



71  
Zejeu  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**SISTEMA DE COMUNICACIONES EN  
EDIFICIOS INTELIGENTES**

FALLA DE ORIGEN

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A N :

**ERIC ADOLFO FRIAS GARCIA**

**ERIC MAYORGA PEREZ**

DIRECTOR DE TESIS:

ING. MA. DEL CARMEN ANGELICA MORENO ARGUELLO

MEXICO D.F.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Agradezco:**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México.**

**A la Facultad de Ingeniería.**

**A mis Profesores y Compañeros.**

**A la Ing. Angelica Moreno.**

**A Leoncio y Angela, mis Padres.**

**A Imelda, Rocío, Lourdes, Leoncio y Guillermo, mis hermanos.**

**A Estela.**

**Por todo el cariño, el apoyo y las oportunidades ofrecidas durante mi vida y en el transcurso de mis estudios.**

**Eric Adolfo Frías García.**

**Dedico el presente trabajo:**

**A la mujer que me ha enseñado a levantarme ante las adversidades, a luchar por tener algo mejor y a quien saca fuerzas de la nada con tal de proteger a sus hijos, por todo esto y por muchas cosas más Gracias Mamá.**

**A mi Papá de quien he copiado los mejores valores que tengo y admiro.**

**A mis hermanos: Irwin y Nuri, que siempre me apoyaron, ayudaron, comprendieron y a veces hasta lata me dieron (pero siempre con cariño).**

**A mi novia Lorena, que quiero tanto y de quien tantas cosas he aprendido.**

**A mis tíos: Toño, Coco, Luis, Chilo, Lolita, Víctor, Lupita, Chucho y muy especialmente a mi Tío Cuauhtemoc y a mi Tía Oll quienes son otros padres para mí.**

**A mis primos Marco y Sandy, con quienes he crecido.**

**A mis compañeros de aventuras, los Buzos y en especial al Pato, a Wally y al Capitán con quienes compartí aventuras inolvidables.**

**A la banda CEUS: el Aca, el Gordo, el Pequeño, el Donis, el Patitas y el Chlcuil por creer siempre en mí.**

**A mi gran amigo el Greatest con el que voy a triunfar.**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad.**

**Y a todos aquellos que no recuerdo pero que me ayudaron a hacer realidad este sueño.**

**Eric Mayorga Pérez.**

## ÍNDICE

PRÓLOGO	1
INTRODUCCIÓN	2
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO INTELIGENTE</b>	
1.1 DEFINICIÓN DE EDIFICIO INTELIGENTE	5
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES	6
1.2.1 EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGÍA	6
1.2.2 ADAPTABILIDAD A LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS	7
1.2.3 ENTORNO ECOLÓGICO HABITABLE Y SEGURO.	7
1.2.4 SISTEMA DE COMUNICACIONES EFICAZ.	9
1.3 SISTEMAS QUE FORMAN PARTE DEL EDIFICIO INTELIOENTE	9
1.3.1 AUTOMATIZACIÓN DE OFICINAS Y AHORRO DE ENERGÍA	10
1.3.2 SEGURIDAD Y EMERGENCIA	11
1.3.3 COMUNICACIONES	11
1.3.4 OTROS SISTEMAS	11
<b>CAPÍTULO 2.</b>	
<b>CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.</b>	
2.1 DEFINICIÓN y CLASIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN	13
2.2 SEGÚN EL TIPO DE SEÑAL TRANSMITIDA	13
2.2.1 SEÑALES ANALÓGICAS	13
2.2.2 SEÑALES DIGITALES	14
2.3 SEGÚN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN UTILIZADO	14
2.3.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICOS	15
2.3.2. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICOS	15

2.3.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN ÓPTICO	15
2.4 DE ACUERDO A LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS	16
2.4.1 SISTEMAS PÚBLICOS	16
2.4.2 SISTEMAS PRIVADOS	17
2.5 DE ACUERDO A LA LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE LOS PUNTOS	
TRANSMISOR Y RECEPTOR	17
2.5.1 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN FIJOS	17
2.5.2 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN MÓVILES	18
2.6 COMUNICACIONES EN EL EDIFICIO INTELIGENTE	18
2.6.1 CLASIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES DE ACUERDO	
AL DESTINO Y EL ORIGEN DE LA INFORMACIÓN DEL EDIFICIO	18
2.6.2 CLASIFICACIÓN DE LAS COMUNICACIONES DE ACUERDO	
AL SERVICIO A PROPORCIONAR	19

### **CAPÍTULO 3**

#### **COMUNICACIONES INTERNAS**

3.1 REQUISITOS MÍNIMOS Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL	
SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL EDIFICIO INTELIGENTE	21
3.2 SERVICIOS DE AUDIO, VIDEO Y DATOS	22
3.2.1 AUDIO	22
3.2.2 DATOS	24
3.2.3 VIDEO	40
3.3 COMUNICACIONES ENFOCADAS AL CONTROL	41
3.4 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS	46

---

**CAPÍTULO 4****COMUNICACIONES EXTERNAS**

4.1 TELEFONÍA	52
4.2 REDES WAN Y MAN	54
4.2.1 ELEMENTOS DE REDES WAN Y MAN	54
4.3 MICROONDAS	61
4.4 ENLACES DE RADIO	62
4.5 ENLACES VÍA SATÉLITE	64

**CAPÍTULO 5****SISTEMA DE CABLEADO**

5.1 DEFINICIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO	70
5.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	70
5.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	73
5.4 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN	77
5.4.1 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN DORSAL	76
5.4.2 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL	76
5.4.3 DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN	82
5.5 ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO	83

**CAPÍTULO 6****PANORAMA MUNDIAL DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES Y FUTURO EN MÉXICO**

6.1 PROTOTIPOS DE EDIFICIOS INTELIGENTES.	85
6.2 FUTURO EN MÉXICO.	89
6.3 NUEVAS TENDENCIAS.	98

---

	ÍNDICE
<b>CONCLUSIONES.</b>	102
<b>APÉNDICE A MODELO OSI.</b>	104
<b>APÉNDICE B RDI Y RDSI.</b>	108
<b>GLOSARIO</b>	111
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	



## PRÓLOGO.

Las comunicaciones y/o telecomunicaciones se han convertido en una de las áreas con mayor desarrollo en los últimos años y que continuará desarrollándose, aunque en esencia los conceptos básicos (transmisión, recepción y procesamiento de información) no han sido modificados, pero sí los métodos para implementarlos. Este desarrollo ha estado a la par con el de las computadoras y la tecnología de microelectrónica, siendo las tres áreas altamente interdependientes.

Actualmente las comunicaciones están inmersas, prácticamente, en todas las áreas de desarrollo debido a la necesidad de poder tener acceso fácil, rápido y confiable de información que cada área requiere para su buen funcionamiento. Esta necesidad se ha acentuado en zonas urbanas e industriales por tener una alta concentración humana; esta alta concentración produce la necesidad de crear espacios o zonas con una mayor cantidad de personas por unidad de área laborando o habitando en ellas; es por ello que estos espacios (edificios, industrias, etc.) deben proporcionar un ambiente confortable para sus ocupantes, tomando en cuenta, además, el ahorro de energía. El confort consiste en proporcionar condiciones ambientales, de seguridad, iluminación y de comunicaciones.

Los sistemas de comunicaciones son implementados para satisfacer las necesidades de procesamiento de datos y voz, además de otros sistemas tales como videoconferencias y comunicaciones satelitales que responden a la creciente demanda de servicios que requieren los ocupantes de los edificios para elevar su productividad.

De todos los conceptos anteriores surge la idea de crear lo que se conoce como **EDIFICIO INTELIGENTE**.

El presente trabajo está enfocado a presentar la importancia de las comunicaciones en los edificios inteligentes, también se expondrá la tecnología necesaria para su implementación en las diferentes áreas del edificio y se dará un panorama mundial de los edificios inteligentes y su futuro en México.

---

## INTRODUCCIÓN.

Actualmente vivimos en una sociedad en donde los sistemas de información juegan un papel importante en la mayoría de las actividades humanas, es difícil pensar nuestra vida sin Sistemas de Información y de Comunicación como el teléfono, los satélites, el radio o la televisión por citar algunos. Su importancia es tal que se dice que vivimos en una sociedad de información.

Por otra parte, los cambios ambientales, la exagerada explotación de los recursos naturales, la gran aglomeración de personas en áreas reducidas han llevado a la creación de lugares de trabajo que optimicen la utilización de recursos y el ahorro de energía.

El "Edificio inteligente" se concibió para proporcionar un medio ambiente de trabajo que permita a sus ocupantes tener un mejor desempeño y aumentar la productividad, estar dentro del mercado global de negocios mediante un adecuado sistema de Información y comunicación, además del importante ahorro económico al evitar derroche en consumo de energía y espacio.

Cuando el campo de las computadoras y el de las comunicaciones se empezaron a unir se comenzaron a crear sistemas de proceso de información y comunicaciones de alto valor para los "Edificios inteligentes", permitiendo crear sistemas de automatización de oficina que proveen el procesamiento de la información necesaria para el funcionamiento del edificio, la posibilidad de implementar sistemas de automatización del mismo para controlar los consumos de energía y las condiciones de seguridad y de medio ambiente para sus ocupantes, además de un eficiente Sistema de Comunicaciones que permita compartir la información no solo dentro del edificio sino fuera de él a nivel nacional y mundial con una gran eficacia, rapidez y seguridad.

La demanda de "Edificios Inteligentes" creció cuando sus dueños observaron que la productividad y creatividad de sus trabajadores podían aumentar y consecuentemente sus ingresos, dando así un gran paso sobre los competidores. La demanda de edificios inteligentes no solo surge de la necesidad de espacio de

oficinas sino de diferentes clases de edificios en los cuales se requiere de un sistema avanzado de proceso de información y de comunicación. Los hoteles son un ejemplo claro de un lugar en donde no solo se requiere de pasar un buen rato, sino que en múltiples casos se requieren en los hoteles de servicios de información que permitan al usuario seguir conectado con el mundo y realizar algunas actividades mientras descansa, además es en los hoteles, en donde existe un gran derroche de energía, especialmente en zonas cálidas o muy frías. Este tipo de edificios esta demandando un sistema de administración más rápido y una administración de la operación más eficiente, permitiendo que el huésped tenga un medio ambiente seguro y confortable.

Los edificios inteligentes también tienen uso en centros de investigación y laboratorios en donde el proceso de la información es vital; los datos de investigación son procesados y almacenados de una manera eficiente, rápida y segura.

Otra área de aplicación esta enfocada hacia la construcción de complejos de edificios inteligentes compartiendo una red privada de servicios de información y comunicación.

En el diseño y construcción de un Edificio Inteligente intervienen muchas partes y profesionales que ponen sus conocimientos para lograr un lugar de trabajo productivo. En este proceso tenemos que participan: Ingenieros en Comunicaciones, Ingenieros Civiles, Ingenieros Electricistas, Ingenieros Mecánicos, Diseñadores de Interiores, Ingenieros en Iluminación, Arquitectos y muchos otros profesionistas de diferentes áreas. Cabe mencionar que la inteligencia del edificio reside, desde un principio, en la planeación del mismo y su enfoque correcto de acuerdo a la aplicación.

Hasta hace algunos años, en la planeación y diseño de un edificio, se consideraba al sistema de comunicaciones como un valor extra el cual podía ser analizado hasta el final sin afectar en nada la funcionalidad del edificio. Actualmente, con la constante evolución de los sistemas de información y de comunicación, es imposible ignorar al sistema de comunicaciones desde el inicio del diseño del edificio, ya que de no hacerlo se correría el riesgo de quedar obsoleto y con dificultad para ser modificado y adaptarse a las nuevas tecnologías.

Con el presente trabajo se destaca la importancia de los sistemas de comunicación para la existencia del Edificio Inteligente, mencionando los sistemas de comunicación existentes y algunos equipos básicos que hacen posible la Interconexión de redes, con menor detalle se hablará de los procesos de control para el ahorro de energía y sistemas de seguridad y confort para el ocupante del edificio. También se destacarán las nuevas tendencias en comunicación, algunas ya existentes en otros países pero de nueva o próxima implementación en México así como un panorama mundial y el estado en nuestro país de la construcción de estos edificios.

Para esto se mencionarán las diversas opciones existentes en sistemas de comunicación, la forma en que se integran en un solo sistema de comunicación del edificio y los casos en que son aplicables. Hay que subrayar que un Edificio Inteligente puede ser para diferentes usos por lo que los sistemas de comunicación no son los mismos de uno a otro tipo de edificio por lo que es difícil recomendar algún sistema en específico.

Para finalizar, la Inteligencia de un Edificio Inteligente dependerá de su capacidad para modificar su estructura de información y comunicaciones de acuerdo a la demandas de servicios y nuevas tecnologías que aparezcan en el mercado.

## CAPÍTULO 1

### DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO INTELIGENTE.

#### 1.1 DEFINICIÓN DEL EDIFICIO INTELIGENTE.

La definición de Edificio Inteligente (EI), en realidad, no puede tomarse como un término universal ya que existen distintos niveles de inteligencia en un edificio que causan que sus propietarios por cuestiones económicas y sociales los llamen inteligentes (el nivel de inteligencia en un edificio está definido por el número de sistemas automáticos con los que cuenta). Además, Organismos Internacionales como el CCITT, encargados de establecer estándares en lo que a comunicaciones respecta, no han tomado cartas en el asunto por la gran cantidad de sistemas que pueden intervenir en su diseño, construcción y funcionamiento.

Sin embargo, en Estados Unidos, fue creado el Instituto del Edificio Inteligente (IBI, de sus siglas en Inglés) que es el organismo que ha hecho un gran trabajo por lograr una recopilación de las características mínimas que deben de formar parte de un Edificio Inteligente. A su vez, en México se creó el *Instituto Mexicano del Edificio Inteligente* (IMEI) el cual es el encargado de dar una definición del que sea acorde con las características que se requieren en México: "Un Edificio Inteligente debe cumplir con cuatro funciones específicas fundamentales de igual importancia".

1. Eficiencia en el uso de energía.
2. Adaptabilidad a un bajo costo a los continuos cambios tecnológicos requeridos por sus ocupantes.
3. Capacidad de proveer un entorno ecológico interior habitable y altamente seguro.
4. Sistema de Comunicaciones altamente eficaz en su operación y mantenimiento.

En pocas palabras un EI es el resultado de la fusión de diversos sistemas y mecanismos de diseño y construcción enfocados a maximizar la eficiencia tanto de los ocupantes como del edificio.

Por Edificio Inteligente se entiende una estructura o un conjunto de ellas, diseñadas para funcionar como centros de trabajo. Para dar algunos ejemplos de los edificios a los que nos referimos, podemos decir que están conformados por: torres departamentales y/o de oficinas, campus de universidades, centros hospitalarios, laboratorios, complejos industriales y edificaciones gubernamentales; grupos de torres o edificios en una misma cuadra, etcétera. Estos edificios tienen la característica de ser ocupados por una comunidad que tienen un objetivo en común, por esto no se toman en cuenta las llamadas "Casas Inteligentes" que solo son habitadas por familias.

## 1.2 CARACTERÍSTICAS DE UN EDIFICIO INTELIGENTE.

Las características generales de los EI están enfocadas a proporcionar un nuevo concepto en la construcción y desarrollo de edificaciones, con el propósito de aprovechar al máximo los recursos naturales y humanos para el beneficio de la sociedad.

### 1.2.1 Eficiencia en el uso de la energía.

En los países desarrollados, los edificios consumen el 36 por ciento de la energía total generada (los grandes rascacielos gastan al año un promedio de 160 kW/h por metro cuadrado) incluyendo la electricidad, el carbón, el petróleo (gasóleo de calefacción) y el gas, tanto envasado como natural. Pero gran parte se escapa a través de las ventanas, los taparrollos de la persianas, las mismas paredes o, simplemente, por utilizar electrodomésticos o sistemas de iluminación anticuados y poco eficientes. Es energía malgastada.

Esta energía, además de cara, es responsable de una parte nada despreciable de la presión medioambiental que peligrosamente ejercemos sobre nuestro planeta. En cada país de Europa Occidental, la electricidad que alimenta los electrodomésticos, que ilumina, calienta y refrigera los edificios y hogares, genera, por quema de combustibles fósiles en las centrales térmicas, 500 millones de toneladas de dióxido de carbono, el principal responsable del incremento del efecto invernadero, por no hablar de los óxidos de azufre, causantes de la lluvia ácida que mata a los bosques.

Diversos estudios muestran que, con la tecnología actualmente disponible, en el año 2010 podría duplicarse el aprovechamiento energético en los edificios, lo que reduciría a la mitad las emisiones de dióxido de carbono asociadas a su producción, y ahorraría millones de dólares anuales.

De la forma en que se desperdicia dinero y energía, se contamina el medio ambiente y por la facilidad de utilizar tecnología actual, se plantea la idea de que el EI sea eficiente en el ahorro de energía.

### **1.2.2 Adaptabilidad a los cambios tecnológicos**

En los últimos años hemos vivido un constante avance tecnológico, proporcionado por el desarrollo de las computadoras. A primera vista pareciera que es un beneficio para toda empresa, pero si nos ponemos a pensar en que si una compañía compra tecnología de punta, y al poco tiempo se vuelve obsoleta, y suponiendo que la compañía necesita actualizarse, existe un problema que se limita a dos opciones: la empresa puede hacer modificaciones a su inmueble o trasladarse a otro. Para la primera opción se requiere, invertir tiempo y dinero en conseguir otro lugar, trasladar todos los inmuebles, notificar a clientes y distribuidores de la nueva dirección y teléfonos, además de muchos cambios más; para la segunda opción, si se cuenta con un edificio capaz de aceptar los cambios a un bajo costo el problema se vería solucionado en poco tiempo y dinero. Los Edificios Inteligentes, por su política de eficiencia, cuentan con esta característica para funcionar.

### **1.2.3 Entorno ecológico habitable y seguro.**

El nerviosismo, apatía, estomudos, lagrimeo, escozores, etc. son una especie de alergia generalizada que se puede presentar en una oficina o en centros de trabajo, pero con causas justificadas; son además un cuadro que parece ser uno de los más frecuentes entre las nuevas patologías de la civilización. La Organización Mundial de la Salud ha acuñado el término Síndrome del edificio enfermo ("Sick Buildings Syndrome") para designar al conjunto de molestias y enfermedades jaquecas, alergias, náuseas, mareos, resfriados persistentes, irritaciones en las vías respiratorias, piel u ojos originados por la mala ventilación, la

descompensación de las temperaturas y las cargas iónicas y electromagnéticas de las nuevas máquinas de oficina.

Lejos de ser una excusa para trabajar menos, los expertos han llegado a la conclusión de que la enfermedad existe, y sus síntomas son reales. El síndrome es la suma de reacciones que experimentan los habitantes de un inmueble ante la acumulación de vapores, gases, hongos, bacterias y otros contaminantes del aire que quedan atrapados dentro de esa estructura. Factores de insalubridad a los que hay que añadir las presiones provocadas por una iluminación inadecuada, unas condiciones térmicas incómodas, el hacinamiento o el ruido excesivo.

Sin embargo, lo más curioso de esta afección es que los síntomas desaparecen cuando el individuo abandona el recinto. Dicho de otro modo: si un malestar individual se colectiviza y, además, se le determinan causas externas es decir, se prueba que el inmueble entraña riesgos para la salud por razones estructurales, la dolencia deja de ser del trabajador para pasar a ser el mal de la oficina.

Estos problemas no están asociados a un clima específico ni a un país determinado. Tampoco es privativo de algún estilo arquitectónico. Los trastornos que se manifiestan suelen ser universales, y pueden registrarse tanto en un departamento pequeño como en un moderno rascacielos de cualquier lugar del mundo. Aunque éstos no constituyen un peligro grave para la salud de los usuarios, sí conllevan a un riesgo mayor de sufrir accidentes laborales y, sobretodo, son motivo de impuntualidad, ausentismo e ineficiencia. Estos últimos términos son factores altamente importantes para toda empresa porque se traducen en pérdidas para la misma, dando como consecuencia que se incluya, en todos los edificios y en particular en los inteligentes, un ambiente agradable, seguro y apto para trabajar.

Independientemente de el entorno interior de los edificios, se debe pensar, además, en cuidar el medio ambiente que rodea a el edificio. La contaminación ambiental ha impulsado a pensar a los diseñadores de edificios en hacer de sus obras, edificaciones capaces de disminuir considerablemente la contaminación que ellos puedan causar. Para lograrlo toman en cuenta el gasto mínimo y reciclaje del agua, utilización mínima de electricidad y aire acondicionado, incremento de los materiales aislantes de temperatura, etc.



#### **1.2.4. Sistema de comunicaciones eficaz.**

Es difícil imaginar como sería la vida moderna sin el fácil acceso a medios de comunicación confiables, económicos y eficientes. Los sistemas de comunicación se hayan donde quiera que se transmita información de un punto a otro. El teléfono, la radio y la televisión son ejemplos cotidianos de sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación más complicados guían aviones, naves espaciales y trenes automáticos; otros proporcionan noticias frescas de todo el mundo, a menudo por medio de satélites; y la lista de ejemplos podría continuar indefinidamente. No es exagerado decir que los sistemas de comunicación actuales no solo son necesarios para los negocios, la industria, los bancos y la divulgación de información al público, sino también esenciales para el bienestar y la defensa de las naciones, es por esto que se requiere que los Edificios Inteligentes cuenten con un sistema de comunicaciones, capaz de satisfacer las demandas de los medios de comunicación actuales.

### **1.3 SISTEMAS QUE FORMAN PARTE DEL EDIFICIO INTELIGENTE**

Como se mencionó anteriormente, la inteligencia del edificio puede consistir en el número de diferentes sistemas de automatización e información que este abarque. Estos sistemas pueden variar según el grado en términos de sus capacidades, incluyendo el grado en que pueden estar interactuando entre si.

Los sistemas que existen en un Edificio Inteligente son muy variados; en la mayoría de los EI, se cuenta con Sistemas de Comunicaciones y Computación, de Seguridad y Emergencia, un Sistema de Manejo y Control de Energía llamado "Energy Management Control System" (EMCS), un Sistema de Energía Ininterrumpida en caso de fallas en el suministro eléctrico, y sistemas encargados de los servicios que requieran los usuarios (agua, drenaje, etc.). Todos estos son manejados y monitoreados desde un Centro de Control Central ubicado en alguna parte del edificio.

### 1.3.1 Automatización de oficinas y ahorro de energía

El propósito de estos sistemas es el manejo adecuado de la energía para abatir costos y crear un espacio confortable para trabajar o vivir dentro del edificio.

La Inteligencia en este sentido comienza por el monitoreo y control de información en diferentes puntos del edificio. A este sistema se le llama sistema automático del edificio (BAS de sus siglas en inglés). Este sistema opera con la temperatura, la presión, humedad, el tiempo, y otros datos, para maximizar la energía que se utiliza en el equipo de calentamiento del edificio, la ventilación, y el aire acondicionado (HVAC de sus siglas en inglés). Además, también el sistema es usado para llevar a cabo el eficiente, y por lo tanto económico, control de luz.

La versión de ahorro de energía no es completa si no se toman en cuenta el control térmico en donde los nuevos materiales juegan un papel importante. Por ejemplo, los tornillos han dado paso a pegamentos de alta resistencia, que son utilizados, para unir elementos estructurales de un edificio. Un tornillo supone un agujero por donde se escapa calor, es decir, actúa como puente térmico. Y los puentes térmicos son los grandes enemigos del ahorro energético. Para suprimirlos resulta vital suprimir las fugas de aire y utilizar materiales constructivos de baja conductividad térmica. Pero son las ventanas las que, desde siempre, han planteado mayores problemas a los Ingenieros y a los arquitectos, ya que pierden calor hacia el exterior en invierno y dejan pasar excesiva radiación solar dentro del edificio durante el verano. Según un reciente estudio, en Estados Unidos el derroche anual debido al escaso aislamiento de las ventanas, equivale a todo el petróleo que fluye a través del oleoducto de Alaska también en un año.

En la actualidad se ha dado paso muy importante con las ventanas de triple hoja de vidrio y vacío en su interior que logran muy grandes aislamientos.

### **1.3.2 Seguridad y emergencia**

Los sistemas de seguridad y emergencia en un Ei consisten en detectores de humo y fuego, además de contar con detectores de movimiento y trampas, accesos privilegiados a determinadas zonas del edificio controlados por: detectores de voz, de huellas digitales, escaneo de retina, y pases controlados por tarjetas. Las funciones de control de fuego incluyen alarmas y sistemas de aspersión de agua, se cuenta con un panel central que delimita las posibles zonas que puedan estar en problemas y tiene acceso a el control de elevadores, puertas con chapas eléctricas, sistemas de energía auxiliar e indicadores en las centrales de bomberos, policía y hospitales más cercanos para su pronto control.

### **1.3.3 Comunicaciones**

En los años recientes se han dado avances en los sistemas de procesamiento de información que involucraron a las computadoras y a los sistemas PBX (Private Branch Exchange) para la automatización de la oficina.

El sistema de comunicaciones más ampliamente tratado en el transcurso del presente trabajo incluye los siguientes sistemas básicos: Servicios de Interconexión entre terminales de comunicación, un Sistema de Cableado Flexible que permita adaptarse a los cambios tecnológicos, servicios compartidos para otros edificios y para el exterior, y uno muy importante que es el resultado de la integración de las telecomunicaciones con todos los Sistemas Automáticos del edificio.

### **1.3.4 Otros sistemas**

La inteligencia primaria del Ei consiste en los servicios de información que provienen de la automatización del edificio, los sistemas de comunicación y la automatización de oficinas. Sin embargo, otros sistemas están ganando su aceptación en los Ei.

Uno de estos puede ser el Sistema de Videoconferencia. Otros: los Sistemas de Servicios Públicos como agua y drenaje que evitan su desperdicio por medio de la automatización y reciclaje, etc., o los llamados Elevadores Inteligentes que son más rápidos y seguros que los actuales y, en general, con cualquier sistema que cumpla o ayude a cumplir al Edificio Inteligente con sus cuatro prerrogativas principales.

## **CAPÍTULO 2**

### **CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.**

#### **2.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN**

Un sistema de comunicación es un conjunto de elementos que permiten transmitir datos e información de un punto a otro. Esencialmente los sistemas de comunicación se componen de 4 elementos: Transmisor, Receptor, Medio de Transmisión y Procesamiento de Información.

Muchos sistemas de comunicación se han utilizado durante la historia de la humanidad como la palabra, la escritura, etc., los cuales siguen siendo utilizados actualmente, y a partir de la invención del telégrafo, las comunicaciones por medios electromagnéticos son ampliamente utilizados y tienen un crecimiento sostenido para la transmisión de voz, datos y video. Dentro de las comunicaciones electromagnéticas se pueden encontrar diferentes métodos para la implementación de los Sistemas de Comunicación que se clasifican a continuación.

#### **2.2. SEGÚN EL TIPO DE SEÑAL TRANSMITIDA**

Básicamente existen dos formas de transmitir información a través de un medio de comunicación: Analógica o Digital.

##### **2.2.1 Señales analógicas**

El termino analógico se puede definir como una señal transmitida que varía sobre un rango continuo Como ejemplo de señal analógica tenemos el sonido, ya sea voz o música. Estas señales analógicas pueden

ser transmitidas como por ejemplo en la radiodifusión. Las Señales de Voz y también de Video se transmiten sobre un rango continuo de frecuencia.

### 2.2.2. Señales digitales

Una transmisión digital o sistema de comunicación digital se refiere al envío de cadenas de pulsos a través de algún medio de transmisión. Los sistemas digitales utilizan información discreta que posteriormente se cuantifica y se codifica en forma binaria para su posterior procesamiento. Por ejemplo, la comunicación entre dos computadoras.

Actualmente con el enorme auge de las computadoras y el abatimiento en el costo de los dispositivos digitales los sistemas de comunicación están dirigiéndose, en la mayoría de sus áreas, al sistema digital.

## 2.3 SEGÚN EL MEDIO DE TRANSMISIÓN UTILIZADO

Una parte importante de un sistema de comunicación es el Medio de Transmisión por el cual la información eléctrica o electromagnética se transporta. Los Sistemas de Comunicación se pueden clasificar, mediante el uso de este parámetro, en Sistemas Alámbricos, Sistemas Inalámbricos y Sistemas Ópticos.

La utilización de cada uno de estos sistemas depende principalmente de factores como la *frecuencia* de la señal portadora a utilizar, las *distancias* entre los puntos de los enlaces, el *costo* de los sistemas y la *cantidad de información* a transmitir. El factor de la frecuencia a utilizar también depende de la cantidad de información que se necesita transmitir; de esta forma, para una gran cantidad de información se requiere de un gran ancho de banda y se necesitará utilizar frecuencias más altas por lo que el medio de transmisión estará sujeto a este parámetro.

### **2.3.1 Sistemas de comunicación alámbricos**

Este tipo de sistemas fueron los primeros en ser utilizados; se basan en cables, generalmente de cobre y diferentes arreglos según la aplicación, por los cuales la información en forma eléctrica fluye desde el punto transmisor hasta el receptor donde se procesa la información. Estos sistemas actualmente son utilizados en aplicaciones de datos, voz y otros servicios que no requieren de grandes distancias entre los puntos de contacto. Ejemplos de estos sistemas son: Sistemas Telefónicos en ciudades y edificios, Sistemas de Televisión por cable, Sistemas de Transmisión de Datos en áreas locales, etc.

Este tipo de sistemas está sujeto a múltiples restricciones técnicas que limitan su operación; entre estas limitaciones encontramos a las pérdidas de energía e información debido a la distancia, alto costo para realizar el cableado en grandes distancias, limitaciones en el uso de altas frecuencias, etc.

### **2.3.2 Sistemas de comunicación inalámbricos**

Con la invención del tubo de vacío se dio un gran paso hacia las comunicaciones inalámbricas. Actualmente los sistemas inalámbricos son ampliamente utilizados para múltiples aplicaciones, su funcionamiento se basa en la propagación de ondas electromagnéticas a través del aire, en el caso de Enlaces Terrestres, y en el espacio, para Enlaces Satelitales.

Ejemplos de Sistemas Inalámbricos en la actualidad existen muchos, entre ellos se cuentan: Telefonía Celular, Sistemas de Radiodifusión y Televisión, Enlaces Via Microondas, Sistemas Satelitales, etc.

### **2.3.3 Sistema de comunicación óptica**

En los últimos años el desarrollo de las fibras ópticas ha alcanzado un desarrollo tal que muchos sistemas de comunicación tradicionales, con enlaces de cable de cobre, han sido reemplazados. Los sistemas ópticos se utilizan para enlaces comerciales debido a sus características especiales que le permiten el manejo de grandes cantidades de información a grandes velocidades de transmisión.

El sistema de comunicación óptico se fundamenta en un cable de transmisión de fibra óptica de varios metros e incluso de varios kilómetros, una fuente de luz visible o de luz invisible (infrarrojo) que se modula con la información a transmitir, interfases que conviertan la señal eléctrica en luminosa y viceversa, conectores y equipo electrónico específico para la aplicación.

El sistema óptico ofrece la posibilidad, debido a su amplio ancho de banda, de poder transmitir muchos servicios a través de una sola línea y se están cambiando muchos sistemas y muchos otros nuevos están siendo diseñados en base a esta tecnología; además, este sistema ofrece una gran inmunidad al ruido producido por otros sistemas electromagnéticos debido a su naturaleza óptica y la frecuencias que se utilizan en esta banda del espectro radioeléctrico.

## **2.4 DE ACUERDO A LOS USUARIOS DE LOS SISTEMAS**

Los sistemas de comunicaciones son creados para cubrir las necesidades de diversos sectores en la sociedad. Estos sistemas pueden cubrir la necesidad de un solo usuario (empresa, industria, gobierno, etc.) o pueden ser diseñados para ser utilizados por múltiples usuarios que requieran el servicio. De esta forma tenemos que existen sistemas públicos y sistemas privados.

### **2.4.1 Sistemas públicos**

Los sistemas públicos ofrecen el servicio de comunicación a múltiples usuarios a través del mismo medio de transmisión mediante alguna técnica de conmutación o multiplexaje. El ejemplo más claro es el sistema telefónico público en el cual se contrata el servicio y se puede hacer uso del sistema cuando se necesite. De igual forma existen sistemas satelitales, de datos vía microondas, vía fibra óptica, etc. que dan el servicio de comunicación a quien lo solicite.



### **2.4.2 Sistemas privados**

Estos sistemas permiten a sus usuarios tener comunicación directa entre sus diferentes localidades sin necesidad de esperar a la asignación del servicio o la compartición del sistema con otros usuarios (en caso de ser rentado el sistema), también pueden ser instalados directamente por sus usuarios dentro de sus edificios y zonas de trabajo (redes de área local). Estos sistemas, al igual que los públicos, pueden ser punto a punto o punto a multipunto. Pueden ser líneas telefónicas, canales satelitales, de microondas, redes de área local, sistemas de videoconferencia, etc.

## **2.5 DE ACUERDO A LA LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE LOS PUNTOS TRANSMISOR Y RECEPTOR**

Los sistemas de comunicación son diseñados para cubrir un enlace entre un punto y otro punto dentro de una cierta zona o entre un punto y múltiples puntos dentro de un área; estos sistemas se pueden localizar entre puntos fijos o entre puntos móviles. De acuerdo a esto, pueden existir sistemas de comunicación fijos y sistemas de comunicación móviles.

### **2.5.1 Sistemas de comunicación fijos**

Los sistemas de comunicación fijos se realizan entre extremos transmisores y receptores cuya localización no cambia durante el tiempo, pudiendo utilizar medios inalámbricos, ópticos y por supuesto alámbricos. Las comunicaciones entre ciudades, estaciones terrenas fijas, edificios, etc. son ejemplo de estos sistemas.

### **2.6.2 Sistemas de comunicación móviles**

- Los sistemas de comunicación pueden diseñarse para cubrir necesidades de comunicación con puntos transmisores o receptores cuya localización dentro de un territorio cambie continuamente. Para este caso se tienen ejemplos como telefonía celular, sistemas de localización de personas, automóviles, camiones, sistemas de comunicación para barcos y aviones, estaciones terrenas móviles para transmisión de televisión y/o radio, etc.

## **2.6 COMUNICACIONES EN EL EDIFICIO INTELIGENTE**

En un Edificio Inteligente el sistema de comunicaciones debe ser tal, que pueda soportar todas las señales de información que se generen dentro y fuera del edificio, además, lo debe hacer prácticamente con una sola infraestructura, es decir, el sistema que sirve para información de computadoras personales debe servir para canalizar señales de control de equipos de seguridad, ambiente, también debe soportar señales de voz, videoconferencias, enlaces satelitales, etc. esto solo puede ser posible si el sistema es totalmente digital; al ser digitales y codificadas todas las señales a través del sistema es más sencilla la identificación de origen y destino de la información y cada aplicación será encausada correctamente.

### **2.6.1 Clasificación de las comunicaciones de acuerdo al origen y destino de la información del edificio**

En la operación de un Edificio Inteligente existe información que se genera dentro del mismo edificio y se distribuye dentro del mismo edificio además, existe información generada dentro del edificio que requiere de salir del mismo y distribuirse a otros edificios, ciudades e incluso a otros países, así mismo existe información que proviene del exterior y que se procesa dentro del edificio. De acuerdo a esto el sistema de comunicaciones del Edificio Inteligente se puede clasificar en dos ramas principales: sistema interno y sistema externo.

- El **Sistema Interno** de comunicaciones de un Edificio Inteligente debe canalizar toda la información generada dentro de las instalaciones del edificio y destinadas también dentro del mismo. La información puede ser datos internos para control de energía, sistemas de seguridad, bases de datos, sistemas de emergencia, telefonía interna, etc.
- El **Sistema Externo** proporciona la interfase para poder tener acceso a información proveniente del exterior como conexión telefónica con redes públicas, videotelefonía y videoconferencias con otros edificios, contar con antenas para enlaces satelitales y de microondas, conexión con la red digital de servicios integrados, televisión por cable, etc.

#### **2.6.2 Clasificación de las comunicaciones de acuerdo al servicio a proporcionar**

Dentro del Edificio Inteligente existen múltiples subsistemas que ofrecen diferentes servicios y aplicaciones al usuario del edificio, estos sistemas para su operación requieren del sistema de comunicación; estos subsistemas son los siguientes:

**Servicio de Comunicaciones a Computadoras.** Este subsistema requiere de una infraestructura de comunicaciones para transmitir información de terminales, servidores, impresoras, correo electrónico, bases de datos, computañas, puentes procesamiento de palabras, telefonía, video y gráficas, Diseño Asistido por Computadora (CAD de sus siglas en Inglés) y Manufactura Asistida por Computadora (CAM de sus siglas en Inglés), sistemas expertos y en general cualquier otra nueva aplicación de las computadoras.

**Servicio de Telefonía.** El edificio debe incluir conexión a una red pública externa, control de acceso, almacenamiento de mensajes de voz, enrutamiento óptimo de llamadas, servicio de FAX, interfases para redes de área local (LAN) y cualquier otra aplicación de transmisión de voz o datos, internas y/o externas, que se requiera; como ejemplo, conexión a la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), Enlaces Satelitales, INTERNET, etc.

**Subsistema de Control de Energía.** Este subsistema ofrece la capacidad de controlar el consumo energético del edificio. Los controladores utilizados para tal propósito proporcionan y aceptan señales digitales. Las

señales digitales deben ser transmitidas desde el punto de acción hasta un centro de operación a través de algún medio; el sistema de comunicaciones del edificio debe considerar a estas señales dentro de su demanda.

**Subsistema de Seguridad y Emergencia.** Las señales de seguridad (control de acceso, huellas dactilares, Impresión de voz, etc.), al igual que las de emergencia (alarmas de fuego, gases venenosos, detección de humo, etc.) deben también ser transmitidas oportunamente a un puesto central y de ahí proporcionar a los usuarios la información. Estas señales también deben ser canalizadas por el mismo sistema de comunicaciones del edificio.

**Servicios adicionales.** El edificio, además, puede contar con servicios de video como Televisión por Cable, Videotexto además de servicios avanzados como Video Interactivo, Video en Demanda, Videoconferencia y videotelefonía. Estos servicios adicionales deben ser considerados dentro del sistema de comunicaciones del edificio.

Como se mencionó anteriormente, para poder hacer compatibles toda esta variedad de servicios dentro del mismo sistema de comunicación es necesario que todas las señales sean digitalizadas y codificadas correctamente, además de contar con un adecuado sistema de interfases entre los diversos subsistemas y el control central.

## **CAPÍTULO 3**

### **COMUNICACIONES INTERNAS**

#### **3.1 REQUISITOS MÍNIMOS Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES DEL EDIFICIO INTELIGENTE**

El Sistema de Comunicaciones (SC) del EI requiere de servicios que garanticen su operación y seguridad, además de necesidades de mantenimiento y prevención.

Dentro del diseño y construcción del edificio el sistema de comunicación tiene una relación directa con la estructura del edificio, ya que necesita de espacios determinados para ubicar sus sistemas. La estructura debe contar con lugares donde instalar equipo electrónico que cuenten con sistemas de enfriamiento tales como aire acondicionado o adecuada ventilación. Además, requiere de suficientes tomas de corriente para facilitar el acceso a la energía y suficientes conexiones a las redes a utilizar.

El cableado del sistema de comunicación forma también una parte muy importante en la estructura del edificio, requiere de una planeación eficaz para su mejor aprovechamiento, ya que es el encargado de transportar toda la información que se maneja dentro del edificio y, por su importancia, se tratará este tema en un capítulo posterior.

La característica principal del SC es brindar servicios de voz datos y video a todos los usuarios del edificio; además de transportar las señales de control y seguridad. Para manejar las señales de una forma eficaz, el sistema agrupa la información de acuerdo al origen y destino de la misma. Esto es, trabaja con señales por piso o señales entre pisos. Las señales utilizadas en un mismo piso son transportadas por una red que comúnmente se le conoce como horizontal. Para utilizar la red horizontal es necesario contar con un cuarto de comunicaciones por cada piso, además del equipo terminal de los usuarios (teléfonos,

computadoras, fax, etc.); los cuartos de comunicaciones reciben la información generada dentro del piso y la distribuyen a su destino ya sea en el mismo piso, a otros pisos o al exterior.

Para las señales que requieren ser transportadas verticalmente a diferentes pisos o al exterior se utiliza un sistema que entrelaza estos con un Cuarto de Comunicación Central (CCC). A este sistema se le conoce como Red Dorsal o "backbone" el cual debe tener la capacidad de manejar toda la información utilizada en el edificio ya que interactúa directamente con las redes horizontales por medio de los cuartos de comunicación.

Y por último, como se mencionó en el capítulo 1, debido a los constantes cambios tecnológicos el sistema debe ser escalable y flexible para posibles cambios.

## **3.2 SERVICIOS DE AUDIO, VIDEO Y DATOS**

De acuerdo con el punto anterior la información es manejada por el sistema en forma de señales digitales, mas sin embargo, el usuario puede enviar o recibir su información de manera analógica o digital. Las principales áreas en las que se contemplan estas señales son Audio Video y Datos.

### **3.2.1 Audio**

Por audio nos referimos a todo tipo de señales comprendidas dentro del aspecto audible (20 Hz a 20 kHz), es decir voz y música. Las principales señales de audio son las correspondientes a la telefonía, y los servicios que comprende son:

*Servicios básicos:*

- Llamadas internas directas
- Conexión con llamadas externas

- Registro de llamadas
- Líneas privadas.

*Servicios adicionales:*

- Correo de voz
- Correo electrónico
- Enrutamiento óptimo
- Interfases con redes de computadoras
- Fax.

Todos los servicios anteriores son manejados por un mismo dispositivo comúnmente conocido como PBX (Private Branch Exchange) que es un conmutador con la capacidad de integrar voz y datos para su transmisión.

En las pasadas dos décadas el PBX fue usado primordialmente como un dispositivo conmutador de teléfonos para oficinas. Los teléfonos eran conectados a través de cables al PBX, que ejecutaban la tarea de conmutar llamadas entre oficinas dentro de una organización y las troncales de la central telefónica. Eminentemente se trataba de equipos analógicos.

A través del tiempo los PBX han sufrido cambios provocados por la necesidad de integrar voz y datos a través de un mismo sistema aprovechando los beneficios de la digitalización de señales. Esto es, la integración de dos sistemas que eran independientes traduciéndose en menores costos y reducción de redundancias de equipos.

En los 70's los PBX soportaban interfases de datos a través de una conexión RS 232-C que recibía los datos y los convertía a un formato de canal de PBX.

En la década de los 80's los diseñadores de PBX comenzaron a cambiar la interfase RS-232-C (que requería modems para su utilización) a conexiones con Interfase Digital de Datos (DDI), por sus siglas en

ingles). Con este cambio los datos se transmitían digitalmente hacia el PBX a través de la interfase digital de datos; de esta forma los datos eran conmutados como si fueran tráfico de voz. Esta mejora con la DDI condujo a una comunicación directa entre el equipo terminal de datos; sin embargo, el PBX requería saber si la transmisión con la que estaba tratando era diferente a una transmisión de voz.

Recientemente los PBX proveen la integración de voz y datos a través del mismo medio de transmisión local, eliminando el juego adicional de cables para datos además de que la arquitectura interna del PBX provee conmutación dedicada para la conexión de voz o datos.

Los PBX actuales han desarrollado una total conmutación digital, en donde un ancho de banda en particular se utiliza de forma compartida con múltiples usuarios a través de un mismo conducto, mediante la conmutación de datos o voz en períodos de silencio o ausencia de datos de otros usuarios. También ofrecen características como: enrutamiento óptimo de llamadas, remarcación de números, espera de llamadas, etc.

Ciertamente los PBX están envueltos en la integración de voz y datos con capacidades adicionales de conexión con redes de comunicaciones de datos. Actualmente se ofrecen PBX de diferentes capacidades: pequeños PBX (de 20 a 30 líneas), medianos PBX (de 200 a 1500 líneas) y grandes PBX (más de 2000 líneas). Algunos de los PBX llamados de "cuarta generación" proveen capacidades de mas de 10000 líneas de comunicación.

Los PBX de cuarta generación soportan funciones de comunicaciones de datos como X.25 y estándares de redes de área local como el IEEE 802.

### 3.2.2 Datos

Con el término datos nos referimos a todo tipo de información cuyo origen es digital y que primordialmente proviene de equipos de computo.



En toda empresa existen tareas tales como el control de nóminas, inventarios, etc., que se pueden realizar de forma fácil con el uso de las computadoras. Hacer uso de las PC's es muy útil, pero en el caso donde se tengan varios empleados resulta Incosteable contar con equipos completos para cada usuario tales como impresoras, software, trazadores de planos (plotters) dispositivos de almacenamiento de datos y algunos otros sistemas informáticos.

Un sistema de red de computadoras comunica y comparte los recursos de computadoras disminuyendo el gasto en equipo Innecesario. Las ventajas de una red de computadoras son:

- a) Se tiene ahorro en software y capacidad de compartirlo ya que no es necesario comprar varias copias con licencia individual; basta con tener software para red en una computadora central y esta se encarga de proporcionarlo al usuario que lo requiera. Como ejemplo podemos pensar en un programa de base de datos para red donde un archivo puede ser usado por varios usuarios simultáneamente.
- b) Posibilidad de compartir los recursos de la red al no necesitar adquirir, por ejemplo, varias impresoras; sino solo basta indicar al sistema cuantas personas pueden hacer uso de los dispositivos y aplicaciones, teniendo como consecuencia un ahorro en el gasto de equipo además del mejor aprovechamiento del mismo.
- c) La administración de una red resulta fácil, ya que la mayoría de sus recursos se organizan alrededor de una computadora central, pudiéndose así, llevar a cabo copias de seguridad y optimización del sistema de archivos desde un solo lugar.
- d) Una red ofrece elementos de seguridad avanzada que garantizan que los archivos van a estar protegidos de usuarios sin autorización, y puede evitar que los usuarios trabajen con directorios no asignados además de poderse aplicar restricciones en la conexión con otras PC's y estaciones de trabajo

En una red existen dos tipos de procesamiento de la información: Centralizado y Distribuido.

***Tipos de procesamiento de información.***

El **Proceso Centralizado** es utilizado por minicomputadoras; en este proceso todas las aplicaciones se ejecutan dentro de la memoria del dispositivo central por lo que añadir más estaciones de trabajo al sistema impacta en la ejecución global y reduce la eficiencia del sistema debido a la saturación de trabajo del dispositivo central.

En el **Proceso Distribuido**, comúnmente utilizado por redes de área local (LAN), se carga la aplicación en la memoria de la estación de trabajo donde es comida. Esto es, se utiliza la unidad de proceso central (CPU) de la estación de trabajo lo cual no reduce la ejecución del dispositivo central o servidor al no saturársele de trabajo, incrementando la eficiencia del sistema.

El Proceso Centralizado presenta problemas al querer incrementar su capacidad predeterminada de estaciones de trabajo y no cumple con el requisito del sistema de comunicaciones del El de poder crecer de acuerdo a los avances tecnológicos y nuevos requerimientos del usuario. Como consecuencia para un Edificio Inteligente es conveniente contar con una buena Red de Proceso de Información Distribuido ya que es capaz de adecuarse a cambios e incrementos de sus estaciones de trabajo (redes LAN).

***Componentes de una red de área local (LAN).***

Una red de área local se compone de los siguientes elementos: archivos, servidores de comunicación o impresión, interfases de conexión de red (NIC), estaciones de trabajo, conectores, cable, cajas de cableado y hardware extra requerido de acuerdo a la topología de red.

Un servidor es una computadora personal (PC) de alta ejecución, puede ser un sistema dedicado (solamente servidor) o un sistema no dedicado o combinado (servidor/estación de trabajo). Este dispositivo

maneja los recursos de la red y se encarga de la seguridad de la misma; proporciona archivos de aplicación al usuario cuando este lo requiere pudiendo ser compartidos por múltiples usuarios.

La estación de trabajo es una microcomputadora ligada a una red, puede ser de alta o de baja ejecución, pudiéndose tener con la última una baja respuesta en el tiempo.

La Tarjeta de Interfase de Red (NIC, por sus siglas en Ingles) está presente tanto en el servidor como en la estación de trabajo. Forma y transmite paquetes de datos dentro de la red; las interfaces vienen en diferentes tipos de acuerdo a la red utilizadas.

Los cables, transceptores, concentradores, cajas de conexión, conectores, etc. son elementos que se utilizan para enlazar las estaciones de trabajo y el servidor.

#### ***Topologías de cableado y protocolos.***

Un protocolo de red es el método con el cual la tarjeta de interfase de red se comunica sobre cierta topología. Son reglas electrónicas para iniciar y mantener una conversación. Los protocolos realizan las siguientes funciones básicas:

- Aceptan hileras de datos de la fuente transmisora.
- Ensamblan y desensamblan paquetes.
- Ligan la información necesaria para enrutamiento inter-red.
- Ponen los paquetes en el medio transmisor.

Las tarjetas de interfase y los protocolos actúan sobre conexiones físicas de red o sobre una topología de red.

Una topología de red es el esquema de cableado, incluyendo todos los componentes extras, que conforman el diseño de una red de área local (LAN)

Las topologías más comunes son: lineal o de Bus, Estrella y Anillo. De estas tres topologías se analizarán sus características, ventajas y desventajas.

**Topología lineal (Bus).** Esta topología consiste de varias estaciones de trabajo o nodos y un servidor ligados a un cable común (bus o troncal); los nodos se ligan al cable utilizando conectores tipo T, los extremos del cable no se pueden dejar abiertos, deben ser terminados con un acoplador de impedancias igual a la impedancia del cable para evitar rebotes en las señales transmitidas.

Las ventajas y desventajas de esta topología son:

**Ventajas:**

- Cantidad pequeña de cable utilizado.
- Menor costo de la instalación de la red.
- Adecuado a los estándares de interfases y protocolos.
- Fácil de instalar.

**Desventajas:**

- Es una topología muy sensible a las fallas.
- Una discontinuidad en el cable o una punta no terminada (sin acoplador) ocasionan la caída total de la red.
- Dificultad de localizar el punto de falla dentro de la red.

Un ejemplo de una red con topología lineal se ve en la figura 3.1.

La topología de Bus puede trabajar, por ejemplo, con tarjetas de interfase de red ETHERNET, ARCNET y G-NET.

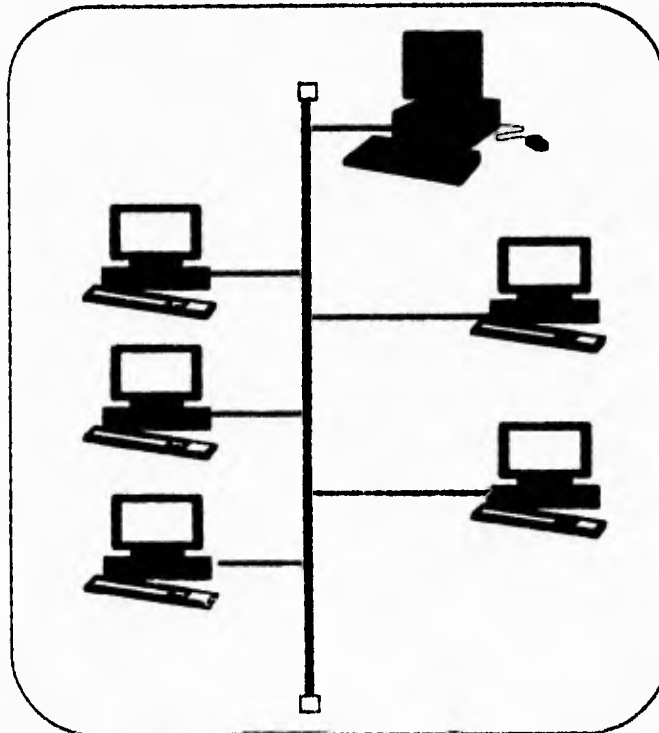


FIGURA 3.1 Topología de Bus

**Topología de estrella.** Esta topología ha sido ampliamente utilizada por sistemas telefónicos; incluye el uso de un cuarto de cableado central al cual todos los cables de los nodos llegan.

Con esta topología, los nodos se conectan al dispositivo central (concentrador), repetidor multipuerto, centro de cableado, etc. Los concentradores se utilizan para distribuir o amplificar las señales de la red. Existen concentradores pasivos y concentradores activos. Los pasivos no amplifican la señal, simplemente la distribuyen, para un ambiente con tarjetas ETHERNET con distribución estrella se les conoce como repetidores multipuerto; los concentradores activos regeneran la señal y la conectan a un tablero de conexión en la pared.

Las ventajas y desventajas de esta distribución son:

**Ventajas:**

- Los cables defectuosos pueden identificarse fácilmente.
- Facilidad para añadir estaciones de trabajo al cableado de red.
- Facilidad para modificar la distribución del cable.

**Desventajas:**

- Utiliza demasiados cables, por lo tanto, resulta ser cara.
- Requiere de equipo adicional como concentradores y repetidores multipuerto, por lo tanto, su costo se incrementa.

Un ejemplo de red con topología estrella se muestra en la figura 3.2.

La topología de estrella puede trabajar con Interfase como ARCNET, ETHERNET y S-NET.

**Topología de anillo local.** Físicamente la topología de anillo local realiza una conexión donde el cable corre de nodo a nodo con el último nodo conectándose con el primero. En el anillo lógico los nodos están cableados en una distribución de estrella o lineal. Un Token (combinación de bits reconocibles especiales que garantizan el permiso de la tarjeta de interfase de red para transmitir los datos) se envía de nodo a nodo en un anillo lógico.

Cada nodo reconoce la dirección del nodo del cual recibe y la dirección del nodo al que le transmite, al igual que su propia dirección para así crear el anillo lógico.

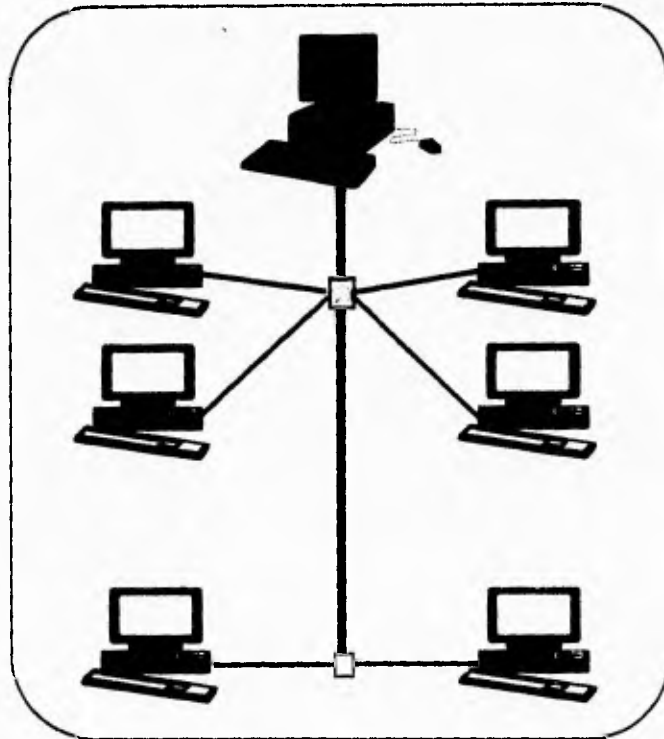


FIGURA 3.2 Topología de Estrella

Las ventajas y desventajas de esta topología son:

**Ventajas:**

- Método de comunicación muy eficiente.
- Los sistemas de anillo (Token Ring) tienen actualmente una gran base instalada y está bien probado su funcionamiento.
- Facilidad para añadir estaciones de trabajo.

**Desventajas:**

- Los parámetros técnicos para su operación son más sofisticados que para otras configuraciones.

- Dependiendo del tipo de cable utilizado, la configuración puede resultar muy cara.
- Los problemas en el cableado son difíciles de localizar.

Esta topología se puede ver en la figura 3.3.

La topología de anillo puede trabajar con interfases de red como Token Ring de IBM y ARCNET.

Estos tres tipos de topología tienen un protocolo de comunicación especialmente diseñado para su configuración. a continuación se expondrán los más comunes para cada topología.

Para la topología de bus existe el protocolo *CSMA/CD* por sus siglas en inglés "Carrier Sense Multiple Access Collision Detection", Sensor de portadora con acceso múltiple y detección de colisiones; estándar *IEEE 802.3*.

En la topología lineal este protocolo hace que cada nodo de la red este constantemente monitoreando al cable; el nodo solo puede transmitir cuando el cable está libre. Si dos o más nodos intentan transmitir datos simultáneamente, la Tarjeta de Interfase de Red (NIC) reconoce una colisión potencial y manda una señal que detiene las transmisiones de datos por un periodo determinado de tiempo, usualmente 51.2 microsegundos; de esta forma se evita un ciclo interminable de colisiones de nodos transmitiendo datos simultáneamente. Esta operación se realiza mandando un mensaje de 64 bits precediendo todos los paquetes de información mandados; si el extremo transmisor recibe de regreso del receptor los mismos 64 bits la transmisión continua, si no es así, se tiene una colisión y se detiene la transmisión hasta que este disponible el medio transmisor.

Con tarjetas ETHERNET las colisiones se resuelven rápidamente y los problemas en la red ocurren principalmente por pérdida de paquetes de datos ocasionada por cable mal conectado. La disponibilidad de la línea no depende tanto del número de nodos de la red, en realidad depende de la capacidad de entrada/salida del dispositivo central (servidor).



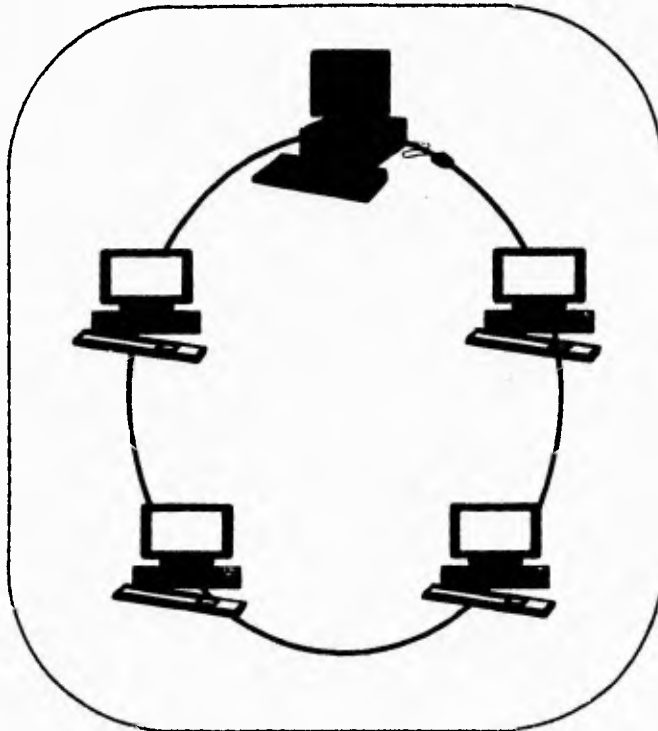


FIGURA 3.3 Topología de Anillo

En la topología estrella los protocolos utilizados, como S-Net, trabajan mediante una secuencia en la que el servidor pregunta los nodos si necesitan acceso a la red; si un nodo requiere acceder a la red el mensaje se transmite, si no solicita acceso, el servidor se mueve hacia el siguiente nodo de su secuencia y pregunta si requiere acceso a la red.

Cabe mencionar que hablar de una topología de estrella significa la forma en que se cablea el sistema y no la forma en que se realiza la comunicación. De esta forma, tenemos que, utilizando tarjetas ETHERNET en los nodos utilizando el protocolo CSMA/CD se puede cablear el sistema como estrella.

La topología de anillo utiliza el protocolo "Token passing" Es un protocolo donde cada nodo tiene una dirección. Cada nodo debe ver su dirección (trama de bits) dentro del Token antes de mandar su paquete de

información. Las colisiones no ocurren en una red Token Passing puesto que un solo nodo puede tener el Token en un tiempo específico. Cada nodo maneja el Token en cada ciclo de operación. La tarjeta de interfase de red envía el Token a otro nodo cuando la dirección del nodo en operación no se encuentra en el Token, es decir, no necesita acceder a la red.

La disponibilidad de la red está delimitada por el número de nodos activos en la red y no por el tráfico de información en la red.

Las características antes mencionadas permiten hacer una selección de la red a utilizar de acuerdo a parámetros como: disponibilidad de la red, facilidad de crecimiento, tolerancia a errores, cantidad de cables a utilizar, costo de la red, etc.; sin embargo, existe otro parámetro importante en la selección de la red que tiene que ver con la cantidad total de información que se requiere transmitir y el tipo de servicios que se podrán proporcionar.

Este parámetro está ligado al tipo de tarjeta de interfase de red que se utiliza, además de la topología, el medio transmisor utilizado y los protocolos de comunicación.

Existen en el mercado múltiples interfaces y básicamente se utilizan las ETHERNET, ARCNET y TOKEN RING, aunque existen muchas otras además de versiones modificadas de estas que son de utilidad para fines específicos. Un análisis de cada una de ellas se da a continuación.

**ETHERNET.** Las redes con tarjetas o ambiente ETHERNET cumplen con el protocolo de comunicación IEEE 802.3, este protocolo se basa en la idea de que cada estación tiene la misma oportunidad de utilizar la red; se puede utilizar con distintas opciones de cableado, generalmente utilizan cable coaxial, aunque también se puede utilizar par trenzado o fibra óptica, además no requiere de aditamentos especiales.

Originalmente se diseñó para operar bajo una topología de bus, pero se han desarrollado nuevas tecnologías que le permiten interactuar con otras topologías mediante el mismo protocolo (CSMA/CD).

En ETHERNET se utiliza, generalmente, cable coaxial delgado para distancias cortas y grueso para distancias largas pudiendo soportar velocidades de transmisión de hasta 10Mbps.

El ambiente ETHERNET es, para fines de elección de red, barato, sencillo en la instalación de cableado, está estandarizado y existen múltiples fabricantes de equipo que lo respaldan.

**ARCNET.** El ambiente ARCNET se opera bajo una topología de anillo a 2.5Mbps utilizando repetidores activos a distancias de 600m. Cada estación de trabajo o nodo debe esperar su turno para poder acceder a la red puesto que físicamente se encuentran conectadas en orden y la conexión se inicia donde termina; por esta característica la red se cae cuando una estación deja de funcionar.

Este ambiente está siendo desplazado por el Token Ring debido a que en este la falla de una estación no implica la caída de la red.

**TOKEN RING.** Esta tarjeta trabaja con una topología de anillo lógico conectado físicamente en forma de estrella; las estaciones de trabajo se enlazan a un concentrador/repetidor (Unidad de Acceso Múltiple, MAU de sus siglas en inglés); puede operarse a velocidades de 4 y 16 Mbps, utiliza el protocolo Token Passing cumpliendo con la norma *IEEE 802.5*. Esta norma incluye capacidad de prioridad, es decir, permite a algunas estaciones tener más acceso que otras.

Esta red funciona mediante la circulación permanente del Token dentro del anillo y verifica en cada estación si sus servicios son requeridos.

El ambiente Token Ring, a diferencia del ETHERNET, se encuentra libre de colisiones, sin embargo, es una opción muy cara debido a que para expandir la red se necesita incrementar el número de repetidores en el anillo.

Este ambiente utiliza par trenzado o fibra óptica; si se utiliza par trenzado el costo de cableado se reduce en comparación con ETHERNET que utiliza coaxial, además de que se puede utilizar la infraestructura

para telefonía de cable de par trenzado del edificio. El par trenzado es recomendable para lugares con poca interferencia electromagnética con grupos de estaciones de trabajo en un radio menor a 110m.

Con fibra óptica el precio es mucho mayor, pero se obtiene la posibilidad de trabajar a mayores velocidades de transmisión con una alta inmunidad a la interferencia. Es una opción buena para redes con tráfico de datos considerable.

#### ***Otras tarjetas de interfase.***

***ATM (Modo de Transferencia Asíncrono).*** Esta tecnología de datos conmutados que permite la conectividad remota utilizando redes terrestres y satelitales a gran velocidad. Puede trabajar a velocidades de 155 a 622 Mbps; utiliza como medio de transmisión la fibra óptica.

Su beneficio real, no es en sí las altas velocidades, sino el gran ancho de banda que estas implican y por consiguiente la gran cantidad de servicios que se pueden acceder, permite integrar voz, video y datos en un mismo sistema de comunicación conectando estaciones de trabajo en topología de estrella.

Su gran desventaja es su costo, sin embargo, si la aplicación lo justifica, es una buena opción para lugares donde el flujo de información es muy grande.

***FDDI (Interfase de Datos Distribuido por Fibra).*** Es una red de área local con fibra óptica, posee una configuración de anillo doble a una velocidad de 100 Mbps operando bajo el protocolo Token Passing; el anillo doble provee un alto grado de confianza y tolerancia a fallas, bajo la operación normal uno de los anillos, llamado principal, se utiliza para llevar el tráfico. El otro anillo, llamado secundario, es generalmente utilizado para recuperar el enlace cuando ocurre una ruptura en el anillo primario. Cuando una falla ocurre, las estaciones en ambos lados de la falla la aislan y el segundo anillo se une al primero. FDDI es una opción que brinda posibilidades de comunicación con respuestas casi instantáneas y un gran ancho de banda.

Las principales características y beneficios de la red **FDDI** son:

- Gran cantidad de datos pueden ser transportados.
- Soporta una gran cantidad de usuarios de red (500).
- Soporta aplicaciones sofisticadas que utilizan un proceso distribuido.
- Permite una gran distancia entre nodos (2 Km.).
- Es ideal para redes de campus.
- No tiene colisiones como con el protocolo CSMA/CD.
- Sigue el modelo OSI, trabaja con las redes estándares actuales y podrá operar con redes estandarizadas del futuro.

Una red **FDDI** puede utilizarse de tres formas: red dorsal "backbone", red final o directa a escritorio.

**FDDI como red dorsal.** Como dorsal o "backbone" interconecta redes que se encuentran en diferentes edificios o en un mismo edificio; se convierte en la carretera central para el tráfico de datos debido a su gran ancho de banda. La autonomía de cada red de área local en el campus es respetada. No se necesita hacer ningún cambio en la operación de las redes individuales para conectarse al "backbone" de **FDDI**.

**FDDI como red final.** Se utiliza como medio para proveer una forma más rápida y eficiente de conectarse con "mainframes" y computadoras centrales. Su principal ventaja es la velocidad de acceso; las computadoras centrales son más frecuentemente accesadas que otros nodos en la red, utilizando **FDDI** la velocidad de acceso en la red se incrementa.

**FDDI como red directa a escritorio.** En esta configuración todos los nodos de la red se conectan directamente al anillo de **FDDI**. Para estaciones de trabajo que requieren altas velocidades de acceso, esta es una buena solución: Se requieren adaptadores de señal óptica a eléctrica en cada estación por lo que el costo de esta configuración es alto.

**ETHERNET RÁPIDA.** Es una tarjeta ETHERNET que trata de incrementar la velocidad de transmisión de información de 10 a 100 Mbps; pretende trabajar con el protocolo CSMA/CD, además pretende utilizar fibra óptica sin la necesidad de utilizar tarjetas para FDDI.

### ***Integración LAN con PBX.***

Una vez conocidas las características de los sistemas PBX y LAN, mencionaremos algunas ventajas y desventajas para su integración.

#### ***Ventajas:***

- El PBX usa las líneas telefónicas conectando oficinas entre sí tal como lo hacen las compañías telefónicas.
- El PBX es un circuito conmutado de tráfico eficiente, sus capacidades son bien conocidas; ha sido diseñado para manejar eficientemente el tráfico de voz.
- La tecnología general del PBX está bien probada.
- El PBX provee de grandes interfaces para sistemas de comunicaciones alrededor del mundo a través del sistema telefónico.
- El modemo PBX provee una gran integración de voz y datos.

#### ***Desventajas:***

- La carencia de una adecuada capacidad de un conmutación de datos en un PBX es todavía evidente. (Con los sistemas de cuarta generación, este no es un gran problema, pero todavía permanece).
- Alguna de la arquitectura del PBX todavía se basa en la tecnología de voz.
- El soporte multifunción del PBX, en las comunicaciones de datos, no es tan extenso como el equipo que maneja conmutación de paquetes y multiplexores inteligentes.
- El PBX no es suficientemente rápido para soportar el tráfico de CPU a CPU. La velocidad básica de un puerto de PBX típico es de 64 kbit/s ciertamente bastante rápido para soportar más tráfico. Sin embargo la conmutación digital del PBX debe ser bastante más rápida para soportar la conmutación de todas las líneas

que llegan a él. Esto debe prevenir la congestión, eliminar el bloqueo, y proveer de bajo tiempo de respuesta.

Las tecnologías de LAN y PBX no son excluyentes entre sí. La automatización de el edificio puede beneficiarse con el aprovechamiento de ambas; para esto, no es necesario escoger una sobre otra, basta decidir en que áreas del edificio pueden integrarse para soportar las aplicaciones de los usuarios finales.

La siguiente lista es una descripción de algunas de las cualidades más importantes de los nuevos sistemas de PBX (cuarta generación):

- La conmutación es digital e integra voz y datos.
- El sistema provee de el uso de LAN con PBX además de compuertas para redes WAN (redes de áreas amplias).
- El PBX es modular en su diseño, tanto en hardware como en software. Su diseño modular puede acomodar grandes terminales de usuarios. En muchas instancias, le suma de módulos pueden ser dedicados para aplicaciones específicas, semejante como un procesador de palabras. Pueden soportar desde uno hasta 20,000 usuarios.
- La conmutación es no bloqueable
- El PBX soporta comunicación con teléfonos y terminales convencionales tan bien como una unidad de procesamiento del tipo mainframe.
- El PBX provee de un alto nivel de seguridad.
- El diseño es construido para trabajar conforme a la evolución de la RDSI (red digital de servicios integrados)
- El PBX trabaja con el convencional PCM (modulación por código de pulsos), con velocidad de transmisión de 64 kbits/s, tan bien como con el potente TDM (multiplexaje por división del tiempo) de velocidad de hasta 1.544 Mbit/s o 2.048 Mbit/s.

Las siguientes funciones son comúnmente ofrecidas en los nuevos PBX de acuerdo al modelo OSI:

*Soporte de nivel físico*

- RS-232-C (X.21 bis)
- RS-449
- Velocidades de 1200 bit/s a 56 kbit/s

*Soporte de nivel de enlace de datos*

- Reloj interno o externo

*Soporte de niveles de redes*

- conexión a la red pública X.25

*Soporte de conversión de protocolos*

- X.3 (Ensamble/Desensamble de paquetes)

### **3.2.3 Video**

En el Edificio Inteligente se puede contar con servicios básicos de video tales como televisión por cable, TV convencional, Videotexto, además de servicios avanzados como: Video en Demande y videoconferencia sin olvidar el circuito cerrado de televisión.

Los servicios básicos utilizan para su transporte dentro del edificio, principalmente, cable coaxial. Los avanzados forman parte de los sistemas externos de comunicación y utilizan principalmente fibre óptica.



### 3.3 COMUNICACIONES ENFOCADAS AL CONTROL

En esta parte se tratará las señales provenientes de los sensores y controladores que son los encargados de prestar los servicios de confort y seguridad dentro del edificio. Esto se realiza utilizando computadoras y técnicas de control para optimizar la ejecución de equipo de sistemas eléctricos, aire acondicionado, prevención de fuego, elevadores y dispositivos de seguridad entre otros, monitoreando y coordinando todos los sistemas de control.

El sistema de control del Edificio Inteligente debe proporcionar los siguientes servicios:

- Supervisión total de todos los servicios del EI.
- Debe tener una alta seguridad y confiabilidad en su operación.
- Mínimo tiempo de respuesta (especialmente en sistemas de alarma y averías de equipos, no se pueden apagar alarmas desde la computadora; esta operación debe ser manual hasta tener la seguridad de que no exista peligro).
- Control de grado de confort del usuario (facilidad de realizar cambios de las condiciones ambientales según lo requiera el usuario).
- Ahorro energético (proporciona mecanismos para evitar el derroche de energía, actuación inmediata por falta de uso de sistemas como: iluminación, aire acondicionado y calefacción).
- Mantenimiento preventivo (proporcionar información del estado de los equipos y sistemas para poder evaluar la ocasión en que estos requieren mantenimiento preventivo).
- Optimización del sistema y disminución en el tiempo de búsqueda de averías.

La comunicación de la información entre los diversos sistemas de control y su administrador se convierte en un factor significativo. Es en este punto donde los sistemas basados en microprocesadoras proporcionan ventajas significativas.

En general, todas las funciones a controlar dentro del EI son analógicas, son variables continuas como la humedad del aire, la temperatura, presión etc. Algunos otros dispositivos de salida o sensores entregan

señales de tipo binarias, es decir, encendido o apagado, como controles de encendido de motores, válvulas, etc.

En sistemas tradicionales de automatización del edificio existía un solo procesador central; toda la información de múltiples sensores dentro del edificio se enviaban a este procesador al cual monitoreaba lo que estaba pasando pero no ejecutaba ninguna función de control, más que cambiar el punto de ajuste de algún sistema de control local o encender y apagar algún equipo. No proveía ningún tipo de control directo debido al retraso que podía ocurrir o a la posibilidad de que, si el procesador fallaba, todo el edificio se iba abajo.

Cuando los microprocesadores bajaron de precio, se hizo más práctico utilizar muchos de ellos y distribuirlos alrededor del edificio. Esto incrementa la aplicación del sistema y hace práctico tener control directo de todos los puntos a controlar y monitorear. A este sistema se le conoce como sistema de controladores distribuidos.

Este sistema incluye 4 hilas o niveles de procesamiento; ver figura 3.4. Los niveles de procesamiento son: sensores y actuadores, procesadores distribuidos, procesadores centrales y procesadores de supervisión, además del sistema de comunicación del EI que se encarga de comunicar cada una de estas hilas.

La primera hila o nivel incluye a los sensores y actuadores que se encargan de enviar información a los procesadores y actuar sobre el dispositivo a controlar. Son, en esencia, los controladores directos.

La segunda hila está conformada por los procesadores distribuidos; estos dispositivos realizan las siguientes funciones:

- Reciben la información proveniente de los sensores.
- Procesan la información de acuerdo a un programa preestablecido.
- Envían señales hacia los actuadores.
- Almacenan la información para posibles usos posteriores.

- Proveen funciones de control.
- Pueden comunicarse con otros procesadores para enviar y recibir información y comandos.

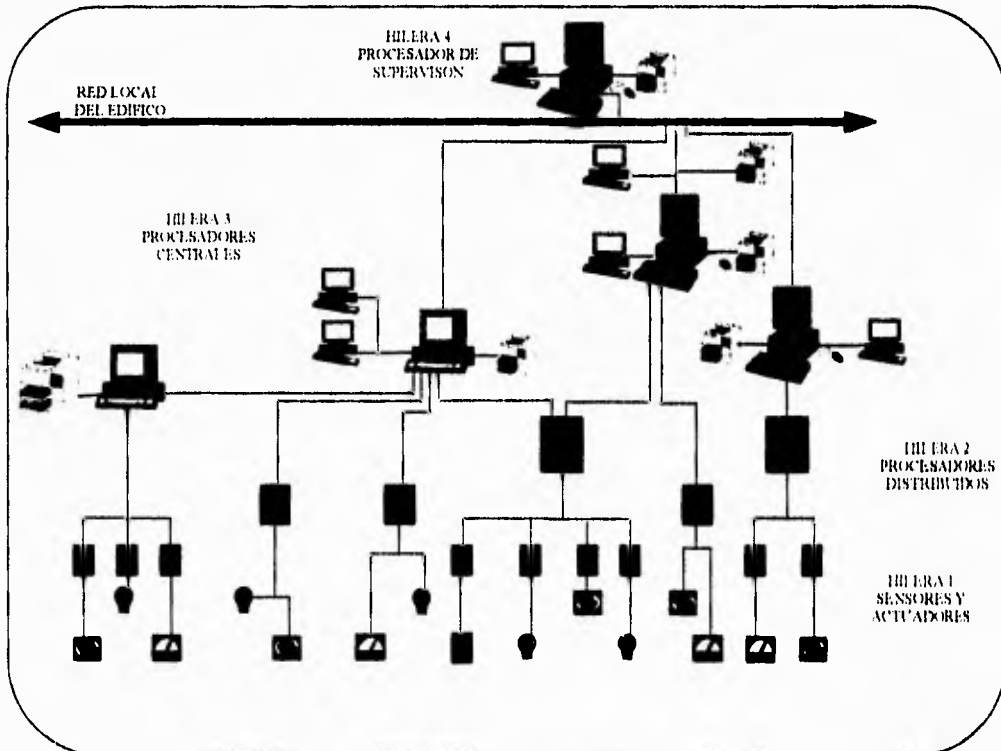


FIGURA 3.4 Sistema de Control

Los procesadores distribuidos pueden ser un solo circuito montado en un panel en la pared conteniendo los siguientes elementos:

- Entradas universales.
- Reloj de tiempo real con batería.
- Procesador de 16 bits.
- Memoria RAM respaldada con batería.

- Sistema operativo en memoria EPROM.
- Una área de accesorios para montar transductores o relevadores necesarios de acuerdo al tipo de control a realizar.
- Regletas terminales para la conexión con los sensores y actuadores.

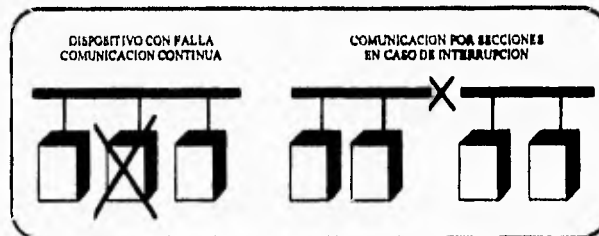
Los procesadores distribuidos deben de operar siempre, incluso cuando el sistema de supervisión central, los procesadores centrales o el sistema de comunicación del edificio estén fuera de servicio, de forma que el edificio siempre cuente con un sistema de control que mantenga su funcionalidad básica.

Un procesador usualmente funciona con uno o dos unidades a manejar (sensor de temperatura, iluminación, etc.). En sistemas muy grandes es necesario, para algunos casos, compartir información entre un controlador y otro cercano y es deseable proporcionar acceso central a toda la información del sistema. Esto se logra mediante un procesador central o computadora que proporciona información de un controlador a otro y despliega los resultados en una pantalla o los imprime para tener una administración total del sistema.

La comunicación entre los controladores es básica y nunca debe interrumpirse; la comunicación debe realizarse sin depender totalmente del procesador central pudiéndose tener los programas de control residentes en cada controlador.

El sistema de comunicación debe ser tal que, si un dispositivo falla, es puenteado automáticamente y sacado del sistema, mientras que los demás dispositivos siguen comunicándose. Si el bus o canal de comunicación se interrumpe en algún tramo de la red, los segmentos individuales deben reestablecer la comunicación y el control: ver figura 3.5.

El procesador central se localiza en la hilera 3; terminales de video o computadoras personales proveen una ventana al sistema a este nivel.



**FIGURA 3.5 Sistema de Comunicación entre Procesadores**

Los datos desde múltiples puntos distribuidos de control se pueden agrupar en esta nivel, de esta forma tenemos que se puede agrupar información de aire acondicionado, de iluminación, de condiciones ambientales, etc. de forma que puedan ser manejadas por diferente personal del edificio que este a cargo de esos sistemas.

Las alarmas, respuestas de operador, comandos de operador y otros tipos de acciones son automáticamente salvadas en disco y se puede formar una bitácora y reportes históricos de ciertos puntos críticos que pueden ser requeridos en aplicaciones posteriores.

Existen múltiples aplicaciones de software para diferentes tipos de sistemas; así tenemos, por ejemplo, que existen paquetes para control y manejo de energía o administrador de mantenimiento.

Otros procesadores centrales pueden coexistir y compartir información con el procesador central. Estos procesadores formaran parte de la red de comunicaciones del EI gracias a la integración de los servicios mediante la tecnología digital.

Los procesadores de supervisión, hilera 4, son los encargados de administrar todo el sistema de control, delimitan las funciones de cada procesador central y generan reportes globales de todo el sistema

Es recomendable tener dos procesadores de supervisión en el edificio, uno para el sistema de mantenimiento y otro para el sistema de seguridad; esto debido a la importancia del segundo y su necesidad de siempre estar disponible para cualquier eventualidad.

Las señales de control se integran al sistema de comunicaciones del Ei a través de cableado convencional de telefonía (par trenzado); se manejan como canales de voz adicionales.

### **3.4 INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS**

Si no existiera una integración de los sistemas anteriores, posiblemente ocurriría lo siguiente: Los dueños de los edificios necesitarían de tres sistemas distintos (un PBX, un sistema de automatización del edificio y un sistema LAN) e instalar un cableado separado para cada uno de ellos, manejar bases de datos distintas y administradores independientes para cada sistema. Hoy en día, con adecuadas estructuras de información y un sistema LAN se puede ofrecer en un edificio acceso a voz, datos y redes de área local desde una sola fuente. Los beneficios iniciales de la Integración de sistemas son: la eliminación de cableado, una sola base de datos compartida y un solo administrador del sistema.

Para satisfacer las necesidades de los usuarios, los creadores del edificio deben buscar un sistema que soporte circuitos conmutados de datos asíncronos o síncronos y con un esquema de cableado universal de par trenzado podemos facilitar la movilidad y proveer la potencia adecuada para soportar las tres aplicaciones en un sistema, además de poder añadir futuras aplicaciones.

Para soportar las tres redes (PBX, LAN y automatización) en un sistema, la redundancia debe ser una característica; dos procesadores y capacidad de memoria duplicada deben ser utilizados. Para el crecimiento futuro del sistema la arquitectura de no-bloqueo es fundamental, el no-bloqueo en un sistema de información significa que todos los usuarios que quieran utilizar el teléfono o estar en la línea con su terminal de datos al mismo tiempo lo puedan realizar ya que una conexión debe estar disponible para cada uno.

El sistema debe ser capaz de soportar velocidades de comunicación de paquetes de datos de 10 Mbit/s o más e interfase de comunicación ETHERNET.

Con los sistemas integrados todas las aplicaciones multiusuarios, voz datos y LAN deben estar contempladas en el cableado utilizando par trenzado para la red horizontal y fibra óptica para la red vertical y todo debe ser transparente para el usuario. Así, cuando un nuevo inquilino llegue y requiera de un espacio de oficina, no solo tendrá teléfono, sino también podrá contar con terminales de datos y tener acceso a la red de comunicaciones del edificio sin necesidad de adquirir equipo por separado, ni necesidad de cablear nuevamente.

La administración del sistema puede dar de alta a un nuevo usuario o modificar su ubicación. Si cualquier usuario requiere cambiar de lugar dentro del edificio, basta con dar de alta los cambios en el sistema para que tenga el mismo número telefónico, número de terminal de datos, fax, etc., pero en diferente lugar. Esto disminuye considerablemente costos y tiempo al no tener que recablear.

La posibilidad de instalar equipos de comunicación (teléfonos, terminales de datos, etc.) en lugares donde se encuentre una red de cableado de par trenzado, disminuye costos al momento de cambiar el equipo a un lugar a donde no llegue la red puesto que la instalación de este cable es muy económica.

La demanda dicta a los usuarios el acumular un gran número de terminales de datos y voz para diferentes aplicaciones. En un gran número de ocasiones esas aplicaciones requieren de diferentes lenguajes o protocolos. Para facilitar la comunicación entre equipos, formatos o conversión de protocolos, los servicios son integrados a través del sistema para trasladar los lenguajes de datos y los accesos de diversas redes externas a un sistema de comunicaciones transparente al usuario.

El sistema debe contar con equipo capaz de poder adecuarse a las características del par trenzado. Existen dos tipos de par trenzado; estos son Par Trenzado Blindado y el Par Trenzado Sin Blindar (STP y UTP, por sus siglas en inglés, respectivamente) El primero, por ser blindado, elimina mayor cantidad de ruido que puede afectar al sistema. el problema es su costo. El segundo, sin blindaje, es mas barato pero al trabajar

con el, utilizándolo como medio de comunicación con velocidades de transmisión muy altas, puede que se irradian al ambiente señales de interferencia, en violación a las reglamentaciones públicas de control de emisiones, para evitar esto son necesarios filtros que limiten la cantidad de energía irradiada a altas frecuencias y que también brinden adaptación de impedancia.

El sistema está constituido de varios equipos que utilizan diferentes técnicas de comunicación de datos, como por ejemplo: convertidores de interfases y/o de protocolos, multiplexores, compresores de datos, convertidores de señales eléctricas a fibra óptica, y elementos propios de las redes LAN: puentes, ruteadores, compuertas, etc.

#### *Equipo de integración del sistema.*

**Convertidores de Protocolos.** Son dispositivos encargados de hacer compatibles dos sistemas que utilizan diferente "lenguaje de comunicación" a través de circuitos lógicos y de diversas metodologías.

**Multiplexores.** El multiplexaje es una técnica que permite compartir un único enlace de comunicaciones entre varios usuarios. Hay dos métodos básicos de multiplexar: Multiplexaje por División del Tiempo "TDM" y Multiplexado Estadístico "STM o STDM". En el TDM el tiempo se divide en partes predeterminadas y se asignan a cada subcanal. En el multiplexaje estadístico no hay un reparto preasignado del tiempo, este es compartido en forma dinámica en proporción directa a la demanda de cada subcanal. El STM constituye un método más eficiente de utilizar el recurso común, ya que permite conectar a los subcanales mayor ancho de banda que la capacidad del agregado. Por otra parte, la desventaja del multiplexaje es la introducción de un retardo inaceptable en algunas aplicaciones.)

**Compresores de Datos.** El costo de los servicios de transmisión de datos aumenta a medida que crece la velocidad. Por ejemplo, una línea dedicada de 19.2 kbit/s es mucho más cara que una similar de 4.8 kbit/s. La compresión de datos permite enviar datos a alta velocidad por canales de baja velocidad. Esto baja los costos de comunicaciones y mejora el tiempo de respuesta. Los datos se codifican antes de ser transmitidos, usando para ello códigos especiales que representan la misma información con un menor número de bits. Cuando se



transmiten menos bits el tiempo de transmisión se acorta. Esto reduce el tiempo de comunicación y el costo. Del lado remoto, otro compresor de datos decodifica la información de vuelta a su forma original, brindando transparencia de extremo a extremo.

**Convertidores de Señal Eléctrica a Óptica.** Debido a que la red vertical es de fibra óptica, es necesario la conversión de señales digitales eléctricas a digitales ópticas para poder trabajar con ellas.

**Elementos propios de Redes LAN.** son elementos como ruteadores, puentes, conectores, compuertas, repetidores, etc. que hacen posible la conexión de distintas redes y/o la ampliación de una sola red.

El sistema nervioso central de un EI, para un sistema de automatización de oficina, (procesamiento de información) lo provee una red de área local LAN. Los enlaces principales del sistema de automatización de la oficina utilizan un backbone LAN de 100mbps con fibra óptica FDDI. Las ramas de la red se implementan con redes ETHERNET o TOKEN-PASSING RING como se ve en la figura (3.6). Con el auge de la interconexión de sistemas abiertos (OSI "Open System Interconnection") desarrollada por la CCITT y la ISO para la interconexión de diferentes sistemas, el desarrollo de interfaces para conectar diferentes equipos ha progresado al punto en que medios ambientes con diferentes proveedores son posibles.

El sistema de telecomunicación del EI, que tiende hacia la RDSI, combina las características de los servicios de red de telefonía con las capacidades de transmisión de datos de redes digitales. El PBX digital (DPBX) es elemento pivote de las funciones del EI, contiene una cantidad de software que simplifica la expansión funcional y hace mas fácil la selección de equipo de acuerdo al tamaño del edificio. También posee una opción de seleccionar rutas optimas a través de una red externa de larga distancia.

Con la aparición de la RDSI, se ha vuelto posible incluir una interfase de RDSI en los sistemas PBX y usarla para la interconexión con computadoras y redes LAN. dicho de otra forma el PBX digital representa una especie de compuerta ("gateway") para las redes LAN y puede ser utilizado para construir redes privadas para servir a grupos de edificios inteligentes distribuidos sobre una área física, figura 3.7

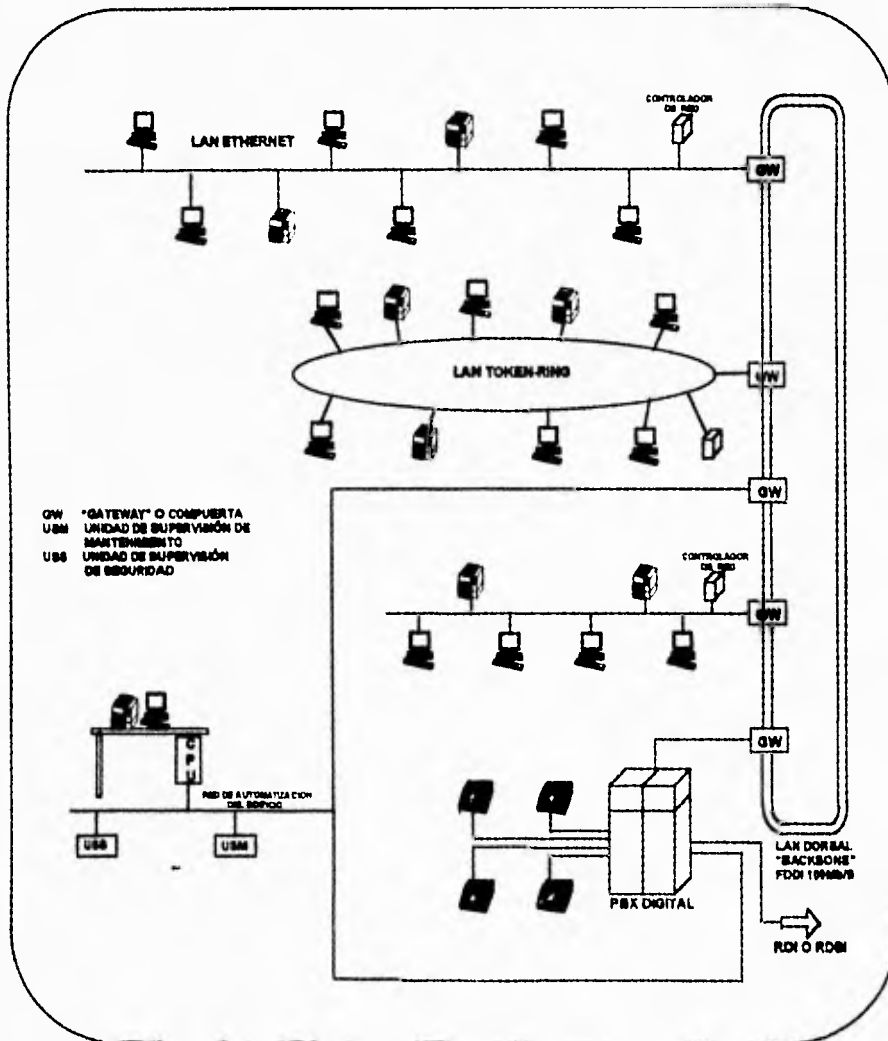
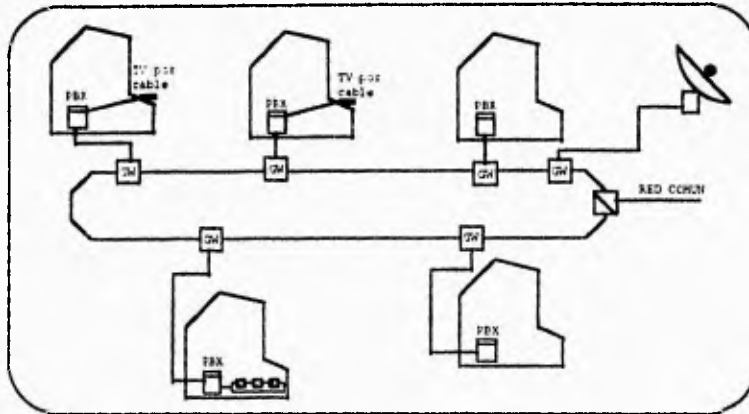


FIGURA 3.6 Sistema de Comunicaciones del EI



**FIGURA 3.7 Red Para grupos de Edificios Inteligentes**

Observando el crecimiento del sistema RDSI de banda ancha basado en redes ópticas, es posible determinar que los servicios superiores (por ejemplo, videoconferencia, videoteléfono, etc.) serán entregados por medio del PBX digital, basado en el modelo OSI, permitiendo que audio, datos e imágenes sean transmitidos por la misma vía a través de la integración del PBX y las computadoras.

El crecimiento de los edificios ha sido paralelo al crecimiento de los sistemas de control de seguridad y del medio ambiente al permitir que los servicios de automatización de oficina y de comunicaciones se integren con este sistema.

## CAPÍTULO 4

### COMUNICACIONES EXTERNAS

#### 4.1 TELEFONÍA.

La telefonía pública es el sistema por el cual se pueden comunicar varios usuarios a largas distancias por medio de par trenzado, enlaces de microondas o satélites. En un inicio, la red telefónica solo se contaba con señales de voz, más por la necesidad de comunicar datos la red tiene, actualmente, la característica de poder manejar voz y datos por medio de teléfonos y equipos de cómputo.

En la telefonía existen dos tipos de "líneas" o "canales" de comunicación: líneas privadas y líneas conmutadas.

Las líneas privadas son un medio de comunicación punto a punto y solo tienen un acceso a esta línea el usuario que contrató el servicio. En cambio en las líneas conmutadas, cualquier usuario de la red, puede tener acceso a esta con solo marcar su número de identificación.

Como mencionamos, ambos tipos de líneas pueden manejar señales analógicas y digitales, el decidir que tipo de señal o sistema utilizar depende de las necesidades del cliente.

A continuación se hará mención de las principales características de ambos tipos de sistemas telefónicos

#### **ANALÓGICO.**

- Sistema de comunicación punto a punto
- Servicios limitados
- Complejidad para eliminar ruido

- Marcado lento (acceso a la comunicación lento).

### **DIGITAL.**

- Sistema de comunicación punto a punto.
- servicios diversos.
- Facilidad de eliminación de ruido.
- Marcado rápido.
- Necesario utilizar convertidores A/D y D/A.

Pero la principal característica que puede diferenciar entre los sistemas analógico y digital reside en la velocidad de transmisión de señales, es decir, ambos sistemas pueden utilizar par trenzado de cobre con la limitación del ancho de banda de este (4khz aprox.).

Si se utiliza un medio de comunicación con un ancho de banda mucho más grande, la señal de voz mejoraría y ya no tendría ninguna limitante en cuanto a ancho de banda se refiere, pero solo tendríamos una sola línea para un medio. Sin embargo, utilizando un sistema digital podemos hacer uso de las técnicas de multiplexaje para utilizar el máximo el ancho de banda del medio de comunicación.

De esta forma surge el concepto de sistema "E1" utilizado en México. Este sistema tiene la capacidad de soportar 30 canales, además de un canal señalización y uno para supervisión, multiplexados por código de pulsos (PCM) con una velocidad de 64Kbps cada uno y un total de 2.048Mbps.

De esta forma las compañías telefónicas suministran los enlaces "E1" o pares trenzados al Edificio Inteligente según sus requerimientos

En ambos casos, analógico y digital las señales entran al PBX del edificio, se entazan al CC que los direcciona a su destino

## **4.2 REDES WAN Y MAN.**

El crecimiento de las redes de área local (LAN) trajo consigo la necesidad de concentrarlas entre sí creando las redes de área amplia (WAN). Esto origina un gran reto, la integración de múltiples protocolos, topologías y sistemas operativos. La problemática de integración de WAN se denomina, recientemente, interoperabilidad.

Una red de área amplia (WAN) es una red de equipos de cómputo que traspasa los límites geográficos de lo que inicialmente comprendía; así este conjunto de equipos puede estar distribuido a lo largo de una ciudad (MAN), un país o de un continente.

### **4.2.1 Elementos que integran una WAN.**

Existen varios elementos que nos permiten integrar una red de área amplia, dependiendo de las necesidades específicas.

Estos elementos son básicamente: repetidores, puentes, ruteadores, compuertas y multiplexores.

#### ***Repetidores.***

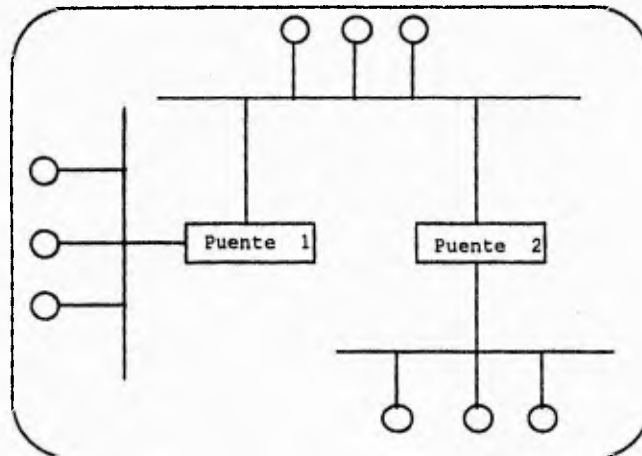
Los repetidores son el elementos más barato para la interconexión de redes, ya que proporcionan una simple regeneración de la señal eléctrica que viaja a través de un medio de transmisión.

Un repetidor enlaza dos redes idénticas y las protege contra la atenuación amplificando la señal recibida en un segmento de cable y retransmitida a otro segmento. Este es la manera más sencilla de extender la distancia entre dispositivos de una red sin afectar la calidad de transmisión, sin embargo, lo que se gana en simplicidad se pierde en el tráfico de la red, consume mayor ancho de banda y aumenta la posibilidad de congestión.

**Puentes.**

Los puentes o "bridges", proporcionan un servicio de conexión más inteligente, ya que accesan los paquetes de información para leer la dirección de origen y la dirección destino. Cada paquete de información cuenta con bloques de datos que nos indica que tipo de paquetes es, quien lo originó y hacia a donde debe llegar.

El puente cuenta con una tabla de direcciones que le indica cuáles son locales, de esta manera, busca la dirección destino dentro de la tabla y si no existe permite que el paquete de información salga de la red para concentrarse en otra, figura 4.1.

**FIGURA 4.1 Redes con Puentes**

La figura muestra 3 redes "Ethernet" conectadas mediante dos puentes. Estos puentes permiten formar una sola red extendida permitiendo el acceso a recursos nuevos, sin embargo, los puentes segmentan el tráfico en la red al dejar pasar únicamente los paquetes de información que deben hacerlo, aislando el tráfico local y transmitiendo el tráfico necesario hacia los dispositivos remotos.

Los puentes pueden ser de 4 tipos:

1. **Puente Transparente.** Permite la conexión de dos redes puente, utilizan los mismos protocolos en la capa física y en la capa de enlace de datos.
2. **Puente Traductor.** Es una versión especial del anterior, ya que ofrece servicios de conexión a redes que utilizan diferentes protocolos en las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI.
3. **Puente Encapsulador.** A diferencia del Puente Traductor, que manipula la envoltura de los mensajes para que sean entendidos por la otra red, este puente encapsula los mensajes en un nuevo formato, viajan por el backbone y se desencapsulan para que lleguen a su destino.
4. **Puente Source Routing.** El término "source routing" fue utilizado por IBM para describir un método de puenteo de redes Token Ring y requiere que un paquete exploratorio proporcione la información necesaria para hacer llegar un mensaje a su destino. La figura 4.2 muestra 5 redes Token Ring enlazadas por 3 puentes.

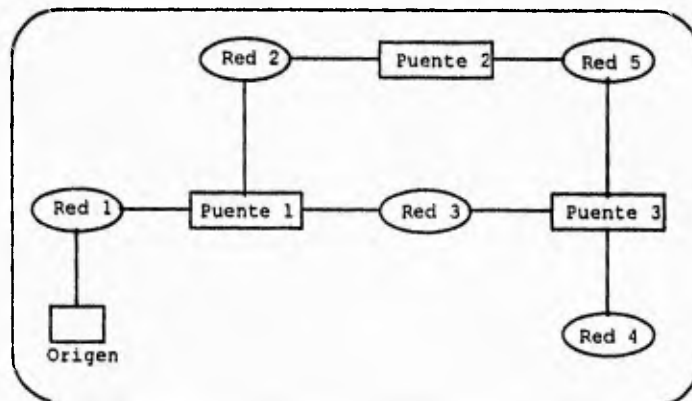


FIGURA 4.2 Red con puentes



**Ruteadores.**

Los ruteadores o "routers", al igual que los puentes, pueden extender el tamaño de una red, sin embargo, proporcionan un nivel de conexión más inteligente y eficaz. Las redes a interconectar pueden utilizar diferentes protocolos en las capas física y de enlace de datos.

Estos dispositivos pueden discriminar la información; leen las direcciones de los paquetes de información y toman decisiones sobre la ruta que deben seguir a lo largo de una complicada red de área amplia, basándose en diversos factores como retraso, costo de transmisión, congestión o distancia, sin embargo, no examinan todos los paquetes, únicamente los dirigidos a ellos. Además, no lo hacen los puentes, sino que únicamente conocen a otros ruteadores en la red identificados por una dirección.

Para un ruteador no es importante el formato de un paquete ya que únicamente lee la dirección del mismo, decide la ruta y posiblemente envuelve el paquete en algún protocolo como X.25 o Frame Relay. De esta forma podemos rutear paquetes en diversos protocolos como DeNet, OSI, etc. de manera simultánea.

Existe un dispositivo conocido como "brouter", el cual combina las características de un puente y un ruteador. Puede rutear determinados protocolos y los demás los maneja como puente, esto es muy útil cuando deseamos integrar diversas redes con distintas topologías y protocolos.

**Compuertas o "Gateways".**

Los "gateways" proporcionan el servicio de conexión más inteligente pero también más lento. Los "gateways" proporcionan servicios de traducción entre diferentes protocolos y permiten a los dispositivos en una red comunicarse (no solo conectarse) con los dispositivos de otro completamente diferente.

Los puentes son una buena solución para ambientes departamentales o pequeños, ya que ofrecen un método barato para conexiones de dos puntos y son sencillos para extender los límites físicos de una red. Los ruteadores son más apropiados para ambientes empresariales y de área amplia porque permiten conectar

diversos enlaces de datos, utilizan tecnologías redundantes, buscan rutas alternas en caso de fallas, permiten tener administración de red y soportan múltiples protocolos.

Las principales diferencias entre puentes y ruteadores son las siguientes:

- **Confiabilidad.** Los puentes operan en la capa de enlace de datos y los protocolos a este nivel proporcionan cierto nivel de detección de errores mas no aseguran la entrega del mensaje a su destino. Los ruteadores operan en las capas de red y aseguran la entrega de l mensaje a su destino.
- **Disponibilidad.** La mayoría de los puentes no son tolerantes a fallas, la caída de un enlace puede afectar severamente el rendimiento del puente y provocar pérdida de mensajes. Los ruteadores son más tolerantes a fallas, ya que fueron diseñados para operar en una red de área amplia que cuenta con múltiples enlaces y rutas alternas.
- **Tiempo de transito.** Los puentes realizan poco proceso de información y por lo mismo representan retrasos mínimos. Sin embargo, el arribo de demasiados mensajes a un puente puede provocar congestión y perder ciertos mensajes. Los ruteadores realizan un proceso más sofisticado el cual puede representar un retraso y este puede compensarse con la mayor disponibilidad.
- **Detección de errores.** Los puentes realizan detección de errores en la capa de enlace de datos. Los ruteadores realizan detección de errores en la capa de enlace de datos y en la de red.
- **Tamaño de mensaje (tramas).** Los puentes operan más eficientemente cuando las redes de origen y destino manejan el mismo tamaño de mensajes. Los ruteadores permiten fragmentar y reensamblar mensajes para conectar redes diferentes.
- **Costo.** Los puentes son más económicos. Los ruteadores son más caros.
- **Seguridad.** Los puentes ofrecen seguridad limitada. Los ruteadores ofrecen mayor protección contra accesos no autorizados a recursos e información
- **Arquitectura típica de un ruteador.** Los ruteadores se basan en una arquitectura de multiprocesadores simétricos, la cual permite una configuración escalable con alto rendimiento.

Los módulos de proceso simétrico se conectan a módulos de interfase formando una interfase de Enlace inteligente (ILI por sus siglas en inglés) que se conecta a una red o conexión remota. cada módulo de proceso realiza las operaciones de ruteo para todos los protocolos, de manera que no existe un recurso central que limite el rendimiento y confiabilidad conforme el sistema crece. Todos los módulos se comunican entre sí a través de un bus de alta velocidad a 320Mbps o a 1Gbps para ruteadores "Backbone node".

Esta arquitectura tiene los siguientes beneficios directos:

- Conectividad e Interoperabilidad.
- Rendimiento.
- Confiabilidad, Disponibilidad y Facilidad de Mantenimiento.
- Escalabilidad y Compatibilidad entre productos.
- Protección de la inversión.

Los principales estándares de redes locales son soportados por los ruteadores incluyendo:

Ethernet 802.3

Token Ring 802.5 a 4Mbps y 16Mbps.

FDDI.

De esta manera, las redes locales utilizando cualquier protocolo pueden interconectarse mediante:

- Líneas síncronas con velocidades de 1200bps hasta 6Mbps.
- Enlaces E0 y E1 provistos por RDI.
- X.25.
- Frame Relay.

La administración de una red amplia es importante, por lo que cada equipo proporciona una interfase para la definición de configuraciones, recolección de estadísticas y reportes y revisión de eventos en la red. Todo esto puede realizarse mediante una consola conectada al ruteador, una conexión remota vía módem o la red misma.

El software de administración que proveen los fabricantes, permite administrar ruteadores, puentes y circuitos desde una estación desplegando gráficamente el status de la red en tiempo real.

Existen dos grupos principales de ruteadores:

1. **Nodo alimentador, Nodo de Enlace y Nodo Concentrador.** El modelo más pequeño es el nodo alimentador, diseñado para pequeñas redes o grupos de trabajo, soporta hasta 4 interfases de LAN o WAN. El modelo mediano es el nodo de enlace, soporta 16 interfases LAN/WAN. El nodo concentrador es modelo más grande soportando hasta 52 interfases.
2. **Nodo de Enlace Dorsal y Nodo Concentrador Dorsal.** Estos están diseñados para las necesidades de alto rendimiento y disponibilidad de grandes redes. El primero soporta hasta 16 interfases LAN/WAN. El nodo concentrador soporta hasta 52 interfases LAN/WAN.

Todos estos modelos pueden utilizar las mismas interfases físicas, lo cual asegura su interoperabilidad y protección de la inversión, existiendo una gran variedad de interfases incluyendo FDDI, E1, combinaciones de Ethernet-puertos síncronos y Token Ring-puertos síncronos.

### 4.3 MICROONDAS

Los enlaces vía radio y microondas permiten tener comunicación a distancia pero con un límite propio del sistema, se requiere de estaciones repetidoras para lograr una cobertura nacional. En cambio mediante el uso de satélites se pueden tener comunicaciones a nivel nacional e incluso regional y mundial.

Los enlaces de microondas permiten tener comunicación punto a punto a distancias de 60Km aproximadamente, dependiendo de la frecuencia de operación, condiciones geográficas y urbanas del lugar, etc. Estos sistemas ofrecen una alta capacidad de transmisión de información, generalmente pueden portar, debido a su amplio ancho de banda, velocidades de transmisión de 1, 2, 4 y 8 sistemas E1 permitiendo un flujo considerable de información de voz, datos o video.

Las consideraciones necesarias para implementar un sistema de comunicación mediante un enlace de microondas son:

Realizar los estudios correspondientes al enlace para verificar su factibilidad tanto técnica como económica, esto es, verificar que las condiciones geográficas permitan realizar el enlace, mediante el estudio topográfico del terreno, verificación de puntos intermedios que obstaculicen, puntos de reflejo de señal, consideraciones de parámetros como ganancia de las antenas a utilizar, potencia de salida, niveles de ruido, así como, consideraciones del orden legal, regulaciones normas y estándares.

Contar con una infraestructura que permita la instalación de torres y equipo de transmisión necesarios en alguna parte del edificio, de acuerdo con los estudios correspondientes al enlace.

Posibilidad de requerir puntos repetidores intermedios en caso de que el enlace sea demasiado largo, incluso analizar para este caso, la posibilidad de utilizar otro medio de transmisión.

Si el edificio es nuevo la planeación de un sistema de microondas debe realizarse a la par del diseño arquitectónico para garantizar la funcionalidad del sistema. Si un sistema de microondas se requiere cuando el

edificio ya existe, se deben realizar los análisis funcionales y estéticos correspondientes a la estructura del edificio para aplicarlo.

La capacidad de información que el sistema podrá manejar dependerá de las necesidades de servicios del edificio, incluyendo posibles crecimientos. Se debe considerar equipo de interfase que permita canalizar la información al usuario final ya sea en forma de canales de voz o de datos.

Los sistemas E1 que llegan, generalmente en las azoteas, son accedidos al sistema de comunicaciones del edificio mediante multiplexores, una vez estando en el sistema la información se canalizará al usuario final mediante el sistema de distribución del edificio.

#### 4.4 ENLACES DE RADIO

Los enlaces de radio permiten tener comunicación multipunto permitiendo transmisión de información entre un punto central y múltiples puntos que requieran de esa información. generalmente son utilizados por bancos, instituciones financieras, y otras empresas que cuenten con un nodo central y varias sucursales.

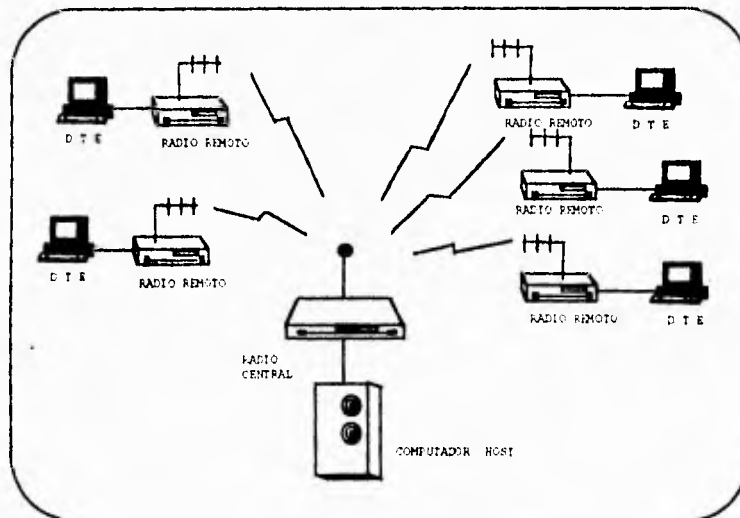
Este tipo de enlaces se realiza con radiomodem en un sistema conocido como RAM (Radio de Acceso Múltiple), equipo que toma este nombre debido a que se compone de un radio (RF) y un módem (datos).

Generalmente existe un nodo central que cuenta con una computadora (Host) que procesa toda la información de los nodos secundarios. A esta computadora central se le conecta un radiomodem con interfase RS-232. El radiomodem recibe los datos que posteriormente convierte a señal de RF para ser transmitidos por una antena omnidireccional.

En los nodos secundarios existen terminales de datos que se conectan a radiomodems con antenas direccionales (generalmente de tipo Yagi).

**Aplicaciones.**

Un sistema RAM se considera solución válida para una gran variedad de usuarios. Existen aplicaciones del tipo bancario tales como: terminales punto de venta, cajeros automáticos, etc., esta aplicación es punto multipunto y se ejemplifica con la siguiente figura 4.3.



**FIGURA 4.3** Aplicación del sistema RAM

El radiomodem central puede utilizarse en un sistema interconectado mediante un multiplexor hacia otros sistemas como el de fibra óptica, de satélite o de microondas, como se ejemplifica en la figura (4.4).

La información del radiomodem hacia la terminal de datos se puede realizar, al igual que muchos otros servicios, a través del sistema de distribución del edificio y llegar hacia el usuario final.

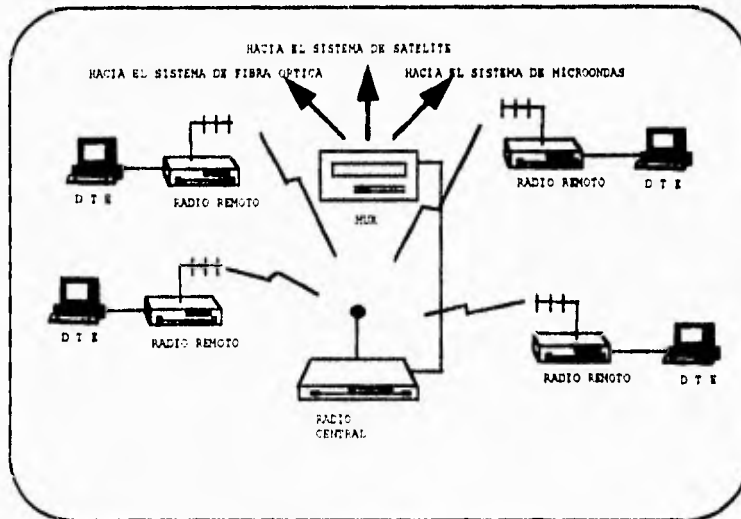


FIGURA 4.4 Sistema RAM en conexión con otras Redes

#### 4.5 ENLACES VÍA SATÉLITE

Una opción en comunicaciones que tiene gran importancia por su eficiencia, facilidad de aplicación y costo es la de enlaces vía satélite. Los enlaces satelitales son, en concepto, los mismos que un enlace de microondas o de radio, con la gran diferencia de tener una cobertura mucho mayor, en cuanto a distancia se refiere.

Las ondas electromagnéticas viajan en línea recta; esta característica impide, debido a la curvatura de la tierra, que los enlaces de microondas se puedan llevar a grandes distancias, un satélite, en cambio, funciona como una estación repetidora a una gran altura la cual recibe, regenera y transmite las ondas de regreso hacia la tierra.

Los sistemas de satélite son apropiados para aquellas instalaciones de empresas o instituciones que requieren comunicación a nivel nacional e incluso a nivel internacional, en enlaces de diversos tipos como



son: punto multipunto o punto a punto. A diferencia de una red terrestre los sistemas satelitales permiten tener acceso a puntos remotos de difícil situación geográfica, alta eficiencia y confiabilidad de la red y una mayor estabilidad en costos.

Existen dos tipos de redes satelitales: redes privadas y enlaces con topología de estrella, punto multipunto (red pública); la segunda tiene una mayor aplicación debido a su versatilidad y bajo costo.

**Red Pública de Telecomunicación.** Es una red que permite tener enlaces desde una oficina central con diferentes oficinas regionales en el interior del país o en el extranjero (lugares de cobertura del satélite) dependiendo de los niveles de potencia del satélite.

El sistema consta de uno o mas nodos (estaciones maestras) y múltiples estaciones remotas situadas estratégicamente de acuerdo a la demanda.

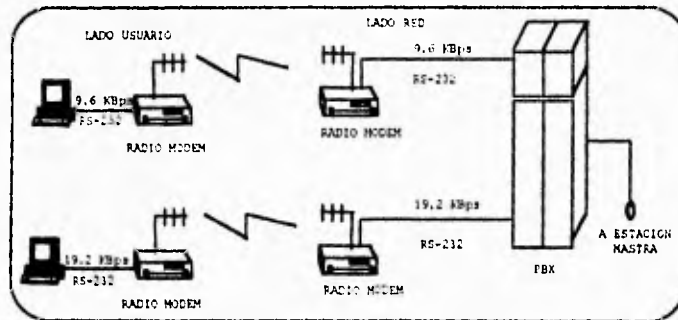
Los nodos constan de equipo de conmutación de paquetes, modems, equipo de radio frecuencia R.F. y antena, sistema de control de la red, además de equipo de conexión con el usuario: equipo radiomodem punto a punto y equipo de radioacceso múltiple (RAM). Los equipos de conexión con el usuario permiten que el usuario, en este caso el edificio, tenga comunicación con la estación maestra y esta se encargue de distribuir la información a los puntos remotos.

Las estaciones remotas requieren de una antena con reflector parabólico, equipo de R.F., procesador de datos, generalmente para operar a 64 Kbps y equipo de enlace a frecuencia intermedia F.I. Las estaciones remotas se situaran en el edificio del usuario, ya sea en azotea o en cualquier otra área que permita realizar el enlace con el satélite. Una vez que se tiene el enlace con el satélite la información puede ser procesada hacia diversos medios de transmisión o procesamiento de datos, es decir, hacia otra red interna de comunicaciones, hacia alguna computadora central o incluso hacia una computadora personal.

Los usuarios situados en el sitio geográfico del nodo (estación maestra) deberán contar, de acuerdo las necesidades del enlace, con equipo de radio o microondas para incorporarse a la red satelital, incluso se

puede utilizar otra estación remota (doble salto de satélite) o líneas privadas si son una buena opción; a este enlace final se le conoce como Enlace de Última Milla.

**Enlace de última milla vía Radio Módem punto a punto.** Para este enlace la estación maestra cuenta con un radio módem conectado al conmutador de paquetes; el enlace dedicado con el usuario se realiza con otro radio módem ubicado en el edificio del usuario a velocidades de hasta 19.2 Kbps mediante interfase RS-232 con conector DB25 hembra. Figura 4.5



**FIGURA 4.5 Enlace de Última Milla vía Radio Módem**

**Enlace de última milla vía RAM.** En este caso la estación maestra contará con un radio módem central conectado al conmutado de paquetes; el usuario necesitará tener en sus instalaciones una unidad abonada del sistema RAM, su módem de datos con las siguientes características:

- 2/4 hilos.
- Interfase RS-232 conector DB25
- Máxima velocidad de transmisión 19.2 Kbps.

Un ejemplo de este enlace se ve en la figura 4.6

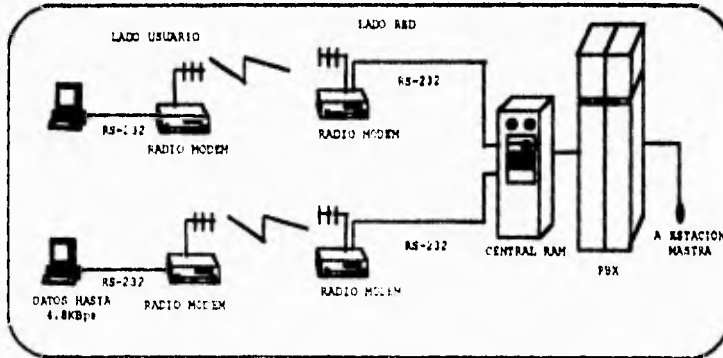


FIGURA 4.6 Enlace de Última milla Via RAM

**Enlace con Estación Remota (doble salto al satélite).** Esta conexión de la estación maestra con el usuario final puede realizarse con otra estación remota situada en las oficinas centrales del usuario; esta conexión es práctica cuando el edificio central del usuario no se encuentra en la misma ciudad que la estación maestra de la red de satélites; la desventaja principal es el incremento en el retardo de tiempo y el aumento del costo por uso de estaciones remotas. Ver figura 4.7

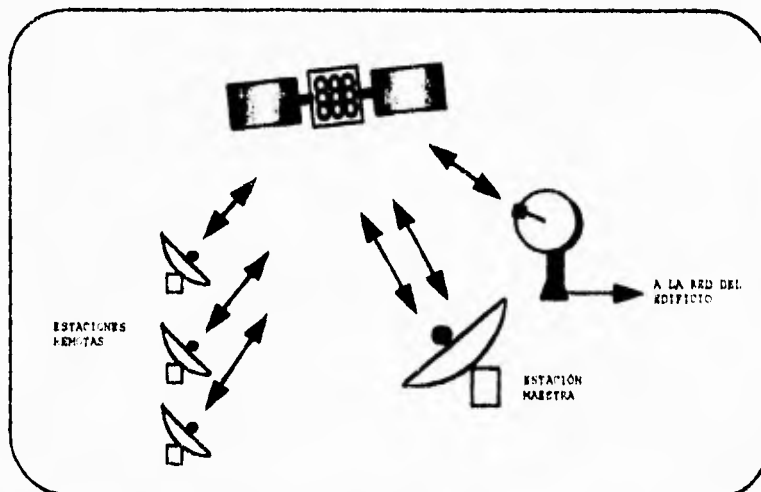


FIGURA 4.7 Enlace de Última Milla con doble salto al Satélite

En México a esta red publica se le conoce como red VSAT debido al tipo de antenas que utilizan las estaciones remotas, este nombre proviene de las siglas en inglés (Very Small Aperture Terminal) terminal de muy pequeña apertura. Las estaciones remotas utilizan antenas de 1.8 o 2.4 m. de diámetro, se enlazan en frecuencias de la banda KU (14/12 Ghz).

Otra ventaja de los sistemas públicos de satélites es que pueden manejar diverso protocolos de control como:

- X.25
- SNA/SDLC (*Systems Network Architecture/Synchronous Data Link Control*) Control de enlace de datos sincrónico.
- Enlaces asíncronos X.3X.29
- UDLC (*Universal Data Link Control*) Control universal de enlaces de datos.
- Otros menos comunes.

Las estaciones remotas utilizan principalmente interfases RS-232 y opcionalmente Interfases RS-422 o V.35.

Existen también redes de satélite de tipo malla o multipunto, que permiten que cada estación terrena se pueda comunicar con los demás nodos sin tener un doble salto al satélite. Esta red utiliza en México la técnica de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Se pueden cursar servicios con velocidades dese 64 Kbps, hasta 2.048 Mbps sin necesidad de tener estaciones terrenas propias, se puede acceder a la red mediante alguno de estos elementos:

- Radio de acceso múltiple RAM.
- Radio Módem
- Enlaces de microondas
- Líneas privadas

Esta red es de tipo digital y permite conducir señales de voz y datos, permitiendo además tener redes privadas de servicios múltiples.

Entre los servicios que se pueden obtener con una red de este tipo están: voz, datos (baja y alta velocidad), telefonía y video comprimido.

Tanto en la red VSAT como en la red TDMA se pueden obtener redes privadas contratando canales o enlaces que no serán compartidos por ningún otro usuario teniendo una total confiabilidad y seguridad.

Los sistemas de satélite también ofrecen la posibilidad de cursar señales de radio y televisión, ya sea analógica o digitalmente. En este caso el cliente requiere de su estación terrena y contratar un canal del satélite para transmitir su señal; de igual forma, los servicios del edificio que requieran de recibir señales de TV o de radio pueden ser obtenidos mediante la renta del servicio vía satélite.

---

## CAPÍTULO 5

### SISTEMA DE CABLEADO

#### 5.1 DEFINICIÓN DE CABLEADO ESTRUCTURADO

Hablar de cableado significa hablar de los elementos para distribuir los servicios dentro de un edificio o zona donde se requieran servicios; al mencionar cableado estructurado nos referimos a un sistema de distribución diseñado de forma que sea fácil de administrar, que tenga posibilidad de expansión sin llegar a un desorden o amontonamiento de cables y que no tenga que cambiar si se obtiene un equipo de nueva tecnología, facilidad de reacomodo, sin necesidad de personal especializado, cuando se mueve equipo de una oficina a otra, o de una área a otra, capacidad para soportar todos los servicios de voz, datos, video, energía y seguridad.

El cableado estructurado es un sistema de distribución dentro y fuera del edificio que satisface de forma eficiente las necesidades, a presente y a futuro, de servicios para los usuarios.

#### 5.2 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Un sistema de distribución se compone en los cables, adaptadores, y otro equipo de apoyo que permiten conectar teléfonos, terminales de datos, sistemas de energía, seguridad, y dispositivos sensores de alarmas, para que tengan comunicación entre ellos. Un sistema de distribución consta de un número variado de productos, muchas veces de diferentes proveedores.

El sistema de distribución es, al mismo tiempo, la forma de arreglar todos los elementos descritos anteriormente en forma lógica, coherente y económica, dentro de un edificio o un conjunto de edificios. Para

lograr un sistema de distribución como el descrito anteriormente, es necesario dividirlo en subsistemas de acuerdo a ciertas necesidades específicas; estos subsistemas son de:

- Campus.
- Principal o Dorsal.
- Cableado Horizontal.
- Cableado Local (terminales).
- Cableado de Equipo.
- Administración.

Estos subsistemas se ejemplifican en la figura 5.1.

**Subsistema de Campus.** Este subsistema se forma de componentes como cables o sistemas de microondas que permiten la comunicación entre edificios dentro de un campus o en un parque de oficinas.

**Subsistema Dorsal.** Es el grupo de cables que alimentan todos los servicios dentro de un edificio, típicamente van desde el cuarto central de comunicaciones (CCC) hacia todos los pisos donde terminan en cuartos o cuartos de comunicación. Este subsistema también puede existir en edificios de un solo piso, donde los cables de la dorsal corren horizontalmente.

**Subsistema de Cableado Horizontal.** Este subsistema consiste de cableado o alambrado que va desde un cuarto de comunicación de un piso a un tablero en el cuarto de usuario en el que los servicios pueden ser tomados y llevados a su destino final; en algunos casos este cableado se utiliza para alimentar multiplexores o sensores, en caso de que se este utilizando el sistema de manejo de energía o el sistema de seguridad.

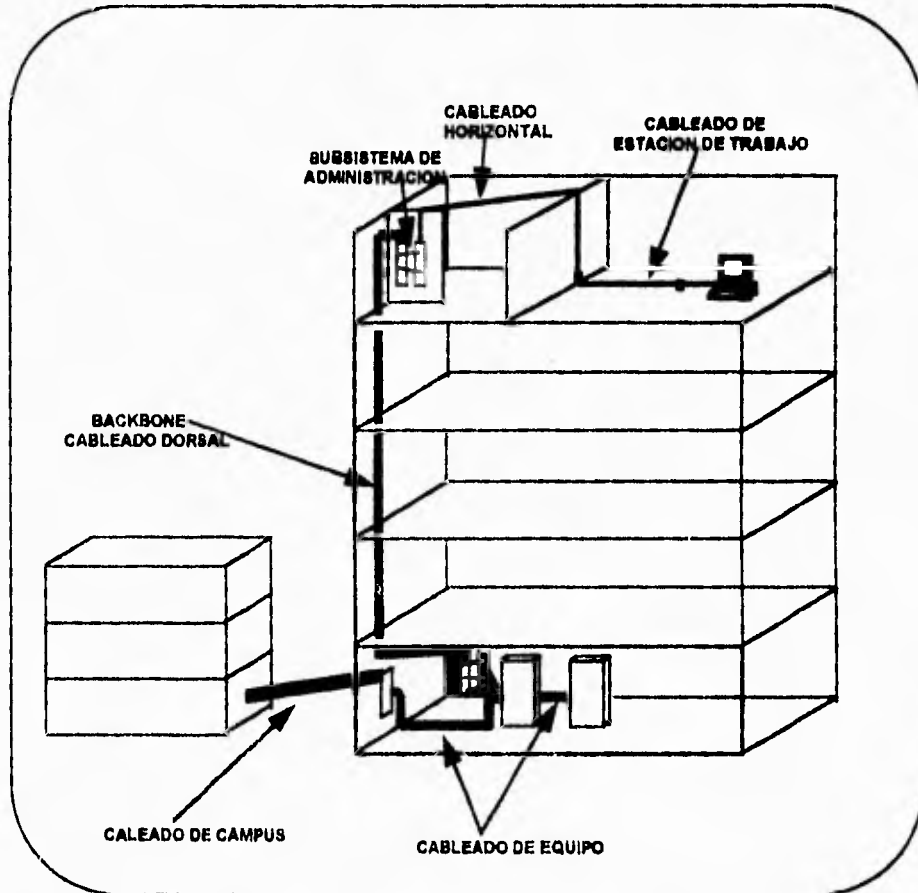


FIGURA 5.1 Subsistemas de Cableado

**Subsistema de Cableado Local.** Consiste de cables y conectores que permiten ligar el equipo terminal, como teléfono, estaciones de trabajo, terminales de datos e incluso sensores, hacia los tableros de información (rosetas, entradas para conectores BNC, etc.) en donde acometen los servicios en cuartos y oficinas.

**Subsistema de Cableado de Equipo.** Este subsistema consiste de cables y conectores que permiten enlazar conmutadores de voz y datos, computadoras centrales y otros dispositivos para compartir equipo entre los



diferentes servicios. También incluye los cables y conectores utilizados en distribuidores "cross connect" de par trenzado, cable coaxial u ópticos que se encuentran en el cuarto de comunicaciones.

**Subsistema de Administración.** Este subsistema permite que los circuitos de comunicación sean enrutados y que el equipo terminal pueda ser reubicado sin tener que realizar un recableado extensivo.

Existen tres medios de administración de circuitos, estos son: utilizar distribuidores de comunicaciones "cross connect", interconexiones y tableros de información en los cuartos de usuario. Estos medios permiten que algún equipo sea deshabilitado o habilitado simplemente desconectando o conectando un "plug" o un pequeño tramo de cable, dependiendo del medio de transmisión utilizado, dentro del distribuidor.

### **5.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**

Un sistema de distribución se crea con diversos componentes, como ya se mencionó, incluso, de diferentes proveedores. Estos elementos comprenden las siguientes categorías:

- Medio de Transmisión.
- Equipo de Distribución y de Interconexión.
- Conectores.
- Adaptadores.
- Electrónica de Transmisión.
- Dispositivos de Protección.
- Equipo de apoyo.

De acuerdo a su dimensión no todos los inmuebles contarán con todos estos elementos. En forma breve se describen las características de cada categoría.

**Medio de Transmisión.** El medio de transmisión es el medio físico por el cual la información viaja, se podría definir como cableado, pero al incluir sistemas ópticos que utilizan vidrio y sistemas inalámbricos por medio de ondas electromagnéticas, sería más adecuado utilizar el término medio de transmisión.

Algunos medios de transmisión pueden transportar más información que otros; la capacidad de un medio está directamente relacionada con el ancho de banda propio del medio; entendiendo el término ancho de banda como el rango de frecuencias del espectro electromagnético en el que el medio de transmisión puede ser útil sin interferencias o pérdida de amplitud de la señal que sean significantes. Mientras más grande sea el rango de frecuencia útil en un cierto medio de transmisión mayor será la cantidad de información que este puede transportar.

El medio de transmisión más común es el par trenzado de cobre, esto es, dos alambres de cobre aislado trenzado uno sobre otro para disminuir la interferencia eléctrica. Este medio de transmisión usualmente conecta teléfonos, terminales de datos, sensores de energía y seguridad; generalmente se utilizan en aplicaciones de dos hilos y cuatro hilos (un hilo es igual a un alambre de cobre) pudiendo existir aplicaciones de seis y ocho hilos por equipo terminal. Los sistemas con par trenzado son adecuados para la mayoría de las aplicaciones de voz, datos y sensores.

Para aplicaciones de amplio ancho de banda la fibra óptica es la más adecuada; una fibra óptica es un filamento de vidrio que transporta ondas de luz con un mínimo de dispersión.

Como medio de transmisión la fibra óptica ofrece más ventajas que los cables de par trenzado y coaxial, estas son:

- Mayor ancho de banda.
- Menor tamaño y peso.
- Mayor seguridad.
- Bajo costo a futuro.
- Inmune a interferencia electromagnética.

La fibra óptica debido a su Inmunidad a la interferencia electromagnética tiene una cualidad importante para el diseño de un "Edificio Inteligente", virtualmente, puede ser colocada en cualquier lugar ya que es compatible con otras señales.

En la tabla 5.1. se comparan las características de diferentes medios de transmisión.

**Equipo de Distribución e Interconexión.** Este equipo es necesario debido al constante movimiento de personal (20%) de una oficina a otra y por lo tanto a la necesidad de mover el equipo terminal de ese personal sin tener que realizar recableado. De esta forma cuando una oficina se mueve su número telefónico debe ser el mismo y el equipo de datos debe seguir teniendo acceso a la red del edificio.

Los equipos de distribución son paneles o bastidores donde el cableado proveniente de diversas fuentes se junta para que se puedan conectar entre ellos con pequeños tramos de par trenzado "Jumper", tramos de cable coaxial o de fibra óptica, dependiendo del medio transmisión con los conectores correspondientes para cada caso.

Los equipos de Interconexión también permiten rearrreglos de circuitos pero a diferencia de los distribuidores, la Interconexión se realiza con dispositivos como "plugs" en paneles de Interconexión en lugar de utilizar tramos de par trenzado "Jumper".

**Conectores.** Generalmente se le llaman conector al dispositivo ligado directamente al equipo o al distribuidor y se le denomina "plug" a los dispositivos que se insertan en los tableros de información (ej. una roseta). Como ejemplo, un conector es un DB25 de un módem y un "plug" es un RJ11 de un aparato telefónico; existen conectores especiales que se utilizan para ligar dos conectores incompatibles, para que un solo cable grande se una a varios cables pequeños o para proteger al equipo terminal de condiciones eléctricas no deseadas; a este tipo de conectores se les conoce como adaptadores.

	PAR TRENZADO	CABLE COAXIAL BANDA BASE	CABLE COAXIAL BANDA ANCHA	FIBRA ÓPTICA
Ancho de banda máximo.	100K a 1M	10M a 50M	300M a 400M	Virtualmente sin límite.
Disponibilidad de componentes	Muy disponible	limitado	ampliamente disponible	muy limitado
Costo de componentes	muy bajo	medio	medio	muy alto
Complejidad de Interconexión	baja	media	media	muy alta
Número típico de nodos	10	10 a 100	100 por canal	2 (punto a punto)
Relación señal a ruido	baja a moderada	moderada a alta	alta	muy alta
Estado de la tecnología	madura	en desarrollo	en desarrollo casi madura	emergiendo
Distancia máxima de transmisión	baja (decenas de metros)	media (2.5Km)	media a alta (300 Km)	alta (cientos de Km)
Versatilidad de topologías	alta	alta	alta	Moderada, dificultad en bus y árbol
Facilidad de instalación	moderada	alta	alta	moderada
Costo de instalación	bajo	moderado	moderado	muy alto
Crecimiento	pobre	pobre	excelente	bueno punto a punto.

TABLA 6.1 Diferentes Medios de Transmisión

**Electrónica de Transmisión.** Este es un término que cubre una amplia gama de dispositivos como repetidores, recuperadores y reformadores de señales para que estas sean más precisa y económicamente llevadas a su destino.

Los dispositivos como los repetidores que amplifican y en algunos casos reforman la señal que se debilitan o distorsionan durante su transportación; pueden ser utilizados para señales de voz o para transmisiones de datos en banda de voz.

Los modems también son considerados como electrónica de transmisión, traducen señales digitales originadas por computadoras a la forma analógica o de audio esperada por una red telefónica, y viceversa. De esta forma se pueden utilizar computadoras dentro de una red ya sea fuera o dentro del edificio mediante el uso de líneas telefónicas.

Otra clase de electrónica de transmisión es la de los multiplexores. Estos dispositivos toman las señales de diferentes fuentes y las mandan por un canal de banda ancha común; esto reduce el número de cables entre los dispositivos y hace más eficiente la utilización de equipo de transmisión. Existen multiplexores de fibra óptica que realizan la misma tarea de concentración que los tradicionales, pero traducen señales electrónicas en pulsos ópticos.

**Dispositivos de Protección.** Estos dispositivos protegen al equipo electrónico de descargas eléctricas provenientes de líneas de poder; estos dispositivos son limitadores de voltaje e interruptores de corriente.

## 5.4 MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN

Los cables que cada subsistema requiere deben distribuirse a través del edificio de forma ordenada; para esto en cada subsistema de cableado del edificio existen diferentes métodos que permiten, de acuerdo a las características del edificio, administrar eficientemente un sistema de comunicaciones.

Existen varios métodos de distribución para los subsistemas dorsal y horizontal.

#### **5.4.1. Métodos de distribución dorsal.**

Para que los cables puedan pasar de un piso a otro en un edificio de varios niveles, debe existir una abertura en el piso abajo de cada Cuarto de Comunicaciones Dorsal. Estos huecos en el piso deben ser planeados de forma que la estructura del piso no se debilite. Existen tres métodos comunes de proporcionar el paso de cables entre pisos, estos son:

Las ranuras son simples agujeros rectangulares en cada piso que permiten el paso de cables; son de bajo costo, pero se tiene que tener en cuenta la instalación de materiales retardantes de fuego para evitar que las ranuras funcionen como chimeneas en caso de incendio, esto es, evitar que el humo y las flamas se esparzan de piso a piso.

Otro método de distribución dorsal es por medio de ductos, estos, a diferencia de las ranuras, no permiten la propagación de humo y fuego entre pisos, pero es un método más caro y además utiliza mucho más espacio dentro del edificio.

En algunos edificios es imposible, debido a la distribución espacial de los cuartos de comunicación, tener trayectorias totalmente verticales entre un piso y otro por lo que las rutas de cableado deben ser más largas y atravesar diversos lugares dentro del edificio por lo que se requiere de una distribución horizontal.

#### **5.4.2. Métodos de distribución horizontal.**

Los métodos de distribución horizontal son más difíciles de elegir y cambiarlos después de haber sido realizados, es difícil. La elección de métodos de distribución horizontal debe, para edificios nuevos, ser tomada durante la fase de diseño arquitectónico como parte de la estructura misma del edificio.

Existen dos formas de distribuir cable en un solo piso: en el techo o en el piso, para los cuales existen diferentes alternativas. Para escoger un método se deben de tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. Seguridad.
2. Flexibilidad para reacomodo de cables.
3. Costo inicial.
4. Costo de futuras adiciones o alteraciones.
5. Estética general.

También se debe tomar en cuenta el tipo y la cantidad de servicios que se requieren en cada piso o de cada área si el edificio es de un solo nivel. Por lo tanto un método de distribución puede ser apropiado para un solo piso y otro método adecuado a las necesidades de otro piso.

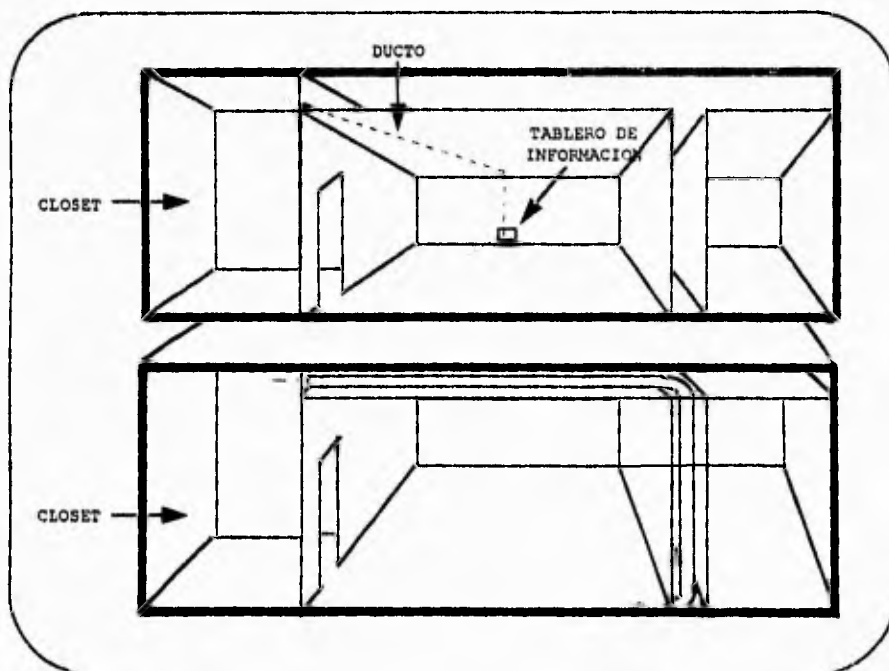
Los sistemas de distribución en el techo tienen características especiales; deben observar requerimientos de espacio y normas de construcción debido a la existencia de cableado de alimentación eléctrica en los techos y su consiguiente regulación que impide la coexistencia de cableado eléctrico y comunicaciones. Además, en los techos existen ductos para calefacción y aire acondicionado por lo que los cables deben pasar por ductos o canales o tener propiedades antifuego. También se debe considerar el soporte del techo ya que mientras más cable mayor peso.

Existen cuatro métodos de distribución de cable en el techo:

- Por Zona.
- Por Ducto.
- Por Charola.
- Introducir a través del techo "Poke through".

El método de zonas divide el espacio de piso utilizable en zonas o áreas y lleva el cable, algunas veces en ductos rígidos, desde el cuarto de equipo o cuarto de comunicación dorsal más cercano hasta el centro de la zona. Desde el centro se abanicán los cables hacia las paredes o columnas. su principal ventaja es la flexibilidad de rearreglo.

El **método de ductos** lleva cada grupo de cables en un conducto continuo desde el cuarto de comunicación dorsal o cuarto de equipo en alguna oficina hacia su tablero de Información correspondiente. Es un método muy directo y ofrece protección a los cables, pero solo permite una ruta para cada juego de cables y es difícil y caro hacer rearrreglos. Figura 5.2.



**FIGURA 5.2 Método de Distribución por Ductos**

El **método de charolas** consiste en una serie de puentes de suspensión interconectados que llevan los cables. Los caminos más largos llevan los cables hacia el centro del área. Caminos alimentadores distribuyen los cables hasta el usuario final. Este método es similar al de zonas pero es utilizado en edificios muy grandes o donde el sistema de distribución es complejo y se requiere de soporte extra.



El método de introducir a través del techo consiste en llevar los cables en el techo del nivel inferior al piso donde se da el servicio e introducirlos. Es una alternativa barata, pero si se requiere hacer esto muy seguido se debilita la estructura del edificio y se corre el riesgo de un incendio.

Una mejor alternativa de distribución que la del techo es distribución en el piso; existen 3 métodos de distribución comúnmente utilizados:

- Ductos Bajo el Piso.
- Piso Celular.
- Piso Falso.

El sistema de Ductos Bajo el Piso consiste en una serie de canales de metal cubiertos, esto es: ductos rectos, codos y juntas donde los ductos Intersectan en ángulos rectos. Estas juntas sirven como puntos de reparación y de salida de cable y son accesibles a través del piso.

Dependiendo de la complejidad del sistema, el sistema de ductos bajo el piso puede estar en un solo nivel o en dos niveles. En cualquiera de los casos el sistema es seguro y moderadamente flexible; además no requiere planeación puesto que se instala mientras el edificio está en construcción.

El sistema de Piso Celular, a diferencia del sistema de ductos bajo el piso, es parte de la estructura del piso. Consiste de una serie de picos y valles, dando un efecto de techo de lamina; a través de estos picos y valles los cables pueden pasar y como, en la mayoría de los casos, los picos y valles tienen una separación de menos de 30 cm., se puede llevar un cable a lo largo de todo un cuarto y rematarlo en cualquier dispositivo.

Figura 5.3.

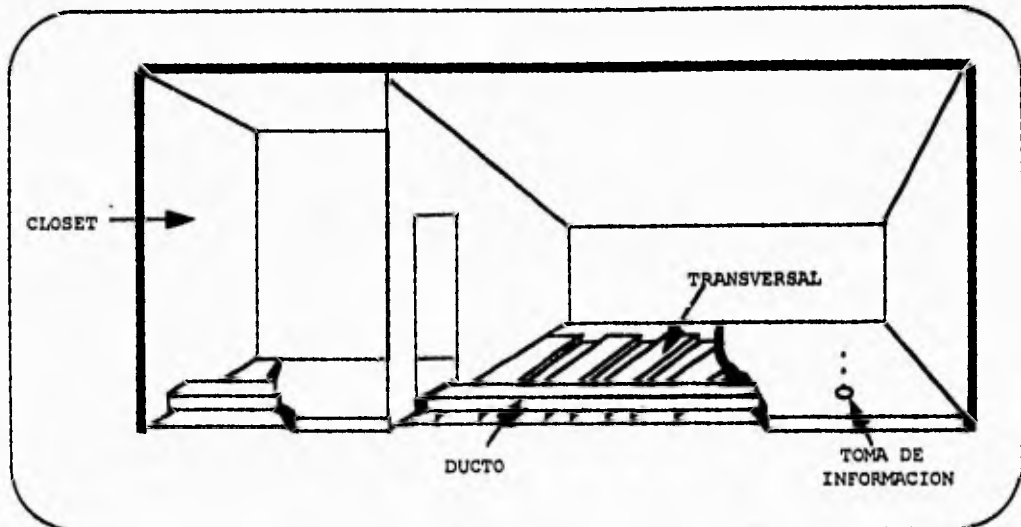


FIGURA 5.3 Piso Celular

El sistema de piso celular se puede utilizar junto con el sistema de ductos para ofrecer conexiones perpendiculares entre cada celda.

El sistema más flexible es el de **Piso Falso**. En este, todo el piso se sostiene sobre pedestales y cualquier sección del piso puede ser removida para acceder al cable debajo de esa sección. Este sistema hace fácil reparar, instalar y rutear cables pero es caro y a veces crea un sonido molesto al caminar sobre de él.

#### 5.4.3. Diseño de la distribución.

El diseño de la distribución del cableado, para edificios nuevos, debe hacerse durante la fase de diseño arquitectónico. Se debe diseñar un sistema de distribución que se adecue a las aplicaciones específicas del edificio y a su estructura y no una estructura para acomodar un sistema de distribución. En esta fase es cuando se decide el tipo y la cantidad de cable a utilizar y el tipo de equipo de distribución que se necesitara, el lugar que ocupará dentro del edificio y las marcas de equipo que se ajusten a las necesidades.

Si se está cambiando un sistema existente de un edificio viejo a uno nuevo se necesitara una completa inspección de los teléfonos, conmutadores, terminales de datos, computadoras centrales, conmutadores de datos y equipo de multiplexaje incluido o que se necesitar incluir en el nuevo edificio, se requerirá conocer los requerimientos de energía y cableado de esos equipos incluyendo el tipo y género de sus conectores.

Si se esta diseñando un método de distribución para un edificio ya existente se requerirá saber la cantidad de cable con la que se cuenta y el tipo de equipo que se tiene.

Si se está diseñando un edificio que todavía no tiene un dueño específico y por lo tanto no se saben las necesidades exactamente, se establece un requerimiento típico para el tipo de edificio que se este construyendo, generalmente oficinas.

La inspección se hace desde elegir el medio de transmisión apropiado, el número de cables en cada lugar, el número y tamaño de cada equipo de distribución, el número y tipo de conectores, adaptadoras, multiplexores, de hecho, todo el equipo necesitado por el sistema. Es difícil encontrar el método mas económico y eficiente por lo que se deben probar y comparar diversas alternativas y tomar una conclusión final.

Un aspecto importante en el proceso de selección del equipo a utilizar es el proveedor; se necesita saber si este da soporte técnico, si ellos instalan el equipo o solo lo dejan en la puerta, sus productos son compatibles con otras marcas, tienen posibilidades de expansión y modernización, etc.

## 5.5 ADMINISTRACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Esta fase incluye procedimientos de ajuste para la administración de los circuitos cuando estos son cambiados de un lugar a otro y los problemas ocasionados por accidentalmente cortar cables. Una parte muy importante de cualquier sistema de distribución es el correcto etiquetado de todos los cables; esto es, tener la

capacidad de decir , en cualquier momento, donde están los circuitos, cuales están ocupados y cuales libres, de donde y hacia donde va un cable y tener la posibilidad de hacer rearrreglos rápida y fácilmente.

En esta fase se debe tener la seguridad por parte del administrador y de los proveedores del equipo de que se pueda dar mantenimiento al equipo y correcciones de fallas rápidamente en caso de que estas se presenten, además del mantenimiento preventivo.

## CAPÍTULO 6

### PANORAMA MUNDIAL DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES Y FUTURO EN MÉXICO

#### 6.1 PROTOTIPOS DE EDIFICIOS INTELIGENTES

Los Edificios Inteligentes existen, en una mayor o menor proporción, en todo el mundo; existen países que no cuentan con ninguno (Kenia, Cuba, etc.) y otros donde abundan (E.U.A., Japón, Francia, etc.) debido a su grado de industrialización y poderío económico.

A continuación se exponen ejemplos de edificios que cuentan con los sistemas que hemos expuesto a través de este trabajo, adecuados a sus intereses particulares:

##### ***Estados Unidos de America, Chicago, One Financial Place***

El One Financial Place es un edificio de 40 pisos y 90,000 metros cuadrados de oficinas, ubicado en la calle south Lasalle de Chicago en el distrito financiero de la ciudad. Cuenta con dos restaurantes públicos y dos privados, club y hotel, un centro deportivo con alberca, una área de tratamiento médico y de emergencia. Todo esto en conjunto con aproximadamente 6,000 metros cuadrados áreas verdes.

Cuenta con máximas capacidades a un costo mínimo en términos del control del edificio. Fue desarrollado por la "Financial Place Corporation" que es una unión entre "Cassati-Heise Partnership" y "U.S. Equities Inc."

##### ***Estados Unidos de América, California, The California Center***

Este edificio se ubica en el número 345 de la calle California. Construido en el corazón del centro de negocios más prestigiado de la costa oeste de E.U., en donde empresas Europeas, Americanas y Asiáticas mantienen mayor presencia.

El Edificio tiene un diseño hexagonal y una gran atención a todo tipo de detalles. Cuenta con 48 pisos y 2 niveles subterráneos para estacionamiento. En su interior existen un hotel de la cadena de hoteles "The Mandarin Oriental Hotel Group" con sede en Hong Kong, salones de banquetes y restaurantes además de dos pisos de tiendas comerciales. Del piso 5 al 35 se encuentran exclusivamente oficinas comerciales con un total de 52,000 metros cuadrados tomando en cuenta todos los pisos. Alrededor al edificio existen 2 torres (todos los edificios están comunicados entre sí por un puente de cristal) de 11 pisos con 160 lujosas habitaciones del hotel.

El California Center es un edificio desarrollado por el "San Francisco-Based Norian Properties". Fundado en 1982, Norian Properties es un miembro del grupo de compañías BKS, que es una organización mundial con inversiones en diferentes rubros como son petróleo, gas y compañías de alta tecnología.

#### ***Estados Unidos de América, Chicago, Plaza Towers***

Ubicadas en Schaumburg, en la ciudad de Chicago en Norteamérica, estas torres son los edificios más altos de la zona con una altura de 90 metros. Las Plaza Towers son dos torres gemelas de tonalidad azul con aproximadamente 1,800 metros cuadrados de oficinas por piso y un total de 76,500 metros cuadrados para dar capacidad de trabajo a 3,000 personas, conectadas entre sí por un corredor de cristal de 4 pisos. En su interior cuenta con plantas tropicales, tiendas y restaurantes, además de que el corredor provee de luz natural en el día.

Existen en cada torre 8 elevadores de alta velocidad, también controlados por el centro de control, que operan con "sensores de demanda" para determinar en que piso y a que hora se requiere su servicio para efficientizar tiempo y energía. Cuentan con 2 estructuras, de cinco niveles de estacionamiento cubierto cada una, interconectadas a ambas torres y con una capacidad de 957 autos por estructura, sin contar el estacionamiento en la superficie que tiene espacio para otros 494 automóviles más.

Fuera de las Plaza Towers el escenario es tan impresionante como el mismo complejo. Un 40 por ciento del terreno asignado del complejo, está siendo utilizado para áreas verdes para uso exclusivo de sus

usuarios. En este espacio existen más de 3 hectáreas de áreas verdes, incluyendo un lago rodeado por pastizales y grandes árboles.

***Francia, Nice, Les Templiers***

Este edificio está ubicado en el parque de la ciencia de "Sophia Antipolis" cerca de la ciudad de Nice en el sur de Francia. El edificio es propiedad de la empresa "Digital" y alberga a 550 especialistas en ingeniería de software, integración de telecomunicaciones y marketing, además de administradores de manufactura.

Situada en 20 hectáreas de construcción, la primera fase de Les Templiers es un edificio de 3 niveles dentro de un valle forestal. Su diseño es en forma de "U" con un jardín en el centro. Las áreas comunes están en una sola zona e incluyen: área de recepción, librería, centro médico, auditorio y cafetería. La cafetería cuenta con un gran comedor ubicado al aire libre que debido a las condiciones climáticas del lugar donde se encuentra, y a la gran belleza del paisaje, proporcionan una gran relajación a las personas que allí se encuentren.

Las áreas de oficina están divididas en módulos de 600 metros cuadrados cada una con capacidad para 35 y hasta 40 personas. Cada módulo es accesible por una entrada común entre módulos por pasillos externos o por el patio. Además cada módulo es como un pequeño apartamento moderno con privacidad y controlados por los propios usuarios.

Les Templiers fue diseñado por un equipo multidisciplinario de servicios de Digital y consultores externos. Entre los sistemas en los que Digital participó en la construcción de su edificio se encuentran: especialistas en arquitectura, seguridad, redes e información tecnológica.

**OTROS INMUEBLES.** Además de los ejemplos anteriores existen otros Edificios Inteligentes: las Torres Gemelas en Nueva York, el edificio de la defensa en París, el edificio de la Unión Europea en Bruselas, la torre Picasso en Madrid, el aeropuerto en Munich, el WTC de Corea y el de la NEC en Japón.

Podríamos seguir incluyendo ejemplos de edificios pero, como ya se comentó, existen diversos niveles de inteligencia para un edificio, y se puede asumir que cualquier edificio con un pequeño sistema de control puede ser inteligente. La tabla 6.1 es un patrón propuesto por el Ingeniero James Carlini de la firma "Carlini & Associates" que compara o mide la inteligencia de un edificio.

**Nivel 0** No provee control computarizado para la administración de energía y control de elevadores. Pueden o no tener algún sistema de seguridad y/o emergencia presente. (Este edificio no contiene los elementos para considerarse en la clasificación de "Edificio Inteligente").

**Nivel 1** Provee una infraestructura central, incluye sistemas computarizados para el adiestramiento de energía, ambientación, ventilación, aire acondicionado, elevadores y sistemas de seguridad y emergencia.

**Nivel 2** Provee a los usuarios de las capacidades del nivel 1 más una porción de control en los salones de conferencias, fotocopiadoras y centros de cómputo.

**Nivel 3** Además de las características anteriores, cuenta con servicios de telecomunicaciones incluyendo algunas comunicaciones de datos y servicios sencillos de control por teléfono.

**Nivel 4** Incluye todas las funciones anteriores más una automatización de oficinas sofisticadas y los servicios de procesamiento de información que incluyen comunicaciones de banda ancha para videoconferencias y comunicación de alta velocidad de voz y datos.

**TABLA 6.1 Niveles de Inteligencia en un Edificio**



Esta tabla, además de dar una idea del grado de Inteligencia de un edificio puede servir a los futuros compradores para decidir hasta que grado de inteligencia van a invertir. ¿Para qué? para escoger un nivel acorde con las necesidades del cliente. Esto es para evitar crear un edificio que no reúna todas las características mínimas de la empresa y tampoco que las sobrepase de manera excesiva. Esto último va directamente relacionado con el costo de la inversión.

Par finalizar la parte de panorama mundial, se menciona una lista de algunos de los proveedores con mayor reconocimiento en el mercado de sistemas automáticos para edificios inteligentes:

- American Auto-Matrix
- Andover Controls
- Control Systems Int.
- Honey Well
- Johnson Controls
- Landis & Gyr Powers
- Siebe Enviromental
- Staef Control
- Teletral Systems
- Trane Co.

## **6.2 Futuro en México**

Es evidente que a raíz de la apertura política y comercial, el mundo entero se ha sacudido, y con ello, también se han planteado los sistemas existentes. Paradójicamente hoy para mantenerse hay que cambiar.

La competencia cada vez más dura, hará que solo subsistan las organizaciones que puedan afrontar guerras de precios, calidad, atención, servicio y desarrollo satisfactorio del personal, por mencionar algunos.

Con una clara conciencia de sus necesidades actuales, México debe estar a la búsqueda de nuevas metodologías que le permitan lograr mayores niveles de competitividad. Sus empresas ya están trabajando duramente en bajar los costos de operación para poder ofrecer mejores precios y, ante todo, por producir calidad de vida y servicios.

Uno de los principales problemas de la construcción de EI en México, y en varias partes del mundo, reside en la actitud al cambio en la construcción de edificios que toman los propietarios y el personal encargado de las finanzas, los obstáculos que se ven son:

- Desconocimiento de las características del Edificio Inteligente
- Costo Real
- Impacto Financiero.
- Oposición al cambio

Esta manera de pensar es provocada por la Inseguridad de no poder recobrar la Inversión. Sin embargo, ya existen datos financieros para mostrar que los beneficios son reales, importantes y accesibles, a pesar de la incapacidad humana de maximizar los resultados. Estos datos apoyan abrumadoramente el empleo del diseño de edificios inteligentes. En general, las utilidades vienen rápido y se pueden comprobar los resultados.

**Recuperación de la Inversión.** El valor de una inversión debe analizarse más allá de la simple cuestión del costo inicial, se deben tomar en cuenta los costos de su ciclo de vida.

Esto es, para realizar un proyecto de gran envergadura como el de construir un Edificio Inteligente deben contemplar los costos iniciales de un proyecto de construcción que incluyen: a) Construcción; b) Honorarios; y c) otros costos anticipados y únicos directamente relacionados al desarrollo de un proyecto de construcción, además de los costos del ciclo de vida incluyen: a) Costos de Renovación y Mantenimiento de Edificio, b) Costos de Adaptación a cambios en las operaciones, c) Costos de Consumo de Energía; y d) Costos en Personal (la productividad de los empleados). Más allá de estos costos tenemos los impactos a

largo plazo sobre las instalaciones, cosas que no son fáciles de incluir en nuestros cálculos, como son: a) Costos Ambientales y Sociales de los materiales y sistemas empleados en el edificio (la energía que involucra, los procedimientos de tala forestal y otros efectos sobre el ambiente); y b) el impacto sobre la Salubridad y Seguridad del personal.

Tomando en cuenta todo lo anterior, grandes compañías a nivel mundial iniciaron investigaciones en distintos edificios para poder medir su costo a través de los años. Algunos resultados obtenidos fueron expuestos en el seminario EDIFINTEL MEX 94 (IMEI, Ciudad de México, noviembre 28 al 30 de 1994), de los resultados más importantes que se aportaron fue que al estudiar el costo total de un edificio en 40 años de su ciclo de vida, se obtuvo que el 50 % de gastos fue por operación, 25 % por modificaciones, 14 % en financiamiento y el último restante 11 % fue para la construcción, Figura 6.1. Como un Edificio Inteligente reduce los gastos de operación, esto demuestra la reducción importante de costos que se tienen en el uso de edificios inteligentes.

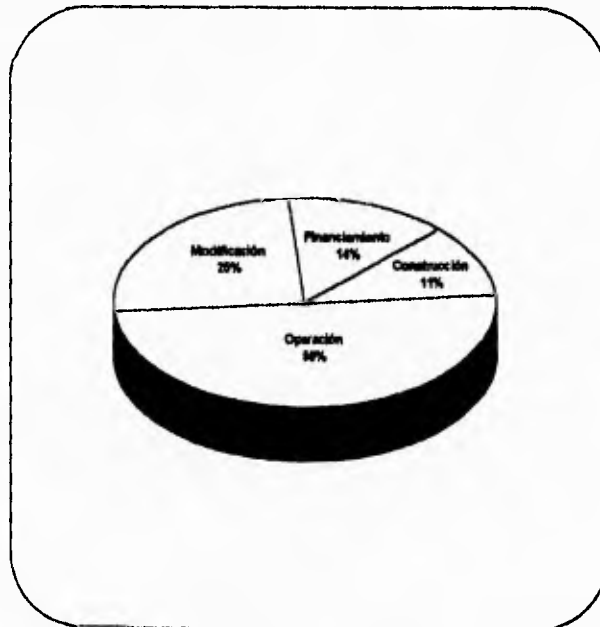


FIGURA 6.1 Costo Total de un edificio en su ciclo de vida

**OTROS PROBLEMAS.** Debido a la escasez de recursos monetarios para invertir en tecnología, se tienen grandes dificultades para construir edificios con las características del EI. Este caso se ve representado todo el mundo, donde compañías constructoras, y más comúnmente los propietarios de edificios, colocan el calificativo de inteligentes a su construcción para elevar el costo del mismo sin tomar en cuenta el grado de inteligencia con la que cuenta.

Ante esta situación en México, el IMEI (Instituto Mexicano del Edificio Inteligente), ha creado un premio a nivel nacional, en donde se avalúa la inteligencia en varios edificios propuestos y se premia al mayor grado anualmente.

En 1994 el Centro Financiero Serfín ocupó el primer lugar y el segundo fue para la Plaza Arquímedes ubicados ambos en el nuevo complejo Santa Fe (ubicado en el inicio autopista México - Toluca). Algunos otros edificios que cuentan con un grado de inteligencia aceptable según el IMEI son: el Forum Building, Telmex Universidad, Telmex DG, Palacio Legislativo, Toallas la Josefina, Torre Roma, Palacio de Hierro Santa Fe, Torre Optima, Caminos y Puentes Federales, Fraccionamiento Industrial el Vocho y el conjunto Kallacmul entre otros.

Además, queremos remarcar la importancia de distribuir la utilización de los edificios a todo lo largo del territorio nacional, evitando las grandes aglomeraciones de gente, industrialización y que generan gran contaminación. Como por ejemplo, las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey que es donde se centra la principal actividad industrial del país; es en estas zonas donde más se requiere de la utilización de edificios inteligentes; sin embargo, es necesario la descentralización para mejorar la calidad de vida de todo el país.

Para terminar este tema, vamos a hablar de dos edificios que llaman mucho la atención: La torre Chapultepec y El World Trade Center ciudad de México. El primero es una muestra del interés que están teniendo los edificios inteligentes en México, y el segundo es uno de los principales exponentes de *Edificios Inteligentes en México*.

### **Torre Chapultepec**

El mejor ejemplo en la actualidad en conceptos de comunicación de edificios es la Torre Chapultepec, la cual utiliza un diseño de sistemas integrados combinándolos en una plataforma común de Cableado Estructurado y un solo método de distribución del mismo.

No solo la torre ahorró un poco más del 21% en su primer costo de adquisición de sistemas, sino que logró rentar todos los espacios disponibles en tan sólo 3 meses a partir de la fecha de inauguración.

La inversión aproximada de \$2.4 millones de dólares en Sistemas de Comunicación fue recuperada en el segundo mes de operaciones de la torre al tener el edificio completamente rentado. Un punto interesante en la Torre Chapultepec es que fue construida junto con otros edificios similares en la misma zona, siendo todos ellos de tamaños y medidas similares, sin embargo, la administración de la Torre ofrecía los precios más altos por metro cuadrado. En cuanto a los otros edificios, algunos permanecen casi vacíos debido a que las corporaciones y las compañías evalúan el costo de vivir hoy en día en un edificio y las consecuencias que esto traerá consigo en las utilidades de su negocio.

### **World Trade Center**

El sistema inteligente de monitoreo, supervisión y control está formado por dos redes de cómputo primaria A y secundaria B; estaciones de trabajo del operador, unidad de control de red y controladores de aplicación específica.

La línea de comunicaciones primaria, permite la comunicación entre controladores de la red, a través de una configuración tipo bus, a una velocidad de transmisión de 2.5 Mbts/seg y utilizan un protocolo de comunicación Token-Passing altamente confiable. Las señales de comunicación que incluyen la carga y descarga de bases de datos, comandos para equipos de campo, resúmenes y mensajes de algún cambio de estado, viajan a través de las redes primaria y secundaria con lo cual se provee de un Acceso Dinámico de

Datos, donde toda la información disponible en un nodo de una unidad de control de red, es igualmente accesible a todos los nodos de la red primaria.

La red de comunicación secundaria B es una red local de comunicaciones que analiza a controladores de aplicación específica o interfaces, con unidades de control de red. La red secundaria B, incorpora controladores independientes a la red del edificio inteligente y permite a las unidades de control de red controlar puntos remotos sin que se tengan que conectar sensores a una posición central. El protocolo de comunicación implementado en la red secundaria es un protocolo industrial altamente probado y confiable.

La estación de trabajo del operador consiste en una computadora PC 80486 DX/66Mhz, con 8 Mbits en RAM, disco duro de 220 Mbits, monitor VGA, mouse y tarjeta de comunicación ARNET-LAN, con software de aplicación especial basado en WINDOWS.

En la estación del operador se generan y se descargan todas las bases de datos y se almacenan los datos históricos de algunos puntos, transacciones y eventos del sistema.

Como tableros de control se utilizan controladores de aplicación específica para poder efectuar las rutinas de control, monitoreo y supervisión de las instalaciones. Estos controladores se listan a continuación:

- Controlador de incendio y seguridad inteligente.
- Controlador de iluminación inteligente.
- Controlador de acceso inteligente.
- Controlador programable de accesos múltiples.
- Controlador de manejadoras de aire.

Para intercomunicar equipos de otros servicios que cuentan con equipos controladores por microprocesadores se utilizan las siguientes interfaces y convertidores de protocolos:

- Integrador para servicios de enfriamiento.

- Integradores para subestaciones eléctricas, plantas de emergencia e interruptores de transferencia.
- Integrador para tableros de interruptores termomagnéticos y control de iluminación.

Con dichos integradores se hace posible tener un centro de control de *simple asiento*, es decir, que toda la información de la operación de todos los sistemas puede accederse desde la(s) estación(es) del operador en un mismo formato, con lo cual se reducen los costos de capacitación y operación.

Las funciones principales del sistema de monitoreo del sistema de control y monitoreo son las siguientes:

1. Control de alumbrado en áreas comunes y públicas.
2. Control de los equipos manejadores de aire (inyección de aire, extracción de humos, ventilación de cuarto de máquinas, etc.
3. Control de la ventilación del estacionamiento.
4. Operación eléctrica de la subestación y sus tableros principales.
5. Operación automática de la central de agua refrigerada.
6. Operación automática de la planta de tratamiento de agua.
7. Operación de cámaras de bombeo y achique.
8. Supervisión del sistema de detección de incendio y salvaguarda de vidas.
9. Control y supervisión del sistema de seguridad.
10. Control y supervisión del sistema de control de acceso a cuartos de máquinas.
11. Control y supervisión del control de acceso y salida vehicular
12. Supervisión del sistema automático de operación y cobro de estacionamientos.
13. Supervisión de alarmas de los sistemas de elevadores y escaleras eléctricas.
14. Supervisión de alarmas del equipo de telecomunicaciones.

**SEGURIDAD.** La seguridad del conjunto está dada por un sistema integral de protección civil (Security) y protección contra incendio y salvaguarda de vidas; circuito cerrado de televisión, y sistema de control de acceso a cuartos máquinas. Las funciones más importantes de este sistema son:

**1. Recepción de señales iniciadoras de:**

**a. Protección contra incendio y salvaguarda de vidas (Safety).**

- Estaciones manuales inteligentes de alarma contra incendio.
- Detectores de humo.
- Detectores de temperatura Inteligentes, y convencionales para estacionamiento.
- Sensores de concentración de monóxido de carbono.
- Monitoreo de puntos críticos de operación del sistema automático de extinción de incendios.

**b. Protección civil (Security).**

- Estaciones de rondón de vigilancia.
- Estaciones manuales de alarma de asalto.
- Violación de puertas.
- Protección contra intrusión.
- Detección de explosivos.

**2. Generación de señales, evacuación por medio de tonos, mensajes hablados y señales visuales.**

**3. Funciones de salvaguarda de vidas.**

- Captura de elevadores
- Presurización de escaleras.
- Cierre de compuertas de humo.
- Paro de manejadores de aire.
- Arranque y paro de ventiladores de inyección y extracción.



**SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE ESTACIONAMIENTOS.** El sistema de automatización de estacionamientos se divide en dos partes: a) Estacionamientos residentes y pensionados y b) Estacionamiento público.

La entrada a estacionamientos por parte de usuarios pensionados y/o residentes utilizarán tarjetas de proximidad que al ser presentadas en las lectoras de tarjetas a una distancia de 30 cm permitirán el libre acceso a sus respectivas áreas de estacionamiento.

Los estacionamientos públicos utilizarán expendedoras automáticas de boletos los cuales al ser operados imprimirán en el boleto la hora y la fecha de entrada, así como la puerta que entraron y al mismo tiempo el boleto almacenara toda esta información codificada para que al momento de salida se pueda realizar el cobro correspondiente en las computadoras terminales de cobro. También el sistema contará con terminales de validación para efectuar descuentos y cortesías, los mismos que serán cargados a la empresa que los otorgó. Para los usuarios frecuentes, el sistema cuenta con la posibilidad de aceptar tarjetas de débito similares a las que se utilizan en la operación de teléfonos.

JOHNSON CONTROLS DE MÉXICO S.A. DE C.V., es la compañía del grupo Johnson Control, Inc., fue la ganadora de la licitación internacional para el proyecto de instalación del sistema de automatización, seguridad e incendios del complejo de edificios que forman el WTC.

El sistema utilizado por Johnson Controls se denomina METASYS. Este sistema fue ideado para utilizarse en edificios existentes que requerían de modernización y remodelación, lo cual le dio una amplia flexibilidad por su tecnología de diseño modular y escalabilidad, lo que permite que el equipo se adapte dinámicamente a los cambios y remodelaciones en los edificios.

Estos dos ejemplos dejan un panorama muy alentador del futuro de los edificios inteligentes en México y de la importancia de adentrarnos más en estas áreas para poder llegar a ser más productivos y competitivos internacionalmente.

### 6.3 NUEVAS TENDENCIAS

Aunque parezca extraño, no son los diseñadores de tipo electrónico los que definen el futuro de un edificio, sino que son los ocupantes y dueños del mismo los que proponen los nuevos avances y cuanto van a pagar por ellos.

Tomando en cuenta las nuevas tendencias de la sociedad, estas se están orientando básicamente hacia:

1. Tratar constantemente de incrementar la productividad.
2. Desarrollar todo tipo de productos y servicios.
3. Incrementar la eficiencia en el uso de los recursos, tanto naturales como materiales para el cuidado de nuestra salud y economía.

En los nuevos edificios se debe pensar, en cuanto a productividad nos referimos, que la gente probablemente se inclinará a automatizar todas las tareas rutinarias y transacciones repetitivas como sea posible. Así que en los futuros edificios será muy popular tener cualquier tipo de servicio, desde chequear la seguridad hasta el control del confort, enteramente automático.

Además, en una economía mundial, vamos a necesitar lugares de trabajo que se acoplen a los horarios internacionales y diferencias culturales, permitiendo una comunicación total a cualquier lugar del mundo y en cualquier momento. Esto sugiere que el edificio del mañana debe extender sus capacidades a los ocupantes las 24 horas del día los 365 días del año, estando laborando en él o desde localidades remotas.

En un entorno que premia el mejoramiento en los modos de producción utilizados, la sociedad probablemente dé la bienvenida a sistemas que ayuden a resolver problemas rutinarios y hasta no-rutinarios sin provocar una sensación de desplazamiento por las máquinas en los usuarios, por lo que los edificios inteligentes requerirán de un incremento en el uso de inteligencia artificial para ayudar a sus ocupantes a tener mayor velocidad y resolución en las respuestas a diversos problemas.

Estas observaciones, por supuesto, son grandes teorías enfocadas desde un punto de vista actual. Pueden existir en el futuro nuevas necesidades totalmente diferentes a las que requerimos; solo necesitamos ver el pasado reciente para darnos cuenta sustancialmente de los distintos estados de funcionalidad de los edificios. Por ejemplo, hace no mucho tiempo, los ocupantes de edificios en los Estados Unidos de Norte América tenían poco control sobre la calefacción, ventilación y aire acondicionado durante las horas normales de trabajo y menos control aún en las horas siguientes del día.

Además, los sistemas HVAC consumían energía con impunidad. Los dueños de los edificios y sus administradores no tenían idea de la cantidad de energía desperdiciada, pero esto no importaba porque en esos días la energía era abundante y barata.

También, hace no mucho tiempo, el control de acceso y seguridad era controlado por cerraduras, llaves y personal de seguridad en el lugar. Los extraños que requerían entrar a las instalaciones, eran tratados como otras transacciones no-rutinarias manualmente, preguntando por una identificación, requerían de firma y se confirmaba la visita (en ocasiones) con una llamada al departamento que se visitaba.

Tampoco esto importaba puesto que la gente solía mantenerse en su trabajo año tras año, los visitantes eran la excepción y en muchos edificios se podía predecir cuando se presentaría y en que horario.

De esta forma podríamos seguir mencionando las condiciones de trabajo desde iluminación hasta control de incendios, pero todo ha cambiado, las circunstancias han propiciado un movimiento en los sistemas que debieran adecuarse a los nuevos entornos: horas inconvencionales de trabajo, control de los costos de energía incremento de la fuerza móvil de trabajo y estructuras de múltiples usos que tienen en su interior diferentes ambientes de trabajo. Hoy en día los sistemas sofisticados de energía, seguridad, iluminación y control de incendios han comenzado a ser imprescindibles en todo tipo de construcciones y quien carezca de estos, estará en camino a la extinción.

Está claro que cualquier forma que los edificios inteligentes tomen el futuro va a ser el resultado de una elaborada red de fuerzas con una sola cosa en común : la naturaleza de los dueños y ocupantes de los edificios.

*¿Con qué mentiras podemos encontramos?.* Naturalmente los constructores que prosperan en el mercado de los edificios serán aquellos que escuchen cuidadosamente y exitosamente se anticipen a las necesidades, en cuanto a precio y tiempo nos referimos, que los dueños y ocupantes necesiten. Una actitud pasiva de mantenerse a la espera y no es muy práctica en este rápido mercado cambiante.

Una predicción para el futuro es que los nuevos edificios Inteligentes van a contener sistemas que realicen funciones de procesamiento de transacciones rutinarias y excepcionales. Sus sistemas tendrán también funciones de comunicación continua bidireccional entre el usuario y las computadoras tan bien como si se comunicaran consigo mismo.

Considerando en el mercado actual el creciente uso de los teléfonos de tonos para comunicarse con el centro de control del edificio, es posible, para un ocupante, ejercer cierto control sobre los sistemas de su entorno (luces, aire acondicionado, etc.) con solo tomar el teléfono y marcar una serie de números. Estos número son enviados al centro de control, el cual los reconoce y efectúa los cambios requeridos en las condiciones ambientales. La tecnología de reconocimiento de voz está emergiendo para ser esta interacción más simple y más natural.

Con el crecimiento constante en la aplicación de la Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos para ayudar a las computadoras a procesar mejor situaciones excepcionales, se minimizará la necesidad de requerir la experiencia de operadores experimentados.

Avances en la tecnología de sensores biométricos, y en toda las capacidades de comunicación formará los edificios del futuro. Sería impresionante ver como para tener acceso a zonas de seguridad, bastara con tener que hablar a una computadora capaz de identificar nuestros patrones de voz y permitirnos o no la entrada.

*¿Cuánto de esto puede ser realidad?, ¿Qué tan pronto?. Esto depende de un rango muy amplio de factores humanos y estos factores van a seguir cambiando rápidamente.*

Por ejemplo, en la sociedad actual, muchas personas se resisten a "despersonalizarse" en su vida diaria: muchos de nosotros preferimos hacer fila en el banco que manejar nuestros trámites por una vía totalmente electrónica. El crecimiento en las redes electrónicas de transferencias de fondos públicos en terminales demuestra que nuestras prioridades han cambiado suficientemente para acomodar este grado de "despersonalización".

De forma similar, el comportamiento convencional dice que la gente se opondría a hablar con las computadoras, y a escuchar sus respuestas... que nos captara con un sistema de escaneo biométrico capaz de permitirnos o negarnos el acceso sin ninguna necesidad de intervención humana en el proceso de decisión.

Pero las fuerzas policíacas y algunos sectores de la sociedad están cambiando estas actitudes. El concepto del escáner biométrico está adquiriendo gran aceptación no por otra razón que la del riesgo en criminalidad y terrorismo en todo el mundo.

---

## CONCLUSIONES

Existe una gran variedad de edificios donde se puede aplicar el concepto inteligente. Es importante resaltar que un Edificio Inteligente no tiene mayor o menor Inteligencia si cuenta o carece de alguna función, sino que la Inteligencia reside desde un principio en los **objetivos** que se pretenden alcanzar con el Edificio Inteligente y en su **planeación**.

Referente a los sistemas de un Edificio Inteligente, se tiene que el Sistema de Comunicaciones juega un papel principal en la Integración de todos los demás al ser el Sistema Nervioso del edificio. Los elementos con los que cuenta, generalmente son: una Red de Datos de Área Local, una Red Telefónica basada en equipo PBX, una Red Dorsal de fibra óptica, Servicios de Comunicaciones Externas y un Sistema de Control y Seguridad del edificio. Estos sistemas, ligados entre sí, cuentan con una Infraestructura compartida de comunicaciones y un mismo Sistema de Cableado y Distribución.

Para la Integración de estos sistemas se mencionó la importancia de utilizar equipos y sistemas que sigan el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) basado en sistemas digitales. Las normas de este modelo hacen más sencilla la tarea de selección de equipos y la conexión de sistemas diferentes; mediante el uso de este modelo se facilita la administración del sistema de comunicaciones, optimizando la operación del edificio.

En cuanto al sistema de distribución de servicios de comunicación, tenemos que el cableado es fundamental para cumplir las funciones específicas del Edificio Inteligente; mediante este sistema, toda la información de los servicios del "Edificio Inteligente" es transportada.

El cableado también depende del tipo de edificio que se esté planeando construir y del sistema de comunicaciones elegido. Es importante recalcar que este sistema se debe basar en una estructura de par trenzado en su red horizontal y en fibra óptica en su red dorsal; esta estructura proporciona una alta

operabilidad a bajo costo, además la fibra óptica provee la capacidad de transporte de información que el Edificio Inteligente requiere.

De acuerdo a los elementos citados, tenemos que el sistema de comunicaciones es indispensable, por lo tanto debe ser considerado como parte del edificio desde su diseño arquitectónico y no como un servicio adicional que se pueda incluir en cualquier momento sin afectar su funcionamiento futuro.

El panorama de los edificios inteligentes en el mundo es claro, los países con mayor poder económico y tecnología avanzada cuentan con un mayor número de estas construcciones. En México, los edificios inteligentes se están desarrollando y su demanda es cada vez mayor debido a la necesidad de competir en mercados internacionales.

Un obstáculo importante que se presenta al planear la construcción de un Edificio Inteligente es el Costo Inicial del edificio. El costo inicial de un Edificio Inteligente es mayor que el costo inicial de un edificio que no lo sea; muchos empresarios se detienen ante este factor sin observar que el beneficio se encuentra en la reducción de los Costos de Operación que representan el mayor gasto de un edificio en su vida útil. Esta reducción de costos es consecuencia de aprovechar mejor la energía y recursos naturales, incrementar la productividad del usuario y disminuir la fallas en los sistemas del Edificio Inteligente.

Dentro de las nuevas tendencias y tecnologías existen muchos equipos y servicios nuevos que están surgiendo y otros que seguramente aparecerán. El Edificio Inteligente debe estar preparado para incluirlos y utilizarlos; a este respecto cabe mencionar que las nuevas tecnologías no estarán dadas por los diseñadores de equipo electrónico, sino por los usuarios, siendo ellos los que dicten las tendencias futuras.

---

## APÉNDICE A

### MODELO OSI

Este modelo esta basado en un proyecto desarrollado por la Organización Internacional de Estandarización (International Standard Organization, ISO de sus siglas en inglés), Como un primer paso respecto a la estandarización internacional de varios protocolos. El modelo es llamado Modelo de Referencia OSI (Open System Interconnection) porque él trata con conectividad de sistemas abiertos esto es, sistemas que son abiertos en cuanto a las comunicaciones con otros sistemas.

Los objetivos que sigue el modelo OSI son:

- Proporcionar una serie de normas para la comunicación entre sistemas.
- Eliminar los impedimentos técnicos que existieran en la comunicación entre sistemas.
- abstraer el funcionamiento interno de los sistemas individuales.
- Definir los puntos de interconexión para el intercambio de información entre sistemas.
- Limitar el número de opciones para incrementar las posibilidades de comunicación sin necesidad de conversiones y traducciones entre productos.
- Ofrecer un punto de partida válido desde donde comenzar en caso de que las normas del estándar no satisfagan todas las necesidades.

El modelo OSI tiene siete capas. Los principios que son aplicados para llegar a las siete capas son los siguientes:

1. Una capa deberá ser creada donde una capa diferente de abstracción es necesitada.
2. Cada capa deberá tener una función bien definida.



3. La función de cada capa deberá ser escogida tomando en cuenta la definición internacional de protocolos estandarizados.
4. Los bordes de las capas deberán ser escogidos minimizando la información que fluye a través de interfases.

El número de capas deberá ser lo bastante grandes para que distintas funciones necesiten no ser puestas juntas en la misma capa fuera de una necesidad, y lo bastante pequeñas para que la arquitectura no necesite volverse difícil de manejar.

Hay que notar que el modelo OSI en si mismo no es una arquitectura de red ya que no especifica los servicios y protocolos a ser usados en cada capa. Sin embargo, ISO también tiene estándares producidos para todas las capas, aunque estrictamente hablando no son partes del modelo.

En la siguiente tabla se presenta un esquema de las capas que conforman a este modelo de referencia:

ESTRATO	TIPO DE CONTROL	TIPO DE TRANSPARENCIA
1	ENLACE FÍSICO	FÍSICA
2	ENLACE DE DATOS	MENSAJE
3	RED	RÚTEO
4	TRANSPORTE EXTREMO A EXTREMO	DISPOSITIVO
5	SESIÓN	PROCESADOR
6	PRESENTACIÓN DE LOS DATOS	FORMATO DE LOS DATOS
7	APLICACIÓN	PROGRAMA (Y LENGUAJE)

---

A continuación se da una explicación general, aunque contemplando las funciones principales, de cada una de las capas.

**La Capa Física**, la más baja de las siete, incluye las funciones de activar, mantener y desactivar un circuito físico entre un equipo terminal de datos (ETD) y un equipo de comunicación de datos (ECD). Los estándares más importantes para el nivel físico son el RS-232-C y el V-24. La capa física está relacionada con la transmisión pura de bits sobre un canal de comunicación.

**La Capa de Enlace**, es la responsable de la transferencia de datos por el canal. Proporciona a los datos la sincronía necesaria para delimitar el flujo de bits proveniente del nivel físico. Garantiza la identidad de los bits, se encarga de que los datos lleguen sin errores al ETD receptor. Controla el flujo de datos para evitar que el ETD se desborde. Una de sus funciones más importantes consiste en detectar errores en la transmisión y en recuperar, por diversos métodos, los datos perdidos, duplicados o erróneos. Aquí se determina el uso de una disciplina de comunicación conocida como HDLC (High Level Data Link Control) que es el protocolo de línea considerado como universal, al cual muchos toman como modelo.

**La Capa de Red**, define la interfase entre el ETD del usuario y la red de conmutación de paquetes, además de la interfase de un ETD con otro a través de esta red. También especifica las operaciones de encaminamiento por la red y la comunicación entre redes diferentes. Dentro de este nivel se incluye la especificación X.25.

**La Capa de Transporte**, proporciona la interfase entre la red de comunicación de datos y los tres niveles superiores, es la capa que permite al usuario elegir entre diversas opciones de calidad y precio dentro de una misma red (dentro del nivel de red). Mantiene al usuario al margen de algunos aspectos físicos y funcionales de la red. Así como a la capa de sesión de los inevitables cambios en la tecnología de hardware.

**La Capa de Sesión**, funciona como interfase entre el usuario con el nivel de transporte. Ofrece un mecanismo de intercambio de datos entre usuarios; cada usuario puede seleccionar el tipo de control y de sincronización que desea de la red, por ejemplo:

1. Diálogo bidireccional alternado o bidireccional simultáneo.
2. Puntos de sincronización para comprobaciones intermedias y recuperaciones durante la transferencia de ficheros.
3. Abortos y reanques.
4. Flujo normal de datos y acelerado.

Esta capa permite a los usuarios en diferentes máquinas establecer sesiones entre ellos. Una sesión permite el transporte ordinario de datos, como lo hace la capa de transporte pero también provee servicios realizados útiles en algunas aplicaciones. Una sesión puede ser usada para permitir al usuario un sistema remoto de porción de tiempo o transferencia de archivos entre dos máquinas.

**La Capa de Presentación**, asigna una sintaxis a los datos, determina la forma de presentación de los datos según este modelo, no se preocupa del significado de los datos o de su semántica. Su misión principal es aceptar tipos de datos (caracteres, enteros, etc.) procedentes del nivel de aplicación y negociar con el nivel homologado del otro extremo la sintaxis escogida (ASCII por ejemplo).

**La Capa de Aplicación**, se encarga de atender el proceso de aplicación del usuario final. A diferencia del nivel de presentación, este nivel tiene en cuenta la semántica de los datos; contienen varios elementos de servicio capaces de gestionar procesos de aplicación tales como la gestión de trabajos, el intercambio de datos financieros, sentencias (enviar /recibir) de distintos lenguajes de programación y el intercambio de datos comerciales. Esta capa realiza la conversión de protocolos y transferencia de archivo

**La Interfase de la Unidad de Conexión (IUC)**, es el cable o tarjeta de circuito impreso que enlaza el ETD con el ECD. Las conexiones IUC más comunes son la RS-232 y la V.24. **La Interfase Dependiente del Medio (IDM)** conecta el ECD con el canal físico, que puede ser un cable de par trenzado, un coaxial, un enlace de microondas, una fibra óptica u otros canales de comunicación de distintas tecnologías.

---

## APÉNDICE B.

### **Red Digital Integrada (RDI) y Red digital de Servicios Integrados (RDSI)**

La RDI es un sistema mediante el cual se proporcionan servicios de conducción de señales digitales de alta capacidad, se basa principalmente en accesos terrestres por fibra óptica.

En la RDI el acceso a los inmuebles de los usuarios se realiza en base a enlace de fibra óptica y en radios digitales los cuales permiten una conectividad de 2 Mbps con los conmutadores (PBX) o multiplexores de los usuarios. La red maneja enlaces de 8, 34, y 140 Mbps tanto en enlaces de fibra óptica como de radio.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) proporciona conectividad de extremo a extremo para una amplia gama de servicios. Los objetivos principales de la RDSI son:

- Ofrecer una red digital uniforme a escala mundial que proporcione una amplia gama de servicios empleando las mismas normas en todos los países.
- Ofrecer un conjunto uniforme de normas para la transmisión digital de una red a otra y a través de cada red.
- Proporcionar una interfase de usuario estándar para la conexión a la RDSI de forma que los cambios internos de la red no afecten al usuario final.
- Proporcionar independencia respecto a la aplicación del usuario final; para la RDSI no importa las características de la aplicación.
- Ofrecer portabilidad a las aplicaciones y al equipo terminal de datos del usuario.

La red se centra en 3 aspectos fundamentales:

1. Normalización de los servicios que se ofrecen a los abonados, de forma que se favorezca la compatibilidad internacional.

---

2. Normalización de las interfases entre el usuario y la red, promoviendo así, el desarrollo de terminales y equipo de red por parte de fabricantes independientes.

3. Normalización de las posibilidades de la red, favoreciendo las comunicaciones entre usuarios y redes.

Las compañías telefónicas, comités y asociaciones comerciales que elaboran los estándares reconocen que la RDSI se basa en la Red Digital Integrada (RDI); por lo tanto, muchas de las técnicas digitales de la RDI se utilizan en los sistemas RDSI: tal es el caso de los códigos de transmisión (p. ej. el bipolar), o los enchufes físicos (p.ej. los conectores hembra del teléfono).

En la norma se reconoce que aplicaciones con diferentes necesidades y velocidades de transmisión requieren diferentes interfases; en consecuencia, se dispone de más de un tipo de interfase.

Para la RDSI se pueden definir dos términos importantes, estos son:

- **Las Agrupaciones Funcionales** son una serie de funciones necesarias en una interfase de acceso del usuario a la RDSI. Cada función incluida en una agrupación puede llevarse a cabo mediante múltiples elementos físicos (dispositivos) y lógicos (programas).
- **Los Puntos de Referencia** son los puntos que dividen las agrupaciones funcionales. Un punto de referencia corresponde a una interfase entre dos dispositivos.

La interfase RDSI más habitual soporta una velocidad binaria de 144 kbps. Esta velocidad incluye dos canales de 64 kbps, llamados canales B, y un canal de 16 kbps, llamado canal D. Además de estos canales la RDSI proporciona el control de trama y otros bits adicionales, con lo cual el total se eleva a 192 kbps. La señal

---

de 144 kbps proporciona mecanismos de multiplexado por división de tiempo para los dos canales de 64 kbps; admitiendo el multiplexado de los canales B en varios subcanales. De esta forma podemos tener, por ejemplo, subcanales de 8, 16 o 32 kbps. Los canales B pueden dividirse o descomponerse como el usuario lo desea.

Los canales B están pensados para transportar flujos de información de usuario atendiendo diferentes tipos de aplicaciones. Por ejemplo, se puede transportar voz a 64 kbps, datos para conmutación de paquetes a velocidades hasta 64 kbps, o voz en banda ancha hasta 64 kbps.

El método que sigue la RDSI consiste en atender al usuario basado en los siete niveles del modelo OSI; para esto, la RDSI se divide en dos tipos de servicio: servicios portadores, encargados de manejar los tres niveles físicos inferiores y Teleservicios, Teletex, Videotex y manejo de mensajes, que manejan los siete niveles y aprovechan las posibilidades de los servicios portadores.

---

**GLOSARIO.**

**CCITT.** Comité consultor internacional de telegrafía y telefonía. Asociación encargada de establecer los estándares mundiales para las comunicaciones.

**E0.** Canal de datos de 64 Kbps.

**E1.** Estándar europeo para la transmisión de datos a alta velocidad a 2.048 Mbps. Porta 32 canales de 64 Kbps.

**FRAME RELAY.** Variación del estándar de la interfase X.25 que deriva su nombre de la capa de enlace de datos o "frame layer" para enrutar un paquete directo a su destino en lugar de terminar el paquete en cada nodo de conmutación. Frame relay emplea paquetes de longitud variable y es aplicable solo a la transmisión de datos.

**HDLC.** (High Level Data Link Control) control de enlace de alto nivel, es una norma publicada por la ISO para la capa de enlace de datos.

**IEEE 802.3.** Estándar que define la subdivisión de control de acceso al medio de la capa de enlace de datos del modelo OSI. Basado en ETHERNET, el estándar incluye especificaciones para comunicaciones utilizando el método CSMA/CD.

**IEEE 802.5.** Estándar que define la subdivisión de control de acceso al medio del token-passen Ring de la capa de enlace de datos del modelo OSI.

**INTERNET.** Es un conjunto de redes conectando instituciones que utilizan diversas tecnologías de red y equipos de diferentes proveedores, basados en el Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo Internet

(TCP/IP, por sus siglas en Inglés). Con INTERNET se pueden ejecutar transferencias de archivos, correo electrónico, acceso remoto a computadoras centrales y otros servicios.

**ISO.** "International Standard Organization", Organización Internacional de Estándares, formada bajo la autorización de las naciones unidas, promueve el desarrollo de estándares.

**RS-232-C.** Estándar de interfase de red definido para comunicaciones de datos asíncronos/síncronos hasta 20 Kbps. Un conector de 25 pines (DB25) se especifica.

**RS-499.** Interfase de propósito general para equipos de terminales de datos y equipos de circuitos terminales de datos usando intercambio binario en serie de datos.

**SNA/SDLC.** (Synchronous Data Link Control) control síncrono de enlace, es la versión IBM del ámbito HDLC, creado para su red SNA (System Network Architecture).

**V.35.** Especificación de interfase de la CCITT para red de banda ancha para comunicaciones de datos hasta 2.048 Mbps.

**X.3.** Especificación de la CCITT la facilidad de ensamble y desensamble de paquetes en un red pública de datos X.25.

**X.25.** Especificación de la CCITT para la interfase entre un equipo terminal de datos DTE y un equipo de comunicación de datos DCE para terminales operando en modo de paquetes en un red pública de datos.

**X.29.** Protocolo que describe los procedimientos para activar el ensamblador desensamblador de paquetes (PAD) a través de una red desde una terminal remota.



**BIBLIOGRAFÍA**

1. Amone Elenore M. INTELLIGENT LAN MANAGEMENT WITH NOVELL NETWORK. Edit. Prentice Hall, 1991.
2. Black Uyles. COMPUTERS NETWORKS. PROTOCOLS, STANDARDS AND INTERFACES. Edit. Prentice Hall, 1990.
3. Autores Varios. STRATEGIES FOR EFFICIENT PLANTS AND INTELLIGENT BUILDINGS. Lilburn, Georgia, 1987.
4. Bernarden John A., Neubauer Richard E. THE INTELLIGENT BUILDING SOURCEBOOK. Lilburn, Georgia, 1988.
5. Cabanel J.P. LOCAL COMUNICATION SYSTEMS: LAN AND PBX. Symposium on Local Communication System, LAN and PBX, Toulouse, Francia.
6. Miller Gary M. MODERN ELECTRONIC COMMUNICATION. Edit. Prentice Hall, 1988.
7. Wayne-Tomassi. ELECTRONIC COMMUNICATION SYSTEMS: FUNDAMENTALS THROUGH ADVANCED. Edit. Prentice Hall, 1988.
8. IEEE COMUNICATIONS MAGAZINE. Abril 1991.
9. IEEE COMUNICATIONS MAGAZINE. Octubre 1993.
10. REVISTA RED. Noviembre 1993.
11. REVISTA RED. Diciembre 1993.
12. REVISTA RED. Enero 1994.
13. REVISTA RED. Febrero 1994.
14. SERVICIOS DE LOS SATELITES MORELOS Y SOLIDARIDAD SCT, 1991.
15. UNDERSTANDING FDDI. 3COM, 1995.