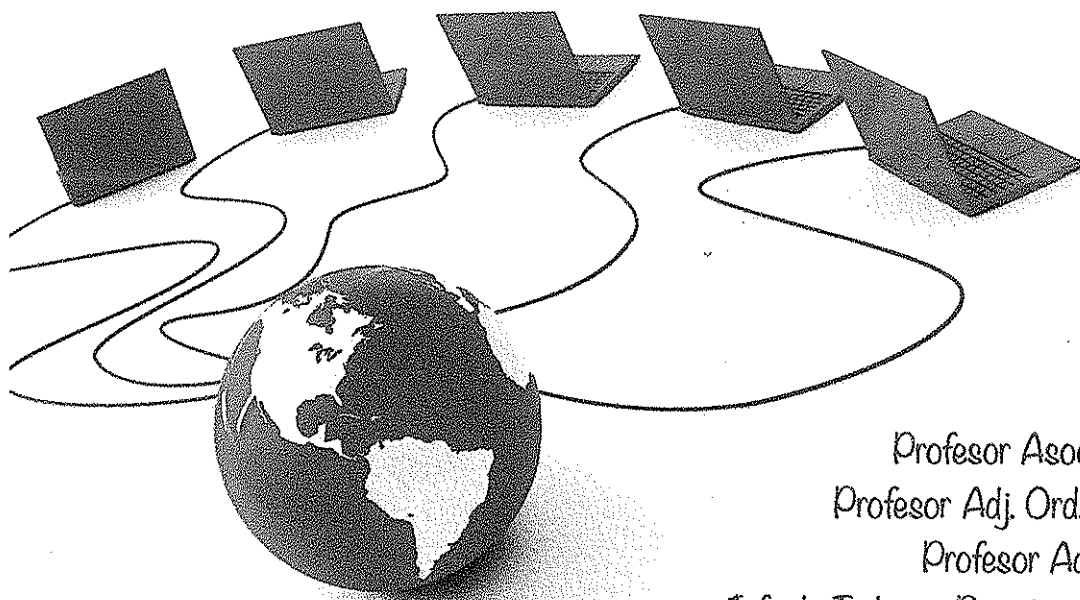

Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Rosario

Cátedra:
Redes de Información

Guía de Trabajos Prácticos 2015



Jefe de Cátedra

Profesor Asoc. Ord. Ing. Hernán Vitri

Profesor Adj. Ord. Ing. Juan Carlos Duret

Profesor Adj. Int. Ing. Germán Baró

Jefe de Trabajos Prácticos Lic. Edgardo DeCleene

2015

TRABAJO DE LABORATORIO Nº1

Proyecto y Diseño de cableado estructurado para una LAN

ACTIVIDAD DE FORMACION PRACTICA

1. Proyecto y diseño.
2. Formación experimental (laboratorio).

OBJETIVOS

1. Realizar el diseño físico de una red de área local en base las normas de cableado estructurado EIA/TIA 568.
2. Planificar el proyecto necesario para su implementación.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Norma EIA/TIA 568

MATERIAL NECESARIO

- 1) Normas de cableado estructurado.
- 2) Apunte de tecnología Cableado estructurado.
- 3) Planos de edificio.
- 4) PC del laboratorio.

DESCRIPCION

1. Tarea

Se debe diseñar una red de cableado estructurado de una organización, incluyendo la red de distribución de energía eléctrica. El mismo debe cubrir el sistema de telefonía analógica usado en la actualidad y soportar VoIP, en el futuro.

La organización cuenta con un edificio, cuyos planos adjuntan los alumnos.

Para el cableado vertical de datos se utilizará fibra óptica multimodo de ocho hilos y multipar de telefonía. Para el horizontal, cable UTP categoría 6.

No se incluirán PC u otros elementos activos.

Los planos y gráficos deberán entregarse en formato según criterio del docente.

2. Requerimientos para el alumno (Objetivos Técnicos)

- a. **Construir un equipo de trabajo** con hasta TRES (3) integrantes.
- b. **Diseñar la red de área local**, produciendo los siguientes **entregables**:
 - 1) Especificaciones técnicas
 - 2) Anexos que se indican a continuación:
 - a) Planos generales y por segmento, con el siguiente detalle mínimo por cada piso:
 - (1) Ubicación de la sala de equipamiento para establecer la distribución principal (MDF).
 - (2) Ubicación de los gabinetes de telecomunicaciones para establecer las salas de distribución de piso o intermedia.
 - (3) Ubicación y descripción de las montantes o ductos del cableado vertical.
 - (4) Ubicación y descripción de las montantes del cableado horizontal.
 - (5) Disposición detallada de los puestos de trabajo, en base a un diseño ergonómico de distribución espacial.
 - (6) Ubicación de pisoductos, si existen y pueden ser utilizados.
 - (7) Ubicación de los tableros eléctricos.
 - b) Estándares de calidad a satisfacer, señalando todas las normas o recomendaciones técnicas que deben aplicarse.
 - c) Características técnicas detalladas de cada tipo de material que se deberá utilizar.
 - d) Cómputo de materiales por segmento y resumen total.
 - e) Documentación de terminación del cableado en cada segmento.
 - 3) Planificar el proyecto para supervisar su implementación
 - 1) Alcance:
 - a) Del proyecto de supervisión.
 - b) Del producto que se espera supervisar.
 - 2) Tiempo de duración del proyecto:
 - a) El que dispone el tercero a contratar para la implementación (aplicar métrica).
 - b) El necesario para la supervisión, con sus hitos de control.
 - 3) Costos estimados
 - a) Recursos humanos en cantidad y calidad (formación y perfiles) para el proyecto de supervisión.
 - 4) Actividades de Aseguramiento de la Calidad que se desarrollaran en el Proyecto.

d. Analizar los costos máximos que se deberán emplear como techo para la evaluación de ofertas con respecto a:

- 1) Costos de Materiales (aplicar métrica).
- 2) Costos de Mano de Obra (aplicar métrica o valor de referencia del Mercado / ONC).
- 3) Costos de Certificación (aplicar métrica o valor de referencia del mercado / ONC)

TIEMPO ASIGNADO

1 cuatrimestre

FECHA DE ENTREGA: Programado entre el docente y los alumnos.

CRITERIO DE EVALUACION

Se aprobará el TLab con:

1. Presentación del proyecto y diseño del cableado estructurado, con los Objetivos Técnicos aprobados y en término.

Introducción

El profundo avance de la tecnología ha hecho que hoy sea posible disponer de servicios que eran inimaginables pocos años atrás.

En lo referente a informática y telecomunicaciones, resulta posible utilizar hoy servicios de video conferencia, consultar bases de datos remotas en línea, transferir en forma instantánea documentos de un computador a otro ubicados a miles de kilómetros, utilizar desde el computador de la oficina el correo electrónico, para mencionar solamente algunos de los servicios de aparición más reciente, que coexisten con otros ya tradicionales, tales como la telefonía, fax, etc.

Sin embargo, para poder disponer de estas prestaciones desde todos los puestos de trabajo ubicados en un edificio de oficinas se hace necesario disponer, además del equipamiento (hardware y software), de las instalaciones físicas (sistemas de cableado) necesarias.

Los diversos servicios arriba mencionados plantean diferentes requerimientos de cableado. Si a ello le sumamos que permanentemente aparecen nuevos productos y servicios, con requerimientos muchas veces diferentes, resulta claro que realizar el diseño de un sistema de cableado para un edificio de oficinas, pretendiendo que dicho cableado tenga una vida útil de varios años y soporte la mayor cantidad de servicios existentes y futuros posible, no es una tarea fácil.

Para completar el panorama, se debe tener en cuenta que la magnitud de la obra requerida para llegar con cables a cada uno de los puestos de trabajo de un edificio es considerable, implicando un costo nada despreciable en materiales y mano de obra. Si el edificio se encuentra ya ocupado - como ocurre en la mayoría de los casos - se deben tener en cuenta además las alteraciones y molestias ocasionadas a los ocupantes del edificio.

Para intentar una solución a todas estas consideraciones (que reflejan una problemática mundial) surge el concepto de lo que se ha llamado "cableado estructurado".

Se denomina así al sistema de cableado de telecomunicaciones para edificios que presenta como característica saliente de ser general, es decir, soportar una amplia gama de productos de telecomunicaciones sin necesidad de ser modificado.

Utilizando este concepto, resulta posible diseñar el cableado de un edificio con un conocimiento muy escaso de los productos de telecomunicaciones que luego se utilizarán sobre él.

Dos asociaciones empresarias (EIA y TIA), que agrupan a las industrias de electrónica y telecomunicaciones de los Estados Unidos, han dado a conocer, en forma conjunta, la norma EIA/TIA 568, donde se establecen las pautas a seguir para la ejecución del cableado estructurado.

La norma garantiza que los sistemas que se ejecuten de acuerdo a ella soportarán todas las aplicaciones de telecomunicaciones presentes y futuras por un lapso de al menos diez años. Esta afirmación puede parecer excesiva, pero si se tiene en cuenta que entre los autores de la norma están precisamente los fabricantes de estas aplicaciones, puede tenerse su perspectiva real. Esto es, los fabricantes son quienes aseguran que, al menos durante los próximos diez años, todos los nuevos productos a aparecer podrán soportarse en los sistemas de cableado que se diseñen hoy de acuerdo a la referida norma.

Otra de los beneficios del cableado estructurado es que permite la administración sencilla y sistemática de las mudanzas y cambios de ubicación de personas y equipos. Se darán en este trabajo algunas indicaciones generales a ser tenidas en cuenta, y se adjunta como un pliego de especificaciones típico.

Conceptos generales:

El sistema de cableado soportará un ambiente multiproducto y multi-proveedor. Esto implica que debe ser lo más general posible. Es decir, no se trata de diseñar un cableado teniendo en cuenta la utilización que se le dará en el corto plazo, sino tratando en lo posible de que sea independiente de los productos que lo utilizarán y de la disposición y uso actual de las oficinas.

Estructura general de un sistema de cableado estructurado

Los distintos elementos que componen la estructura general de un sistema de cableado estructurado son:

- ✓ Cableado horizontal
- ✓ Cableado troncal o "backbone"
- ✓ Puestos de trabajo
- ✓ Gabinete o armario de telecomunicaciones
- ✓ Sala de equipamiento
- ✓ Instalaciones de entrada
- ✓ Administración

El concepto general del cableado

Los vínculos externos (líneas telefónicas, de transmisión de datos, fibras ópticas, etc. etc.) ingresan al edificio por las instalaciones de entrada, dirigiéndose de allí a la sala de equipamiento. En este lugar se encuentran ubicados equipos de telecomunicaciones que dan servicio al edificio, como por ejemplo central telefónica privada (PABX), routers, etc. Desde allí comienza el cableado troncal, que se dirige a los gabinetes de telecomunicaciones. En dichos gabinetes se produce la transición entre cableado troncal y cableado horizontal (cableado de distribución). Es normal que se instalen allí además los equipos electrónicos que sean necesarios (típicamente hubs o concentradores de redes de transmisión de datos, paneles de interconexión, etc.). El cableado horizontal llega desde cada gabinete de telecomunicaciones hasta los puestos de trabajo, lugar donde se encuentran los equipos terminales que utilizan los usuarios (computadores, teléfonos, fax, etc.).

Puestos de trabajo

Se denomina "puesto de trabajo" al lugar en que los usuarios interactúan con los equipos terminales de telecomunicaciones (computadores, teléfonos, etc.). En una oficina típica, cada escritorio corresponde a un puesto de trabajo. Para conectar los servicios a los puestos de trabajo se deben distribuir en las áreas de oficinas bocas de telecomunicaciones. Estas bocas son los lugares en los que el equipamiento del usuario se conectará al sistema de cableado. Estas bocas se implementan, según la norma, utilizando conectores modulares de 8 posiciones (llamados antiguamente RJ-45). La norma define asimismo dos diferentes configuraciones de cableado de dichos conectores, denominados T568A y T568B.

Como gran parte de los equipamientos que existirán en los puestos de trabajo requieren alimentación eléctrica, es lo habitual colocar, junto a las bocas de telecomunicaciones, tomacorrientes para energía eléctrica, y realizar, en conjunto con el cableado de telecomunicaciones, el cableado de una red de distribución de energía a los puestos de trabajo.

Es fundamental para la correcta operación de las redes de computadoras, y para la seguridad de todo el equipamiento, que los tomacorrientes posean conexión a tierra, y que ésta se lleve a una única jabalina de buena calidad.

Es común agrupar las bocas de telecomunicaciones y los tomacorrientes en una única caja terminal. Cuando esta caja terminal se monta sobre piso o embutida, se la suele denominar "periscopio".

Es muy importante prever que los ramales de alimentación eléctrica y de telecomunicaciones deben estar separados por lo menos unos 25 centímetros para evitar inconvenientes. Si no puede cumplirse con esta distancia, se deberán tomar otras medidas, como ser, conducir la alimentación eléctrica por conductos metálicos o caños metálicos independientes de los utilizados para los sistemas de telecomunicaciones.

Como datos generales para el dimensionamiento se debería prever un puesto de trabajo cada 9 metros cuadrados de oficina. Dicho puesto de trabajo debe contar con por lo menos dos bocas de telecomunicaciones (según la norma EIA/TIA 568) y tres o cuatro tomas de energía eléctrica. Es habitual calcular las tomas y la red de energía considerando un consumo promedio de unos 300-400 W por puesto.

Hoy en día resulta habitual utilizar una de las bocas para transmisión de datos y la otra para telefonía. Es de suponer que esta situación cambiará en el futuro distante, creciendo las necesidades de tráfico de datos y

disminuyendo las de telefonía, que paulatinamente irán siendo incluidas dentro del tráfico de datos. Si se diera esta situación, y el cableado ha sido realizado correctamente, no sería necesario realizar modificaciones a la instalación en los puestos de trabajo. Lo mismo ocurre si fuera necesario ocasionalmente contar con dos bocas de telefonía. El concepto es claro: ninguna de las bocas debe tener "per se" una función asignada, sino que ambas se deben poder utilizar para cualquier servicio de telecomunicaciones. Esto es especialmente cierto en lo referente a la conformación de redes de computadores. Las bocas no deben estar preparadas "para Ethernet", "para token ring", "para TP-PMD", etc., sino que deben poder utilizarse para cualquiera de estas tecnologías. Ello implica que cada boca debe conectarse de acuerdo a una de las disposiciones estándar (T568A o B) conectando los 8 hilos del cable.

La máxima longitud de cable admitida desde la boca de telecomunicaciones hasta el equipo terminal (típicamente computador personal o teléfono) es de tres metros.

Cableado horizontal

Se denomina cableado horizontal a la porción del sistema de cableado estructurado que se extiende desde los puestos de trabajo a los gabinetes de telecomunicaciones. La topología general del cableado horizontal es la estrella. Cada boca de telecomunicaciones se conecta a un gabinete de telecomunicaciones.

La máxima distancia admitida desde la boca de telecomunicaciones al gabinete es de 90 metros, independientemente del medio utilizado.

Los medios de transmisión a utilizar en el cableado horizontal son:

- ✓ cable de 4 pares retorcidos sin blindaje de 100 ohm de impedancia (UTP)
- ✓ cable de fibra óptica de 62,5/125 micrometros
- ✓ cables combinados (UTP + fibra óptica)
- ✓ cable de 4 pares retorcidos recubiertos blindados por foil (FTP)

Lo habitual hoy en día, es utilizar cable UTP. Las especificaciones anexas a la norma EIA /TIA clasifican los UTP según la máxima velocidad de transmisión de datos que soportan, en:

- ✓ categoría 3 (especificados hasta 16 MHz soportando tráfico de datos hasta 10 Mbps, típicamente Ethernet)
- ✓ categoría 4 (especificados hasta 20 MHz, soportando tráfico de datos hasta 16 Mbps, típicamente redes token-ring)
- ✓ categoría 5 (especificados hasta 100 MHz, soportando tráfico de datos hasta 100 Mbps)

La decisión de que tipo de cable utilizar se ve simplificada actualmente debido a que la diferencia de precios de los cables ha disminuido mucho, y su impacto en el total de la obra no es significativo. Se recomienda, por lo tanto, siempre que resulte factible, utilizar cable UTP categoría 5. Debe tenerse en cuenta que para aprovechar el cable categoría 5 todos los elementos auxiliares de interconexión (conectores, paneles, etc.: también deben ser categoría 5).

Por otra parte, la norma establece que se deben conectar los 4 pares de cada cable a la boca de telecomunicaciones, de modo de no tener que realizar ninguna reconexión o cambio en la boca si se modifica el servicio que se utiliza.

El cable se puede hacer llegar desde los puestos de trabajo a los gabinetes de telecomunicaciones por diferentes medios, como ser:

- ✓ pisos elevados: son la solución técnicamente más completa, ya que proveen flexibilidad casi ilimitada y fácil acceso a los cables. Sin embargo, su costo elevado o consideraciones estéticas los pueden volver inviables en muchos casos.
- ✓ pisoductos: son conductos empotrados en el piso destinados al pasaje de cables. Su instalación requiere de considerable obra civil. En el caso de que ya existan, debe verificarse con cuidado la sección, ya que la mayoría de los pisoductos con algunos años de antigüedad son demasiado estrechos para el volumen de cables que resulta necesario hoy.
- ✓ zocaloductos: conductos metálicos externos que se aplican sobre los zócalos. En muchos casos, son una solución adecuada y no resultan estéticamente desagradables.

- ✓ cable canal: la solución más económica, si bien la más difícil de resolver desde el punto de vista estético.
- ✓ utilización de espacios de entretechos o sobre cielorrasos: son en muchos casos la única posibilidad para la distribución horizontal

En todos los casos, si se llevan por el mismo sistema de ductos cables de comunicaciones y de energía, se los debe conducir por secciones separadas del pisoducto o se deben separar lo suficiente (mínimo 25 cm). Si ello no es posible, los cables de energía se deben conducir por dentro de un caño metálico flexible puesto a tierra. En los casos en que la separación sea pequeña, puede considerarse el uso de FTP en vez del UTP, por su mayor inmunidad frente al ruido eléctrico. La configuración del tipo de red que sirve a la boca se realiza en el gabinete de telecomunicaciones correspondiente.

Por lo tanto recomendamos llegar a cada puesto de trabajo con dos cables UTP de cuatro pares categoría 5 y terminarlos en conectores modulares de 8 posiciones (ex RJ-45) independientemente de que se destinen algunos a telefonía y otros a datos.

Cableado vertical (backbone)

El cableado vertical realiza la interconexión entre los diferentes gabinetes de telecomunicaciones y entre éstos y la sala de equipamiento.

En este componente del sistema de cableado ya no resulta económico mantener la estructura general utilizada en el cableado horizontal, sino que es conveniente realizar instalaciones independientes (que compartan el mismo recorrido) para telefonía y datos. Esta filosofía se ve reforzada por el hecho de que, si fuera necesario sustituir el backbone, ello se realiza con un costo relativamente bajo, y causando muy pocas molestias a los ocupantes del edificio.

El backbone telefónico se realiza habitualmente con cable telefónico multipar. Estos cables multipares realizan la interconexión de cada uno de los cables asignados en los gabinetes de comunicaciones a telefonía y el distribuidor general de la central telefónica. Deberá preverse por lo tanto un par (dos pares si los aparatos telefónicos son a cuatro hilos) por cada puesto de trabajo, desde cada gabinete de comunicaciones al distribuidor general, más una adecuada capacidad de reserva (aproximadamente 30 %).

Para definir el backbone de datos es necesario tener en cuenta cuál será la disposición física del equipamiento. Normalmente, el tendido físico del backbone se realiza en forma de estrella, es decir, se interconectan los gabinetes con uno que se define como centro de la estrella, en donde se ubica el equipamiento electrónico más complejo.

El backbone de datos se puede implementar con cables UTP o con fibra óptica. En caso de decidir utilizar UTP, el mismo será de categoría 5 y se dispondrá un número de cables desde cada gabinete al gabinete seleccionado como centro de la estrella.

Actualmente, la diferencia de costo provocada por la utilización de fibra óptica se ve compensada por la mayor flexibilidad y posibilidad de crecimiento que brinda esta tecnología. Se construye el backbone llevando un cable de fibra desde cada gabinete al gabinete centro de la estrella. Si bien para una configuración mínima Ethernet basta con utilizar cable de 2 fibras, resulta conveniente utilizar cable con mayor cantidad de fibras (6 a 12) ya que la diferencia de costos no es importante y se posibilita por una parte disponer de conductores de reserva para el caso de falla de algunos, y por otra parte, la utilización en el futuro de otras topologías que requieren más conductores, como FDDI o sistemas resistentes a fallas.

La fibra a utilizar es la denominada multimodo, que difiere de la monomodo, utilizada en vínculos de larga distancia y por las empresas de telefonía y cable, por su menor costo y simplicidad en la colocación de conectores en los extremos.

Como contrapartida, la fibra multimodo presenta mayor atenuación, efecto que es totalmente irrelevante en las longitudes utilizadas en backbones internos de edificios. Existen diversos tipos de conectores que se pueden utilizar para terminar las fibras, siendo los más usuales los denominados ST.

La utilización de backbone de cable coaxil, sea tanto fino (RG-58) como grueso ("cable amarillo") está totalmente desaconsejada.

Recomendamos por lo tanto realizar el backbone telefónico con cables multipares, y el backbone de datos con cable de 8 fibras multimodo.

Gabinetes de telecomunicaciones

La norma EIA/TIA 568 prevé la ubicación de la transición de cableado vertical a horizontal, y la ubicación de los dispositivos necesarios para lograrla, en habitaciones independientes con puerta destinadas a tal fin, ubicadas por lo menos una por piso, denominadas armarios de telecomunicaciones.

Como no es habitual que los edificios de cierta antigüedad cuenten con estas instalaciones, se destinarán a esta función gabinetes metálicos, a los que se denominan gabinetes de telecomunicaciones.

Se utilizan habitualmente gabinetes estándar de 19 pulgadas de ancho, con puertas, de aproximadamente 50 centímetros de profundidad y de una altura entre 1,5 y 2 metros.

En dichos gabinetes se dispone generalmente de las siguientes secciones:

- ✓ acometida de los puestos de trabajo: 2 cables UTP llegan desde cada puesto de trabajo
- ✓ acometida del "backbone" telefónico: cable multipar que puede terminar en regletas de conexión o en "patch panels".
- ✓ acometida del "backbone" de datos: cables de fibra óptica que se llevan a una bandeja de conexión adecuada.
- ✓ electrónica de la red de datos: hubs, switches, bridges y todo otro dispositivo necesario así como también la alimentación eléctrica para los mismos.
- ✓ iluminación interna para facilitar la realización de trabajos en el gabinete.
- ✓ ventilación a fin de mantener la temperatura interna dentro de límites aceptables.

Si se realiza integralmente el cableado de telecomunicaciones, con el objetivo de brindar servicio de transmisión de datos y telefonía, existen por lo menos dos alternativas para la interconexión de las montantes de telefonía con el cableado a los puestos de trabajo:

- ✓ utilizar regletas (bloques de conexión) que reciben los cables de la montante por un extremo y los de los puestos de trabajo por el otro, permitiendo la realización de las "cruzadas" de interconexión
- ✓ utilizar "patch panels" para terminar las montantes telefónicas y el cableado horizontal que se destinará a telefonía, implementando las cruzadas con cables de patcheo ("patch cords").
- ✓ Esta alternativa, de costo algo mayor, es la más adecuada tecnológicamente y la que responde más adecuadamente al concepto de cableado estructurado, ya que permite con la máxima sencillez convertir una boca de datos a telefonía y viceversa.
- ✓ La cantidad de gabinetes a utilizar y su ubicación depende de los siguientes factores:
- ✓ el recorrido de cableado horizontal desde el gabinete al puesto de trabajo más alejado no puede superar en ningún caso los 90 metros. Si no es posible definir una ubicación de un gabinete por piso que cumpla esta condición, se deberán utilizar más de uno.
- ✓ la cantidad máxima de puestos que pueden ser servidos por un gabinete debería estar en el orden de los 140-150. De lo contrario quedaría muy poco lugar para el equipamiento.
- ✓ si la cantidad de puestos es pequeña, y las limitaciones de distancia lo permiten, se puede colocar un gabinete cada dos o más pisos. Se debe prever en este caso, el paso de los cables

Sala de equipamiento

Se define como el lugar en el edificio en donde se ubican equipos de telecomunicaciones y UTP de un piso a otro. Las terminaciones mecánicas de una o más partes del cableado de telecomunicaciones. El equipamiento contenido aquí es de mayor complejidad que el contenido en los gabinetes. Típicamente, se trata de la sala de la central telefónica con sus repartidores, o de sectores de centros de cómputos en los que se ubican concentradores, routers y servidores. Es evidentemente posible la existencia de varias salas de equipamiento en un edificio. La norma EIA/TIA 569 puede ser de utilidad al proyectar salas de equipamiento.

Administración del sistema de cableado

La administración del sistema de cableado incluye la documentación de los cables, terminaciones de los mismos, cruzadas, paneles de "patcheo", armarios de telecomunicaciones y otros espacios ocupados por los sistemas de telecomunicaciones.

La documentación es un componente de la máxima importancia para la operación y el mantenimiento de los sistemas de telecomunicaciones. Dicha documentación puede ser totalmente sobre papel, pero hoy en día resulta mucho más aconsejable la utilización de sistemas basados en computadoras. Resulta importante poder disponer, en todo momento, de la documentación actualizada, y fácilmente actualizable, dada la gran variabilidad de las instalaciones debido a mudanzas, incorporación de nuevos servicios, expansión de los existentes, etc.

La norma TIA/EIA 606 proporciona una guía que puede ser de utilidad para la ejecución de la administración de los sistemas de cableado. Los principales fabricantes de equipamiento para cableado disponen también de software específico para administración.

Resulta fundamental para lograr una cotización adecuada suministrar a los oferentes la mayor cantidad de información posible. En particular, es muy importante proveerlos de planos de todos los pisos, en los que se detallen:

- ✓ ubicación de los gabinetes de telecomunicaciones
- ✓ ubicación de ductos a utilizar para cableado vertical
- ✓ disposición detallada de los puestos de trabajo
- ✓ ubicación de los tableros eléctricos en caso de ser requeridos
- ✓ ubicación de pisoductos si existen y pueden ser utilizados

Conclusión: configuración recomendada.

La configuración que recomendamos para obras de cableado estructurado es la siguiente:

- ✓ un puesto de trabajo aproximadamente cada 9 metros cuadrados de oficina
- ✓ dos bocas de conexión de telecomunicaciones de 8 contactos (tipo RJ-45) categoría 5 por puesto de trabajo
- ✓ cuatro tomacorrientes de con su correspondiente conexión a tierra por puesto de trabajo
- ✓ desde cada conector de telecomunicaciones se instala un cable UTP categoría 5 hasta el gabinete de telecomunicaciones (dos cables por puesto)
- ✓ de los tomacorrientes arrancan los cables de distribución eléctrica y tierra hasta el tablero eléctrico correspondiente
- ✓ los cables UTP terminan en los gabinetes en "patcheras" categoría 5
- ✓ en los gabinetes se encuentra la electrónica asociada a la red
- ✓ la conexión de las "patcheras" a la electrónica se realiza mediante cordones de patcheo categoría 5.
- ✓ las montantes de datos se realizan en fibra óptica multimodo de 8 conductores, configurando una estrella con centro en el gabinete definido como principal.
- ✓ dichas montantes de datos terminan en cada gabinete en una bandeja para fibra óptica. la interconexión de los montantes a la electrónica se realiza mediante cordones de patcheo de fibra óptica
- ✓ las montantes telefónicas terminan en los gabinetes en "patcheras" categoría 3
- ✓ la interconexión con los cables horizontales destinados a telefonía se realiza mediante cordones de patcheo, que pueden en este caso ser de categoría 3.