cobre dependen del nivel de diseño del subsistema de campus y pueden ser de cuatro tipos:
- 1 Par por cada servicio.
- 2 Pares por cada servicio.
- 3 Pares por cada servicio.
- 4 Pares por cada servicio.

Normalmente se utilizan regletas de conexión tipo 110.

Las terminaciones de los cables de fibra óptica se realizan normalmente en unidades de interconexión de fibra óptica (LIU'S) y se considera un par de fibras por cada aplicación más otro par de redundancia.

- Protección eléctrica. Cuando un cable entra a un edificio desde el exterior exponiéndose a contactos con redes eléctricas, inducción, perturbaciones en el potencial de tierra y descargas atmosféricas, debe ser protegido adecuadamente por medio de protectores de tubo de descarga ó de estado sólido, así como de una excelente tierra física efectiva para un buen funcionamiento del sistema de protección.^{31 32}

³¹ ANSI/TIA/EIA, Op. Cit.

³² Grupo Matel S.A de C.V., Op. Cit.

EL CABLEADO
ESTRUCTURADO ES UNA
TECNOLOGÍA DE
ESTÁNDARES

3.1 ANSI/TIA

3.2 NEC

3.3 BICSI

3. EL CABLEADO ESTRUCTURADO ES UNA TECNOLOGÍA DE ESTÁNDARES

Cuando observamos los elementos que nos rodean observamos que cada uno de ellos, en la mayoría de los casos, son fabricados y trabajan sobre la base de reglas específicas que regulan su operación. Este conjunto de requisitos que deben cumplir para poder ser utilizados de manera confiable es lo que se denomina estándar.

Gran parte del mundo que nos circunda se basa en estándares. Y, por supuesto, los sistemas de cableado estructurado no son la excepción. El cableado estructurado, como otros tantos productos de la tecnología, se rige por reglas claramente definidas y de aceptación internacional. Esta serie de requerimientos son propuestos y aprobados por organismos especializados tanto en la materia como en una determinada área de la industria.

Los estándares no son implantados sin contar con un respaldo. Legalmente estos deben cumplir con ciertas leyes impuestas por el gobierno, las cuales corresponden al establecimiento de precios y al control comercial. En los Estados Unidos, que es el origen de muchos de los estándares de aceptación internacional, las agencias gubernamentales encargadas de esta actividad son la Comisión de Federal Comercio (Federal Trade Commission FTC) y el Departamento de Justicia. Una vez que las organizaciones de un determinado sector de la industria han aprobado estas restricciones legales se orientan a hacer acuerdos sobre la forma de producir e industrializar una determinada práctica (los cuales obviamente toman en cuenta la

Capítulo 3. El cableado estructurado es una tecnología de estándares

correspondiente implicación económica). Dichas prácticas son observadas bajo condiciones cuidadosamente reguladas y esto posteriormente se implanta para su producción. Si estos procedimientos fallaran, automáticamente serían descartados y se sugerirían los cambios pertinentes para no violar las políticas del sector en el cual se va a aplicar. Es importante citar que cada una de las propuestas para la estandarización, en la mayoría de los casos, no son producto del sector en sí mismo, estas tienen su origen en alguna de las organizaciones que conforman el sector, es decir, el organismo que estandariza una determinada idea se encarga de analizarla y probar su operatividad para ser reconocida en forma general y que sirva como prototipo para productos similares.

Muchas asociaciones comerciales son particularmente vulnerables a este respecto, debido a que hay que recordar que un sector está integrado por varias asociaciones y no todas ellas comparten las mismas ideas y objetivos. Una práctica muy común es el convertir la manufactura de ciertos productos en exclusivas de los miembros que conforman el comité de estandarización, lo cual para muchos es una práctica desleal y monopólica de comercialización. Sin embargo, a partir de estos conflictos se han creado comités de sociedades de profesionistas que cuentan con los suficientes conocimientos técnicos y aptitudes para poder representar a un sector de la industria en su totalidad (tanto a fabricantes como a usuarios) y que cuentan con dos puntos a su favor: son independientes y cuentan con el respaldo legal de las instancias gubernamentales.

Como se ha citado, la estandarización genera varios problemas. Uno de ellos es la exclusividad de la producción de un determinado artículo, como se mencionó anteriormente, orillando a que se interprete como un boicot hacia las compañías cuya producción no cumpla con el estándar establecido para este efecto. En muchas ocasiones estos productos son excluidos arbitrariamente del mercado como resultado de la práctica industrial. Otro problema cuya dificultad es mayor es la existencia de variedad para un determinado producto. Al estandarizarse tanto las dimensiones como los valores para un artículo en particular se limita el campo de selección para el usuario final. El resultado es que ahora el usuario debe adaptar su necesidad a los productos existentes en el mercado y no a la inversa.

Hay que recordar que la adopción de un estándar es voluntaria, pero desgraciadamente al observar las prácticas comerciales no se aprecia así. Sin embargo, a pesar de toda esta serie de problemas y discrepancias se debe reconocer que el establecimiento de normas ayuda a obtener un mercado totalmente compatible sin importar las marcas. En lo que respecta a la tecnología del cableado estructurado, esta se encuentra regida por varias organizaciones que establecen las exigencias técnicas necesarias para asegurar un adecuado desempeño al implantarse un sistema con estas características. Estas organizaciones son ANSI, NEC y BiCSi, principalmente. La última de ellas no es en sí misma un ente encargado del desarrollo de especificaciones. Su importancia radica en el compendio que hace de ellas y los métodos propuestos para su implementación.

A continuación daremos un panorama general acerca de estas organizaciones.

3.1 ANSI/TIA

El Instituto Nacional de Estándares Americano (American National Standards Institute, ANSI) es la entidad normalizadora de los Estados Unidos. Fundada en 1918 por cinco sociedades profesionales y tres agencias gubernamentales, ANSI es una organización no gubernamental, constituida por cerca de 1400 organizaciones comerciales, sociedades profesionales y corporaciones. ANSI por sí misma no crea estándares, denominados American National Standards (ANSs), sino que se dedica a coordinar y sincronizar las actividades de otras organizaciones que sí desarrollan estándares y además asegura que todos los intereses afectados tengan una oportunidad de participar en el proceso. Las entidades colaboradoras reciben el nombre de organizaciones acreditadas. Dichas entidades cuentan con la autoridad suficiente para poder aprobar alguna propuesta de un estándar bajo uno de los tres métodos de acreditación del instituto: el método de organización acreditada, el método de comité acreditado y el método de foro.

El método de organización acreditada consiste en que una organización que desarrolla estándares bajo procedimientos que reconocen todos los criterios para adoptar a un estándar como un ANS puede requerir la aprobación de estos procedimientos de desarrollo de estándares por parte del instituto: los procedimientos de la organización son examinados por el consejo de revisión de estándares (Board of Standards Review, BSR), que es la entidad del ANSI encargada de otorgar la aprobación final de un estándar propuesto como un ANS y quien está facultado para

designar a dicha organización como una organización aprobada para el desarrollo de ANSs. De ahí en adelante la organización es facultada para proponer la acreditación de documentos y estos son directamente enviados al BSR.

Un comité de estándares acreditado es un comité cuyos miembros son representantes de organizaciones que tienen un gran interés en el desarrollo o adopción de estándares dentro de los alcances del mismo comité. El comité es administrado por una organización que actúa como la secretaria para él y que es totalmente responsable de sus actividades.

Un factor importante de este método es que los comités en muchas ocasiones cuentan con una gran diversidad, es decir, lo conforman fabricantes, usuarios, investigadores, etc. La aprobación de estándares se lleva a cabo por medio de votación y una vez que el consenso es archivado los documentos aprobados por el comité son propuestos al BSR y sometidos a una revisión pública.

El método de foro se aplica cuando una organización cuyos métodos de desarrollo de estándares no contemplan los criterios aprobados por ANSI y desea poner a consenso general la aprobación de sus productos. Bajo este procedimiento, una lista de organizaciones interesadas en el alcance del estándar es desarrollada por la organización patrocinadora. Esta lista debe ser aprobada por la junta administradora de estándares, la cual es la encargada de reconocer y dar autenticidad a cada uno de su miembros. El estándar seleccionado es enviado a cada una de las organizaciones contempladas en la lista para que posteriormente ellas den su punto de vista y envíen su voto de aprobación o desaprobación. Finalmente se pone a consideración del BSR

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Capítulo 3. El cableado estructurado es una tecnología de estándares

el documento que se genere del consenso para su consideración y se archive como una propuesta viable para su adopción o no.

ANSI es el representante de los Estados Unidos ante la ISO (International Organization for Standardization) y la IEC (International Electrotechnical Commission). Su participación en ISO se lleva a cabo vía grupos técnicos de asesoramiento (TAGs, Technical Advisory Groups). Estos grupos, por lo general, están patrocinados por las respectivas entidades acreditadas. Su misión es desarrollar las posiciones de ANSI en los trabajos técnicos bajo consideración y son responsables de seleccionar a los representantes de los Estados Unidos en las reuniones internacionales. En ISO ANSI participa en el 78% de todos los comités técnicos y en la IEC con el 91%.

Como se puede apreciar, el objetivo de ANSI es promover los estándares estadounidenses como internacionales, lo cual es un factor muy atractivo para motivar a los sectores de la industria a la adopción de sus propuestas o ANSs.

El Instituto Nacional de Estándares Americano, la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y la Asociación de Industrias Electrónicas (ANSI/TIA/EIA) publican conjuntamente estándares para la manufactura, instalación y rendimiento de equipo y sistemas de telecomunicaciones y electrónico. Cinco de éstos estándares de ANSI/TIA/EIA definen cableado de telecomunicaciones en edificios en forma estructurada. Cada estándar cubre una parte específica del cableado del edificio. Los estándares establecen el cable, hardware, equipo, diseño y prácticas de instalación

requeridas. Cada estándar ANSI/TIA/EIA menciona estándares relacionados y otros materiales de referencia.

La mayoría de los estándares incluyen secciones que definen términos importantes, acrónimos y símbolos.

Los cinco estándares principales de ANSI/TIA/EIA que gobiernan los sistemas de cableado estructurado son:

- ANSI/TIA/EIA-568-A. Estándar de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-569. Estándar para Ductos de Cableado de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-570. Estándar de Alambrado de Telecomunicaciones Residencial y Comercial Liviano.
- ANSI/TIA/EIA-606. Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.
- ANSI/TIA/EIA-607. Requerimientos para Telecomunicaciones de Puesta a Tierra y Punteado de Edificios Comerciales.^{33 34 35}

³³ García Tomás, Jesús y otros. Op. Cit. Págs. 78-82.

³⁴ Fink, Donald G. y Christiansen, Donald. Electronics Engineers' Handbook. Págs. 29-2 a 29-6.

³⁵ Página electrónica propietaria ANSI <http://web.ansi.org>.

3.2 NEC

El National Electrical Code ha sido publicado, editado y revisado desde 1897 y patrocinado por la National Fire Protection Association (NFPA) desde 1911. El NEC es considerado por muchos como el mejor estándar de códigos de construcción en su tipo. Este código es usado no únicamente en Estados Unidos, su campo de aplicación contempla algunos otros países alrededor del mundo, como es el caso de México y Puerto Rico.

El Código Eléctrico original fue desarrollado en base a los esfuerzos combinados de compañías de seguros, eléctricas y del campo de la construcción. El primer Código Eléctrico fue editado por la National Association of Fire Engineers en 1897.

Actualmente la NFPA asume la responsabilidad del NEC y por ello agrega algunos otros estándares relacionados al área eléctrica dentro de este manual, independientemente del código eléctrico original.

Los estándares NFPA (incluyendo el NEC) tienen efecto únicamente si las agencias gubernamentales los adoptan como ley.

La relación entre la NFPA y el NEC es muy estrecha. A menudo los responsables del NEC consultan con otros expertos y miembros responsables de otros estándares NFPA. Las reglas del NEC están a menudo correlacionadas con la regulación de otros estándares en NFPA.

Si alguien desea sugerir cambios al National Electrical Code, estos son enviados como una propuesta al National Fire Protection Association. Cuando se sugiere un

cambio, se debe tener en mente que el principal propósito de NEC es la protección de la vida y los bienes. Generalmente son sugeridos miles de cambios en cada revisión del código y sólo algunos cientos son aceptados. Todas las propuestas son revisadas por el comité del NEC, el cual consiste de 20 paneles codificadores. Cada uno de estos paneles está formado por 15 o 20 miembros quienes representan los intereses especiales de ciertos grupos, como son inspectores, electricistas, contratistas, laboratorios de prueba, fabricantes, distribuidores, compañías aseguradoras y autoridades gubernamentales.

Antes de usar el NEC debe recordarse que está diseñado para ser usado por personas con experiencia en el área eléctrica. No se recomienda su uso como un instructivo o manual de enseñanza.

Para aprender a emplear el NEC es necesario contar con los conocimientos mínimos requeridos para entender los términos, la teoría y las divisiones que el NEC contempla y así evitar incidentes en la práctica. La parte más difícil de entender es cómo todos los elementos que describe el código trabajan conjuntamente. Las reglas en el NEC no son tan simples como se desearía. Hay miles de aplicaciones diferentes de instalaciones eléctricas y no existe una regla específica en el código para cada aplicación. Lo que se recomienda es tener siempre presente el propósito del NEC y entonces usar el sentido común cuando se aplique una determinada regla.

Como se ha descrito, las piezas claves del código son los términos y la teoría. En lo que respecta a los términos es crucial entender el significado de cada palabra usada en el NEC para poder entender las reglas ya que pueden existir grandes diferencias

entre términos aparentemente similares. Esto se observa principalmente en los términos y frases creados por las personas que desarrollan su actividad en el área eléctrica como son ingenieros, electricistas, consultores, etc. Es muy común que identifiquen un determinado concepto con un término que técnicamente no cumple con el mismo objetivo. Para aminorar estas discrepancias, el NEC cuenta con un glosario de términos acerca de las definiciones que a ellos corresponden en el cuerpo del código.

En lo que respecta a la teoría esta consiste simplemente en entender cómo y porqué las cosas trabajan en determinadas circunstancias. Esto nos lleva a tener presentes los conocimientos básicos de la electricidad, por ejemplo, la ley de Ohm. Si se cuenta con ellos probablemente no se tenga algún problema para entender las reglas publicadas en el código.

Es claro que para poder utilizar el NEC para consultas rápidas es necesaria experiencia. Conforme el individuo tenga contacto con el código podrá identificar más rápidamente en que sección del mismo se encuentra lo que busca. Por ello es necesario identificar las partes que componen a NEC.

El NEC está compuesto por nueve partes, las cuales son:

1. Capítulos: Hay nueve capítulos en el NEC. Cada capítulo es un grupo de artículos, partes, secciones y tablas.
2. Artículos: El NEC contiene aproximadamente 125 artículos. Un artículo es un tema específico.

3. Partes: Cuando un artículo es suficientemente grande, este es dividido en partes. La parte principal del artículo se aloja en la sección de artículos y el resto en grupos de información dentro de la sección de partes.
4. Secciones y tablas: Las secciones son identificadas por números y letras. Generalmente cada regla del código se le denomina sección. Estas pueden ser divididas en subsecciones de ser necesario. Además, en muchas secciones se agregan tablas con información específica del tema.
5. Excepciones: Las excepciones son escritas con letra itálica y proporcionan una selección alternativa a una regla específica. Existen dos tipos de excepciones: obligatorias y permisibles. Cuando es obligatoria se listan todos los requerimientos para poder aplicar la regla en el cual aparece dicha excepción. En el segundo caso indica que la regla se puede aplicar de la forma en que ha sido descrita en la regla, se puede considerar como caminos alternativos para aplicar lo ahí planteado.
6. Notas: Es material para explicar más a fondo un tema, pero no es una regla en sí mismo. Su objetivo es aclarar las posibles dudas que genere la redacción o términos contenidos en una regla.
7. Definiciones: Estas se encuentran a lo largo de todo el código. Las definiciones al inicio de un artículo en específico únicamente se aplican a este. Las definiciones en una parte del un artículo se aplican únicamente a esa parte, y las definiciones en una sección específica del código sólo se aplican a esa sección.

8. "x" letra superscript: Significa que el material fue extraído de otro documento de la NFPA. En el apéndice del código están las referencias de esos extractos.
9. Cambios y omisiones: Estas se identifican de la siguiente manera: una marca con una línea vertical (|) en el caso de tratarse de un cambio, y una omisión o desaparición del código con una marca arriba del identificador de la regla o elemento de ella (Ä).

La importancia de este código dentro de los sistemas de cableado estructurado es debido a que todas las edificaciones, tanto comerciales como de vivienda, están regidas por él. El NEC proporciona las reglas de seguridad indispensables para que estos inmuebles sean seguros tanto para los seres humanos como para el equipo que en ellos se aloje. De entre todas las secciones del NEC, las de mayor importancia para nuestro estudio son las referentes a la prevención de incendios y las correspondientes al suministro de energía eléctrica. Generalmente, al analizar las fuentes de desastres en edificios se observa que la causa principal son los cortos circuitos. Al planear e implementar un sistema de cableado de datos definitivamente no interfiere o modifica el sistema eléctrico, pero el buen o mal desempeño de este sí tiene repercusión en aquel por una simple razón: el sistema eléctrico es parte del inmueble y el cableado estructurado se instala sobre el inmueble.^{36 37 38}

³⁶ Fink, Donald G. y Christiansen, Donald. Op. Cit. Pág. 29-8.

³⁷ Página electrónica propietaria Mike Holt Enterprises <http://www.mikeholt.com>.

³⁸ Página electrónica propietaria NFPA <http://www.nfpa.org>.

3.3 BiCSi

BiCSi (Building Industry Consulting Service International), es una asociación de telecomunicaciones no lucrativa, fue fundada en 1974 para dar servicio y soporte a través de consultores de la industria de la construcción dependientes de compañías telefónicas (BICs, Building Industry Consultants), encargados del diseño y distribución de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales y multifamiliares.

Antes de que BiCSi fuera incorporado como asociación, un pequeño grupo de BIC's profesionales de varias compañías telefónicas a lo largo de los E.U. se reunían anualmente para resolver problemas comunes y buscar mejores alternativas de desarrollar su trabajo. Estos profesionistas estaban unidos a otros del área de manufactura en telecomunicaciones, los cuales contribuían con ideas, innovaciones y demostraciones prácticas en estos foros de discusión. Estas sesiones anuales fueron organizadas como talleres y a menudo se desarrollaban en un viejo almacén de tabaco.

BiCSi ha crecido dramáticamente desde entonces y ahora sirve a 12,500 miembros de todos los estados de la Unión Americana y de 50 países alrededor del mundo. Sus programas e intereses cubren las tecnologías relacionadas con la transmisión de voz, datos y video.

Las sesiones anuales son precedidas por cuatro conferencias de profesionales. Estas discusiones informales han logrado hacer extensivo los programas de desarrollo

hasta el área de educación, implementando programas para este objeto y actualizando constantemente las publicaciones técnicas que la asociación emite.

Para poder dar soporte a sus miembros acerca de la más avanzada tecnología del área, BiCSi ha creado un Instituto que proporciona un alto nivel de enseñanza profesional en todos los aspectos relacionados al diseño e instalación de sistemas distribuidos de telecomunicaciones. Los instructores son seleccionados en base a sus conocimientos de la industria, experiencia y habilidad en la docencia.

Los cursos del Instituto BiCSi permiten a sus miembros adquirir todos los conocimientos de los diferentes aspectos de las telecomunicaciones. Además, cabe la posibilidad de orientar dichos cursos como un camino alternativo de obtener una formación profesional independiente de las aulas universitarias. Para ello, el interesado debe seguir un plan de trabajo que lo lleva de un técnico en instalación hasta un ingeniero en el diseño e implantación de sistemas de telecomunicaciones. Todos los grados otorgados por el instituto cuentan con un gran prestigio dentro de la industria de las telecomunicaciones.

Como complemento, BiCSi ha desarrollado dos manuales: Telecommunications Distribution Methods Manual y LAN Desing Manual; los cuales ahora son considerados estándares dentro de la industria. Ambas publicaciones fueron integradas en 1997 en el Cabling Installation Manual. Los tres manuales son revisados cada dos años y están disponibles en CD-ROM. BiCSi también publica mensualmente información general en el BiCSi News.

La importancia de BiCSi en el desarrollo de sistemas de cableado estructurado radica en proporcionar información técnica condensada en sus publicaciones. Los manuales editados por la asociación son empleados como documentos de soporte en muchas de las grandes compañías a escala mundial dedicadas a esta actividad. El programa educativo de la asociación provee una excelente opción para conocer los tópicos de la industria y su respectiva aplicación. Los programas de actualización integran tanto enseñanza en aulas como talleres de desarrollo que permiten a los ingenieros permanecer a la vanguardia de acuerdo a los alcances de la tecnología vigente.³⁹

³⁹ Página electrónica propietaria BiCSi <http://www.bicsi.org>.

DISEÑANDO EL SISTEMA

4.1 Planeación

4.2 Simbología

4.3 Abreviaturas

4. DISEÑANDO EL SISTEMA

En muchas ocasiones, al plantear la propuesta de un proyecto de cableado estructurado, la atención se centra principalmente en los aspectos técnicos del mismo como son la frecuencia empleada en las transmisiones, el hardware de enlace necesario, la marca y tipo de medios de transmisión, etc. Es aceptable. Se debe cuidar al máximo la calidad de la instalación para evitar problemas de comunicación. Se busca el apego a todos los estándares involucrados en el sistema para alcanzar una estructura funcional y compatible. Pero, ¿cómo se consigue que el proyecto se lleve a buen término?, ¿en qué momento se define el material a emplear?, ¿cuál será la duración del proyecto?. La respuesta a estas y otras preguntas son proporcionadas por un departamento del equipo de cableado que trabaja bajo la sombra de los hombres de campo: los diseñadores del proyecto. Ellos conforman la parte administrativa de este concepto. En la ingeniería del cableado no todo es estándares y cálculos, la administración juega un papel importante al definirse la estrategia a seguir para el cumplimiento de los objetivos. Debemos tener presente que un proyecto siempre está en función del tiempo y debemos auxiliarnos de algunas herramientas de la administración para establecerlo verazmente. Dependiendo del material humano con el que disponemos podemos establecer la duración de cada etapa del proyecto, o si se cuenta con un período determinado para la realización del mismo es posible establecer la mano de obra necesaria para su cumplimiento.

En síntesis, el diseño constituye la piedra angular del proyecto. Un buen diseño asegura, con sus reservas, una organización aceptable del mismo y con ello un mayor control de las acciones a desarrollar. Es importante mencionar que a pesar de la toma de decisiones elegida, siempre esta latente la presencia de los imprevistos. Con la implementación de una metodología de diseño adecuada no se eliminan estos riesgos, pero si se disminuyen y en el caso de que se hagan presentes se cuenta con alternativas para librarlos satisfactoriamente.

Con lo anterior, podemos empezar el estudio de esta importante fase iniciando con la planeación y consecuentemente con los símbolos y abreviaturas usadas en los planos producto de la primera, los cuales son la materia prima del instalador.

4.1 Planeación

La planeación para una apropiada instalación de un sistema de cableado contempla una gran variedad de tareas. Todas estas deben ser completadas antes de que cualquier alambre o cable sea instalado. Cuando todas esas tareas de planeación son finalizadas, podemos decir que se ha desarrollado un plan de trabajo completo y comprensible para ser proporcionado al equipo de instaladores y estos estarán totalmente preparados para proceder con el proyecto.

Antes de iniciar cualquier trabajo es importante adoptar algunas medidas de seguridad. Una de ellas se refiere a obtener un informe acerca de las estructuras existentes en el inmueble sobre el cual se va a trabajar. En el caso de que la

construcción no sea nueva se debe tomar atención en qué forma se podrá extraer el cableado existente y las dimensiones de espacios y ductos disponibles para el nuevo sistema.

Cuando un sistema de cableado es requerido, el cliente ya debe tener una idea de que es lo que quiere y como piensa obtenerlo, una petición de propuesta, un contrato formal, ordenes de compra y algunos otros documentos oficiales que servirán para transmitir esas ideas a la compañía encargada de la futura instalación. Muchos de estos documentos contienen los planos y especificaciones que determinan los tipos de materiales empleados (tanto para el cableado como en la construcción del inmueble), cuando estos fueron instalados y bajo qué estándares se deberá trabajar. Dichos documentos deberán ser reforzados posteriormente por los planos de instalación, la lista de materiales, el alcance de los trabajos de instalación y una completa agenda del proyecto, todo esto por parte de la compañía instaladora. A lo largo del proyecto, la gran complejidad e importancia de estos documentos repercutirá en una instalación totalmente satisfactoria.

Un miembro del equipo de instalación debe realizar una inspección del lugar en el cual se va a trabajar para identificar la forma en que todos los aspectos de la instalación serán realizados por el equipo. El resultado de esta práctica es usado por el equipo de trabajo para desarrollar la agenda y el plan que se ofrecerán al cliente de acuerdo a sus requerimientos.

El desarrollo de un plan de instalación envuelve todos los aspectos de la instalación como son el entendimiento de los estándares de instalación, los códigos

nacionales y locales, las especificaciones de los fabricantes y los principios básicos de telefonía, que contribuyen a obtener un plan de trabajo satisfactorio. La complejidad de este es directamente proporcional al tamaño de la instalación.

Todos los documentos proporcionados por el cliente deben permanecer junto a los desarrollados por el equipo de instalación. El equipo de instalación debe contar con una copia de todos ellos además de la propuesta final ofrecida al cliente, omitiendo el *precio de la misma*.

A continuación describiremos los aspectos más importantes a considerar cuando se realiza la planeación de un proyecto de cableado.

- Planos proporcionados por el cliente.

Usualmente, estos planos son copias heliográficas preparadas por un arquitecto autorizado. A continuación se describe que planos son necesarios:

- “A” Planos arquitectónicos que muestren la perspectiva de cada piso que constituya al inmueble. A este tipo de planos se les hace referencia como planos “A”. Los planos arquitectónicos cubren todos los aspectos de la construcción física del inmueble. Ellos proporcionan los detalles acerca de algunos elementos de suma importancia al trazar un plan para el cableado de un sistema como son paredes, ventanas, puertas, techos y mobiliarios.
- “M” y “P” Planos mecánicos que incluyen la ubicación tanto del sistema de aire acondicionado como de la instalación sanitaria y de plomería. Los planos mecánicos son identificados como planos “M” cuando se refiere al

primer caso y como planos “P” cuando describen a los segundos. Ambos son importantes debido a que indican el tamaño y la ruta de todas las estructuras mecánicas. Estas dan una indicación de qué obstáculos se presentarán al llevar a cabo la instalación de los cables y alambres dentro del edificio.

- “E” Planos eléctricos que son de suma importancia para los instaladores de telecomunicaciones. Estos planos indican no únicamente donde han sido instalados los servicios eléctricos dentro del edificio, también qué canales han sido instalados por el equipo de electricistas para ser usados por el equipo de instalación de telecomunicaciones. Estos también indican el sistema de puesta a tierra diseñado por el ingeniero eléctrico. Algunos ingenieros eléctricos crean una hoja “E” por separado para las telecomunicaciones. En instalaciones grandes y complejas como son edificios escolares se pueden encontrar hojas “E” por separado para los sistemas eléctrico, telefónico, de datos, de video, de alarmas contra incendio y de detección de intrusos.
- “S” Planos estructurales cuya importancia radica en que indican la localización de la totalidad de los componentes de la estructura del edificio como son vigas de acero, pisos de concreto, paredes exteriores y varios de los componentes de acabado de la estructura básica. En estos planos generalmente se secciona el edificio y se proporcionan todos los detalles de su infraestructura. En muchas ocasiones estos planos contienen la sección de componentes específicos del edificio.

- Plano del lugar, que indica la localización de algunas vías exteriores que son instaladas para ser usadas por el grupo de telecomunicaciones. En ellos se indica el tamaño, la cantidad y la ruta de estas vías y que servicios soporta cada una. Estos planos usualmente indicarán las rutas de entradas para poder traer al edificio los servicios de redes públicas.

- Planos proporcionados por el diseñador:

Estos se recomienda sean desarrollados por personal calificado para esta tarea como puede ser un diseñador registrado en la distribución de comunicaciones (Registered Communications Distribution Designer, RCDD). Estos planos indican el tamaño, cantidad, descripción y rutas de los cables a ser instalados, además del tipo de hardware a usarse para soportar el cableado.

Los planos deben indicar el tipo de cable a ser instalado, las uniones, los pares de cable a ser tendidos hacia todos los closets de telecomunicaciones, así como el tipo de conectores por tamaño, cantidad y configuración. Muchas de las veces, se preparan planos por separado para cada uno de los sistemas de telecomunicación a instalarse, esto es, planos separados para cables de cobre, cables de fibra óptica, cables coaxiales y cables de bajo voltaje. Si el proyecto es lo suficientemente pequeño, toda esta información puede ser contenida por un solo plano.

La altura de los closets así como el arreglo de varios elementos del equipo también forman parte de este plano. La descripción y detalle de cada uno de los racks así como la perspectiva de todo el hardware montado en cada piso debe ser incluido.

Cuando son necesarias estructuras extras por parte de la compañía que instala el sistema de telecomunicaciones, estas también son representadas en los planos y describen la forma en que han sido instaladas y como son empleadas en la instalación del cableado.

- Lista de materiales

Una lista de materiales debe ser preparada durante la etapa de propuestas. Esta lista debe contener todos los tipos de artículos a ser instalados por: a) descripción, código del fabricante, c) cantidad, d) precio unitario y e) precio total. Muchos instaladores preparan una lista similar para la instalación de los elementos que conforman el sistema de cableado, indicando el tiempo permitido para cada parte de la instalación.

- Campo de trabajo

El campo de trabajo para el proyecto es la línea que guía al equipo de instalación. Este es un documento que lista todos los elementos de la instalación. Este puede ser realizado por el cliente, el diseñador, la compañía instaladora cuando se hacen las propuestas iniciales del proyecto. Ahí se debe indicar:

¿Qué trabajo se desarrollará?

¿Qué materiales se instalarán?

¿Qué metodología se empleará?

¿Qué pruebas se aplicarán a la instalación completa?

¿Cuándo y cómo estará disponible la instalación para el cliente?

Explicación de los elementos involucrados en la instalación.

- Contrato

El contrato es un documento escrito de común acuerdo entre el cliente y el instalador contratado. Algunos clientes no emplean un contrato, sino que simplemente hacen una orden de adquisición que hace referencia al resto de los documentos asociados con el proyecto. Si se dispone de un contrato se puede estar seguro que todos los documentos mencionados en él están disponibles. Hay que tener presente que los contratos pueden variar de una compañía a otra, y que además deben contener una lista de penalizaciones asociadas con el no cumplimiento de trabajo o el retraso en su culminación.

- Agenda del proyecto

Las compañías usan una gran variedad de administradores de proyectos. Dos de los más populares paquetes de software en el mercado son Microsoft Project y MacProject Pro from Claris Co. Diferentes cartas y gráficas son empleadas para permitir al equipo de instalación administrar todas sus actividades dentro de su área de trabajo. También es posible crear agendas de proyectos manualmente, especialmente cuando el proyecto es pequeño y no complejo.

- Registro del proyecto

Un diario registro del proyecto se debe de mantener por parte de la persona encargada del proyecto en el sitio. Este registro debe reflejar todo el trabajo hecho, se haya completado o no, y los planes para el día siguiente. Algunas veces el cliente puede requerir de copias de estos registros para observar como se está desarrollando el proyecto.

- Inspección del sitio

Una vez que todos los documentos iniciales del proyecto son obtenidos, se realiza una inspección de sitio. Un miembro (o miembros), del equipo de instalación deben visitar el lugar de instalación. Una vez ahí deberán observar todos los lugares por donde se desarrollará el proceso de instalación. Cuando realicen este recorrido deben llevar todos los documentos proporcionados por el cliente y por el diseñador, lo cual les permitirá identificar los lugares específicos relacionados al proyecto y qué trabajo se realizará en ellos. En muchas ocasiones esta inspección ayuda a identificar obstáculos ocultos no visibles a nivel del piso.

Una lista que contenga todos los elementos concernientes al proyecto debe ser llevada cuando se realice esta labor ya que ella asegurará que se estén contemplando todas las variables y con ello evitar algún problema cuando se esté trabajando

Toda la información reunida durante la inspección al sitio debe ser colocada dentro del archivo del proyecto. Esta información se convertirá en un elemento invaluable

más tarde, especialmente si son asignados nuevos elementos al equipo después de que se ha iniciado la instalación.

Cuando se visita el sitio de un proyecto bajo construcción, se debe determinar quien es el responsable en la construcción de las vías y espacios. La documentación del cliente debe proporcionar en todo caso esta información. Muchas de las ocasiones, las vías y espacios de un edificio nuevo son parte de la responsabilidad del contratista general y/o del subcontratista eléctrico.

Si el instalador del sistema de telecomunicaciones es el responsable de estos elementos, este debe determinar cómo los instalará y qué obstáculos podrá encontrar cuando entre en acción.

Por ello, es importante el realizar una revisión de las responsabilidades con el contratista general, para así entender el rol que cada compañía juega en el desarrollo de todo el proyecto. Se debe recordar que el contratista general es dueño del nuevo edificio hasta que el cliente lo acepta. Por tanto, es importante tener una buena relación con el contratista para poder llevar a buen cause el desarrollo del proyecto, ya que de lo contrario el equipo de instalación podrá actuar solamente hasta que la construcción del edificio haya sido finalizada, de acuerdo a la ley.

También es importante el determinar la localización física de todos los closets, su tamaño, el tipo de construcción, su configuración y cómo estos se encuentran instalados dentro de las paredes del inmueble para determinar en que momento se requiere interferir con los trabajos realizados por las otras compañías involucradas en la construcción del inmueble.

Se deben localizar las vías existentes que han sido construidas por el contratista general o por sus subordinados, así como inspeccionar su estado y forma. Una ayuda puede ser el hacer los siguientes cuestionamientos:

- ¿El contratista y sus subordinados se han apegado a los planos arquitectónicos y a las especificaciones?
- ¿Existe la orden de realizar algunos cambios que puedan afectar las vías y los espacios?
- Si es así, ¿cómo estos cambios afectan al proyecto?
- ¿Cómo ha sido instalada la infraestructura de tierra en el edificio?
- ¿Cumple esta con el estándar ANSI/TIA/EIA-607 y con el NEC?

La respuesta a estas preguntas y a algunas otras mas pueden determinar cómo se puede implementar el proyecto.

Si al planear el proyecto se cuenta con todas las especificaciones y elementos materiales disponibles, es fácil de identificar todas las vías y espacios existentes a ser utilizados por el sistema de telecomunicaciones, así como su tamaño, su capacidad, la accesibilidad y el cumplimiento con los códigos respectivos. Algunas preguntas a ser contestadas serían:

- ¿Son requeridos nuevos closets de comunicaciones?
- ¿Se requiere de nuevas vías?
- ¿Algunas vías existentes están vacantes?
- ¿Algunas vías tienen espacio para ser usadas por otras aplicaciones?

- ¿Existen instalaciones que puedan ser utilizadas por el equipo de trabajo para instalar el nuevo cableado?
- ¿Qué tan grandes son los closets existentes?
- ¿Cuánto espacio está disponible en ellos?
- ¿El nuevo hardware a ser instalado se ajusta a los confines de este espacio?
- ¿Existen cables o algún otro equipo que sea necesario remover?
- ¿Existen algunos obstáculos?

Muchas de las respuestas a estas preguntas deben venir dentro del material contenido en los documentos proporcionados por el cliente y por el diseñador. No debe dejarse ninguna posibilidad al surgimiento de imprevistos. Siempre se deben revisar todos los requerimientos del proyecto antes de que se concluyan los trabajos adicionales para la construcción de vías y espacios que en un principio no fueron requeridos. Una vez que estos se han culminado se deben incluir dentro de los planes y especificaciones originales. Esta recomendación se debe a que ellas pueden cambiar el aprovechamiento de la metodología de instalación.

- Junta inicial de trabajo

Después de que ha sido completada la inspección del sitio, el administrador del proyecto de telecomunicaciones debe realizar una junta inicial con el equipo completo de instalación. En esta, el administrador del proyecto y el líder del equipo deben establecer las responsabilidades de cada una de las personas involucradas. Esto asegura que todos se encuentren integrados en el proyecto, evitando que exista

personal sin una función bien definida. Todas las preguntas acerca del proyecto que el grupo de trabajo tenga a bien manifestar deberán ser contestadas. La comunicación entre todo el personal involucrado en el proyecto es sumamente crítica y necesaria.

Es una práctica sana el proporcionar algunas copias impresas al personal de trabajo, en las cuales se les indique su posición y responsabilidades en el proyecto.

- Orden de los materiales a emplearse en el proyecto

Para este efecto, debe existir una persona en la compañía encargada de hacer la orden de materiales para el proyecto. Se debe de realizar una lista con todos los elementos que se requieren para la instalación, aún cuando muchos de ellos en ciertos proyectos no son empleados.

La orden de compra para los materiales debe ser por escrito y es necesario anexar una copia de ella al archivo del proyecto.

- Recepción de materiales

Una vez que los materiales son recibidos, el miembro del equipo que tiene la responsabilidad de la recepción de los materiales debe realizar un inventario de ellos para posteriormente organizarlos y prepararlos para su transportación al lugar de trabajo. Si los materiales son entregados en el lugar de trabajo, un elemento del equipo en este sitio será el encargado de recibirlos, inventariarlos y organizarlos en un lugar seguro.

Todos los artículos recibidos en la oficina del contratista también deben ser inventariados al momento que son recibidos. Cada paquete se debe verificar contra las especificaciones indicadas en su empaque, se debe identificar su tipo y en qué condición se encuentra. Si algunos paquetes son dañados durante su transportación, el contenido de ellos tal vez se encuentre dañado. Cuando esto ocurre se debe verificar esta situación con el agente que entrega el material y requerirle firme un documento que avale esta situación. Independientemente de que los materiales contenidos estén dañados, se debe indicar qué empaques tienen imperfecciones para futuras aclaraciones.

Si los materiales recibidos en el lugar de trabajo están visiblemente defectuosos al llegar ahí, deberán ser rechazados y se le dan instrucciones al servicio de entrega para que sean devueltos al distribuidor o fabricante. Si los materiales son aceptados y después se detecta que están defectuosos, se deberán almacenar separadamente de los otros materiales y serán devueltos al departamento correspondiente previo acuerdo con el distribuidor o fabricante. Si es posible identificar el defecto y documentarlo, anexar una copia de este dentro del empaque con el material dañado para ayudar al distribuidor o fabricante en la corrección del daño o su remplazo en forma más ágil.

- Almacenamiento de los materiales para el proyecto

Existen tres lugares básicos para almacenar los materiales destinados para el proyecto. Cada uno de ellos tiene sus propias ventajas y desventajas. Éstos son:

1. Lugar de trabajo

El lugar de trabajo ofrece disponibilidad inmediata de los materiales. Sin embargo, hay riesgos asociados con el almacenamiento de materiales en el lugar de trabajo. Por ejemplo ¿Existe un lugar seguro disponible dentro del edificio?, ¿es un lugar exterior seguro y está disponible?. Muchas de las veces, la seguridad de los materiales es el primer punto de interés. Hasta que los materiales son instalados y aceptados por el cliente, estos son propiedad de y están bajo la responsabilidad de la compañía encargada de la instalación del sistema de telecomunicaciones.

Mientras no se asegure la disponibilidad para cubrir la pérdidas, los retrasos en la obtención de materiales de remplazo pueden hacer indeseable el almacenamiento de los materiales en el lugar de trabajo a menos que la integridad de estos esté asegurada. Muchos clientes pueden hacer espacios disponibles para almacenar los materiales, pero pocos, sino es que ninguno aceptan la responsabilidad por pérdida o daño hasta que han sido instalados y aceptados.

2. En la compañía instaladora

La compañía debe contar con un lugar disponible dentro de sus instalaciones para almacenar los materiales a ser utilizados en el proyecto. La seguridad debe ser un factor de menor peso dentro de las propias instalaciones de la compañía. Sin embargo, pueden ocurrir incidentes hasta en los lugares más seguros. Es una práctica sana el que las compañías cuenten con un seguro de protección contra pérdidas cuando los materiales son hurtados o extraviados.

3. Con el distribuidor con el que se hizo la adquisición de los materiales

Muchos distribuidores están en el negocio de almacenamiento de materiales. También muchos de ellos pueden transportarlos al lugar de trabajo o a las instalaciones de la compañía que los adquiere. Algunos de los distribuidores usan algunos procesos que permiten a las compañías ordenar los materiales para un proyecto en específico y entonces almacenarlos en sus propios almacenes hasta que son recogidos por el contratista o entregados por el distribuidor.

La seguridad de los materiales pierde su grado de importancia al adoptar esta práctica. La responsabilidad del contratista empieza hasta que estos son recogidos o entregados. Además, los distribuidores cuentan con espacios adecuados para conservar materiales para trabajos específicos y pueden entregarse por ordenes parciales o todos en un solo conjunto. Las compañías generalmente no pagan inmediatamente los materiales, despreocupándose por el tiempo que permanecen almacenados en las instalaciones del distribuidor, hasta que ellos son recogidos o entregados.

Dependiendo de la magnitud del proyecto es necesario considerar todas estas alternativas. La mejor alternativa puede ser una combinación de todas ellas. Estas opciones son de gran utilidad cuando se considera el cómo establecer un plan para la distribución de materiales y su uso en el lugar de trabajo.

Sin importar qué métodos se empleen, eventualmente los materiales se recibirán en el área de trabajo. De igual forma, una vez hecha la recepción de materiales se deben inventariar y verificar contra las especificaciones indicadas en el empaque.

- Distribución de los materiales en el lugar de trabajo

El control de acceso a los materiales de trabajo determina a quien es permitido distribuirlos a los instaladores. Cuando los materiales son distribuidos, algunos registros de conteo se deben realizar para asegurar que no se extravíen. El excedente de materiales siempre debe contabilizarse al final de cada día de trabajo y almacenados para su uso posterior en el trabajo o regresarlos al área de almacenamiento de la compañía para ser usados en otro proyecto. Estos pueden eventualmente ser devueltos al distribuidor o fabricante para crédito después de que el proyecto ha sido terminado y aceptado.

Únicamente al personal designado se le permitirá la distribución de materiales en el lugar de trabajo o la recepción de ellos al finalizar la jornada. El permitir el libre acceso a los materiales de trabajo por parte de todos los trabajadores pueden propiciar abusos y robos. Además, los registros de los materiales distribuidos serán regresados al administrador del proyecto para asegurar un apropiado conteo.

- Desarrollo de la agenda del proyecto

Una vez que todos los términos asociados con el plan de la instalación han sido identificados, se está listo para crear la agenda del proyecto. Si el trabajo se ha de

desarrollar en un edificio en construcción, la primer agenda a obtener y a referirse es la correspondiente al contratista general de la construcción. Esta incluye todos los participantes que se encuentran trabajando en el proyecto así como los tiempos específicos que se les han asignado para cumplir con su trabajo. De particular importancia son las agendas para la terminación de las estructuras dentro del edificio ya que por ejemplo, no es posible instalar el cableado del backbone o el cableado horizontal hasta que el contratista eléctrico y/o el contratista general haya completado la instalación de las vías y espacios utilizados para alojar estos cables.

Cuando se trata de la construcción de un edificio nuevo, se requiere identificar el tiempo de terminación para otros trabajos. Por ejemplo, los faceplates no pueden ser instalados hasta que el recubrimiento de las paredes se haya completado, los racks no pueden ser instalados hasta que los acabados del piso sean completados.

La agenda del proyecto se inicia con la firma del contrato y termina con la aprobación del sistema de cableado por parte del cliente. El detalle requerido es directamente proporcional a la importancia que cada elemento a desarrollarse tenga, además de considerar qué objetivos preceden a cuales. La agenda del proyecto debe indicar los tiempos requeridos, según el plan de trabajo, para cada elemento, así como proporcionar espacios disponibles para indicar los tiempos actuales de desarrollo de las tareas de trabajo.

En la actualidad existe software de agendas de proyectos disponibles que simplifican estas tareas y proporcionan invaluable información relacionada al estado del proyecto para completar la agenda del proyecto se debe proporcionar una copia de

ella a todas las partes involucradas. La agenda debe ser actualizada diariamente, indicando los progresos de los trabajos del día y en caso necesario realizar las observaciones pertinentes dentro de la misma. La documentación de soporte que acredite los retrasos encontrados en el desarrollo del proyecto deben ser indicados en las notas de la agenda.

- Registro del proyecto

Además de la agenda del proyecto, un registro del proyecto debe ser conservado por una persona en el sitio durante todas las operaciones del trabajo. Todas las actividades relevantes del trabajo deben ser registradas. Este documento adquiere gran valor cuando hay retrasos causados por circunstancias fuera del control de la compañía instaladora.

- Junta de preinstalación

Una vez que la agenda del proyecto se ha concluido y que el equipo de instalación está satisfecho con la forma como se han atado los cabos sueltos, una junta interna, llamada junta de instalación, es sugerida entre el administrador del proyecto y el equipo de instalación. Todos los aspectos relacionados al proyecto deben ser discutidos, direccionados, y en caso necesario hacer los ajustes que de ella se generen en la agenda del proyecto. Se revisará la lista de todos los elementos que participarán así como las responsabilidades de cada uno.

- Juntas durante la instalación

Periódicamente se deben realizar juntas en el transcurso de la instalación sin importar la magnitud de esta. Estas juntas pueden realizarse tan a menudo como sean necesarias, para asegurar que cada uno conoce qué está haciendo y qué se espera de ellos.

En un proyecto donde el edificio está bajo construcción el contratista general y los subcontratistas quienes afectan el desarrollo del trabajo se recomienda sean invitados y participen en estas reuniones así mismo el administrador del proyecto debe asistir a las juntas del equipo del contratista general, para asegurar el desarrollo de los trabajos que a él conciernen y afectan.

- Plan de seguridad del proyecto

La seguridad es el primer elemento de importancia en un proyecto. La seguridad de trabajadores, personal del cliente y de los subcontratistas es de capital importancia. Los accidentes de trabajo pueden destruir hasta el mejor plan de trabajo y causar costosos retrasos. Perder a un buen empleado durante un proyecto puede afectar la agenda planeada del proyecto.

La compañía instaladora debe contar con un apropiado plan de seguridad. Antes de iniciar cualquier operación de trabajo, el contenido de este plan de seguridad debe ser revisado por los empleados que trabajarán en el proyecto. Cada empleado debe entender totalmente cómo se implementarán las leyes de seguridad así como la forma de desarrollar cada tarea de la instalación. Tomar este tiempo asegura que cada

empleado está equipado con los aditamentos apropiados de seguridad y que cuenta con los conocimientos necesarios para usarlos.

Es mejor detener las operaciones de trabajo si una pregunta acerca de la seguridad de este se manifiesta, que tomar el riesgo de un accidente de trabajo.

- Ordenes de cambio del trabajo

Pocos proyectos son terminados sin que se realicen cambios en el plan original de trabajo. Aún en los proyectos pequeños, ocurren cambios. Los cambios pueden ser insignificantes, pero deben ser documentados. Cuando estos ocurren se realiza un conteo de todos los materiales y las operaciones de trabajo para completar el proyecto. A menos que los cambios sean documentados y aprobados por agentes debidamente autorizados, la compañía instaladora no compensará estos cambios. Se puede requerir a la compañía el reembolso de los pagos ya hechos por el cliente si los cambios no son aprobados y documentados antes de iniciar el trabajo. Un contratista nunca debe agregar, eliminar o cambiar materiales sin una previa autorización por escrito.

Las órdenes de cambio originales deben ser conservadas por el contratista, con copia para el cliente y alguna otra parte interesada. Se debe estar enterado de las consecuencias de las órdenes de cambio antes de implementarlas, especialmente su impacto en la agenda del proyecto.

- Estrategia

Todos los puntos contenidos en los párrafos anteriores son una parte integral en el desarrollo de un proyecto. Se debe asegurar que todas las cosas han sido consideradas y que todos los posibles obstáculos se han eliminado antes de que se presenten, si es posible. Cuando desafortunadamente ciertos acontecimientos ocurren, se implementa el plan que se ha determinado para estos imprevistos, y en caso necesario se desarrolla una estrategia que respalde al plan original para superar los obstáculos. Una apropiada planeación del proyecto es esencial para el cumplimiento satisfactorio del mismo.⁴⁰

⁴⁰ BiCSi. Cabling Installation Manual on CD-ROM. 1997.

4.2 Simbología

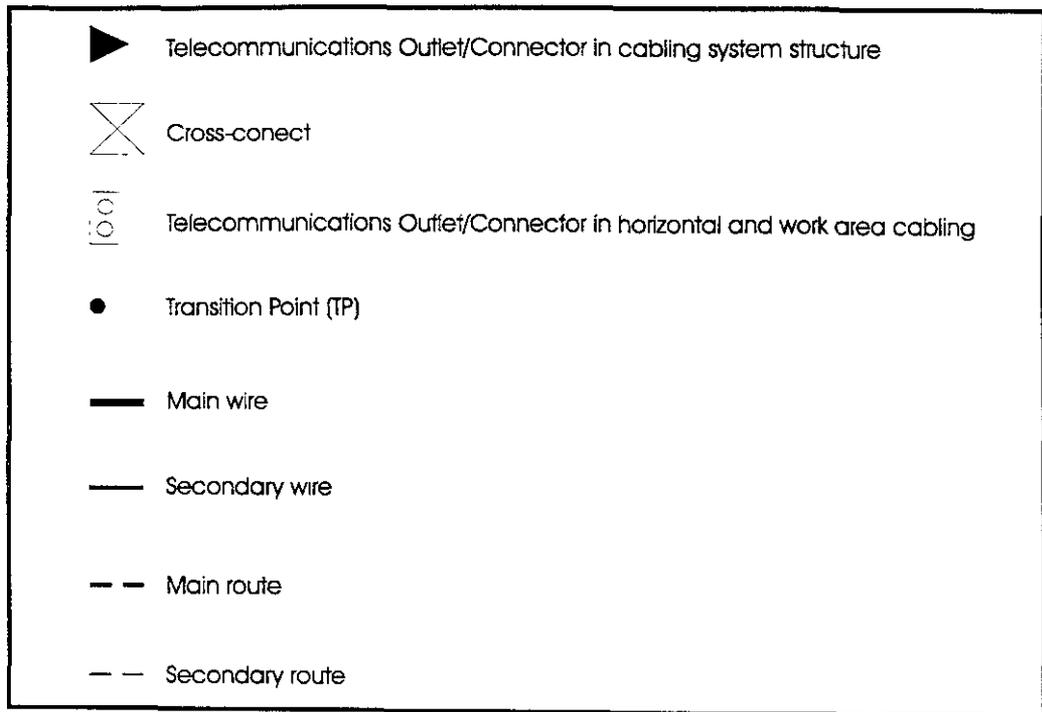


Figura 4-1 Simbología

En la figura se muestran los símbolos empleados en el diseño de un sistema de cableado estructurado. Al respecto no existe un estándar, pero estos son ampliamente aceptados por la comunidad internacional de cableado. Posiblemente se puedan usar otro tipo de símbolos que denoten el mismo objeto, como los proporcionados por gran variedad de software de diseño, pero se debe recordar que la finalidad es establecer un patrón que pueda ser reconocido internacionalmente. De ahí que la recomendación que se hace por parte de los organismos internacionales es respecto a la descripción de los símbolos, la cual se recomienda sea en el idioma inglés. Un plano debe tener como característica básica que pueda ser interpretado tanto aquí como al otro lado del mundo.

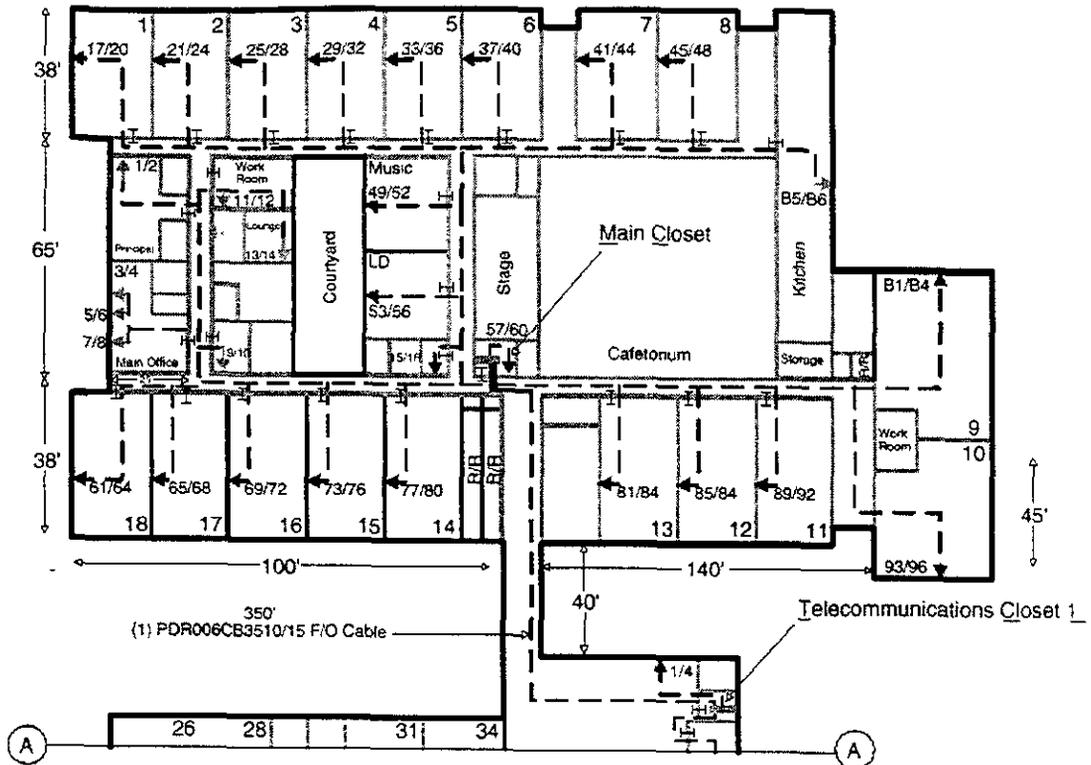
4.3 Abreviaturas

En lo referente a las abreviaturas caemos en el mismo caso de la simbología empleada en el diseño de sistemas de cableado estructurado. Se sugiere definir a los elementos componentes del sistema en el idioma inglés para su comprensión plural y que ellas estén compuestas por la primera letra de las palabras que la forman el concepto general.

EF	Entrance Facility
ER	Equipment Room
HC	Horizontal Cross-connect
IC	Intermediate Cross-connect
MC	Main Cross-connect
TC	Telecommunications Closet

Figura 4-2 Abreviaturas

Como información adicional, a continuación anexamos los formatos sugeridos por BiCSi para la adecuada planeación de un proyecto.



Legend	
	(1) 41080-XAP faceplate equipped with (4) 41108-RX5 Category 5, T568A, modular jacks, academic locations
	(1) 41080-XAP faceplate equipped with (2) 41108-RX5 Category 5, T568A, modular jacks; administrative locations
	External building wall (masonry construction)
	Portable classroom building (drywall construction)
	Interior building wall (may or may not be fire/smoke rated)
	Category 5 wire route (proposed)
	Fiber optic cable route (proposed)
	(1) 55053-703 relay rack E/W (2) 11374-703 vertical management panels

Figura 4-3 Plano del diseñador

Project Number: XXXXXXXXXXXXX
 Project Name: Anywhere Elementary School
 Address: Anywhere, USA

ITEM	MATERIAL DESCRIPTION	MANUFACTURER	CATALOG NUMBER	QUANTITY EACH	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
1	Wire, 4 pair, 24 AWG, UTP, Cat 5, CMR	Mfg. A	530141-TP	54000'	0	\$0.00
2	Surface raceway, small	Mfg. B	MT1ABC5	350'	0	\$0.00
3	Surface mount box, single gang	Mfg. C	WT12DB	56	0	\$0.00
4	Cat 5 relay rack E/W wire management	Mfg. D	55053-703	2	0	\$0.00
5	Vertical wire management hardware	Mfg. E	11374-703	2	0	\$0.00
6	Patch panel, 96 port, T568A	Mfg. F	49485-C96	4	0	\$0.00
7	Patch panel, 24 port, T568A	Mfg. G	49485-C24	2	0	\$0.00
8	Faceplate, single gang, dual port	Mfg. H	41080-2AP	9	0	\$0.00
9	Faceplate, single gang, quad port	Mfg. I	41080-4AP	47	0	\$0.00
10	Modular jack, Cat 5, orange, T568A	Mfg. J	41108-RO5	208	0	\$0.00
11	Horizontal wire management panel	Mfg. K	49253-BCM	16	0	\$0.00
12	Rear cable bars	Mfg. L	49258-TWB	36	0	\$0.00
13	Firestop compound	Mfg. M	AA529	10	0	\$0.00
14	Electrical Metallic Tubing, 3/4"	Mfg. N	34EMT	150'	0	\$0.00
15	Electrical Metallic Tubing, 2"	Mfg. O	2EMT	160'	0	\$0.00
16	Cable, fiber optic, 6 str., OFNR	Mfg. P	PDRCB3510/15	300'	0	\$0.00
17	Fiber distribution panel	Mfg. Q	4R130-OTA	2	0	\$0.00
18	Connector panels	Mfg. R	4F100-6TM	2	0	\$0.00
19	ST connectors	Mfg. S	95-100-01R	12	0	\$0.00
20	10BASE-T 24-port hubs	Mfg. T	AT3624TR-15	1	0	\$0.00
21	10BASE-T 24-port hubs	Mfg. U	AT3624TRS-15	3	0	\$0.00
22	Chassis	Mfg. V	AT-36C3	2	0	\$0.00
23	Fiber optic transceivers	Mfg. W	AT-MX26F-05	2	0	\$0.00
24	Duplex, STST, 3 m F/O jumpers	Mfg. X	STST3M	2	0	\$0.00
25	Data patch cords	Mfg. Y	42454-030	104	0	\$0.00
26	Data patch cords	Mfg. Z	42454-050	104	0	\$0.00
27	Data line cords	Mfg. AA	42454-100	208	0	\$0.00
28						\$0.00
29						\$0.00
30						\$0.00
31	Exempt materials	various	various	1 lot	NA	\$0.00
32	Transportation					\$0.00
Total Materials						\$0.00

Figura 4-4 Lista de materiales

Project Number: XXXXXXXXXXXXXXX
 Project Name: Anywhere Elementary School
 Address: Anywhere, USA

ITEM	MATERIAL DESCRIPTION	UNITS/QUANTITY	UNIT RATE	TOTAL PRICE
1	Installing horizontal wires (2 per run)	9	0	\$0.00
2	Installing horizontal wires (4 per run)	47	0	\$0.00
3	Installing faceplates and jacks	208	0	\$0.00
4	Installing relay racks	2	0	\$0.00
5	Installing patch panels	6	0	\$0.00
6	Terminating wires at patch panels	208	0	\$0.00
7	Certifying Cat 5 wires	208	0	\$0.00
8	Installing surface raceway	56	0	\$0.00
9	Installing surface mount boxes	56	0	\$0.00
10	Installing backbone fiber optic cables	300	0	\$0.00
11	Installing F/O connecting hardware	4	0	\$0.00
12	Terminating F/O cables	12	0	\$0.00
13	Testing F/O cables	6	0	\$0.00
14	Install fire-/smoke-rated partition penetrations	59	0	\$0.00
15	Mount hubs on relay racks	4	0	\$0.00
16	Installing backbone conduit from main bldg to portables	120	0	\$0.00
17	Installing horizontal conduit between backbone conduit and portables	48	0	\$0.00
18				\$0.00
19				\$0.00
20				\$0.00
Total labor				\$0.00

Total cost		\$0.00
Materials markup	50%	\$0.00
Labor markup	50%	\$0.00
State sales tax on materials	6%	\$0.00
Total price to customer		\$0.00

Figura 4-5 Lista de tareas

Capítulo 4. Diseñando el sistema

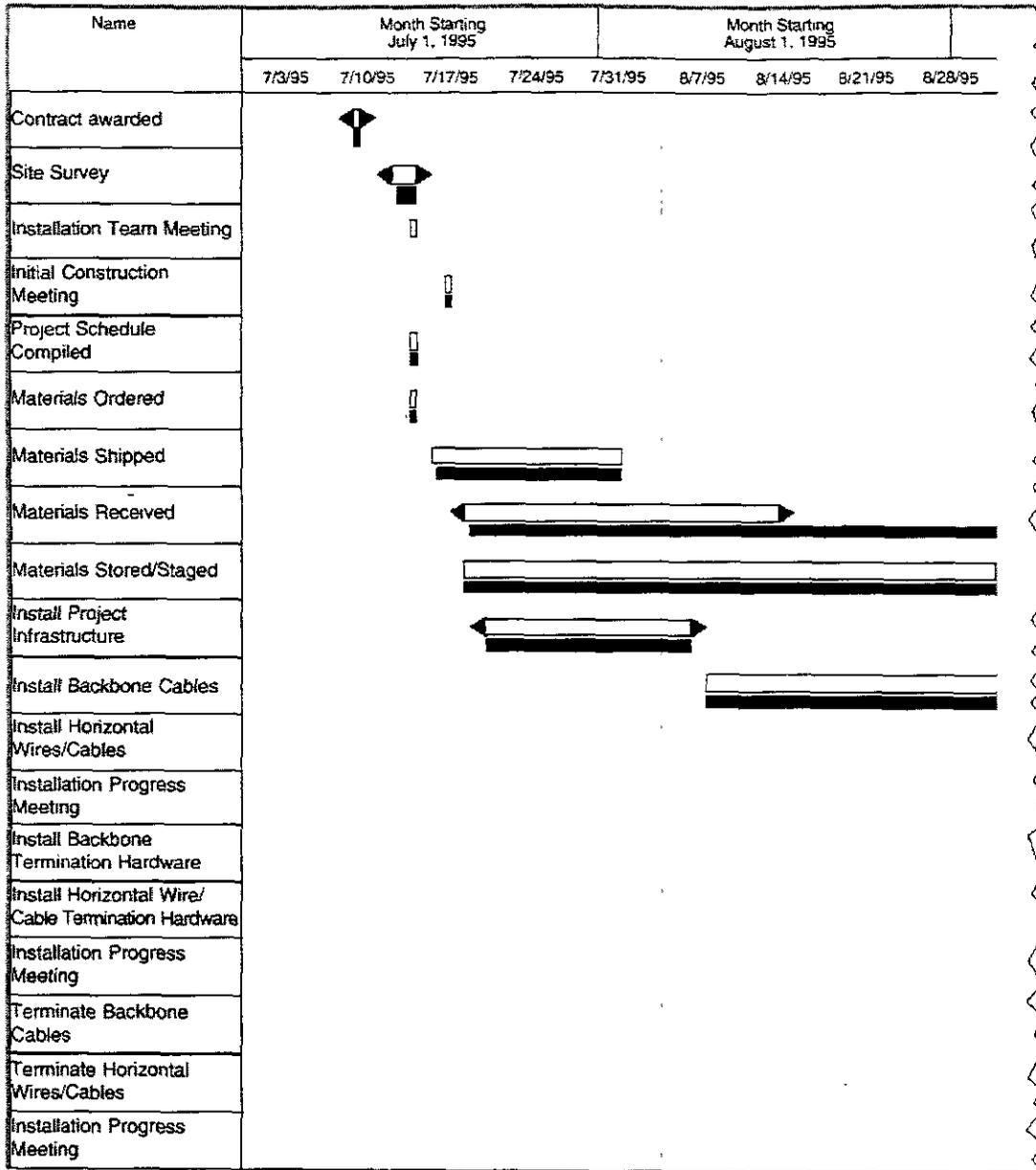


Figura 4-6 Línea de tiempo del proyecto

NAME	START CONSTRAINT	FINISH CONSTRAINT	ACTUAL START	ACTUAL FINISH	PERCENT DONE
Contract awarded	* 7/12/95	* 7/12/95	* 7/12/95	* 7/12/95	100%
Site survey	* 7/14/95	* 7/17/95	* 7/15/95	* 7/17/95	100%
Installation team meeting	* 7/17/95	* 7/17/95	* 7/17/95	* 7/17/95	100%
Initial construction meeting	* 7/20/95	* 7/20/95	7/20/95	7/20/95	100%
Project schedule compiled	* 7/17/95	* 7/17/95	7/17/95	7/17/95	100%
Materials ordered	* 7/17/95	* 7/17/95	7/17/95	7/17/95	100%
Materials shipped	* 7/18/95	* 8/4/95	* 7/18/95	* 8/4/95	100%
Materials received	* 7/20/95	* 8/19/95	* 7/20/95	* 9/25/96	100%
Materials stored/staged	* 7/20/95	* 10/20/95	7/20/95	10/20/95	100%
Install project infrastructure	* 7/21/95	* 8/10/95	* 7/21/95	* 8/10/95	100%
Install backbone cables	* 8/11/95	* 9/8/96	8/11/95	9/8/96	100%
Install horizontal wires/cables	* 9/11/95	* 12/22/96	9/11/95	12/22/96	100%
Installation progress meeting	* 9/11/95	* 9/11/95	9/11/95	9/11/95	100%
Install backbone connecting hardware	* 1/2/96	* 1/18/96	1/2/96	1/18/96	100%
Install horizontal wire/cable connecting hardware	* 1/19/96	* 2/26/96	1/19/96	2/26/96	100%
Installation progress meeting	* 2/26/96	* 2/26/96	2/26/96	2/26/96	100%
Terminate backbone cables	* 1/19/96	* 2/9/96	1/19/96	2/9/96	100%
Terminate horizontal wires/cables	* 2/27/96	* 3/29/96	2/27/96	3/29/96	100%
Installation progress meeting	* 3/29/96	* 3/29/96	3/29/96	3/29/96	100%
Label all facilities as per ANSI/TIA/EIA-606	* 3/22/96	* 4/5/96	3/22/96	4/5/96	100%
Test backbone cables	* 4/5/96	* 4/12/96	4/5/96	4/12/96	100%
Test horizontal wires/cables	* 4/15/96	* 5/3/96	4/15/96	5/3/96	100%
Compile all test results	* 5/6/96	* 5/8/96	5/6/96	5/8/96	100%
Installation progress meeting	* 5/3/96	* 5/3/96	5/3/96	5/3/96	100%
Punch list	* 5/9/96	* 5/10/96	5/9/96	5/10/96	100%
Correct all items on punch list	* 5/16/96	* 5/17/96	* 5/16/96	* 5/17/96	100%
Final punch list	* 5/16/96	* 5/16/96	5/16/96	5/16/96	100%
Customer punch list	* 5/17/96	* 5/17/96	5/17/96	5/17/96	100%
Customer acceptance	* 5/20/96	* 5/20/96	5/20/96	5/20/96	100%
Prepare "as-built" package	* 5/20/96	* 5/24/96	5/20/96	5/24/96	100%
Provide all project documents to customer	* 5/27/96	* 5/27/96	5/27/96	5/27/96	100%
Return surplus materials to distributor for storage	* 5/20/96	* 5/22/96	5/20/96	5/22/96	100%
Complete billing to customer	* 5/28/96	* 5/28/96	5/28/96	5/28/96	100%
Review billing with customer	* 5/29/96	* 5/29/96	5/29/96	5/29/96	100%
Receive final payment	* 5/30/96	* 5/30/96	5/30/96	5/30/96	100%
Close project	* 5/31/96	* 5/31/96	5/31/96	5/31/96	100%
Clear punch list	* 5/10/96	* 5/13/96	5/10/96	* 5/13/96	100%
Clear customer punch list	* 5/17/96		5/17/96	* 5/20/96	100%

* indicates completion

Figura 4-7 Agenda del proyecto

Checklist for Site Survey
New Construction

ITEM	DESCRIPTION OF OPERATION	DATE CKCD	Y	N
1	Is the general contractor responsible for construction and finish of the closets and pathways?			
2	Is there an electrical contractor on the project and are they responsible for the pathways?			
3	Is the electrical contractor responsible for the telecommunications grounding and bonding within the building?			
4	Are the closets completed and ready for use by the telecommunications vendor? If not, when will they be ready?			
5	Are the pathways completed and ready for use by the telecommunications vendor? If not, when will they be ready?			
6	Is the grounding and bonding system installed and ready for use by the telecommunications vendor? If not, when will they be ready?			
7	Is there space on the job site available for storage and staging of materials and tools? Will it be secured?			
8	Will the space be under the control of the telecommunications vendor? If not, you must work out responsibility for loss or damage.			
9	Is the space inside or outside?			
10	Does the general contractor conduct construction progress meetings? When? Can the telecommunications vendor attend?			
11	Does the general contractor have a posted safety plan?			
12	What is the schedule for inspections by local code authorities?			
13	Is the building equipped with suspended ceilings? Are they used to handle environmental air?			
14	Where can the telecommunications vendor setup field operations?			
15	Is there a way to get large cable reels and other heavy materials to the top floor of the building?			
16	Are lifts required on the job site?			
17	Is the building a hardhat area?			
18	When will the telecommunications vendor be allowed access to all spaces in the building requiring telecommunications work?			
19	When will the walls receive final finishes?			

Figura 4-8 Lista de elementos a revisar en la inspección del sitio

Company Name
Company Address

Job Change Order
Project Name
Project Location
Project Number

Change Order No. _____

Initiated by: _____ Date: _____

Details of request or nature of change:

Labor \$ _____ Materials \$ _____ TOTAL \$ _____

Verified by (Signature) _____ Date

The undersigned hereby accepts the prices quoted on this Job Change Order and agrees to pay _____ the amount stipulated at the TOTAL above upon satisfactory delivery of the goods and services described above. Acceptance also authorizes the materials to be ordered and/or the work to be performed.

Authorized signature

Title

Date

Date work complete: _____ Verified by: _____

Figura 4-9 Orden de modificación de trabajo

MEDIOS DE COMUNICACIÓN **APLICABLES**

5.1 Twisted Pair (UTP,STP-A)

5.1.1 Categorías

5.2 Coaxial

5.3 Fibra óptica

5. MEDIOS DE COMUNICACIÓN APLICABLES

Entre los elementos que componen la tecnología del cableado estructurado, los medios de comunicación son la base donde se sustenta todo este concepto. No es posible realizar el diseño de un proyecto de telecomunicaciones evitando la consideración de las características de los medios de transmisión involucrados. La oportuna observación de sus cualidades y alcances previenen futuros problemas ocasionados por atenuación de señales, interferencia, etc.

Los medios reconocidos por los estándares aplicables al cableado estructurado son el cable de pares trenzados en sus dos modalidades, con blindaje (STP) y sin blindaje (UTP), además de los conductores de fibra óptica en sus clases monomodo y multimodo. Existe un tercer elemento que es el cable coaxial. Este medio de transmisión no es avalado por los estándares internacionales para instalaciones nuevas y en la próxima revisión de los mismos ya no se contemplará. Es por esta razón que la selección del tipo de cable a emplear gira en torno a los tipos UTP, STP y fibras ópticas.

Como ya se mencionó, es importante considerar qué factores externos pueden afectar la transmisión por cada uno de los medios seleccionados y es por ello que existen una serie de medidas de transmisión aplicables para asegurar el desempeño de los sistemas de cableado. Obviamente para todas ellas existe una escala de valores estandarizados y generalmente los fabricantes ofrecen características superiores a estos.

5.1 Twisted Pair (UTP, STP-A)

- Cable UTP (Unshielded twisted-pair)

El cable UTP (Unshielded twisted-pair) ha sido usado por mucho tiempo tanto para redes de voz como de datos. A menudo, los sistemas de cableado van incrementando sus requerimientos y con ello también las capacidades de transmisión en las redes. Estos factores son los que han impulsado el desarrollo de la tecnología del cable UTP para cubrir dichas expectativas.

Aunado al alto desempeño adquirido por el cable UTP, es especialmente importante asegurar que las propiedades mecánicas, la categoría del cable y el hardware a conectar están seleccionadas adecuadamente. Para obtener un nivel aceptable de confiabilidad y calidad de transmisión, es esencial observar que el sistema de cableado es un conjunto que comprende tanto cables como los accesorios para lograr el enlace.

Físicamente, el cable UTP se forma principalmente por dos alambres de cobre que se encuentran aislados por una cubierta plástica y torcidos uno contra el otro.

Es esta característica la que los distingue con el nombre de par torcido (Twisted pair). El par torcido, a su vez, se encuentra cubierto por una cubierta aislante y protectora en la capa exterior denominada también jacket.

Para aplicaciones en cableado estructurado, el cable UTP se maneja en conjuntos típicos de 4 o 25 pares principalmente, existiendo otras presentaciones comercialmente como son de 2, 3, 6 o 12 pares, por mencionar algunos.

Medidas de transmisión aplicables al cable UTP

- Impedancia característica y pérdida de retorno estructural

La impedancia es definida como la oposición total que ofrece un circuito al flujo de corriente. Se mide en ohms (Ω).

La impedancia característica es la impedancia de entrada de una línea de transmisión ideal de longitud infinita. Las diferentes categorías de cable UTP tienen especificada una impedancia característica de $100 \Omega \pm 15\%$ en el rango de frecuencia de 1 Mhz hasta la frecuencia más alta referida en su especificación.

Las reflexiones de la señal transmitida son causadas por la no uniformidad de la estructura del alambrado. Estas señales reflejadas resultan en una disminución de la señal a cambio de una proporcional señal de ruido en la línea de transmisión y es denominada pérdida de retorno estructural (Structural Return Loss, SRL).

La relevancia de la SRL como un parámetro de diseño en las premisas de cableado es que únicamente se hace evidente con el incremento del desempeño requerido en redes de alta velocidad.

- Atenuación

La atenuación es definida como la diferencia de la potencia de entrada a la potencia de salida cuando, y solo cuando, la carga y fuente de impedancia son iguales a la impedancia característica del cable. En caso de que estos factores no sean iguales a la impedancia característica, la relación de potencia de entrada a potencia de salida

se le llama pérdida de inserción. Aunque esta distinción existe, los términos atenuación y pérdida de inserción son a menudo usados en forma inversa.

La atenuación es medida en decibeles (dB⁴¹). A menor medición de decibeles, el impacto de la atenuación es menor. Un valor pequeño de dB indica reducidas pérdidas debidas a este factor.

La atenuación es directamente proporcional a la longitud del cable y es también afectada por la frecuencia de transmisión: a gran longitud de cable, mayor la atenuación y a altas frecuencia mayor la atenuación para un cable de longitud determinada.

Un punto de importancia es el mencionar que la atenuación es una consideración más significativa para el cable UTP que para sus accesorios de conexión, como consecuencia del incremento de esta por distancias adicionales de cable.

- Paradiafonía (Near-End CrossTalk NEXT)

La paradiafonía (NEXT) es energía no deseada que es radiada desde un par a otro par adyacente. Esta energía radiada puede a veces sobreponerse a una señal atenuada mientras entra en el receptor. El resultado final es que el equipo no podrá diferenciar la señal real de la paradiafonía.

⁴¹ Decibel es una comparación logarítmica de los niveles de potencia, definido como 10 veces la base del logaritmo a la base 10 de la razón de la potencia de entrada a la potencia de salida. Su expresión es: $dB=10\log_{10} P_2/P_1$.

La paradiafonía es medida en dB. A un mayor valor absoluto de dB un menor efecto perjudicial de la interferencia. En otras palabras, hay menor acoplamiento eléctrico indeseado entre los pares.

La pérdida por paradiafonía se incrementa con la longitud del cable y la frecuencia aplicada al mismo, sin que la relación sea lineal.

- Retardo de propagación y retardo asimétrico

El retardo de propagación es la cantidad de tiempo necesaria para la transmisión de una señal a través de uno de los pares de un cable UTP de 100 Ω 4 pares.

El retardo asimétrico se refiere a la diferencia en el retardo de propagación entre dos pares contenidos en el mismo cable. Este parámetro es importante cuando se trata de aplicaciones usando múltiples pares simultáneamente para una transmisión paralela.

La diferencia de retardo entre el más rápido y el más lento de los pares de cable es crítica para la decodificación de la señal por el receptor. Esta diferencia (asimétrica) es especificada por algunas aplicaciones como no mayor a 50 ns (nanosegundos) bajo los peores casos de operación para todas las frecuencias entre 2.0 Mhz y 12.5 Mhz. El cable no debe exceder 45 ns por 100 m. a una temperatura de 20°C, 40°C y 60°C. Esto proporciona un margen de 5 ns por variaciones originadas por los accesorios de conexión.^{42 43}

⁴² BiCSi. LAN Design Manual on CD-ROM. 1997.

⁴³ Belden Inc. Master Catalog. 1995. Págs. 155-173.

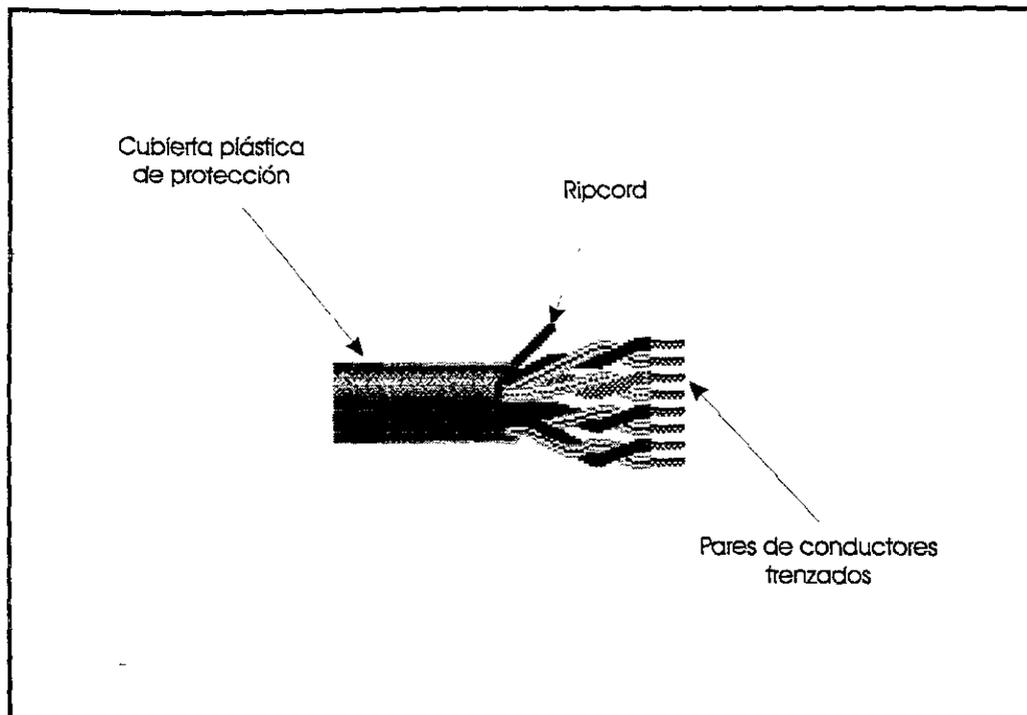


Figura 5-1 Anatomía del cable UTP

- Cable STP-A (Shielded twisted-pair)

El cable STP (Shielded twisted-pair) se desarrolló una vez que el cable UTP fue considerado inapropiado para transmisiones de datos de alta velocidad. Con el blindaje a cada uno de los pares de conductores se logró reducir considerablemente los problemas por interferencia en las redes de datos.

Las especificaciones de transmisión para el cableado STP 150 Ω fueron originalmente hechas para soportar transmisiones de hasta 20 Mhz. Recientemente, esas especificaciones han sido adecuadas para soportar velocidades de transmisión de 300 Mhz para datos. Como las velocidades empleadas en redes LAN y sus correspondientes frecuencias de transmisión se incrementaron, las especificaciones

para el STP tuvieron que ser ampliadas para asegurar un desempeño estable en aplicaciones de alta frecuencia.

Mejoras en las especificaciones del cable y nuevos conectores han sido introducidos para lograr estos avances. El nuevo cable es identificado como STP-A.

Las mediciones de transmisión aplicables a este tipo de cable son las siguientes:

- Impedancia característica y pérdida de retorno estructural

El cable STP-A tiene una impedancia característica de $150 \Omega \pm 10\%$ para un rango de frecuencia de 3 Mhz a 20 Mhz.

- Atenuación

La máxima atenuación aceptada en un sistema de cableado STP-A debe ser medida hasta una frecuencia de 300 Mhz.

- Paradiafonía (Near-End CrossTalk NEXT)

Las mediciones de la paradiafonía son hechas para dos diferentes rangos de frecuencia: para el rango de 9.6 Khz a 20 Mhz aplicable a cables cuya longitud es 305 mts o mayor, y para el rango de 20 Mhz a 300 Mhz para cables cuya longitud oscila en el rango de 100 mts a 305 mts.⁴⁴

⁴⁴ Ibid.

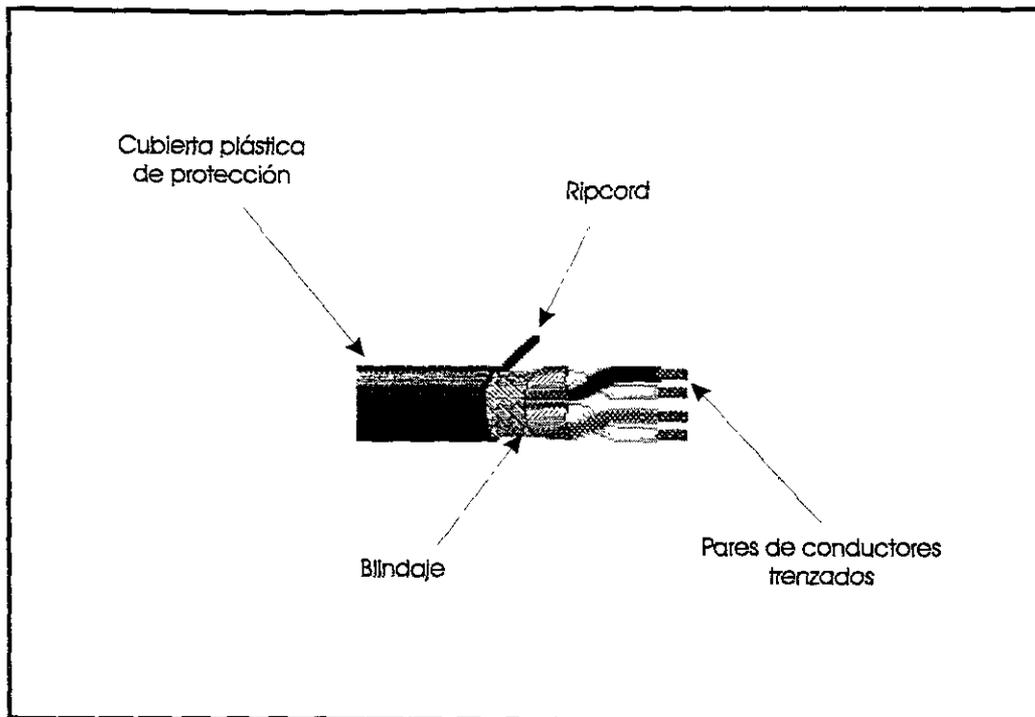


Figura 5-2 Anatomía del cable STP

5.1.1 Categorías

Las siguientes consideraciones sólo aplican a cable tipo UTP debido a que para el tipo STP no existen categorías.

Hasta antes de 1991 no era posible distinguir entre las diferentes calidades de cable UTP disponibles en el mercado. Los usuarios tenían que confiar en el producto puesto a la venta por el fabricante y no en las características de desempeño de un artículo determinado.

En Noviembre de 1991, el primer documento fue publicado por el ANSI/TIA/EIA categorizando el cable UTP de acuerdo a sus características de operación. Este documento es el TSB-36 (Technical Systems Bulletin 36), que define tres categorías

de cable UTP reconocidas para el cableado en sistemas estructurados y las especificaciones de desempeño de cada una de ellas.

En Agosto de 1992, los accesorios asociados al cable UTP fueron similarmente categorizados. Estas especificaciones fueron primeramente publicadas en el TSB-40 y posteriormente actualizadas en Enero de 1994 como TSB-40A.

Las categorías reconocidas de cable UTP y sus respectivos accesorios son las siguientes:

- Categoría 3

Se usa en aplicaciones de sistemas de baja velocidad o para aplicaciones de voz. Esta designación se aplica a cables UTP, accesorios de conexión y sistemas de cableado cuyas características de transmisión comprenden velocidades de hasta 16 Mhz.

- Categoría 4

Se usa en sistemas de alta velocidad de alcance extendido o en aplicaciones de voz. Este diseño tiene cualidades de alto rechazo a la paradiafonía y baja atenuación para desempeño en datos de alta velocidad. Los productos de la categoría 4 cumplen con todas las especificaciones aplicable a la categoría 3. Estos cables son usados para redes Token Ring de UTP de 16 Mbps. y proveen alguna flexibilidad para mejoras futuras. Esta designación se aplica a cables UTP, accesorios de conexión y sistemas

de cableado cuyas características de transmisión comprenden velocidades de hasta 20 Mhz.

- Categoría 5

Usado en aplicaciones de sistemas extremadamente altas y/o aplicaciones de voz. Los productos de la categoría 5 cumplen con todas las especificaciones aplicables para las categorías 3 y 4. Esta designación se aplica a cables UTP, accesorios de conexión y sistemas de cableado cuyas características de transmisión comprenden velocidades de hasta 100 Mhz.^{45 46}

⁴⁵ MOD-TAP. Catálogo de Aplicaciones. 1997. Págs. F1-F12.

⁴⁶ BiCSi. LAN Design Manual on CD-ROM. 1997.

Capítulo 5. Medios de comunicación aplicables

Categoría	Frecuencia	Cable				Conectores		Canales	
		AWG	Impedancia característica	Atenuación	Paradiafonía	Atenuación	Paradiafonía	Atenuación	Paradiafonía
Categoría 3		22/24	100±15%	5.6					
	1			7.8	-41	.4	-58	3.80	-39.0
	4			17.0	-32	.4	-46	6.86	-29.0
	10			30.0	-26	.4	-38	12.29	-22.5
	16			40.0	-23	.4	-34	14.53	-19.0
Categoría 4		22/24	100±15%	4.6					
	1			6.5	-56	.1	-65	2.7	-51.5
	4			13.0	-47	.1	-58	4.63	-44.0
	10			22.0	-41	.1	-50	7.62	-36.5
	16			27.0	-38	.2	-46	9.58	-33.0
	20			31.0	-36	.2	-44	10.92	-31.0
Categoría 5		22/24	100±15%	4.5					
	1			6.3	-62	.1	-65	2.12	-54.5
	4			13.0	-53	.1	-65	4.63	-49.5
	10			20.0	-47	.1	-60	6.95	-44.0
	16			25.0	-44	.2	-56	8.61	-40.5
	20			28.0	-42	.2	-54	9.92	-38.5
	100			67.0	-32	.4	-40	23.5	-27.0

Figura 5-3 Tabla de especificaciones de cable UTP

5.2 Coaxial

El cable coaxial es un tipo de medio de transmisión reconocido por el ANSI/TIA/EIA-568-A, pero no recomendado para instalaciones nuevas y se espera sea removido de la próxima revisión del estándar.

El cable coaxial consta de un par de conductores de cobre o aluminio. Uno de ellos forma un cuerpo central y está rodeado por el segundo conductor constituido por una malla fina de hilos trenzados o una lámina metálica cilíndrica. Las separaciones y aislamiento entre los dos conductores se realiza generalmente mediante un material dieléctrico de teflón o plástico. Todo el cable está cubierto por un aislamiento de protección para reducir las emisiones eléctricas.

Los cables coaxiales pueden ser de varios tipos y anchos. Sin embargo, su principal característica es que pueden transportar una señal eléctrica a mayor distancia entre más grueso es el conductor. El cable grueso suele ser más caro y menos flexible.

Los tipos de cable coaxial empleados son los siguientes:

Cable coaxial grueso: Su impedancia característica es de 50Ω , se emplean conectores tipo "N". Comercialmente se conoce como cable RG-58 grueso.

Cable coaxial delgado: Sus datos relevantes son: impedancia característica 50Ω , conector tipo "BNC", denominado en el mercado como RG-58 delgado.^{47 48}

⁴⁷ García Tomás, Jesús y otros. Op. Cit. Págs. 22-25.

⁴⁸ Novell co., S.A. de C.V. Revista RED Principios básicos del mundo de las redes. Págs. 32-34.

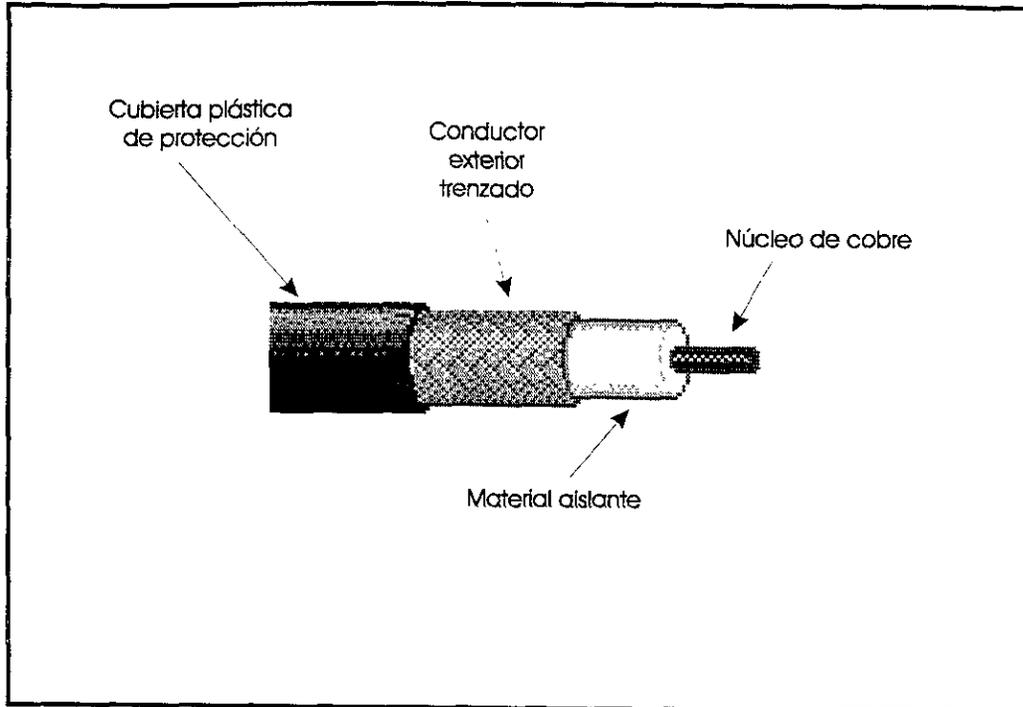


Figura 5-4 Anatomía del cable coaxial

5.3 Fibra óptica

La fibra óptica no es una invención nueva. La idea de transmitir información por medio de la luz tiene siglos de antigüedad. De hecho, los clásicos heliógrafos y la transmisión de señales por antorchas responde a esta idea.

Hacia 1880, Bell construyó un aparato, el fotófono, que enviaba señales vocales a corta distancia por medio de la luz. El equipo disponía de un sistema de lentes que enfocaban un rayo de luz solar, modulándolo y lanzándolo después al espacio libre hacia un receptor. Conceptualmente, era correcto; sin embargo, su aplicación no fue

posible, tanto por la falta de fuentes de luz adecuadas como de un medio de propagación de bajas pérdidas, y la idea se abandonó.

En la década de los 50s, se produjo un conductor compuesto por dos capas de cristal. Este parecía ser una forma adecuada de conservar una señal dentro de la capa central de cristal, la primera de ellas, ya que la segunda capa actuaba como barrera protectora, pero el problema ahora era que no se contaba con una fuente eficiente de luz para que esta viajara por la capa central.

Para 1958 se desarrolló un instrumento llamado LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation); que proporcionó un método para obtener el haz de luz que circularía por el núcleo de la fibra. Las fuentes luminosas habituales (tungsteno, lámparas fluorescentes, etc.) producen un espectro compuesto por una banda ancha de señales con distintas frecuencias y fases, así como diferentes amplitudes y polarizaciones (luz no coherente). El láser se caracteriza por ser un generador de luz monocromática, ondas de la misma frecuencia y en fase, constituyendo su salida un haz de luz coherente. Además, las trayectorias de los rayos emergentes del láser resultan paralelas, lo que permite concentrar una alta cantidad de energía en superficies reducidas, como es el caso de las fibras de cristal.

Con la invención del láser como fuente de luz coherente, volvió a considerarse la idea de utilizar aquella como soporte de comunicaciones y sistema alternativo o sustituto de los existentes, formulando al mismo tiempo los primeros conceptos sobre transmisión por guíasondas de cristal. Particularmente atractiva resultaba su utilización para comunicaciones digitales, ya que con una fuente láser disparada a alta velocidad

se pueden transmitir los unos y los ceros de una comunicación digital hacia un detector.

Poco después, en 1975, aparecían los primeros proyectos experimentales, instalándose de modo creciente a partir de 1980.

Actualmente constituye el medio terrestre de comunicaciones de mayores prestaciones y más alta potencialidad.

Las fibras ópticas consisten de 2 capas de cristal de diferente índice refractivo. Los pulsos luminosos viajan a través de una capa interna de cristal llamada núcleo. La capa externa de cristal, llamada cubierta, tiene un índice refractivo más bajo que el núcleo permitiendo que los pulsos de luz se encuentren únicamente sobre este. El núcleo está hecho de SiO_2 dopado con Ge. La segunda capa está elaborada en base a SiO_2 .

La fibra óptica es descrita usualmente en términos de su diámetro, por ejemplo, 50/125 μm , 62.5/125 μm o 100/140 μm fibra óptica. El primer número indica el diámetro del núcleo de la fibra. El segundo número hace referencia al diámetro exterior del conjunto de núcleo y cubierta.

El diámetro del núcleo determina la clasificación de la fibra óptica. Una fibra óptica con un núcleo amplio es denominada como fibra multimodo (los pulsos luminosos pueden viajar a través del núcleo siguiendo diferentes rutas, o modos), o bien si cuenta con un núcleo estrecho se le reconoce como fibra óptica monomodo (hay únicamente una ruta o modo que el pulso luminoso puede seguir a través del núcleo).

Por razones de manejo, la industria ha fabricado fibras ópticas con diámetro exterior lo más pequeño posible, típicamente 125 μm . Aunado a esto, con la estandarización de los medios la fibra 62.5/125 μm se ha convertido en el tipo más común de fibra óptica multimodo empleada. A su vez, la fibra monomodo reconocida por los estándares es la que cuenta con un diámetro del núcleo de 8.3-9.5 μm y con un diámetro exterior de 125 μm .

Características de transmisión de la fibra óptica

La fibra óptica transmite señales como pulsos luminosos. Por esta razón, los códigos eléctricos normalmente no cubren los procesos para fibra óptica. Las características de transmisión de la fibra óptica varían un poco a las propias para sistemas de transmisión basados en medios de cobre.

- Longitud de onda

La longitud de una onda es la distancia de algún punto de una onda al correspondiente punto en la siguiente onda. La longitud de onda puede también ser descrita como la distancia que la onda viaja en el tiempo para completar un ciclo. La longitud de onda de la luz es medida en nanómetros (nm), donde 1 nm=10⁻⁹m.

El desempeño de los diferentes tipos de fibra óptica varía con la longitud de onda usada para la transmisión. Algunas de las más comunes son las siguientes:

- Transmisión de 850 o 1300nm para fibra óptica multimodo 62.5/125 μm .
- Transmisión de 1310 o 1550 nm para fibra óptica monomodo.

- Atenuación

La atenuación en la fibra óptica puede ser considerada como la disminución de la luz cuando esta viaja a través del núcleo de la fibra. Esta es una medición de la reducción de la intensidad de la señal hecha por la comparación de la potencia de salida contra la de entrada en el otro extremo del medio.

La atenuación en la fibra óptica puede ser producida por alguna de las siguientes causas:

- Absorción por impureza en la fibra.
- Dispersión de luz fuera del núcleo de la fibra debido a la estructura molecular del cristal.
- Macrodobleces causados por una mala distribución de la fibra.
- Microdobleces producto de distorsiones a pequeña escala del cristal.

Las pérdidas causadas por atenuación por distancia son expresadas en decibeles/kilómetros (dB/km). Al igual que en los cables de cobre, la pérdida es directamente proporcional a la longitud de la fibra.

Por ejemplo, una fibra óptica con una pérdida de atenuación en el rango de 3.0 dB/km puede mostrar las siguientes pérdidas:

- Pérdida de 3.0 dB sobre una fibra de 1 km de longitud.
- Pérdida de 6.0 dB sobre una fibra de 2 km.
- Pérdida de 1.5 dB sobre una fibra de 0.5 km.

Los decibeles son una medición hecha en una escala logarítmica. La pérdida de transmisión en dB puede ser expresada también como un porcentaje de luz transmitido.

Pérdida de transmisión	Porcentaje de luz transmitida
0.5 dB	94 %
1.0 dB	89 %
2.0 dB	79 %
3.0 dB	71 %
10.0 dB	32 %
20.0 dB	10 %
40.0 dB	1 %

Figura 5-5 Tabla de pérdida de transmisión vs. porcentaje de luz transmitida

- Ancho de banda

El ancho de banda de una fibra es una medición de la capacidad que tiene una fibra para transportar información. Este factor es típicamente expresado frecuencia-distancia (Mhz*km). La capacidad de transporte de información de una fibra es inversamente proporcional a su longitud, esto es, a mayor longitud del sistema de fibra, menor el ancho de banda del mismo.

Actualmente, el ancho de banda no es únicamente una función del ancho de banda de la fibra, además hay que considerar el desempeño del transmisor, especificaciones de la longitud de onda, etc. Los diseñadores dependen en gran parte de los estándares

de una aplicación específica o de las recomendaciones de los OEM (Original Equipment Manufacturer) para determinar las distancias máximas soportadas para varios rangos de datos.

- **Dispersión**

La dispersión es definida como la desviación de los pulsos luminosos fuera del núcleo de la fibra óptica y es el que determina el ancho de banda de la misma. Este parámetro define la capacidad máxima que por unidad de longitud se puede transmitir por una fibra, por lo que puede medirse en términos de retardo relativo o de la máxima frecuencia pasante que admite.

La dispersión es proporcional a la longitud de la fibra óptica. Es posible que los pulsos transmitidos puedan extenderse a tal grado que no puedan ser distinguidos uno de otro por el equipo receptor al otro lado del sistema de telecomunicación.

La dispersión total consiste de la dispersión modal y de la dispersión cromática.

La dispersión modal es un parámetro que se aplica directamente a la fibra óptica multimodo. Esta es el resultado de diferentes pulsos de luz tomando ligeramente diferentes rutas, siguiendo diferentes modos, a través del núcleo. Los pulsos de luz rebotan hacia atrás y adelante en el núcleo y algunas veces llegan a su destino ligeramente fuera de fase. Esto es, diferentes rutas no llegan exactamente al mismo tiempo y, en algunos casos, dos pulsos pueden traslaparse, unirse, o únicamente un pulso ser recibido.

La dispersión cromática es el resultado de diferentes longitudes de onda luminosas viajando a diferentes velocidades a través de la fibra óptica. Todos los transmisores ópticos emiten luz conteniendo un rango de longitud de onda y cada una de estas se transportan a una velocidad ligeramente diferente. Estas longitudes de onda diferentes pueden llegar al receptor en diferentes tiempos, causando que el pulso transmitido se extienda cuando circula por la fibra óptica. La dispersión cromática es una consideración de importancia al diseñar sistemas de fibra óptica monomodo.^{49 50 51}

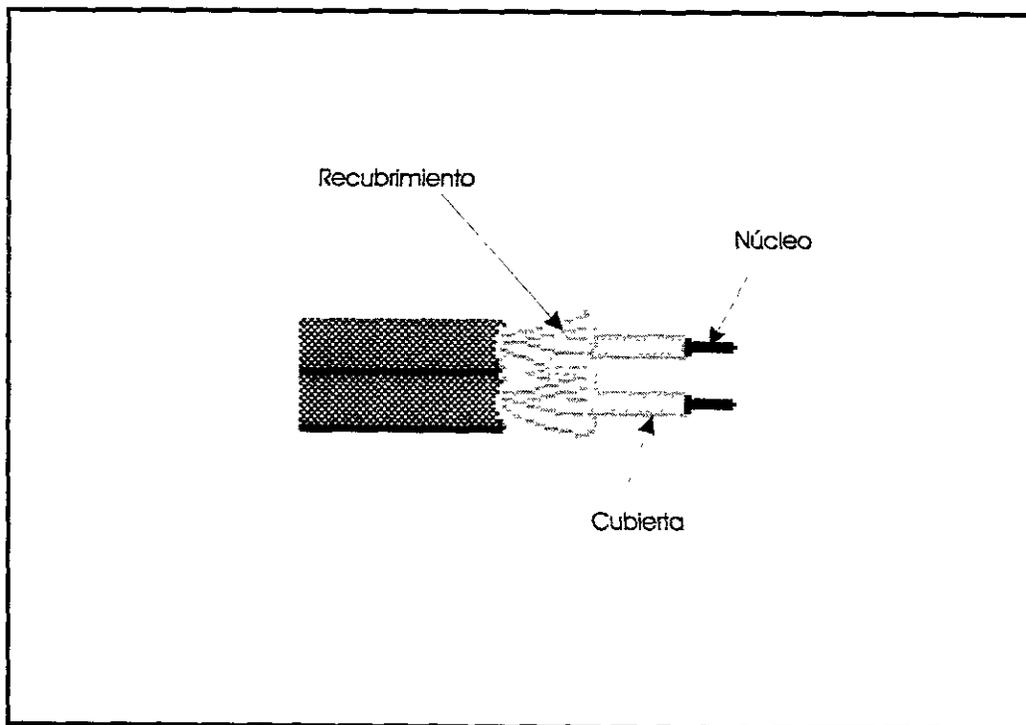


Figura 5-6 Anatomía de la fibra óptica

⁴⁹ BiCSi. LAN Desing Manual on CD-ROM. 1997.

⁵⁰ Belden Inc. Op. Cit. Págs. 204-209.

⁵¹ Rubio Martínez, Baltasar. Introducción a la Ingeniería de la fibra óptica. Págs. 57-89.

CONECTORES.

INTEGRÁNDOSE AL SISTEMA

6.1 UTP, STP-A, Coaxial, Fibra óptica

6.2 Configuraciones

6.3 Código de colores

6. CONECTORES. INTEGRÁNDOSE AL SISTEMA

Concluida la etapa de selección y tendido de cableado en el sitio, tenemos que considerar la forma en que vamos a integrar a todos los elementos que conforman la red de telecomunicaciones en un solo sistema. Para ello contamos con una amplia variedad de conectores útiles en el terminado de cada una de las puntas en las áreas de trabajo o en los closets de interconexión mismos.

Los conectores varían dependiendo del medio al cual van a ser dirigidos, es decir, contamos con conectores específicos para cable tipo twisted pair, coaxial y fibra óptica. En general, el tipo de ellos seleccionado es de acuerdo a lo establecido por los estándares aplicados al cableado estructurado. Esta característica tiene una razón: al trabajar con productos que adoptan normas internacionales, todos ellos deben de contar con especificaciones predeterminadas para permitir la comunicación entre ellos, por ejemplo, las tarjetas de interface en cada estación de trabajo cuentan con una configuración en su puerto de entrada que requiere un conector que se adecué a esta.

Por lo anterior se deben tomar las precauciones pertinentes para adoptar una configuración totalmente compatible con el sistema instalado, principalmente cuando empleamos cables que permiten diversas secuencias para su conectorización, que es el caso del cable TP. En lo que respecta a los conectores destinados a fibra óptica la única observación es en relación al tipo de fibra, monomodo o multimodo, puesto que físicamente son similares a simple vista.

6.1 UTP, STP-A, Coaxial, Fibra óptica

- UTP y STP

Indiscutiblemente, el conector que más se emplea en un sistema de cableado estructurado es el correspondiente para cable TP (UTP o STP). La razón principal es simplemente que los equipos terminales se integran al sistema de telecomunicaciones vía un enlace por cable UTP o STP (patch cords, dos conectores por cada cable, un cable en el área de trabajo y otro en el closet de telecomunicaciones, etc.) en un alto porcentaje.

Para este fin se cuenta con una gran diversidad de conectores disponibles en el mercado, producto de diferentes aplicaciones comerciales y algunos de marcas propietarias. Las diferencias estriban en el número de hilos que emplean del cable y en su aspecto físico. Este último obtiene gran importancia puesto que se requieren elementos de conexión de idénticas características para poder establecer la comunicación. El concepto empleado para definir esta particularidad es el de polarización.

La polarización se define como el factor de forma física de la interface de un jack modular. Si el equipo de polarización no es igual a la interface del cableado del sitio (faceplate, etc.) se puede usar un adaptador mecánico para hacer la conversión. El macho se conoce como conector o plug y la hembra como jack.

El tipo de conector reconocido por el ANSI/TIA/EIA para enlazar equipos con cable twisted pair es el que cuenta con la polarización WE8W, el cual se abordará posteriormente. La razón principal es que se puede emplear tanto en equipos de redes

telefónicas como de datos, que son los principales medios disponibles en un sistema de telecomunicaciones.

A continuación describimos algunos de los conectores más populares en la industria con el único fin de apreciar sus diferencias y en algunos casos de extrema urgencia su compatibilidad con otros. Cabe recordar que para realizar un proyecto de cableado deben considerarse conectores con polarización WE8W únicamente, por fines de estandarización y certificación.

- WE4W/WE6W

Genéricamente referida como RJ11 y RJ12, esta fue la polarización modular especificada por las compañías de teléfono de los Estados Unidos como el estándar de la interface de voz.

Ambos factores de forma son idénticos, la interface WE4W tiene los dos contactos externos (1 y 6) sin usar. El jack modular tiene una oreja de cierre en el centro con una protuberancia para retenerlo dentro del jack. Las terminales están numeradas del 1 al 6 en el WE6W y del 2 al 5 en el WE4W.

- WE8W

Genéricamente referida como RJ45, esta es una versión de 8 conductores de la interface modular WE6W. Las terminales están designadas del 1 al 8.

El factor de forma mecánico es más ancho, no permitiendo que un conector WE8W se aparee con un jack WE4W/WE6W, pero el conector WE4W/WE6W

entrará en el jack WE8W resultando en que la punta 1 en el WE6W quede conectada a la punta 2 del WE8W, la 2 con la 3 etc. Las terminales 1 y 8 del WE8W no quedarán conectadas a través del WE6W.

Las terminales 1, 2, 7 y 8 del WE8W no quedarán conectadas a través del WE4W.

- WE8K

Genéricamente referido como RJ45 con llave, esta fue desarrollada como una alternativa a la polarización especializada para líneas de teléfono. El factor de forma es el mismo que el WE8W con la adición de una oreja en el lado del conector. Esta oreja impide que el conector WE8K entre en un jack WE8W. Los cordones de equipos con esta polarización, por lo tanto no pueden ser conectados a una salida WE8W estándar.

Sin embargo, un jack WE8K si podrá aceptar un conector WE8W y proveer continuidad estándar. Un jack WE8K aceptará también el conector WE4W/WE6W proporcionando continuidad de la punta del WE8K a la punta del WE6W, punta 3 del WE8K a la punta 2 del WE4W/WE6W, etc. (la punta 1 y 8 del WE8K se quedan con el circuito abierto).

- MMJ

Esta polarización fue desarrollada por Digital Equipment Corporation (DEC) para crear un jack de datos que no se puede aparear con ninguna otra interface modular antes mencionadas, pero todavía puede utilizar las herramientas, cordones y equipo

de prueba desarrollado para los jacks de teléfono. Este consiste de un factor de forma WE6W con la oreja de cierre movida hacia la derecha. El MMJ sólo se puede aparear con un conector modular modificado MMP (Modified Modular Plug).⁵²

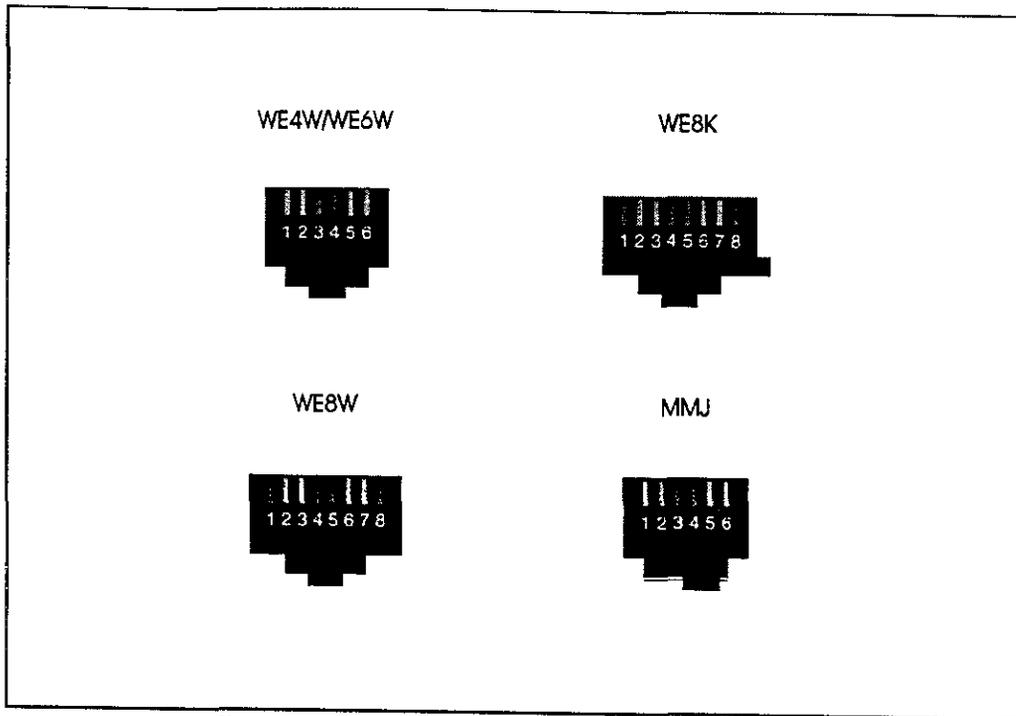


Figura 6-1 Opciones de polarización en UTP y STP-A

- Coaxial

El conector BNC (Bayonet Neil-Concelman) es un tipo de conector usado para enlazar principalmente equipo de cómputo y realizar algunas configuraciones en hardware de telecomunicaciones, por ejemplo, un arreglo en cascada de dos hubs, todo ello a través de cable coaxial.

⁵² MOD-TAP. Catálogo de Aplicaciones. 1997. Pág. F5.

El conector BNC, en particular, es sumamente fácil de instalar y menos costoso que cualquier otro conector para cable coaxial.

El conector BNC macho tiene un pin que sirve para conectarse con el conductor primario del cable para después ser sujetado en la parte exterior por un anillo metálico que le da firmeza tanto al conector como al cable ensamblados.

Diferentes fuentes, a su vez, ofrecen diferentes significados para las siglas BNC. Sin embargo, la designación más aceptada indica que la letra B se refiere al tipo de conexión, que en este caso es una conexión tipo bayoneta, y las siglas NC hacen referencia a los inventores de este conector, Neil y Concelman.

Los conectores BNC son empleados típicamente con un valor de impedancia de 50 Ω , el cual corresponde al valor del cable empleado. Como se puede apreciar en este caso se aplica la restricción de usar productos con las mismas características eléctricas para evitar pérdida de información por factores externos.

Además de este conector, existe una modalidad de él denominada tipo "N", cuya particularidad es el ser empleado con cable coaxial grueso y unirse a los equipos del sistema enroscándolo en la interface, en lugar de hacerlo por medio de un dispositivo de presión similar al propio del tipo BNC. Esta modificación se hace tomando en cuenta tanto las dimensiones del cable como su peso, asegurando con ello la eliminación de problemas de comunicación debidos a falsos contactos, principalmente.

Como se ha mencionado, estos productos no son avalados por los estándares internacionales en lo que se refiere a su instalación en sistemas de

telecomunicaciones nuevos, por ello es que no se hace mucho énfasis en describir sus características y de igual modo no se han desarrollado nuevas configuraciones para ellos como consecuencia de utilizar cable coaxial como medio de transmisión el cual es en esencia un hilo simple de comunicación.^{53 54}

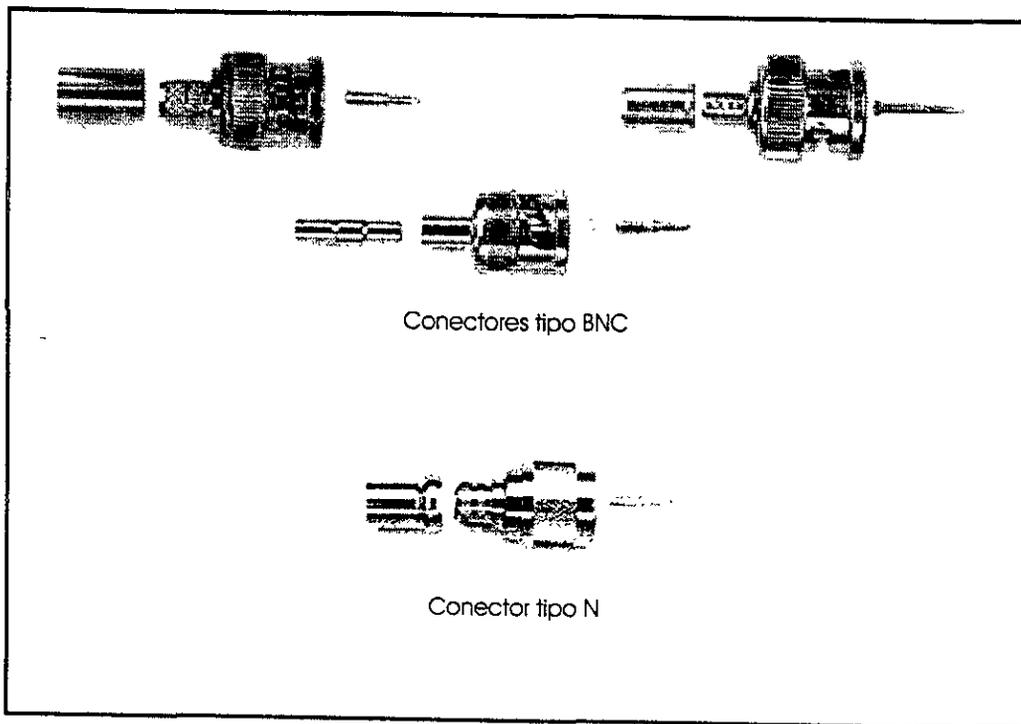


Figura 6-2 Conectores empleados con cable coaxial

- Fibra óptica

Los conectores empleados con el uso de fibra óptica son de dos tipos: el conector tipo bayoneta para fibra óptica (BFOC), comúnmente conocidos como conector tipo

⁵³ Página electrónica <http://www.wathis.com>.

⁵⁴ Intersys México S.A. de C.V. Seminario de Conectividad Avanzada. Pág. 17.

ST, y el conector tipo SC, denominado por la ANSI/TIA/EIA-568-A como conector tipo 568SC.

El primero de ellos fue originalmente diseñado por la NTT (Nippon Telephone & Telegraph) y consta físicamente de un conector de forma cuadrada con un recubrimiento plástico que lo hace sumamente resistente a vibraciones, golpes y variaciones de temperatura.

El conector SC es empleado para conectorizar tanto fibra óptica monomodo como multimodo.

En lo que respecta al conector tipo ST fue diseñado por AT&T. Sus características mecánicas las conforman un dispositivo central recto, denominado bayoneta, en el cual se inserta el núcleo de la fibra y es reforzado exteriormente por una sección metálica que rodea al mismo. En términos generales la mecánica de funcionamiento es similar a la que muestra un conector del tipo BNC con sus respectivas diferencias en cuanto a la calidad de transmisión.

De acuerdo a los estándares de la ANSI/TIA/EIA se recomienda emplear conectores identificados con color beige cuando se trata de fibra multimodo y de color azul en el caso de fibra monomodo, dado que físicamente, por lo menos en lo que respecta a los conectores del tipo SC, cuentan con las mismas dimensiones y no es posible identificar visualmente cuando se trata de uno u otro tipo de conector.^{55 56}

⁵⁵ Página electrónica <http://www.whatis.com>.

⁵⁶ BiCSi. LAN Design Manual on CD-ROM. 1997.

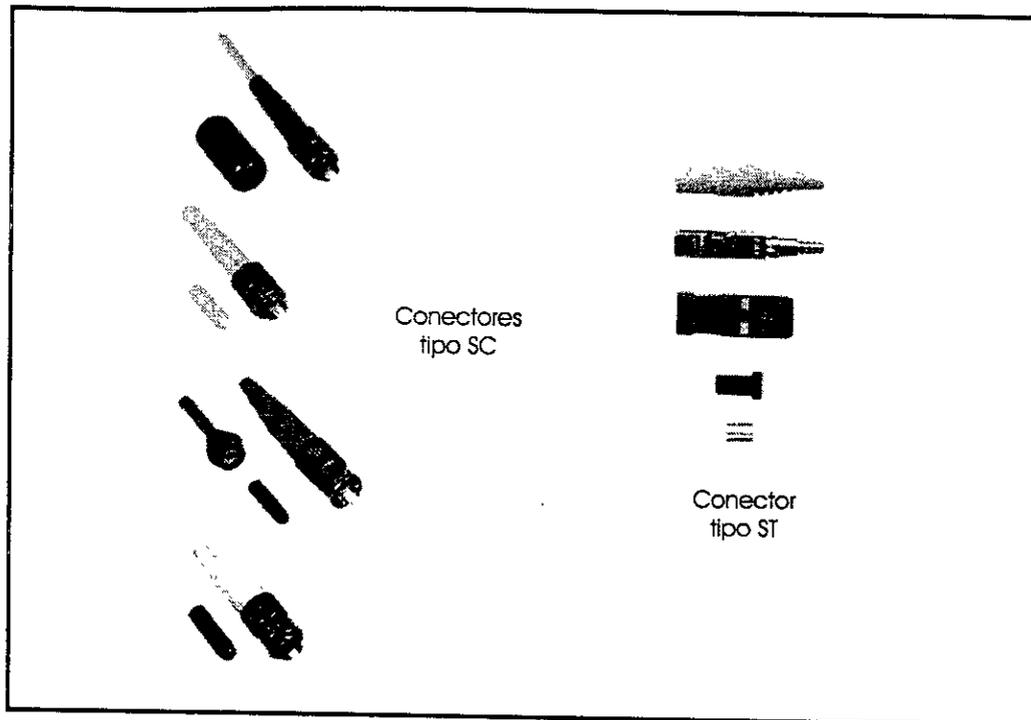


Figura 6-3 Conectores empleados con fibra óptica

6.2 Configuraciones

Para integrarse al sistema de cableado se requiere que los equipos involucrados cuenten con un arreglo en sus cordones de enlace que permita una total compatibilidad. Por ello, el ANSI/TIA/EIA ha establecido una serie de arreglos físicos para los conductores involucrados en sistemas de telecomunicaciones. Haciendo un poco de memoria se recordará que los medios aprobados por este instituto son el cable UTP, STP y fibras ópticas en sus dos modalidades, de los cuales las fibras ópticas no cuentan con más de un arreglo de conexión posible dado que están constituidas por un núcleo transmisor y una cubierta. En lo que respecta a los

cables de par trenzado, existen más posibilidades de configuración por los múltiples hilos que los componen. Para este caso en particular el Instituto reconoce dos configuraciones a aplicar, la denominada T568A y T568B, las cuales se mostrarán posteriormente.

Sin embargo, existen algunos otros arreglos que son aplicados para equipos específicos y que utilizan tanto el mismo tipo de conector como medio de comunicación.

Con la finalidad de mostrar las diferencias existentes entre estas configuraciones comerciales y las establecidas por el estándar de ANSI es que desarrollamos una breve descripción de ellas a continuación.

En lo referente a configuración aplicable al cable coaxial se omite su descripción considerando la simplicidad de la misma puesto que no existe sino una y sólo una forma de realizar la conexión.

- UTP y STP

Técnicamente hablando, cuando nos referimos al arreglo de los pares para una configuración específica, estamos hablando de una secuencia. La secuencia es definida como el orden en el cual los pares que entran son terminados en las terminales de la interface modular. Cada par es designado como un conductor de “punta” (tip) y un conductor de “llamada” (ring). El par número 1 es por lo tanto designado como “T1” y “R1”. La secuencia define cuales terminales en la interface

modular son definidas como T1, R1, T2, R2, etc. Algunas secuencias son aplicables solamente a ciertas polarizaciones.

◆ USOC

USOC (Universal Service Ordering Codes)⁵⁷ es históricamente la secuencia más común, siendo usada por el sistema de teléfonos de los Estados Unidos. Los pares son “anidados” (nested): el par 1 es centralizado, el par 2 es los dos próximos contactos hacia fuera, etc. Esto sirve para mantener una continuidad de par a par cuando, por ejemplo, un equipo de un par es conectado a través de un circuito de 4 pares. El anidamiento de los pares también permite que se pueda hacer una inversión dentro de cada par por el uso de un simple “cordón de línea de inversión” (1 al 8, 2 al 7).

USOC es aplicable a las polarizaciones de WE2W, WE4W, WE6W, WE8W y WE8K. Una ventaja del anidamiento de pares de la secuencia USOC es que un conector WE4W/WE6W insertado un jack WE8W/WE8K trabajará bien siempre y cuando se utilicen componentes de calidad (con las tolerancias correctas).

⁵⁷ Término originalmente usado por las compañías telefónicas para especificar la instalación de un jack modular estándar.

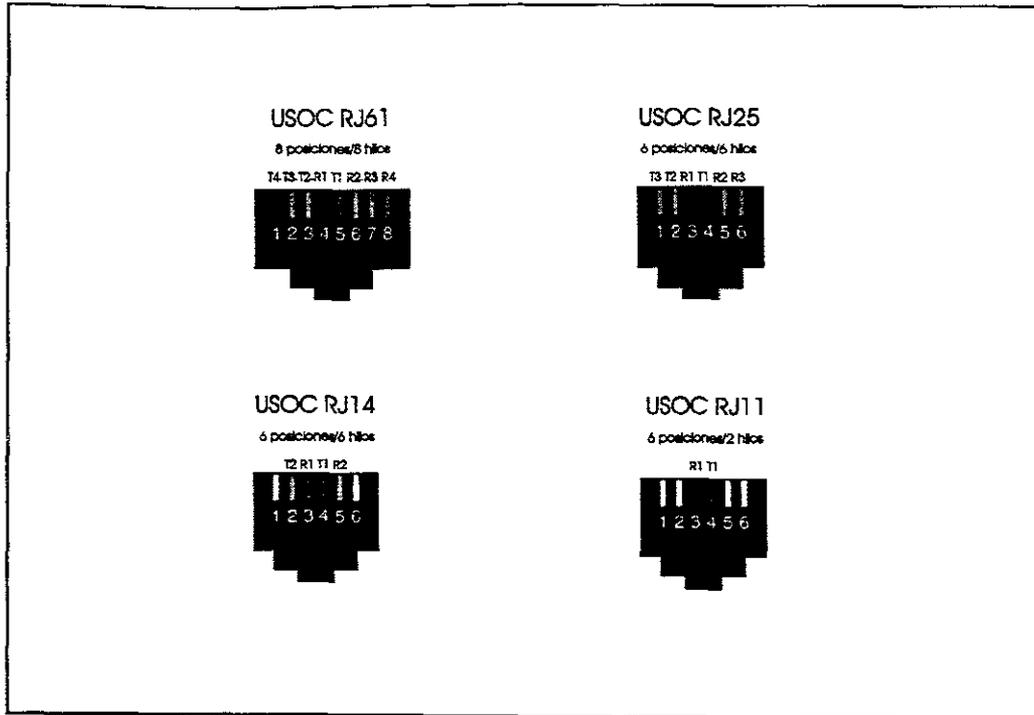


Figura 6-4 Ejemplos de secuencia USOC

◆ ANSI/TIA/EIA-568-A

Esta es la más reciente de las opciones de secuencia según publicado en el “Borrador 9.0” de la “Especificación de cableado para edificios comerciales” de ANSI/TIA/EIA como la secuencia preferida para la terminación de cableado de datos UTP. Esto es similar a la secuencia 568-B excepto que los pares 2 y 3 están transpuestos. Esto provee compatibilidad en reversa a la secuencia USOC para dos pares en vez de la de un solo par 568-B.

◆ ANSI/TIA/EIA-568-B (258-A)

La secuencia ANSI/TIA/EIA-568-B ha pasado a ser la secuencia más ampliamente especificada a nivel mundial para instalaciones de datos nuevas por el fuerte mercadeo de AT&T de su “Sistema de distribución de predios”. Es también la secuencia especificada por ISDN y un subgrupo es especificado por IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet sobre par trenzado. Esta secuencia aplica solamente polarizaciones de 8 hilos (WE8W y WE8K).

En la secuencia 568-B, el par 1 corresponde al par 1 de la secuencia USOC proveyendo compatibilidad hacia atrás con los sistemas de un par (como los de voz analógica). En el par 2 es donde las diferencias comienzan usando las terminales 1 y 2. El par 3 corresponde al par 2 de la USOC causando mucha confusión y el par 4 son las terminales 7 y 8. Debido a esta estructura, un cordón de líneas de inversión es relativamente complicado.

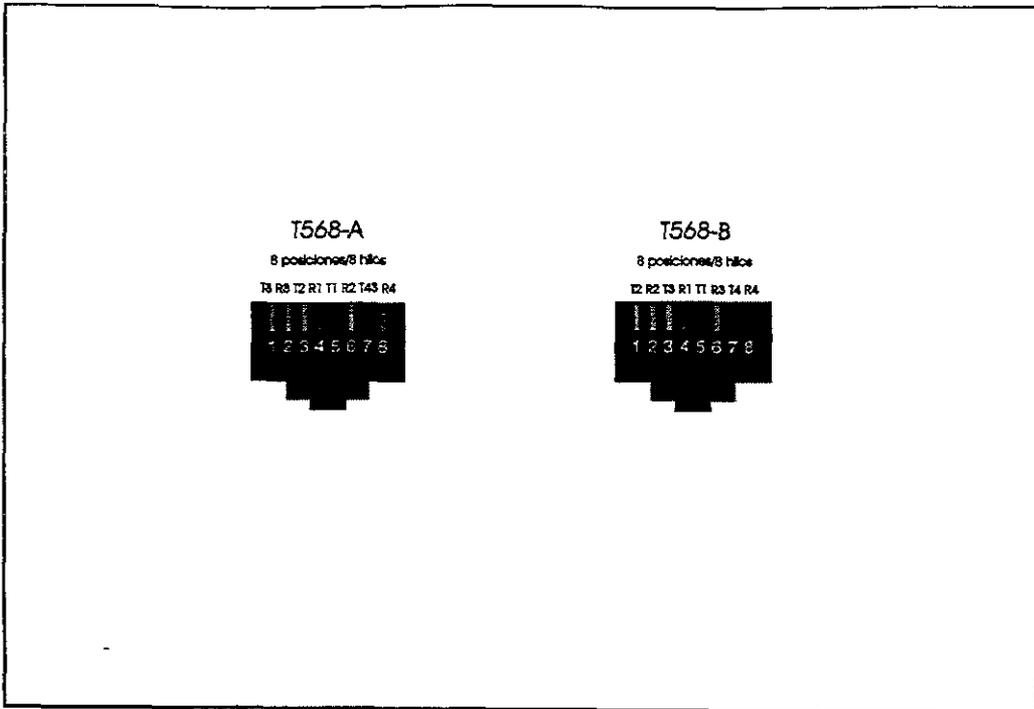


Figura 6-5 Ejemplos de secuencia ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-568-B

◆ 356-A

Es una versión de tres pares de la 568-B, dejando el par 4 fuera (las terminales 7 y 8 están abiertas).

◆ 10BASE-T

Esta secuencia es usada con la polarización WE8W/WE8K, la cual es una modificación de la secuencia ANSI/TIA/EIA-568-B, dejando el par 1 abierto y comenzando con el par 2. Esto tiene la intención de proveer un nivel adicional de protección de la interconexión de equipos de voz y datos. Si el equipo de voz es

siempre alambrado en las terminales 4 y 5 (par 1), y el equipo de datos nunca tiene las terminales 3 y 4 activas, no es posible la interconexión.

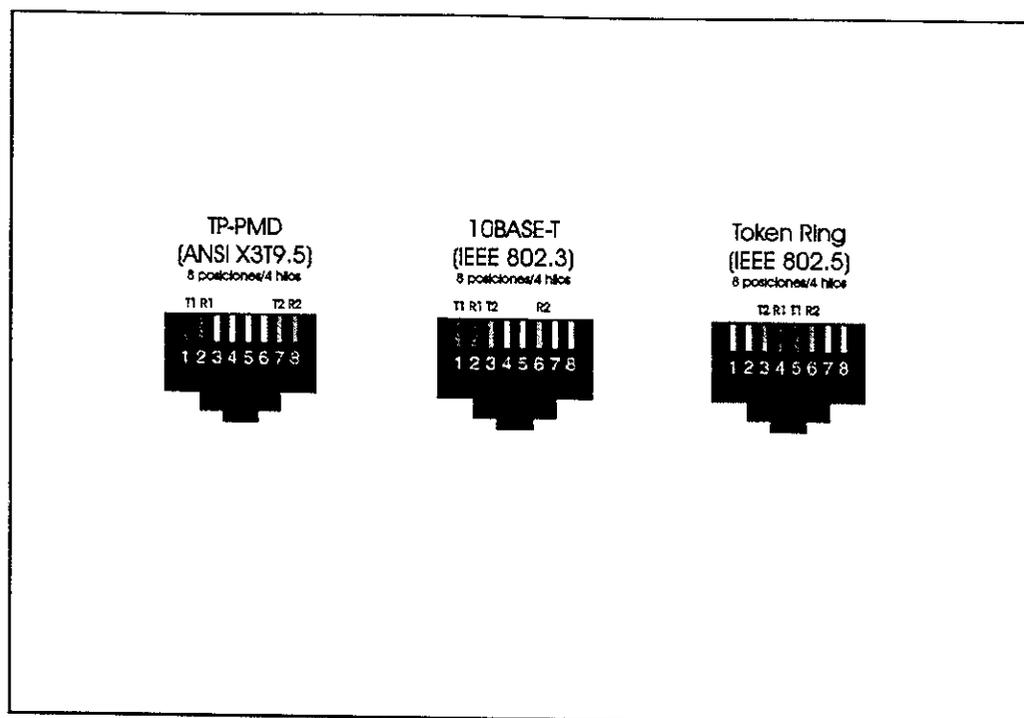


Figura 6-6 Ejemplos de secuencia TP-PMD, 10BASE-T y Token Ring

◆ DECconnect abierto

Es una variación de tres pares del alambrado ANSI/TIA/EIA-568-A dejando la punta 1 fuera (las terminales 4 y 5 quedan abiertas).

◆ DEC

Compatible con DECconnect (DSE) esta secuencia fue desarrollada por Digital Equipment Corporation para el uso en su original sistema de cableado estructurado. DECconnect para soporte de UTP del RS-423 con compatibilidad hacia atrás RS-232.

Ya que RS-423 tiene un par de enviar y un par de recibir, un canal de comunicación tiene que invertir los pares completos en contraste con los conductores individuales de enviar y de recibir del RS-232. Ya que ellos deseaban utilizar el simple cordón de línea de inversión del sistema de teléfono el apareado tenía que ser modificado. Esto resulto en el par 1 a las terminales 2 y 3, el par 2 a las terminales 4 y 5 y el par 3 a las terminales 1 y 6. Una ventaja extra era que al poner R1 y R2 como las terminales del centro (terminales 3 y 4) y el usar estas para las señales de tierra; esto, en una forma segura “hunde” el voltaje de llamada si se conecta a una línea de voz analógica.^{58 59}

6.3 Código de colores

El código de colores aplica solo en cable twisted pair por las razones ya mencionadas a lo largo de este capítulo.

La mayor parte del cableado de datos es codificado por colores de acuerdo a una convención conocida como “Codificación de color por bandas” (Band Stripe Color Coding). Este sistema usa los colores apareados para identificar cada par de conductores. Cada conductor apareado comparte un par de colores, un conductor es el color primario con una banda de color del secundario y el otro conductor del par es el *color secundario con una banda del primario*.

⁵⁸ MOD-TAP. Op. Cit. Págs. F6-F7.

⁵⁹ Hubell Premise Wiring. Applications and Standards Guide for Structured Cablins Systems. Págs. 23-24.

Para un cable de 4 pares, el color primario es siempre blanco y los colores del secundario son azul, naranja, verde y café. El par 1 es por lo tanto blanco/azul, el par 2 es blanco/naranja y así sucesivamente. Entonces, resulta simple definir los pares del alambrado del sitio y localizar la punta de interface modular en la cual cada uno está conectado, ya sea visualmente o con un probador de continuidad.

Si el cableado del sitio no está codificado por las bandas de color, la cubierta de cable tiene que ser removida lo suficientemente atrás como para indicar cuales conductores están trenzados entre sí en pares lógicos. Entonces, se debe localizar cuales terminales de la interface modular le corresponde a cada color. Después hay que determinar cuales de las terminales de la interface modular están pareadas haciendo referencia al trenzado de los conductores entre sí formando pares. Finalmente, se compara esto con la carta de secuencia para determinar esta.

Primario	Secundario
Blanco	Azul
Rojo	Naranja
Negro	Verde
Amarillo	Café
Violeta	Gris

Figura 6-7 Código de colores aplicable a cables tipo twisted pair

Alternativamente existe una segunda opción para el código de colores que aplica principalmente en el cable utilizado para fabricar los patch cords, el cual corresponde a cable tipo strander. La diferencia básica estriba en que el primario de cada par es un color diferente y no uniforme como en el primer caso descrito, es decir, en nuestra primera opción este conductor era siempre blanco para el caso de cuatro pares, en la segunda opción para el primer par se tiene el código verde/rojo, primario y secundario respectivamente, al segundo par corresponde la combinación negro amarillo, la tercera la conforman la pareja azul/naranja y finalmente la dupla café/gris.^{60 61}

⁶⁰ MOD-TAP. Op. Cit. Págs. F7.

⁶¹ Hubell Premise Wiring. Op. Cit. Págs. 10-11.

7. SEGURIDAD DEL SISTEMA

Hasta esta parte del trabajo, hemos descrito el procedimiento ideal para realizar la instalación de un sistema de cableado estructurado, así como los factores a considerar para su diseño. Sin embargo, uno de los componentes que, por desconocimiento, generalmente no se considera es el referente a la seguridad. Al igual que en muchas otras aplicaciones como en la vida misma, el contar con adecuadas medidas de seguridad nos garantiza el evitar daños severos e inclusive irreparables.

Para nuestro objeto de análisis, los factores a considerar que aseguran la integridad del sistema físicamente son los correspondientes a protección eléctrica y protección contra fuego.

Los sistemas de telecomunicaciones son instalados en edificios en los cuales un número determinado de personas realizan sus actividades cotidianamente, se trate de edificaciones comerciales o residenciales, y por ello se debe aplicar una normatividad para salvaguardar su persona. Por este motivo se creo una serie de estándares que rigen a cada uno de los componentes y materiales que se combinan en la construcción de un inmueble. Uno de ellos es el correspondiente al tipo de compuestos que deben recubrir los conductores eléctricos instalados, entre los que se encuentran los referentes al sistemas de telecomunicaciones, buscando eliminar propagación de fuego en caso de existir este incidente. Este tipo de consideraciones quedan bajo la responsabilidad de los fabricantes del cable debido a que el diseñador del sistema de cableado estructurado elige los tipo de conductores en conformidad con los

estándares de la industria, saliendo de su control si el producto adquirido es químicamente el compuesto que el proveedor especifica para este.

Obviamente, a nivel internacional cada industria debe adecuarse a las exigencias de las instituciones que rigen su ramo para asegurar su aceptación en el mercado, y son ellas las que brindan al consumidor la tranquilidad de adquirir un producto totalmente seguro y confiable.

Los métodos de detención de fuegos son posiblemente los más importantes en términos de la seguridad personal. Es indiscutible que la mayoría de las muertes y de la rápida propagación de fuego en los edificios comerciales y residenciales se debe al uso inapropiado o a la falta de uso de materiales de detención de fuego.

El otro aspecto relevante es la protección eléctrica. Esta se refiere a prevenir percances derivados del suministro de energía en los equipos de comunicaciones y en el cableado mismo. Para ello se emplea una conexión a tierra apropiada, o en otras palabras un sistema de tierra dedicado exclusivamente a la infraestructura de telecomunicaciones, entendiéndose por esto tanto equipo de conexión y enlace como equipos terminales.

La adecuada implementación de la tierra física en un proyecto generalmente queda a cargo del ingeniero electricista, sin embargo, en un momento determinado este factor si puede ser controlado por los diseñadores del sistema de cableado estructurado.

En vista de lo anterior y por la importancia que esto implica, es importante saber qué es y en qué consiste un sistema de tierras, así como su terminología y aplicación.

Se conoce como sistema de tierras a aquel que es capaz de dispersar las corrientes producidas por la formación de arcos durante las maniobras de interruptores accionados bajo condiciones de carga, corrientes vagabundas que pudiesen existir en el sistema eléctrico, las producidas por contactos accidentales o las corrientes derivadas de las fallas de fase a tierra (o de cortocircuito).

Una de las claves para entender el concepto de puesta a tierra es el poder interpretar adecuadamente los términos “tierra” (Ground), “puesta a tierra” (Grounded) y “de puesta a tierra” (Grounding), los cuales se usan continuamente como sinónimos sin serlo.

El término “tierra” (Ground) se define como una conexión conductora intencional o accidental entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra o a algún conductor que se usa en su lugar. Al hablar de la palabra tierra hay que pensar en un punto de conexión, es decir, debe hacerse una conexión ya sea intencional o accidental. La tierra intencional se emplea para una operación adecuada de equipos y sistemas eléctricos, su origen se encuentra en la acometida eléctrica, sirviendo como medio de escape de las corrientes indeseadas existentes en el sistema de alimentación, en tanto que un contacto accidental ocurre cuando un conductor que transporta corriente eléctrica de un circuito toca sin premeditación una superficie puesta a tierra, a cuyo hecho se le denomina falla, lo cual se debe principalmente al daño que se ocasiona en los recubrimientos en el momento de realizar el cableado en canalizaciones metálicas o por su deterioro con el paso del tiempo y durante su funcionamiento.

“Puesto a tierra” (Grounded) significa estar conectado a tierra o a algún cuerpo conductor que sirve como tierra. Esto se refiere a una conexión intencional previamente realizada.

Con lo referente a “de puesta a tierra” (Grounding) se utiliza para indicar la conexión de equipo o de un sistema a tierra a un electrodo o electrodos de puesta a tierra.

De esto podemos concluir que cada uno de estos conceptos buscan un mismo objetivo pero en diferentes ubicaciones: al principio, en la parte intermedia o al final del sistema de tierras.

Como se pudo identificar, se requiere de un elemento que realice el enlace directo con la tierra físicamente y cuya impedancia sea cero o muy pequeña para facilitar el flujo de corriente, el cual generalmente es un electrodo. El electrodo de puesta a tierra es el encargado de proporcionar una ruta segura de descarga en un sistema eléctrico, por lo cual se debe cuidar su adecuada conductividad para este fin. Para ello, el factor de más peso es la condición del terreno en el cual se piensa instalar el electrodo. Se requiere que la superficie proporcione un adecuado índice de humedad para el buen funcionamiento del sistema, lográndose por medio de reactores químicos con el suelo o simplemente por las condiciones naturales producto de la ubicación geográfica.

En la implementación del sistema de cableado estructurado se requiere de closets de comunicaciones a lo largo del mismo. Estos al ser metálicos y por ende ser posible fuente de una falla, es necesario sean puestos a tierra. Con este fin existen los denominados puentes de unión (Bonding Jumper) que son conectores confiables para

proporcionar la conductividad eléctrica requerida entre partes que hayan de ser conectadas eléctricamente. Al hablar de una conexión eléctrica nos referimos obviamente a la conexión a tierra y no a una fase del suministro eléctrico. Es una práctica común el implementar conexiones entre todos los closets del sistema para formar una red de puentes identificada con el termino puenteado.

El objetivo del puenteado (Bounding) es el lograr una interconexión permanente de las partes metálicas para formar un camino conductor que garantice la continuidad y capacidad de conducción eléctrica, para transportar con seguridad cualquier corriente a la que puedan estar sometidas.

Uno de los aspectos principales para la protección contra sobretensiones y fallas a tierra en las instalaciones eléctricas es la de disponer de una red de tierras adecuada a la cual se conecten los neutros de los aparatos y equipos, estructuras metálicas, gabinetes de equipos y todas aquellas partes metálicas que deben estar a potencial de tierra, el cual nos indica que el potencial entre el sistema eléctrico y la tierra deben ser iguales.

La conexión a tierra facilita también la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en caso de fallas a tierra.

En términos generales, una instalación eléctrica que carezca en lo absoluto de un sistema de tierras puede funcionar correctamente en condiciones normales, pero en el momento que estas se alteren empezaran los problemas. Estas alteraciones pueden ser desde un ligero desbalanceo en la carga, la descarga recibida en una línea aérea por

un rayo o una falla que provoque la fuga de corriente de fase a tierra, o simplemente una falla de aislamiento en los equipos que provoque dichas fugas.

En lo que respecta a la seguridad de los seres humanos, podemos decir que el sistema de tierras previene que los operadores de equipos o personas que se encuentren cerca del área donde se produce la falla o descarga eléctrica puedan resultar dañados. Si no se cuenta con esta protección, el punto de conexión a tierra lo proporciona el cuerpo humano, lo cual origina una diferencia de potencial en él provocando el flujo de una corriente que genera una determinada cantidad de calor dependiente de la tensión recibida. Esta acción suele provocar lesiones internas a órganos vitales como son el corazón, los pulmones, los músculos, entre los mas comunes.

Con la información que hasta el momento hemos expuesto podría crearse una duda en cuanto a cómo se relaciona el sistema eléctrico con el sistema de telecomunicaciones. La respuesta es simple: los dispositivos instalados tanto en los closets de comunicaciones como los equipos terminales emplean la energía eléctrica para operar. La relación es directa y necesaria como lo demuestra que las señales que se transmiten son eléctricas, sean estas analógicas o digitales.

Una vez hecha la aclaración anterior procederemos a describir la forma en que se implementa la puesta a tierra en los contactos de suministro eléctrico de las instalaciones correspondientes al sistema de cableado estructurado.

De inicio diremos que los contactos son del tipo de tierra aislada. Los contactos con tierra aislada se utilizan ampliamente en equipos de procesamiento de datos y de

cómputo. La característica principal de estos es el contar con un conductor aislado de puesta a tierra que se comunica directamente al conductor de puesta a tierra del electrodo de la acometida. Este conductor es independiente al usado por el resto de los equipos eléctricos en el edificio.

Físicamente lo podemos identificar con facilidad debido a que cuenta con una terminal extra a los de clavijas tradicionales. Generalmente se identifican por contar con una señalización de color verde o roja en esta tercer entrada.

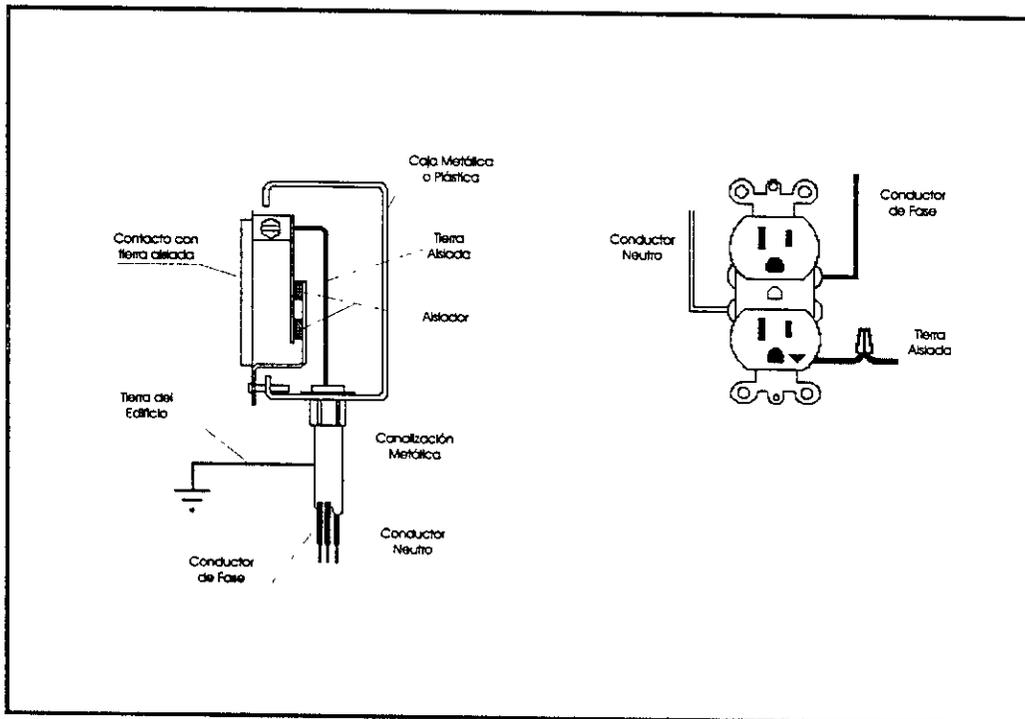


Figura 7-1 Contacto de tierra aislada

El conductor aislado de puesta a tierra se instala de la terminal de puesta a tierra del contacto regresando a la fuente de alimentación. Este se coloca en la misma canalización metálica con los conductores del alimentador y circuitos derivados de

este. La canalización metálica es entonces utilizada como el conductor de puesta a tierra para otros equipos diferentes a los contactos de tierra aislada, puesto que esta tiene puntos de contacto con tableros de distribución y tanto estos como los closets metálicos deben estar puestos a tierra. La razón de emplear contactos de tierra aislada y el conductor aislado de puesta a tierra es el ayudar a eliminar el ruido eléctrico producido, retornando todas las corrientes indeseables a la alimentación, el cual causa problemas en equipos de cómputo y otros equipos electrónicos. El ruido en una fuente de energía ocurre cuando existe una diferencia de potencial entre la tierra a la cual se refiere dicha fuente y la tierra a la cual el equipo consumidor de energía esta referido. Frecuentemente hay un acoplamiento resistivo o capacitivo entre los circuitos del equipo y sus gabinetes. La diferencia de potencial puede crearse cuando hay un flujo de corriente en el conductor de puesta a tierra del equipo, o a la tierra, entre el gabinete del equipo y la puesta a tierra de la fuente de alimentación.

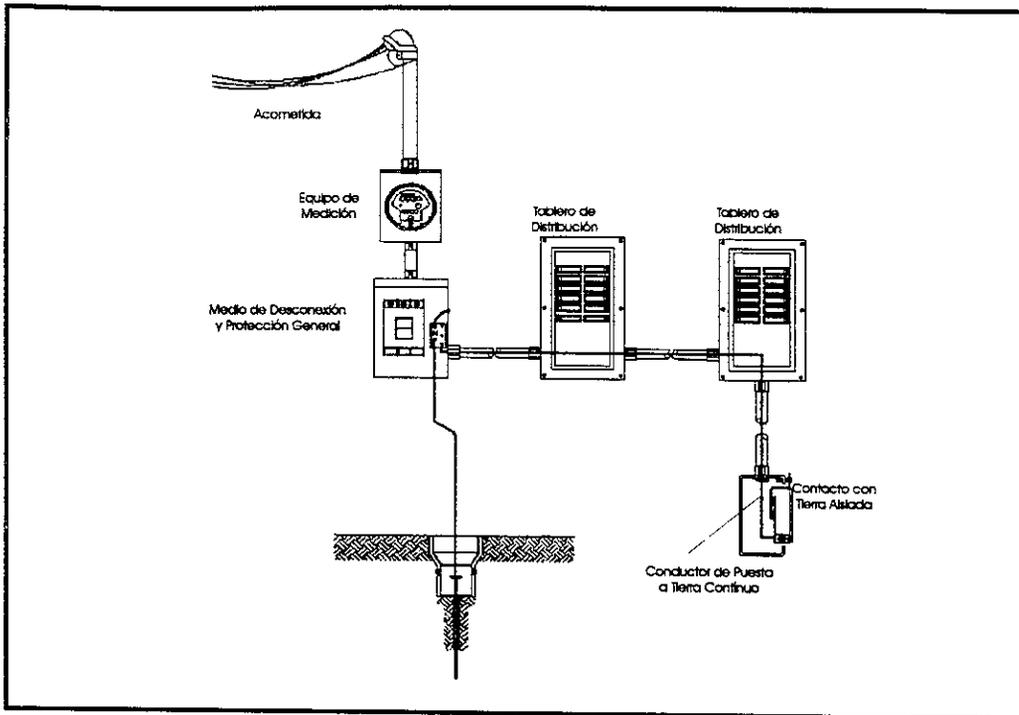


Figura 7-2 Instalación de un contacto de tierra aislada

Cuando se trata de instalaciones en pisos diferentes de un mismo edificio, se debe instalar un conductor de cobre aislado sumamente grueso para que sirva como un conductor del electrodo de puesta a tierra subiendo por el edificio para la puesta a tierra del sistema de cómputo y procesamiento de datos. La elevación del conductor es utilizada para establecer un electrodo de puesta a tierra común para los sistemas derivados separados sobre diferentes pisos.

Este conductor es conectado a un electrodo de puesta a tierra separado o al electrodo de puesta a tierra de la acometida. Cuando se conecta a un electrodo separado, este será puenteado al electrodo de la acometida. Donde el equipo

informático este interconectado sobre pisos diferentes, se establecerá el mismo punto de referencia a tierra sobre todos los pisos, objetivo de este conductor de diámetro amplio.

Es importante recordar que para prevenir corrientes de fuga continuas o corrientes circulantes que afecten las señales de computadoras y equipos similares para su correcta operación, es necesario mantener separado el sistema de tierras del sistema de datos del sistema de tierras de los componentes del equipo eléctrico y conectados juntos únicamente en un punto para tener la misma referencia. La tierra aislada es un requisito de seguridad en la transmisión de datos.

En lo que respecta al sistema de cableado de telecomunicaciones se requiere de una conexión a tierra apropiada. Aún cuando no hay necesidad inmediata para cerrar a tierra en el sistema de cableado, es una buena práctica el diseñar una infraestructura del conductor de tierra para soportar cualquier dispositivo o cableado que lo pueda requerir en el futuro. Para este fin, se debe correr un conductor a tierra desde cada closet de subdistribución hasta el closet de distribución principal. Obviamente el closet principal debe estar puesto a tierra.

En el caso que se usen cables con malla protectora en la red, el alambre de descarga de la malla se debe conectar al closet de distribución respectivo. El aspecto más importante que hay que entender, es que cualquier malla debe ser conectada en el extremo del closet solamente. Si la malla se conecta en ambos extremos, podría fluir corriente en la misma. Esta condición, conocida como un camino a tierra, tendría un efecto negativo en la malla. Esto es, el sistema funcionaría mejor sin esta.

En realidad hay muy pocas circunstancias donde se requiere la malla. Se recomienda que a menos que se esté enfrentando a condiciones extremas, tales como pisos de manufactura con equipos pesados, operaciones de plantas de soldadura, etc., debe evitarse el uso de los cables con malla ya que estos pueden causar más problemas de los que solucionan.

En lo concerniente a la regulación de esta práctica, existe el estándar ANSI/TIA/EIA-607 de “Requerimientos de Puesta a Tierra y Puenteado de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales” (Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications), del cual mencionamos las siguientes recomendaciones:

- El closet de telecomunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones.
- Debe haber un mínimo de dos contactos dobles de 110V C.A. dedicados aislados de 15 a 20 amperios.
- Los contactos deben estar dispuestos a 1.8 mts. de distancia uno de otro.
- Adicionales a estos contactos debe haber otros similares para herramientas, equipo de prueba, etc. Estos deben estar a 15 cms. Del nivel del piso y dispuestos a intervalos de 1.8 mts. alrededor del perímetro de las paredes.

Capítulo 7. Seguridad del sistema

- El closet de telecomunicaciones debe contar con una barra de puesta a tierra que a su vez debe estar conectada mediante un cable de mínimo 6 AWG con aislamiento verde al sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones.^{62 63}

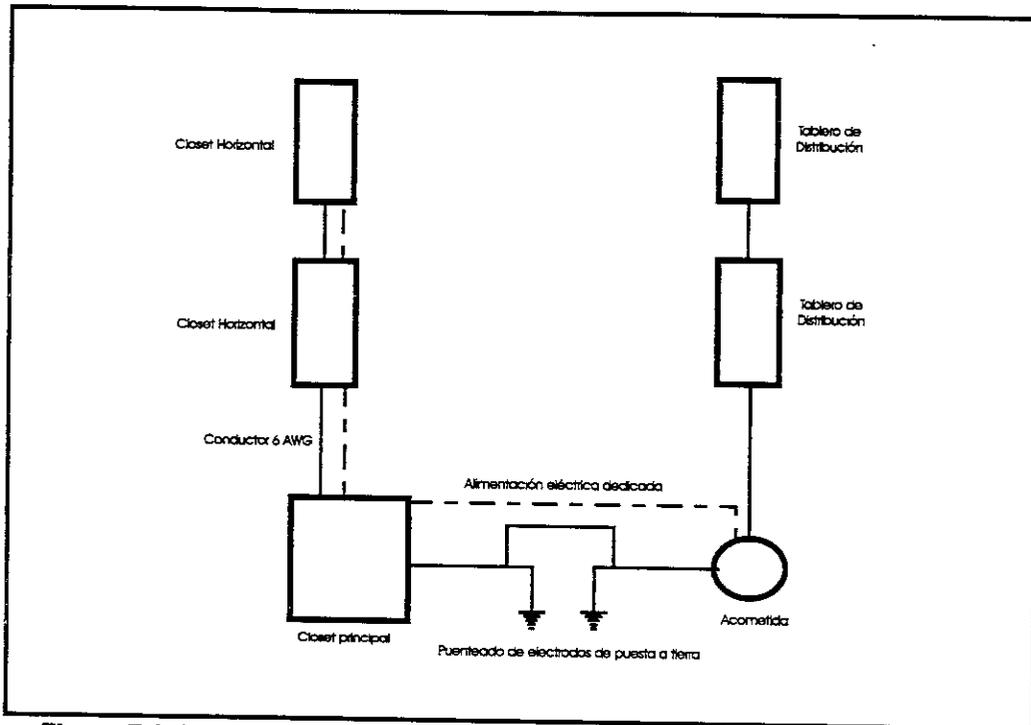


Figura 7-3 Arreglo de alimentación eléctrica en closets de telecomunicaciones

⁶² ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications. CD-ROM Revisión 1997.

⁶³ Velasco Solís, Jesús. Entendiendo el sistema de tierras. Págs. 11.28 – 11.36

VERIFICANDO EL
DESEMPEÑO DEL
CABLEADO.

PRUEBA DEL CABLEADO

8.1 Prueba del cableado con núcleo de cobre

8.2 Prueba de cableado de Fibra óptica

8. VERIFICANDO EL DESEMPEÑO DEL CABLEADO. PRUEBA DEL CABLEADO

Cuando se desarrolla un proyecto de cableado, normalmente se piensa que el trabajo culmina con la instalación de los outlets en los sitios de trabajo, lo cual es totalmente erróneo. Durante las jornadas de trabajo que involucra el implantar un sistema de cableado estructurado, los medios de transmisión, en este caso los diferentes tipos de cables empleados, pueden verse involucrados en situaciones en las cuales su composición física sufra algún deterioro o simplemente ser objeto de una inadecuada conectorización que afecte el rendimiento del sistema.

Con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de estos sistemas, es requisito obligatorio el aplicar una serie de pruebas al medio físico una vez que ha sido totalmente instalado. El objetivo de estas pruebas es el de asegurar tanto el correcto enlace físico como cuidar algunos factores inherentes a cada tipo de cable que pudieran afectar el flujo de información, además de detectar oportunamente posibles perturbaciones provocadas por equipos o instalaciones no vinculadas pero que ocupan espacios contiguos.

Al trabajar con diferentes tipos de cable, las pruebas aplicables a estos varían dependiendo de su constitución. Los conductores de núcleo de cobre requieren un número mayor de aspectos a comprobar que los de fibra óptica por las características físicas de cada uno de ellos, es decir, existen un mayor número de factores que afectan a un cable de cobre que a una fibra óptica.

Al ser los sistemas de cableado estructurado un concepto totalmente estandarizado, los diagnósticos aplicados a estos deben cumplir los requerimientos estipulados en los documentos respectivos de TIA/EIA: TSB-67 para cable UTP y TSB-72 para fibra óptica. A continuación citamos las pruebas aplicables a cada tipo de conductor.

8.1 Prueba del cableado con núcleo de cobre

Las pruebas aplicables a cableado con núcleo de cobre no contemplan el uso de cable coaxial, por lo cual no hay parámetros establecidos en este estándar aplicables a él, si bien es cierto que de contar con segmentos ya instalados de este tipo pueden aplicarse diagnósticos de continuidad, longitud e impedancia, principalmente. Por lo anterior, los siguientes párrafos se centran en el cableado basado en UTP.

Con la evolución de los sistemas de telecomunicaciones basados en cableado UTP se ha hecho presente la necesidad de un adecuado método de prueba para estos. El boletín TSB-67 (Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twister-Pair Cabling System) proporciona especificaciones para pruebas de campo después de terminada la instalación de cableados UTP diseñados de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones del TIA/EIA-568-A.

El desempeño total de los sistemas de cableado depende de los siguientes puntos:

- ◆ Características del cable.
- ◆ Hardware conectado.
- ◆ Patch cords y cables de interconexión.

- ◆ Número total de conexiones.
- ◆ Calidad de la instalación y prueba.

Los requerimientos especificados en el TSB-67 aplican a cableados en base a UTP 100Ω, 4 pares y hardware asociado al mismo, como lo especifica el ANSI/TIA/EIA-568-A. Este boletín también es usado para verificar cableado STP 100Ω, como lo contempla el mismo ANSI/TIA/EIA-568-A.

- Configuración de prueba

El TSB-67 define dos configuraciones de prueba: la configuración de prueba del canal y la configuración de prueba de un enlace básico.

- Configuración de prueba del canal

La configuración de prueba del canal es pensada para ser usada en la verificación del desempeño del canal en su totalidad. Los requerimientos de transmisión para el canal son basados en un modelo hecho bajo los siguientes elementos:

- ◆ Cableado horizontal con una longitud máxima de 90m.
- ◆ Un link cord del área de trabajo, un equipment cord y un patch cord del closet de telecomunicaciones, los cuales combinados no deben superar una longitud de 10m.
- ◆ Un outlet del sistema de telecomunicaciones.
- ◆ Una conexión de transición al área de trabajo.
- ◆ Hasta dos cruces de conexión en el closet de telecomunicaciones.

En todos los casos, la medición del NEXT debe ser verificada en ambos extremos del canal.

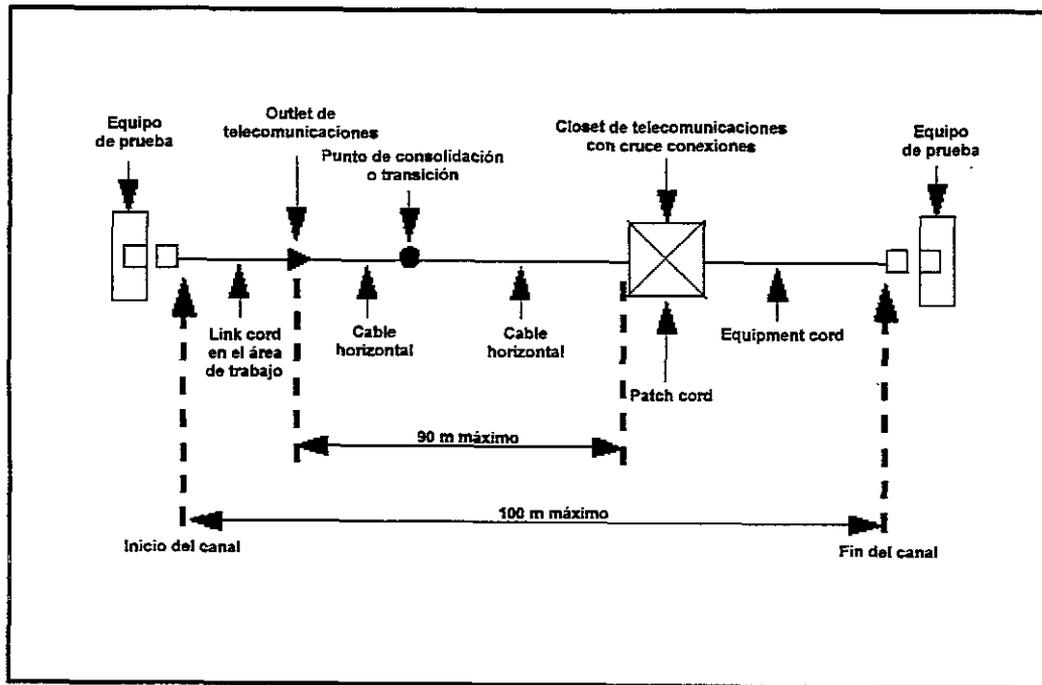


Figura 8-1 Configuración de prueba del canal

- Configuración de prueba de un enlace básico

La configuración de prueba de un enlace básico se planeó para ser usada en la verificación del rendimiento del cableado instalado de forma permanente. Los requerimientos de transmisión para el enlace básico están basados en un modelo que, de forma similar, se rige bajo los siguientes elementos:

- ◆ Cableado horizontal de hasta 90m de longitud.
- ◆ Una conexión en cada extremo del cable.

- ◆ Un cordón de la unidad principal de prueba a la conexión local con una longitud no mayor a 2m.
- ◆ Un cordón de la unidad remota de prueba a la conexión remota con una longitud no mayor a 2m.

En todos los casos, la medición del NEXT debe ser verificada en ambos extremos del enlace.

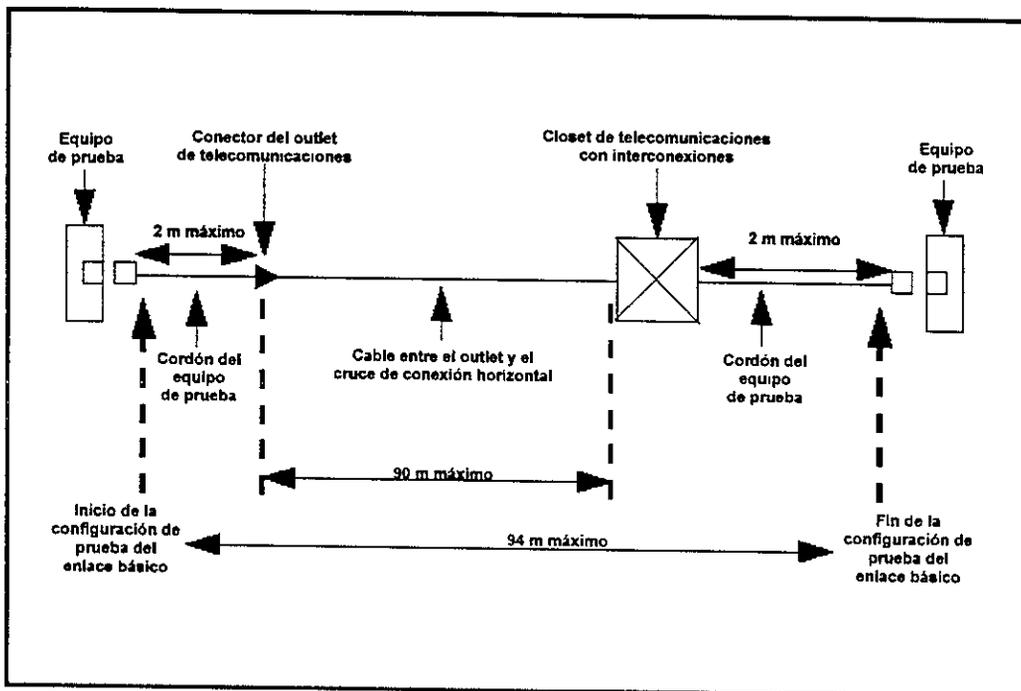


Figura 8-2 Configuración de prueba de un enlace básico

- Parámetros de prueba

Hay cuatro parámetros de prueba principales: mapeo del cable, longitud, pérdida por atenuación y pérdida NEXT. Otros parámetros que pueden ser de importancia

para determinadas aplicaciones de redes de telecomunicaciones, como son pérdida por retorno, interferencia y balance, están aún bajo estudio.

- Mapeo del cable

El mapeo del cable se realiza para verificar cada uno de los pares y su configuración en los conectores de terminación en los extremos del cable. Este es un excelente auxiliar para identificar errores al momento de conectorizar.

Para cada uno de los ocho conductores en el cable, el mapeo muestra lo siguiente:

- ◆ Continuidad con el extremo remoto.
- ◆ Cortos entre dos o más conductores.
- ◆ Pares cruzados.
- ◆ Pares instalados en posición inversa.
- ◆ Pares abiertos.
- ◆ Algunas otras fallas en los conductores.

- Longitud

Para este efecto es necesario considerar tanto la longitud física como la eléctrica del cable.

La longitud física de un canal o de un enlace básico es la suma de las longitudes individuales de los segmentos entre los puntos extremos. La longitud física puede ser determinada de las formas siguientes:

- ◆ Medición física de la longitud del cable.

- ◆ Por marcas que especifican la longitud en el cable.
- ◆ Estimada por una medición eléctrica de la longitud.

La máxima longitud física de un canal es 100m, incluyendo patch cords y link cords. La máxima longitud física de un enlace básico es 94m, esto incluye los cordones del equipo de prueba.

Debido a que los alambres están trenzados por pares, la longitud física de los pares de alambres es más grande que la correspondiente al cable del cual forman parte. Por simplicidad y consistencia, la longitud generalmente se refiere a la que posee el cable.

La longitud eléctrica de un canal o de un enlace básico es derivada del retardo de propagación de una señal eléctrica. Esta medición es dependiente del trenzado de los pares y del material dieléctrico.

- Atenuación

La atenuación es una medición de pérdida de señal. Para determinar el comportamiento del cableado en relación a este aspecto, el TSB-67 ha publicado una escala de valores permisibles en diferentes circunstancias para pruebas de verificación en el canal o en un enlace básico.

La atenuación del medio de comunicación es el total de las atenuaciones combinadas de todos los dispositivos conectados al mismo.

Frecuencia (MHz)	Básico Aten (dB)	Canal Aten (dB)
1.0	2.1	2.5
4.0	4.0	4.5
8.0	5.7	6.3
10.0	6.3	7.0
16.0	8.2	9.2
20.0	9.2	10.3
25.0	10.3	11.4
31.25	11.5	12.8
62.5	16.7	18.5
100.0	21.6	24.0

Figura 8-3 Tabla de atenuación para cable categoría 5

- Pérdida NEXT

La pérdida NEXT es una medición de señales de interferencia de un par a otro en un cable UTP. Una señal de entrada balanceada es aplicada a un par mientras se inducen diferentes señales en otro par para medir su comportamiento. Todos los pares combinados deben de ser verificados para asegurar la integridad del sistema. De igual forma que la atenuación, para la medición del NEXT existe una tabla de valores de referencia publicada por el TSB-67.

Como información complementaria es importante señalar que tanto la cubierta del cable como el trenzado de los pares influyen notablemente en la aplicación de esta prueba. Por ello se deben seguir las indicaciones para este efecto que el estándar menciona.

Frecuencia (MHz)	Básico NEXT(dB)	Canal NEXT(dB)
1.0	60.0	60.0
4.0	51.8	50.6
8.0	47.1	45.6
10.0	45.5	44.0
16.0	42.3	40.6
20.0	40.7	39.0
25.0	39.1	37.4
31.25	37.6	35.7
62.5	32.7	30.6
100.0	29.3	27.1

Figura 8-4 Tabla NEXT para cable categoría 5

- Reporte de prueba y exactitud

Cada prueba realizada dará como resultado "Pass" o "Fail". Este resultado es determinado por los límites permisibles en los parámetros a ser verificados. Los resultados de la prueba son marcados con un asterisco (*) si estos son cercanos a los límites de prueba que la exactitud del equipo de medición permite.

Los resultados individuales de los parámetros verificados se unen para determinar la conclusión de la prueba del sistema. Si alguna prueba indica “Fail” o “Fail*” el resultado del diagnóstico es “Fail”.

La exactitud de una prueba es la diferencia entre el valor indicado por el equipo de prueba y el valor actual. Todos los reportes realizados por el equipo de prueba deben tener una exactitud especificada.⁶⁴

8.2 Prueba de cableado de Fibra óptica

La prueba de atenuación es la única requerida para un sistema de fibra óptica. Esta se lleva a cabo empleando un medidor de intensidad y una fuente de luz. El método de medición de atenuación de la fibra óptica está compuesto de tres pasos.

Antes de iniciar la descripción de este procedimiento es importante señalar que las pruebas se deben realizar a las dos longitudes de onda de 850nm y 1300nm para el caso de las fibras ópticas multimodo con el fin de cumplir los requerimientos de los estándares de ANSI/TIA/EIA.

Paso 1

Se coloca una conexión de fibra óptica del medidor a la fuente de luz seleccionando una longitud de onda específica.

El valor obtenido (VR1) se registra.

⁶⁴ BiCSi. LAN Desing Manual on CD-ROM. 1997.

Una vez terminada la medición no se debe retirar la conexión ya que se podría perder la calibración del medidor.

Paso 2

Se coloca una segunda conexión en la entrada del medidor y se une con la primer conexión que aún se encuentra en la fuente de luz por medio de un acoplador.

De aquí se obtiene una segunda lectura (VR2). Para continuar con la prueba:

$VR1 - VR2 \leq 1\text{dB}$, de lo contrario es necesario reemplazar la segunda conexión.

Paso 3

Se procede a situar la fuente en un extremo del enlace y el medidor del otro, conservando cada uno una de las conexiones empleadas para su calibración. El valor de la medición debe de estar comprendido dentro de las especificaciones marcadas en el cuadro siguiente:⁶⁵

λ	Atenuación máx.	Anch. de banda mín.
850nm	3.75dB/km	160 MHz – km
1300nm	1.5dB/km	500 MHz – km

Figura 8-5 Tabla de atenuación aplicable a fibra óptica

⁶⁵ BiCSi. LAN Desing Manual on CD-ROM. 1997.

DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA

9. DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA

Al llegar a esta fase del proyecto de un sistema de cableado estructurado, se cuenta con toda la instalación física funcionando correctamente, lo cual es respaldado por las pruebas aplicadas a cada tipo de cable empleado y que han sido registradas e impresas por un equipo de medición específico para este fin.

El siguiente paso es obtener la certificación, por una instancia competente, de toda nuestra labor, con la finalidad de garantizar al cliente la completa integridad del sistema que ha solicitado.

Esta instancia son instituciones avaladas por los organismos internacionales que establecen los estándares aplicables a los sistemas de cableado estructurado (ANSI/TIA/EIA), y que cuentan con las facultades de determinar si una solicitud de certificación es otorgada o no.

Para la realización de esta evaluación, la compañía instaladora debe presentar un reporte por escrito en el cual detalle los siguientes aspectos:

- Solicitud del cliente

En este se hace referencia a las necesidades expuestas por el cliente. Aquí se debe puntualizar con qué infraestructura se cuenta, tanto en el área de telecomunicaciones como en lo referente a la distribución física del inmueble.

el uso de la instalación solicitada, el medio de comunicación al exterior (si se requiere), y por último el hardware que se integrará al sistema.

- Documentación proporcionada por el cliente

Consta básicamente de los planos arquitectónico, mecánico, eléctrico, estructural y de lugar del inmueble.

- Propuesta de la compañía instaladora

Una vez que ha sido analizada la información proporcionada por el cliente, la compañía encargada de la instalación del cableado emite una sugerencia de la solución óptima para cubrir las necesidades planteadas. Aquí se debe destacar la descripción de la red propuesta, es decir, la topología a implementar, la distribución de los canales de comunicación, el tipo de cable y materiales a ser usados y finalmente los estándares a los cuales se apega la totalidad del proyecto.

- Plano de la instalación

Se desarrolla por parte del diseñador un plano del sistema de cableado. En él se indican los cuartos de equipo, closets de telecomunicaciones, salidas en áreas de trabajo, ductos horizontales y rutas verticales, etc. Se debe poner atención en emplear la simbología adecuada para evitar cualquier tipo de confusión.

- Formatos de certificación

Las instituciones facultadas para este fin cuentan con un formato especializado, en el cual se indican a detalle todos los pormenores de la instalación, como son los datos de la compañía que solicita la certificación, el personal que realizó el diseño e instalación con su respectivo número de registro, los materiales empleados (tipo, marca, número de parte, número de piezas, ubicación), la identificación de todos los elementos contenidos en cada uno de las partes componentes del sistema así como su identificación y, lo más importante, la aprobación de garantía y la carta de registro de la solicitud.

- Reporte de certificación del equipo de prueba

Consiste en los listados proporcionados por los instrumentos de medición empleados para verificar la integridad del sistema instalado.

El informe del dictamen es enviado a la compañía solicitante aproximadamente 30 días después de su registro.

Como se puede observar, la realización de este reporte requiere de personal especializado en el área. Las instituciones que realizan las certificaciones exigen que los diseñadores e instaladores encargados del proyecto cuenten con instrucción que los autorice para realizar estas tareas.

Por último, anexamos a continuación algunos de los formatos requeridos para la certificación de una instalación por la compañía PANDUIT, además de un reporte de certificación obtenido de un equipo de medición marca PENTASCANNER+.⁶⁶

⁶⁶ ANIXTER Centro de Capacitación Tecnológica. Cableado Estructurado. Sección Certificación.

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

Nombre del Proyecto. Ejemplo Número Uno
Registro No. _____ Fecha de Registro 24 Mayo 1995
(Proporcionado por PANDUIT)

El integrador certifica que la instalación a sido diseñada, instalada y probada de acuerdo con los requisitos del programa Certification PlusSM y cumple con todos los estándares de EIA/TIA desde esta fecha:

Instalador: _____ **Certificado No.:** _____
Dirección _____
Ciudad / Estado _____
Teléfono _____

Responsable de
Firma: _____ Fecha: _____
Puesto _____

RCDD o equivalente.

Nombre: _____ Fecha _____
Firma _____ RCDD Registro No. _____

Instalado y probado:

Nombre: _____ Fecha _____
Firma. _____
Número de nodos _____
Probador utilizado (Marca, Modelo, No. de serie) Pentascaner + , Microtest

Aprobado por RCDD

Firma: _____
Nombre del Proyecto _____

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

Compañía: _____
Dirección _____
Cuidad _____
Estado, C.P. _____
Teléfono _____ Fax: _____

Descripción de la red (e.g.: Cableado horizontal Cat3 planta X, 4 closets, etc)
incluir diagramas.

TIA/EIA TSB-67 Prueba básica TIA/EIA TSB-67 Prueba de canal

Estándares:

Esta instalación y su documentación cumple con:

TIA/EIA 568-A TIA/EIA 606 TIA/EIA TSB-67
 TIA/EIA 569 Guía de instalación de productos Certification PlusSM

Anexar impresión completa del probador para las pruebas realizadas

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

TIA /EIA 606 Registro del Cable
EJEMPLO CABLE HORIZONTAL

Información Requerida	Datos		Comentarios
Identificador del Cable	C0001		Identificador del cable C0001
Tipo de Cable	4 pr. UTP. Categoría 3		
Pares no terminados	0		Lista de los pares no terminados
Pares Dañados	0		Lista de los pares dañados
Pares Disponibles	0		Lista de los pares disponibles
Uniones Requeridas	Terminación 1	Terminación 2	
Terminación Par, Registro Posición			los 4 pares
Pr 1-4	J0001	3A-C17-001	terminados en estas dos
			posiciones.
Registro derivaciones	N/A		No Aplica
Registro Vías	CD34		Conduit 34
Registro Tierras	N/A		No Aplica
Información Opcional			
Longitud del cable	50 Mts.		
UPC	N/A		Universal Product Code
Dueño	Ocupante uno		
Información Miscelanea			
Otras Uniones			
Registro 1			
Registro de equipo	PC1584		Union al equipo PC1584

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

TIA /EIA 606 Registro del Cable
EJEMPLO CABLE PRINCIPAL (Backbone)

Información Requerida	Datos		Comentarios
Identificador del Cable	CB02		Identificador del cable CB02 (cobre backbone 02)
Tipo de Cable	100 pr. CMR, UTP, Categoría 5		
Pares no terminados	0		Lista de los pares no terminados
Pares Dañados	0		Lista de los pares dañados
Pares Disponibles	0		Lista de los pares disponibles
Uniones Requeridas	Terminación 1	Terminación 2	
Terminación Par, Registro Posición			
Pr 1-4	C4-R6-001	3A-A17-001	4 pares terminados
Pr 5-8	C4-R6-002	3A-A17-002	en cada posición
Pr 9-12	C4-R6-003	3A-A17-003	de un Patch Panel
Pr 13-16	C4-R6-004	3A-A17-004	
Pr 17-20	C4-R6-005	3A-A17-005	
Pr 21-24	C4-R6-006	3A-A17-006	
Pr 25-28	C4-R6-007	3A-A17-007	
Pr 29-32	C4-R6-008	3A-A17-008	
Pr 33-36	C4-R6-009	3A-A17-009	
...	
Pr 97-100	C4-R6-025	3A-A17-025	
Registro derivaciones	N/A		No Aplica
Registro Vías	SL02-05		Sleeve SL02-05
Registro Tierras	N/A		No Aplica
Información Opcional			
Longitud del cable	23 Mts.		
UPC	N/A		Universal Product Code
Dueño	Ocupante		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

	uno	
Información Miscelanea		
Otras Uniones		
Registro 1		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

TIA /EIA 606 Registro del Cable
EJEMPLO CABLE PRINCIPAL de Fibra (Backbone)

Información Requerida	Datos		Comentarios
Identificador del Cable	F16		Identificador del cable
			Fibra Optica F16
Tipo de Cable	12 strand. OFNR.		Descripcion Fisica
Pares no terminados	0		Lista de los pares no terminados
Pares Dañados	0		Lista de los pares dañados
Pares Disponibles	4, 5, 6		Lista de los pares disponibles
Uniones Requeridas	Terminación 1	Terminación 2	
Terminación Par, Registro Posición			
Pr 1	B101-01-A1	4A-01-A1	Terminados con Conectores Duplex
Pr 2	B101-01-A2	4A-01-A2	
Pr 3	B101-01-A3	4A-01-A3	
Pr 4	B101-01-B1	4A-01-B1	
Pr 5	B101-01-B2	4A-01-B2	
Pr 6	B101-01-B3	4A-01-B3	
Registro derivaciones	N/A		No Aplica
Registro Vías	SL02-05		Sleeve SL02-05
Registro Tierras	N/A		No Aplica
Información Opcional			
Longitud del cable	30 Mts.		
UPC	N/A		Universal Product Code
Dueño	Ocupante uno		
Información Miscelanea			
Otras Uniones			
Registro 1			

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

TIA /EIA 606 Registro del Cable
Registro de las posiciones de terminación
PATCH PANEL DE FIBRA OPTICA

Información Requerida	Datos	Comentarios
Identificador de la posición de terminación	B101-01-A1	Espacio B101- Panel 01- Posición A1
Tipo de terminación	Duplex	
Código del usuario		Solo en Area de Trabajo
Numero de pares/conductores del cable	1	1 Par
Uniones requeridas		
Uniones de cable	F16	Identificador del Cable
Otra posición de terminación, registro 1	4A-01-A1	Espacio 4A- Patch panel 01- Posición A1
Otra posición de terminación, registro 2	N/A	Para interconexio es
Registro de terminación en Hardware	B101-01	
Registro del espacio	B101	
Información Opcional		
Tipo de señal	TR3	Token Ring 3
Tipo de interconexión	Patch cord Duplex	
Información miscelanea		
Atenuacion	1 2 dB 850nm	
Otras uniones		
Otro registro 1		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

TIA /EIA 606 Registro del Cable
Registro de las posiciones de terminación
PATCH PANEL UTP

Información Requerida	Datos	Comentarios
Identificador de la posición de terminación	3A-c17-005	Closet 3A - Patch panel c17 Posición 005
Tipo de terminación	Desplazamiento de Aislante	
Código del usuario	N/A	Solo en Area de Trabajo
Numero de pares/conductores del cable	1-4	1 cable 4 Pares
Uniones requeridas		
Uniones de cable	C011	Identificador del Cable
Otra posición de terminación, registro 1	J011	
Otra posición de terminación, registro 2	3A-A17-001	Closet 3A- Patch panel A17 Posición 001
Registro de terminación en Hardware	3A-C17	
Registro del espacio	3A	
Información Opcional		
Tipo de señal	Voice	
Tipo de interconexión	Patch cord Cat3	
Información miscelanea		
Otras uniones		
Otro registro 1		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

TIA /EIA 606 Registro del Cable
Registro de las posiciones de terminación
Placa de Salida

Información Requerida	Datos	Comentarios
Identificador de la posición de terminación	J011	Placa de pared 011
Tipo de terminación	T-568-A	
Código del usuario	8021	Extencion #, Nodo #
Numero de pares/conductores del cable	1-4	1 Cable 4 Pares
Uniones requeridas		
Uniones de cable	C11	Identificador del Cable
Otra posición de terminación, registro 1	3A-C17-005	Closet 3A - Patch Panel c17 Posición 005
Otra posición de terminación, registro 2	3A-A17-001	Para interconexiones
Registro de terminación en Hardware	N/A	En Area de Trabajo
Registro del espacio	D307	Oficina D307
Información Opcional		
Tipo de señal	Voz	
Tipo de interconexión	N/A	
Informacion miscelanea		
Atenuación		
Otras uniones		
Otro registro 1		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

Registro de terminaciones en hardware
Patch Panel de Fibra Óptica

Información Requerida	Datos	Comentarios
Identificador de la terminación en hardware	B101-01	Patch Panel B101-01
Terminación tipo	FOPP-12	Panel de 12 posiciones
Posiciones dañadas	Ninguna	
Enlaces requeridos		
Terminación Posición registro 1	B101-01-A1	Fibra Terminada con conectores Duplex
Terminación Posición registro 2	B101-01-A2	
Terminación Posición registro 3	B101-01-A3	
Terminación Posición registro 4	B101-01-B1	
Terminación Posición registro 5	B101-01-B2	
Terminación Posición registro 6	B101-01-B3	
Registro del espacio	B101	
Registro de tierras	N/A	
Información Opcional		
Protección	N/A	
Información miscelanea		
Otras uniones		
Otro registro 1		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

Registro de terminaciones en hardware
Patch Panel UTP

Información Requerida	Datos	Comentarios
Identificador de la terminación en hardware	3A-C17	Patch Panel 3A-C17
Terminación tipo	Desplazamiento de Aislante	
Posiciones dañadas	Ninguna	
Enlaces requeridos		
Terminación Posición registro 1	3A-C17-001	Cable terminado en grupos de 4 Pares
Terminación Posición registro 2	3A-C17-005	
Terminación Posición registro 3	3A-C17-009	
Terminación Posición registro 4	3A-C17-0013	
Terminación Posición registro 5	3A-C17-0017	
Terminación Posición registro n	
Registro del espacio	3A	
Registro de tierras	N/A	
Información Opcional		
Protección	N/A	
Información miscelanea		
Otras uniones		
Otro registro 1		

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

Aprobación de Garantía

Panduit / <Fabricante del Cable>, se complace en otorgar la garantía anexa por lo siguiente:

Instalador:

Compañía _____
Dirección _____

Contacto _____
Puesto _____
Teléfono _____

Instalación:

Compañía _____
Lugar: _____
Dirección _____

Contacto _____
Puesto _____
Teléfono _____

Aprobación de Panduit

Nombre _____
Puesto _____

Registro # _____ Fecha _____

Certification PlusSM
Formato para la Documentación de Instalación.

Carta de Registro

Fecha:

<Nombre y dirección del instalador>

Estimado Instalador.

Por medio de la presente Panduit se complace en otorgar

INSTER. S.A DE C.V
 PENTASCANNER+ CABLE CERTIFICATION REPORT
 10BASE-T Autotest

Circuit ID:	Yves R-48D	Date:	24 Mar 98
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP
Link Performance:		NVP:	72
Owner:	ING.OCTAVIO PADILLA	Gauge:	
Serial Number:	38P97EB0062	Manufacturer:	
Inj. Ser. Num:	38T95D00569	Connector:	
SW Version:	V04.40	User:	

Building:		Floor:	
Closet:			
Rack:		Hub:	
Slot:		Port:	

Test	Expected Results	Actual Test Results				
Wire Map	Near: 123 6 Far: 123 6	Near: 12345678	Cable Skew (nS):3 Far: 12345678			
		Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78	
Length	m 0.0 - 100.0	33.6	34.2			
Prop. Delay	nS 0 - 570	155	158			
Impedance	ohms 80 - 125	107	105			
Resistance	ohms 0.0 - 18.8	5.7	6.0			
Capacitance	pF 10 - 6600	1534	1590			
Attenuation	dB	1.8	1.9			
@Freq	MHz	10.0	10.0			
Limit:	dB Fixed	11.5	11.5			
PENTA Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78	45/78
NEXT Loss	dB 49.9					
Freq(5.0-10.0)	MHz 9.9					
Limit: IEEE	+0.0 dB 26.0					
Active ACR	dB 48.0					
Frequency	MHz 10.0					
Limit: Derived	dB 14.5					
INJ Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78	45/78
NEXT Loss	dB 50.1					
Freq(5.0-10.0)	MHz 9.9					
Limit: IEEE	+0.0 dB 26.0					
Active ACR	dB 48.2					
Frequency	MHz 10.0					
Limit: Derived	dB 14.5					

Signature: _____

Date: _____

INSTER. S.A DE C.V
 PENTASCANNER+ CABLE CERTIFICATION REPORT
 10BASE-T Autotest

Circuit ID:	Yves R-49D	Date:	24 Mar 98
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP
Link Performance:		NVP:	72
Owner:	ING.OCTAVIO PADILLA	Gauge:	
Serial Number:	38P97EB0062	Manufacturer:	
Inj. Ser. Num:	38T95D00569	Connector:	
SW Version:	V04.40	User:	

Building:	Floor:
Closet:	
Rack:	Hub:
Slot:	Port:

Test	Expected Results	Actual Test Results			
<hr/>					
Wire Map	Near: 123 6 Far: 123 6	Near: 12345678	Cable Skew (nS):4		
		Far: 12345678			
<hr/>					
		Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78
<hr/>					
Length	m 0.0 - 100.0	49.3	50.2		
Prop. Delay	nS 0 - 570	228	232		
Impedance	ohms 80 - 125	106	104		
Resistance	ohms 0.0 - 18.8	8.2	8.5		
Capacitance	pF 10 - 6600	2252	2316		
Attenuation	dB	2.7	2.7		
@Freq	MHz	10.0	10.0		
Limit:	dB Fixed	11.5	11.5		
<hr/>					
PENTA Pair Combinations		12/36	12/45	12/78	36/45
					36/78
					45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB	55.4			
Freq(5.0-10.0)	MHz	8.5			
Limit: IEEE	+0.0 dB	27.1			
<hr/>					
Active ACR	dB	54.7			
Frequency	MHz	10.0			
Limit: Derived	dB	14.5			
<hr/>					
INJ Pair Combinations		12/36	12/45	12/78	36/45
					36/78
					45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB	57.1			
Freq(5.0-10.0)	MHz	8.5			
Limit: IEEE	+0.0 dB	27.1			
<hr/>					
Active ACR	dB	59.4			
Frequency	MHz	10.0			
Limit: Derived	dB	14.5			
<hr/>					

Signature: _____ Date: _____

INSTER. S.A DE C.V
 PENTASCANNER+ CABLE CERTIFICATION REPORT
 10BASE-T Autotest

Circuit ID:	Yves R-50D	Date:	24 Mar 98
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP
Link Performance:		NVP:	72
Owner:	ING.OCTAVIO PADILLA	Gauge:	
Serial Number:	38P97EB0062	Manufacturer:	
Inj. Ser. Num:	38T95D00569	Connector:	
SW Version:	V04.40	User:	

Building:	Floor:
Closet:	
Rack:	Hub:
Slot:	Port:

Test	Expected Results	Actual Test Results			
<hr/>					
Wire Map	Near: 123 6 Far: 123 6	Near: 12345678 Cable Skew (nS):3 Far: 12345678			
<hr/>					
		Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78
<hr/>					
Length	m 0.0 - 100.0	49.7	50.4		
Prop. Delay	nS 0 - 570	230	233		
Impedance	ohms 80 - 125	107	104		
Resistance	ohms 0.0 - 18.8	8.2	8.5		
Capacitance	pF 10 - 6600	2275	2316		
Attenuation	dB	2.7	2.7		
@Freq	MHz	10.0	10.0		
Limit:	dB Fixed	11.5	11.5		
<hr/>					
PENTA Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78 45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB 52.3				
Freq(5.0-10.0)	MHz 8.5				
Limit: IEEE	+0.0 dB 27.1				
Active ACR	dB 57.9				
Frequency	MHz 10.0				
Limit: Derived	dB 14.5				
<hr/>					
INJ Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78 45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB 53.1				
Freq(5.0-10.0)	MHz 8.7				
Limit: IEEE	+0.0 dB 26.9				
Active ACR	dB 63.8				
Frequency	MHz 10.0				
Limit: Derived	dB 14.5				
<hr/>					

Signature: _____ Date: _____

INSTER. S.A DE C.V
 PENTASCANNER+ CABLE CERTIFICATION REPORT
 10BASE-T Autotest

Circuit ID:	Yves R-51D	Date:	24 Mar 98
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP
Link Performance:		NVP:	72
Owner:	ING.OCTAVIO PADILLA	Gauge:	
Serial Number:	38P97EB0062	Manufacturer:	
Inj. Ser. Num:	38T95D00569	Connector:	
SW Version:	V04.40	User:	

Building:	Floor:
Closet:	
Rack:	Hub:
Slot:	Port:

Test	Expected Results	Actual Test Results			
<hr/>					
Wire Map	Near: 123 6 Far: 123 6	Near: 12345678	Cable Skew (nS):3		
		Far: 12345678			
<hr/>					
		Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78
<hr/>					
Length	m 0.0 - 100.0	49.2	50.0		
Prop. Delay	nS 0 - 570	228	231		
Impedance	ohms 80 - 125	107	104		
Resistance	ohms 0.0 - 18.8	8.2	8.5		
Capacitance	pF 10 - 6600	2263	2316		
Attenuation	dB	2.6	2.7		
@Freq	MHz	10.0	10.0		
Limit:	dB Fixed	11.5	11.5		
<hr/>					
PENTA Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78 45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB 52.8				
Freq(5.0-10.0)	MHz 8.5				
Limit: IEEE	+0.0 dB 27.1				
<hr/>					
Active ACR	dB 54.5				
Frequency	MHz 10.0				
Limit: Derived	dB 14.5				
<hr/>					
INJ Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78 45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB 53.9				
Freq(5.0-10.0)	MHz 8.3				
Limit: IEEE	+0.0 dB 27.2				
<hr/>					
Active ACR	dB 55.9				
Frequency	MHz 10.0				
Limit: Derived	dB 14.5				
<hr/>					

Signature: _____

Date: _____

INSTER. S.A DE C.V
 PENTASCANNER+ CABLE CERTIFICATION REPORT
 10BASE-T Autotest

Circuit ID:	Yves R-52D	Date:	24 Mar 98
Test Result:	PASS	Cable Type:	Cat 5 UTP
Link Performance:		NVP:	72
Owner:	ING.OCTAVIO PADILLA	Gauge:	
Serial Number:	38P97EB0062	Manufacturer:	
Inj. Ser. Num:	38T95D00569	Connector:	
SW Version:	V04.40	User:	

Building:	Floor:
Closet:	
Rack:	Hub:
Slot:	Port:

Test	Expected Results	Actual Test Results			
<hr/>					
Wire Map	Near: 123 6 Far: 123 6	Near: 12345678 Cable Skew (nS):4 Far: 12345678			
<hr/>					
		Pr 12	Pr 36	Pr 45	Pr 78
<hr/>					
Length	m 0.0 - 100.0	49.7	50.5		
Prop. Delay	nS 0 - 570	230	234		
Impedance	ohms 80 - 125	108	106		
Resistance	ohms 0.0 - 18.8	8.2	8.5		
Capacitance	pF 10 - 6600	2266	2328		
Attenuation	dB	2.8	2.8		
@Freq	MHz	10.0	10.0		
Limit:	dB Fixed	11.5	11.5		
<hr/>					
PENTA Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78 45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB 56.7				
Freq(5.0-10.0)	MHz 8.5				
Limit: IEEE	+0.0 dB 27.1				
Active ACR	dB 56.0				
Frequency	MHz 10.0				
Limit: Derived	dB 14.5				
<hr/>					
INJ Pair Combinations	12/36	12/45	12/78	36/45	36/78 45/78
<hr/>					
NEXT Loss	dB 58.7				
Freq(5.0-10.0)	MHz 8.5				
Limit: IEEE	+0.0 dB 27.1				
Active ACR	dB 56.8				
Frequency	MHz 10.0				
Limit: Derived	dB 14.5				
<hr/>					

Signature: _____

Date: _____

10. COMENTARIOS

En la actualidad, es común el encontrarnos con sistemas de telecomunicaciones por la mayoría de los caminos en que transitamos. Con la creciente demanda de información imperante hoy en día, es necesario contar con la infraestructura que nos permita obtenerla a la brevedad con el fin de ser más competitivos. Es por ello que la implementación de sistemas de cableado estructurado, diseñados apropiadamente, tienen tanta importancia como el contar con un suministro de energía eléctrica confiable.

El cableado estructurado es hoy en día la solución más óptima para lograr la completa administración de los flujos de información en cualquier entidad. Al adoptar este tipo de sistemas estamos asegurando la posibilidad de migrar a nuevas tecnologías sin la necesidad de costos importantes en infraestructura. ¿Cómo se logra esto?, muy fácil. Uno de los elementos de mayor relevancia es que cada una de sus partes está estrictamente regulada por una serie de estándares avalados internacionalmente. Esta estandarización permite la integración de diferentes medios para soportar toda clase de tráfico, y controlar los procesos y sistemas de administración de un edificio. Es así que al ser flexible el sistema se logra incorporar nuevos servicios a la red ya existente y modificar la administración interna sin por ello perder la eficiencia ni el nivel de los servicios disponibles.

Si bien es cierto que lo que se busca es el hacer una inversión duradera en este campo, sin que por ello sea la *más económica*, otro factor de suma importancia que también esta en juego es la administración de los recursos. Consideramos que es vital el entender que una eficaz aplicación de tecnología requiere *ineludiblemente* una estricta y óptima administración. De nada sirve el gran esfuerzo realizado por cientos de ingenieros en la obtención de productos que cuenten con las *más avanzadas* características técnicas si ellos no han de ser aprovechados adecuadamente. Con esto queremos decir que la inadecuada administración de los recursos con los que disponemos para la realización de un proyecto puede llevarnos a generar gastos no justificables o simplemente a un sistema deficiente.

En el capítulo correspondiente al diseño del sistema quedó de manifiesto lo complejo que puede tornarse el emplear los principios administrativos en una aplicación de ingeniería. La planeación, organización, dirección y control, quedan representados en las etapas necesarias para el correcto diseño de un proyecto. No debemos olvidar como ingenieros que no basta con tener los conocimientos técnicos o teóricos de como operan todos aquellos elementos con los que nos relacionamos en nuestro campo de trabajo, hay que considerar como interactúan estos con su entorno, porque al final de todo análisis encontramos que siempre estamos tratando con sistemas y no con entes aislados. Abordando el tema del presente trabajo, no es suficiente el dominar perfectamente los requerimientos de cada uno de los estándares aplicables, debido a que ellos constituyen solo una parte del sistema que es el

cableado estructurado, y que precisamente esta conceptualización es lo que da origen a desarrollar sistemas abiertos que permitan una adecuada relación y administración de los recursos a través de un enfoque modular.

El éxito del cableado estructurado actualmente se basa principalmente en su administración. Si bien es cierto que esta administración se sustenta en la adecuada selección de la tecnología a ser empleada además del apego a las normas especificadas para este fin, el contar con un sistema que facilite la disponibilidad de servicios sin perder de vista la eficiencia de estos se traduce en ahorros substanciales y por lo tanto en una mayor productividad, aspecto sumamente importante en el mundo actual.

La modularidad permite un adecuado control de los recursos. Cada módulo es diseñado independientemente sin olvidar su relación con el exterior. Así, cuando el sistema esta operando cada uno de ellos se enlaza con el grupo y cumple funciones específicas: distribuir recursos en forma horizontal, en cada piso del edificio, en conectar a cada usuario con los recursos que requiere, etc., y de llegar a producirse alguna falla, el problema se detecta rápidamente y es corregido en poco tiempo, es decir, las fallas se pueden aislar fácilmente.

Definitivamente, este tipo de aplicación no es la más económica. La adquisición de equipo y materiales que cumplan con características técnicas específicas nos lleva a realizar un desembolso mayor. Lo importante aquí es analizar el impacto a largo plazo y no a corto plazo. Podemos solucionar nuestras necesidades de conectividad

con opciones tradicionales de cableado que evidentemente requieren menores recursos económicos, pero cuando sea necesario migrar a nuevas tecnologías tendremos un gasto considerable. Y decimos gasto porque este tipo de soluciones se traducen en eso precisamente, en gastos, un costo económico que difícilmente nos proporcionará beneficios reales. Sin embargo, bajo la perspectiva del cableado estructura todo se traduce en una inversión que por sí misma se justifica, o justificará, conforme las adecuaciones para implantar nuevas tecnologías se hagan presentes.

Con lo anterior no queremos expresar que el sistema con mayor costo es el mejor. Evidentemente, el tipo de medio a seleccionar dependerá de las aplicaciones y de las características del entorno físico. No por instalar toda la red de datos con fibra óptica garantiza que es la mejor elección. Es precisamente esto lo que hay que aprender a entender: antes de aplicar, hay que evaluar y justificar nuestras decisiones. Nadie puede negar que el cableado es un elemento crítico cuando hablamos de sistemas de transmisión de datos, por lo cual es necesario un minucioso estudio de las necesidades presentes y futuras para la elección del medio más conveniente a ser instalado. Si la velocidad y el desempeño no se reflejan en productividad, se ha realizado una mala elección.

En resumen, como ingenieros debemos hechar mano de aquellas herramientas administrativas que nos sirvan para garantizar que las soluciones que ofrecemos son las más óptimas.

Otro punto que deseamos abordar es el referente a la educación especializada.

En la industria de las telecomunicaciones, no cualquier persona esta autorizada para diseñar y desarrollar proyectos en esta área. Obviamente, en el campo nos encontramos con gente sumamente capaz para desempeñar estas tareas cuya educación radica en la práctica misma. Sin embargo, para que un cableado sea certificado, es decir, se le otorgue el reconocimiento como un trabajo realizado en estricto apego a los estándares internacionales, sinónimo de compatibilidad, escalabilidad y seguridad de inversión para el cliente, es necesario que el diseñador de este cuente con la certificación correspondiente por parte de algún instituto encargado de capacitar al personal para este fin. En estos institutos, el más reconocido es BiCSi debido a que el resto se basa en la documentación del primero, se imparten cursos a diferentes niveles. Hay certificaciones desde Instalador hasta Diseñador de sistemas de comunicaciones, y para la obtención de cada una de ellas es requisito indispensable la experiencia laboral.

Desde nuestro punto de vista es justificable esta medida, puesto que se trata de garantizar el correcto empleo de toda la gama de productos existentes en el mercado que cumplen con las normas establecidas para este tipo de sistemas y evitar se desvirtúe su funcionamiento por gente inexperta que simplemente desconoce el completo funcionamiento y alcances de los mismos. Podríamos decir que es una medida de protección más que de seguridad.

Con lo anterior, se puede observar claramente que no basta con conocimientos, se requiere además experiencia y educación especializada.

Gracias a la gran gama de aplicaciones relacionadas con la computación, podemos elegir un área de especialización cuando salimos de las aulas de la Universidad. Los que nos inclinamos por el área del diseño de sistemas de cableado estructurado nos encontramos con este tipo de obstáculos. De inicio, el plan de estudios no contempla el abordar ese tipo de metodología de diseño que se requiere para este tipo de sistemas. Es cierto que los conceptos teóricos que se nos imparten son de gran valía, pero no son suficientes. Reconocemos que la aplicación de este tipo de tecnología debe de llevar un proceso de desarrollo y aprendizaje, sin embargo es nuestra recomendación que los planes de estudios se apeguen a la realidad en la medida de lo posible con el fin de reducir estos períodos de crecimiento profesional. A manera de comentario valga el citar que existen Instituciones educativas privadas en México que tienen una estrecha relación con Institutos como BiCSi (el ITESM específicamente) para garantizar que sus egresados estén preparados para afrontar las exigencias del campo laboral.

Finalmente, queremos establecer que el tema del presente trabajo surge como una necesidad de contar con un documento que describa en que consisten los sistemas de cableado estructurado y el impacto que ellos tienen en el campo de las comunicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ANIXTER CENTRO DE CAPACITACION TECNOLOGICA. Cableado Estructurado. México. 1997
- BELDEN INC. Master Catalog. E.U.A. 1995
- BLACK, ULISES. Redes de Computadoras. McGraw Hill. México. 1987
- FINK, DONALD G. Y CHRISTIANSEN, DONALD. Electronics Engineers' Handbook. 3ª edición.. McGraw Hill. E.U.A. 1996
- FRIEND, GEORGE E.; FIKE, JOHN L.; BAKER, H. CHARLES; BELLAMY, JOHN C.; A fondo: Transmisión de Datos y Comunicaciones. Ediciones Anaya Multimedia, S. A.. España. 1987
- GARCIA TOMAS, JESUS; FERRANDO GIRON, SANTIAGO; PIATTINI VELTHUIS, MARIO. Redes Para Proceso Distribuido. RA-MA. México. 1997
- GONZALEZ SAINZ, NESTOR. Comunicaciones y Redes de Procesamiento de Datos. Coedición Macrobit RA MA. México. 1990
- GRUPO MATEL S.A DE C.V. Diplomado Cableado Estructurado. México. 1997
- HUBELL PREMISE WIRING. Applications and Standards Guide for Structured Cablins Systems. E.U.A. 1998
- INTERSYS MÉXICO S.A. DE C.V. Seminario de Conectividad Avanzada. México. 1990
- MOD-TAP. Catálogo de Aplicaciones. E.U.A. 1997
- NOVELL CO., S.A. DE C.V. REVISTA RED. Principios Básicos del Mundo de las Redes. México. 1991
- RUBIO MARTÍNEZ, BALTASAR. Introducción a la Ingeniería de la Fibra Optica. Trillas. México. 1997
- SOPORTE TECNOLOGICO EN APLICACIONES Y FUNCIONES DE INFORMATICA, S.A. DE C.V., STAFF. Seminario de Redes Locales. México. 1991

VELASCO SOLÍS, JESÚS. Entendiendo el Sistema de Tierras. México. 1997

Medios Electrónicos

ANSI. ANSI/TIA/EIA 568-A Commercial Building Telecommunications Cabling Standard y ANSI TIA/EIA 569 Commercial Building Telecommunications Standard for Telecommunications Pathways and Spaces. CD-ROM. E.U.A. Revisión 1997

ANSI. ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requeriments for Telecommunications. CD-ROM. E.U.A. Revisión 1997

BiCSi. Cabling Installation Manual. CD-ROM. E.U.A. 1997

BiCSi. LAN Design Manual. CD-ROM. E.U.A. 1997

Página electrónica propietaria Anixter <http://www.anixter.com>.

Página electrónica propietaria BiCSi <http://www.bicsi.org>.

Página electrónica propietaria Mike Holt Enterprises <http://www.mikeholt.com>.

Página electrónica propietaria NFPA <http://www.nfpa.org>.

Página electrónica propietaria UNIX <http://a01-unix.uc3m.es>.

Página electrónica <http://www.wathis.com>.