



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Interoperabilidad y optimización de la
red de datos del Departamento de
Control de la Facultad de Ingeniería
de la UNAM**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Eléctrico Electrónico

P R E S E N T A

Gustavo Colorado Luna

DIRECTOR DE TESIS

M.I. Juan Manuel Gómez González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2004

**INTEROPERABILIDAD Y OPTIMIZACIÓN
DE LA RED DE DATOS DEL
DEPARTAMENTO DE CONTROL DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA
UNAM**

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	<u>1</u>
1.1 ANTECEDENTES.....	<u>2</u>
1.2 ALCANCES Y OBJETIVOS.	<u>4</u>
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	<u>5</u>
2.1 ANTECEDENTES.	<u>6</u>
2.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	<u>7</u>
<i>2.2.1 Medios de transmisión guiados.</i>	<i><u>8</u></i>
2.3 TIPOS DE REDES DE DATOS.....	<u>13</u>
<i>2.3.1 Redes de área local (LAN).</i>	<i><u>14</u></i>
<i>2.3.2 Redes de área amplia (WAN).....</i>	<i><u>16</u></i>
2.4 EL ESTANDAR IEEE 802.3.....	<u>20</u>
<i>2.4.1 Ethernet.</i>	<i><u>20</u></i>
<i>2.4.2 Fast Ethernet.</i>	<i><u>21</u></i>
<i>2.4.3 Gigabit Ethernet.</i>	<i><u>22</u></i>
2.5 CABLEADO ESTRUCTURADO.	<u>22</u>
<i>2.5.1 Normas de cableado estructurado.</i>	<i><u>23</u></i>
<i>2.5.2 Norma TIA/EIA-568.</i>	<i><u>23</u></i>
<i>2.5.3 Normas complementarias de la norma TIA/EIA 568.....</i>	<i><u>28</u></i>
<i>2.5.4 Componentes de un sistema de cableado estructurado....</i>	<i><u>32</u></i>
2.6 EQUIPO DE COMUNICACIONES TIPICO EN UNA LAN.....	<u>33</u>
<i>2.6.1 El concentrador.</i>	<i><u>33</u></i>
<i>2.6.2 El switch.</i>	<i><u>34</u></i>

2.6.3 <i>La tarjeta de interfaz de red</i>	<u>35</u>
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN	<u>37</u>
3.1 ANTECEDENTES	<u>38</u>
3.2 SITUACIÓN ACTUAL	<u>39</u>
3.2.1 <i>Ubicación de áreas y número de usuarios</i>	39
3.2.2 <i>Esquema del cableado</i>	<u>42</u>
3.3 OPCIONES DE SOLUCIÓN	<u>43</u>
3.4 PLANEACIÓN DE LA NUEVA RED	<u>47</u>
3.4.1 <i>Red del primer piso</i>	<u>49</u>
3.4.2 <i>Estimación de material para red del primer piso</i>	<u>55</u>
3.4.3 <i>Red del segundo piso</i>	<u>57</u>
3.4.4 <i>Estimación de material</i>	<u>63</u>
3.5 IMPLANTACIÓN DE LA NUEVA RED	<u>66</u>
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES	<u>75</u>
ANEXO	<u>78</u>
A.1 Planos primer piso	<u>79</u>
A.2 Planos segundo piso	<u>83</u>
A.3 Estimación de costos para la adquisición de material de la red	<u>87</u>
BIBLIOGRAFÍA	<u>93</u>

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

En la actualidad la existencia de organizaciones e instituciones con decenas o cientos de oficinas que se extienden sobre una amplia área geográfica tienen la necesidad de compartir una gran cantidad de información. Al crecer la habilidad para obtener, procesar y distribuir información, también crece la demanda de técnicas de procesamiento de información más avanzadas.

La necesidad de compartir información y mantener comunicadas a un gran número de personas a llevado a la necesidad de crear y mejorar las diversas tecnologías relacionadas a las redes de datos. Es por esto que el Departamento de Control de la Facultad de Ingeniería ha decidido, en su afán de contar con la infraestructura que le permita seguir realizando sus funciones primordiales, mejorar su red de datos. El Departamento de Control forma parte de la División de Ingeniería Eléctrica(DIE) de la Facultad de Ingeniería. En él se realizan diversas actividades, entre las que destacan la docencia y el desarrollo de investigaciones así como también de proyectos.

Actualmente el Departamento de Control cuenta con una Sala de Computadoras en la cual se realizan las actividades arriba mencionadas y está a disposición de profesores y ayudantes del área de cubículos del mismo. Además, cuenta con una red de datos que abarca parte del primer y segundo pisos del edificio DIE. En el primer piso la red da servicio a los laboratorios de Prototipos, Control Digital y al área de Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital. Mientras que en el segundo la red da servicio al área de Docencia e Investigación en Análisis de Circuitos Eléctricos, a la Sala de Computadoras y al área de cubículos del Departamento de Control.

Como se puede ver, la red de datos del Departamento da servicio a una cantidad considerable de áreas, lo cual en consecuencia genera un gran tráfico de datos; además, se extenderá para dar servicio a otras áreas que forman parte de éste y que aún no tienen red como lo son los laboratorios de Control Analógico, Análisis de Circuitos y Medición e Instrumentación, por lo que la necesidad de contar con una infraestructura que maneje un gran tráfico de datos es indispensable. Actualmente la velocidad de datos que maneja ésta red es de 10 Mbps en algunos segmentos, pero la gran mayoría trabaja a velocidades menores en donde los segmentos están conectados a concentradores.

En los últimos años ha surgido una nueva herramienta que es utilizada principalmente por las áreas de investigación y docencia de las Universidades, ésta herramienta es un sucesor de Internet y se llama Internet 2. Es precisamente otro de los objetivos del Departamento de Control contar con una nueva infraestructura de su red para poder acceder a Internet 2, lo cual ayudará en la realización de sus funciones.

La existencia actual de nuevos estándares y tecnologías relacionadas a redes de área local(LAN) como la existencia de la norma IEEE 802.3 que trata sobre las especificaciones Fast Ethernet y que funciona a una velocidad de 100 Mbps, la norma de cableado estructurado para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales TIA/EIA 568; pueden ser empleadas para lograr interoperabilidad y mejoramiento de la red de datos del Departamento de Control.

En éste documento se describirá la forma en que la red de datos del Departamento de Control puede ser mejorada, apegada a estándares. Se realizará un esquema del cableado actual y del nuevo, además, se hará una estimación del material necesario para poder llevar a cabo ésta tarea.

1.2 ALCANCES Y OBJETIVOS.

En general el objetivo es mejorar la infraestructura de la red de datos del Departamento de Control, para esto, se debe cumplir con al menos un estándar de cableado estructurado, uno de los estándares más usados y el que se utilizará es el “TIA/EIA 568 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard”(Norma de Cableado Estructurado para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales), utilizando esta norma se logrará que la red siga siendo utilizada por algunos años sin importar el tipo de tecnología que se ocupe en el equipo de comunicaciones.

Al cumplir con una norma de cableado estructurado se migrará de la velocidad de datos actual de 10 Mbps llamada Ethernet a la de 100 Mbps conocida como Fast Ethernet, con esto, el Departamento de Control logrará mejorar el desempeño de las aplicaciones que utilizan y que son propias de ésta área.

Puesto que una de las principales tareas del Departamento de Control es la docencia y la investigación, es necesario que cuente con la infraestructura adecuada en su red de datos para lograr la certificación para Internet 2 de parte de DGSCA. Con el cumplimiento de una norma de cableado estructurado y con el aumento en la velocidad de datos se debe cumplir con éste objetivo.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES.

Los 70's y los 80's vieron un surgimiento de los campos de ciencias computacionales y comunicaciones de datos que cambiaron profundamente la tecnología, los productos y las compañías de la ahora industria combinada de computadoras y comunicaciones.

Los sistemas de computo ahora soportan aplicaciones de ingeniería y científicas altamente sofisticadas, así como sistemas de simulación. Esto ha llevado a un número creciente de sistemas con alta capacidad en un sitio como un edificio de oficinas, una fabrica, un centro de operaciones, etc. Al mismo tiempo, existe un requerimiento absoluto para interconectar estos sistemas para:

- Compartir e intercambiar datos entre sistemas.
- Compartir recursos caros.

La necesidad de compartir datos es una razón obligada para la interconexión. Los usuarios individuales de recursos de computación no trabajan aislados. Estos necesitan instalaciones para intercambiar mensajes con otros usuarios, para tener acceso a datos de algunas fuentes en la preparación de un documento o un análisis y para compartir información de proyectos con otros miembros de un grupo de trabajo.

La fusión de las computadoras y las comunicaciones ha tenido una profunda influencia en la forma en que los sistemas de cómputo se organizan. El viejo modelo de una sola computadora que atendía a todas las necesidades de computación de una organización ha sido reemplazado por uno en el cual un gran número de computadoras separadas pero interconectadas hacen el trabajo. Estos sistemas se llaman redes de computadoras.

2.2 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

En un sistema de transmisión de datos, el medio de transmisión es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Los medios de transmisión pueden ser clasificados como guiados o no guiados. En ambos casos, la comunicación es en forma de ondas electromagnéticas. Con los medios guiados, las ondas son llevadas a lo largo de un medio sólido, tal como el par trenzado de cobre, cable coaxial de cobre y fibra óptica. La atmósfera y el espacio exterior son ejemplos de medios no guiados, los cuales proporcionan un medio de transmisión de señales electromagnéticas pero no las guían; esta forma de transmisión es generalmente referida como transmisión inalámbrica.

Las características y calidad de una transmisión de datos están determinadas por las características del medio y las características de la señal. En el caso de los medios guiados, el medio por sí mismo es más importante en determinar las limitaciones de la transmisión.

Para los medios no guiados, el ancho de banda de la señal producida por la antena de transmisión es más importante que el medio, en determinar las características de la transmisión. Una propiedad clave de las señales transmitidas por la antena es la direccionalidad. En general, las señales en frecuencias más bajas son omnidireccionales; esto es, la señal se propaga en todas las direcciones desde la antena. En frecuencias más altas, es posible enfocar la señal en un rayo direccional.

En el diseño de sistemas de transmisión de datos, los temas clave son la tasa de datos y la distancia. Entre más grande la tasa de datos y la distancia, mucho mejor. Un número de factores de diseño relacionados al medio de transmisión y la señal determinan la tasa de datos y la distancia, estos son: el ancho de banda, las propiedades del medio de transmisión, interferencia y el número de receptores.

Ancho de banda. Entre más grande el ancho de banda de una señal, más grande la tasa de datos que puede ser lograda.

Propiedades del medio de transmisión. Entre otras se encuentra la atenuación, la cual limita la distancia. Por los medios guiados, el par trenzado sufre más efectos que el cable coaxial, el cual en cambio es más afectado que la fibra óptica.

Interferencia. La interferencia de señales en bandas de frecuencia puede distorsionar o destruir una señal. La interferencia es de

particular importancia para los medios no guiados, pero es también un problema con los medios guiados.

Número de receptores. Un medio guiado puede ser empleado para realizar un enlace punto a punto o un enlace compartido con múltiples conexiones. En el segundo caso, cada conexión introduce algo de atenuación y distorsión en la línea, limitando la distancia y la tasa de datos.

2.2.1 Medios de transmisión guiados.

Para este tipo de medios, la capacidad de transmisión, en términos de ya sea tasa de datos o ancho de banda, depende críticamente sobre la distancia y sobre si el medio es empleado para enlaces punto a punto o multipunto, tal como en una red de área local.

Los tres medios guiados comúnmente usados para transmisión de datos son el par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica.

Par trenzado.

Este es el medio de transmisión menos caro y más ampliamente usado.

Un par trenzado está formado por dos alambres de cobre aislados y arreglados en forma de espiral. Un par de alambres actúa como un enlace de comunicación sencillo. Típicamente, un determinado número de éstos pares se encuentra acomodado en un cable. A grandes distancias, los cables pueden contener cientos de pares.

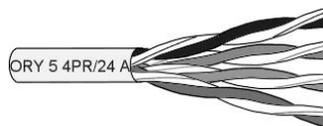


Figura 2-1. Cable de par trenzado.

Es comúnmente usado en un edificio para redes de área local soportando computadoras personales. Las tasas de datos para tales productos están típicamente en la cercanía de 10 Mbps. Sin embargo, las redes de par trenzado con tasas de datos de 100 Mbps a 1 Gbps han sido desarrolladas, aunque están considerablemente limitadas en términos del número de dispositivos y el alcance geográfico de la red. Para aplicaciones de larga distancia, el par trenzado puede ser empleado en tasas de datos de 4 Mbps o más.

Comparado con otros medios de transmisión guiados comúnmente usados (cable coaxial y fibra óptica), el par trenzado está limitado en distancia, ancho de banda y tasa de datos. Debido a que el medio es de cobre, éste es considerablemente susceptible a la interferencia y el ruido a causa de su fácil acoplamiento con los campos electromagnéticos.

Par trenzado no blindado y blindado.

Existen dos variedades: no blindado y blindado. El par trenzado no blindado o UTP es alambre telefónico ordinario. Edificios de oficinas, por práctica universal, son prealambrados con UTP.

El par trenzado no blindado está sujeto a interferencia electromagnética externa, incluyendo interferencia del par trenzado cercano y de ruido generado en el ambiente. Una forma de mejorar las características de éste medio es blindar el par trenzado con una cubierta metálica que reduce la interferencia. Este par trenzado blindado o STP provee rendimiento mucho mejor a tasas de datos más altas. Sin embargo, es más caro y más difícil de usar que el UTP.

Categorías de UTP.

En 1991, la Telecommunications Industry Association (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones) y la Electronic Industries Association (Asociación de Industrias Electrónicas) publicaron la norma TIA/EIA-568, Commercial Building Telecommunications Cabling (Cableado para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales), la cual especifica el uso de UTP grado voz así como STP para aplicaciones de datos entre edificios. Esta norma actualmente reconoce diferentes categorías de cable UTP:

Categoría 3. Cables UTP y hardware de conexión asociado cuyas características de transmisión están especificadas hasta 16 MHz.

Categoría 4. Cables UTP y hardware de conexión asociado cuyas características de transmisión están especificadas hasta 20 MHz.

Categoría 5. Cables UTP y hardware de conexión asociado cuyas características de transmisión están especificadas hasta 100 MHz.

Categoría 5E. Posee todas las características del categoría 5, pero está más trenzado y tiene características de transmisión de hasta 200 MHz.

Categoría 6. Este tipo de cable está diseñado para soportar frecuencias arriba de 200 MHz.

Categoría 7. Está diseñado para soportar frecuencias de hasta 600 MHz. Cada par es individualmente blindado y el cable completo está rodeado por una cubierta blindada.

Cable coaxial.

Otro medio de transmisión común es el cable coaxial. Este cable tiene mejor blindaje que el par trenzado, así que puede abarcar tramos más largos a velocidades mayores. Un cable coaxial consiste en un alambre de cobre rígido como núcleo, rodeado por un material aislante. El aislante está forrado con un conductor cilíndrico, que con frecuencia es una malla de tejido fuertemente trenzado. El conductor externo se cubre con una envoltura protectora de plástico.



Figura 2-2. Cable coaxial.

La construcción y el blindaje del cable coaxial le confieren una buena combinación de elevado ancho de banda y excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda posible depende de la longitud del cable.

El cable coaxial es tal vez el medio de transmisión más versátil y es usado en una amplia variedad de aplicaciones. Las más importantes de estas son las siguientes:

- Distribución de televisión
- Transmisión telefónica de larga distancia.
- Enlaces en sistemas de computadoras de poca distancia.
- Redes de área local.

El cable coaxial está extendiéndose rápidamente como un medio de distribución de señales de TV a los hogares. Un sistema de TV por cable puede portar docenas o aun cientos de canales de TV en rangos de hasta decenas de kilómetros.

El cable coaxial ha sido tradicionalmente una parte importante de la red telefónica de larga distancia. Actualmente, enfrenta una competencia creciente de la fibra óptica, microondas terrestres y el satélite. Empleando multicanalización por división de frecuencia (FDM), un cable coaxial puede portar mas de 10000 canales de voz simultáneamente.

Los principales impedimentos sobre el funcionamiento del cable coaxial son la atenuación, ruido térmico y el ruido de intermodulación. Lo ultimo se presenta sólo cuando algunos canales (FDM) o bandas de frecuencia están en uso sobre el cable.

Fibra óptica.

La fibra óptica es un medio delgado y flexible capaz de guiar un rayo óptico. Diferentes tipos de vidrios y plásticos pueden ser usados para hacer fibras ópticas. Un cable de fibra óptica tiene una forma cilíndrica y consiste de tres secciones concéntricas: el núcleo, el revestimiento y la cubierta. El núcleo esta rodeado por un revestimiento de vidrio con un índice de refracción menor que el del núcleo, a fin de mantener toda la luz en el núcleo. A continuación viene una cubierta plástica delgada para proteger el revestimiento. Las fibras normalmente se agrupan en haces, protegidas por una funda exterior.



Figura 2-3. Fibra Óptica.

La fibra óptica ya goza de considerable uso en telecomunicaciones de larga distancia y su uso en aplicaciones militares esta creciendo. Las mejoras continuas en el rendimiento y la disminución en los precios, junto con las ventajas inherentes de la fibra óptica, la han hecho cada vez más atractiva para construir redes de área local. Las siguientes características diferencian a la fibra óptica del par trenzado o cable coaxial:

- Capacidad más grande. El ancho de banda potencial y por lo tanto la velocidad de datos de la fibra óptica es inmensa; tasas de datos de cientos de Gbps sobre decenas de kilómetros han sido demostradas. Comparado esto al máximo practico de cientos de Mbps sobre aproximadamente 1 km para el cable coaxial y sólo unos pocos Mbps sobre 1 km o de 100 Mbps a 1Gbps sobre unas pocas decenas de metros para el par trenzado.

- Tamaño mas pequeño y peso más ligero. Las fibras ópticas son considerablemente más delgadas que el cable coaxial o el cable de par trenzado. Para tubos pequeños en edificios, la ventaja del tamaño es considerable. La correspondiente reducción en peso reduce los requerimientos de soporte estructural.
- Atenuación más baja. La atenuación es significativamente más baja para la fibra óptica que para el cable coaxial o el par trenzado y es constante sobre un amplio rango.
- Aislamiento electromagnético. Los sistemas de fibra óptica no son afectados por campos electromagnéticos externos. Así el sistema no es vulnerable a la interferencia. Las fibras no irradian energía, así que hay poca interferencia con otro equipo y hay un alto grado de seguridad contra el espionaje.
- Separación entre repetidores más grande. Pocos repetidores significa costo más bajo y menos fuentes de error. El funcionamiento de los sistemas de fibra óptica desde éste punto de vista ha estado mejorando constantemente. La separación entre repetidores de decenas de kilómetros para la fibra óptica es común, mientras que la separación entre repetidores de cientos de kilómetros ha sido demostrada. Los sistemas de cable coaxial y par trenzado tienen repetidores que se separan en algunos kilómetros.

La fibra óptica tiene sus principales aplicaciones en los diferentes tipos de troncales que existen y en redes de área local.

Existen tres tipos de fibras, estos son:

- Multimodo de índice escalonado. Este tipo de fibra es el más adecuado para transmisiones sobre distancias muy cortas.
- Multimodo de índice graduado. Este tipo de fibra es intermedio entre las características de los otros dos. Es frecuentemente empleado en redes de área local.
- Monomodo. Es típicamente empleado para aplicaciones de larga distancia incluyendo telefonía y televisión por cable.

Dos tipos diferentes de fuente de luz son empleados en sistemas de fibra óptica: el diodo emisor de luz(LED) y el diodo de inyección láser(ILD). Ambos son dispositivos semiconductores que emiten un haz de luz cuando un voltaje es aplicado. El LED cuesta menos, opera sobre un rango de temperatura más grande y tienen una vida operacional más larga. El ILD, el cual opera sobre el principio del láser, es más eficiente y puede mantener velocidades de datos más grandes.

2.3 TIPOS DE REDES DE DATOS.

Una red de comunicación de datos es requerida para transmitir datos entre dispositivos, ya sea porque los dispositivos están muy apartados o porque hay muchos dispositivos para ser interconectados.

No existe una clasificación general aceptada dentro de la cual se pueda acomodar todas las redes de datos, pero dos características sobresalen como importantes, estas son, el medio de transmisión y la escala.

En términos generales, hay dos tipos de tecnología de transmisión:

1. Redes broadcast.
2. Redes punto a punto.

Las redes broadcast tienen un solo canal de comunicación compartido por todas las máquinas de la red. Los paquetes que envía una máquina son recibidos por todas las demás. Un campo de dirección dentro del paquete especifica a quien se dirige. Al recibir un paquete, una máquina verifica el campo de dirección. Si el paquete está dirigido a ella, lo procesa; si está dirigido a alguna otra máquina, lo ignora.

Los sistemas de broadcast generalmente también ofrecen la posibilidad de dirigir un paquete a todos los destinos colocando un código especial en el campo de dirección. Cuando se transmite un paquete con este código, cada máquina en la red lo recibe y lo procesa. Este modo de operación se llama broadcasting. Algunos sistemas broadcasting también contemplan la transmisión a un subconjunto de las máquinas, algo conocido como multicasting.

En contraste, las redes punto a punto consisten en muchas conexiones entre pares individuales de máquinas. Para ir del origen al destino, un paquete en este tipo de red puede tener que visitar primero una o más máquinas interconectadas. A veces son posibles múltiples rutas de diferentes longitudes, por lo que los algoritmos de enrutamiento desempeñan un papel importante en las redes punto a punto.

Este último tipo de red puede ser a su vez clasificada de acuerdo a la forma en que se transportan los paquetes como sigue:

- Redes de conmutación.
 - Redes de conmutación de circuitos.
 - Redes de conmutación de paquetes.

Un criterio alternativo para clasificar las redes es su escala. Estas pueden dividirse en redes de área local(LAN), metropolitanas(MAN) y de área amplia(WAN). La distancia que abarcan éstas es importante como medio de clasificación porque se usan diferentes técnicas a diferentes escalas.

2.3.1 Redes de área local (LAN).

La mayoría de las redes locales emplean técnicas de broadcast. La tendencia en las redes de área local comprende el empleo de medios de transmisión compartidos o la capacidad de conmutación compartida para lograr altas tasas de datos sobre distancias relativamente cortas. Algunos puntos clave se presentan por sí mismos. Uno es la elección del medio de transmisión. Mientras el cable coaxial fue comúnmente muy usado en LANs tradicionales, las instalaciones LAN contemporáneas enfatizan el empleo de par trenzado o fibra óptica. En el caso del par trenzado, esquemas de codificación eficientes son necesarios para permitir altas tasas de datos sobre el medio. Las LANs inalámbricas han asumido también importancia creciente.

Una LAN consiste de un medio de transmisión compartido y un conjunto de hardware y software para conectar dispositivos al medio y regular el acceso ordenado a éste. Las topologías que han sido usadas para LANs son: anillo, bus, árbol y estrella. Las topologías de bus y árbol son secciones pasivas de cable a las cuales las estaciones están unidas. La transmisión de un frame realizada por alguna estación, puede ser escuchada por alguna otra estación. Una LAN anillo consiste de una trayectoria cerrada de repetidores que permiten a los datos circular alrededor del anillo. Un repetidor puede funcionar como un punto de unión para dispositivos. Generalmente la transmisión es en forma de frames. Una LAN estrella incluye un nodo central al cual las estaciones están conectadas.

Los medios de transmisión que son usados por las LANs son: el par trenzado, el cable coaxial, la fibra óptica e inalámbricos. Ambos tipos de par trenzado, el blindado(STP) y no blindado(UTP), son utilizados. Las LANs inalámbricas utilizan ya sea el infrarrojo o las microondas.

Aplicaciones LAN.

LANs de computadoras.

Una configuración LAN común es una formada por computadoras. Con el costo relativamente bajo de tales sistemas, los administradores en las organizaciones a menudo adquieren computadoras para aplicaciones departamentales tales como hojas electrónicas de cálculo y herramientas de administración de proyectos, además de acceso a Internet.

Redes backend y Redes de área de almacenamiento(SAN).

Las redes backend son empleadas para interconectar grandes sistemas como mainframes, supercomputadoras y dispositivos de almacenamiento masivo. El requerimiento clave de éstas es la gran transferencia de datos entre un número limitado de dispositivos en un área pequeña. Otro requerimiento es la alta confiabilidad. Entre las características típicas están las siguientes:

- *Velocidad de datos alta.* Para satisfacer la demanda de gran volumen, velocidades de datos de 100 Mbps o más son requeridas.
- *Interfaz de alta velocidad.* Las operaciones de transferencia de datos entre un sistema host grande y un dispositivo de almacenamiento masivo son llevadas a cabo a través de interfaces paralelas entrada/salida de alta velocidad, en lugar de interfaces de comunicaciones lentas. Así, el enlace físico entre estación y red tiene que ser de alta velocidad.
- *Acceso distribuido.* Alguna clase de técnica de control de acceso al medio(MAC) es necesaria para permitir que un número de dispositivos comparta el medio con acceso eficiente y confiable.
- *Distancia limitada.* Tradicionalmente, una red backend será empleada en una sala de computadoras o entre un número pequeño de salas contiguas.
- *Número limitado de dispositivos.* El número de mainframes y dispositivos de almacenamiento masivo encontrados en la sala de computadoras generalmente oscila entre las decenas de dispositivos.

Redes de oficina de alta velocidad.

Tradicionalmente, el ambiente de oficina ha incluido una variedad de dispositivos con necesidades para transferir datos a velocidades

bajas y medianas. Sin embargo, nuevas aplicaciones están siendo desarrolladas en éste medio por lo que las velocidades limitadas (hasta 10Mbps) de la LAN tradicional son inadecuadas. Los procesadores de imágenes han incrementado el flujo de datos en la red en una gran cantidad.

2.3.2 Redes de área amplia (WAN).

Las redes de área amplia emplean técnicas de conmutación. La figura 2-4, ilustra una red sencilla.

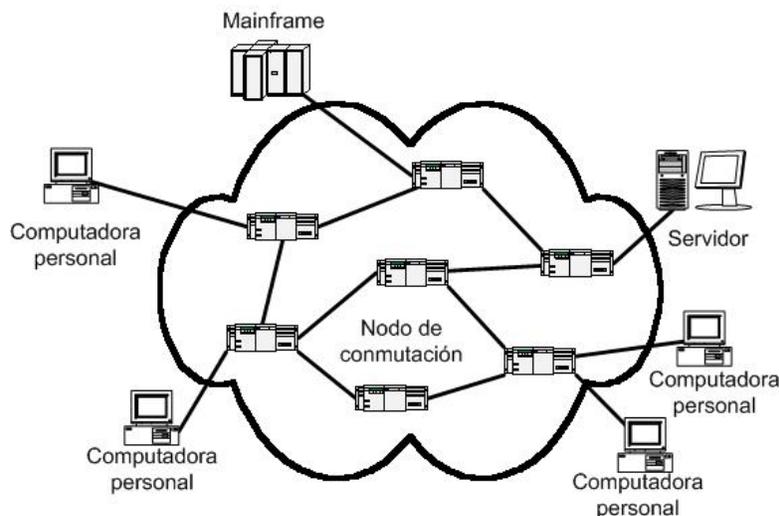


Figura 2-4. Red de conmutación.

Los dispositivos terminales que desean comunicarse son llamados estaciones. Las estaciones pueden ser computadoras, teléfonos u otros dispositivos. Los dispositivos de conmutación que forman la red y cuyo propósito es proporcionar comunicación son llamados nodos.

Redes de conmutación de circuitos.

La comunicación vía conmutación de circuitos implica que hay una ruta de comunicación dedicada entre dos estaciones. Esta ruta es una secuencia conectada de enlaces entre nodos de red. Sobre cada enlace físico, un canal lógico es dedicado a la conexión. La comunicación vía conmutación de circuitos (ver figura 2-4) comprende tres fases, las cuales son:

1. Establecimiento del circuito. Antes de que alguna señal pueda ser transmitida, un circuito de estación a estación tiene que ser establecido.

2. Transferencia de datos. La información ahora puede ser transmitida. A medida que las compañías portadoras evolucionan a redes digitales totalmente integradas, el empleo de transmisión digital(binaria) para voz y datos se está volviendo el método dominante.
3. Desconexión del circuito. Después de algún periodo de transferencia de datos, la conexión es finalizada, por lo general por la acción de alguna de las dos estaciones.

La conmutación de circuitos puede ser algo ineficiente. La capacidad del canal es dedicada por la duración de una conexión, aun si ningún dato esta siendo transferido. Para una conexión de voz, su utilización puede ser algo alta, pero ésta aun no se aproxima al 100 por ciento. Para una conexión de terminal a computadora, la capacidad puede estar inactiva durante la mayoría del tiempo de la conexión.

La conmutación de circuitos fue desarrollada para manejar trafico de voz, pero ahora también es empleada para trafico de datos. El ejemplo mejor conocido de una red de conmutación de circuitos es la red publica telefónica. Aunque fue diseñada e implementada originalmente para servicio de telefonía analógica, maneja un trafico de datos considerable vía modem y esta siendo gradualmente convertida a una red digital. Otra aplicación muy conocida de conmutación de circuitos es el PBX, empleado para interconectar teléfonos dentro de un edificio u oficina. La conmutación de circuitos es también utilizada en redes privadas.

La tecnología de conmutación de circuitos ha sido impulsada por aquellas aplicaciones que manejan trafico de voz. Uno de los requerimientos clave para trafico de voz es que no tiene que haber virtualmente retraso de transmisión y ciertamente ninguna variación en el retraso. Una velocidad constante de transmisión de señales tiene que ser mantenida, puesto que la transmisión y recepción ocurren a la misma velocidad. Estos requerimientos son necesarios para permitir una conversación humana normal. Además, la calidad de la señal recibida tiene que ser suficientemente alta para proporcionar un mínimo de inteligibilidad.

La conmutación de circuitos logró su posición vasta y dominante porque es bastante adecuada para la transmisión analógica de señales de voz. En el mundo digital de hoy, sus ineficiencias son más aparentes. Sin embargo, a pesar de la ineficiencia, la conmutación de circuitos se mantendrá como una opción atractiva para redes de área local y amplia. Una de sus fortalezas clave es

que es transparente. Una vez que un circuito es establecido, éste aparece como una conexión directa entre las dos estaciones.

Redes de conmutación de paquetes.

La conmutación de paquetes fue diseñada para proveer un trato más eficiente que la conmutación de circuitos para una gran cantidad de tráfico de datos. Con la conmutación de paquetes, una estación transmite datos en bloques pequeños llamados paquetes. Cada paquete contiene alguna porción de los datos del usuario mas información de control necesaria para el funcionamiento apropiado de la red.

Un elemento clave distintivo de las redes de conmutación de paquetes es si la operación interna es por datagrama o circuito virtual. Con circuitos virtuales internos, una ruta es definida entre dos terminales y todos los paquetes para ese circuito virtual siguen la misma trayectoria. Con datagramas internos, cada paquete es tratado independientemente y los paquetes con el mismo destino pueden seguir trayectorias diferentes.

La función de enrutamiento de una red de conmutación de paquetes intenta encontrar la ruta de menor costo a través de la red, con el costo basado sobre el número de saltos, retraso esperado u otras métricas. Los algoritmos de enrutamiento adaptable cuentan típicamente con el intercambio de información acerca de las condiciones de tráfico entre nodos.

Una red de conmutación de paquetes (ver figura 2-4) es una colección distribuida de nodos de conmutación de paquetes. Idealmente, todos los nodos de conmutación de paquetes siempre conocerán el estado de la red completa. Desafortunadamente, puesto que todos los nodos están distribuidos, hay un retraso de tiempo entre un cambio en el estado de una porción de la red y el conocimiento de ese cambio en el resto de ésta.

La conmutación de paquetes tiene ciertas ventajas sobre la conmutación de circuitos y son:

- La eficiencia de línea es más grande, ya que un enlace sencillo nodo a nodo puede ser compartido dinámicamente por muchos paquetes todo el tiempo. Los paquetes se mantienen cierto tiempo y son transmitidos tan rápido como sea posible sobre el enlace. En contraste, con conmutación

de circuitos, el tiempo sobre un enlace nodo a nodo esta preestablecido utilizando multiplexación por división de tiempo. Muchas veces, tal enlace puede estar inactivo.

- Una red de conmutación de paquetes puede realizar conversión de velocidad de datos. Dos estaciones con diferentes velocidades de datos pueden intercambiar paquetes puesto que cada una se conecta a su nodo a una velocidad de datos apropiada.
- Cuando el trafico se vuelve pesado sobre una red de conmutación de circuitos, algunas llamadas son bloqueadas, esto es, la red rechaza aceptar solicitudes de conexión adicionales hasta que la carga sobre la red disminuya. En una red de conmutación de paquetes, los paquetes aún son aceptados, pero el retraso de entrega aumenta.
- En una red de conmutación de paquetes se pueden utilizar prioridades. Así, si un nodo tiene un número de paquetes esperando para ser transmitidos, puede transmitir primero los paquetes de más alta prioridad. Por lo tanto, estos paquetes experimentaran menos retraso que los de más baja prioridad.

Técnicas de conmutación de paquetes.

Como se mencionó anteriormente, una red de conmutación de paquetes puede operar interiormente usando las técnicas de datagrama y circuito virtual. En el caso de la técnica por datagrama, cada paquete es tratado independientemente, sin referencia a paquetes que han sido eliminados antes.

En el caso de circuito virtual, una ruta preplaneada es establecida antes de que algún paquete sea enviado. Ya que la ruta es fija por la duración de la conexión, es un poco similar a un circuito en una red de conmutación de circuitos y es referida como un circuito virtual. Cada paquete contiene un identificador de circuito virtual, en lugar de una dirección destino, así como datos. Cada nodo sobre la ruta preestablecida sabe a donde enviar tales paquetes; ninguna decisión de enrutamiento es necesaria. En determinado momento, cada estación puede tener mas de un circuito virtual con alguna otra estación y puede tener circuitos virtuales con mas de una estación.

Si dos estaciones desean intercambiar datos durante un gran periodo de tiempo, existen ciertas ventajas en los circuitos virtuales. Primero, la red puede proporcionar servicios como el secuenciamiento y el control de errores. Otra ventaja es que los paquetes deben transitar la red mas rápidamente con un circuito

virtual ya que no es necesario tomar decisiones de enrutamiento para cada paquete en cada nodo.

Una ventaja de la técnica de datagrama es que se evita la fase de configurar una ruta. Así, si una estación desea enviar sólo unos cuantos paquetes, la entrega de datagrama será más rápida. Otra ventaja del servicio de datagrama es cuando existe una congestión en alguna parte de la red, los datagramas pueden ser enrutados lejos de la congestión. Con el uso de circuitos virtuales, los paquetes siguen una ruta predefinida siendo más difícil evitar una congestión. Una tercera ventaja es que la entrega de datagrama es inherentemente más confiable. Con el empleo de circuitos virtuales, si un nodo falla, todos los circuitos virtuales que pasan a través de ese nodo se pierden. Con entrega de datagrama, si un nodo falla, los paquetes subsecuentes pueden encontrar una ruta alterna que evite ese nodo.

2.4 EL ESTANDAR IEEE 802.3.

2.4.1 Ethernet.

Durante la última década las redes locales se han basado en una tecnología de acceso compartido. Esto significa que todos los equipos conectados a la LAN comparten un único medio de comunicación, normalmente coaxial, par trenzado o fibra óptica.

El estándar Ethernet fue definido por el IEEE como parte de la norma 802.3, que cubre las reglas para configurar las redes Ethernet, los tipos de medios que se pueden utilizar y cómo los elementos de la red deberían interactuar, como el método de acceso y la velocidad entre otros. Esta norma fija la velocidad a 10 Mbps.

Existen dos topologías básicas de una red Ethernet, en bus y en estrella. La técnica de control de acceso al medio más comúnmente utilizada por estas dos topologías es conocida como Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones (CSMA/CD). La norma IEEE establece que el transmisor debe detectar una colisión si la señal a través del cable en la toma de conexión excede el valor máximo que puede ser producido por el transmisor en forma aislada. Debido a que la señal se atenúa la norma restringe la longitud máxima del cable a diferentes valores según el tipo de medio que se utilice. Las alternativas son: 10Base5, 10Base2, 10Base-T y 10Base-F.

- Especificación de medio 10Base5. Es la especificación de medio original de 802.3 y está basada directamente sobre Ethernet. 10Base5 especifica el uso de cable coaxial de 50 ohms y utiliza codificación Manchester. La longitud máxima de un segmento es de 500 metros y la topología es la de bus.
- Especificación de medio 10Base2. Para proporcionar un sistema de mas bajo costo que 10Base5 para LANs de computadoras, se agrego 10Base2. Como con 10Base5, ésta especificación utiliza cable coaxial de 50 ohms y codificación Manchester. La diferencia clave es que 10Base2 utiliza cable coaxial más delgado. La longitud máxima del medio es de 200 metros.
- Especificación de medio 10Base-T. Sacrificando algo de distancia, es posible desarrollar una LAN de 10Mbps utilizando como medio UTP. Tal cable se encuentra frecuentemente preinstalado en edificios de oficinas como cable telefónico con cierta cantidad excedente y puede ser utilizado para las LANs Esta especificación define una topología compartida de estrella. Las estaciones se conectan al repetidor multipuerto(hub) vía un enlace punto a punto. Por lo general, el enlace consiste de dos UTPs. A causa de la alta velocidad de datos y las pobres cualidades de transmisión del UTP, la longitud de un enlace esta limitado a 100 metros.
- Especificación de medio 10Base-F. Esta especificación permite a los usuarios tomar ventaja de las características de distancia y transmisión disponibles con el uso de fibra óptica. De hecho, la norma contiene tres especificaciones que son: 10Base-FP, 10Base-FL y 10Base-FB. Las tres hacen uso de un par de fibras ópticas por cada enlace de transmisión, una para transmitir en cada dirección. En los tres casos, el esquema de señalización involucra el uso de codificación Manchester.

Actualmente, la topología más utilizada es la de estrella ya que esto implica el uso de un concentrador el cual facilita el aumento del número de usuarios en una red, siendo el medio de transmisión más utilizado el par trenzado.

2.4.2 Fast Ethernet.

Cuando una red sufre picos de demanda que están por arriba de la capacidad de 10 Mbps es necesario emigrar hacia el concepto de Fast Ethernet. Fast Ethernet es un conjunto de especificaciones desarrollado por el comité IEEE 802.3 con el fin de proporcionar

una LAN de bajo costo compatible con Ethernet y operando a 100 Mbps. La designación global para estas normas es 100Base-T. El comité definió un número de alternativas a ser utilizadas con diferentes medios de transmisión.

Todas las opciones 100Base-X utilizan dos enlaces físicos entre nodos, uno para transmisión y otro para recepción. 100Base-TX hace uso de par trenzado blindado(STP) o par trenzado no blindado(UTP) categoría 5. 100Base-FX utiliza fibra óptica.

En muchos edificios, alguna de las opciones 100Base-X requiere de la instalación de cable nuevo. Para tales casos, 100Base-T4 define una alternativa de más bajo costo que puede utilizar UTP categoría 3 además de UTP categoría 5. Para lograr la velocidad de datos de 100 Mbps sobre cable de baja calidad, 100Base-T4 establece el uso de 4 pares trenzados entre nodos, con la transmisión de datos haciendo uso en un instante de tres pares en una dirección; para esto un par es para transmitir, uno para recibir y dos bidireccionales.

Para todas las opciones de 100Base-T, la topología es similar a la de 10Base-T, es decir, una topología estrella. Con esta nueva norma aparecen concentradores y tarjetas a 100 Mbps que permiten que las estaciones con gran volumen de tráfico no congestionen la red.

2.4.3 Gigabit Ethernet.

La estrategia para Gigabit Ethernet es la misma que se utiliza en Fast Ethernet. Mientras se define una nueva especificación para el medio de transmisión y la propia transmisión, Gigabit Ethernet hace uso del protocolo CSMA/CD y el formato Ethernet de sus predecesores de 10 Mbps y 100 Mbps. Es compatible con 100Base-T y 10Base-T. Ya que más organizaciones están cambiando a 100Base-T, poniendo así cargas de tráfico enormes en las redes backbone, la demanda de Gigabit Ethernet se ha intensificado.

2.5 CABLEADO ESTRUCTURADO.

En la década de los ochenta, las primeras redes operaban con todo tipo de cableado como coaxial o UTP, sistemas propietarios en su mayoría y sin ser compatibles entre sí.

Para resolver los problemas derivados de lo anterior surge el cableado estructurado, que especifica un cableado genérico eliminando la necesidad de seguir las reglas de un proveedor

particular y, además, permite la transmisión de cualquier servicio de comunicación sobre él en forma independiente a las aplicaciones, estableciendo requisitos de desempeño, distancias máximas del cableado y configuración de los conectores. Todo bajo una topología física de estrella.

2.5.1 Normas de cableado estructurado.

Las tendencias actuales en la construcción de una red favorecen una red integrada que pueda soportar datos, voz y video. Afortunadamente, nuevas normas de cableado estructurado han sido definidas para ayudar a los diseñadores de red a planear, instalar y probar sistemas de cableado que manejan velocidades de datos de Mbps y Gbps.

Actualmente, existe una variedad de normas que definen especificaciones para el cable y los componentes, incluyendo la configuración, implementación, funcionamiento y verificación de los sistemas de cableado. Las normas que más sobresalen son:

- TIA/EIA-568. Creada en Estados Unidos, define cómo diseñar, construir y administrar un sistema de cableado estructurado
- ISO/IEC 11801. Es una norma internacional y esta basada sobre la norma TIA/EIA-568. Esta norma esta siendo utilizada en Europa, Asia y África.

2.5.2 Norma TIA/EIA-568.

A mediados de los ochenta, la TIA (Telecommunications Industry Association: Asociación de la Industria de Telecomunicaciones) y la EIA (Electronic Industries Association: Asociación de Industrias Electrónicas) comenzaron a desarrollar métodos para cablear edificios con la intención de desarrollar un sistema de cableado uniforme que soportara productos y entornos multivendedor. En 1991, la TIA/EIA publico la norma TIA/EIA 568, Commercial Building Telecommunication Cabling (Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales).

La norma de cableado estructurado TIA/EIA-568 define como diseñar, construir y administrar un sistema de cableado que es estructurado, lo que quiere decir que el sistema esta diseñado en bloques que tienen características de funcionamiento muy especificas. Los bloques están integrados de una manera jerárquica para crear un sistema de comunicaciones unificado. Por ejemplo, las LANs de grupos de trabajo representan un bloque con

requerimientos de funcionamiento más bajos que el bloque de red backbone. La norma define el empleo de cable de fibra óptica (monomodo y multimodo), STP (Shielded Twisted Pair: Par trenzado blindado) y UTP (Unshielded Twisted Pair: Par trenzado no blindado).

El documento inicial de la norma TIA/EIA 568 creado en 1991 a cambiado durante los años y ha sido seguido por algunas actualizaciones que se diferencian en el nombre debido a que agregan letras, entre algunas de las actualizaciones están: la TIA/EIA 568-A, la TIA/EIA 568-B.1 y la TIA/EIA 568-B.2.

La actualización TIA/EIA 568-B.2-1 establece los requerimiento de desempeño del cable UTP categoría 6.

Los seis subsistemas de la norma TIA/EIA-568.

Cuarto de entrada de servicios.

Consiste en los cables, hardware de conexión, dispositivos de protección y otros equipos necesarios para proporcionar la entrada de servicios de telecomunicaciones al edificio.

Cuarto de equipo.

Proporciona un punto de terminación del cableado backbone el cual esta conectado a uno o más closets de telecomunicaciones. Por lo general, alberga equipo de complejidad más alta que los closets de telecomunicaciones.

Cableado backbone(Troncal).

Proporciona interconexión entre closets de telecomunicaciones, cuartos de equipo y cuartos de entrada de servicios. Esta formado por:

- Cables de backbone.
- Cross-connects (repartidores) intermedios y principales.
- Terminaciones mecánicas.
- Cross-connections (cables de interconexión) usados en los repartidores.
- Cables entre edificios.

Los medios de transmisión para el cableado backbone se muestran en la siguiente tabla.

Tipo de cable	Distancia máxima
UTP de 100 ohms	800 metros, voz*
STP de 150 ohms	90 metros, datos*
Fibra óptica 62.5/125 micras multimodo	2000 metros
Fibra óptica monomodo	3000 metros

*Nota: Las distancias dependen de la aplicación

Otros requerimientos de diseño son:

- Topología estrella.
- No más de dos niveles jerárquicos de cross-connets.
- Evitar instalar en áreas donde fuentes de altos niveles de inducción electromagnética puedan existir.

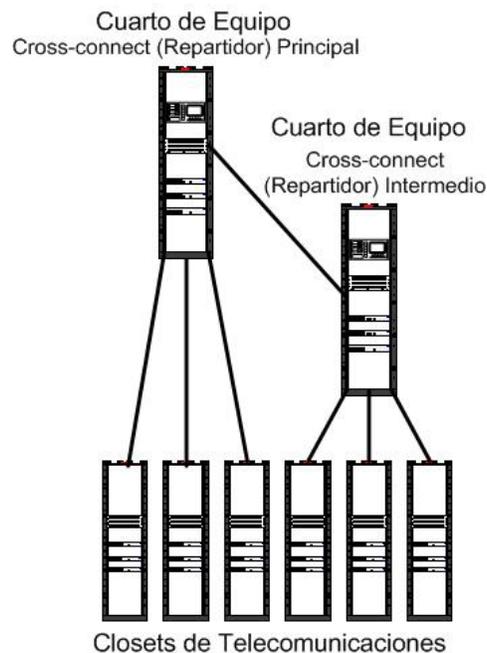


Figura 2-5. Nivel jerárquico del cableado backbone.

Closet de Telecomunicaciones.

Un closet de telecomunicaciones es el área dentro de un edificio que hospeda el equipo del sistema de cableado de telecomunicaciones. Contiene el equipo de conexión para las estaciones de trabajo que se encuentran en el área inmediata.

En el closet de telecomunicaciones es donde el cableado horizontal y el de backbone terminan. La cross-connection es hecha con jumpers o patch cords para proporcionar conectividad flexible y dar

varios servicios a los usuarios en los conectores de telecomunicaciones.

No hay límite sobre el número de closet de telecomunicaciones que puede haber sobre un piso.

Cableado horizontal.

El cableado horizontal se extiende desde el conector de telecomunicaciones al closet de telecomunicaciones y consiste de lo siguiente:

- Cableado horizontal.
- Conector de Telecomunicaciones.
- Terminación mecánica en el cross-connect horizontal.
- Cables de interconexión en closet de telecomunicaciones.

La topología para este subsistema es la de estrella. Tres tipos de medios de transmisión son permitidos como opciones para el cableado horizontal, cada uno se extiende a una distancia máxima de 90 metros:

- Cable UTP de cuatro pares, 100 ohms.
- Cable STP de 2 pares, 150 ohms.
- Cable con dos fibras ópticas, 62.5/125 micras.

Seis metros más son permitidos para cables de interconexión en el closet de telecomunicaciones y en el área de trabajo, pero la longitud combinada no puede exceder los 10 metros.

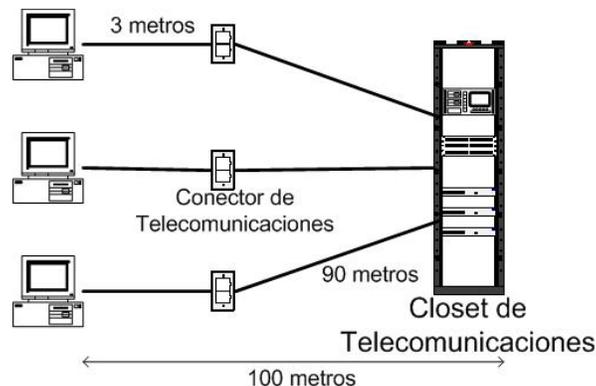


Figura 2-6. Distancias máximas para cableado horizontal.

El conector de telecomunicaciones cuenta con uno o varios puertos para datos dependiendo de las necesidades que se tengan en el área de trabajo. Existen dos configuraciones diferentes para el puerto de datos, la configuración T568A y T568B. Las siguientes figuras muestran esas dos configuraciones.



Figura 2-7. Asignación de pares en jack modular de ocho posiciones para UTP.



Figura 2-8. Asignación de pares en jack modular de ocho posiciones para UTP.

Área de trabajo.

Los componentes del área de trabajo se extienden desde el conector de telecomunicaciones al equipo de estación. El alambrado del área de trabajo está diseñado para que sea relativamente sencillo realizar interconexiones, de tal manera que los movimientos, adiciones y cambios sean fácilmente manejados.

Los componentes del área de trabajo son:

- Equipo de estación. Computadoras, impresoras, teléfonos, etc.
- Patch cables (cables de interconexión).
- Adaptadores. Estos tienen que ser externos al conector de telecomunicaciones.

La siguiente figura ilustra la relación entre los seis subsistemas de un sistema de cableado estructurado.

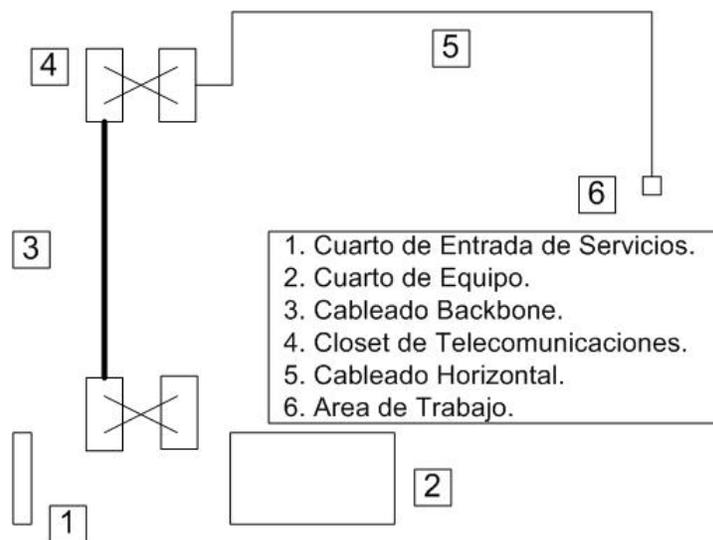


Figura 2-9. Subsistemas de Cableado Estructurado.

2.5.3 Normas complementarias de la norma TIA/EIA 568.

Existe un número de normas relacionadas con la norma TIA/EIA 568 que deben ser seguidas para asegurar la mayoría de los posibles beneficios de un sistema de cableado estructurado. Estas normas relacionadas se tratan a continuación.

TIA/EIA 569.

La Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaceways (Norma de Edificios Comerciales para Guías y Espacios de Telecomunicaciones) proporciona los lineamientos base para cuartos, áreas y guías a través de los cuales el equipo de telecomunicaciones y los medios de transmisión son instalados. Entre las áreas que menciona ésta norma están los siguientes.

Cuarto de equipo.

Un cuarto de equipo es esencialmente un closet de telecomunicaciones grande que puede hospedar la estructura de distribución principal, PBXs, la protección secundaria de voltaje, etc. El cuarto de equipo está con frecuencia junto a la entrada de servicios o junto a una sala de computadoras para que compartan el aire acondicionado, la seguridad, la iluminación y el acceso restringido. El cuarto de equipo debe contar con las siguientes características:

- Ubicación. Debe estar ubicado lejos de fuentes de interferencia electromagnética.
- Perímetros. Las paredes y el techo pintadas de color blanco o pastel para mejorar la visibilidad.
- Acceso limitado. Puerta de 0.9m x 2m con llave.
- Otros. Ningún tubo, equipo mecánico o cable de energía debe pasar a través del cuarto de equipo. No se debe almacenar nada que no esté relacionado con éste cuarto.
- Eléctricas. Se requiere un mínimo de dos conectores duplex a 15A y 110 Vac sobre circuitos separados. Los conectores duplex deben ser colocados a intervalos de 1.83 m alrededor del perímetro. Energía de emergencia debe ser considerada y suministrada.

Closet de telecomunicaciones.

Más de un closet de telecomunicaciones por piso es requerido si la distancia a un área de trabajo excede los 91 metros o si el área a la que se da servicio excede los 929 m². El tamaño recomendado del closet es 3m x 3.35m por cada 929 m² de área a la que se da servicio.

Se recomienda que el closet de telecomunicaciones cuente con un extinguidor de fuego.

Guías horizontales para cable.

Las guías horizontales se extienden entre el closet de telecomunicaciones y el área de trabajo. Existe una gran variedad de opciones de guías. La elección del tipo de guía se deja al criterio del diseñador.

La actualización TIA/EIA 569-A-1 de la norma establece el uso de un tipo particular de guía horizontal llamada canaleta superficial. Ésta tiene las siguiente características:

- Esta formada por una base, una cubierta, adaptadores y accesorios.
- Debe ser de un canal o multicanal.
- No se debe forzar al cable en un radio de curvatura menor de 25 mm bajo condiciones de máxima capacidad de llenado.
- Son generalmente instaladas sobre paredes.
- Puede ser utilizada como un sistema de distribución dentro de o entre cuartos.
- Al planear la canaleta, su llenado máximo debe ser del 40%. Un máximo de 60% es permitido para acomodar adiciones de cable no planeadas después de la instalación inicial.

Interferencia electromagnética.

El cableado de telecomunicaciones de voz y datos no debe estar cerca ni paralelo al cableado de energía eléctrica. En general, el cableado de telecomunicaciones es enrutado por separado o es separado algunos metros lejos del cableado de energía eléctrica.

TIA/EIA 606.

La Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings (Norma de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales) proporciona normas para asignar código de color, etiquetar y documentar un sistema de cableado. Seguir esta norma permite una administración mucho mejor de una red, creando un método para seguir los movimientos, adiciones y cambios en ésta. También facilita la solución rápida de problemas detallando información de cada cable como tipo, rendimiento, aplicación, usuario y disposición.

El sistema de administración de ésta norma incluye, entre otros, los siguientes elementos:

- Identificadores. A cada lugar, guía de cable y punto de terminación de cable es asignado un identificador único (un número que puede ser codificado para proporcionar información suplementaria).
- Registros de telecomunicaciones. Se debe contar con los registros mínimos necesarios para cada cable, lugar, guías de cable, hardware de terminación y posición.
- Dibujos. Los dibujos incluyen los planos de piso, esquemas del cable y disposición del equipo en el rack.

- **Formatos de identificación.** Un único código de identificación alfanumérico es creado para cada sitio, guía de cable, cable y punto de terminación. La norma sugiere un formato pero no es obligatorio seguirlo. Sin embargo, el formato que se elija tiene que ser consistente y proporcionar un único número identificador para cada elemento del sistema.

Elementos que forman un registro de telecomunicaciones.

La siguiente tabla establece parte de la información requerida para identificar los elementos del cableado estructurado.

Tipo de elemento	Información necesaria	Incluir información relacionada a:
Guía de cable(canaleta)	# de identificación de canaleta. Tipo de canaleta. Porcentaje de llenado.	Cables que porta la canaleta. Lugares donde tiene sus dos extremos.
Lugar	# de identificación del lugar. Tipo de lugar.	Canaletas que terminan en el lugar. Cables que terminan en el lugar.
Cable	# de identificación del cable. Tipo de cable.	Lugares donde termina el cable. Canaleta que porta el cable.
Hardware de terminación	# de identificación del hardware de terminación. Tipo de hardware de terminación.	Lugar donde esta el hardware de terminación.
Posición de la terminación	# de identificación de la terminación. Tipo de terminación. Código de usuario.	Cable que se conecta a la terminación. Lugar donde esta la terminación.

Tabla 2-1. Información que conforma un registro de telecomunicaciones.

TIA/EIA 607.

La “Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications”, establece practicas para instalar sistemas de tierra que aseguren un nivel de referencia de tierra confiable para todo el equipo de telecomunicaciones instalado posteriormente.

Cada una de estas normas trabajo junto con la norma TIA/EIA 568.

2.5.4 Componentes de un sistema de cableado estructurado.

Los componentes típicos de un esquema de cableado estructurado son ilustrados abajo.

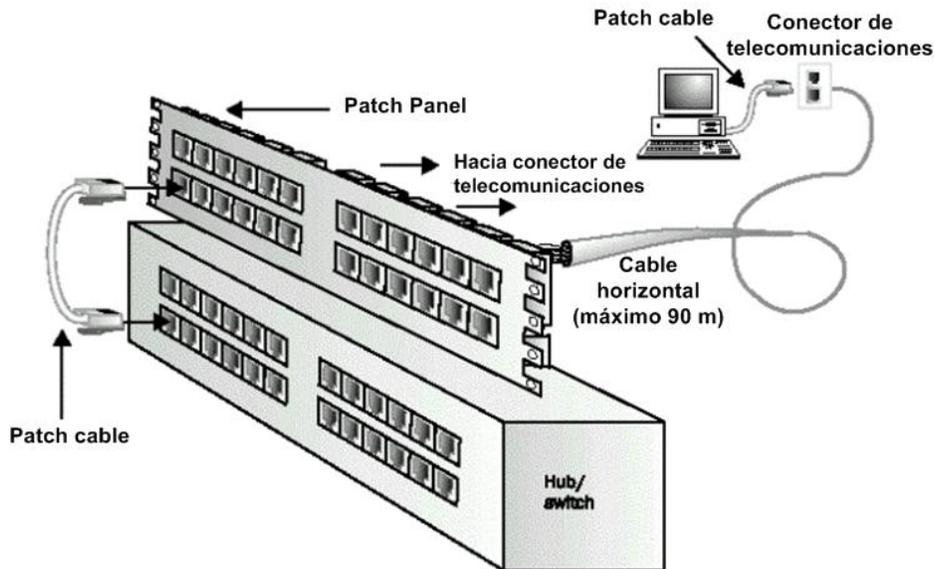


Figura 2-10. Componentes típicos de un esquema de cableado estructurado.

El patch panel proporciona un lugar para terminar el cableado horizontal que cubre las áreas de trabajo. Los pares trenzados en el cable están fijados directamente a la parte posterior del patch panel. La parte de adelante del patch panel provee un lugar para fijar patch cables (cables de interconexión) que conectan a concentradores y switches de red. Este arreglo hace que los movimientos y cambios sean más fáciles. Cuando alguien tiene que ser movido a otro grupo de trabajo o subred, el patch cable sobre el puerto que lleva a alguna computadora, es movido a otro puerto del hub o switch de red.

Para asegurar la integridad de todo el sistema, es necesario que los cables de par trenzado sean terminados con hardware de conexión (conectores, patch panels, etc.) de la misma categoría o superior. Lo anterior también debe ser tomado en cuenta para los patch cables utilizados en el área de trabajo y en el closet de telecomunicaciones. Además, el destrenzado de los pares debe ser evitado lo mas que se pueda cuando llegan al hardware de conexión.

2.6 EQUIPO DE COMUNICACIONES TÍPICO EN UNA LAN.

2.6.1 El concentrador.

El concentrador es un equipo que dispone de un cierto número de puertos en los que se conectan nodos que pueden ser estaciones de trabajo y servidores. La topología más utilizada con un concentrador es la de estrella y el medio preferido es el cable de par trenzado.

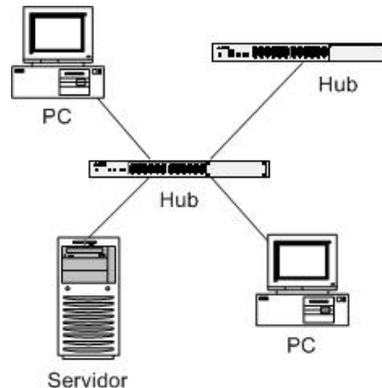


Figura 2-11. Configuración en estrella utilizando un concentrador.

Todos los equipos conectados comparten el medio de transmisión y por lo tanto todos comparten la velocidad de datos disponible en el medio. En esta configuración se dice que todos los dispositivos de la red se encuentran en un mismo dominio de colisión por lo que el ancho de banda efectivo es muy inferior a lo que establezca el concentrador, ocurriendo colisiones de forma continua. Al aumentar el número de estaciones aumenta la probabilidad de colisiones y por lo tanto disminuye el ancho de banda efectivo.

Recordando el método de acceso al medio y ya que el medio es compartido, al enviar o recibir paquetes un usuario el resto debe esperar.

La posibilidad de conectar en cascada varios concentradores separando las estaciones no supone ninguna mejora ya que siguen compartiendo el medio todos los ordenadores.

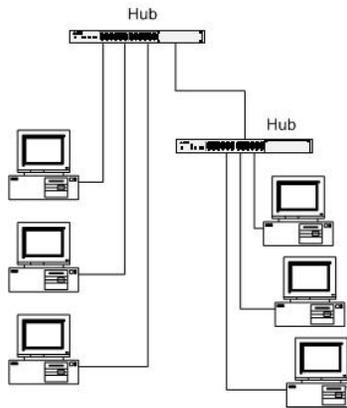


Figura 2-12. Configuración en estrella utilizando hubs en cascada.

2.6.2 El switch.

El switch hace posible que algunos usuarios envíen información sobre una red al mismo tiempo sin que exista retardo. El switch permite a diferentes nodos (típicamente una computadora) de una red comunicarse directamente con otro de una manera fácil y eficiente.

Existen diferentes tipos de switches y redes. Los switches que proporcionan una conexión separada para cada nodo en la red interna de una institución o compañía son llamados switches LAN. Esencialmente, un switch LAN crea una serie de redes instantáneas que contienen sólo a los dos dispositivos que se encuentran comunicándose en ese momento particular.

Una diferencia vital entre un concentrador y un switch es que todos los nodos conectados a un concentrador comparten el ancho de banda entre ellos, mientras que un dispositivo conectado a un puerto de switch tiene todo el ancho de banda para él. Por ejemplo, si diez nodos están comunicándose utilizando un hub sobre una red de 10 Mbps, entonces cada nodo sólo puede conseguir una parte de los 10 Mbps si otros nodos en el concentrador también quieren comunicarse. Pero con un switch, cada nodo podrá comunicarse posiblemente a los 10 Mbps completos.

En una red formada por switches, los switches reemplazan a todos los concentradores de la red por un segmento dedicado para cada nodo. Estos segmentos se conectan a un switch, el cual soporta múltiples segmentos dedicados. Puesto que los únicos dispositivos sobre cada segmento son el switch y el nodo, el switch recibe cada transmisión antes de que ésta llegue a otro nodo. El switch entonces envía la información sobre el segmento apropiado. Puesto que

cualquier segmento contiene sólo un nodo, la información sólo llegara al receptor destino. Esto permite que muchas conversaciones ocurran simultáneamente sobre una red formada por switches.

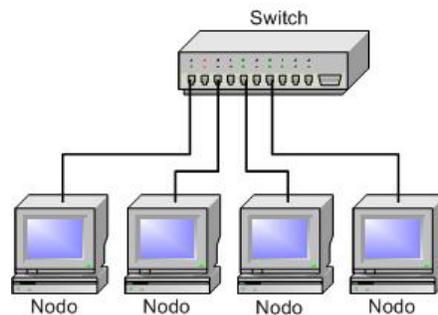


Figura 2-13. Ejemplo de un switch formando una red.

Las redes que constan de switches emplean cable de par trenzado o fibra óptica, estos tipos de cable utilizan conductores separados para enviar y recibir datos. En este tipo de ambiente, los nodos pueden prescindir del proceso de detección de colisiones y transmitir a voluntad, puesto que ellos son los únicos dispositivos potenciales que pueden tener acceso al medio. En otras palabras, el flujo de tráfico en cada dirección tiene una vía para sí mismo. Esto permite que los nodos transmitan al switch cuando éste transmite hacia los nodos, se dice que este es un ambiente libre de colisiones.

La mayoría de las redes no están totalmente formadas por switches a causa de los costos en que se incurren al reemplazar todos los concentradores por switches. En su lugar, una combinación de switches y concentradores son empleados para crear una red eficiente de bajo costo. Por ejemplo, una institución puede tener hubs a los cuales se conectan las computadoras de cada departamento y después un switch que conecta a estos.

2.6.3 La tarjeta de interfaz de red.

La tarjeta de interfaz de red (NIC: Network Interface Card) proporciona la conexión física entre la red y la estación de trabajo. La mayoría de las NICs son internas y se encuentran dentro de una de las ranuras de expansión de la computadora.

Las tarjetas de interfaz de red son un factor principal en determinar la velocidad y desempeño de una red. Las NICs más utilizadas son las tipo Ethernet.

Las tarjetas Ethernet por lo general son adquiridas por separado de la computadora. Éstas contienen conexiones ya sea para cable coaxial, par trenzado o ambas.

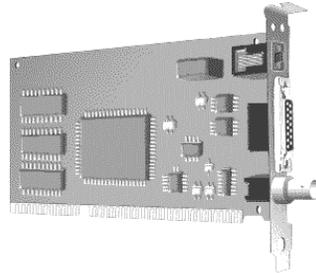


Figura 2-14. Tarjeta Ethernet.

Si la tarjeta está diseñada para cable coaxial, la conexión será de tipo BNC. Si está diseñada para cable de par trenzado entonces tendrá una conexión RJ-45.

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y SOLUCIÓN

3.1 ANTECEDENTES.

Actualmente, el Departamento de Control cuenta con una infraestructura para su red de datos que enlaza las diferentes áreas de que consta éste. Éste departamento realiza diferentes actividades de docencia e investigación principalmente. Para poder llevar a cabo ésta tarea es necesario que cuente con una infraestructura moderna que cumpla con alguna norma de cableado estructurado, así como con una velocidad de datos adecuada a las necesidades actuales. Con estas dos características se permitirá que las actividades realizadas por éste departamento se sigan llevando a cabo y además pueda utilizar nuevas tecnologías que se usan en el aspecto académico como lo es Internet 2.

Las condiciones actuales de la red de datos del Departamento de Control hacen difícil su administración, por lo que se debe dedicar un tiempo considerable para saber la trayectoria que sigue el cable de cada nodo y la ubicación de éste ultimo, por lo que identificar y solucionar rápidamente algún problema en su funcionamiento es más laborioso.

Además de lo anterior, existen dos problemas más en la red del departamento, uno de ellos es el cableado con que cuenta ya que éste es de una categoría inferior a la que se necesita para poder elevar la velocidad de datos de 10 a 100 Mbps, según los estándares actuales. El otro problema es que el departamento planea expandir su red para dar servicio a otras áreas que son parte del mismo como lo son los laboratorios de Control Analógico, Análisis de Circuitos y Medición e Instrumentación.

Para que la nueva red de datos pueda ser certificada se necesita cumplir con la norma establecida para una red de área local y la norma de cableado estructurado.

El uso de aplicaciones más complejas y la capacidad de manejar mayores cantidades de datos de parte del personal académico del Departamento de Control hace necesario el aumento de la velocidad de transmisión de los datos. Por otro lado, el crecimiento de la red de datos obliga a que se haga de manera ordenada por lo que cumplir con una norma de cableado estructurado hará posible éste objetivo.

3.2 SITUACIÓN ACTUAL.

3.2.1 Ubicación de áreas y número de usuarios.

El Departamento de Control abarca parte del primer y segundo pisos del edificio de la División de Ingeniería Eléctrica (DIE) ubicado en el Anexo de Ingeniería. El tipo de red con que cuenta el Departamento es de datos y está formada por concentradores, la velocidad de transmisión es de 10 Mbps, aunque ésta velocidad es menor ya que hay un gran número de nodos conectados a los concentradores.

Primer piso.

En el primer piso se encuentran cuatro áreas que forman parte del Departamento de Control y son las siguientes: los laboratorios de Prototipos, Control Digital, Control Analógico, así como, el área de Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital.

Este piso cuenta con dos sitios que hospedan el equipo de comunicaciones que da servicio a todos los usuarios de éste. En el primero esta el hub principal y en el segundo se encuentran dos concentradores (concentradores de subred). El hub principal funciona a 10 Mbps y da servicio a todo el piso, sin embargo, sólo se ocupan dos puertos para la red del Departamento de Control, uno para servir a uno de los nodos en el Laboratorio de Prototipos y otro para, mediante cable UTP categoría 5e, ser conectado a uno de los puertos del concentrador I de subred "Advanced Stack HP J2600A". Este ultimo junto con el otro concentrador II de subred "LattisHub 2803" es el equipo de comunicaciones con que cuenta el segundo sitio y da servicio al Laboratorio de Control Digital y al área de Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital. La siguiente tabla muestra la distribución de los nodos.

Área	Número de nodos	Conectados a:
Lab. Prototipos	2	1 a hub principal 1 a concentrador I de subred
Lab. Control Digital	12	Todos a concentrador II de subred
Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital	6	3 a concentrador I de subred 1 a ambos concentradores de subred 2 a concentrador II de subred

Tabla 3-1. Distribución de nodos en el primer piso.

El Laboratorio de Control Analógico no cuenta con cableado para conectarse a la red. La topología de la red es en estrella siendo los nodos centrales el hub principal y el concentrador de subred.

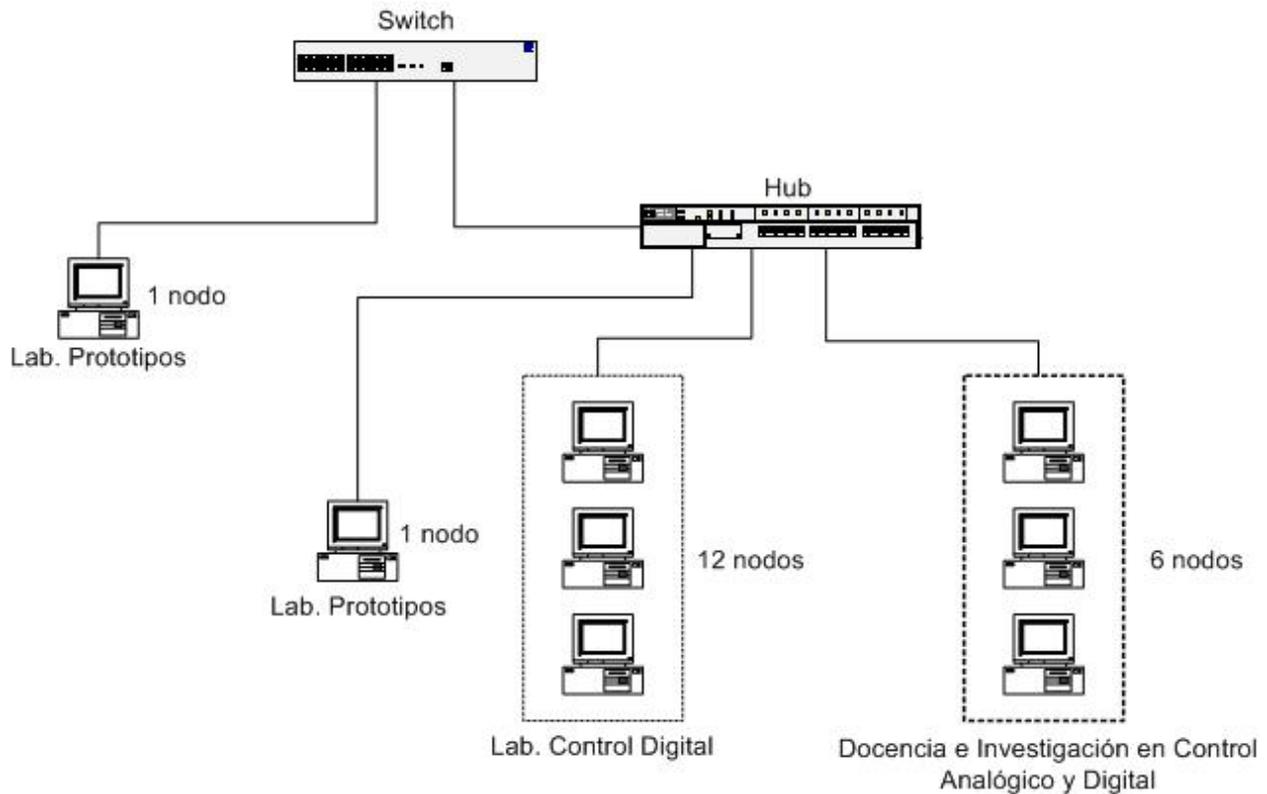


Figura 3-1. Diagrama de red del primer piso.

El laboratorio de Prototipos y el área de Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital son usados por los profesores, mientras que, los dos laboratorios de Control son utilizados principalmente por los alumnos.

Segundo piso.

En el segundo piso se encuentran cinco áreas que son parte del Departamento de Control y son las siguientes: Área de cubículos, Sala de Computadoras, los laboratorios de Análisis de Circuitos Eléctricos y Medición e Instrumentación, así como, el área de Docencia e Investigación en Análisis de Circuitos.

En este piso se cuenta con dos concentradores de subred y un switch para que la red pueda funcionar. Uno de los concentradores se encuentra en la Sala de Computadoras y da servicio a ésta y a los cubículos. El otro concentrador está en el área de Docencia e Investigación en Análisis de Circuitos Eléctricos y da servicio a ésta.

Ambos concentradores están conectados al switch que esta en el sitio denominado GULFI (Grupo de Usuarios de Linux de la Facultad de Ingeniería).

Este piso tiene mas nodos que el primero, la siguiente tabla muestra el número de nodos en cada área.

Área	Número de nodos	Conectados a:
Cubículos	9	Concentrador de subred en Sala de Computadoras
Sala de Computadoras	6	Concentrador de subred en Sala de Computadoras
Docencia e Investigación en Análisis de Circuitos Eléctricos	2	Concentrador de subred en área de Docencia e Investigación de Circuitos

Tabla 3-2. Distribución de nodos en el segundo piso.

Los laboratorios de Análisis de Circuitos y Medición e Instrumentación no cuentan con cableado para red. Estos son usados por los alumnos y las tres áreas restantes son usadas por profesores. La siguientes figura ilustra la topología estrella de la red.

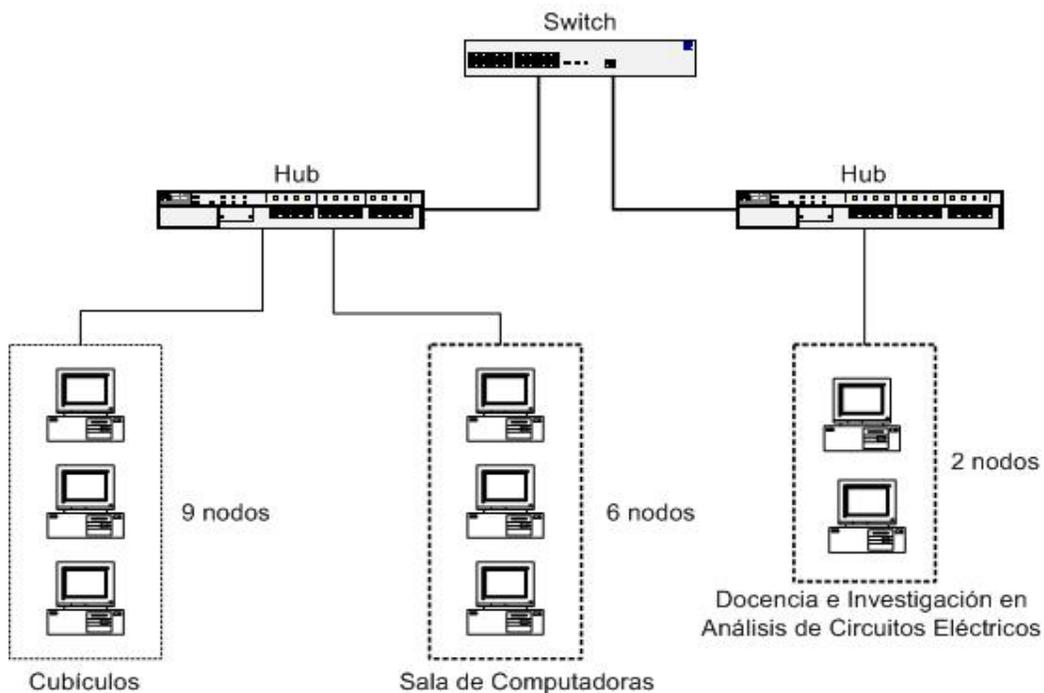


Figura 3-2. Diagrama de red del segundo piso.

3.2.2 Esquema del cableado.

Primer piso.

El tipo de cable que se utiliza es UTP categoría 5 de 4 pares trenzados con ancho de banda de 100 MHz. El cableado cumple con una parte de la norma TIA/EIA 568.

El cableado horizontal consta de sólo dos cables, uno que se extiende para conectar un nodo en el laboratorio de Prototipos y el otro se extiende para conectarse a uno de los puertos del concentrador I de subred que está en el área de Docencia de Control.

Sólo los nodos del Laboratorio de Control Digital y tres mas en el área de Docencia cuentan con conectores de telecomunicaciones, además, no tienen etiqueta con alguna clave para que sean identificados. La configuración en los jacks es la T568.

Se cuenta con un rack en el área de Docencia de Control que contiene dos concentradores, dos administradores de cable y un patch panel. A partir de éste rack se extiende cable hacia el Laboratorio de Control Digital y a siete nodos más. En algunos segmentos el cable no esta fijado con canaleta, sino que se encuentra al descubierto.

Cada puerto del patch panel se encuentra identificado con el nombre del usuario o con el número de nodo en el caso del Lab. de Control Digital.

Para tener una idea del esquema de tendido del cableado referirse al plano "Red de datos actual en el primer piso" del Anexo.

Segundo piso.

El tipo de cable empleado es UTP categoría 5 de cuatro pares con ancho de banda de 100 MHz. Al igual que en el primer piso, cumple con parte de la norma TIA/EIA 568.

El cableado horizontal cuenta con dos cables, cada uno extendiéndose desde el switch hasta los concentradores de subred correspondientes. De el concentrador que esta en la Sala de Computadoras salen los cables que van hacia los nodos con que cuenta la misma y hacia los cubículos. Los cables conectados al concentrador están identificados a través de etiquetas pegadas a los cables.

El cableado de los nodos de la Sala de Computadoras no está fijo a la pared por medio de canaleta, es decir, está tendido sobre el piso. Por otra parte, el cableado que va hacia los cubículos no cuenta con canaleta en la parte que entra a cada uno de ellos.

Tanto la Sala de Computadoras como los cubículos no tienen conectores de telecomunicaciones.

A el concentrador que está en el área de Docencia de Circuitos están conectados dos cables que van hacia dos nodos que pertenecen a ésta. Estos cables no tienen canaleta y tampoco tienen conector de telecomunicaciones en su terminación en el área de trabajo.

Para tener una referencia del tendido del cableado ver el plano llamado "Red de datos actual en el segundo piso" en el Anexo.

3.3 OPCIONES DE SOLUCIÓN.

La planeación de la red de datos del Departamento de Control es a partir del closet de telecomunicaciones, cableado horizontal y el área de trabajo. Existen diferentes alternativas de cable a utilizar en el cableado horizontal. La norma de cableado estructurado TIA/EIA 568 especifica tres medios de transmisión para este fin, los cuales son:

- Cable UTP de cuatro pares, 100 ohms.
- Cable STP de 2 pares, 150 ohms.
- Cable de fibra óptica 62.5/125 micras multimodo(mínimo dos fibras)

El cable STP posee una característica mucho mejor, en lo que se refiere a la interferencia electromagnética, que los otros medios. Éste cable proporciona mucho mejor rendimiento a velocidades de datos altas. Sin embargo, es más caro y más difícil de usar que el UTP.

La fibra óptica cuenta con varias ventajas como su inmunidad a la interferencia electromagnética, es muy pequeña, lo que hace que sea muy liviana, es capaz de portar información a velocidades muy grandes comparadas con las de los otros medios. Sin embargo, el principal obstáculo para poder usar fibra óptica es su costo relativamente alto de instalación comparado con los demás medios, además de que es frágil y se puede dañar fácilmente.

El cable UTP es el medio de transmisión, reconocido por la norma, más popular para aplicaciones de datos de alta velocidad debido a su fácil instalación, costos de instalación más bajos y menor uso de espacio. Comparado al cable STP, el cable UTP es más pequeño, más flexible y menos caro. Los componentes electrónicos usados con UTP son los menos caros entre los tres medios reconocidos por la norma.

Dentro del cable UTP existen diferentes categorías reconocidas por la norma TIA/EIA 568, sin embargo, las categorías que se usan para aplicaciones más recientes son la categoría 5, 5e y 6. La siguiente tabla muestra las categorías utilizables en algunas aplicaciones.

Categoría	Actualizaciones de la norma	Aplicaciones
5 (frecuencia máx. 100 MHz)	TIA/EIA 568-A	Fast Ethernet. ATM LAN 155 Mbps
5e (frecuencia máx. 100 MHz)	TIA/EIA 568-A5	Todas las de categoría 5. Gigabit Ethernet
6 (frecuencia máx. 250 Mhz)	TIA/EIA 568 B.2-1	Todas las de categoría 5e. ATM LAN 1.2 Gbps

Tabla 3-3. Categorías UTP más recientes.

El cable UTP categoría 5 proporciona las características necesarias para soportar aplicaciones como Fast Ethernet, también llamado 100Base-T, o ATM a 155 Mbps.

El cable UTP categoría 5e ofrece un rendimiento que facilita migrar hacia nuevas aplicaciones que pueden requerir transmisión de cuatro pares, como Gigabit Ethernet, al mismo tiempo que proporciona un aumento de desempeño para las aplicaciones de hoy. Debido a su aumento de desempeño, es más fácil de instalar y certificar. Se logra mayor integridad en la señal, mayor confiabilidad y menos problemas en su administración.

El cable UTP categoría 6 proporciona rendimiento superior para las aplicaciones vigentes y para las que están en desarrollo. Por lo cual su instalación garantiza su buen desempeño por varios años.

Para asegurar que el sistema de cableado elegido funcione adecuadamente, el hardware de conexión (patch panel y conectores de telecomunicaciones) debe ser de la misma categoría que la del cable UTP.

Para enrutar, ocultar y proteger el cableado horizontal, existen diferentes tipos de canaletas, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- *Canaleta superficial.* Puede ser de metal o plástico y consiste de una base, una cubierta y adaptadores la cual se monta sobre una pared para proporcionar una guía continua.
- *Canaleta interior.* Este tipo de canaleta es insertada dentro de la estructura de la pared.
- *Canaleta de moldura.* Es una canaleta montada sobre la superficie que se parece a una moldura terminada en una pared. El propósito de ésta canaleta es que no sea visible entre la decoración.
- *Canaleta multicanal.* Es una canaleta que contiene mas de un canal para enrutar los diferentes cables del sistema. Cada sistema está contenido en un canal y separado por un divisor. En esta canaleta la misma posición se mantiene para cada servicio a lo largo de ésta.

La canaleta superficial es la que más se adapta a las condiciones actuales de las instalaciones del edificio DIE. Por lo tanto, éste será el tipo de canaleta a utilizarse.

La canaleta superficial es utilizada en edificios que ya existen, donde es más barato enrutar cables sobre la superficie que tener que perforar paredes o utilizar otros métodos para poder instalar la canaleta.

Se utilizará canaleta superficial no metálica en lugar de metálica ya que es más ligera, extremadamente durable, fácil de cortar, se adapta a superficies irregulares, es no conductora y su costo de instalación es más bajo.

Existen diferentes tipos de ajustes o adaptadores para que la canaleta se ajuste a la forma de la ruta por donde pase. Los ajustes que más se usan son:

- *Ajuste de esquina exterior.* Utilizado para esquinas exteriores de paredes.

- *Ajuste de esquina interior.* Utilizado para esquinas interiores de paredes.
- *Ajuste T.* Utilizado para realizar una derivación de la canaleta principal.
- *Ajuste ángulo de 90 grados.* Utilizado para realizar un cambio de dirección de 90 grados sobre la misma pared.
- *Ajuste acoplador.* Utilizado para cubrir la unión de dos secciones de canaleta.
- *Ajuste tapa de terminación.* Utilizado para cubrir el final de una canaleta.

Cualquiera de estos ajustes se utilizará durante la instalación de la red. El tipo de material de que estén hechas debe ser el mismo que el de la canaleta.

La red de datos del Departamento de Control es una LAN y se puede decir que actualmente funciona a una velocidad de 10 Mbps. Existe un conjunto de normas establecidas por el comité IEEE 802, este conjunto de normas trata principalmente sobre diferentes tipos de LANs. La norma más ampliamente utilizada es la IEEE 802.3 la cual establece tres diferentes especificaciones de velocidad, las cuales son:

- *Ethernet.* Velocidad de transmisión de 10 Mbps. Es usada en pequeños o medianos grupos de trabajo. Es una tecnología bastante madura por lo que resulta económica y fácil de instalar pero debido a su baja tasa de datos no es adecuada para redes que deban soportar un trafico de datos grande.
- *Fast Ethernet.* Velocidad de transmisión de 100 Mbps. Se usa en redes LAN y es compatible con Ethernet por lo que existen abundantes modelos de tarjetas de interfaz de red 10/100, especialmente Base-T, que hacen posible construir redes mixtas e integrar nodos nuevos aumentando así la vida útil y funcionalidad de una LAN. Su implementación es unas cuantas veces mayor en costo a la de Ethernet.
- *Gigabit Ethernet.* Velocidad de transmisión de 1 Gbps. Se utiliza en enlaces backbone y es compatible con sus dos antecesores lo que propicia una migración sencilla. Existe una gran variedad de hardware. Su implementación requiere de altos costos.

Como se puede ver las tres especificaciones son completamente compatibles entre si por lo que en ese aspecto no hay ningún problema. Sin embargo, los costos de implementación para Gigabit Ethernet son altos por lo que la opción más viable a elegir, en este

caso, es la especificación Fast Ethernet. Esta especificación establece diferentes alternativas en el medio de transmisión a utilizar, la siguiente tabla muestra éstas alternativas.

	100Base-TX		100Base-FX	100Base-T4
Medio de transmisión	2 pares STP	2 pares UTP categoría 5	2 fibras ópticas	4 pares UTP categoría 3,4 o 5
Velocidad de datos	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Longitud máxima de segmento	100 m	100 m	100 m	100 m

Tabla 3-4. Alternativas de medios de transmisión para Fast Ethernet.

Con base en las características ya antes mencionadas de los medios de transmisión se elige la especificación 100Base-TX la cual establece el uso de cable UTP categoría 5 o superior con una distancia no mayor por cada segmento de 100 m. La topología establecida es en estrella.

Si se quiere que el cable a instalar sea superior a lo establecido por Fast Ethernet y que sea útil para implementar aplicaciones futuras se debe instalar cable UTP categoría 6.

3.4 PLANEACIÓN DE LA NUEVA RED.

El objetivo principal es que la nueva red cumpla con la norma de cableado estructurado TIA/EIA 568 junto con las normas que la complementan como la TIA/EIA 569 y la TIA/EIA 606, así como, la norma IEEE 802.3 que trata las especificaciones de una red LAN particular, de las cuales nos interesa la de Fast Ethernet.

La topología establecida por la norma TIA/EIA 568 y la especificación Fast Ethernet es de tipo estrella. Por lo tanto se diseñará la red de datos usando esta topología.

Puesto que las áreas que forman parte del Departamento de Control abarcan dos pisos, entonces se puede decir que se trata de dos redes las cuales están conectadas a dos closet de telecomunicaciones diferentes.

Para poder administrar ambas redes mucho mejor, y crear un método para seguir los movimientos, adiciones y cambios de ésta. Además de, facilitar la solución rápida de problemas, se proponen los siguientes identificadores para cada elemento y lugares de la red.

Identificador	Significado	
Cax	Canaleta	x: Número de canaleta
CTx	Closet de Telecomunicaciones	x: 1= primer piso, 2= segundo piso
AT-xxxxx	Área de Trabajo	xxxxx: Siglas del nombre del sitio
CXxx	Cable de Par Trenzado	X: H=Horizontal, S=Subred xx: Número de cable
PP-xxx	Patch Panel	xxx: Lugar en el que se encuentra CTx o Sx
CoT-xxxxx-xx	Conector de Telecomunicaciones	xxxxx: Siglas del nombre del sitio xx: Núm. de conector
R-xxx	Rack	xxx: Lugar en el que se encuentra CTx o Sx

Tabla 3-5. Identificadores para administrar la red.

Identificador	Significado	
CoT-xxxxx-xx-Jx	Conector de Telecomunicaciones	xxxxx: Siglas del nombre del sitio xx: Número de conector x: jack 1 o 2 (sólo si tiene dos puertos)
PH	Hacia puerto de concentrador	

Tabla 3-6. Identificadores de puerto en patch panel.

Los identificadores de la tabla 3-5 serán utilizados en los llamados registros de telecomunicaciones y los de la tabla 3-6 en los puertos que forman el patch panel.

Los registros de telecomunicaciones dan información de algún elemento de la red así como información adicional que se le relacione.

3.4.1 Red del primer piso.

Las siglas de los nombres de cada sitio y su significado en éste piso son las siguientes:

Sigla	Significado
LP	Lab. de Prototipos
LCD	Lab. Control Digital
DICAD	Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital
LCA	Lab. Control Analógico

Tabla 3-7. Sitios en el primer piso.

El primer piso cuenta con los siguientes lugares de acuerdo al esquema de cableado estructurado.

Número de identificación del lugar.	Tipo de espacio
CT1	Closet de Telecomunicaciones
AT-LP	Área de Trabajo
AT-LCD	Área de Trabajo
AT-DICAD	Área de Trabajo
AT-LCA	Área de Trabajo

Tabla 3-8. Registro de lugares.

Closet de Telecomunicaciones.

En el primer piso, el closet de telecomunicaciones estará ubicado en la Secretaría Administrativa de la División de Ingeniería Eléctrica, en donde estará ubicado el rack que contendrá el switch y todo el hardware de conexión como el patch panel, el acomodador de cable y patch cables.

La siguiente tabla compara las superficies del closet de telecomunicaciones y el área de trabajo del primer piso con las establecidas por la norma TIA/EIA 569.

	Área primer piso	Área establecida por norma TIA/EIA 569.
Closet de Telecomunicaciones	19 m ²	10 m ² (mínima)
Área de trabajo que recibe servicio	188 m ²	929 m ² (máxima)

Tabla 3-9. Comparación de superficies en primer piso con norma TIA/EIA 569.

Como se puede ver de la tabla de arriba, el lugar que se utilizará como closet de telecomunicaciones cumple satisfactoriamente la norma.

Este cuarto deberá ser pintado de color blanco para mejorar la visibilidad. Es necesario que cuente con un mínimo de dos conectores duplex a 15A y 110 Vac sobre circuitos separados. Los conectores duplex deberán ser colocados a intervalos de 1.83 m alrededor del perímetro.

Se deberá contar con algún tipo de suministro de energía de respaldo como un UPS (Uninterruptible Power Supply: Suministro de energía ininterrumpible) el cual puede ser instalado en la parte más baja del rack.

El rack de equipo estará en éste lugar y se debe instalar de tal forma que exista un mínimo de 0.9 m enfrente y atrás del rack así como 0.9 m en uno de sus lados para poder tener acceso y poder trabajar. La siguiente figura ilustra el lugar y las distancias mínimas a las que se debe instalar el rack de equipo.

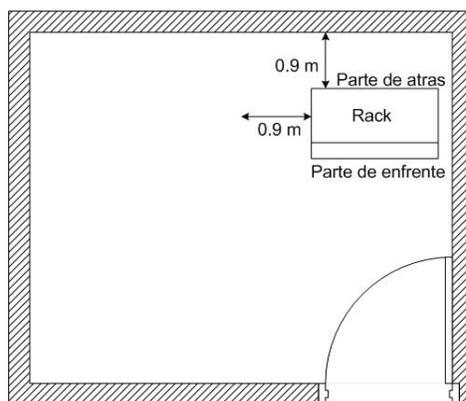


Figura 3-3. Vista superior del rack en el Closet de Telecomunicaciones.

El rack y el equipo que éste contenga deben estar conectados al sistema de tierra del edificio.

La disposición del equipo pasivo y activo dentro del rack debe ser de la siguiente forma. El equipo pasivo (patch panel, acomodadores de cable frontales y posteriores) debe ir en la parte superior del rack mientras que el equipo activo (switches) debe ir en la parte inferior del rack. De esta forma, el equipo activo o electrónico estará en la parte más fría del closet de telecomunicaciones y su peso estará en la parte más baja, por lo que será más fácil instalarlo. La siguiente figura ilustra la forma en que debe ser acomodado el equipo dentro del rack.

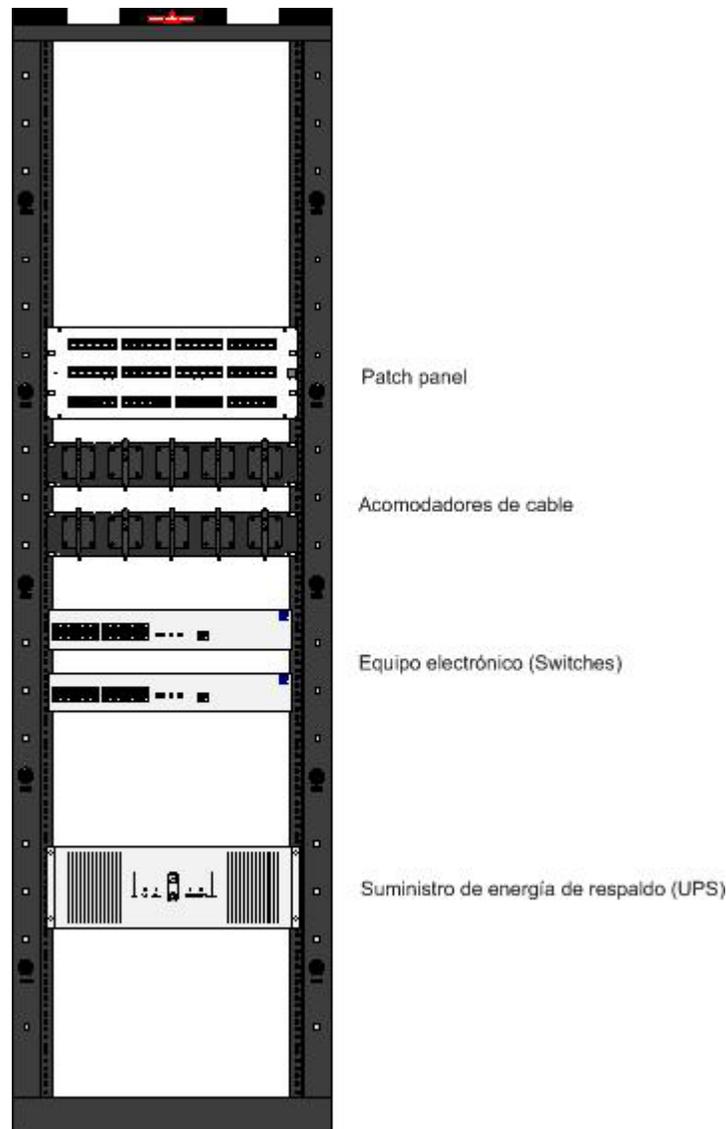


Figura 3-4. Disposición de equipo dentro del rack.

Hay que recordar que el cableado estructurado está diseñado para que tenga un buen desempeño por un cierto número de años, sin importar el tipo de tecnología que se emplee durante éste periodo de

tiempo. Por lo tanto, el equipo electrónico es el que se podría cambiar mayor número de veces, por lo cual, es adecuado que esté en la parte baja del rack.

Los patch cables que conectarán al patch panel con el equipo electrónico (switch), pasando a través del acomodador de cable, serán construidos con doble terminado, es decir, en ambos extremos serán terminados con plugs RJ-45 utilizando la configuración de alambrado T568B. La longitud de los patch cables será de 1 metro.

Se utilizará la configuración de alambrado T568B porque es la más ampliamente utilizada en instalaciones comerciales.

Los identificadores que se propone se utilicen en cada uno de los puertos del patch panel son mostrados en la siguiente tabla.

Identificador de puerto en patch panel PP-CT1	Significado
CoT-LP-1	CoT núm. 1 ubicado en LP, sólo un jack
CoT-LP-2	CoT núm. 2 ubicado en LP, sólo un jack
CoT-DICAD-3	CoT núm. 3 ubicado en DICAD, sólo un jack
CoT-DICAD-4	CoT núm. 4 ubicado en DICAD, sólo un jack.
CoT-DICAD-5	CoT núm. 5 ubicado en DICAD, sólo un jack
CoT-DICAD-6	CoT núm. 6 ubicado en DICAD, sólo un jack
CoT-DICAD-7	CoT núm. 7 ubicado en DICAD, sólo un jack
PH	Hacia puerto de Hub

Tabla 3-10. Identificación de cada uno de los puertos del patch panel.

Cableado horizontal.

El cableado horizontal estará formado por ocho cables UTP categoría 6. Por lo tanto, el patch panel deberá tener como mínimo ocho puertos. No son necesarios mas cables ya que el número de usuarios previsto para el futuro no variará según lo establecido por el administrador de la red.

El tendido del cableado se realizará atendiendo a lo establecido por las normas y a los beneficios de menor uso de cable, menor

dificultad para atravesar diferentes tipos de paredes y menor dificultad para fijar la canaleta a una superficie.

El cableado iniciará en el closet de telecomunicaciones y correrá en su gran mayoría por arriba de las ventanas que se encuentran del lado opuesto del pasillo principal de éste piso; ésta ruta es elegida ya que no hay una fuente de inducción electromagnética cercana y se utilizará menos cable.

El cableado atravesará el Laboratorio de Prototipos donde se quedarán dos cables ya que ahí abra dos conectores. Al atravesar el Laboratorio de Control Digital el cableado ya sólo llevará seis cables, los cuales llegarán al área de Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital. En ésta área 5 cables terminarán en conectores y uno irá hacia el concentrador que se encontrará en el rack de subred. La longitud máxima hacia el conector de telecomunicaciones más alejado no excede los 30 metros.

Actualmente, el rack que se encuentra en el área de Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital crea una subred que da servicio sólo al Laboratorio de Control Digital, pero se tenderá cable para extender ésta subred y dar también servicio al Laboratorio de Control Analógico. El patch panel para la subred deberá contar como mínimo con 20 puertos.

Puesto que el Laboratorio de Control Digital cuenta con canaleta, lo que se cambiará será el cable y los conectores de telecomunicaciones. Mientras que en el Laboratorio de Control Analógico será necesario instalar la canaleta, el cable y los conectores. El cableado horizontal de éste ultimo correrá, también por la parte de arriba de las ventanas opuestas al pasillo. En éste laboratorio al igual que en el de Control Digital, se utilizará canaleta metálica en la parte que pasa de la pared hacia las mesas de trabajo.

Para tener una visión más completa de cómo quedará la nueva red, ver el plano llamado "Red de datos nueva en el primer piso" que se encuentra en el Anexo.

El plano que se encuentra en el Anexo llamado "Distribución de canaleta en el primer piso" muestra la capacidad para portar cables que deberá tener la canaleta a través de los diferentes sitios por los que pasará.

Debido a los beneficios que proporciona, toda la canaleta que se debe utilizar es no metálica, puede ser de material PVC, las únicas canaletas que deben ser metálicas son las que pasan a través del

piso hacia las mesas de trabajo de los laboratorios de Control Digital y Analógico. Por norma, la capacidad máxima a la que se debe llenar la canaleta es al 40%.

Para que la canaleta se pueda ajustar a los cambios de dirección, a las esquinas interiores o exteriores de las paredes, y a diferentes derivaciones que tenga durante su trayectoria se deben utilizar los adaptadores o ajustes. El uso de estos ajustes ayudará a que el radio de curvatura mínimo de 25 mm para el cable UTP se mantenga dentro de lo establecido por la norma y se obtenga el rendimiento óptimo.

El último elemento del cableado horizontal es el conector de telecomunicaciones. Debido a la facilidad de su instalación y a que no es necesario romper paredes, se utilizarán conectores de telecomunicaciones superficiales. La altura a la que estarán los conectores puede variar de acuerdo al lugar donde se instalen.

Cada conector de telecomunicaciones deberá contar con un porta etiquetas para poder identificarlo. En la siguiente tabla se establecen los identificadores de cada conector de telecomunicaciones que forma el cableado horizontal en el primer piso.

Identificador	Significado
CoT-LP-1	Conector de telecomunicaciones núm. 1 en Lab. de Prototipos
CoT-LP-2	Conector de telecomunicaciones núm. 2 en Lab. de Prototipos
CoT-DICAD-3	Conector de telecomunicaciones núm. 3 en DICAD
CoT-DICAD-4	Conector de telecomunicaciones núm. 4 en DICAD
CoT-DICAD-5	Conector de telecomunicaciones núm. 5 en DICAD
CoT-DICAD-6	Conector de telecomunicaciones núm. 6 en DICAD
CoT-DICAD-7	Conector de telecomunicaciones núm. 7 en DICAD

Tabla 3-11. Identificadores de los conectores de telecomunicaciones.

Los conectores de telecomunicaciones del cableado horizontal contarán con un puerto de comunicación para datos. Los que formen parte de la subred tendrán un puerto de datos en la parte del

Laboratorio de Control Digital, mientras que los del Laboratorio de Control Analógico tendrán dos puertos.

Los identificadores para los conectores de telecomunicaciones de la subred se pueden formar utilizando la misma nomenclatura que se utilizó para hacer los del cableado horizontal.

El puerto de datos será un jack RJ-45 y la configuración que se utilizará será la T568B.

Área de trabajo.

Los patch cables del área de trabajo, al igual que los utilizados en el closet de telecomunicaciones, serán construidos con doble terminado sólo que su longitud será de 2 metros.

El equipo que se encuentra en el área de trabajo, en su gran mayoría son computadoras, por lo tanto, no será necesario utilizar algún tipo de adaptador.

3.4.2 Estimación de material para red del primer piso.

La cantidad de material que se utilizará para poder instalar la red del primer piso se establece en las siguientes tablas.

Lugar	No. de CoT con un puerto de datos	No. de CoT con dos puertos de datos	
Laboratorio de Prototipos	2	0	
Docencia e Investigación en Control Analógico y Digital	5	0	
Laboratorio de Control Digital	12	0	
Laboratorio de Control Analógico	0	4	
	19	4	Total

Tabla 3-12. Distribución de conectores de telecomunicaciones en el primer piso.

Trayectoria o uso del cable	Cantidad(m)	
Desde closet de telecomunicaciones a los 7 conectores de telecomunicaciones mas el cable al concentrador(cableado horizontal)	169.06	
Desde el concentrador a los 16 conectores de telecomunicaciones en los laboratorios de Control Digital y Control Analógico(cableado horizontal de subred)	335.52	
27 patch cables de 2 m para áreas de trabajo	54	
8 patch cables de 1 m para closet de telecomunicaciones	8	
20 patch cables de 1 m y 2 patch cables de 2 m para closet de telecomunicaciones de la subred	24	
	590.58	Total
	29.529	5% del Total
	620.109	Total+5%

Tabla 3-13. Estimación de cable UTP categoría 6.

El calculo de la cantidad de cable se hizo midiendo la trayectoria de cada conector de telecomunicaciones desde el closet de telecomunicaciones y posteriormente se sumaron todas las trayectorias. Se sumó un 5% adicional al total calculado.

Capacidad de la canaleta(No. de cables)	Cantidad(m)	
12 cables	2.4	
10 cables	8	
8 cables	9.69	
7 cables	3.18	
6 cables	9.71	
4 cables	19	
2 cables	13.16	
1 cable	21.7	
	86.84	Total

Tabla 3-14. Estimación de canaleta.

El calculo de la cantidad de canaleta se hizo de acuerdo al número de cables que pasan por la misma trayectoria.

Con la tabla anterior se pretende dar una visión de la cantidad de canaleta que se adquirirá y la capacidad de llenado o tamaño que tendrá. De acuerdo a la cantidad de cable que porte cada canaleta, su capacidad de llenado no debe ser mayor al 40% de su capacidad de llenado total.

Tipo de producto	Cantidad
Cajas(wallboxes)	23
Tapas frontales(faceplates)	23 (4 para 2 puertos y 19 para 1 puerto)
Jacks RJ-45	27
Plugs RJ-45	114
Patch Panel	2 (1 de 8 puertos y 1 de 20 puertos como mínimo)
Acomodador de cable	2

Tabla 3-15. Estimación de diferentes accesorios del cableado estructurado.

Un conector de telecomunicaciones esta formado por la caja, el puerto tipo jack RJ-45 y la tapa frontal.

3.4.3 Red del segundo piso.

Las siglas de los nombres de cada sitio y su significado en éste piso son los siguientes:

Sigla	Significado
Scom	Sala de computadoras anexa al Depto. de Control
DC	Departamento de Control (cubículos)
LAC	Lab. de Análisis de Circuitos
DIACE	Docencia e Investigación en Análisis de Circuitos Eléctricos
LMI	Lab. de Medición e Instrumentación

Tabla 3-16. Sitios en el segundo piso.

El segundo piso cuenta con los siguientes lugares de acuerdo al esquema de cableado estructurado.

Número de identificación de espacio	Tipo de espacio
CT2	Closet de Telecomunicaciones
AT-SCom	Área de Trabajo
AT-DC	Área de Trabajo
AT-LAC	Área de Trabajo
AT-DIACE	Área de Trabajo
AT-LMI	Área de Trabajo

Tabla 3-17. Registro de lugares.

Closet de Telecomunicaciones.

El closet de telecomunicaciones estará ubicado en el sitio conocido como GULFI. Este sitio es un lugar donde se encuentra una sala de computadoras, por lo tanto, se aprovechará para que tanto el rack de equipo como la sala compartan la iluminación y el acceso limitado.

Las características físicas de área del closet de telecomunicaciones y de cobertura de ésta hacia las áreas de trabajo, son contrastadas con las establecidas por la norma TIA/EIA 569 en la siguiente tabla.

	Área segundo piso	Área establecida por norma TIA/EIA 569.
Closet de telecomunicaciones	23 m ²	10 m ² (mínima)
Área de trabajo que recibe servicio	324 m ²	929 m ² (máxima)

Tabla 3-18. Comparación de superficies en segundo piso con norma TIA/EIA 569.

Se puede ver que el sitio que se utilizará como closet de telecomunicaciones supera en un amplio margen lo establecido por la norma. Al igual que el closet de telecomunicaciones del primer piso, éste también debe cumplir con el resto de las características ya mencionadas.

La ubicación del rack de equipo en el closet de telecomunicaciones debe ser tal que cuente con un margen de 0.9 metros en ambas partes, la de atrás y la de enfrente, así como de 0.9 metros en alguno de sus lados para poder tener acceso en ambas partes. La siguiente figura ilustra el lugar donde quedará el rack de equipo.

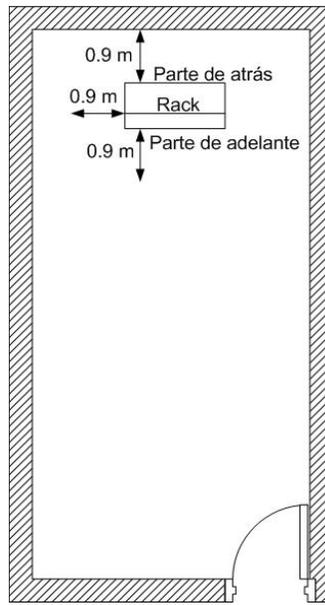


Figura 3-5. Vista superior del rack en el Closet de Telecomunicaciones.

La disposición del equipo dentro del rack debe ser como ya se mencionó antes, el equipo pasivo debe ir en la parte de arriba y el equipo activo en la parte de abajo. La figura 3-4 visualiza mejor la forma en que se debe acomodar el equipo.

El patch panel deberá contar con al menos 25 puertos para poder cubrir las áreas de trabajo. Los identificadores que se proponen para cada uno de los puertos del patch panel se muestran en la siguiente tabla.

Identificador de puerto en patch panel PP-CT2	Significado
CoT-SCom-1-J1	CoT núm. 1 ubicado en SCom, jack 1.
CoT-SCom-1-J2	CoT núm. 1 ubicado en SCom, jack 2.
CoT-SCom-2-J1	CoT núm. 2 ubicado en SCom, jack 1.
CoT-SCom-2-J2	CoT núm. 2 ubicado en SCom, jack 2.
CoT-SCom-3-J1	CoT núm. 3 ubicado en SCom, jack 1.
CoT-Scom-3-J2	CoT núm. 3 ubicado en SCom, jack2.
CoT-SCom-4	CoT núm. 4 ubicado en SCom, sólo un jack.
CoT-SCom-5-J1	CoT núm. 5 ubicado en SCom,

	jack 1.
CoT-SCom-5-J2	CoT núm. 5 ubicado en SCom, jack 2.
CoT-SCom-6-J1	CoT núm. 6 ubicado en SCom, jack 1.
CoT-SCom-6-J2	CoT núm. 6 ubicado en SCom, jack 2.
CoT-SCom-7-J1	CoT núm. 7 ubicado en SCom, jack 1.
CoT-SCom-7-J2	CoT núm. 7 ubicado en SCom, jack 2.
CoT-SCom-8	CoT núm. 8 ubicado en SCom, sólo un jack.
CoT-DC23-9	CoT núm. 9 ubicado en cubículo 23, sólo un jack.
CoT-DC24-10	CoT núm. 10 ubicado en cubículo 24, sólo un jack.
CoT-DC24-11	CoT núm. 11 ubicado en cubículo 24, sólo un jack.
CoT-DC25-12	CoT núm. 12 ubicado en cubículo 25, sólo un jack.
CoT-DC27-13	CoT núm. 13 ubicado en cubículo 27, sólo un jack.
CoT-DC21-14	CoT núm. 14 ubicado en cubículo 21, sólo un jack.
CoT-DC22-15	CoT núm. 15 ubicado en cubículo 22, sólo un jack.
CoT-DCS-16	CoT núm. 16 ubicado en cubículo de secretaria, sólo un jack.
CoT-DIACE-17	CoT núm. 17 ubicado en DIACE, sólo un jack.
CoT-DIACE-18	CoT núm. 18 ubicado en DIACE, sólo un jack.
PH	Hacia puerto de Hub.

Tabla 3-19. Identificación de cada uno de los puertos del patch panel.

Los patch cables también serán construidos a mano con doble terminado y la configuración T568B.

Cableado horizontal.

En este piso el cable de par trenzado y los conectores de telecomunicaciones serán reemplazados en su totalidad; no así la canaleta, ya que en algunas áreas ya existe.

El número de cables que saldrá del closet de telecomunicaciones será de 25, de estos, 22 se enrutarán hacia los cubículos del Departamento de Control y la Sala de Computadoras; 14 cables terminarán en la Sala de Computadoras y el resto en los cubículos.

Hacia el área de Docencia e investigación en Análisis de Circuitos Eléctricos irán 3 cables, uno de los cuales irá hacia el rack que formará una subred que abarcará los laboratorios de Análisis de Circuitos Eléctricos y Medición e Instrumentación. En ésta subred se tiene que instalar todo el cable, la canaleta y los conectores de telecomunicaciones.

La distancia más grande de uno de los cables que forman parte del cableado horizontal es menor a los 40 metros, lo cual es mucho menor que los 90 metros permitidos por la norma TIA/EIA 568.

Desde el rack que está en DIACE saldrán 16 cables que formarán el cableado horizontal de subred. Ocho cables se enrutarán hacia las mesas de trabajo en el Laboratorio de Análisis de Circuitos y otros ocho hacia el Laboratorio de Medición e Instrumentación.

En el DIACE se debe tender el cable de tal forma que se ubique lo más lejos posible de un ducto que porta cables de energía eléctrica y que se encuentra sobre el techo.

Para tener una visión completa de las trayectorias que sigue la nueva red en éste piso ver el plano llamado "Red de datos nueva en el segundo piso" que se encuentra en el Anexo.

La canaleta que se utilizará para enrutar y proteger el cable será superficial y de tipo no metálica. En éste piso no se utilizará canaleta metálica en ninguna parte, ya que en los laboratorios, donde habría más posibilidades de usarse, los nodos quedarán junto a la pared.

Toda la canaleta se instalará sobre el techo y paredes. El techo será el lugar apropiado cuando se dirija el cable hacia las áreas de trabajo desde el closet de telecomunicaciones. Las paredes se usarán cuando se baje el cable desde el techo hacia el conector de telecomunicaciones.

Puesto que la canaleta debe adaptarse al lugar por donde pase, se utilizarán también ajustes o adaptadores.

La capacidad de la canaleta para portar cables varía durante las diversas trayectorias por las que pasará el cableado horizontal. El

plano que está en el Anexo llamado “Distribución de canaleta en el segundo piso” ilustra la capacidad que debe tener la canaleta en los diferentes segmentos.

La cantidad de cable que lleve la canaleta en los diversos segmentos debe ser el 40% de su capacidad total, es decir, si en un segmento una canaleta debe portar 25 cables, entonces esos 25 cables deben abarcar el 40% de su capacidad total.

El plano de canaleta tiene el objetivo de proporcionar información para saber que cantidad y de que capacidad se adquirirá la canaleta.

En lo que se refiere al conector de telecomunicaciones, todos serán superficiales debido a la facilidad de su instalación y a que no es necesario perforar paredes. Cada conector debe contar con un sitio sobre la placa frontal para poder colocarle un identificador.

Los conectores de telecomunicaciones de la Sala de Computadoras y de los dos laboratorios contarán con dos puertos de datos, el resto de los conectores serán de sólo uno.

La nomenclatura propuesta para identificar cada conector de telecomunicaciones del cableado horizontal se da en la siguiente tabla.

Identificador	Significado
CoT-SCom-1	Conector de telecomunicaciones núm. 1 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-2	Conector de telecomunicaciones núm. 2 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-3	Conector de telecomunicaciones núm. 3 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-4	Conector de telecomunicaciones núm. 4 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-5	Conector de telecomunicaciones núm. 5 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-6	Conector de telecomunicaciones núm. 6 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-7	Conector de telecomunicaciones núm. 7 en Sala de Computadoras
CoT-SCom-8	Conector de telecomunicaciones núm. 8 en Sala de Computadoras
CoT-DC23-9	Conector de telecomunicaciones núm. 9 en cubículo 23
CoT-DC24-10	Conector de telecomunicaciones

	núm. 10 en cubículo 24
CoT-DC24-11	Conector de telecomunicaciones núm. 11 en cubículo 24
CoT-DC25-12	Conector de telecomunicaciones núm. 12 en cubículo 25
CoT-DC27-13	Conector de telecomunicaciones núm. 13 en cubículo 27
CoT-DC21-14	Conector de telecomunicaciones núm. 14 en cubículo 21
CoT-DC22-15	Conector de telecomunicaciones núm. 15 en cubículo 22
CoT-DCS-16	Conector de telecomunicaciones núm. 16 en cubículo de secretaria
CoT-DIACE-17	Conector de telecomunicaciones núm. 17 en DIACE
CoT-DIACE-18	Conector de telecomunicaciones núm. 18 en DIACE

Tabla 3-20. Identificadores de los conectores de telecomunicaciones.

La configuración de alambrado que se utilizará en los puertos de datos, igual que en el primer piso, será la T568B.

Los identificadores de los conectores de telecomunicaciones para la subred pueden ser hechos con la misma nomenclatura utilizada para los del cableado horizontal.

Área de trabajo.

Los patch cables del área de trabajo, al igual que los utilizados en el closet de telecomunicaciones, serán construidos con plugs RJ-45 en ambos extremos utilizando la configuración de alambrado T568B. La longitud de los patch cables será de 2 metros.

3.4.4 Estimación de material.

El material necesario para poder implementar la red del segundo piso se establece en las siguientes tablas.

Lugar	No. de CoT con un puerto de datos	No. de CoT con dos puertos de datos	
Departamento de Control (cubículos)	8	0	
Sala de computadoras anexa al Departamento de Control	2	6	
Docencia e Investigación en Análisis de Circuitos Eléctricos	2	0	
Laboratorio de Análisis de Circuitos	0	4	
Laboratorio de Medición e Instrumentación	0	4	
	12	14	Total

Tabla 3-21. Distribución de conectores de telecomunicaciones en el segundo piso.

Trayectoria o uso del cable	Cantidad (m)	
Desde closet de telecomunicaciones a los 18 conectores de telecomunicaciones mas el cable al concentrador(cableado horizontal)	919.225	
Desde el concentrador a los 8 conectores de telecomunicaciones en los laboratorios de Análisis de Circuitos y Medición e Instrumentación(cableado horizontal de subred)	395.78	
24 patch cables de 2 m para áreas de trabajo	48	
25 patch cables de 1 m para closet de telecomunicaciones	25	
16 patch cables de 1 m para closet de telecomunicaciones de la subred	16	
	1404	Total
	70.2	5% del Total
	1474.2	Total+5%

Tabla 3-22. Estimación de cable UTP categoría 6.

El calculo, al igual que en el primer piso, se hizo midiendo la trayectoria de cada conector de telecomunicaciones desde el closet

de telecomunicaciones y posteriormente se sumaron todas las trayectorias junto con los patch cables de área de trabajo y closet de telecomunicaciones.

La siguiente tabla muestra la capacidad y cantidad de canaleta que se debe adquirir, aunque no necesariamente se va adquirir todo esa variedad de canaleta, sino que pueden ser menos, pero deben cumplir con la capacidad especificada.

Capacidad de la canaleta(No. de cables)	Cantidad(m)	
25 cables	11.115	
22 cables	14.23	
17 cables	2.5	
9 cables	12.55	
8 cables	21.42	
6 cables	3.33	
4 cables	20.22	
3 cables	15.76	
2 cables	41.54	
1 cable	56.2	
	198.86	Total

Tabla 3-23. Estimación de canaleta.

El calculo se hizo de acuerdo al número de cables que pasan por la misma trayectoria.

Tipo de producto	Cantidad
Cajas(wallboxes)	26
Tapas frontales(faceplates)	26 (14 para 2 puertos y 12 para 1 puerto)
Jacks RJ-45	40
Plugs RJ-45	131
Patch Panel	2 (1 de 25 puertos y 1 de 16 puertos como mínimo)
Acomodador de cable	2

Tabla 3-24. Estimación de accesorios del cableado.

El conector de telecomunicaciones está formado por lo general por tres elementos que son: la caja, placa frontal y puerto de datos tipo jack RJ-45.

3.5 IMPLANTACIÓN DE LA NUEVA RED.

Es muy importante emplear practicas de instalación apropiadas para asegurar que el desempeño del sistema completo no es disminuido por la instalación inapropiada.

Para evitar interrumpir las actividades realizadas en los diferentes sitios donde cuentan con red, será necesario llevar a cabo la instalación de forma paralela, esto es, no interrumpir el enlace de toda una área de trabajo hasta que todo su nuevo cableado hacia el closet de telecomunicaciones esté instalado, una vez realizado esto, se podrá interrumpir por un momento el enlace del área mientras se pasa el concentrador que le sirve, hacia el closet de telecomunicaciones. Este hecho se presenta en DICAD, en el área de cubículos del Depto. de Control y en DIACE.

El concentrador que da servicio a cada área de trabajo se mantendrá en el closet de telecomunicaciones hasta que se adquiera el switch que lo reemplazará.

La implantación de la red empieza por la instalación de la canaleta a través de las rutas ya establecidas anteriormente. La canaleta que se instalará será superficial. Éste tipo de canaleta se utiliza cuando se va instalar en lugares ya establecidos que no tienen ductos para cable de bajo voltaje. Debido a que la instalación es superficial, se facilitará en gran medida su instalación.

En algunas zonas de ambos pisos ya hay canaleta que está siendo utilizada por la red actual.

En el primer piso el Laboratorio de Control Digital ya cuenta con canaleta así como dos nodos que se encuentran en el área de Docencia; el resto de los nodos no tiene canaleta. En el segundo piso sólo algunas partes del área de cubículos y de la Sala de Computadoras tienen instalada canaleta.

En el caso de la canaleta se puede utilizar la que ya se tenga pues la norma no establece algún tipo de categorías, como en el cableado. Lo que sí es de vital importancia es que la capacidad de llenado debe estar al 40% y en un caso extremo al 60% si es necesario instalar más cable que no estuvo dentro de lo planeado; esto según la norma TIA/EIA 569.

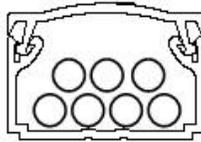


Figura 3-6. Sección transversal de canaleta llenada al 40% de su capacidad.

La instalación de la canaleta comienza identificando los lugares en donde irá ésta, los conectores de telecomunicaciones y los ajustadores o acopladores. Posteriormente, se marcan las trayectorias sobre las superficies. Puesto que la canaleta será casi en su totalidad no metálica, será más fácil cortarla a la longitud requerida utilizando una “segueta”.

Durante el trayecto que siga la canaleta se deberán pasar paredes de diferentes materiales, entre los que se encuentran tabique, vidrio y cancel de aluminio. El principal problema será pasar la canaleta a través del vidrio.

En el primer piso se tendrá que atravesar una pared de cancel de aluminio, una ventana y dos paredes que son de tabique, en éste ultimo caso será más fácil pasar la canaleta.

En el segundo piso en el área de cubículos y en el pasillo principal se tendrá que pasar la canaleta a través de paredes que tienen ventana en la parte superior.

Dependiendo de la forma en que se fije la canaleta a las diferentes superficies, será la dificultad. Una opción es utilizar la cinta adhesiva que trae en su base la canaleta. La otra opción es fijarla con la cinta adhesiva, pero adicionalmente atornillarla, esto implicaría perforar materiales muy rígidos como el concreto, por lo tanto, habría que utilizar equipo especial para tal material. El techo, las columnas y algunas paredes son de concreto.

La única parte donde se utilizará canaleta metálica será en el Laboratorio de Control Analógico pues ahí las mesas de trabajo se encuentran en el centro. La canaleta metálica se utilizará para proteger los cables que pasarán de la pared hacia las mesas de trabajo a través del piso.

Es muy importante utilizar los ajustes o adaptadores de canaleta para evitar que el cable tenga un radio de curvatura menor a los 25 mm. que es lo que establece la norma TIA/EIA 568.

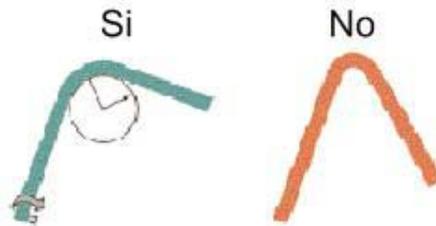


Figura 3-7. Respetar el radio de curvatura mínimo.

Ya que se halla instalado la base de la canaleta y los ajustes, se instalará el cable. Una acción que ayudará durante la instalación de éste es comenzar instalando los cables que conecten a los conectores de telecomunicaciones mas lejanos.

La forma en que se puede instalar el cable es jalándolo a través de la canaleta. Los pasos a seguir para instalar el cable son los siguientes:

1. Colocar la caja del cable en el closet de telecomunicaciones.
2. Tomar el extremo del cable que salga de la caja y etiquetarlo con algún identificador hacia que conector de telecomunicaciones será enrutado. Los identificadores pueden ser los que se proponen en las tablas 3-11 y 3-20 en la parte de planeación de la red .
3. Introducir el cable a la canaleta y jalarlo hasta llegar al conector de telecomunicaciones correspondiente.
4. Cortar el cable y etiquetar también ese extremo.

Debido a que las trayectorias en el primer piso son más directas hacia cada área de trabajo sería más conveniente utilizar una cuerda para jalar cada cable. En cambio, en el segundo piso la trayectoria hacia los cubículos tiene varios cambios de dirección, por lo que sería más adecuado jalar el cable por tramos con la mano hasta llegar al conector de telecomunicaciones correspondiente.

Los pasos anteriores son para instalar un solo cable, pero también se puede hacer para varios cables a la vez cuando estos pertenecen a la misma área de trabajo y se cuenta con varias cajas de cable. Los cables se deben agrupar con cinta y después unirlos a la cuerda para jalarlos, cuidando que la unión entre el cable y la cuerda sea lo suficientemente fuerte para soportar la fuerza requerida para jalar el cable hacia el lugar.

Cuando se esté jalando el cable hay que tomar las siguientes precauciones:

- Tener cuidado de no jalar demasiado fuerte el cable ya que se podría deformar el trenzado o destrenzar los pares. Si la trayectoria del cable tiene varios cambios de dirección, evitar jalarlo a través de varios de ellos. Es mejor jalarlo por partes.
- El cable no se debe doblar ni enredar excesivamente durante su trayecto.

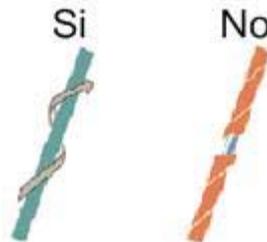


Figura 3-8. Evitar que el cable se enrede en su recorrido.

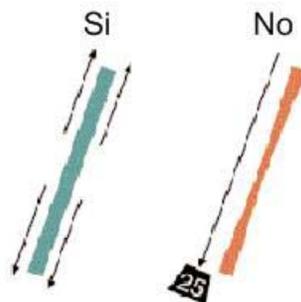


Figura 3-9. No estirar excesivamente el cable.

El jalado del cable es una de las más importantes tareas para lograr una instalación exitosa.

El UTP es suficientemente robusto y ligero por lo que no se requerirá mayor preparación para jalarlo. Por lo general de 4 a 6 cables pueden ser jalados a la vez.

Ya que todo el cable esté instalado, se debe poner la cubierta de toda la canaleta y los ajustes. En el closet de telecomunicaciones y en las áreas de trabajo quedarán saliendo los extremos del cable de par trenzado.

El siguiente paso en el proceso de instalación será preparar el cable para su terminación en el closet y conectores de telecomunicaciones.

El conjunto de cables que llegue al rack debe ser dividido en dos partes para enrutar una mitad a la derecha y otra a la izquierda de la

estructura del rack. Los dos conjuntos de cables deben ser asegurados al rack utilizando cinturones de plástico.

El conectar los cables al hardware de terminación involucra quitar algo de la cubierta del cable y destrenzar los pares. No se debe quitar más cubierta de lo necesario ni tampoco destrenzar en exceso los pares.

Como establece la norma TIA/EIA 568 los pares en un cable categoría 6 nunca deben ser destrenzados más de 13 mm desde el punto de terminación.

Es muy importante que al conectar los cables al patch panel, se mantengan bien identificados hacia que parte del área de trabajo van, ya que con esto se podrá poner una etiqueta en el puerto de enfrente que los identifique. Los Identificadores son los que se proponen en las tablas 3-10 y 3-19 en la parte de planeación de la red.

En el closet de telecomunicaciones, el patch panel deberá ser instalado en la parte superior del rack. El patch panel debe tener en su parte de enfrente puertos RJ-45 para configuración T568B.

Otra característica importante en el patch panel es que deberá tener porta etiquetas en la parte de enfrente para poder colocar los identificadores de cada puerto y tener un buen control de los usuarios conectados a la red.

Los cables en el closet de telecomunicaciones serán terminados en los bloques de terminación de la parte trasera del patch panel. Para evitar que los cables queden colgando y se desprendan con el tiempo, existen dos opciones, una es utilizar un acomodador de cables para la parte de atrás y la segunda es utilizar pequeños cinturones de plástico.

El organizador de cable posterior se puede fijar al rack y después fijar grupos de cable a éste. Con esto, se logra que el peso del cable se transfiera al organizador. Los grupos de cable y la fijación de estos se hará utilizando cinturones de plástico.

Si no se llegará a usar un organizador de cables para la parte de atrás, entonces se utilizarían los cinturones de plástico, con estos se sujetarán conjuntos de cable a las aberturas que se encuentran a lo largo de la ruta de terminación de los cables.

El uso de cinturones de plástico hace a los grandes paquetes de cable más manejables y dan a la instalación una apariencia de pulcritud. Sin embargo, un exceso en el amarre de los cables puede ocasionar una deformación de los mismos.

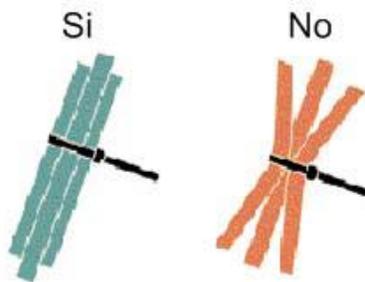


Figura 3-10. No apretar excesivamente los cables.

Otro elemento muy importante dentro de la organización del cable en el rack es el organizador de cable frontal. Este ayudará a mantener un aspecto de orden en la parte de enfrente del rack y evitará que ocurran desconexiones accidentales.

La siguiente acción en la instalación de la red será fijar y conectar todos los elementos que forman parte del conector de telecomunicaciones. Todos los conectores de telecomunicaciones serán superficiales.

El tipo de superficie al que serán fijados los conectores son varios como tabique, cancel de aluminio, concreto y lamina. Lo más recomendable es que sean fijados con tornillos, pero si existe alguna dificultad, entonces se deberá utilizar el pegamento que traen las cajas de los conectores.

Los conectores que irán sobre el cancel de aluminio presentarán un inconveniente si son fijados mediante tornillos ya que estos podrían traspasarlo y sus puntas podrían ser peligrosas si gente pasa de ése lado, éste problema se presenta en los tres conectores de telecomunicaciones que están en la Sala de Computadoras del lado del pasillo y en uno de los dos conectores que están en el Laboratorio de Prototipos. Sin embargo, el problema se resolvería si se fijan utilizando sólo la cinta adhesiva que los acompaña, aunque serían más propensos a que se aflojaran más rápidamente con el paso del tiempo.

Por otro lado el fijar los conectores sobre concreto utilizando tornillos traería la dificultad de perforar ese material, a menos que se fijen usando la cinta adhesiva que traen las cajas en su parte posterior. Este caso se presenta en los laboratorios de Análisis de

Circuitos y de Medición e Instrumentación. En ambos laboratorios algunos de los conectores irían sobre las columnas o sobre la pared que es de concreto.

Los elementos básicos por los que está formado un conector de telecomunicaciones son tres: la caja (wallbox), placa frontal (faceplate) y jack RJ-45.

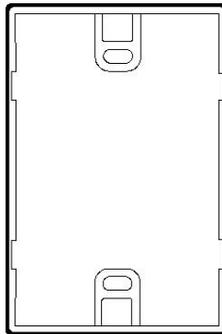


Figura 3-11. Ejemplo de un tipo de caja montable sobre pared.

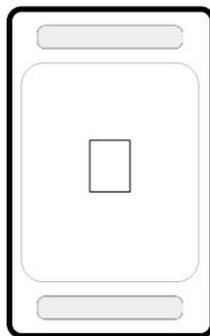


Figura 3-12. Ejemplo de un tipo de placa frontal con un puerto.

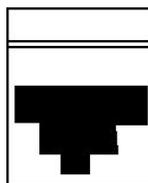


Figura 3-13. Ejemplo de un jack RJ-45.

Antes de que se fije la caja, será necesario pasar los cables UTP hacia ésta. Ya habiendo pasado los cables a la caja, lo que sigue es cortar el cable para ajustarlo de tal manera que no sobre demasiado y se evite que su radio de curvatura sea menor a los 25 mm. A continuación se deberá pelar el cable para separar los alambres que forman los pares trenzados. Es muy importante no destrenzar los

alambres más de 13 mm. Se deberá conectar los alambres al jack RJ-45 de acuerdo a la configuración T568B.

Cada conector de telecomunicaciones deberá estar identificado y la nomenclatura que se utilizará será la que se propone en las tablas 3-11 y 3-20 en la parte de planeación de la red.

Durante la conexión de los cables con el hardware de terminación, como el patch panel y el jack RJ-45 de los conectores de telecomunicaciones, es muy importante seguir las instrucciones que proporcione el fabricante, ya que esto permitirá un buen desempeño en el funcionamiento de la red.

Es importante mencionar que de cada closet de telecomunicaciones saldrá un cable que no terminará en un conector de telecomunicaciones, sino que terminará en un plug RJ-45, esto se debe a que se conectará a uno de los puertos de un concentrador, éste concentrador es el que dará servicio a la subred que abarcará los laboratorios.

Los patch cables serán construidos a mano y serán de dos longitudes, de dos metros y de un metro. Los primeros serán utilizados en el área de trabajo y los segundos en el closet de telecomunicaciones.

Los patch cables para el área de trabajo serán más largos que los del closet de telecomunicaciones debido a que los nodos pueden ser movidos y la distancia de estos hacia el conector de telecomunicaciones puede variar. En contraste, el hardware ubicado en el rack casi no sufre movimientos y se encuentra más cercano uno de otro, por lo tanto los patch cables pueden ser más cortos.

La construcción de un patch cable se realizará cortando el cable UTP a la medida necesaria incluyendo un pequeño excedente de aproximadamente 4 cm. El excedente será para que se quiten 2 cm de la cubierta en cada extremo y posteriormente se acomoden los alambres de acuerdo a la configuración T568B.

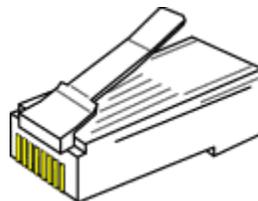


Figura 3-14. Plug RJ-45

Ya acomodados los alambres se deberán introducir en el plug RJ-45 y fijarlos a éste mediante el uso de una pinza especial.

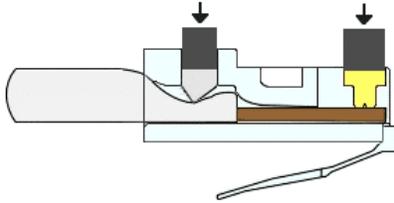


Figura 3-15. Fijación de cable UTP a plug RJ-45.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES

Debido al surgimiento de nuevas tecnologías y al aumento creciente del intercambio de datos entre diferentes entidades, el Departamento de Control de la Facultad de Ingeniería con el fin de llevar a cabo sus actividades de una forma eficiente, se llevó a la tarea de mejorar la infraestructura de su red de datos.

El proceso de mejoramiento de la red de datos consistió en realizar un recuento de su situación existente y plantear las posibles soluciones que pudieran cumplir con los objetivos. Los objetivos que se debían de cumplir son: cumplir con al menos un estándar de cableado estructurado para poder migrar de una velocidad de datos de 10 Mbps a 100 Mbps.

Los estándares a los que se sujetan las necesidades y posibilidades del Departamento de Control fueron, en cableado estructurado, la norma TIA/EIA 568 junto con las normas que la complementan; en cuanto a un cierto tipo de LAN, se eligió la norma 100BaseTX la cual establece una velocidad de transmisión de datos de 100 Mbps.

Con el mejoramiento en el desempeño de la red de datos se podrá solicitar a la Dirección General de Servicios de Computo Académico (DGSCA) la certificación para implementar Internet 2 que es una tecnología utilizada actualmente para fines académicos.

Partiendo del estado de operación en que se encuentra la red de datos, se identificaron aquellos lugares donde se podía utilizar la infraestructura ya existente, y que cumpliera en su totalidad con los estándares elegidos. Con esta acción se pretende lograr un beneficio en cuanto a costos.

Actualmente, el uso y cumplimiento de estándares proporciona un nivel de calidad en lo que se lleve a cabo, además, de interoperabilidad entre sistemas que apliquen los mismos estándares. Por lo anterior, es muy importante mejorar la red de datos, pero siguiendo los lineamientos de algún estándar. El uso del estándar de cableado estructurado TIA/EIA 568 junto con las normas que lo complementan, proporcionan múltiples beneficios, entre estos beneficios están: llevar a cabo una instalación por bloques, lo cual facilita la administración del cableado; lograr un alto desempeño en el funcionamiento de red, y utilizar hardware que cumpla con los requerimientos mínimos establecidos por la norma.

De los seis subsistemas de que consta la norma de cableado estructurado, se abarcaron sólo tres, los cuales son: Closet de Telecomunicaciones, Cableado Horizontal y Área de Trabajo.

Se puede decir que, en su gran mayoría, las tres áreas con que cuenta la red de datos cumple con lo establecido por las normas.

Con el seguimiento de la norma de cableado estructurado, se logrará que la infraestructura de la red sea útil por algunos años sin importar los tipos de tecnologías que surjan durante ese periodo de años.

La administración de la red de datos será más sencilla; ya que cada uno de los tres subsistemas, y cada elemento dentro de estos, tendrá un identificador único que facilitará su ubicación y se podrá así llevar a cabo más rápidamente la detección y solución de problemas.

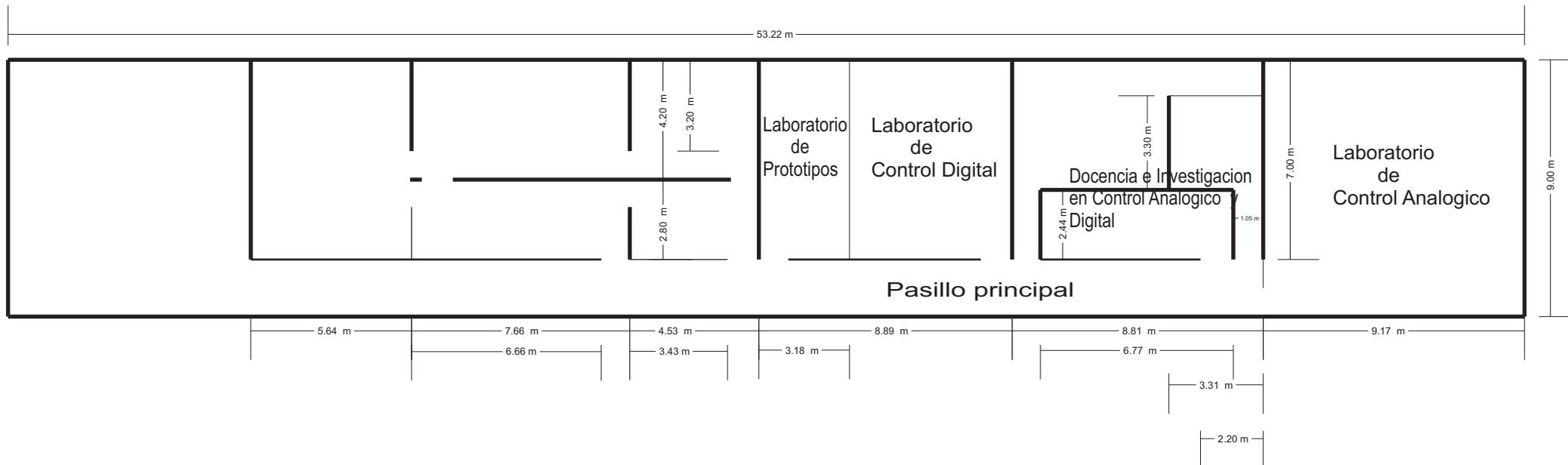
La implementación de la red no sólo es mejoramiento y lograr una interoperabilidad, sino que también extenderá sus beneficios a otras áreas que no cuentan con ésta, como lo son los laboratorios de Control Analógico, Análisis de Circuitos Eléctricos y Medición e Instrumentación. Con este hecho serán los alumnos los beneficiados.

Con la utilización de cable de par trenzado categoría 6, se sobrepasa lo establecido por la especificación 100Base-TX, por lo tanto, el desempeño de la red será óptimo y el cable podrá ser utilizado sin ningún problema cuando sea necesario migrar a velocidades mayores, como por ejemplo 1Gbps.

El uso de par trenzado disminuye costos de adquisición e instalación, ya que es mucho más barato que la fibra óptica y más fácil de instalar. Complementando los beneficios de bajo costo del cable de par trenzado, están, el uso de canaleta y conectores de telecomunicaciones superficiales, los cuales facilitan la instalación de la red.

Una vez que se halla instalado la nueva red de datos del Departamento de Control, su operación se llevará a cabo de una manera eficiente y confiable; contando con toda la información de cada elemento que la forman para poder identificar rápidamente algún problema en caso de que llegara a ocurrir.

PLANO OBRA CIVIL PRIMER PISO DEL EDIFICIO DIE

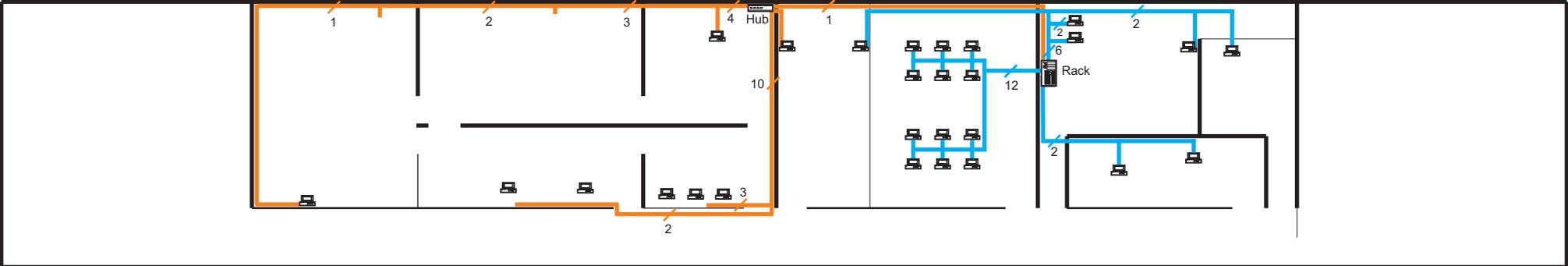


Escala 1mm:0.2m

SIMBOLOGIA

- Tabique o concreto
- Tabique con ventana pequeña en parte superior
- - - Cancel de aluminio y madera

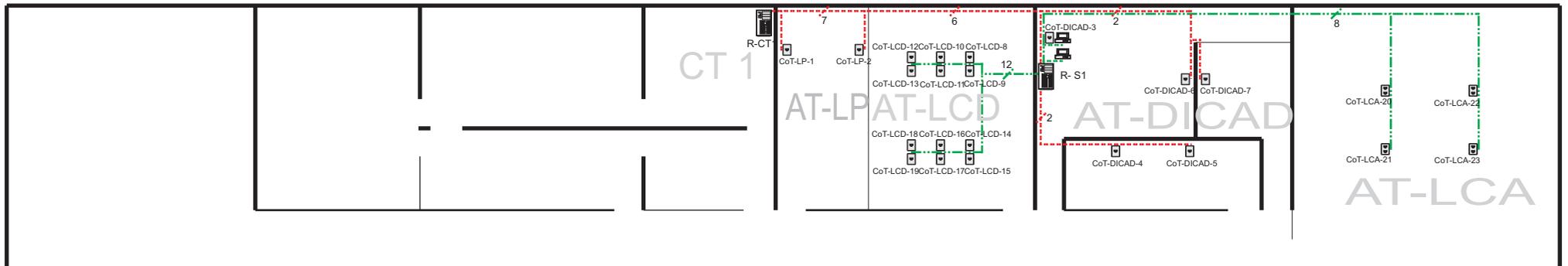
PLANO DE RED DE DATOS ACTUAL EN EL PRIMER PISO



 Cableado horizontal con N cables

 Cableado horizontal de subred con N cables

PLANO DE RED DE DATOS NUEVA EN EL PRIMER PISO



--- Cableado horizontal con N cables
N

--- Cableado horizontal de subred con N cables
N

CT 1: Closet de Telecomunicaciones 1

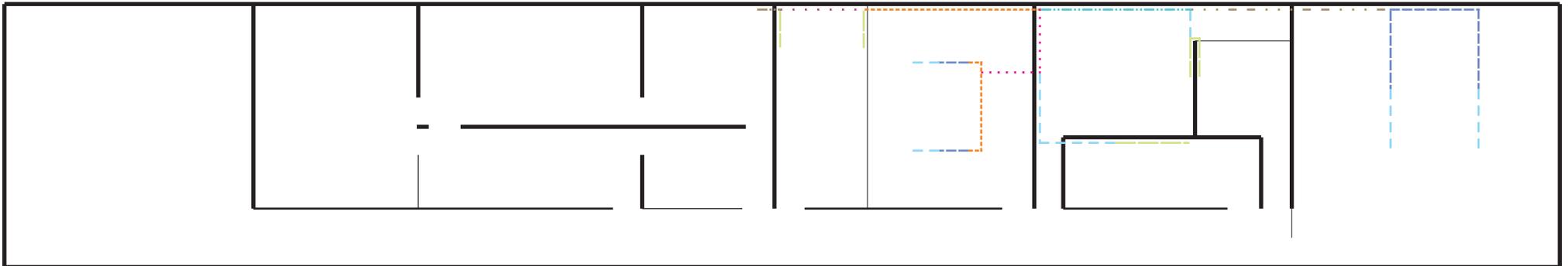
AT-LP: Area de Trabajo Lab. de Prototipos

AT-LCD: Area de Trabajo Lab. de Control Digital

AT-DICAD: Area de Trabajo Docencia e Investigacion en Control Analogico y Digital

AT-LCA: Area de Trabajo Lab. de Control Analogico

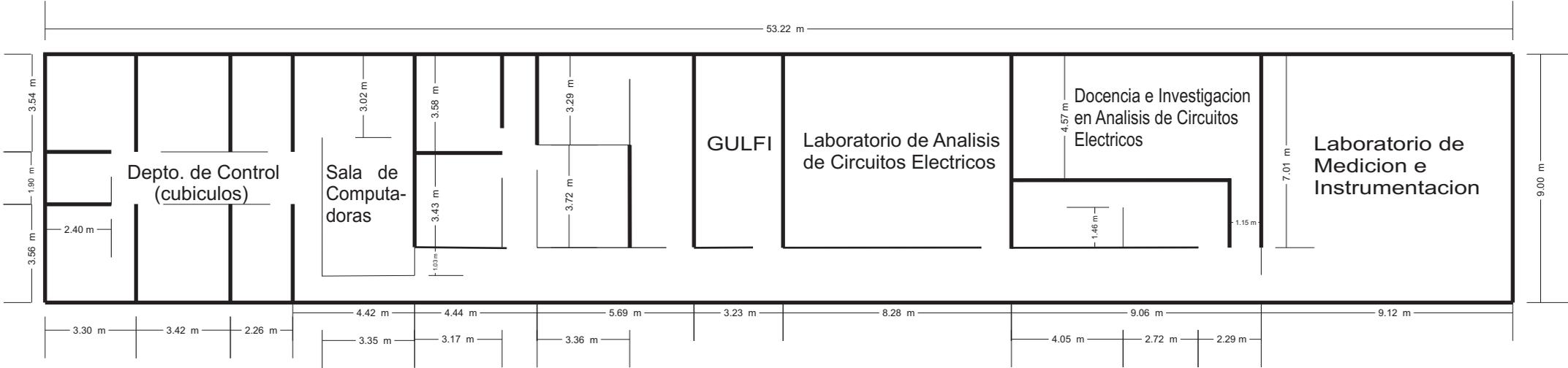
DISTRIBUCION DE CANALETA EN EL PRIMER PISO



Canaleta para:

- 12 cables
- .-.-.- 10 cables
- .-.-.- 8 cables
- .-.-.- 7 cables
- .-.-.- 6 cables
- .-.-.- 4 cables
- .-.-.- 2 cables
- .-.-.- 1 cable

PLANO OBRA CIVIL SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO DIE

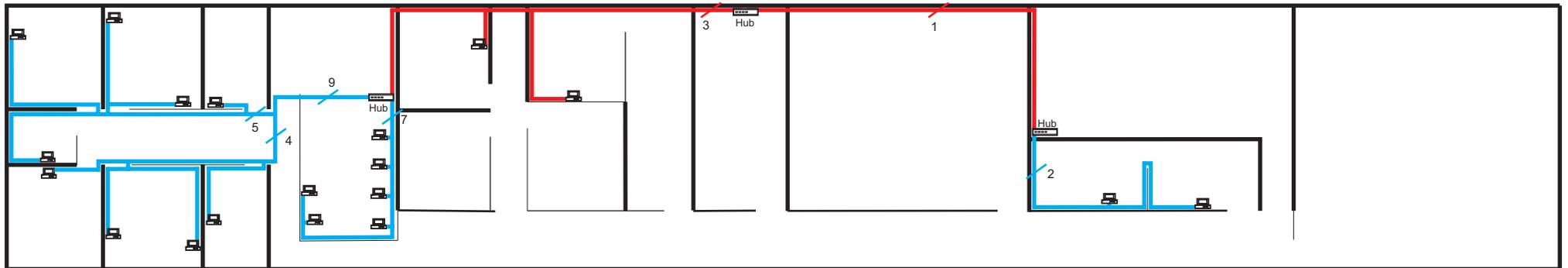


Escala 1mm:0.2m

SIMBOLOGIA

-  Tabique o concreto
-  Tabique con ventana pequeña en parte superior
-  Cancel de aluminio y madera

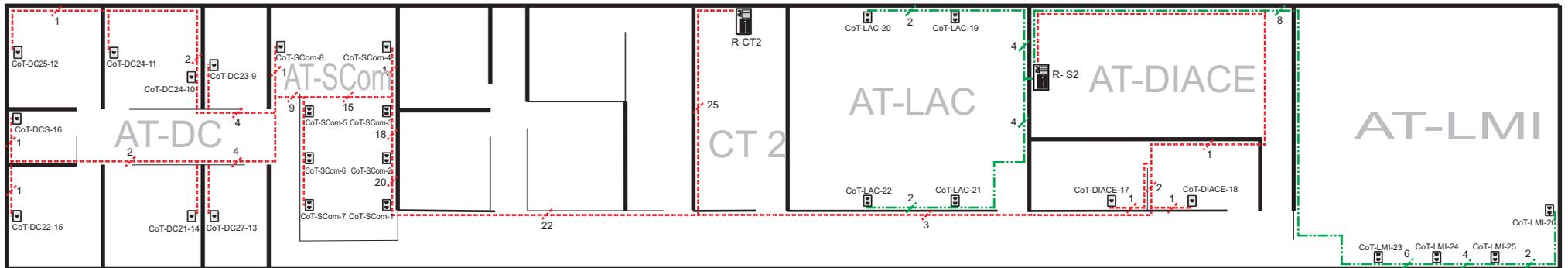
PLANO DE RED DE DATOS ACTUAL EN EL SEGUNDO PISO



 Cableado horizontal con N cables
N

 Cableado horizontal de subred con N cables
N

PLANO DE RED DE DATOS NUEVA EN EL SEGUNDO PISO



----- N
Cableado horizontal con N cables

----- N
Cableado horizontal de subred con N cables

CT 2: Closet de Telecomunicaciones 2

AT-SCom: Area de Trabajo Sala de Computadoras

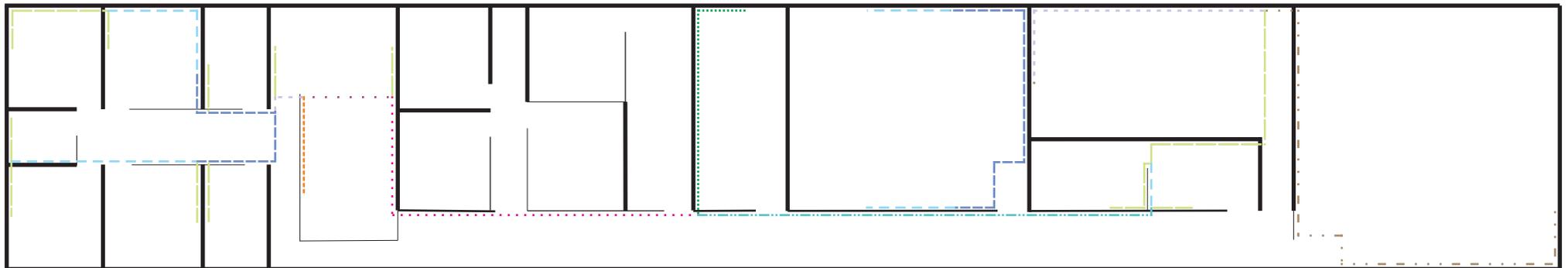
AT-DC: Area de Trabajo Departamento de Control

AT-LAC: Area de Trabajo Lab. Analisis de Circuitos Electricos

AT-DIACE: Area de Trabajo Docencia e Investigacion en Analisis de Circuitos Electricos

AT-LMI: Area de Trabajo Lab. de Medicion e Instrumentacion

DISTRIBUCION DE CANALETA EN EL SEGUNDO PISO



Canaleta para:

- 25 cables
- 22 cables
- 15 cables
- - - - 9 cables
- . - . 8 cables
- - - - 6 cables
- - - - 4 cables
- . - . 3 cables
- - - - 2 cables
- - - - 1 cable

A.3 Estimación de costos para la adquisición de material de la red.

Para llevar a cabo la optimización de la red de datos es necesario adquirir material en función a los requerimientos que establecen las normas de cableado estructurado y la IEEE 802.3.

En la actualidad existe una gran variedad de empresas que se dedican a la fabricación y distribución de material para redes, algunos ejemplos de empresas fabricantes son: Siemon, Panduit y Thorsman; mientras que un ejemplo de empresa distribuidora es Steren.

Es importante recordar que todo lo que se adquiera deberá ser de la misma categoría, en este caso categoría 6, ya que el combinar material de diferentes categorías puede causar que el rendimiento de la red disminuya.

Como se estableció en la sección 3.4, se deberá adquirir cable UTP categoría 6 de cuatro pares, la cantidad a adquirir será la suma de las cantidades obtenidas en el primer y segundo pisos, estas cantidades son mostradas en las tablas 3-13 y 3-22, respectivamente, de la sección 3.4. Hay que recordar que las cantidades de cable incluyen un 5% adicional. La tabla A-1 muestra las correspondientes cantidades así como el total.

	Cantidad (m)
Primer piso	620.109
Segundo piso	1474.2
Total	2094.309

Tabla A-1. Cantidad de cable UTP categoría 6 a adquirir.

La mayoría de los proveedores ofrecen caja con 305m de cable UTP categoría 6 cuyo diámetro máximo del forro es de 5.8mm, el costo de la caja varía de 1800 hasta 1900 pesos. El número de cajas a adquirir sería:

$$No.Cajas = \frac{2094m}{305m} = 6.8 \approx 7$$

tomando el precio de 1800 pesos, el costo sería:

$$costo \text{ de cable UTP cat6} = (1800)(7) = \$12600$$

Por otro lado, la canaleta deberá ser adquirida según la cantidad de cables que portará en su interior. De acuerdo a la norma TIA/EIA 569, el llenado deberá ser el 40% de la capacidad máxima y hasta el 60% en caso de incorporar cables que no estén dentro de la planeación inicial. Los fabricantes proporcionan datos del área de sección transversal total de la canaleta, así como el 40 y 60% de la misma.

A continuación se desarrolla la fórmula que ayuda a calcular el área de sección transversal que deberá tener la canaleta para que se encuentre al 40% de su capacidad.

$$NCC = \frac{(0.4)(ASTCan)}{ASTCab} \Rightarrow NCC = \frac{(0.4)(ASTCan)}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

$$\Rightarrow ASTCan = 1.96(NCC)D^2 \quad \text{ecuación 1}$$

donde:

ASTCan: Área de Sección Transversal de Canaleta

NCC: Número de Cables en Canaleta

D: Diámetro máximo del forro del cable UTP

ASTCab: Área de Sección Transversal del Cable UTP

Utilizando la información que da la tabla 3-14 de la sección 3.4.2 junto con la ecuación 1 y suponiendo que el diámetro máximo del cable UTP sea de 5.8mm, se obtiene la tabla A-2.

Número de cables	Área de sección transversal de la canaleta (mm ²)	Cantidad (m)
12	791	2.4
10	659	8
8	527	9.69
7	461	3.18
6	396	9.71
4	264	19
2	132	13.16
1	66	21.7

Tabla A-2. Cantidad de canaleta a adquirir para el primer piso.

Al igual que en la tabla anterior solo que ahora utilizando la tabla 3-23 de la sección 3.4.4 se obtiene también la siguiente tabla.

Número de cables	Área de sección transversal de la canaleta (mm ²)	Cantidad (m)
25	1648	11.115
22	1450	14.23
17	1120	2.5
9	596	12.55
8	527	21.42
6	396	3.33
4	264	20.22
3	198	15.76
2	132	41.54
1	66	56.2

Tabla A-3. Cantidad de canaleta a adquirir para el segundo piso.

Ahora realizando la suma de la cantidad de canaleta de las tablas A-2 y A-3, se obtiene la cantidad total.

Número de cables	Área de sección transversal de la canaleta (mm ²)	Cantidad [(Tabla A-2)+(Tabla A-3)] (m)
25	1648	11.115
22	1450	14.23
17	1120	2.5
12	791	2.4
10	659	8
9	596	12.55
8	527	31.11
7	461	3.18
6	396	13.04
4	264	39.22
3	198	15.76
2	132	54.7
1	66	77.9

Tabla A-4. Cantidad de canaleta total para ambos pisos.

Como se puede ver, son varias canaletas con diferente capacidad de llenado, por lo que para no tener demasiados tipos de canaleta y,

para aprovechar la canaleta, según lo permita la norma, en cuanto a capacidad, lo que se hace es, de la tabla A-4, tomar la canaleta que llevará mas cables, calcular el área de sección transversal de estos y después tomar aquella canaleta cuya área de sección transversal al 60% sea aproximadamente la de los cables, esta ultima es la que se toma en cuenta para adquirirla, así para obtener las demás canaletas se vuelve hacer lo mismo, pero ahora con la canaleta de capacidad menor inmediata, es decir, se calcula el área de los cables de ésta y se busca aquella de menor capacidad que le preceda y cuya capacidad al 60% sea la de los cables. Los cálculos realizados se explican a continuación.

Si se establece como 5.8 mm el diámetro del cable UTP, el área de sección transversal del mismo es 26.4 mm², ahora, tomando la canaleta que portará 25 cables y calculando el área de sección transversal de los 25 se obtienen 660 mm², la canaleta cuya capacidad al 60% es mayor a 660 mm² es la que tiene 1120 mm² como área de sección transversal, por lo que ésta será una de las canaletas que se deberá adquirir, lo anterior se vuelve hacer, pero ahora partiendo de la canaleta que porta 12 cables. Realizando los cálculos se obtiene que las canaletas a adquirir serán las que tienen las siguientes áreas de sección transversal: 1120, 527, 396, 198, 132 y 66 mm². La tabla A-4 muestra en diferentes sombreados, los rangos para los que serán utilizadas las 6 canaletas.

La tabla A-5 muestra las cantidades a adquirir de las seis canaletas.

Área de sección transversal de la canaleta (mm ²)	Suma (m)	Cantidad total (m)
1120	2.5+14.23+11.115	28
527	31.11+12.55+8+2.4	54
396	13.04+3.18	16
198	15.76+39.22	55
132	55	55
66	78	78

Tabla A-5. Cantidad de canaleta a adquirir para ambos pisos.

Se consultaron varios proveedores de canaleta, en algunos de ellos el área de sección transversal de las canaletas no es igual a las requeridas en la tabla A-5, por lo que se tomaron aquellas cuya capacidad es mayor, la tabla A-6 muestra los precios para cada canaleta y el precio total estimado.

Área de sección transversal de la canaleta (mm ²)	Precio por pieza de 2.5m de longitud (\$)	Precio estimado total (\$)
1120	110	1232
527	69	1490
396	39	249
198	18	396
132	10	220
66	10	312

Tabla A-6. Precio total para canaleta.

De la tabla A-6 se obtiene el precio total para la canaleta el cual es: \$3899.

Por otro lado, la cantidad total a adquirir de cada uno de los accesorios del cableado estructurado se obtiene de la suma de las cantidades que dan las tablas 3-15 y 3-24 del capítulo 3.4, así el total lo muestra la tabla A-7.

Tipo de producto	Cantidad
Cajas superficiales	49
Tapas frontales(faceplates)	49 (18 para 2 puertos y 31 para 1 puerto)
Jacks RJ-45	67
Plugs RJ-45	245
Patch Panel	4 (con la siguiente cantidad mínima de puertos: 1 de 8, 1 de 20, 1 de 25 y 1 de 16)
Organizador de cable	4

Tabla A-7. Estimación total a adquirir de diferentes accesorios del cableado estructurado.

El tamaño del patch panel en cuanto a longitud se debe adquirir de acuerdo al tamaño de los racks.

Al igual que en los casos anteriores se investigo precios con diferentes proveedores, la tabla A-8 muestra algunos precios.

Tipo de producto	Precio (\$)	Precio estimado total (\$)
Caja superficial	12.5	612.5
Tapa frontal	32	1568
Jack modular	118	7906
Plug RJ-45(bolsa con 100)	490	1200
Patch panel 24 puertos	2400	9600
Organizador de cable	240	960

Tabla A-8. Precio total para cada accesorio.

De la tabla A-8 se obtiene que el precio total de los accesorios del cableado es: \$ 21846

Realizando la suma del precio total del cable UTP, de la canaleta y de los accesorios se obtiene que el precio estimado total para realizar este proyecto sería de \$38345

BIBLIOGRAFÍA.

Libros de texto:

- **Stallings, Williams**
Data and Computer Communications
Prentice Hall, sexta edición
País, año
- **Tanenbaum, Andrew**
Redes de Computadoras
Pearson, tercera edición
México, 2001
- **Stallings, Williams**
Local Area Networks
Prentice Hall, edición
País, año
- **Tomasi Wayne**
Sistemas de Comunicaciones Electrónicas
Pearson, segunda edición
México, 2001

Páginas Web:

www.anixter.com
www.siemon.com
www.linktionary.com
http://www.arnelec.com/cables/cables_cab_est_cb.html
<http://www.howstuffworks.com>
http://www.cablingdb.com/Standards/569/TIA_EIA569PerimeterPathways.asp
www.panduit.com
<http://www.hubbell-premise.com/Technical/569Addendum.asp>
www.3m.com
<http://fcit.coedu.usf.edu/NETWORK/chap3/chap3.htm>
<http://www.udec.cl/~jdupre/fibra/ven.html>

Documentos:

Anixter Structured Cabling Design and Installation Practice