



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"PROYECTO DE INSTALACION DE UNA RED DE CAMPUS  
INALAMBRICA EN EL CENTRO DE ASIMILACION  
TECNOLOGICA DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**LICENCIADA EN INFORMATICA**  
**P R E S E N T A N :**  
**DIANA ALICIA BAUTISTA MORENO**  
**ERIKA YOANA PULIDO HERNANDEZ**

ASESOR: ING. JESUS MOISES HERNANDEZ DUARTE



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.  
 FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
 EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Proyecto de Instalación de una Red de Campus Inalámbrica en  
 el Centro de Asimilación Tecnológica de la Facultad de  
 Estudios Superiores Cuautitlán".

que presenta la pasante: Diana Alicia Bautista Moreno  
 con número de cuenta: 9606873-7 para obtener el título de:  
 Licenciada en Informática

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de Agosto de 2004

PRESIDENTE L.C. Carlos Pineda Muñoz  
 VOCAL Ing. Moisés Hernández Duarte  
 SECRETARIO L.I. Armando Carmona Bonilla  
 PRIMER SUPLENTE MAI. Manuel Jauregui Renault  
 SEGUNDO SUPLENTE L.C. Jaime Navarro Mejía



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**  
**UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR**  
**DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE  
 EXAMENES PROFESIONALES

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

**DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO**  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 P R E S E N T E

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Proyecto de Instalación de una Red de Campus Inalámbrica en  
el Centro de Asimilación Tecnológica de la Facultad de  
Estudios Superiores Cuautitlán".

que presenta la pasante: Erika Yoana Pulido Hernández  
 con número de cuenta: 9958507-3 para obtener el título de :  
Licenciada en Informática

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de Agosto de 2004

PRESIDENTE	<u>L.C. Carlos Pineda Muñoz</u>	
VOCAL	<u>Ing. Moisés Hernández Duarte</u>	
SECRETARIO	<u>L.I. Armando Carmona Bonilla</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>MAI. Manuel Jaurequi Renault</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>L.C. Jaime Navarro Mejía</u>	

### **A mis padres**

Por darme la libertad y la confianza de elegir mi camino sin dejar de amarme y apoyarme un solo día. Los admiro y los amo con todo mi corazón. Mil gracias.

### **A Mony**

Por ser un ejemplo de fuerza y valentía ante la vida. Hermanita gracias por tu apoyo y tus cuidados, te quiero mucho y prometo estar a tu lado siempre.

### **A Yoana**

Por darme la oportunidad de caminar contigo hombro con hombro, compartiendo momentos importantes y aventuras que nos hicieron madurar, a la vez que entendimos el verdadero significado de la amistad y la hermandad.

### **A la UNAM y a sus profesores**

Por la formación profesional que recibí y por las enseñanzas de vida que día a día despertaban en mí el deseo de superación. Ing. Moisés gracias por su guía y su buen humor a lo largo de los meses de trabajo que nos llevaron a conseguir este objetivo.

Diana

**A mis padres...Por ser mí principio.**

Que con su amor incondicional y sabiduría, forjaron en mí la perseverancia hacia el éxito. Papi, gracias por ser un excelente pilar en nuestro hogar y a ti mamita que con tu ternura me ensañaste los más preciados valores.

**A mis hermanos... (Lupita y Erick)**

Al ser mi ejemplo desde compañeros de juego compartiendo dichas y sinsabores, pero sobretodo por ser los más grandes amigos y confidentes.

**A Dianuchis:**

Por ser una hermana más al brindarme una auténtica amistad y compartir conmigo una significativa fase de su vida, entre libros y diversiones.

**A ti Carlitos:**

Que con tu amor y comprensión te has convertido en una de las personas más importantes e indispensables en mi vida. Te amo.

**A la UNAM:**

Particularmente a la FESC y profesores por la oportunidad de concluir mi formación profesional. Distingo al Ing. Moisés por el apoyo y conocimiento para la culminación del presente trabajo.

**GRACIAS, POR CREER EN MÍ!!!**

Yoana

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	I
<b>OBJETIVOS</b>	III
<b>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES</b>	
1.1. Origen y evolución de las comunicaciones	2
1.2. Evolución de las comunicaciones inalámbricas	12
<b>CAPÍTULO 2. REDES DE COMPUTADORAS</b>	
2.1. Introducción a las redes de computadoras	31
2.1.1. Conceptos básicos	31
2.1.2. Topología de redes	36
2.1.3. Clasificación de redes	41
2.1.4. Medios de transmisión	43
2.1.5. Normas estándar	64
2.2. Redes de campus con comunicación inalámbrica	75
2.2.1. Funcionamiento general de una red inalámbrica	75
2.2.2. Principales alternativas de comunicación inalámbrica	80
<b>CAPÍTULO 3. ORGANIZACIÓN ACADÉMICA Y ADMINISTRATIVA DEL CAT</b>	
3.1 Historia del CAT	95
3.2 Organización y funciones del CAT	96
3.3 Servicios que proveerá la red	100



**CAPÍTULO 4. PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA RED DE CAMPUS  
INALÁMBRICA EN EL CENTRO DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA  
DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

4.1. Descripción de actividades	106
4.2. Programa de trabajo	111
4.3. Cotización de los diferentes presupuestos presentados	112
4.4. Justificación de la opción elegida	113
4.5. Cálculo de recursos	114
4.6. Cuantificación de materiales	115
4.7. Instalación y configuración	116
4.8. Puesta a punto	124
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>142</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>143</b>

## INTRODUCCIÓN

Como es de notarse durante los últimos años el impacto de las computadoras, ha traído consigo una serie de cambios tecnológicos muy significativos y trascendentales en nuestra sociedad, facilitando así, nuestra vida cotidiana, como es el caso de la comunicación inalámbrica. Para dar inicio al documento consideramos un punto importante exponer los antecedentes y evolución de las comunicaciones, abarcando desde los primeros medios de comunicación a distancia como el telégrafo y el teléfono, hasta llegar a los medios inalámbricos como las microondas y los satélites. Además de mencionar el trabajo realizado por los pioneros de la comunicación inalámbrica.

En nuestra sociedad es muy usual hacer uso de la comunicación inalámbrica, debido a los múltiples beneficios tanto personales como profesionales que se puede obtener a través de esta tecnología, que día con día busca perfeccionarse. Ahora bien, se hace referencia a las características principales de una red de campus con comunicación inalámbrica, además de describir algunas opciones para combinarla con una red de área local. Pero para poder adentrarnos a éste tema es necesario conocer lo relacionado a las redes de computadoras en general, por tal motivo se explica su clasificación, elementos, conceptos básicos, así como sus distintas topologías y medios de transmisión de datos que existen, también se aporta los conocimientos necesarios para entender el funcionamiento general de una red y los servicios que proporciona.

A pesar de que la comunicación inalámbrica ya es habitual en la sociedad, existen organizaciones que no cuentan con la tecnología de comunicación adecuada para desarrollar sus actividades tal es el caso del Centro de Asimilación Tecnológica, el cual elegimos como planteamiento del problema para nuestro proyecto de tesis; en éste capítulo se habla de las áreas en que está organizado el CAT, las funciones que se realizan en cada una de ellas y la deficiencia en la comunicación interna y externa que manifiestan. Asimismo, se hace referencia a los beneficios que la red aportará a los proyectos de investigación que se desarrollan en este centro, y a los servicios

académicos (difusión de los trabajos realizados en el CAT hacia otras instituciones, investigaciones y docencia) y administrativos (registro de proyectos, inscripción a cursos, pago de proveedores y personal) que se proveerán por medio de ella.

Finalmente en el caso práctico, se presenta una posible solución a la problemática que se menciona anteriormente. Esta propuesta consiste en describir cada una de las actividades a realizar en el lugar en donde se necesita la red, como la revisión de necesidades de la utilización de la misma, el análisis de las tecnologías de comunicación inalámbrica, cálculo de recursos, cuantificación de materiales. También se presenta un programa de trabajo, planos de interconexión y puesta a punto. Además, se explica la justificación de la opción elegida y se describe el funcionamiento, la configuración e instalación del equipo a utilizar, incluyendo la distribución física del mismo.

## **OBJETIVOS**

Entender el funcionamiento de una red inalámbrica de radiofrecuencia y describir los conceptos primordiales para realizar su instalación.

Elaborar una propuesta de instalación de una red de campus inalámbrica en el Centro de Asimilación Tecnológica (CAT) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC), utilizando equipo de ondas de radio en la frecuencia de 5.2 GHz.

---

## **CAPITULO 1**

### **ANTECEDENTES**

### 1.1. Origen y Evolución de las comunicaciones.

Durante las últimas décadas de éste siglo el tema de la comunicación ha estado de moda debido al papel tan importante que ha jugado dentro de la sociedad, por tal motivo es importante mencionar que el acto de comunicarse desde sus orígenes ha sido fundamental en la vida de los seres humanos para lograr satisfacer sus necesidades, razón por el cual se ha visto envuelta en un constante desarrollo dentro de la civilización.

***La comunicación que es considerado la acción de ponerse en contacto con otra u otras personas para intercambiar conocimientos e información o para transmitir una noticia,***<sup>1</sup> siempre ha existido, hasta los mismos animales tienen un sistema primitivo de comunicación aunque solo se reduzca a unas cuantas señales, como una expresión facial, un sonido o un contacto, igual que los animales los seres humanos en sus inicios utilizaban la comunicación para coordinar sus principales actividades cotidianas como la búsqueda de comida, la caza, recolección de alimentos, la marca del territorio y defensa, basándose en sonidos que producían ellos mismos como los gruñidos, también solían utilizar signos y señales utilizando partes de su cuerpo como las manos y otros movimientos hasta que formó códigos de información y finalmente estableció un lenguaje. Después tuvieron la necesidad de transmitir estos conocimientos a su descendencia, es así como comenzó la comunicación escrita, se auxiliaban de cinceles y otro tipo de herramienta antigua tallando piedras o las paredes de cuevas para dejar grabado la manera en que obtenían su alimento, sus batallas y victorias sobre otras civilizaciones; también para advertir la lucha entre animales salvajes y sus ocupaciones cotidianas para la recolección de víveres.

---

<sup>1</sup> Enciclopedia Hispánica Macropedia Volumen 4. Edit. Eyclopedia Británica Publishers, Inc. E.U.A. 1996

Posteriormente estas acciones ya no solo se grababan con imágenes sino que además hacían uso de símbolos y jeroglíficos las cuales eran impresas en papiro y pieles para almacenar con facilidad lo comunicado, asimismo se descubrió que enrollándolos se tenía un mejor manejo y así se le otorgó el nombre de rollos, de esta forma los mensajes ya podían transportarse cómodamente. Pero con el paso del tiempo se encontraron con la necesidad de comunicarse a distancia y encontraron la solución en la heliografía que consistía en un código visual haciendo uso de superficies brillosas donde se reflejará la luz solar como los espejos y así poder transmitir información, para comunicarse cuando se encontraban en batallas se utilizaban antorchas, pero igual que la heliografía el enemigo podía ver dicha información y descifrarla, de esta forma pensaron en dar aviso de manera que solo sus compañeros la dedujeran, de esta manera dieron origen a la codificación. Otra forma de comunicarse a distancia fue por medio del sonido de los tambores y los cantos, de igual forma se comunicaban con las tan famosas señales de humo, pero como es de suponerse la información transmitida seguía siendo limitada e insegura.

Más tarde optaron por designar a personas como mensajeros los cuales daban las noticias por medio de su aspecto físico y un breve relato por ellos mismos, es decir si se presentaban desalineados físicamente se debía a que traían malas noticias, por el contrario si su aspecto era presentable significaba agradables testimonios. Gracias a este tipo de mensajes surgieron los heraldos que del mismo modo eran personas dedicadas a esta actividad, pero ahora la información no se realizaban de manera verbal sino se enviaban escritos que debían ser entregados personalmente al receptor, este mensaje tenía aspecto de un pequeño libro formado de una hoja de papel doblado y colocado entre dos tablillas delgadas para evitar que el pergamino sufriera daños. Este tipo de correo evolucionó cuando posteriormente hicieron uso de caballos express para realizar la entrega de mensajería, la cual resultó ser mucho más rápida. El

desarrollo del correo ha estado asociado con el de los medios de transporte convirtiéndose inmediatamente en las llamadas diligencias.

Los mensajes fueron perfeccionándose hasta que se convirtieron en códigos que fueron los antecesores de los libros que consistían en una impresión en papel y que parecían una especie de cuadernos pero sin pasta sobre los cuales se escribía a mano por personas que se dedicaban a este oficio, apareciendo después los libros, con la llegada de la imprenta por Gutenberg en el siglo XV, trayendo como consecuencia el conocimiento a mayor cantidad de personas, dando inicio a un sinfín de cambios en la política y sociedad, debido al desarrollo de la comunicación escrita a través de la imprenta, así se creó la primera enciclopedia que después de este acontecimiento la evolución de la comunicación creció a pasos gigantescos.

Pero en busca de progresar en la comunicación a distancia en 1790 se inventó el sistema de semáforos que en tan solo unos minutos enviaba mensajes a varios kilómetros de distancia, aunque seguían siendo lentos, porque en las estaciones había torres similares a las que se utilizaban en el ferrocarril donde se tenían que repetir las señales para confirmar la exactitud de la información, para este tipo de comunicación hacían uso de espejos y telescopios

Llegando la Revolución Industrial y con el descubrimiento de la electricidad se comenzó a buscar la forma de utilizar señales eléctricas para la transmisión de mensajes, como el caso del electroimán que dio lugar a un resonador telegráfico que producía un repiqueteo, este invento fue de gran utilidad a Samuel Morse para desarrollar un código de puntos y rayas que representaban las letras, números y signos, dándose a conocer en todo el mundo el tan afamado Código Morse Internacional. Este invento de Morse se basaba en la utilización de corriente eléctrica que se interrumpía con un electroimán,



así se logró desprender la telegrafía de hilos que consistía en un sistema de telecomunicación para transmitir y recibir señales en este código por medio de un cable, poco después se puso en operación el primer enlace telegráfico logrando un desarrollo importante dentro de la sociedad debido al logro de una comunicación mucho más veraz y eficiente a las que habían existido. A partir de entonces la Constitución Federal Mexicana ya señalaba que debían existir leyes sobre las vías generales de comunicación, telégrafos y correos, además de otorgar permisos o concesiones a particulares. También nace la Unión Internacional de Telegrafía (ITU), que fue la encargada de crear, aprobar y regular los estándares de comunicaciones. Como era de suponerse el telégrafo fue evolucionando y a continuación se desarrolla el primer multiplexor de telegrafía, el cual admitía seis usuarios simultáneamente en un mismo cable, en donde los caracteres individuales se dividían mediante un determinado código, es decir un protocolo.

A pesar de que la telegrafía resultó un gran avance en la comunicación a distancia tenía una gran restricción que sólo se podía transmitir mensajes letra a letra. Por este motivo se siguió buscando otro medio de comunicación a través de sonidos hasta que Antonio Meucci logró desarrollar un primer teléfono acústico, parecido a un tubo que comunicaba dos habitaciones por medio de cables de cobre, pero no le fue posible patentar su invento debido a la escasez económica que padecía, solo consiguió depositar una inscripción del nuevo aparato "teletrófono", sin embargo Alexander Graham Bell fue quien obtuvo la patente del teléfono en 1876, gracias a fraudes, dinero y astucia de abogados, y no fue hasta junio de 2003 que se reconoció públicamente a Antonio Meucci como padre del teléfono. Bell en su proyecto, utilizó los circuitos existentes del telégrafo, además de la electricidad para pasar de un estado de encendido a apagado, logrando transmitir la voz humana, dio un acertado paso con el nacimiento del teléfono eléctrico que es considerado la mayor contribución al mundo de

las comunicaciones, obteniendo más tarde la patente de este imperioso invento. Los siguientes años se trabaja en la instalación del primer enlace telefónico con ocho líneas y siguió progresando la comunicación telefónica hasta lograr el teléfono de marcado, además se desarrolla el primer conmutador telefónico automático. De este modo el uso del teléfono se incrementaba cada vez más y se desarrollo una tecnología para combinar varios canales sobre un simple alambre, conocido como "multicanalización".

Los primeros sistemas telegráficos y telefónicos utilizaban el cable como soporte físico para la transmisión de los mensajes, pero investigaciones de ese tiempo indicaban que podría existir otras posibilidades y en 1887, Heinrich Rudolph Hertz contribuyó al desarrollo de la radioelectricidad exhibiendo antenas y así demostrando que las oscilaciones eléctricas se propagan en forma de ondas electromagnéticas llamadas hertzianas, nombre otorgado en su honor. Dicha contribución sería el antecesor de la propagación electromagnética o transmisión de radio.

Luego, esta aportación despertó el interés de Guglielmo Marconi por comunicar sin la necesidad de cables y consigue enviar una señal Morse desde su laboratorio por medio de un timbre y recibirla a unos cuantos metros de distancia, pero no existía conexión alguna entre ambos, estableciendo con este experimento la telegrafía inalámbrica. Obteniendo después la patente sobre la tecnología de comunicaciones inalámbricas, que es considerado como un avance en el progreso técnico de nuestra civilización, pues permite poner en contacto a todos los pueblos de cualquier parte del mundo con gran rapidez.

Posteriormente se hicieron experimentos con radio difusión AM (Amplitud Modulada). La estación transmisora transforma el mensaje de señales y sonidos en impulsos eléctricos (ondas Hertzianas), que son emitidas por medio de una antena radiadora y

de uno o más aparatos receptores que captura estos impulsos y transforma nuevamente el mensaje en sonido. La primera emisión de radio se transmitió el 23 de diciembre de 1906, se transmitió por primera vez una emisión radiofónica, que fue escuchada por escasos operadores de telegrafía sin hilos, en buques que navegaban frente a las costas de Nueva Inglaterra, E.U., y por algunos radioaficionados. La voz leía el relato del nacimiento de Cristo, según el Evangelio de San Lucas; después se escuchó un violín y finalmente una ópera. Para 1925 ya funcionaban 600 emisoras de radio en todo el mundo.

En cuanto a la televisión o fototelegrafía, como se le llamó en un principio, es un invento trascendental en la historia de las comunicaciones visuales. Su concepción es el resultado de diferentes trabajos de investigación desarrollados por varios científicos que hacían experimentos relacionados con la transmisión de imágenes vía ondas electromagnéticas. Así, en 1884 el alemán Paul Gottlieb Nipkow inventa "el disco de exploración lumínica", mismo que es perfeccionado por el escocés John Logie Baird en 1923. En ese año, el ruso Vladimir Kosma Zworykin crea el "iconoscopio" para transmitir imágenes a distancia y el "cinescopio" para recibirlas, estos dos inventos se consideran la base fundamental de la televisión eléctrica.

Más tarde, el alemán Rudolf Hell trabaja con la idea de descomponer en puntos y líneas los textos e imágenes para poder transmitirlos electrónicamente. Así, en el año de 1929 desarrolla un dispositivo que podía realizar dicha transmisión denominándolo "Hellschreiber" que se convierte en el predecesor del fax y en la década de los 60's, inventa un artefacto que resulta ser el precursor de lo que ahora conocemos como escáner.

En 1934 se crea la Federal Communications Commission (FCC)<sup>2</sup>, organismo de los Estados Unidos de Norteamérica que actualmente se encarga de regular las comunicaciones interestatales e internacionales de radio, televisión, satélite y cable.

El siguiente paso en la evolución de las comunicaciones lo constituye la aparición de las primeras computadoras. Konrad Zuse construyó en 1940 la primera computadora electromecánica binaria programable llamada Z2. Pero es hasta 1942 cuando se termina la primera computadora electrónica digital llamada Atanasoff Berry Computer (ABC) desarrollada en la Universidad del Estado de Iowa por el Dr. John V. Atanasoff y Clifford Berry. Esta máquina fue la primera en utilizar tubos al vacío como sus circuitos lógicos y su propósito consistía en resolver sistemas de ecuaciones lineales.

Posteriormente, en el año de 1947, dentro de las instalaciones de los Laboratorios Bell, John Bardeen, Walter H. Brattain y William Shockley inventan el transistor. Con el uso de este componente se incrementa la potencia y se reducen significativamente el tamaño y el costo de las computadoras y de los equipos electrónicos, ya que sustituye a las válvulas eléctricas.

En 1948 Claude E. Shannon propicia uno de los eventos más importantes dentro de las comunicaciones electrónicas desarrollando la "Teoría de la información" en la cual se destaca el concepto de "entropía", que significa que en el envío de información existe un cierto grado de incertidumbre de que el mensaje llegue completo. Además, en 1938 establece el enlace entre la lógica y la electrónica al demostrar que el álgebra de Boole se puede utilizar para simplificar circuitos eléctricos.

---

<sup>2</sup> Comisión Federal de Comunicaciones.

En el año de 1954, Abraham Van Heel, de la Universidad Técnica de Delft en Holanda y Harold H. Hopkins y Narinder Kapany de la Academia Imperial en Londres, presentaron los primeros estudios sobre las fibras ópticas. En estos trabajos se expone el concepto de que una fibra de vidrio aislada puede conducir luz a gran distancia. No obstante, ninguno de estos investigadores lograron fabricar conductores que transportaran la luz a distancias largas, pero sus exposiciones sentaron las bases para que en 1970 la Corning Glass Works, Inc. produjera el primer cable de fibra óptica con fines comerciales.

Por otro lado, el 4 de Octubre de 1957 el primer satélite artificial es lanzado por la URSS. Este satélite fue llamado Sputnik, palabra rusa que significa satélite o compañero de viaje, fue lanzado en una órbita elíptica de baja altura y sólo emitía un tono intermitente. Únicamente funcionó durante 21 días, pero marcó el inicio de las comunicaciones vía satélite.

Retomando un poco el tema de los transistores, en 1958 Jack S. Kilby de la empresa Texas Instruments tuvo la excelente idea de unir varios transistores mediante una fina capa de silicio para formar el primer circuito integrado, pero es Robert Noyce quien en 1960 realiza las modificaciones necesarias para convertirlo en un componente comercial. Dado que estos dispositivos están formados por millones de transistores agrupados en una pequeña pieza de silicio que ocupa muy poco espacio, son realmente pequeños lo que permite la construcción de circuitos electrónicos complejos como los que se requieren en las computadoras, satélites, equipos de sonido y video.

Entrando a los inventos tecnológicos de la década de los 60's, toca mencionar al físico Theodore Maiman. Basado en el estudio de los físicos Charles Townes y Arthur Schawlow, en 1960 Maiman utiliza un rubí sintético para construir el primer LASER

(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)<sup>3</sup>, cuya demostración fue publicada el 22 de Julio de ese año en una revista de electrónica.

Otro gran proyecto originado en esta década fue el de INTERNET. Todo empezó en plena Guerra Fría cuando en 1969 Estados Unidos crea una red llamada ARPANET (Advanced Research Project Agency NETwork)<sup>4</sup> que era de uso exclusivo para el ejército y cuyo objetivo era el de poder comunicarse y tener acceso a la información militar en cualquier parte del país en caso de un ataque ruso. En un principio, esta red sólo contaba con unos cuantos ordenadores distribuidos entre varias universidades, pero poco a poco fue creciendo hasta llegar a un punto en el que su sistema de comunicación quedó obsoleto y fue necesario crear un estándar para las comunicaciones de red, es así como se desarrolla el protocolo TCP/IP.

ARPANET seguía creciendo y abriendo sus puertas a cualquier persona con fines académicos o de investigación. Esta apertura, provocó que las funciones militares se desligaran de esta red. Después de esto, la NSF (National Science Foundation)<sup>5</sup> crea la NSFNET (National Science Foundation's NETwork)<sup>6</sup>, una red con fines científicos y académicos que absorbe a ARPANET y a otras redes de libre acceso formando lo que actualmente se conoce como INTERNET (INTERconnected NETworks)<sup>7</sup>.

Aún no existe una organización que controle el funcionamiento de la red, pero existen grupos como la INTERNET Society (ISOC)<sup>8</sup> que coordinan su desarrollo.

---

<sup>3</sup> Amplificación de luz mediante emisión estimulada de radiación.

<sup>4</sup> Red de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados del Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica.

<sup>5</sup> Fundación Nacional de Ciencia.

<sup>6</sup> Red de la Fundación Nacional de Ciencia.

<sup>7</sup> Redes interconectadas.

<sup>8</sup> Sociedad Internet, es una asociación no gubernamental y sin fines de lucro, lo cual está financiada por sus miembros.

Ahora bien, el desarrollo de INTERNET se debe en gran parte a los microprocesadores, que a su vez, deben su origen a los circuitos integrados. Anteriormente, los circuitos se fabricaban específicamente para la realización de una tarea, lo cual no resultaba muy práctico. Ante la necesidad de construir elementos programables para una calculadora de la Busicom, el ingeniero Ted Hoff de Intel Corporation tiene la idea de construir un procesador genérico cuyo comportamiento se regulara por una secuencia de instrucciones que se cargara externamente. Posteriormente, el 15 de Noviembre de 1971 Hoff crea el primer microprocesador 4-bit al cual llama Intel 4004. Se componía de 2.300 transistores y operaba con una frecuencia de 108 KHz. medía 1/ 6-pulgada de largo por 1/ 8-pulgada de ancho.

Como hemos visto en el transcurso de la historia de las comunicaciones, el hombre se ha esforzado por inventar artefactos que le faciliten el acceso a la mayor información posible, en el menor tiempo posible. Continuando con esta línea de desarrollo, Martín Cooper, quien trabajaba para Motorola, manifestó la idea de que las personas pudieran utilizar sus teléfonos sin importar el lugar en el que se encontraran y en 1973 crea el primer radioteléfono, dando pie al nacimiento de la telefonía celular. Sin embargo, es hasta 1979 cuando los primeros celulares comerciales aparecen en Japón y es en 1983 cuando la FCC aprueba el primer sistema móvil comercial.

## **1.2. Evolución de las Comunicaciones Inalámbricas.**

Como se observó en el tema anterior, el hombre siempre ha perseguido el perfeccionamiento en los medios de comunicación, para así lograr una mayor comodidad al realizar sus actividades cotidianas, y por tal motivo la tecnología se ha visto involucrada en constantes cambios y progresos. Ahora bien, hablando de comunicaciones inalámbricas, indiscutiblemente no han sido la excepción de beneficiarse con estos avances, ya que son consideradas como un efectivo medio cuando es necesario disponer de movilidad, debido a que no dependen de la limitante de una conexión física, como lo es, un cable.

En seguida haremos mención de una serie de acontecimientos significativos que han influido a lo largo de la historia en las comunicaciones inalámbricas.

### **Pioneros de la comunicación inalámbrica**

Remontándonos al origen de las comunicaciones inalámbricas será necesario mencionar la teoría electromagnética de James Clerck Maxwell, cuando en 1873, ofrece una serie de ecuaciones para demostrar que existen ondas invisibles que se propagan con la velocidad de la luz, exponiendo que se podía enviar oscilaciones eléctricas, que son transmitidas en ondas electromagnéticas, es decir Maxwell declaraba que la electricidad y el magnetismo nunca estuvieron aislados entre ambos, pero no fueron más que cálculos matemáticos y una teoría, hasta que Heinrich Hertz comprobó estas teorías dentro de su laboratorio, creando el primer aparato de transmisor y receptor, que producía unas ondas capaces de trasladarse por el espacio de un lugar a otro y eran



detectadas por un cable eléctrico a modo de antena, con este invento descubrió las ondas de radio, mejor conocidas como ondas hertzianas, gracias a este suceso pudo medir la longitud y velocidad de las mismas, además de comprobar que estas ondas se lograban reflejar del mismo modo que la luz se refleja en un espejo, además de pasar a través de sustancias que la luz no era capaz de atravesar.

Esta aportación fue muy importante para el francés Edouard Branly, puesto que él, se encargó de perfeccionar la recepción de las ondas electromagnéticas, utilizando un detector de señales inalámbricas llamado "*cohesor*", que estaba fabricado con un tubo de cristal y limadura de plata, que al momento de producir una chispa de una máquina eléctrica cerca del "*cohesor*", la conductividad de las limaduras aumentaban en nada menos que mil veces más.

A su vez Alexander Popoff, después de analizar y estudiar este cohesor, decidió intensificar la sensibilidad de este aparato consiguiendo que las limaduras de plata dentro del tubo de vidrio en el momento de la recepción de señales, se aglutinaran a una larga vara de metal, conocida como antena de recepción. Este receptor era capaz de captar perturbaciones eléctricas, incluyendo las de modo atmosférico.

### **Telegrafía Inalámbrica**

Para 1896, el italiano Guglielmo Marconi logra mejorar la transmisión y recepción inalámbrica de sus antecesores y construye un nuevo aparato haciendo uso del oscilador de Hertz, el cohesor de Branly y la antena confeccionada por Alexander Popoff. El principal objetivo de su creación, era establecer una transmisión de mensajes empleando el código Morse, pero ahora sin alambres y mediante una antena, que

estaba colocada en la tierra, además de que esta señal se produjera al encender o apagar una corriente eléctrica.

De este modo se abrió paso a la telegrafía sin hilos y por vez primera se transmitió un mensaje radiotelegráfico a una distancia de 250 m. del emisor, sin la conexión de un cable entre el transmisor y receptor. Este hallazgo lo llevo a la práctica dos años después cuando Macorni reportaba resultados de cada jornada a las oficinas de un periódico de Dublín. Sin embargo la mayor satisfacción del italiano fue que gracias a su invento tuvo la oportunidad de salvar vidas humanas, cuando un buque británico que poseía un telégrafo inalámbrico, escuchó la sirena de auxilio de otro barco que estaba naufragando e inmediatamente envió un mensaje inalámbrico a la costa para que salvaran la tripulación, de este modo se consideró que la telegrafía en los barcos sería de mucha utilidad y en los años sucesivos se instalaron estos aparatos, así durante sus actividades los barcos podían recibir noticias desde tierra. No obstante, aún se encontraba descontento y se estableció un nuevo propósito: Instalar una conexión inalámbrica entre Europa y América, escogiendo como estaciones telegráficas a Poldhu (Inglaterra) y St. Johns (Canadá), fue en 1901 cuando inicio la construcción de ambas antenas, pero su proyecto se retrasó debido a que las inclemencias de una tormenta destruyó la antena de Poldhu, no siendo un obstáculo para él, siguió con su arduo trabajo logrando su cometido, establecer una señal con éxito sin hilos entre estos dos continentes. Como era de imaginarse continuó con nuevas investigaciones y experimentos para mejorar este tipo de comunicación, hasta que consiguió facilitar considerablemente la recepción de señales gracias al descubrimiento que hizo, según el cual una antena doblada horizontalmente enviaría ondas con mayor fuerza hacia una dirección específica.

Gracias a la aportación de telegrafía inalámbrica de Marconi, muy pronto las noticias que ocurrían en distintas partes del mundo se exponían a la sociedad a una velocidad no vista nunca antes, facilitando el funcionamiento del mundo, como el caso del periodismo que creó una red mundial informática sustentándose en este avance tecnológico, permitiendo el enlace de noticia e información.

## **Radio**

La radio, como invento, depende del descubrimiento teórico de James Maxwell, pero la radio como medio informativo y de entretenimiento surge en 1906 cuando se transmite por vez primera música, voz y sonido, resultado del esfuerzo y triunfo de varios investigadores a través de los años de historia, desde entonces, el adelanto en la transmisión por este medio, ha estado constituido en gran parte por avances técnicos que lo han refinado, como el caso del norteamericano Lee de Forest, conocido mundialmente como el creador de la radiodifusión, quien un año después contribuyó con un nuevo dispositivo, considerado como una gran aportación para la radiotelefonía moderna nombrado "Audion", que hoy en día es conocido como triodo, el cual fue sustituido por el transistor.

Cuando se presentó el hundimiento del Titanic, David Sarnoff, durante tres días transmitió sobre esta tragedia desde Nueva York. Unos años después propuso introducir la radio llevándoles música en los hogares por transmisión inalámbrica, su idea era que el receptor fuera una caja de música con radio y adaptado con varias longitudes de onda que se pudiera alternar con un simple giro de un resorte o accionando un botón, este aparato debía contener amplificadores y un altavoz, además contempló la idea que no sólo se transmitiera música sino que el público pudiera recibir

lecciones en casa, o la difusión de acontecimientos de importancia nacional. Este plan sería atrayente para los granjeros y para quienes vivieran en lugares alejados de las ciudades. No pasó mucho tiempo para que el norteamericano lograra concluir su plan dentro de RCA<sup>9</sup>. El innovador aparato se vendió con un gran éxito, dentro de la población.

Durante la década de los '20, en el país vecino del norte aparece la radio como radio comercial, asimismo se crean una serie de emisoras y poco a poco los aparatos de radio se abarataron y se expandieron debido a que la transmisión de noticias, era mucho más rápida que la prensa escrita, y a finales de ésta década, la radiodifusión comercial tomaba una considerable fuerza y vigor con la adición del elemento publicitario, mientras el periodismo radial se difundía y perfeccionaba aceleradamente.

Desde ese entonces el proceso de radiodifusión se distinguió en tres fases:

1. La transmisión, que inicia en los estudios y termina en la estación emisora, llamada antena.
2. La propagación por el espacio, que es la que determina el alcance de la difusión. La anchura de la banda de frecuencia. De ahí el gobierno norteamericano divide el espacio en canales para así coordinar las transmisiones, esta propuesta fue aceptada internacionalmente.
3. Recepción de ondas, donde las ondas moduladas se convierten en señales audibles.

Para reducir las interferencias que se presentaban en las transmisiones de esa época, Edwin Armstrong en 1938, apoya con una innovación para la radio, nombrada

---

<sup>9</sup> Corporación de Radio de América.

"Frecuencia Modulada", cuyos transmisores se empezaron a construir en 1946, este sistema posee varias ventajas sobre la modulación de amplitud (AM), la más importante es que el sistema FM apenas le afecta las interferencias, es decir, no es tan sensible a perturbaciones de ruidos como las descargas estáticas y perturbaciones eléctricas de las tormentas o sistemas de encendido de los automóviles, estas producen señales de radio que si son captadas como ruido en los receptores AM. Por este motivo, FM en estéreo ha atraído un número creciente de oyentes tanto de música popular como clásica, de forma que las estaciones o emisoras FM comerciales poseen unos índices de audiencia más elevados que las emisoras AM.

Gracias a estas características, unidas al coste relativamente bajo de los equipos, originaron un rápido incremento de las estaciones o emisoras FM en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial. De la misma forma, la gran mayoría de los pobladores ya contaban con la radio dentro de su vivienda para poder informarse sobre lo acontecido alrededor del mundo o simplemente como un medio de entretenimiento.

## **Televisión**

La primera idea de exportar imágenes de un lado a otro mediante medios eléctricos se remonta no sólo más allá del nacimiento de la radio, sino incluso más allá del descubrimiento de las ondas electromagnéticas, cuando una serie de investigaciones dan origen a la "fototelegrafía" a mediados del siglo XIX, en sí la palabra televisión es usada hasta 1900.

El primer dispositivo para explorar imágenes, estaba conformado por un disco plano y circular que tenía perforaciones en forma de espiral que partía desde el centro. Cuando

se giraba el disco con el espiral se presentaba la imagen, y así sucesivamente hasta explorar todas las imágenes, a ésta mecánica se le llamó el disco de Nipkow, sin embargo este sistema no funcionaba eficazmente con tamaños grandes y altas velocidades de giro para conseguir una mejor definición.

Justamente, el primer dispositivo satisfactorio para captar imágenes fue el iconoscopio, que constituyó la primera cámara de televisión propiamente dicha, inventado por Vladimir Kosma Zworykin en 1923, solo pasaron tres años para que el ingeniero John Logie Baird, innovara el sistema de televisión, incorporando rayos infrarrojos para captar imágenes en la oscuridad, trayendo como consecuencia que en 1928 se presentaran las primeras transmisiones experimentales de películas con cierta regularidad, asimismo las primeras transmisiones oficiales se iniciaron un año después, y posteriormente se transmitió audio y video simultáneamente. Como resultado se iniciaron una serie de emisiones de programación.

El gobierno nazi usa la nueva tecnología de la televisión durante los Juegos Olímpicos de 1936 en Berlín; prueba las cámaras mecánicas y electrónicas existentes, hace la primera transmisión en directo, usa por primera vez una unidad móvil. Además, se inaugura en el Reino Unido el primer servicio de televisión en el mundo.

González Camarena impacta al mundo al inventar la televisión a color, obtiene la patente de su invento tanto en México como en Estados Unidos, el 19 de agosto de 1940. La adquisición de televisores por parte del público sufre un considerable incremento y por este motivo se mantiene en constante progreso.

Ahora es tiempo de mencionar a Ed Parsons, quien crea el primer sistema de cable, a fin de poder hacer uso de un televisor que no podía usarse en su pueblo. Su sistema

unía la antena, los receptores y convertidores construidos por Parsons en la azotea mediante un cable coaxial y poco después la compañía Pilot presenta la primera TV portátil con pantalla de tres pulgadas, junto con un aditamento ampliador de imagen adicional.

Ante el mencionado desarrollo televisivo, se propone alguna norma para regular la recepción de los canales, las cuales son aprobadas y se crea una norma legal que exige sintonización de todos los canales (UHF y VHF) en los televisores. Comienzan las opciones de proveer TV vía satélite y se inicia la venta de decodificadores y suscriptores de servicios de televisión para propietarios de antenas parabólicas.

Más tarde, la televisión es utilizada para otros fines como el caso de hacer uso de las cámaras de televisión en satélites meteorológicos para que registren en tierra imágenes de nube y condiciones climatológicas durante el día, y por la noche utilizan cámaras de infrarrojos; o bien también instalar cámaras a bordo de naves espaciales para transmitir a la tierra información hasta ahora inaccesible.

## **Radar**

Después de la radio y la Televisión, el radar<sup>10</sup> fue la técnica más importante para la aplicación de ondas electromagnéticas, pero antes es necesario, mencionar como se transmiten las ondas radioeléctricas, ya que la evolución del radar se originó debido a un mejor equipo, pero también a un mayor conocimiento, como es el caso del estudio de la Ionosfera, conocimiento que se empezó a acumular a partir de 1920, después de que la radio se difundiera en la población como medio informativo.

---

<sup>10</sup> Radio Detection And Ranging

La Ionosfera, no es una capa estática, sino que tiene variaciones debido a la densidad de los electrones que hay en ella. Esta capa, permite que las ondas de radio puedan llegar de un lugar a otro sobre la tierra, porque las hace reflejar como en un espejo y las devuelve. Pero no siempre se tiene una excelente transmisión y recepción, ya que depende de diversas circunstancias, como lo es el lugar, el momento del día, la actividad solar, etc.

Edward Appleton, un físico de Cambridge, en 1924, descubrió la altura de la Ionosfera, haciendo uso de un receptor para captar radio transmisiones enviadas de una distancia conocida. Algunas ondas llegaban por un camino recto del transmisor al receptor, pero algunas lo hacían por una ruta más larga, ya que viajaban a la Ionosfera y desde ahí se reflejaban al receptor. Elaboró una ecuación que daba por resultado la altura del punto del reflejo, es decir, la altura de la Ionosfera.

Ahora, podemos decir que el radar, es un sistema de radiolocalización donde la transmisión y recepción se realizan en el mismo punto y determina la posición de un objeto. Esta idea del radar inició en 1900, por Nikola Tesla, pero fue Christian Hulsmeyer quien consiguió la patente de un aparato que detectaba presencia de objetos metálicos.

En 1926, el radar se reconoce como instrumento detector de aviación y siete años más tarde, tras una serie de experimentos Watson-Watt logró la primera detección de un avión a través de ondas de radio a una distancia de 15 millas, meses después logró detectar un bombardeo a una distancia de 40 millas, así el radar se convirtió en un aparato de uso militar durante la Segunda Guerra Mundial, montándose en Inglaterra,



las primera estaciones de radar, luego empleándose en la cubierta de los buques de guerra.

Después de la guerra los códigos fueron adoptados por el IEEE<sup>11</sup>. Hoy en día, la nomenclatura militar de bandas de radar es utilizada en comunicaciones por radar, por satélite y terrestre, además en aplicaciones electrónicas tanto militares como comerciales.

### **Microondas**

En cuanto a las microondas, podemos decir que son ondas electromagnéticas de frecuencia mayor que las ondas de radio, y son utilizadas para las redes inalámbricas en banda de 18-19 Ghz. Estas ondas de mayor frecuencia fueron descubiertas por Wilson y Penzias en 1965, persiguiendo estudios sobre las microondas en los laboratorios de Radio Astronomía de Nuffield (Reino Unido) en 1983, se planteó que ya se disponía de receptores que incorporados a un instrumento permanente en una gran altitud y con una atmósfera estable, podría alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar radiaciones. Con esta idea se construyó un radiómetro de 10 Ghz.

### **Satélites**

La primer idea de poner en órbita satélites artificiales para beneficio de las telecomunicaciones fue expuesta por Arthur C. Clarke quien trabajaba operando un radar de la Fuerza Aérea Británica. En 1945, Clarke publicó un artículo en la revista

---

<sup>11</sup> Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

tecnológica Wireless World<sup>12</sup> en el que propuso utilizar satélites en los sistemas de comunicación de cobertura mundial. Sin embargo, en esa época no se contaba con la tecnología adecuada para el desarrollo de un proyecto de esas características, así que la idea se quedó en el papel.

No fue sino hasta 1957 cuando el primer satélite artificial fue puesto en órbita. Su nombre era Sputnik I, estaba equipado con una estación emisora de ondas de radio que transmitía frecuencias entre los 20 MHz y los 40 MHz, lo cual hacía posible que cualquier radio hogareña captara sus emisiones.

Dado que la URSS y Estados Unidos eran potencias enemigas, los norteamericanos no se quisieron quedar atrás y le encomiendan al ejército la tarea de desarrollar un proyecto satelital. Es así como en 1958 se lanza el SCORE (Signal Communication by Orbiting Relay Equipment) desatando así la famosa "carrera espacial". Este satélite fue el medio por el cual el entonces presidente Eisenhower transmitió un mensaje de Navidad confirmando el éxito del proyecto.

A partir de este acierto, Estados Unidos invirtió mucho más en la investigación y en el desarrollo de satélites para las comunicaciones y creo el SATCOMA, un comando estratégico militar encargado del manejo de las comunicaciones satelitales.

En 1962, el TELSTAR I fue lanzado a una órbita de 952 x 5632 Km, éste fue el primer satélite financiado por una empresa no gubernamental llamada AT&T (American Telephone and Telegraph)<sup>13</sup>. Un año después se lanzó en TELSTAR 2, estos dos

---

<sup>12</sup> Mundo Inalámbrico.

<sup>13</sup> Compañía norteamericana de teléfonos y telégrafos.

satélites hicieron posible que se estableciera comunicación verbal en vivo entre América y Europa y la transmisión de imágenes televisivas.

Los primeros satélites que se colocaron en órbita geoestacionaria<sup>14</sup> fueron el SYNCON II en 1963 y el SYNCON III un año después, el propósito de ambos era militar, por lo que no pasó mucho tiempo antes de que el INTELSAT I, primer satélite comercial, fuera colocado en esta órbita iniciando la telecomunicación espacial actual. Actualmente el INTELSAT cuenta con 109 miembros y da servicio a 600 estaciones terrestres en 149 países. Los modelos de estos satélites van desde la serie I hasta la VII y eran propiedad de la Organización de Satélites de Telecomunicaciones Internacional.

### **Telefonía celular**

La historia de los celulares comenzó hace 31 años en Estados Unidos cuando en 1973 Martín Cooper introdujo el primer radioteléfono. En la década de los 70's, empezaron a aparecer los primeros sistemas comerciales de telefonía celular en Tokio y en los países nórdicos. Sin embargo, tuvieron que pasar diez años para que la organización encargada de regular las comunicaciones en Estados Unidos, permitiera que se pusiera en marcha el primer servicio en ese país.

Los celulares tuvieron una amplia y acelerada aceptación en el mercado llegando cada vez a más países. Esta tecnología representó una alternativa a la telefonía convencional inalámbrica, por lo que su popularidad provocó que en pocos años el

---

<sup>14</sup> La órbita geoestacionaria es una órbita sincrónica con la Tierra a 35.900 Km por encima del ecuador terrestre. A esa distancia los objetos orbitan alrededor de la Tierra en 24 horas, por lo que parecen estar fijos en un punto.

servicio empezara a saturarse y se tuvo la necesidad de idear otros métodos de acceso que permitieran brindarle el servicio a más usuarios.

Es a partir de estos primeros cambios y de los que se presentaron a lo largo de su evolución, que los teléfonos celulares se dividen en diferentes etapas o generaciones, las cuales son: Primera, Segunda, 2.5 y Tercera; pero antes de hablar de sus características, conviene mencionar algunos términos que se utilizan con bastante frecuencia en este tema y que es necesario conocer.

AMPS (Advanced Mobile Phone System). El Sistema de Teléfono Móvil Avanzado es la especificación estándar original de la primera generación de telefonía móvil analógica. Utiliza la frecuencia modulada (FM) y un ancho de banda de 9.6 Kilobits por segundo para transmisión de voz.

GSM (Global System for Mobile Communications). El Sistema Global para Comunicaciones Móviles es un estándar desarrollado en Europa para la telefonía móvil digital de segunda generación. Utiliza frecuencias de 900 y 1800 MHz en Europa, Asia y Australia y de 1900 MHz en Norteamérica y Latinoamérica para la transmisión de voz y de SMS. Con el GSM llegó la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module)<sup>15</sup> que es un chip que contiene información del usuario y puede ser intercambiado entre distintos teléfonos.

SMS (Short Messaging Service). Actualmente, el Servicio de Mensajes de texto Cortos es uno de los más populares entre los usuarios de telefonía celular, sobre todo entre los jóvenes. Este servicio permite enviar y recibir mensajes de texto cortos de un máximo de 160 caracteres.

---

<sup>15</sup> Módulo de Identidad del Suscriptor

CDMA (Code Division Multiple Access). La tecnología de Acceso Múltiple por División de Código permite que se lleve a cabo la comunicación inalámbrica con calidad digital. Entre sus ventajas podemos mencionar que evita las interferencias, proporciona una excelente calidad de voz y garantiza la seguridad de las comunicaciones.

PDC (Personal Digital Communications). La tecnología de Comunicaciones Digitales Personales se origina en Japón y es ahí donde se utiliza principalmente. Utiliza frecuencias de 800 MHz y 1500 MHz.

WAP (Wireless Application Protocol). El Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas es un estándar global que se desarrolló con el propósito de ofrecer los servicios de Internet a los usuarios de telefonía celular y otros dispositivos inalámbricos. El WAP se encarga de adaptar las páginas de Internet omitiendo los gráficos y animaciones que éstas contienen y mostrando sólo el texto.

GPRS (General Packet Radio Service). El Servicio de Radio de Paquetes Generales actualiza al GSM creando la generación 2.5 y ofreciendo la posibilidad de estar "siempre en línea". Utiliza tecnología vinculada a paquetes, lo cual facilita una conexión a Internet de alta velocidad (115 Kilobits por segundo). El GPRS permite personalizar funciones, desarrollar juegos interactivos, e incorporar aplicaciones para el intercambio de mensajes y correos electrónicos.

HSCSD (High Speed Circuit Switched). La Conmutación de Circuitos de Alta Velocidad es una tecnología que proporciona velocidades de hasta 57.6 Kilobits por segundo en la red GSM. Con HSCSD se pueden recibir rápidamente grandes cantidades de información (imágenes, archivos, etc.).

EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution). La Tasa de Datos Mejorada para la Evolución Global es una tecnología que mejora el ancho de banda de la transmisión de datos en GSM y GPRS. Una de sus ventajas es que permite utilizar aplicaciones multimedia con velocidades de hasta 384 Kilobits por segundo. La EDGE se considera como la precursora del UMTS.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). El Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles o de tercera generación se diseñó como una evolución de los sistemas de red GSM. Con esta tecnología se descubre un nuevo concepto: la videotelefonía. El UMTS proporciona los servicios de transmisión de voz, SMS, acceso a Internet, descarga de videos y videoconferencias. Su ancho de banda es de 2 Megabits por segundo.

En la siguiente tabla se mencionan brevemente las características generales de cada una de las generaciones de telefonía celular.

<i>Generación</i>	<i>Tecnología</i>	<b>Características</b>
Primera generación (1G)	AMPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>‡ Aparece en 1979.</li> <li>‡ Analógica.</li> <li>‡ Sólo transmisión de voz.</li> <li>‡ Baja velocidad en los enlaces.</li> <li>‡ Insegura.</li> </ul>
Segunda generación (2G)	GSM CDMA PDC	<ul style="list-style-type: none"> <li>‡ Aparece en 1990.</li> <li>‡ Digital.</li> <li>‡ Transmisión de voz y datos (fax, SMS).</li> <li>‡ Velocidad de transmisión de voz más alta que la de 1G, pero limitada en transmisión de datos.</li> <li>‡ En cuanto a seguridad, ofrece diferentes niveles de encriptación.</li> </ul>

Generación 2.5 (2.5G)	GPRS HSCSD EDGE	‡ Utiliza parte de la infraestructura de 2G. ‡ Su velocidad puede llegar a ser 10 veces mayor que la 2G. ‡ Conexión permanente a Internet.
Tercera generación (3G)	UMTS	‡ Aplicaciones multimedia (mp3, animaciones, videoconferencias, etc). ‡ Altas transmisiones de datos. ‡ Internet inalámbrica de alta velocidad.

## Internet

Las primeras investigaciones relacionadas con la Internet que conocemos actualmente fueron desarrolladas en la década de los 60's. En ese tiempo, Estados Unidos tuvo la necesidad de crear un medio de comunicación al cual pudiera tener acceso desde cualquier lugar en caso de un ataque militar.

En el transcurso de los años 60's, son varias las instituciones e investigadores que realizan estudios y presentan artículos sobre teorías de comunicación de redes, recursos compartidos y conmutación de paquetes. A finales de esa década, se cuenta con las bases teóricas para la creación de lo que en un principio se conoció como ARPANET. El protocolo que se utilizaba para la conmutación de paquetes era el NCP (Network Control Protocol)<sup>16</sup>.

En 1971 nace el primer programa de correo electrónico. Se trataba de un programa que combinaba un programa interno de correo electrónico y un programa de transferencia de ficheros. En esta década algunas universidades y empresas de Estados Unidos se conectan a la red y las cuestiones militares dejan de pertenecer a la misma. Poco a poco, en todo el mundo empiezan a crearse redes con diferentes estándares y protocolos, lo que imposibilita la comunicación entre ellas. Para solucionar este problema, en 1974 Vinton Cerf y Bob Kahn diseñan el TCP (Transmission Control Protocol)<sup>17</sup> que se convirtió en el estándar mundialmente aceptado y que permite la conexión de varias redes a la red de redes: INTERNET. Más tarde en 1981, se define el protocolo TCP/IP (Transfer Control Protocol / Internet Protocol)<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> Protocolo de Control de Red.

<sup>17</sup> Protocolo de Control de Transmisión.

<sup>18</sup> Protocolo para Control Transferencias / Protocolo de Internet.



A finales de los 80's, se empieza a hablar de la inseguridad de INTERNET con la aparición de los primeros hackers y crackers. Asimismo, el virus gusano de Morris ataca 6.000 de los 60.000 hosts de Internet.

En 1990, Tim Berners-Lee creó el WWW (World Wide Web)<sup>19</sup>, las bases del protocolo de transmisión HTTP, el lenguaje de documentos HTML y el concepto de los URL. Todas estas herramientas hacen más fácil la interacción con INTERNET, así como las tareas de compartir y encontrar datos.

Se considera a 1995 como el año del nacimiento de INTERNET comercial, ya que es en ese momento cuando el WWW se dispara convirtiéndose en el servicio más popular entre la gente que desea acceder a la red. En estos momentos, INTERNET cuenta con numerosos servicios entre los que podemos mencionar: apoyo a la investigación, educación a distancia, acceso a dependencias del gobierno, comercio electrónico, televisión, radio y operaciones bancarias. La telefonía celular no se quedó atrás y con el desarrollo del WAP se hizo posible la conexión a INTERNET desde teléfonos y dispositivos inalámbricos.

En 1998, se presentó en Estados Unidos el proyecto de INTERNET 2. Se trata de la creación de una red de alta velocidad (entre 100 y 1000 veces más rápida que la actual) destinada a la investigación y educación que utilice tecnología de punta para desarrollar aplicaciones como la telemedicina, videoconferencia de alta calidad, bibliotecas digitales y laboratorios virtuales. En este proyecto participan universidades, empresas y gobierno.

---

<sup>19</sup> Tela de Araña Mundial.

Actualmente, varios países han dedicado recursos al desarrollo de este proyecto que, aunque los primeros desarrollos se dieron en EUA, se ha extendido a casi todo el mundo. Es importante mencionar que INTERNET 2 no pretende sustituir a la INTERNET tradicional, sino que se propone desarrollar aplicaciones que requieren de un ancho de banda mucho mayor y que funcionaran como complemento a las ya existentes.

---

## **CAPITULO 2**

# **REDES DE COMPUTADORAS**

## **2.1. Introducción a las redes de computadoras.**

### **2.1.1. Conceptos básicos.**

En los últimos años ha aumentado significativamente la productividad y rendimiento de las organizaciones y personas, debido al gran progreso tecnológico de la computadora el cual "es un dispositivo capaz de procesar datos y realizar una secuencia de operaciones de acuerdo al conjunto de instrucciones que son almacenadas internamente"<sup>1</sup>. Pero en este capítulo nos enfocaremos a las redes de computadoras (network) que la podemos definir como un sistema de conexión de más de dos computadoras que permite compartir recursos e información.

La información por compartir suele consistir en archivos y datos. Los recursos son los dispositivos o las áreas de almacenamiento de datos de una computadora, compartida por otra computadora mediante la red.

La más simple de las redes conecta dos computadoras, permitiéndoles compartir archivos e impresos. Una red mucho más compleja conecta todas las computadoras de una empresa o compañía en el mundo.

La instalación de una red de computadoras dentro de la organización cumple con varios objetivos, entre los más importantes tenemos:

---

<sup>1</sup> Freedman. Diccionario de Computación. Ed. Mc Graw Hill. España 1993. p.p. 148

- Compartir recursos. Este objetivo tiene una justificación primordialmente económica cuantificable, debido a que varios usuarios de la red pueden utilizar un solo dispositivo, o bien, en caso de que una computadora se sature por exceso de trabajo, a través de la red se puede enviar a otro computadora.
- Transferencia e intercambio de datos y programas. Se almacenan programas y archivos en los servidores de la red a los cuales los usuarios tienen acceso y pueden almacenar sus datos en directorios privados o bien públicos, es decir, de forma que puedan ser visualizados o editados por otros usuarios.
- Agilización de la comunicación. Dentro de una organización la comunicación entre el personal es indispensable y constante, esta actividad se facilita gracias al correo electrónico y transferencia de archivos o documentos que se pueden realizar a través de la red.

### **Componentes de una red**

Una red de computadoras se compone de un equipo de hardware y software.

#### **SISTEMA OPERATIVO DE RED**

El sistema operativo de red se define como un programa que se encarga de administrar y controlar todas las operaciones en una computadora, como la comunicación por la red, o bien, compartir recursos como archivos e impresoras. Los sistemas operativos de red ofrece distintos servicios como:

- Adaptadores y cables de red.
- Nomenclatura global.

- Servicios de archivos y directorios.
- Sistema tolerante a fallos.
- Optimización de acceso al disco (Disk Caching).
- Seguridad en la conexión.
- Puentes (bridges) y routers.
- Gateways (pasarelas).

## SERVIDOR

Es una computadora de gran potencia, que se encarga de llevar el control de la red e interconectar a otras computadoras para compartir periféricos.

## ESTACIONES DE TRABAJO

Son los computadores conectados al servidor que también son conocidos como nodos, y desde ellos se facilita a los usuarios el acceso a los periféricos de la red. En el nodo se ejecuta software para gestionar la conexión a la red, la entrada al sistema, las peticiones al servidor y otras comunicaciones de la red. En cada estación se dirige las peticiones al servidor realizadas por usuarios o aplicaciones a un servidor.

## TARJETAS O PLACAS DE INTERFAZ DE RED

Los computadores que pertenezcan a cualquier tipo de red posee una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico, como Ethernet, ArcNet o Token Ring. El cable de red se conectará a la parte trasera de la tarjeta.

- Ethernet (Red Eterea). Esta red es en bus, se le puede interconectar una serie de estaciones de trabajo en forma lineal. Permitiendo definir una red sumamente extensa. El servidor debe ser de una computadora basada en el procesador 8088 o 8086, usando como Sistema Operativo el NETWARE 86.
- Arc Net (Red de Arco). Es una serie de redes en estrella, trabaja con más de un servidor de red para evitar una degradación de velocidad y facilitar la instalación de estaciones de trabajo.
- Token-Ring. Ésta red es un anillo las computadoras conectadas a la red se comunican todo el tiempo entre sí mediante un paquete de información (token) que está viajando en todo momento a través de la red. Es diseñada para ambientes de oficina que requiera una amplia capacidad de expansión como minicomputadoras o macro-computadoras.

## PROTOCOLOS

Es un mecanismo de reglas y procedimientos para transportar peticiones y/o respuestas logrando establecer comunicación entre los nodos de la red.

## ELEMENTOS DE CONEXIÓN

Aquí nos referimos al equipo utilizado para conectar las estaciones de trabajo al servidor de la red. Este equipo incluye las tarjetas de interfaz de red instaladas tanto en el servidor como en las estaciones, cableado, y otros equipos de conexión, dependiendo del sistema.

### **Servicios que proporciona la red**

#### **ACCESO**

En este servicio se incluye tanto la verificación de la identificación del usuario para determinar cuales son los recursos de la red que puede utilizar.

#### **FICHEROS**

Radica en ofrecer a la red capacidades de almacenamiento de aplicaciones o datos en el servidor.

#### **IMPRESIÓN**

Con este servicio a los usuarios se les permite compartir impresoras de alta calidad entre múltiples usuarios, reduciendo así el gasto.

#### **CORREO**

Si se cuenta con una aplicación de correo, la comunicación se realiza de una manera más eficiente frente a otros sistemas de comunicación a distancia. Además de que se ejecuta con gran rapidez a un menor costo al transmitir iguales cantidades de información.

#### **INFORMACIÓN**

Cada nodo puede hacer uso de información dispuesta para su proceso por las aplicaciones, como es el caso de los servidores de bases de datos.

#### **OTROS**

Si la organización posee una red más moderna, que poseen grandes capacidades de transmisión, le será posible transferir imágenes o sonidos. Con aplicaciones como:



- Estaciones integradas (voz y datos).
- Telefonía integrada.
- Videoconferencia.

### **2.1.2. Topologías de redes**

Podríamos decir que una topología es la configuración de una red o distribución física de cada estación de trabajo en relación a la red y al resto de las demás estaciones.

La persona que establece una topología de red, tiene tres principales objetivos:

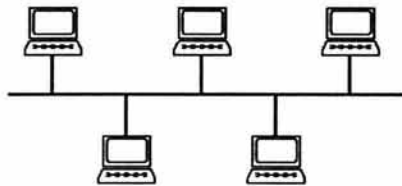
- Proporcionar al usuario un rendimiento óptimo.
- Envío de datos correctamente (fiabilidad), a través de la red.
- Encaminar el tráfico utilizando la vía de coste mínimo entre transmisor y receptor.

Ahora bien, considerando los anteriores objetivos el diseñador de red ya puede elegir la topología más viable para el buen funcionamiento de la organización, como puede ser la topología en estrella, en bus, en anillo, o bien, sus combinaciones.

#### **Topología en bus**

La conexión en una topología de bus se realiza punto a punto, en ella todas las estaciones utilizan el mismo canal donde circula la información, y cada estación elige la información que le corresponde. Esta configuración es la más sencilla y económica de instalar, porque la cantidad de cable a utilizar es mínima y aumentar o disminuir estaciones de trabajo es fácil.

Uno de sus inconvenientes es el control de flujo, cuando varias estaciones deseen transmitir a la vez, solo una podrá lograrlo, debido a que solo existe un bus, por este motivo entre más estaciones tenga la red, más complejo será controlar el flujo. Pese a esto si una estación fallara, esto no afectaría a la red, pero si el cable llegará a tener una ruptura la red quedará inhabilitada.



**Fig. 2.1** Topología de Bus

### **Topología en estrella**

En esta topología todas las estaciones están conectadas de modo bidireccional a una computadora central (servidor de archivos), que se encarga de controlar la información de la red, es decir, todas las comunicaciones se han de hacer a través de esta computadora central.

Esta topología tiene una gran ventaja si una estación de trabajo sufre un fallo no implicará algún problema en el funcionamiento de la red. Además, la configuración es muy flexible y localizar fallos es factible mediante el nodo central. Sin embargo, si se produce un fallo en el nodo central, la red completa se vendrá abajo.

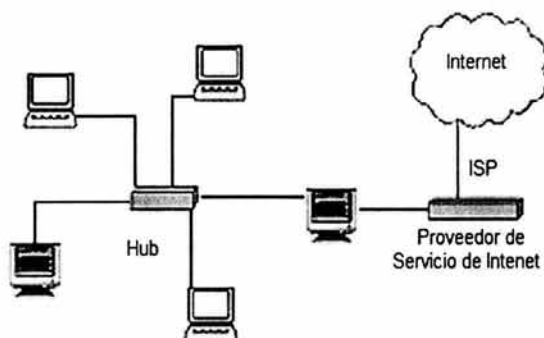


Fig. 2.2 Topología de Estrella

### Topología en anillo

En esta, todas las estaciones están conectadas entre sí formando un anillo y cada una de ellas tiene enlace con otras dos. La información se transfiere secuencialmente de un repetidor a otro, cuando una estación recibe información destinada a ella la incorpora en su memoria, y en caso contrario se encarga de hacerla circular a la próxima estación. Las primeras redes de este tipo, las estaciones trabajaban hacia una sola dirección, pasando por cada estación hasta llegar al computador destino, mientras que las actuales redes tienen dos canales transmitiendo por ambas direcciones. Pero si falla una estación o el canal entre dos nodos, dejará bloqueada la red en su totalidad, además de ser difícil localizar el fallo y repararlo inmediatamente.

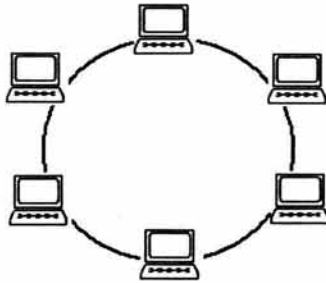


Fig. 2.3 Topología de Anillo

### Topología en árbol

La topología en árbol es similar a la topología en estrella extendida, solo que no tiene un nodo central. En cambio, un nodo de enlace troncal del que parten varios buses secundarios denominados ramas. Al igual que en la topología en bus, las señales se propagan por cada ramal de la red y llegan a todas las estaciones. Además de las ventajas e inconvenientes de las redes en bus, la red en árbol tiene una mayor adaptabilidad al entorno físico donde se instala la red, con lo que el costo de cableado es aún menor.

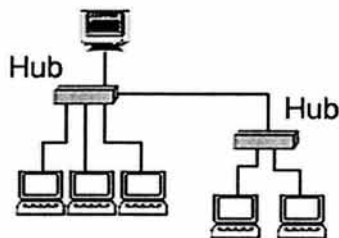


Fig. 2.4 Topología de árbol

**Topología en malla.**

En una topología de malla completa, cada estación se enlaza directamente con los demás nodos.

Las ventajas es que si algún enlace deja de funcionar la información puede circular a través de cualquier cantidad de enlaces hasta llegar a destino. Además, esta topología permite que la información circule por varias rutas a través de la red.

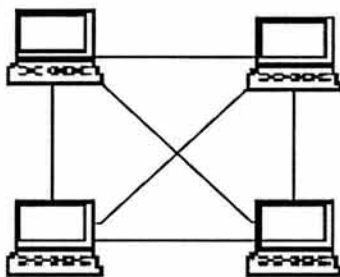


Fig. 2.5 Topología en malla

### 2.1.3. Clasificación de redes.

Según su ubicación se pueden distinguir tres tipos de redes:

#### LAN

Una red LAN<sup>2</sup> es aquella que se expande en un área relativamente pequeña. Esta red se encuentra constituida por un determinado software y hardware como lo es un cable, un servidor y terminales que puede estar formada desde dos computadoras hasta cientos de ellas.

Todas las terminales se conectan entre sí por varios medios y topologías. Comúnmente se encuentra dentro de un edificio o un conjunto de edificios inmediatos, la extensión es de una distancia de entre 10 metros a 1 kilómetro.

Las LAN, son capaces de transmitir datos a velocidades muy altas, algunas inclusive más rápido que por línea telefónica, pero las distancias son limitadas. Generalmente estas redes transmiten datos a 10 y 100 Mbps. y son redes sujetas a un porcentaje bajo de errores en transmisión.

Dentro de este sistema de red, comienza a tomar importancia la WLAN<sup>3</sup> (Red de Area Local Inalámbrica), el cual su transmisión de datos se realiza por medio de ondas de radio, microondas, satélites o infrarrojos.

La velocidad de transmisión de las redes WLAN, va de los 10 a los 100 Mbps, y son el complemento ideal para las redes fijas, por tener capacidad de enlazarse con las redes cableadas.

---

<sup>2</sup> Local Area Network

<sup>3</sup> Wireless Local Area Network

Cuando los usuarios tienen la necesidad de estar en continuo movimiento, este sistema de red es una perfecta solución, haciendo uso de equipos portátiles y de comunicaciones móviles.

También puede ser una excelente alternativa en aquellas organizaciones que no es posible instalar cables para tener acceso a otra de las oficinas, o cuando el mismo cableado puede causar desórdenes y congestiones.

### **MAN**

La red de área metropolitana (MAN)<sup>4</sup> se compone de una interconexión de equipos informáticos distribuidos en una zona que comprende un grupo de oficinas corporativas cercanas.

Este sistema de red en cuanto a acceso, distribución de estaciones y tecnología es similar a las LAN, solo que en una versión de tamaño superior, debido a que la red MAN, contiene un mayor número de nodos, además de que se utilizan normalmente para interconectar redes de área local, que abarcan el tamaño de una ciudad alrededor de unos 10 km. y son propias de organizaciones que cuentan con distintas oficinas repartidas en una misma zona metropolitana.

Por ejemplo, una red de campus, es aquella donde se instala una interconexión con el fin de comunicar diversos edificios que cuentan con una red LAN, dentro de un campus o área industrial.

---

<sup>4</sup> Metropolitan Area Network

La comunicación entre estas redes LAN suelen ser por medio de fibra óptica enterrado, o bien por sistemas basados en ondas de radio y microondas.

## **WAN**

Respecto a una red WAN<sup>5</sup> podemos decir que es un sistema de comunicación de alta velocidad que esta compuesta por interconexiones de varias LAN, pero estas no están limitadas geográficamente en tamaño, incluso pueden estar en continentes distintos. La red de área extensa necesita líneas telefónicas alquiladas o líneas de teléfono normales, fibra óptica o enlaces aéreos, como satélites, para establecer una comunicación.

### **2.1.4. Medios de Transmisión**

#### **Elementos de la comunicación**

En general, para que se pueda establecer cualquier tipo de comunicación se requiere de los siguientes elementos:

- *Emisor*: Es la persona, grupo o máquina que transmite la información.
- *Receptor*: Es el que recibe la información, al igual que el emisor, puede ser una persona, un grupo o una máquina.
- *Código*: Es el conjunto de signos o señales que el emisor utiliza para codificar el mensaje.

---

<sup>5</sup> Wide Area Network



- *Medio de transmisión o canal*: Es el elemento físico por medio del cual el emisor transmite la información al receptor.
- *Mensaje*: Es la información que se está transmitiendo.
- *Contexto*: Son las circunstancias bajo las cuales se establece la comunicación.

Todos estos elementos se relacionan entre sí, ya que el *emisor* envía un *mensaje* al *receptor* a través de un *medio de transmisión*, utilizando un *código*, todo esto, conforme al *contexto* en que se sitúa el acto de comunicación.

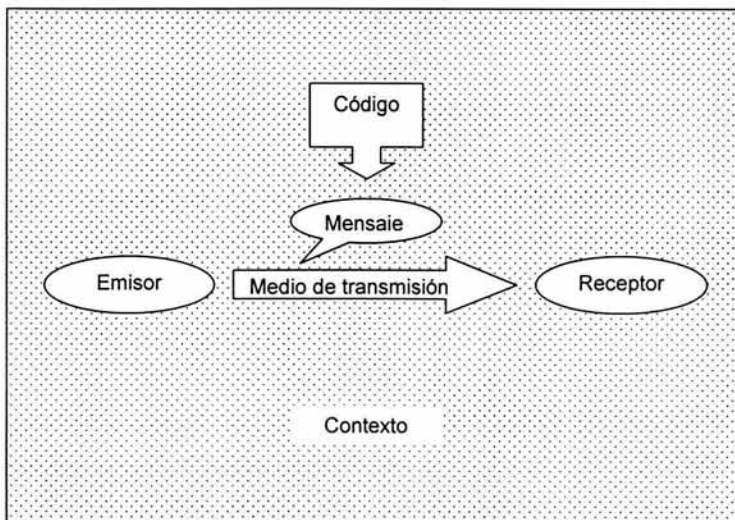


Fig. 2.6 Esquema representativo de interacción de los elementos de la comunicación

En el caso de la comunicación que se establece entre las computadoras que integran una red, la información que se transmite son datos que generalmente se utilizan en procesos posteriores, por eso es importante que el mensaje sea recibido con claridad. De lo anterior, podemos deducir que el medio de transmisión es uno de los aspectos clave en el diseño de una red, puesto que de él dependen la distancia, la velocidad de transferencia, la topología e incluso el método de acceso.

Enfocándonos al tema de las redes de computadoras, se entiende por medio de transmisión a "cualquier medio físico que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas"<sup>6</sup>. El intercambio de información puede existir entre las estaciones de trabajo y el servidor o entre las puras estaciones de trabajo.

### **Técnicas de transmisión**

Para llevar a cabo el intercambio de información, se utilizan diferentes técnicas de transmisión, las más comunes son banda base y banda ancha.

#### **BANDA BASE**

Este método es el más utilizado en redes de área local, consiste en utilizar todo el ancho de banda en cada transmisión, por lo que sólo se puede transmitir una señal simultáneamente. Se recomienda utilizarla sólo en distancias cortas para evitar el ruido y la interferencia que se producen en grandes distancias. Como elemento de conexión, se puede emplear cable de par trenzado y cable coaxial de banda base.

---

<sup>6</sup> Raya Cabrera, José Luis y Raya Pérez, Cristina. Redes Locales.

## BANDA ANCHA

Con esta técnica, varias señales pueden compartir el ancho de banda del medio de transmisión utilizando multiplexación por división de frecuencia, logrando dar la apariencia de que se están utilizando varios medios, uno para cada señal, cuando en realidad se trata de uno sólo.

Esta técnica requiere la utilización de un módem, alcanza distancias de hasta 50 km, además permite usar los elementos de conexión de la red para transmitir otras señales como por ejemplo señales de televisión o señales de voz.

Los elementos de conexión que se pueden utilizar son el cable coaxial de banda ancha y la fibra óptica.

### **Líneas compartidas por multiplexación.**

La multiplexación consiste principalmente en utilizar una línea de alta velocidad para establecer varias comunicaciones de menor velocidad en forma independiente. Con este método todas las terminales pueden transmitir información simultáneamente, por lo que los usuarios tienen la impresión de que están usando una línea individual, sin embargo, lo que sucede es que un solo circuito de transmisión se divide en varios canales para darle servicio a todas las terminales.

Existen los siguientes tipos de multiplexores:

- a) *De frecuencia (FDM)*: Este multiplexor divide el ancho de banda de un circuito en varios canales e incorpora el módem que se necesita.
  
- b) *Temporal (División de tiempo TDM)*: Consiste en dividir el tiempo de transmisión en intervalos iguales. Asigna un tiempo a cada usuario en forma secuencial, de esta manera cada terminal dispone de un tiempo determinado para realizar su transmisión utilizando todo el ancho de banda de la línea.
  
- c) *Multiplexores estadísticos*: Estos multiplexores están compuestos por un microprocesador que se encarga de distribuir el tiempo de uso de la línea de acuerdo a las necesidades de comunicación que haya en cada momento. En caso de que la carga de información sea muy grande, algunos multiplexores tienen la capacidad de almacenar la información, para transmitirla cuando las líneas estén menos cargadas.

### **Tipos de cables**

Los principales medios de transmisión utilizados en las redes de computadoras son el cable de par sin trenzar, el cable de par trenzado, el cable coaxial y la fibra óptica. A continuación se mencionan las características esenciales de cada uno de ellos.

#### **CABLE DE PAR SIN TRENZAR**

Este tipo de cable también es conocido como *Categoría 1*, consiste en un par de hilos sin trenzar recubiertos de una capa aislante externa. Se trata del cable telefónico

tradicional que se utiliza para transmitir voz pero no datos. Su instalación es fácil, pero ofrece poca protección contra las interferencias externas.

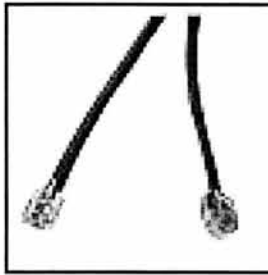


Fig. 2.7 Cable de par sin trenzar

## CABLE DE PAR TRENZADO

Este cable está constituido por varios pares de hilos trenzados y recubiertos de una capa aislante externa, puede ser blindado (STP) con una impedancia de 120 a 150 ohmios o sin blindar (UTP) con una impedancia de 100 ohmios.

El cable STP es menos sensible a las interferencias externas y tiene un ancho de banda superior al del UTP, por lo que se puede utilizar con velocidades y distancias mayores. Sin embargo, es costoso y un tanto difícil de instalar.

El cable UTP implica una instalación muy sencilla, se puede utilizar en topologías de bus, estrella y anillo. Se usa con técnicas de banda base y con un ancho de banda<sup>7</sup> bajo. La distancia en que se puede utilizar es corta y se limita a un único edificio. El

<sup>7</sup> El ancho de banda depende de las características del cable y de su longitud. A mayor ancho de banda mayor velocidad de transmisión.

costo de su instalación es bajo, básicamente depende del número de vueltas del trenzado, del grosor del hilo y del tipo de aislamiento. Si no se instala bien o se dobla demasiado se puede dañar, es bastante vulnerable, sobre todo a interferencias eléctricas, por lo que no se debe instalar cerca de dispositivos que produzcan fuertes campos electromagnéticos. En cuanto a seguridad, las señales que emite pueden ser fácilmente interceptadas por estaciones ajenas a la red.

De acuerdo a sus características se puede clasificar en las siguientes categorías:

- a) *Categoría 2*: Se compone de cuatro pares trenzados y se utiliza para la transmisión de datos a una velocidad de hasta 4 Mbps<sup>8</sup>.
- b) *Categoría 3*: Está compuesto de cuatro pares trenzados y es utilizado para transmitir datos con una velocidad de hasta 10 Mbps en longitudes inferiores a 100 metros por segmento y una longitud máxima de red de 500 metros.
- c) *Categoría 4*: Es un cable compuesto de cuatro pares trenzados y se utiliza para transmitir datos con una velocidad de hasta 16 Mbps. Actualmente este cable está en desuso.
- d) *Categoría 5*: Es un cable de cobre de dos pares trenzados y se utiliza para transmitir datos a una velocidad de hasta 100 Mbps. Actualmente su costo se ha visto reducido, por lo que se ha convertido en el cable más utilizado.
- e) *Categoría 5e*: Esta categoría es una versión mejorada de la categoría 5, trabaja a frecuencias de 100 Mhz y cumple con especificaciones adicionales que han sido

---

<sup>8</sup> Mega bits por segundo

realizadas de forma más estricta como: NEXT, PS-NEXT, ELFEXT y PS-ELFEXT. Con estas mejoras, se pueden tener transmisiones Ethernet y ATM sobre cable UTP sin problemas.

- f) *Categoría 6*: Actualmente ya se puede obtener un cableado de categoría 6, aunque el estándar no se ha aprobado todavía. Esta categoría soporta frecuencias de 250 Mhz (dos veces y media más que la categoría 5).

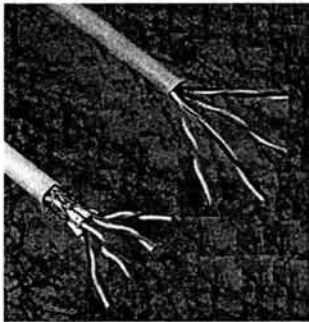


Fig. 2.8 Cable UTP

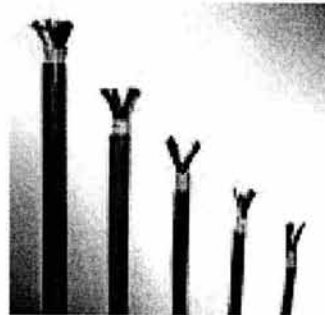


Fig. 2.9 Categorías de Cable UTP

#### CABLE COAXIAL DE BANDA BASE

Este cable está formado por un hilo conductor central rodeado de un aislante que, a su vez, está rodeado por una malla fina de hilos de cobre o aluminio o una malla fina cilíndrica. Todo el cable está rodeado por un aislante que lo protege de las emisiones eléctricas.

Se usa con técnicas de banda base y con un ancho de banda bajo. Su instalación es un poco más complicada que la del cable de par trenzado debido a que se debe introducir en portacables o asegurarse en la pared. Principalmente se utiliza en topologías de bus. Es un cable fiable, fuerte y resistente, pero es vulnerable a interferencias eléctricas y sensible a los ruidos eléctricos, por lo que no se debe instalar cerca de dispositivos que produzcan fuertes campos electromagnéticos. En cuanto a la seguridad, sus señales pueden ser interceptadas por estaciones ajenas a la red y pueden interferir en sistemas de televisión o de radio que se encuentren cerca.

Se clasifica en:

- a) *Cable coaxial grueso (10BASE5)*: También se le conoce como Thick Ethernet, su grosor es de 0.5 pulgadas y alcanza velocidades de 10 Mbps a una longitud máxima de 500 metros de segmento de red.
  
- b) *Cable coaxial delgado (10BASE2)*: También se le conoce como Thin Ethernet, su grosor es de 0.25 pulgadas y alcanza una velocidad de 10 Mbps a una longitud máxima de 200 metros de segmento de red.



Fig. 2.10 Cable coaxial



### CABLE COAXIAL DE BANDA ANCHA (10BROAD36)

Está construido igual que el cable coaxial de banda base, la diferencia radica en que puede tener mayores diámetros y varios grosores de aislamiento. Este cable alcanza velocidades de 10 Mbps a una longitud máxima de 1 800 metros de segmento de red. Puede transmitir miles de canales de datos a baja velocidad. Se utiliza con técnicas de banda ancha, es fiable, fuerte y resistente, además capta sólo interferencias electromagnéticas de baja frecuencia. Se puede utilizar en distancias de varios kilómetros. Su costo es elevado debido al equipo que se necesita para su utilización. Sus señales pueden ser interceptadas por estaciones ajenas a la red, pero no emite señales que interfieran en sistemas de televisión o radio. Se utiliza en topologías de bus y estrella.

### FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica transmite datos usando luz en vez de electricidad. Está formado por un núcleo circular de fibra de vidrio transparente que se encuentra rodeado de un revestimiento de otro tipo de vidrio, que a su vez, se encuentra protegido por una cubierta opaca que absorbe la luz.

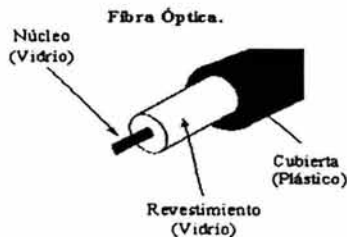


Fig. 2.11 Estructura de fibra óptica

La fibra óptica puede alcanzar velocidades muy altas a grandes distancias sin necesidad de usar repetidores. El producto de la distancia en kilómetros por la velocidad en Mbps no puede ser superior a 30, es decir, que puede alcanzar una velocidad de 50 Mbps en 600 metros o 10 Mbps a 3 000 metros.

Se usa con técnicas de banda ancha y con un ancho de banda muy elevado. Su instalación es difícil porque las conexiones deben de ser muy precisas. En cuanto a distancia, puede llegar a utilizarse en varios kilómetros. El costo de su instalación es muy alto debido a que el cable y el equipo que se necesita para realizarlo son muy costosos. Es un cable fiable, fuerte y muy resistente con un periodo de vida largo, aunque si recibe presión excesiva o si tiene dobleces, es vulnerable a pérdidas de señal. Por el lado de la interferencia, es bastante confiable ya que no capta ninguna interferencia electromagnética. Es bastante segura, pues sus señales no pueden ser interceptadas por estaciones ajenas a la red y no interfieren en sistemas de televisión o radio. Se utiliza en topologías de estrella y anillo.

Los tipos de cables de fibra óptica son:

- a) *Monomodo*: Se utiliza para bajas frecuencias porque el diámetro de su núcleo es muy pequeño y sólo se puede propagar directamente un rayo. Debido a lo anterior, su ancho de banda es muy elevado, lo que permite que sea utilizada en grandes distancias que pueden superar los 10 km.
  
- b) *Multimodo*: La luz se distribuye por la fibra óptica en varios rayos luminosos que siguen un camino propio dentro de la fibra óptica, lo que provoca que su ancho de banda sea menor al de las fibras monomodo. Se utilizan en distancias menores a los 10 Km.

Cables de fibra óptica para exteriores:

- a) Loose tube (cable protegido con gel): Usualmente suele presentarse una serie de fallas e imperfecciones en el funcionamiento de la fibra óptica cuando se presentan moléculas de humedad en la superficie de vidrio. Este inconveniente es conocido como corrosión por tensión. Ahora bien, pensando en evitar este tipo de fallas podríamos considerar la instalación de cable de fibra óptica que se encuentra protegida con gel antihumedad y una cubierta exterior de polietileno que permite resistir a la intemperie. Este tipo de fibra normalmente se utiliza para instalaciones de exteriores de larga distancia, pero tiene un inconveniente, no es resistente al fuego, el cual se debe conectar con una fibra para interiores, lo que ocasiona una instalación costosa.
  
- b) Tight-buffer (cable de protección ajustada): Es un tipo de cable para exteriores, pero tiene una ventaja sobre loose tube, debido a que este, no es necesario conectarse a otro cable para interiores, puesto que Tight-buffer es utilizado para ambos y de este modo se reduce el costo de instalación. Además de contar con una mayor protección, ya que cada fibra se encuentra protegido individualmente por una cubierta.

Dependiendo de su composición, se dividen en:

- a) *Single*: Este tipo se compone de una sola fibra óptica.
- b) *Multitubo*: Este tipo, contiene varios tubos individuales de fibra óptica.

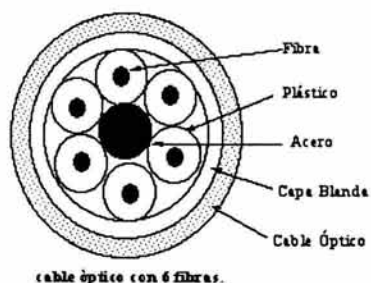


Fig. 2.12 Fibra óptica multitubo

Un sistema de transmisión óptica se compone de las siguientes partes:

- Transmisor de energía óptica:* Se encarga de transformar la señal eléctrica a la frecuencia aceptada por la fuente luminosa, la cual convierte la señal electrónica en una señal óptica que se emite a través de la fibra óptica.
- Fibra óptica:* Se compone de silicio y se conecta a la fuente luminosa y al detector de energía óptica.
- Detector de energía óptica:* Se encarga de convertir la señal óptica recibida en una señal electrónica.

### Medios de transmisión inalámbricos

Cuando una red de computadoras utiliza para la unión de sus nodos un método distinto a los cables, se dice que es una red inalámbrica.

Las redes inalámbricas o sin hilos, facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos. También ofrecen facilidad de instalación, pues no se requieren obras especiales para tender cables en los muros, techos y pisos, además el cambio de topología de red es sencillo sin importar el número de nodos que la integren.

Entre los medios de transmisión inalámbricos se encuentran los rayos infrarrojos, la radiofrecuencia y las microondas.

## RAYOS INFRARROJOS

"Los rayos infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta y que pueden ser interrumpidos por cuerpos opacos"<sup>9</sup>.

Las redes inalámbricas por infrarrojos utilizan un rayo de luz infrarroja para transportar los datos entre los diferentes dispositivos que la integran. Este medio de transmisión puede transmitir señales a alta velocidad (10 Mbps) dado que su ancho de banda es bastante alto. Su señal debe ser muy fuerte, debido a que la luz ambiental puede afectarla. La distancia entre el emisor y el receptor puede alcanzar hasta 200 metros, aunque por lo general se utiliza en redes de un solo cuarto o piso.

Entre sus ventajas podemos mencionar que no se requiere obtener licencia administrativa en ningún país, los componentes que utiliza son económicos y su consumo energético es bajo.

---

<sup>9</sup> Raya Cabrera, José Luis y Raya Pérez, Cristina. Redes Locales.

Estas redes se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- a) *Redes en línea de vista*: Este tipo de redes sólo puede transmitir sus señales si el transmisor y el receptor se encuentran colocados frente a frente, de modo que se puedan ver directamente sin ningún tipo de obstáculo.

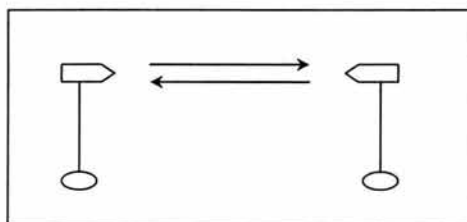


Fig. 2.13 Redes de línea de vista.

- b) *Redes por dispersión de infrarrojos*: Este tipo de red consiste en emitir señales hacia varias direcciones con el propósito de que reboten en las paredes y el techo y así, en determinado momento, establecer contacto con el receptor. Estas redes son efectivas en un área limitada de unos 30.5 metros.

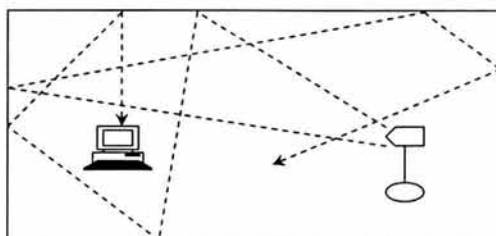


Fig 2.14 Redes por dispersión de infrarrojos.

- c) *Redes por reflexión*: En este tipo de redes de lo que se trata es de que los transceptores ópticos colocados cerca de las computadoras transmitan sus señales hacia un punto común que más adelante redirija las transmisiones a la computadora apropiada.

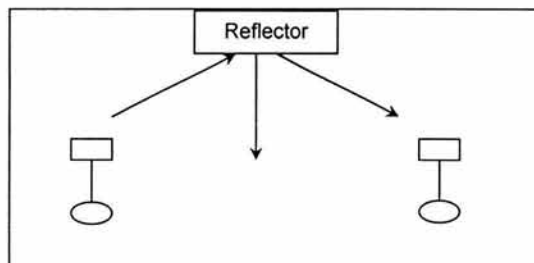


Fig. 2.15 Redes por reflexión.

- d) *Telepunto óptico de banda ancha*: Este tipo de red proporciona servicios de banda ancha, por lo que puede manejar requerimientos de alta calidad multimedia.

## RADIOFRECUENCIA

Al usar las ondas de radio para transmitir información, se está utilizando el aire como medio. La mayor parte de las redes inalámbricas operan en el espectro UHF (Ultra High Frequency)<sup>10</sup> que va desde los 300 Mhz a los 3Ghz. Las redes utilizan la banda de 902 Mhz a 928 Mhz, que es la misma que usan los teléfonos móviles e inalámbricos. Tienen una cobertura de algunos cientos de metros, pero sus velocidades son bajas

<sup>10</sup> Ultra alta frecuencia

comparadas con las de las redes cableadas, pues sólo llegan a los 10 Mbps. Las redes que operan en UHF necesitan obtener una licencia administrativa para poder ser instaladas. Otra característica importante de las ondas de radio es que son omnidireccionales.

Las redes por radiofrecuencia se clasifican en:

*Sistemas de transmisión por radio de banda estrecha o de frecuencia única:* En este sistema el usuario debe sintonizar el transmisor y el receptor a una frecuencia muy precisa, no es necesario alinearlos puesto que el rango de transmisión es de 3 000 metros. La radio de banda estrecha es un servicio de suscripción. Los suministradores de este servicio deben cumplir con todos los requerimientos de licencia de la FCC u organismo nacional equivalente. Este método es relativamente lento, pues la transmisión está en el rango de los 4,8 Mbps.

*Sistemas de transmisión por radio de amplio espectro:* En este caso, las señales se transmiten en un rango de frecuencias. A partir de 1985 la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilicen 1 watt de energía o menos en tres bandas de frecuencias: 902 a 928 Mhz, 2 400 a 2 483.5 Mhz y 5 725 a 5 850 Mhz. A estas bandas se les denomina bandas Industriales, Científicas y Médicas (ICM) porque originalmente estaban destinadas a su implantación con dichos fines. Para aumentar la seguridad y evitar que los usuarios no autorizados escuchen la emisión, el emisor y el receptor pueden cifrar la transmisión.

Algunas implementaciones de radio de amplio espectro pueden ofrecer velocidades de transmisión de 4Mbps a distancias de unos 3,22 kilómetros en exteriores y 244 metros



en interiores, la velocidad típica de 250 Kbps hace que este método sea bastante más lento que otras opciones de red sin hilos.

Para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan una técnica de señal de transmisión llamada *spread-spectrum modulation*. Esta técnica a sido utilizada en aplicaciones militares, consiste en tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia. Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente :

- a) *La secuencia directa (DSSS)*: Esta técnica consiste en mezclar la información que se va a transmitir con un patrón pseudoaleatorio de bits para extender los datos antes de que se transmitan, es decir, cada bit transmitido se modula sustituyéndolo por la secuencia de bits de código del patrón de referencia. Así, la energía de radiofrecuencia se extiende por un ancho de banda mayor y solo los receptores que cuenten con el mismo patrón o código podrán regenerar la información original.

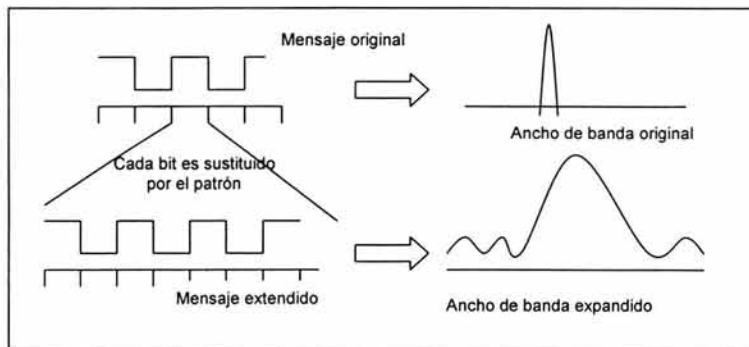


Fig. 2.16 Ejemplo de la técnica de secuencia directa.

- b) *El salto de frecuencia (FHSS)*: Este método es una técnica en la cual los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y en la misma frecuencia predeterminada. Al igual que en el método de secuencia directa, los datos deben ser reconstruidos en base del patrón de salto de frecuencia. Este método es viable para las redes inalámbricas, pero la asignación actual de las bandas ICM no es adecuada, debido a la competencia con otros dispositivos, como por ejemplo las bandas de 2.4 y 5.8 Mhz que son utilizadas por hornos de Microondas.

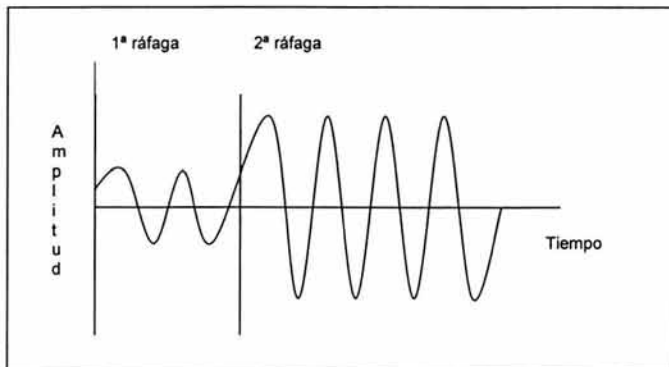
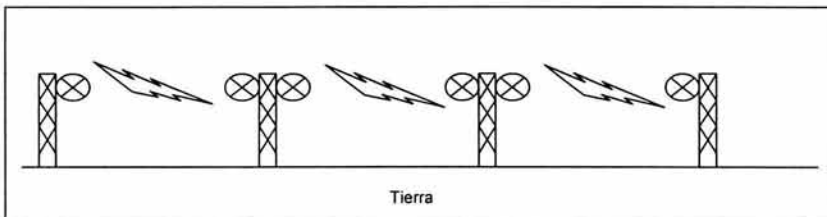


Fig. 2.17 Ejemplo de la técnica de salto de frecuencia.

## MICROONDAS

### *Terrestres*

Las microondas son ondas electromagnéticas que viajan en línea recta utilizando el espectro de SHF(Super High Frequency)<sup>11</sup> que va de los 3Ghz a los 30 Ghz, pueden utilizarse para transmitir voz y datos a gran velocidad, siempre y cuando el emisor y el receptor se encuentren perfectamente alineados y sin ningún obstáculo entre ellos. Las redes inalámbricas operan en la banda de los 18 Ghz o 19 Ghz y llegan a alcanzar velocidades de 10 Mbps a 15 Mbps y distancias de 100m. Al contrario de las ondas de radio, las microondas son unidireccionales y no requieren permisos especiales.



**Fig. 2.18** Las microondas son unidireccionales, por lo que es necesario que el emisor y el receptor estén alineados y sin obstáculos.

### *Vía satélite*

En este caso, se utiliza un satélite artificial que orbite alrededor de la tierra de manera geostacionaria para poder mantener la alineación con el emisor y el receptor. Este satélite recibe la señal de microondas enviada desde la tierra, amplifica la señal y luego la retransmite en la dirección adecuada. El rango de frecuencia que se utiliza para la

<sup>11</sup> Super alta frecuencia

recepción del satélite debe ser diferente al rango al que éste emite, para que no existan interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden.

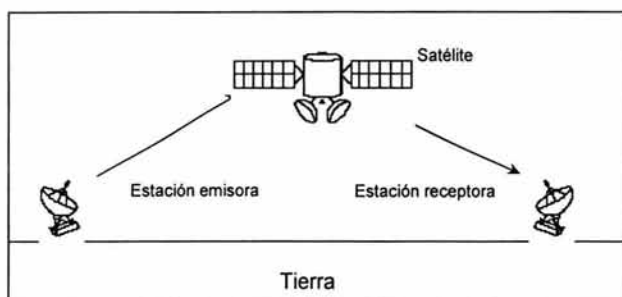


Fig. 2.19 Comunicación vía microondas utilizando satélites artificiales.

Un sistema de microondas consta de:

- Dos transceptores de radio: uno para generar (estación de transmisión) y otro para recibir la transmisión (estación de recepción).
- Dos antenas orientables apuntadas frente a frente para realizar la comunicación de la transmisión de señales por los transceptores. Estas antenas, a menudo, se instalan en torres para ofrecer un mayor rango y para evitar todo aquello que pudiera bloquear sus señales.

Los sistemas de microondas terrestres son una buena opción para la interconexión de edificios en sistemas pequeños y con cortas distancias, como un campus o un parque industrial. Los enlaces vía satélite permiten no solo rebasar obstáculos físicos sino que son capaces de comunicar continentes enteros rebasando distancias sumamente grandes.

### **2.1.5. Normas estándar**

Un protocolo es un "conjunto de reglas que hacen posible el intercambio fiable de comunicación entre dos equipos informáticos"<sup>12</sup>.

En un principio cuando empezaron a aparecer las primeras redes, cada fabricante de computadoras tenía sus propios protocolos. Esto representó un gran problema para los usuarios que adquirirían computadoras de diferentes fabricantes y que deseaban conectarlas en una red, pues resultaba muy difícil establecer una buena comunicación entre ellas.

Para resolver este problema, se empezaron a crear una serie de normas que permiten y regulan la intercomunicación entre computadoras de distintos fabricantes; dichas normas son establecidas por organismos internacionales de normalización que se irán mencionando a lo largo de este tema.

### **Modelo OSI**

La ISO (International Organization for Standardization)<sup>13</sup> diseñó el modelo OSI (Open System Interconnection)<sup>14</sup> que sirve como guía para la elaboración de estándares de dispositivos de computación para redes. Este modelo divide en siete niveles las tareas que se llevan a cabo cuando se establece una comunicación entre computadoras. Cada nivel está bien definido y dispone de protocolos específicos para su control, de manera

---

<sup>12</sup> Raya Cabrera Jose Luis y Raya Pérez Cristina. Redes locales y TCP/IP

<sup>13</sup> Organización Internacional de Normalización

<sup>14</sup> Interconexión de Sistemas Abiertos

que no interfiere con los demás, así, en caso de ser necesario corregir o modificar un nivel, puede hacerse sin afectar a los otros.

Las siete capas o niveles del modelo OSI son:

Nivel 7	Aplicación
Nivel 6	Presentación
Nivel 5	Sesión
Nivel 4	Transporte
Nivel 3	Red
Nivel 2	Enlace de datos
Nivel 1	Físico

## NIVEL FÍSICO

Este nivel se encarga de definir las características eléctricas y mecánicas de la red necesarias para establecer y mantener la conexión física. Esta capa maneja lo concerniente a la intensidad de la señal de red, dimensiones físicas de los conectores, voltajes y cables. Su tarea es la de transmitir bits a lo largo de un canal de comunicación y asegurarse de que los valores enviados sean exactamente los que se reciben.

Algunos de los estándares que maneja son:

- Cables Ethernet 802.3 del IEEE
- Estándar de interfaz de datos distribuidos por fibra óptica del ANSI

#### NIVEL DE ENLACE DE DATOS

En este nivel se establece y mantiene el flujo de datos entre los usuarios. Detecta y corrige errores que se cometen al transmitir los datos por el cable de la red, por ejemplo, problemas por daño, pérdida o duplicidad de paquetes. Este nivel se divide en dos subcapas: el MAC (Medium Access Control)<sup>15</sup> y el LLC (Logical Link Control)<sup>16</sup>.

Maneja los siguientes estándares:

- Enlace lógico (802.2 del IEEE)
- Punto a Punto (PPP)
- Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisión (CSMA/CD)
- Token Ring (802.3 del IEEE)
- Token Ring para fibra (ANSI FDDI)

---

<sup>15</sup> Control de Acceso Medio

<sup>16</sup> Control de Enlace Lógico

## NIVEL DE RED

La labor de este nivel es la de establecer las rutas por medio de las cuales se van a transmitir los datos dentro de la red, además se encarga de la administración y gestión de los datos, la emisión de mensajes y la regulación del tráfico de la red.

Los estándares que se refieren a este nivel son:

- Protocolo de intercambio de paquetes entre redes (IPX) de Novell
- Protocolo Internet (IP)
- Protocolo de entrega de datagramas (DDP) de Apple

## NIVEL DE TRANSPORTE

Este nivel se encarga de proporcionar y mantener el enlace de comunicaciones. Debe asegurar la transferencia de la información a pesar de los fallos que pudieran ocurrir, para ello debe detectar bloqueos, caídas del sistema y buscar rutas alternativas. Principalmente se encarga de recibir los datos que manda el nivel de sesión, dividirlos en unidades más pequeñas y pasarlos a la capa de red, asegurando que lleguen correctamente.

Los estándares que maneja son:

- Protocolo de transporte (TP) de la ISO
- Protocolo de intercambio de paquetes en secuencia (SPX) de Novell
- Protocolo de control de transmisión (TCP)



## NIVEL DE SESIÓN

Este nivel organiza las cuestiones relacionadas con la seguridad, contraseñas y administración del sistema que permiten a dos usuarios comunicarse a través de la red. Crea, mantiene y termina las sesiones de red. Dado que las sesiones permiten que el tráfico vaya en ambas direcciones al mismo tiempo, o en una sola dirección en un instante dado, el nivel de sesión ayuda en el seguimiento de quién tiene el turno.

El protocolo que utiliza esta capa es el protocolo de transmisión (TCP).

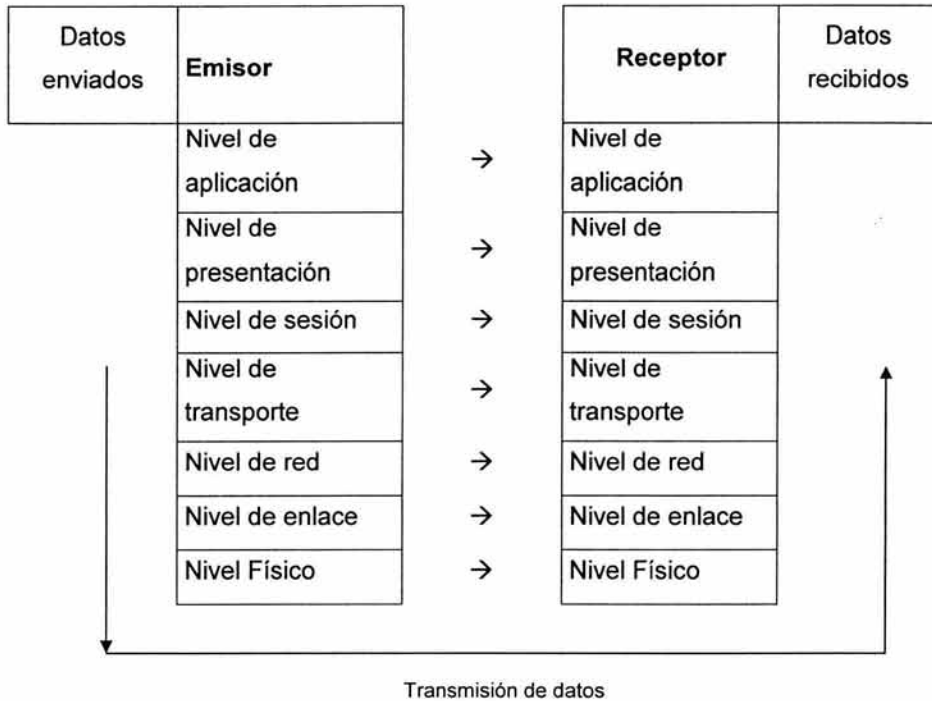
## NIVEL DE PRESENTACIÓN

Se encarga de darle a los datos un formato entendible para los usuarios y para los dispositivos a los que van dirigidos. Se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que se transmite. Controla las impresoras, terminales y los sistemas de codificación.

## NIVEL DE APLICACIÓN

Este nivel es el encargado de efectuar el intercambio de información entre los usuarios y el sistema operativo. Le proporciona funciones a las aplicaciones de usuario y al administrador de red. Entre otros de los servicios que brinda este nivel se encuentran la transferencia de archivos, el correo electrónico, la entrada de trabajo a distancia y el servicio de directorio.

El proceso que se produce desde que un usuario envía un mensaje hasta que llega a su destino se ilustra a continuación:



Algo que es muy importante mencionar, es que los niveles están programados para realizar la transmisión en forma horizontal, entre niveles del mismo tipo, por ejemplo, cuando el nivel de transporte del emisor obtiene un mensaje de la capa de sesión, lo revisa, lo asegura y después lo envía a la capa de transporte receptora.

### **Modelo TCP/IP**

El protocolo TCP/IP fue creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con el propósito de conectar varias computadoras de distintos fabricantes distribuidas en todo el mundo. Actualmente, es el protocolo que conecta a todas las computadoras que integran INTERNET.

Este modelo es un software, lo que quiere decir que puede ser implementado en cualquier tipo de red. Facilita el intercambio de información independientemente de la tecnología y el tipo de redes que se encuentren conectadas.

El modelo TCP/IP consta de 4 capas o niveles que son:

Nivel 1	Proceso (Aplicación)
Nivel 2	Anfitrión a anfitrión (Transporte)
Nivel 3	Internet
Nivel 4	Acceso a la red (Host-Red)

#### **ACCESO A LA RED (HOST-RED)**

En este nivel se lleva a cabo el proceso de enviar y recibir paquetes del medio físico. Su diseño no depende del método de acceso, topología o medio de transmisión, por lo que se puede utilizar TCP/IP para conectar distintos tipos de redes.

## INTERNET

Este nivel se encarga de empaquetar, direccionar y encaminar los paquetes de datos para que lleguen a su destino evitando congestiones en nodos intermedios, para evitar esto, debe conocer la topología de las subredes.

Algunos de los protocolos utilizados en este nivel son:

- Protocolo Internet (IP)
- Protocolo de resolución de direcciones (ARP)
- Protocolo de Internet de control de mensajes (ICMP)
- Protocolo de administración del grupo Internet (IGMP)

## ANFITRIÓN A ANFITRIÓN (TRANSPORTE)

La tarea de este nivel consiste en transportar los datos de manera económica y segura entre el emisor y el receptor, sin importar el número de redes que tenga que atravesar. También se encarga de proporcionar a las aplicaciones los servicios de comunicación y sesión.

Los protocolos que interfieren en este nivel son:

- Protocolo de control de transmisión (TCP)
- Protocolo de datagramas de usuario (UDP)

## PROCESO (APLICACIÓN)

En este nivel se definen los protocolos que utilizan las aplicaciones para el intercambio de datos, contiene las aplicaciones que utilizan los usuarios, por ejemplo, transferencia

de archivos (FTP), acceso a archivos remotos (TELNET) o comunicación entre usuarios de distintas computadoras.

Los protocolos más utilizados son:

- Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP)
- Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP)
- Protocolo de Transferencia de Correo Simple (SMTP)
- Protocolo de Oficina de Correos (POP)
- Terminal virtual y acceso remoto (TELNET)

### **Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE)**

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos es una de las organizaciones más importantes en cuanto a las normas se refiere. Se trata de la organización profesional más grande del mundo, entre sus actividades se encuentran la publicación de numerosas revistas, la programación de un número considerable de conferencias anuales y sobre todo el desarrollo de normas en el área de ingeniería eléctrica y computación.

La norma 802 de este instituto es la que regula todo lo concerniente a las redes de computadoras. En esta norma se indica que una red local es "un sistema de comunicaciones que permite a varios dispositivos comunicarse entre sí". También se definen el tamaño de la red, la velocidad de transmisión, los dispositivos conectados, el reparto de recursos, la fiabilidad de la red, medios de transmisión, topologías y tipos de red, entre muchas otras consideraciones.

En lo que concierne a las redes inalámbricas, fue en 1990 cuando el IEEE comenzó a trabajar en la idea de generar una norma que facilitara la conexión de dos sistemas diferentes y de marcas diferentes de forma que pudieran intercambiar datos , pero fue hasta 1997 cuando la norma IEEE 802.11 se terminó.

Esta norma está relacionada sólo con el nivel físico y la subcapa MAC del nivel de enlace de datos del modelo OSI. En ella, se definen tres opciones de nivel físico:

- Espectro expandido por secuencia directa en la banda de frecuencia 2.4 Ghz. ICM.
- Espectro expandido por salto de frecuencia en la banda de frecuencia 2.4 Ghz. ICM.
- Rayos infrarrojos en banda base.

Al tener la libertad de elegir alguna de estas opciones se tiene cierta flexibilidad de diseño, sin embargo, también obliga a cumplir con otras especificaciones para conseguir la operación de la red.

En cuanto a la capa de enlace de datos, se dispone de tres topologías básicas:

- *Servicio Básico Independiente (IBSS)*: Esta configuración es semejante a una red punto a punto, en la que no se requiere que ningún nodo específico funcione como servidor, como su propio nombre lo indica, las implementaciones correspondientes a esta topología cubren un área limitada y no están conectadas a ninguna red más grande. También se les denomina *red ad hoc*.

- *Servicio Básico (BSS)*: Esta configuración consta de un nodo central o Punto de Acceso (AP) que actúa como centro de transmisión para una única celda inalámbrica por la que se ha de pasar necesariamente cuando se establece comunicación entre dos estaciones. También se le denomina *red basada en infraestructura*.
  
- *Servicio Básico Extendido (ESS)* :Esta configuración consiste en múltiples celdas BSS que pueden unirse a través de cables o de forma inalámbrica. También se le denomina *sistema de distribución*.

Las características que la norma IEEE.11 define para la comunicación por radiofrecuencia son:

- a) Frecuencia de trabajo: 2.4 Ghz en un sistema basado en espectro disperso con ancho de banda de 83 Mhz.
- b) Velocidad de transmisión: Secuencia directa o salto de frecuencia.
  - Secuencia directa. 1 Mbps con modulación DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) y 2 Mbps con DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying). Utiliza cinco sub-bandas de 26 Mhz. Centradas en las frecuencias: 2 412, 2 427, 2 442, 2 457 y 2470 Ghz.
  - Salto de frecuencia. Con 1 o 2 Mbps, emplea la modulación GFSK (Gaussian, Frequency Shift Keying) de dos a cuatro niveles. La banda ancha está dividida en 79 bandas de 1Mhz. Cada banda está sujeta a un mínimo de 2.5 saltos por segundo, utilizando cualquiera de los tres esquemas posibles. Esto asegura que cada paquete enviado puede transmitirse en un solo salto de manera que la información destruida pueda recuperarse en otro salto.

## 2.2 Redes de campus con comunicación inalámbrica

Una Red de Campus (CAN)<sup>17</sup> es una red que une distintos edificios dentro de una zona geográfica limitada como el campus de una universidad o un parque industrial.

Al igual que los otros tipos de redes, las CAN pueden comunicarse a través de cables o medios inalámbricos. En este caso, el tipo de red que se propone instalar en el CAT es de carácter inalámbrico vía ondas de radio, por lo cual, a partir de este punto enfocaremos la investigación a este medio en particular.

### 2.2.1 Funcionamiento general de una red inalámbrica

Una red LAN inalámbrica (WLAN) es un sistema de comunicación de datos flexible, que se utiliza como alternativa o extensión a las redes cableadas. Este tipo de comunicación facilita la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un sólo lugar o donde no es factible la instalación de cables.

Los componentes básicos de una red inalámbrica son:

- Puntos de Acceso (AP)<sup>18</sup>. Son dispositivos que actúan como puntos centrales de acceso en una red inalámbrica. También suelen utilizarse como puentes que unen a los usuarios de una red sin hilos con una cableada.

---

<sup>17</sup> Campus Area Network

<sup>18</sup> Acces Point



- Usuarios o clientes inalámbricos. Son las tarjetas de red inalámbrica que se introducen en las terminales móviles y se asocian a los AP para lograr acceder a los servicios de la red. La conectividad de los usuarios depende de su ubicación, debido a que establecen la conexión con el AP que tenga mayor potencia en la recepción de su señal.

El funcionamiento básico de una red inalámbrica consiste en que cada AP tiene una lista limitada de los usuarios con los que puede asociarse. En el momento de que uno de estos usuarios intenta establecer una conexión, su tarjeta de red inalámbrica manda una señal de radio, la cual es detectada y contestada por el AP consumando de esta manera la conexión.

Cada cliente inalámbrico puede estar asociado a varios AP, lo que le permite desplazarse de una a otra área de cobertura sin perder la conexión.

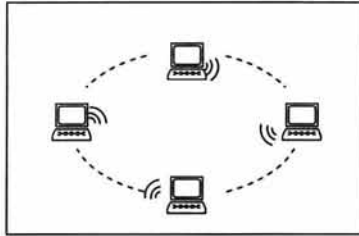
## Topologías

Las redes inalámbricas es posible montarlas de dos formas según las necesidades que se desee cubrir: Ad-Hoc (punto a punto) o infraestructura.

Las redes Ad-Hoc también se denominan Conjunto de Servicio Básico Independiente (IBSS)<sup>19</sup> y tienen un costo bajo y flexible. En este caso, la comunicación entre los diferentes nodos se establece sin ningún servidor.

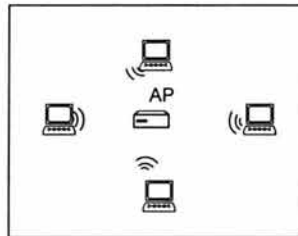
---

<sup>19</sup> Independent Basic Service Set



**Fig. 2.20** Red Ad-Hoc

En las redes de infraestructura, cada nodo de la red envía su información a un AP, el cual se encarga de enviarla a su destinatario.



**Fig. 2.21** Red por infraestructura

### Configuraciones

La configuración de redes inalámbricas más simple es la de igual a igual (peer to peer) la cual consiste en conectar dos computadoras equipadas con tarjetas de red

inalámbrica formando una red independiente, cada máquina tiene acceso a los recursos de la otra, pero no a un servidor central.

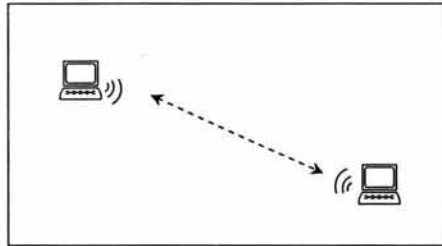


Fig. 2.22 Configuración de una RI de igual a igual

Ahora bien es posible combinar una red inalámbrica con una red cableada dando como resultado una red híbrida, de esta manera se aprovechan los beneficios de ambas.

Esta configuración se realiza con la ayuda de un AP, a través de él, cualquier cliente inalámbrico puede tener acceso a los recursos de la red cableada.

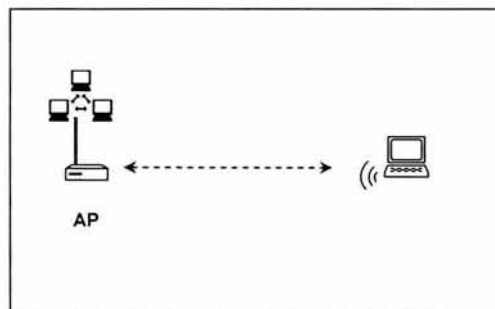
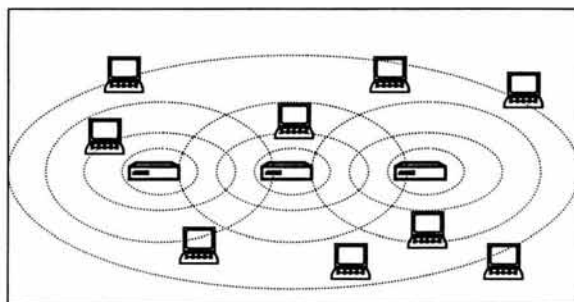


Fig. 2.23 Configuración de una RI utilizando un Punto de Acceso

Cuando se requiere cubrir un área o un número de clientes mayor al que puede soportar un sólo AP, es necesario colocar varios de ellos dando como resultado una configuración un poco más compleja. El propósito de esto, es lograr que las coberturas de los AP se traslapen unas con otras de modo que un cliente se pueda mover de un extremo a otro sin perder la conexión, a esto se le conoce como "roaming" (desplazamiento automático).



**Fig. 2.24** Configuración de una RI utilizando varios AP's y roaming

Por otro lado, si se desea enlazar dos o más LAN's cableadas que se encuentran en distintos edificios, se pueden interconectar colocando una antena en cada uno y conectándolas, a su vez, a un AP, logrando así una conexión edificio-a-edificio (B2B)\*.

\* Building-to-building.

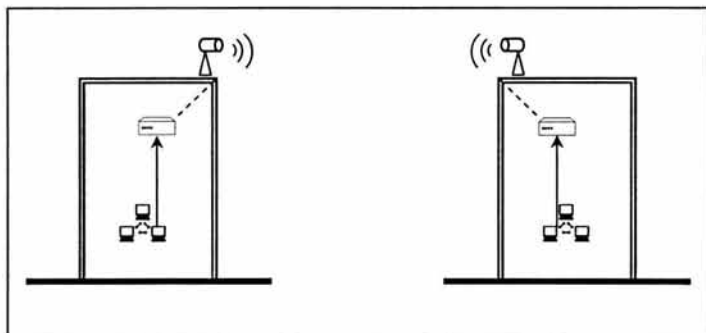


Fig. 2.25 Configuración de una RI utilizando antenas

### 2.2.2 Principales alternativas de comunicación inalámbrica

En el mercado existen numerosos equipos de comunicación inalámbrica que cumplen con las características necesarias para su implantación en una red de campus. Sin embargo, las más representativas son las siguientes:

#### Tsunami de Proxim

Este sistema ofrece una alternativa para instalar una red de campus con una conectividad inalámbrica de 11 Mbps. Proporcionando fácilmente una extensión al

exterior de una red LAN, y de este modo implantar redes inalámbricas de área amplia ("Wireless WAN").

Tsunami punto a multipunto opera en la banda libre dentro de la frecuencia 5.8 GHz, el cual esta basado en la tecnología 802.11a y 802.11b y utiliza el nuevo protocolo de ruteo inalámbrico para exteriores (WORP)\*, este sistema se compone de una o varias unidades suscriptoras (SU) que se comunican con una unidad de estación base (BSU).

El BSU ofrece una antena de 60 grados que comunica desde menos de 1 kilómetro hasta 10 kilómetros y soporta hasta 100 unidades suscriptoras. Ahora bien un sitio concentrador se conforma con seis unidades base que ofrece una cobertura de 360 grados.

Los SU se conectan a las redes y a la alimentación interna utilizando un solo cable de categoría 5, además permite la autoinstalación y cuenta con una señal auditiva de alineación que facilita su instalación.

Para alinear apropiadamente las antenas, instalar cable, la conexión a la red, la configuración de los radios, la prueba y entrega de la señal funcionando, se sigue una serie de instrucciones y procedimientos de instalación que detallan la instalación física de los elementos, incluyendo el montaje de los radios pre-configurados y las antenas.

---

\* Wireless Outdoor Router Protocol

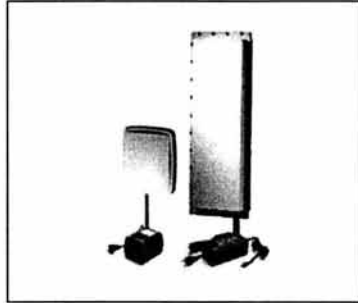


Fig. 2.26 Antenas Tsunami

Tsunami proporciona conectividad segura y confiable entre los edificios de campus, debido a que esta diseñado para contrarrestar la interferencia de los diversos dispositivos inalámbricos, ya que posee la tecnología de rechazo activo de interferencias (A.I.R.), es decir, busca y bloquea automáticamente las señales de interferencia, así las unidades de estación base aseguran que su alcance inalámbrico sea confiable, logrando integrar con facilidad el sistema dentro de las redes y sistemas de administración existentes.



FIG. 2.27 Sistema de red en campus utilizando equipo Tsunami

## Especificaciones

<b>INTERFAZ</b>				
Interfaz Ethernet	Ethernet 10/100 Base-T (RJ-45)			
Protocolo cableado LAN	IEEE 802.3 (CSMA/CD)			
Interfaz inalámbrica	N macho estándar			
<b>CARACTERÍSTICAS DE RADIO</b>				
Canales de frecuencias	ETSI 2400-2483.5 Mhz; 13 canales; potencia de salida 8 o 15 dBm FCC 2400-2483.5 MHz; 11 canales; potencia de salida 15 dBm MKK 2400-2497 MHz; 14 canales; potencia de salida 15 dBm			
Técnica de modulación	Espectro disperso de secuencia directa (CCK, DQPSK, DBPSK)			
Propagación	Secuencia de Chip Barrer CCK 11			
Protocolo de acceso al medio	Encuesta de ruteo inalámbrico exterior (WORP)			
Rango de error de bit (BER)	Mejor que 10-5			
Velocidad de datos	11 Mbps	5.5 Mbps	2 Mbps	1Mbps
Receptor típico	-82 dBm	-87 dBm	-91 dBm	-94 dBm
Retardo de propagación	65 ns	225 ns	400 ns	500 ns
<b>ESPECIFICACIONES FÍSICAS</b>				
Dimensiones	215 x 175 x 40 mm			
Peso	1.08 Kgs			
<b>ESPECIFICACIONES AMBIENTALES</b>		<b>TEMPERATURA</b>		<b>HUMEDAD</b>
Operación/Almacenamiento	0 a 55° C / -20 a 75° C		95% humedad relativa	
<b>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</b>				
Unidad de pared, autosensible, 100/240 VAC; 50/60 Hz, salida 12 VDC, 1.5 A, corriente eléctrica sobre Ethernet (Active Ethernet). Cumple con IEEE 802.3af				
<b>INDICADORES (LEDs)</b>				
3	Power (encendido), actividad de red Ethernet, actividad inalámbrica			
<b>ADMINISTRACION</b>				
SNMP MIB v2c, TFTP y Telnet CLI				
<b>GARANTÍA</b>				
12 meses				
<b>VIDA ÚTIL</b>				
150 000 horas				



### Wireless LAN Access Point 6000 de 3Com

El *Wireless LAN Access Point 6000* es un punto de acceso que se utiliza en combinación con la tarjeta inalámbrica *LAN PC Card con antena XJACK*. Estos dispositivos se encuentran certificados con Wi-Fi, lo que asegura que sean compatibles con una amplia lista de productos de redes inalámbricas disponibles hoy en día.

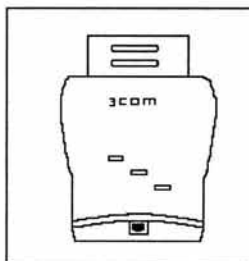


Fig 2.28 Wireless LAN Access Point 6000

La instalación de este equipo se lleva 60 segundos. Con sólo conectar el punto de acceso a una fuente de poder y al switch o el hub de una LAN cableada, el punto de acceso se configurará automáticamente para ser reconocido y comunicarse con clientes inalámbricos, sin la necesidad de ninguna configuración manual. Esta capacidad depende de dos características del AP:

1. **Power-over-Ethernet.** La energía al punto de acceso se proporciona a través de cable Ethernet de categoría 5, esto elimina la necesidad de instalar cables de potencia alterna a los puntos de acceso, ahorrando así tiempo y dinero. Puesto que combina alimentación y datos en un mismo cable los dispositivos de red pueden desplegarse sin la preocupación de tener tomas de alimentación cercanas.

2. Clear Channel Select. Inspecciona automáticamente el ambiente y selecciona el mejor canal de radiofrecuencia disponible al encender el sistema.

Cada punto de acceso soporta hasta 65 usuarios simultáneos a una distancia máxima de 100 metros y a una velocidad de hasta 11 Mbps. Su capacidad de conmutación dinámica, elige de manera automática la velocidad de conexión más adecuada, ya sea de 11, 5.5 ó 1 Mbps, dependiendo de la fuerza de la señal y la distancia al punto de acceso. Esta característica garantiza el nivel más elevado posible de calidad en las conexiones, incluso en ambientes con alta concentración de ruidos.

Soporta las normas inalámbricas IEEE 802.11b y 802.11a, por lo que puede aprovecharse de las velocidades significativamente más elevadas de la más nueva tecnología 802.11a (54 Mbps) y preservar a la vez todas sus inversiones 802.11b (11Mbps) existentes para LAN inalámbrica. El diseño modular de estos puntos de acceso permite elegir entre uno o bien los dos estándares de radio y actualizar más adelante a los más nuevos estándares cuando empiecen a estar disponibles.

En lo que a seguridad se refiere, el Access Point 6000 soporta encriptación de Privacidad Equivalente a Cables (WEP)<sup>20</sup> de 40 bits, pero adicionalmente cuenta con la función Dynamic Security Link que genera automáticamente una clave única de encriptación de 128 bits para cada usuario de la red al comienzo de cada sesión, por lo cual es más segura que las claves WEP, pues éstas son las mismas para todos los usuarios y deben ser cambiadas manualmente.

---

<sup>20</sup> Wired Equivalent Privacy

Asimismo, este punto de acceso cuenta con Auto Network Connect. Esta función le permite a los usuarios desplazarse por varios puntos de acceso y múltiples redes IP, sin tener que pedir manualmente una nueva dirección de IP o saber el nombre de la red inalámbrica (ESSID)<sup>21</sup>. Al encender el aparato o mientras se desplaza entre puntos de acceso, el Auto Network Connect encuentra y se conecta automáticamente a un punto de acceso cercano.

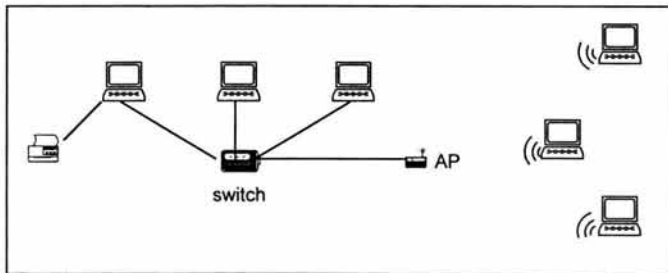


Fig. 2.29 Red híbrida utilizando Access Point 6000

<sup>21</sup> Extended Service Set ID

**Especificaciones**

<b>INTERFAZ</b>	
Interfaz	Wi - Fi Ethernet
Protocolos soportados	TCP / IP, IPX, Net BEUI, DHCP, IEEE 802.11 b, IEEE 802.3
Sistemas requeridos	PC con CD-ROM, WINDOWS Me/2000/98/95 bt INT 4.0 t
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
Distancia de operación	100 metros (328 pies)
Usuarios simultáneos	65
Velocidad de datos	1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps y 11 Mbps
<b>ESPECIFICACIONES FÍSICAS</b>	
Antena perpendicular	208 mm (8.172 in)
Antena paralela	253 mm ( 9.966 in)
Ancho AP	144 mm (5.673 in)
Altura AP	41 mm (1.610 in)
Altura de la antena perpendicular	84 mm (3.321 in)
<b>ESPECIFICACIONES AMBIENTALES</b>	
Temperatura	0° a 55° C
Humedad	10 % a 90% no condensada
Altitud	Arriba de 3000 metros (9800 pies)
<b>GARANTÍA</b>	
12 meses	
<b>SEGURIDAD Y CONFORMACIÓN ELECTROMAGNETICA</b>	
Seguridad	EN60950/A11, IEC 950, CSA22.2#950, UL 1950
Radio	FCCCFR 47 parte 15.247 (249) y 15.209, RSS-139, ETS 300 328, ETS 300 826, RCR STD-33
Ambiental	EN6068
Compatibilidad electromagnética	ICES-003, FCC parte 15 clase B, ETS 300 826, CISPR 22/EN55022 clase B
<b>CONTENIDO DEL PAQUETE ACCESS POINT 6000</b>	
Access Point con antena Fuente y cable de poder Cable categoría 5 (11m/3.5pies) Base para montaje Software y documentación CD-ROM con tarjeta de drivers y site de utilerías CD-ROM tutorial Guía rápida de inicio	

## Canopy de Motorola

El sistema Canopy punto multipunto, es una oferta de banda ancha inalámbrica conformada de un equipo compacto que se puede montar al exterior, por lo que no es necesario utilizar cables o enlaces de microondas. Es un sistema fijo de acceso inalámbrico que consiste en un punto de acceso (AP); una unidad backhaul (BH) y módulos suscriptores (SM) que operan en el espectro de Infraestructura de Información Nacional Sin Licencia (U-NII) a 5GHz.

El AP suministra servicio a una distancia de más de 3 kilómetros que se puede extender hasta 16 kilómetros por medio del kit reflector Canopy. Los SM son los receptores instalados en el sitio del cliente, incluyen un sencillo adaptador de CA y conexión directa Ethernet a una red existente. Un clúster con seis AP (cada una cubre un sector de 60°) puede prestar servicio a 1,200 módulos suscriptores, en todas las direcciones. El BH provee la conexión de Internet al clúster AP desde una localidad remota.

Canopy es extensible para adecuarse a necesidades cambiantes, mayores áreas geográficas, aumento de la población y mayores volúmenes de tráfico. Además, al contar con transceptores adicionales aumenta la capacidad sin causar interferencia.

Las velocidades de transferencia y descarga de Canopy son iguales o mayores que el acceso telefónico, ISDN (Integrated Services Digital Network)<sup>22</sup>, DSL (Digital Subscriber Line)<sup>23</sup>, MMDS (Multichannel Multipoint Distribution System)<sup>24</sup>, por cable o satelital, ofreciendo 6 Mbps. Evidentemente las velocidades de transferencia y descarga

---

<sup>22</sup> Red Digital de Servicios Integrados.

<sup>23</sup> Línea de Abonado Digital.

<sup>24</sup> Sistema Multipunto de Distribución por Microondas.

se ven afectadas por diversos factores, de modo que las velocidades reales pueden variar.

En lo referente a la seguridad, Canopy mejora la seguridad de los enlaces con over-the-air-DES (Data Encryption Standard)<sup>25</sup>, este sistema provee 56/64 bits de encriptación para asegurar la entrega de datos. En algunas áreas, la plataforma también está disponible con AES (Advanced Encryption Standard)<sup>26</sup>. Asimismo, Canopy asigna 128 bits para la autenticación de usuario, de esta manera sólo los clientes autorizados pueden tener acceso al servicio.

El esquema patentado de modulación BFSK (Binary Frequency Shift Keying) de Canopy mejora la calidad de la transmisión de datos y reduce la interferencia provocada por otros sistemas. Por lo que la entrega de datos es altamente confiable.

Todos los dispositivos cuentan con aprobación UL (Underwriters Laboratories Inc.) que es una organización independiente que se encarga de probar y certificar productos para la seguridad pública. Actualmente, la aprobación UL ayuda a las compañías a lograr la aceptación global de sus productos, ya sea un dispositivo eléctrico o un sistema programable.

---

<sup>25</sup> Estándar de Encriptación de Datos.

<sup>26</sup> Norma de Encriptación Avanzada.

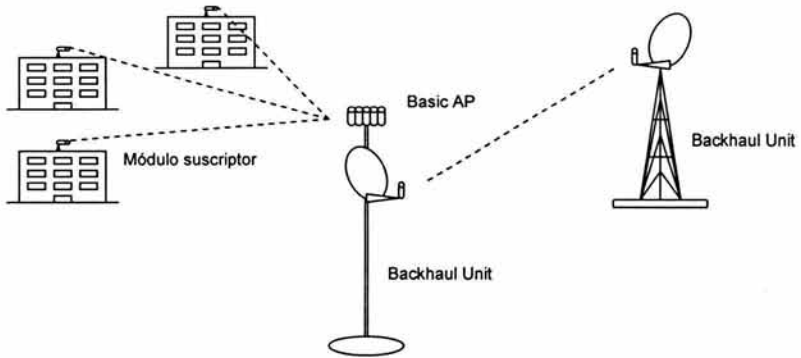


Fig. 2.30 Sistema de red en campus utilizando equipo Canopy

**Especificaciones**

<b>ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO DE PUNTO DE ACCESO CANOPY</b>	
Margen de Frecuencia de Funcionamiento U-NII banda media	5.25 a 5.35 GHz y 5.725 a 5.825 GHz
Método de Acceso	TDD/TDMA
Velocidad de señalización	10 Mbps
Tipo de Modulación	Alto Índice de Modulación BFSK (Optimizado para rechazar la interferencia)
Portadora a Interferencia (C/I)	3dB $10^{-4}$ BER a -65 dBm
Sensibilidad Receptora	-83dBm $10^{-4}$ BER
Margen de Funcionamiento	Hasta 3 kilómetros (2 millas) con antena integrada en la banda de 5.2 GHz. Hasta 16 kilómetros (10 millas) con reflector pasivo en la banda de 5.7 GHz.
Potencia Transmisora	Cumple el Límite FCC UNII ERP
Alimentación de CC	24 VCC a 0.3 Amp (estado activo)
Interfaz	10/100 BaseT, dúplex medio/completo Velocidad autonegociada (en conformidad con 802.3)
Protocolos Usados por CANOPY	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Ruta de Actualización del Software	Descarga a distancia en FLASH mediante enlace de RF
Administración de la Red	HTTP, TELNET, FTP, SNMP
Viento	190 km/hr (118 millas/hr)
Temperatura de Funcionamiento	-30°C a +55°C (-40°F - +131°F)
Peso	0.45 kg (1 libra)
Dimensiones	29.9 cm Al x 8.6 cm An x 8.6 cm P (11.75 x 3.4 x 3.4 pulg.)



<b>ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO SUSCRIPUTOR CANOPY</b>	
Margen de Frecuencia de Funcionamiento U-NII banda media	5.25 a 5.35 GHz y 5.725 a 5.825 GHz
Método de Acceso	TDD/TDMA
Velocidad de señalización	10 Mbps
Tipo de Modulación	Alto Índice de Modulación BFSK (Optimizado para rechazar la interferencia)
Portadora a Interferencia (C/I) - también conocida como fluctuación (jitter)	3dB, 10-4 BER a -65 dBm
Sensibilidad Receptora	-83dBm 10-4 VER
Margen de Funcionamiento (todo clima)	Hasta 3 kilómetros (2 millas) con antena integrada en la banda de 5.2 GHz. Hasta 16 kilómetros (10 millas) con reflector pasivo en la banda de 5.7 Ghz.
Potencia Transmisora	Cumple el Limite FCC UNII ERP
Alimentación de CC	24 VCC a 0.3 Amp (estado activo)
Interfaz	10/100 BaseT, dúplex medio/completo Velocidad autonegociada (en conformidad con 802.3)
Protocolos Usados por Canopy	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Protocolos Compatibles con Canopy	Capa 2 de Transporte Conmutada compatible con todos los protocolos Ethernet comunes, incluyendo IPV6, NetBIOS, DHCP, IPX, etc.
Ruta de Actualización del Software	Descarga a distancia en FLASH mediante enlace de RF
Administración de la Red	HTTP, TELNET, FTP, SNMP
Viento	190 km/hr (118 millas/hr)
Temperatura de Funcionamiento	-30°C - +55°C (-40°F - +131°F)
Dimensiones	29.9 cm Al x 8.6 cm An x 8.6 cm P (11.75 x 3.4 x 3.4 pulg.)
Peso	0.45 kg (1 libra)

<b>ESPECIFICACIONES DEL MÓDULO BACKHAUL CANOPY</b>	
Margen de Frecuencia de Funcionamiento U-NII banda media	5.725 a 5.825 GHz
Método de Acceso	TDD/TDMA
Velocidad de señalización	10 Mbps
Tipo de Modulación	Alto Índice de Modulación BFSK (Optimizado para rechazar la interferencia)
Portadora a Interferencia (C/I) - también conocida como fluctuación (jitter)	3dB, 10-4 BER a -65 dBm
Sensibilidad Receptora	-83dBm 10-4 BER
Margen de Funcionamiento (todo clima)	Hasta 3 kilómetros (2 millas) con antena integrada. Hasta 56 kilómetros (35 millas) si se utilizan reflectores pasivos.
Potencia Transmisora	Cumple el Límite FCC UNII ERP
Alimentación de CC	24 VCC a 0.3 Amp (estado activo)
Interfaz	10/100 BaseT, dúplex medio/completo Velocidad autonegociada (en conformidad con 802.3)
Protocolos Usados por Canopy	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Protocolos Usados por Canopy	Capa 2 de Transporte Conmutada compatible con todos los protocolos Ethernet comunes, incluyendo IPV6, NetBIOS, DHCP, IPX, etc.
Ruta de Actualización del Software	Descarga a distancia en FLASH mediante enlace de RF
Administración de la Red	HTTP, TELNET, FTP, SNMP
Viento	190 km/hr (118 millas/hr)
Temperatura de Funcionamiento	-30°C - +55°C (-40°F - +131°F)
Dimensiones	29.9 cm A x 8.6 cm A x 8.6 cm P (11.75 x 3.4 x 3.4 pulg.)
Peso	0.45 kg (1 lb.)
Con reflector pasivo	(3 kg) (6.5 lbs.)

---

## **CAPITULO 3**

# **ORGANIZACIÓN ACADÉMICA Y ADMINISTRATIVA DEL CAT**

### **3.1. Historia del CAT.**

La Escuela Nacional de Estudios Profesionales Cuautitlán (ENEP-C) fue inaugurada el 22 de abril de 1974 por el Dr. Guillermo Soberón Acevedo, quien en ese entonces era rector de la UNAM, en esta actividad lo acompañó el Dr. Jesús Guzmán García, primer director de la ENEP-C. De este modo se fundó la primera unidad de carácter multidisciplinario fuera de las instalaciones de lo que es Ciudad Universitaria, en ella se impartían las carreras de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Administración, Ingeniería Química, Ingeniería Civil, Químico Farmacéutico Biólogo, Contaduría, Odontología y Derecho.

La creación de la ENEP-C fue con el propósito de resolver el problema de saturación en Ciudad Universitaria y atender la demanda de ingreso a nivel licenciatura en el norte de la Ciudad de México. Esta escuela dependía de la Universidad Nacional Autónoma de México y originalmente estaba dividida en tres campos con una superficie total de 150 mil metros cuadrados. Más tarde, se adquirió el "Rancho Almaraz", actualmente conocido como campo 4, para que los alumnos de Medicina Veterinaria y Zootecnia tuvieran un espacio en el cual realizar sus prácticas e investigaciones.

El campo 3 constituía un sistema de laboratorios para la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica denominado Laboratorio Experimental Multidisciplinario (LEM), en este lugar, los estudiantes ejecutaban sus proyectos de investigación en condiciones e instalaciones adecuadas.

En julio de 1980 la ENEP-C se transformó en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C), debido a la aprobación de nuevos planes y programas de estudio

de las carreras, cátedras de investigación y posgrados impartidos, entre otros acontecimientos. En este período el Ing. Manuel Viejo Zubicaray era entonces director de la institución y fue él quien propuso el 28 de agosto de 1982 la creación del Centro de Asimilación Tecnológica (CAT) de la FES-C.

Este proyecto surgió de la carencia de investigaciones de alto nivel multidisciplinarias e interdisciplinarias y de resolver las necesidades de la industria Metal-Mecánica cercanas a la Facultad, como son las zonas industriales de Tlalnepantla, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Tultepec, Tultitlán y Tepotzotlán entre otras.

El CAT ocupa sólo una parte del área que originalmente se denominó campo 3, puesto que en el resto de la propiedad, así como en lo que fue campo 2, actualmente se encuentra situado el CONALEP plantel Cuautitlán. Por lo anterior, en este momento la FES-C sólo cuenta con tres campos: Campo 1, Campo 4 y CAT.

### **3.2. Organización y funciones del CAT.**

Las instalaciones del CAT están ubicadas en Avenida Dr. Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Este predio tiene una superficie de 59,200 m<sup>2</sup> y cuenta con nueve edificios y una caseta de vigilancia de los cuales ocho son de tipo nave industrial (Fig.4.4).

El CAT es la sede de la Coordinación General de Vinculación, al mismo tiempo que desarrolla diferentes programas de investigación. Este centro está a cargo del Dr. Fermín Viniegra Heberlein quien es el Coordinador General del CAT, con el colaboran el Ing. Benito Guadalupe Cruz como Secretario Técnico de la Coordinación

General del CAT y Vinculación; la Psic. María del Socorro Hernández Araiza como Jefa de la Unidad de Gestión en Vinculación y Servicios Tecnológicos.

Está integrado por los siguientes departamentos:

Departamento de Metal-Mecánica

Unidad de Gestión en Vinculación y Servicios Tecnológicos

Unidad de Granos y Semillas

Departamento de Desarrollo Tecnológico de Máquinas y Herramientas

Dentro del CAT se imparten cursos correspondientes al Posgrado en Ingeniería Mecánica. Este departamento está a cargo del Dr. Jaime Hinojosa y tiene a su disposición dos edificios dentro del CAT, uno de ellos está destinado a las actividades administrativas y académicas de la maestría. Este edificio cuenta con aulas, una sala de cómputo, un almacén general y oficinas. Por el momento el otro se encuentra en remodelación, sin embargo, se tiene previsto que funcione como laboratorio experimental para investigaciones en las áreas de Metalurgia y Mecánica.

El departamento de Metal-Mecánica depende de la Coordinación General de Posgrado y no de la Coordinación General del CAT. Su personal está integrado por académicos, técnicos y algunos tesisistas.

Otro departamento del CAT es la Unidad de Gestión en Vinculación y Servicios Tecnológicos, su principal tarea es detectar e impulsar oportunidades que permitan ampliar la asistencia de la Universidad con su entorno social y productivo, es decir, facilitar la comunicación y colaboración entre los investigadores de la FESC y las empresas privadas, gubernamentales y sociales de su entorno. También se encarga de

brindar asesoramiento a los investigadores de la Facultad en cuanto a lo que se refiere a aspectos normativos relativos en temas de transferencia de tecnología y a tendencias de la tecnología mundial, de esta forma parte de una red nacional de Unidades de Servicios Tecnológicos (UGST).

Además se encarga de preparar contratos y/o convenios de investigación, desarrollo, asistencia técnica y transferencia de tecnología, con las empresas y entidades de los sectores gubernamentales, privados y sociales. Del mismo modo ayuda en el intercambio de personal de investigación entre la industria y la FESC.

Para poder cumplir con este objetivo se brindan distintos servicios como son:

- Soporte técnico y asesoría para la instrumentación de programas y proyectos de vinculación tecnológica.
- Opinión técnica sobre aspectos de protección industrial y contratos de desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología.
- Apoyo en la formación de capacidades de gestión tecnológica y de la vinculación.
- Elaboración de estudios para detectar oportunidades de generación de nuevas modalidades de vinculación.
- Ser una instancia de soporte técnico que apoye la generación y sostenimiento de capacidades de gestión tecnológica y de vinculación de la Universidad con la sociedad y en particular con el sector productivo.

Por su parte, la Unidad de Granos y Semillas (UNIGRAS) fue trasladada de Aguascalientes a las instalaciones del CAT en el año de 1995 con la intención de

apoyar el posgrado en el área agrícola, para cumplir con este objetivo fue necesario remodelar y equipar una de las ocho naves industriales.

Actualmente, esta unidad fortalece las carreras de Ingeniería Agrícola e Ingeniería en Alimentos, puesto que parte de su personal académico imparte asesorías, cursos y clases en ellas. Dicho personal está integrado por investigadores, técnicos académicos, laboratoristas, administrativos y tesistas que realizan investigaciones para sus trabajos en las instalaciones de esta unidad.

El UNIGRAS está formado por los laboratorios de: micotoxinas, entomología, micología, bioquímica y fisiología, además de control de calidad de semillas. Dentro de estas áreas se realizan importantes proyectos de investigación relacionados con los granos y semillas que se utilizan en la alimentación de humanos y animales.

La aportación que se hace a la UNAM con estas investigaciones es el aumento en el acervo de información, en cuanto a la comprobación real de algunas metodologías que ya se encuentran establecidas en la literatura. También se realizan pruebas a diferentes compuestos químicos, a cerca de los cuales aún no existen artículos, y se publican los resultados en revistas, conferencias, ponencias y talleres.

En lo que se refiere a la industria, el UNIGRAS auxilia a empresas privadas que producen sustancias químicas pero que no tienen ni laboratorios adecuados ni personal capacitado para realizar pruebas en ellas. En ocasiones, también colabora con otras universidades o con dependencias gubernamentales.



En cuanto al área de poscosecha su principal función es la investigación de la conservación de frutos tropicales, se compone aproximadamente de cuatro académicos y tesisistas los cuales también apoyan los proyectos de este departamento.

El Laboratorio de Desarrollo Tecnológico de Máquinas y Herramientas se encarga de la Mecánica, es decir, de diseñar piezas y equipo mecánico de acuerdo a las necesidades de los departamentos o empresas que lo solicitan. Apoya a los diferentes departamentos en las investigaciones que éstos realizan reparando o diseñando equipos especiales.

La oficina de este laboratorio se encuentra en el edificio de Posgrado, en ese lugar se realizan los diseños y en el laboratorio se construyen. Actualmente fabrican alrededor de 500 piezas por año, entre flechas, tornillos, roscas, palancas y manijas. Las máquinas que se utilizan son: torno convencional, fresadora universal, taladro fresador con mesa de coordenadas, rectificadora de superficies, esmeril, taladro de columna, segueta mecánica y sierra simple.

### **3.3. Servicios que proveerá la red.**

El objetivo principal de la instalación de una red inalámbrica en el CAT, es proveer al personal que labora dentro del CAT de una rápida conexión a Internet, además de permitir una comunicación interna entre los edificios que lo requieran.

Los servicios que proporcionará la red beneficiarán las áreas administrativas y académicas del centro. Al contar con este servicio, se agilizarán las actividades como es la comunicación interna, puesto que los administrativos suelen comunicarse con el

resto de los departamentos para concentrar información, como son el registro y administración de proyectos. Además el servicio de Internet se utilizará para trámites de inscripción a cursos, solicitud de apoyo técnico y académico a otros campos de la Facultad, particularmente con C1 y C4, además de transferencia de información administrativa, debido a que se tendrá comunicación con las oficinas centrales de la UNAM en Ciudad Universitaria y otros planteles. De igual forma, se tendrá comunicación con entidades externas a la Universidad, lo que facilitará operaciones como el pago de proveedores, adquisición de los recursos necesarios e interacción con empresarios interesados en los servicios que proporciona la FES-C.

Tal es el caso de la Unidad de Gestión en Vinculación y Servicios Tecnológicos que se encarga de difundir el catálogo de servicios de las distintas carreras de la Facultad en el ámbito industrial. Por tal motivo es de suma importancia contar con una comunicación expedita. Además de facilitar el acceso a datos e información como es el giro de la empresa, sector y necesidades de distintas compañías aledañas.

g

Para llevar a cabo su propósito, este departamento debe mantener una comunicación eficaz con las distintas áreas, el cual la comunicación electrónica le será de gran apoyo. Del mismo modo la difusión de dichos servicios podrán realizarse por este medio.

Por ejemplo la Psic. Ma. del Socorro Hernández, encargada de esta área, citó:

*“La red me va a servir principalmente para entablar comunicación con las empresas, es decir, a los ejecutivos empresariales se les envía por medio de un correo electrónico, la información adecuada para dar a conocer nuestra labor y servicios de los que podemos proveerlos, sin tener la necesidad de realizar una visita personal o una llamada telefónica, las cuales en ocasiones son inoportunas o no cuentan con el tiempo*

*suficiente para prestarme la atención adecuada, y así haciendo uso de la red, me facilitaría esta situación, sobretudo porque reduce distancias y de este modo se ahorra tiempo considerable”.*

Además, hoy en día es imprescindible contar con los servicios de una red para poder emprender relaciones con el sector industrial, cualquiera que sea su giro, debido a que la mayor parte de este sector cuenta con esta tecnología, considerándolo como requisito indispensable de comunicación.

En cuanto a las actividades académicas que se verán beneficiadas con la red, destaca el apoyo que recibirán las investigaciones que se realizan dentro del CAT. En este caso, la conexión a Internet se convierte en una importante herramienta de búsqueda bibliográfica que permite un rápido acceso a la información que se publica no sólo en México, sino también en otros países. Los investigadores del CAT tendrán la posibilidad de consultar una gran cantidad de información sin necesidad de trasladarse hasta el lugar en el que se encuentran físicamente las revistas científicas o los libros.

Asimismo, la red servirá como medio de actualización constante de los trabajos efectuados por otras instituciones y de los resultados obtenidos, de esta forma se evitará trabajar en proyectos que ya tienen una metodología comprobada y las investigaciones se enfocarán en temas inéditos o que no han sido estudiados en su totalidad.

Por otro lado, debemos mencionar la importancia que tendrá la red en la difusión de los trabajos realizados en el CAT hacia otras instituciones. La organización de cursos y eventos académicos es uno de los aspectos fundamentales en la propagación de los proyectos, al respecto la Ing. Gabriela Sánchez Hernández, encargada del área de

control de calidad de semillas del UNIGRAS, comentó en una entrevista lo siguiente: *“El hecho de tener una red que nos pueda mantener comunicados, tanto con gente de C1, como de C4, asimismo con diferentes Facultades de nuestra Universidad nos ayudaría bastante. Considero que sí es importante que se tenga esta comunicación, todos los métodos de comunicación que se han ido desarrollando en las últimas décadas ayudan muchísimo a difundir cursos, pláticas o inclusive para la transmisión de videoconferencias. Entonces, quiero pensar que en un futuro podremos tener también un desarrollo en esa área y pues creo que sí es un paso importante para el CAT tener esta red”*.

Ahora bien, con la instalación de esta red se pretende interconectar los edificios que integran el CAT, así que existen actividades internas que se facilitarán. Por ejemplo el caso del Laboratorio de Desarrollo Tecnológico de Máquinas y Herramientas, la oficina se encuentra en el edificio de Posgrado, el Ing. Noe Cortés realiza sus diseños en ese lugar y posteriormente debe trasladar la información que requiere al laboratorio, ya sea en disco o en forma impresa. Con el establecimiento de la comunicación interna, podrá acceder a su material de oficina desde una computadora colocada en el laboratorio.

Por su parte, el edificio de Poscosecha pertenece a UNIGRAS, por lo que se necesita que las dos naves estén comunicadas para facilitar el intercambio de información. Relacionado a lo anterior, el Prof. Enrique Martínez Manrique encargado del laboratorio de bioquímica y fisiología explicó: *“Para nosotros sería muy importante la instalación de la red porque yo podría conectarme a través de la red y transferir archivos, por ejemplo si mi computadora no tiene quemador, puedo transferir los archivos a otra computadora que si lo tenga y hacer la copia, podría imprimir a distancia y podría comunicarme con*

*otro personal del UNIGRAS, porque muchas veces a través de correo electrónico es difícil, debido a que tenemos el límite de espacio”.*

En algunos proyectos se requiere la colaboración de investigadores que se encuentran en otras Facultades o incluso a nivel mundial, como es lógico en ocasiones es imposible trasladarse de un sitio a otro, además de que es lento el envío y recepción de documentos por correo convencional.

Finalmente, la instalación de una red inalámbrica en el CAT, podría ser un recurso para hacer más eficientes las funciones y actividades que se desarrollan en este centro.

---

## **CAPITULO 4**

# **PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA RED DE CAMPUS INALÁMBRICA EN EL CENTRO DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

#### **4.1. Descripción de actividades.**

Las actividades que se deben ejecutar para llevar a cabo este proyecto son las siguientes:

- a) Revisión de las necesidades de utilización de la red.

Para poder definir las características de la red a instalar es preciso identificar plenamente las funciones y actividades que se desempeñan dentro del CAT, al igual que sus necesidades. Para lograr lo anterior, se debe realizar una minuciosa investigación en las instalaciones del CAT que incluya la revisión de textos relacionados con su historia y su organización, así como la realización de entrevistas a los encargados de cada uno de los departamentos que conforman el centro con el fin de conocer a fondo su labor y las actividades específicas que justifiquen la instalación de una red de campus inalámbrica.

- b) Análisis de las tecnologías de comunicación inalámbrica.

Puesto que en el mercado se encuentran diferentes opciones de comunicación inalámbrica, se debe llevar a cabo un análisis a detalle de las más representativas, con el propósito de elegir la tecnología que más se ajuste a las necesidades del CAT.

Los principales aspectos a considerar para la elección del equipo a utilizar son:

1. Ancho de banda. Este aspecto es una de las primordiales condiciones para hacer una selección de dispositivos, ya que uno de los principales propósitos

de la red inalámbrica es la administración e intercambio de información, por lo tanto es necesario que la nueva adquisición, cuente con una expedita conectividad. Sin embargo, debemos considerar que la velocidad de transferencia puede variar debido a distintos factores ambientales, por tal motivo el equipo debe garantizar el nivel más elevado posible de calidad en conexión.

2. Experiencia de la marca. Se debe tomar en cuenta la experiencia que tienen las marcas en el desarrollo de tecnología inalámbrica, ya que al considerar la calidad y funcionalidad de sus productos, se deduce que el equipo presentado cumple con especificaciones similares.
3. Soporte del proveedor. El respaldo que recibe un producto por parte de su marca siempre es significativo. En este caso lo importante es que el proveedor muestre pleno conocimiento del equipo y que garantice la solución de los problemas técnicos que se pudieran presentar a futuro.
4. Costo. El costo del equipo representa uno de los puntos más importantes que se deben considerar en el momento de realizar la elección definitiva. La selección del equipo debe ser acorde a los recursos monetarios con los que cuenta la organización para invertir en el proyecto.
5. Costo de operación. En ocasiones enfocarnos solo al costo del equipo es un descuido, y no se consideran una serie de gastos posteriores que implica el funcionamiento del nuevo equipo. Derivado de esto se debe llevar a cabo un estimado de los gastos que se ocasionarán después de que se realice la



instalación, como por ejemplo el consumo de energía y gastos de mantenimiento.

c) Cotización de los diferentes presupuestos presentados.

Después de realizar el análisis tecnológico y de haber optado por algunos equipos que cubran las principales necesidades, se procede a realizar una cotización de cada uno de ellos, derivando un análisis económico, para conocer el equipo que más se adapte a las posibilidades financieras de la institución.

d) Cálculo de recursos.

Es significativo conocer los recursos con que cuenta actualmente el CAT, así, al momento de adquirir el nuevo equipo, se puede evitar gastos y actividades superfluos, que repercutirían principalmente en lo financiero. El cálculo de recursos principalmente consiste en conocer el hardware que se encuentra en funcionamiento, así como la ubicación actual de cada uno de estos dispositivos. También es necesario considerar el equipo, que por el momento no tiene actividad alguna, pero que está considerado a futuro.

e) Análisis de la ubicación física de los equipos de comunicación.

Finalmente cuando ya se conoce los dispositivos que se utilizarán en la instalación, se hace una exploración del lugar donde se colocarán los equipos, considerando su cobertura, además de buscar la mejor línea de vista entre las antenas, es decir el lugar donde se acierte a una mayor recepción entre ellas, así como las posibles conexiones

eléctricas. También se debe considerar una zona que cuente con cierta seguridad física, o donde se pueda realizar una protección a las mismas.

f) Análisis de necesidades adicionales.

Al momento de la instalación se pueden presentar una serie de situaciones que no se tenían consideradas y que pueden llegar a entorpecer el buen funcionamiento de la red. Ahora bien, para solucionar estos detalles en ocasiones es necesario la adquisición de nuevos materiales no previstos o bien realizar adaptaciones para poder llevar a cabo la instalación y el buen funcionamiento de los dispositivos.

g) Cuantificación de materiales.

Se debe elaborar una lista detallada de todos los materiales necesarios para la instalación de la red inalámbrica. Para mantener un control eficiente, en esta lista se deben mencionar los siguientes aspectos: el nombre del material, una breve descripción de sus características principales y la cantidad utilizada.

h) Instalación y configuración de los equipos.

Una vez seleccionado el equipo y realizado el análisis de la ubicación física de los componentes se debe llevar a cabo su instalación y configuración. Para configurar la red se deben conocer los parámetros óptimos de funcionamiento de los equipos, algunos de los cuales pueden variar dependiendo de su ubicación.

i) Documentación del proyecto.

Durante la realización de este proyecto se deben documentar los fundamentos teóricos y las cuestiones técnicas de la red. Es conveniente hablar de los orígenes de la tecnología inalámbrica, así como de los conceptos básicos y su evolución para entender mejor su funcionamiento. Por otro lado, se debe especificar la situación actual del CAT, describir su organización y las actividades que se desempeñan dentro de él en el momento en el que se efectúa la instalación. El aspecto técnico se refieren a la descripción del proceso de instalación de la red, desde la selección del equipo hasta su puesta a punto, igualmente es necesario asentar todos los detalles relacionados con el proceso de configuración del equipo. La intención de llevar a cabo esta documentación de la red es que la información se encuentre clara, precisa y disponible en cualquier momento para facilitar la solución de problemas, labores de mantenimiento y movimientos de actualización, entre otras actividades futuras.

#### 4.2. Programa de trabajo.

ACTIVIDAD	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión de las necesidades de utilización de la red	■	■	■									
Análisis de las tecnologías de comunicación inalámbrica				■	■							
Cotización de los diferentes presupuestos presentados					■	■						
Cálculo de recursos							■					
Análisis de la ubicación física de los equipos de comunicación								■				
Análisis de las necesidades adicionales								■				
Cuantificación de materiales									■		■	■
Instalación y configuración de los equipos											■	■
Puesta a punto												■
Documentación de la red		■	■	■	■	■	■	■	■		■	■

#### **4.3. Cotización de los diferentes presupuestos presentados.**

El costo aproximado de cada una de las tres soluciones inalámbricas que se consideraron en el Tema 2.2 se presenta a continuación.

a) Tsunami de Proxim.

Este sistema de red se compone de unidades suscriptoras de las cuales serán necesarias ocho y una unidad base. Para la instalación de este sistema, es necesario cable de categoría 5, para conectar la unidad suscriptora a las redes locales.

La adquisición de los productos de Proxim que son necesarios para la instalación de la red da un estimado total de: US\$ 12,201.

b) Wireless LAN de 3Com.

Si se opta por utilizar el equipo de 3Com se necesitarán ocho equipos Access Point 6000, los cuales se ubicarán en cada uno de los edificios y a su vez se conectarán al switch de la subred por medio de cable UTP categoría 5.

El costo de esta solución es de aproximadamente US\$ 5 ,092.

c) Canopy de Motorola.

Si se elige la solución que Canopy ofrece, el equipo necesario para su instalación se compondría de ocho módulos suscriptores, un punto de acceso y un Backhaul. En esta opción también se utilizaría cable UTP para exteriores categoría 5 para conectarse a la red de cada edificio.

El costo total de los equipos es de alrededor de US\$ 9 ,706.

#### **4.4. Justificación de la opción elegida.**

El Wireless LAN Access Point 6000 de 3 com se descartó debido a que es un equipo no apto para exteriores, lo cual implicaría realizar otro gasto al invertir en su protección, además su tecnología no es apropiada para la red de campus que se pretende establecer, esto es porque la distancia más grande que hay entre dos edificios en el CAT supera los 100 m de cobertura que ofrece este producto.

Por lo que se refiere a Tsunami de Proxim, esta opción no es viable para el proyecto debido a su elevado costo de equipo; carece de un soporte eficaz por parte del proveedor y en su instalación requiere de actividades más complejas durante la alineación y configuración de los radios comparados con los que se requieren en el producto de Motorola.

Una vez analizadas las características de cada una de las opciones inalámbricas se optó por utilizar equipo Canopy de Motorola en la instalación de la red de campus inalámbrica en el CAT, principalmente porque cubre las necesidades requeridas en el centro como conectar los ocho edificios del CAT e integrar las redes LAN a esta red de campus en forma rápida y sencilla sin aditamentos especiales dado que los radios están diseñados para ser colocados a la intemperie y resistir los cambios climáticos. Además de su sencilla instalación y configuración de red de campus, su costo accesible y proveer un soporte eficiente.

#### 4.5. Cálculo de recursos.

Área	Hardware	Cantidad	En servicio
OFICINAS	Pc's	10	10
	Servicios	11	10
	Switch	1	1
POSGRADO	Pc's	4	4
	Servicios	17	3
	Switch	1	1
LABORATORIO DE METAL- MECÁNICA	Pc's	4	-----
	Servicios	-----	-----
	Switch	-----	-----
UNIGRAS	Pc's	8	8
	Servicios	9	8
	Switch	1	1
POSCOSECHA	Pc's	4	4
	Servicios	4	4
	Switch	1	1
AULA DE USOS MÚLTIPLES	Pc's	1	1
	Servicios	12	-----
	Switch	1	-----
LABORATORIO DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	Pc's	1	1
	Servicios	-----	-----
	Switch	-----	-----
UNIDAD DE GESTIÓN Y VINCULACIÓN	Pc's	2	2
	Servicios	11	1
	Switch	1	1

#### 4.6. Cuantificación de materiales.

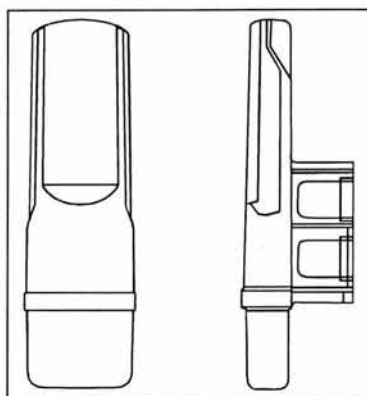
Cantidad	Nombre	Descripción
1	BH Canopy de Motorola	El margen de frecuencia es de 5.725 a 5.825 GHz a una velocidad de 10 Mbps.
1	AP Canopy de Motorola	El margen de frecuencia es de 5.25 a 5.35 GHz y 5.725 a 5.825 GHz, a una velocidad de 10 Mbps.
8	SM Canopy de Motorola	El margen de frecuencia es de 5.25 a 5.35 GHz y 5.725 a 5.825 GHz, a una velocidad de 10 Mbps.
150 m.	UTP para exteriores categoría 5e con gel	Cable para transmitir datos a 100 Mbps, es de cobre de dos pares trenzados cubierto con gel para protegerlo de la intemperie.
1	Caja metálica	Caja metálica de 50 cm. de alto, 60 cm. de ancho y 25 cm. de profundidad. La cual servirá de protección a las fuentes del AP y BH.
12 m.	Cordón eléctrico	El cordón eléctrico se conectará en el departamento de Poscosecha para proveer de energía a las fuentes que se encuentran dentro de la caja.
11 m.	Tubo PVC	Ducto de tubo PVC de 1" para proteger el cable UTP de la conexión entre el AP y el departamento de Poscosecha.
2 m.	Tubo galvanizado	Tubo galvanizado, que servirá para elevar la antena de oficinas y así mantener una línea de vista con el AP ubicado en la torre.
1	Torre	Se construirá una torre de aproximadamente 33 m. de altura, con metal, ángulos y macizos, donde se ubicarán el AP, el BH, las lámparas, el sensor y el pararrayos.
2	Lámparas sensitivas	Lámparas de 127 V. y 30 watts, las cuales funcionan como señalización aeronáutica de acuerdo al reglamento gubernamental.
1	Pararrayos	El pararrayos protegerá el equipo instalado, de una posible descarga ocasionada por un rayo, éste se encuentra aterrizado a tierra física en una placa de cobre y con una mezcla de sales.
600 m	Acero inoxidable	El acero inoxidable de 1" servirá como tensores a la torre.
30 m.	Malla ciclónica	La torre estará circulada por medio de una malla ciclónica, para prevenir posibles accidentes con los tensores que sostienen la torre, así como evitar el acceso a personas no autorizadas.
30 m.	Alambre con púas	Para complementar la seguridad proporcionada por la malla ciclónica el alambre con púas se colocará en la parte superior de ésta.



#### **4.7. Instalación y configuración.**

La instalación y configuración de los equipos se divide en las siguientes actividades:

- 1) Colocar una torre sobre la cual se situarán tanto el AP como el Backhaul, que serán los encargados de establecer el vínculo entre los edificios y proporcionar el servicio de Internet. La ubicación óptima de la torre se debe realizar tomando en cuenta que el AP tiene una cobertura de  $60^\circ$  y que los ocho edificios deben quedar dentro de esa área (Fig. 4.5).
- 2) Situar el Backhaul en la parte más alta de la torre para eliminar los obstáculos que pudieran interferir en la recepción de la señal que suministra la conexión a Internet como vegetación, techos metálicos y vehículos, entre otros.
- 3) Situar el AP en la torre a una altura de 15 metros debido a que se debe montar a un nivel más alto de otros objetos localizados inmediatamente alrededor de éste como árboles o edificios, además se deben evitar los sitios con alta energía RF. En la Fig. 4.1 se muestra un AP en dos ángulos.



**Fig. 4.1** Módulo Suscriptor (SM) o Punto de Acceso (AP).<sup>1</sup>

- 4) Las antenas de los edificios se aseguran en un mástil de antena típico utilizando abrazaderas de manguera de acero inoxidable, o cualquier otro material equivalente adecuado. Puesto que cada SM requiere estar conectado permanentemente a esta energía se deben colocar en un lugar cercano a una conexión eléctrica, además, se debe tomar en cuenta la ubicación física del switch de la LAN de cada edificio, esto es porque la forma en que estas redes se integraran en la red de campus es conectando cada AP al switch correspondiente (Figuras 4.6 a 4.13).

---

<sup>1</sup> A primera vista los SM y AP son prácticamente iguales, las diferencias radican en sus componentes internos y en una placa de identificación que cada equipo tiene en la parte posterior. En estas placas se indica si se trata de un SM o un AP.

- 5) Una vez determinada la ubicación física de las antenas en el exterior de los edificios se deben conectar los adaptadores de corriente AC al enchufe RJ45 de los SM y al switch mediante cable Ethernet (Fig. 4.2), para lo cual se requiere liberar la cubierta de la base del SM bajando una palanca que se encuentra en la parte posterior de esta cubierta y dejando al descubierto los conectores de sincronización RJ45 (Ethernet) y RJ11 (GPS), así como los LED de diagnóstico (Fig. 4.3) que indican la condición del sistema y se utilizan para la alineación.

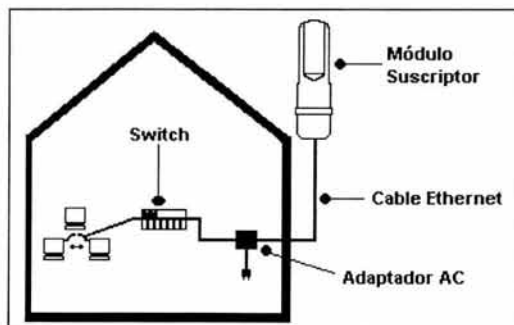


Fig. 4.2 Conexión de un Módulo Suscriptor (SM) a la red local.

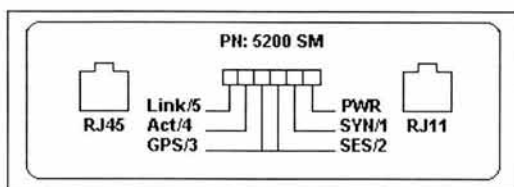
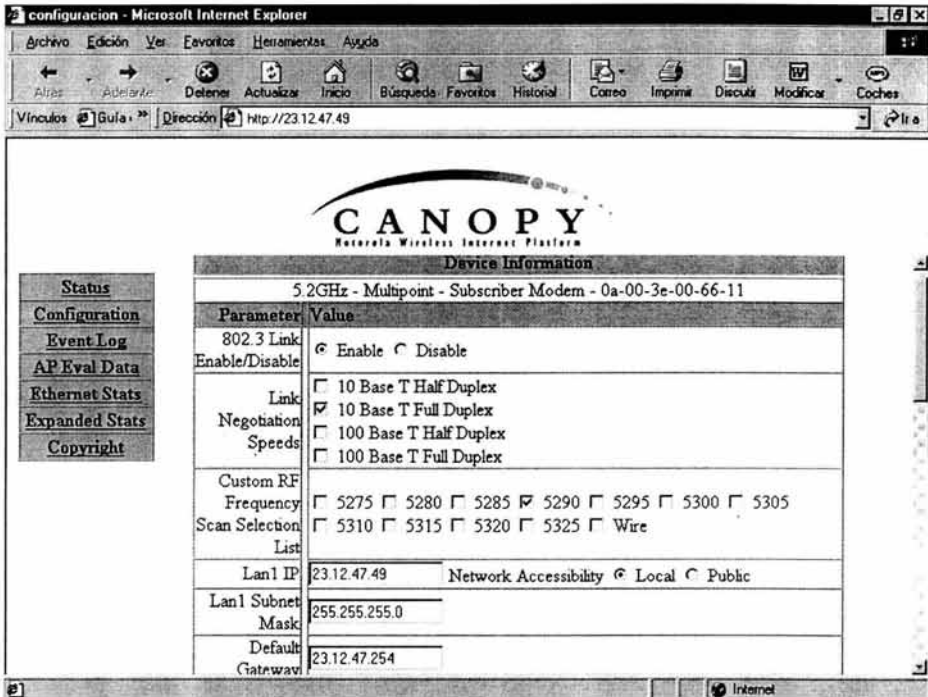


Fig. 4.3 Parte inferior interna de un SM.

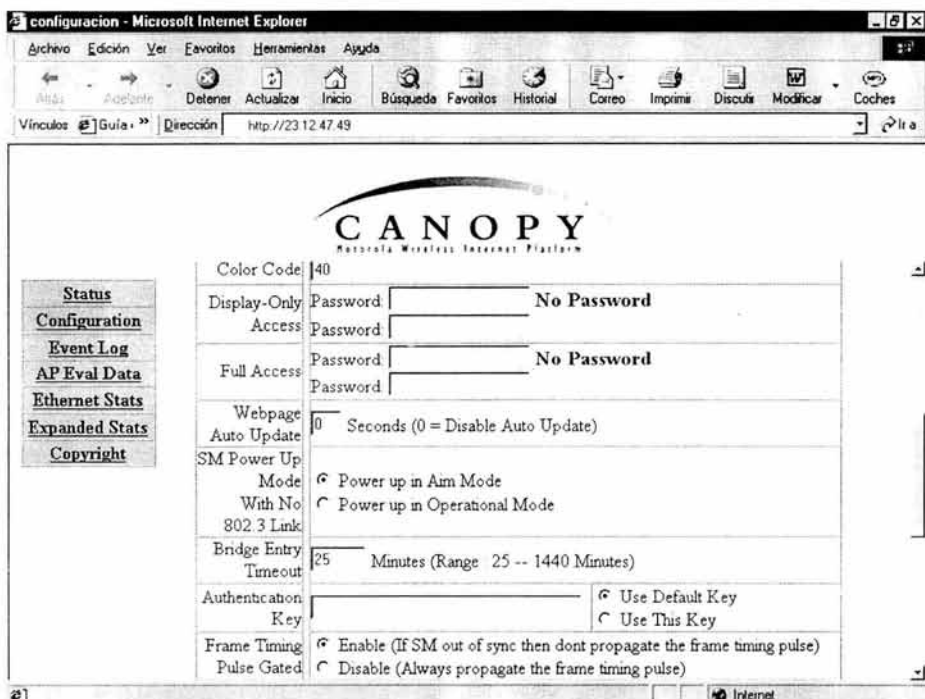
- 6) Para realizar la alineación se debe utilizar un navegador de Internet en el cual se ingresa la dirección web predeterminada URL para los SM de Canopy (<http://169.254.1.1>). En el monitor se despliega una página web que contiene un menú con las siguientes opciones: "Inicio", "Estado", "Configuración", "Alineación", "Registro de evento", "Datos AP Eval", "Prueba de enlace" y "Estado de paquete". Se selecciona la opción "Alineación" para desplegar una página en la que se encuentra una gráfica de barras idéntica a los LED de SM, con esta barra se puede identificar la resistencia de la señal. Para verificar la alineación del SM se debe asegurar que el SYN/1 LED este encendido continuamente, si no es así, se debe girar un poco la antena.
  
- 7) Es necesario asignar direcciones IP únicas para cada SM para poder acceder a la página de configuración de los equipos por medio del navegador de Internet. Se escribe la dirección IP del módulo suscriptor para desplegar la página en la que se encuentran los parámetros de la siguiente tabla:

Parámetro	Descripción
Lista de selección de monitoreo de frecuencia RF personalizada (SM)	Determina cuales son las frecuencias que monitorea el SM. El valor predeterminado es monitorear todas las frecuencias.
Lan 1 IP	Determina la dirección IP del SM a través del cable Ethernet. El valor predeterminado es 169.254.1.1
Enmascaramiento de subred Lan 1	Determina el enmascaramiento de subred para el SM. El valor predeterminado es 255.255.0.0
Compuerta predeterminada	Determina la compuerta predeterminada para el SM. El valor predeterminado es 169.254.0.0
Código de color	Este parámetro determinará en qué Punto de Acceso se registrará el SM. El AP y el SM deben tener el mismo código de color cuando se realice el registro. El rango para este parámetro es 0 a 254. El valor predeterminado es 0..
Modo de encendido SM con vínculo No 802.3	Determina cuál es el modo en que estará el SM cuando se aplique energía y no esté conectado a ningún dispositivo conectado en red. Los dos modos son modo de alineación o modo operativo. El valor predeterminado es encendido en el modo operativo.
Auto actualización de página web	Determina la frecuencia con que se actualizarán las páginas web automáticamente. Esta medida es en segundos. El valor predeterminado es 0, lo que nunca actualizará las páginas web.
Acceso "sólo desplegar"	Se introduce una contraseña para que el estado de las páginas sea "sólo desplegar". El valor predeterminado es sin contraseña.
Acceso total	Se introduce una contraseña para permitir acceso total (ver y cambiar) a las páginas web. El valor predeterminado es no tener ningún valor.

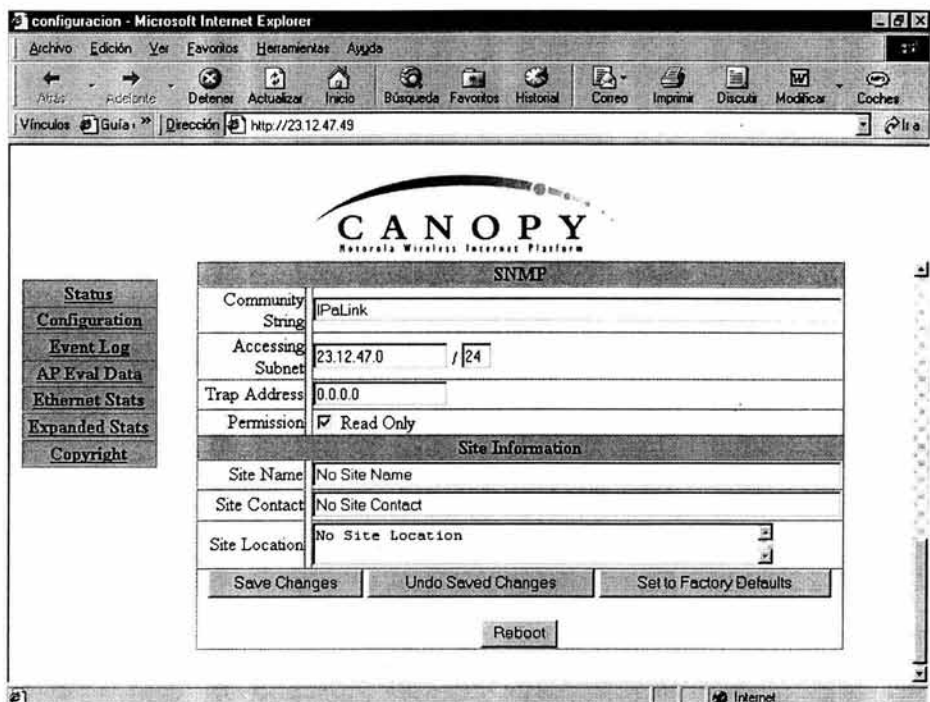
A continuación se muestra un ejemplo de la página de configuración de un SM:



Lo primero que podemos observar son algunas características generales del dispositivo, así como las opciones de habilitar o deshabilitar el estándar 802.3 del ISO, determinar la velocidad de datos y elegir la frecuencia sobre la cual serán transmitidas las señales. Un punto importante en esta parte es que en el momento de elegir la frecuencia se debe tener la precaución de no seleccionar una que ya esté siendo utilizada por otra red que se encuentre trabajando con equipos Canopy en un radio de 2 km. Después se deben determinar las direcciones IP correspondientes a cada SM o AP, a la subred y los valores del Gateway.



Utilizando la barra de desplazamiento, podemos continuar estableciendo valores como el código de color, el modo en el que trabajará el SM (modo operacional o de alineación) y habilitar o deshabilitar el frame timing pulse. También es posible controlar mediante una contraseña el estado de las páginas (acceso completo o sólo desplegar) y establecer cada cuantos minutos se actualiza la página.



El SNMP (Simple Network Management Protocol) es un protocolo para la administración de redes, en este caso Canopy contempla la posibilidad de utilizarlo para gestionar los nodos de una red. Por último se puede especificar que la información es de sólo lectura o que puede ser modificada, guardar los cambios realizados, anular los cambios y regresar a la configuración anterior o establecer los valores predeterminados.



#### 4.8. Puesta a punto.

a) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el edificio de Oficinas.

DETALLE DE CIRCUITO					
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:	
DATOS DEL CLIENTE					
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán	
Responsable(s):	Moisés Hernández			Teléfono(s):	
Dirección:	UNAM Cuautitlán				
Colonia:		C.P.:		Población:	Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:			
Observaciones del Sitio:					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:		C.P.:			
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:		C.P.:			
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.49	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
ACTA DE RECEPCION					
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández		Puesto:	Requiriente	
Firma:			Hora y Fecha:		
Nombre (Entrega):			Puesto:		
Firma			Hora y Fecha:		

b) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el edificio de Posgrado.

DETALLE DE CIRCUITO				
TIPO: S Instalación	® Mantenimiento	Folio:		Fecha:
Reparación				
DATOS DEL CLIENTE				
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán
Responsable(s):	Moisés Hernández		Teléfono(s):	
Dirección:	UNAM Cuautitlán			
Colonia:		C.P.:	Población:	Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:		
Observaciones del Sitio:				
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A				
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT			
Colonia:			C.P.:	
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0
	Sector ID		Private IP:	
	User name	-----	Private IP Mask:	
	Password	-----	MAC Adress	
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B				
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT			
Colonia:			C.P.:	
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.50
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0
	Sector ID		Private IP:	
	User name	-----	Private IP Mask:	
	Password	-----	MAC Adress	
ACTA DE RECEPCION				
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández		Puesto:	Requiriente
Firma:		Hora y Fecha:		
Nombre (Entrega):			Puesto:	
Firma		Hora y Fecha:		

- c) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el Laboratorio de Metal-Mecánica.

DETALLE DE CIRCUITO				
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:
DATOS DEL CLIENTE				
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán	
Responsable(s):	Moisés Hernández	Teléfono(s):		
Dirección:	UNAM Cuautitlán			
Colonia:		C.P.	Población:	Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:		
Observaciones del Sitio:				
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A				
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica	Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT			
Colonia:		C.P.		
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0
	Sector ID		Private IP:	
	User name	-----	Private IP Mask:	
	Password	-----	MAC Adress	
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B				
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica	Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT			
Colonia:		C.P.		
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.51
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0
	Sector ID		Private IP:	
	User name	-----	Private IP Mask:	
	Password	-----	MAC Adress	
ACTA DE RECEPCION				
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández	Puesto:	Requiriente	
Firma:		Hora y Fecha:		
Nombre (Entrega):		Puesto:		
Firma		Hora y Fecha:		

d) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el UNIGRAS.

DETALLE DE CIRCUITO					
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:	
DATOS DEL CLIENTE					
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán	
Responsable(s):	Moisés Hernández		Teléfono(s):		
Dirección:	UNAM Cuautitlán				
Colonia:		C.P.		Población:	Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:			
Observaciones del Sitio:					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:			C.P.		
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:			C.P.		
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.52	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
ACTA DE RECEPCION					
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández		Puesto:	Requiriente	
Firma:		Hora y Fecha:			
Nombre (Entrega):		Puesto:			
Firma		Hora y Fecha:			

e) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el edificio de Poscosecha.

DETALLE DE CIRCUITO					
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:	
DATOS DEL CLIENTE					
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán		Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán	
Responsable(s):	Moisés Hernández		Teléfono(s):		
Dirección:	UNAM Cuautitlán				
Colonia:		C.P.:		Población:	Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:			
Observaciones del Sitio:					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:			C.P.:		
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica		Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:			C.P.:		
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.53	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
ACTA DE RECEPCION					
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández		Puesto:	Requiriente	
Firma:		Hora y Fecha:			
Nombre (Entrega):		Puesto:			
Firma		Hora y Fecha:			

f) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el Aula de Usos Múltiples.

DETALLE DE CIRCUITO				
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:
DATOS DEL CLIENTE				
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán	
Responsable(s):	Moisés Hernández	Teléfono(s):		
Dirección:	UNAM Cuautitlán			
Colonia:		C.P.:		Población: Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:		
Observaciones del Sitio:				
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A				
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica	Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT			
Colonia:		C.P.:		
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0
	Sector ID		Private IP:	
	User name	-----	Private IP Mask:	
	Password	-----	MAC Adress	
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B				
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica	Abreviatura:	UNAM CAT	
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT			
Colonia:		C.P.:		
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.54
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0
	Sector ID		Private IP:	
	User name	-----	Private IP Mask:	
	Password	-----	MAC Adress	
ACTA DE RECEPCION				
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández	Puesto:	Requiriente	
Firma:		Hora y Fecha:		
Nombre (Entrega):		Puesto:		
Firma		Hora y Fecha:		

- g) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas.

DETALLE DE CIRCUITO					
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:	
DATOS DEL CLIENTE					
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán			Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán
Responsable(s):	Moisés Hernández			Teléfono(s):	
Dirección:	UNAM Cuautitlán				
Colonia:		C.P.:		Población:	Estado de México
Horario de Acceso:		Tipo de Site:			
Observaciones del Sitio:					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica			Abreviatura:	UNAM CAT
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:		C.P.:			
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica			Abreviatura:	UNAM CAT
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:		C.P.:			
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.55	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
ACTA DE RECEPCION					
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández			Puesto:	Requiriente
Firma:				Hora y Fecha:	
Nombre (Entrega):				Puesto:	
Firma				Hora y Fecha:	

- h) Parámetros finales correspondientes al SM ubicado en la Unidad de Gestión y Vinculación.

DETALLE DE CIRCUITO					
TIPO: S Instalación ® Mantenimiento ® Reparación		Folio:		Fecha:	
DATOS DEL CLIENTE					
Nombre del Cliente:	UNAM Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán			Abreviatura:	UNAM FES Cuautitlán
Responsable(s):	Moisés Hernández			Teléfono(s):	
Dirección:	UNAM Cuautitlán				
Colonia:	C.P.:		Población:	Estado de México	
Horario de Acceso:	Tipo de Site:				
Observaciones del Sitio:					
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO A					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica			Abreviatura:	UNAM CAT
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:					C.P.:
PUNTA A	Descripción de Equipo:	5200 AP	Dirección LAN IP:	23.12.47.48	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO PUNTO B					
Nombre del Sitio	UNAM Centro de Asimilación Tecnológica			Abreviatura:	UNAM CAT
Dirección:	UNAM Cuautitlán CAT				
Colonia:					C.P.:
PUNTA B	Descripción de Equipo:	5200 SM	Dirección LAN IP:	23.12.47.56	
	Frecuencia:	5280	LAN Gateway IP:	23.12.47.254	
	Color del Sector:	40	LAN Mask IP:	255.255.255.0	
	Sector ID		Private IP:		
	User name	-----	Private IP Mask:		
	Password	-----	MAC Adress		
ACTA DE RECEPCION					
Nombre (Recibe):	Moisés Hernández			Puesto:	Requiriente
Firma:			Hora y Fecha:		
Nombre (Entrega):				Puesto:	
Firma			Hora y Fecha:		



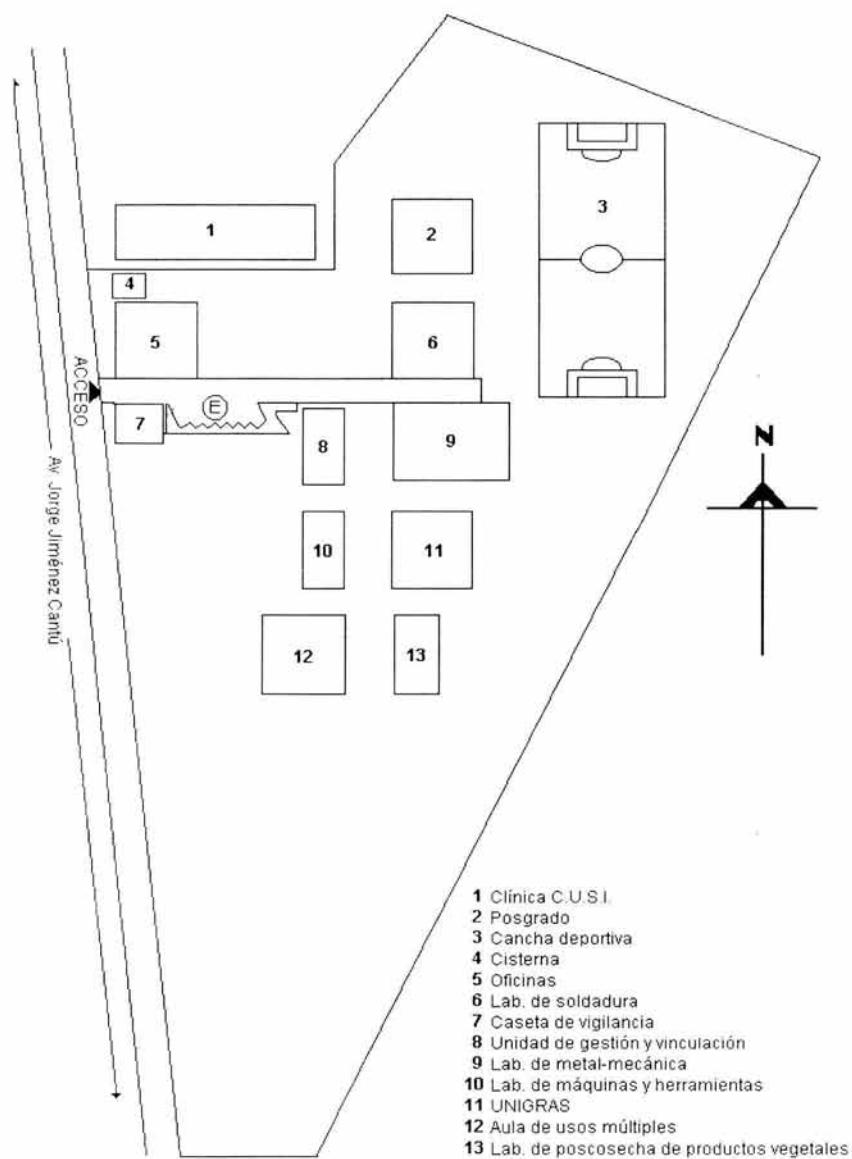


Fig. 4.4 Ubicación física de las diferentes áreas dentro del CAT.

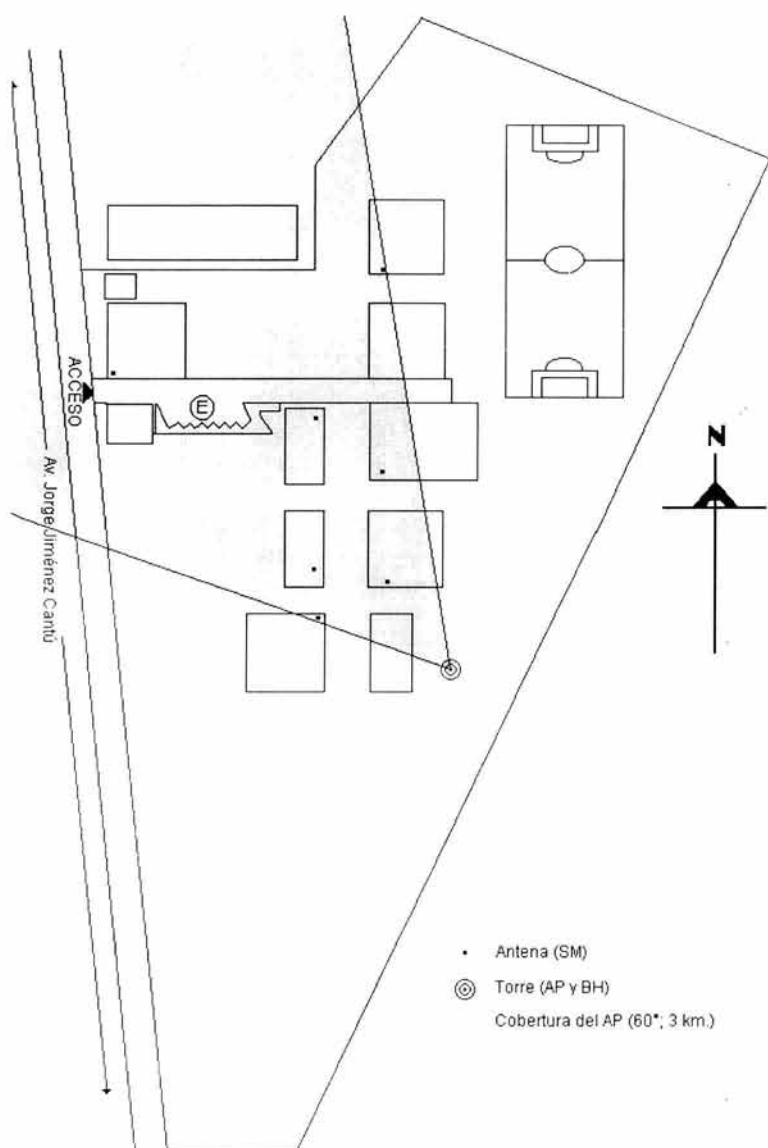
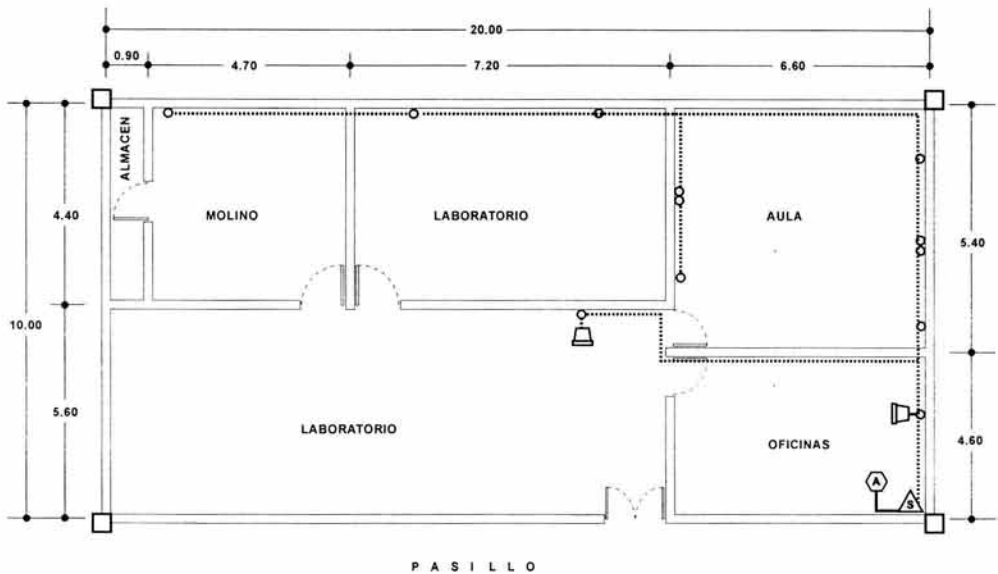


Fig. 4.5 Ubicación física de la torre principal y los módulos suscriptores (SM).

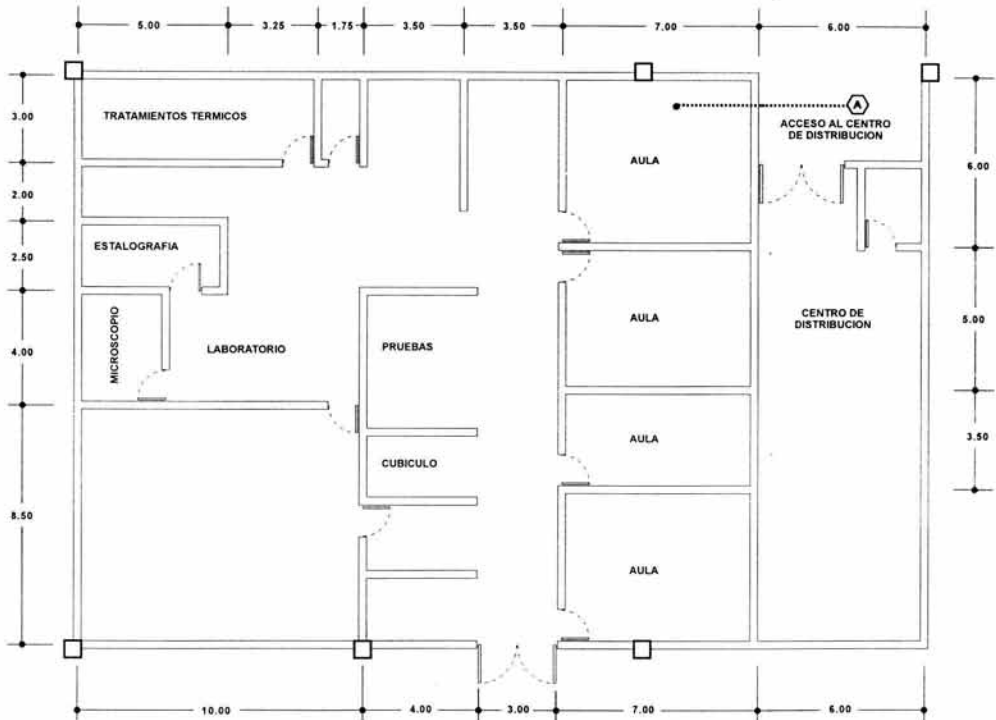


### Simbología

- Servicios
- Computadoras
- △<sub>S</sub> Switch
- △<sub>A</sub> Antena
- ..... Cable

### UNIDAD DE GESTIÓN Y VINCULACIÓN

Fig. 4.6 Ubicación de recursos.

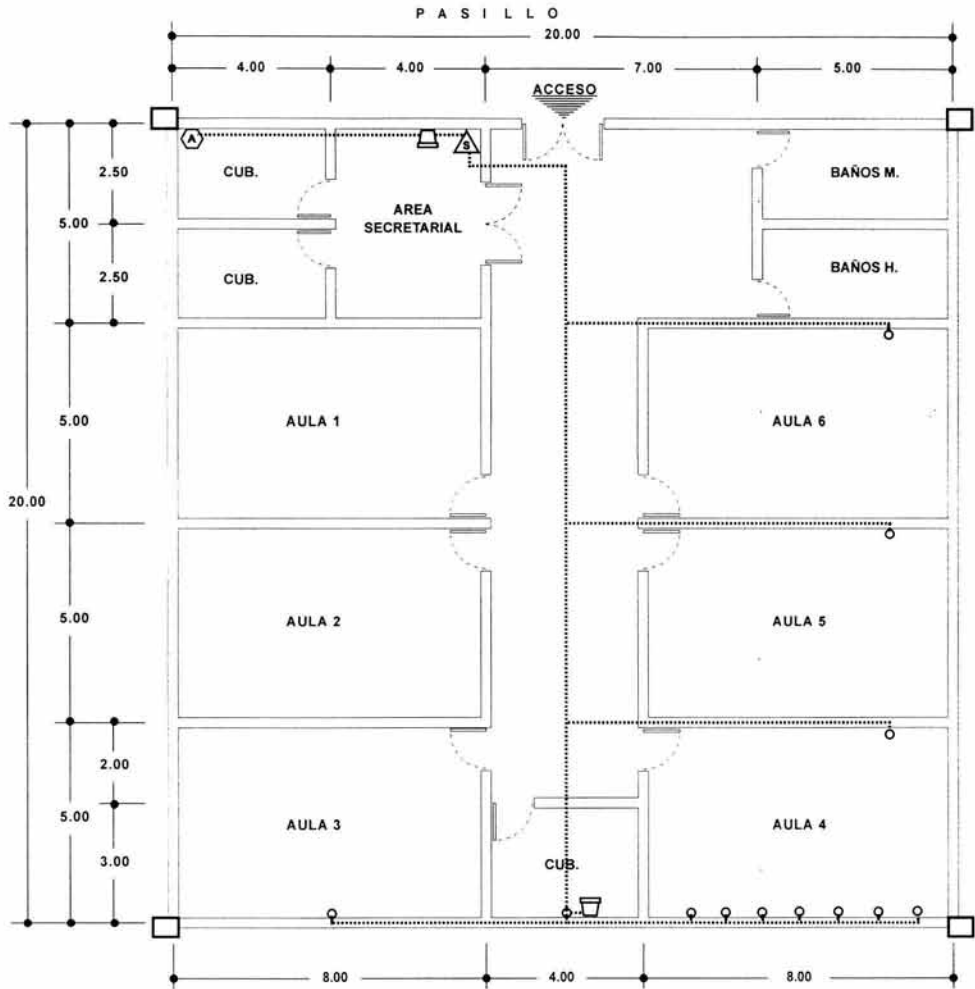


## LABORATORIO METAL-MECANICA

### Simbología

- Ⓐ Antena
- ..... Cable

Fig. 4.7 Ubicación de recursos.

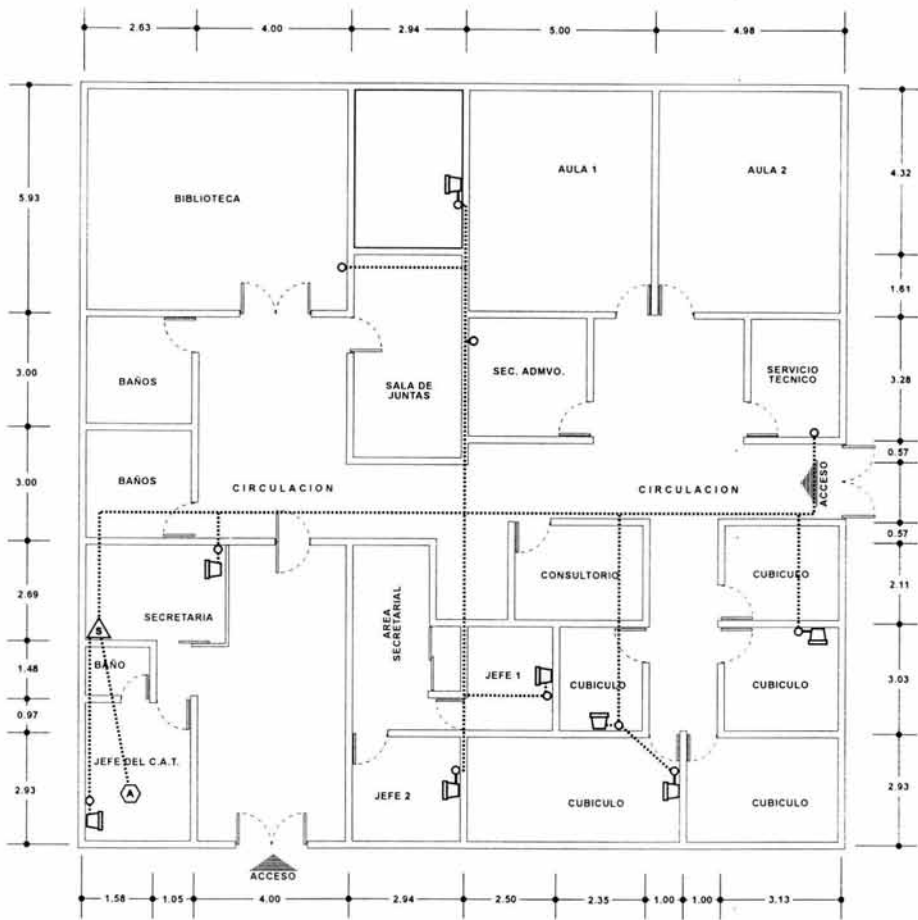


**Simbología**

- Servicios
- ◻ Computadoras
- △ Switch
- ⬠ Antena
- ..... Cable

**ÁREA DE USOS MÚLTIPLES**

**Fig. 4.8** Ubicación de recursos.

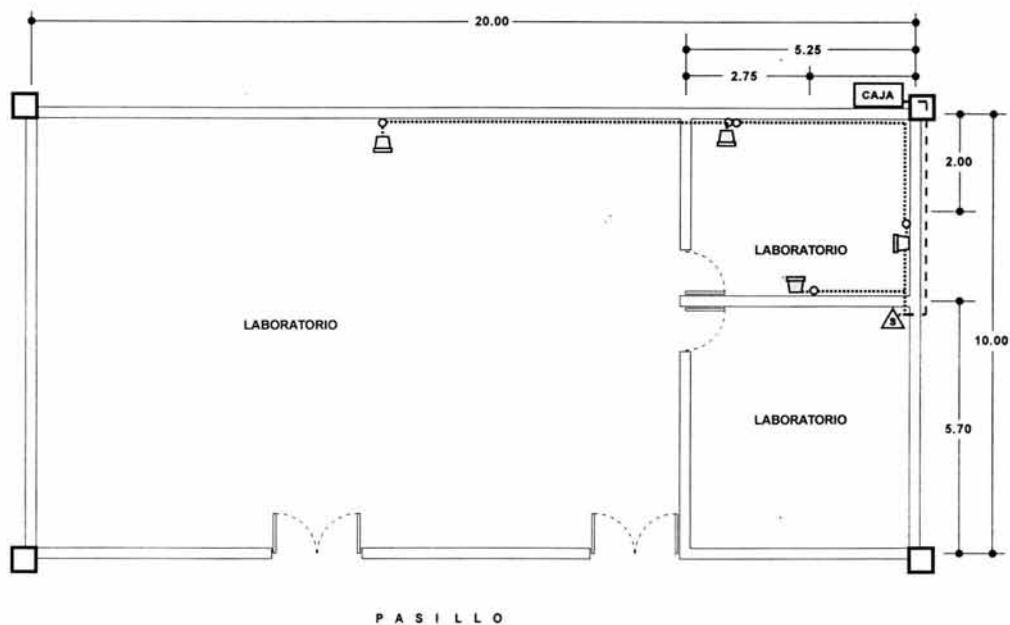


**Simbología**

- Servicios
- Computadoras
- △ Switch
- ⊙ Antena
- ..... Cable

**AREA DE OFICINAS**

**Fig. 4.9 Ubicación de recursos.**



### Simbología

- Servicios
- Computadoras
- △ Switch
- Ⓐ Antena
- ..... Cable
- CAJA Caja metálica
- - - Tubo

## LABORATORIO DE POSCOSECHA

Fig. 4.10 Ubicación de recursos.

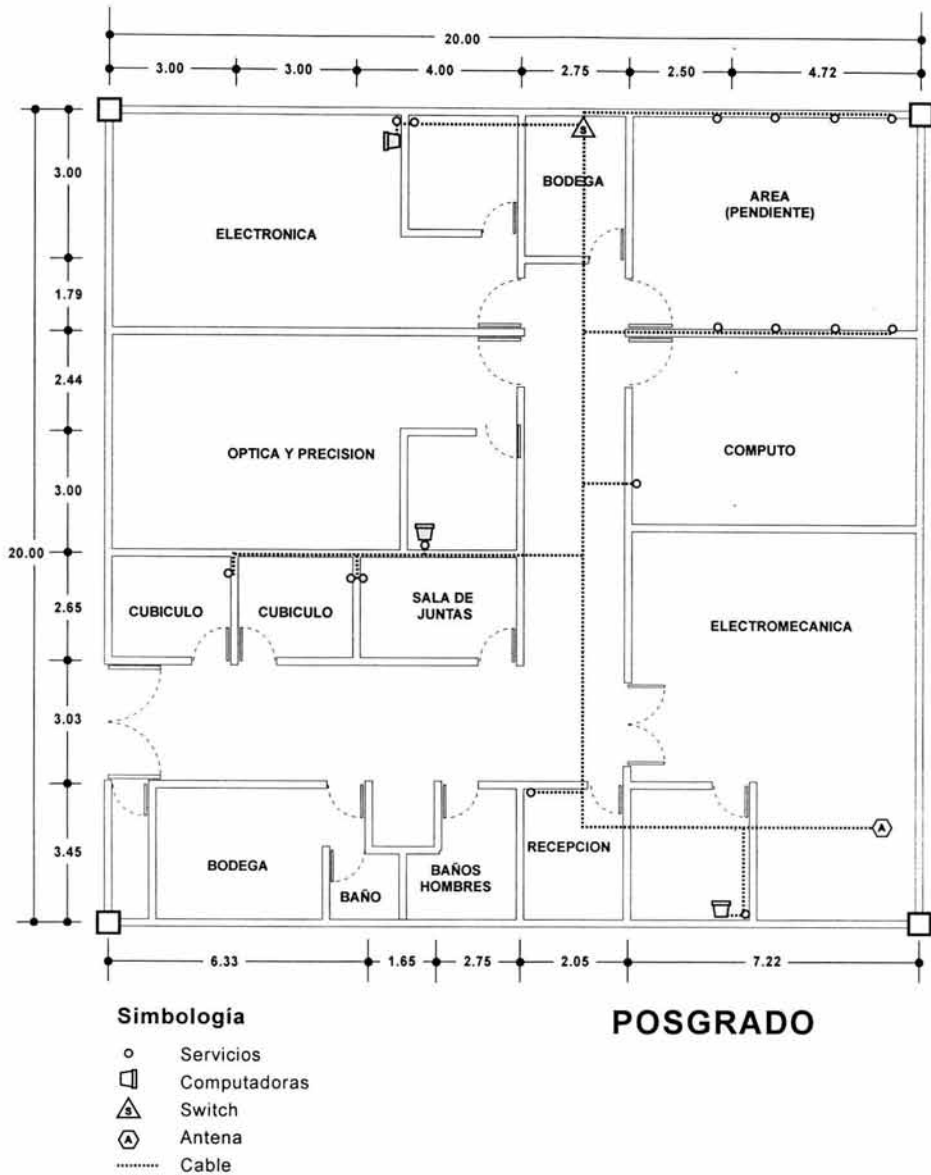
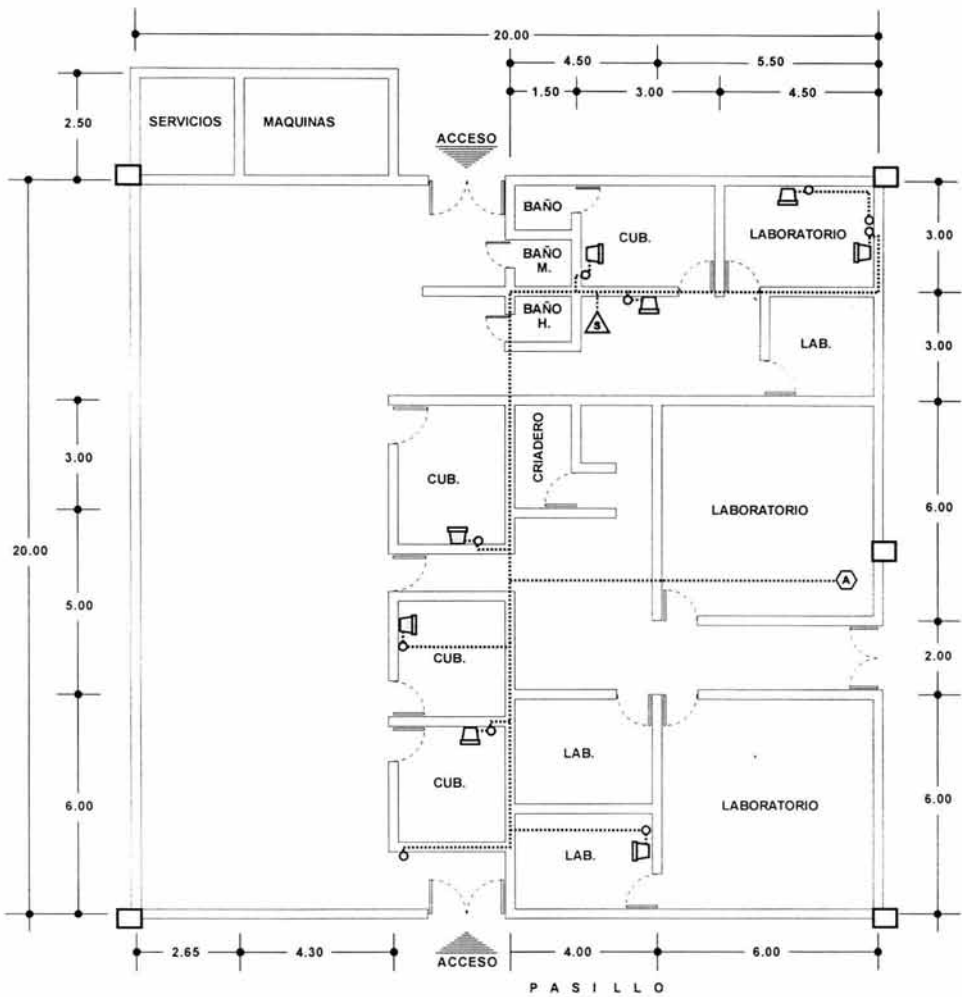


Fig. 4.11 Ubicación de recursos.



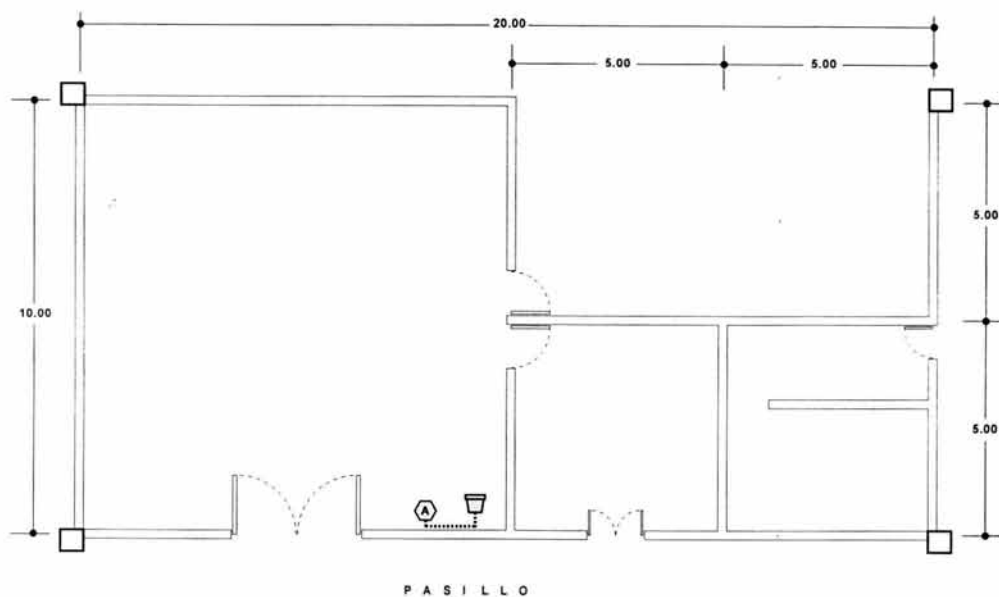


**Simbología**

- Servicios
- Computadoras
- △ Switch
- Ⓐ Antena
- ..... Cable

**UNIGRAS**

**Fig. 4.12 Ubicación de recursos.**



**Simbología**

- Computadora
- ⬡ Antena
- ..... Cable

**LABORATORIO DE MÁQUINAS Y  
HERRAMIENTAS**

Fig. 4.13 Ubicación de recursos.

## CONCLUSIONES

El proyecto de instalación de una red de campus en el CAT, no es tan complicado como parece, tampoco implica un arduo trabajo implantar la conexión, gracias a las diversas opciones de tecnología inalámbrica que se puede encontrar en el mercado.

Como se mencionó en el capítulo tercero la principal tarea del CAT es la investigación, por consiguiente el manejo de información es de suma importancia para las personas que pertenecen a éste centro, por tal motivo requieren un sistema de comunicación, expedita pero sobre todo confiable. Para cubrir éstos requerimientos se seleccionó el equipo Canopy de Motorola que resultó ser el más acertado, debido a que se basa en una tecnología inalámbrica de banda ancha, permitiendo un acceso de alta velocidad a Internet, además establecer la conexión entre los edificios no es difícil, ya que cuenta con una sencilla instalación.

Sin duda llevar a cabo el proyecto de comunicación inalámbrica es una propuesta para desempeñar satisfactoriamente las actividades laborales de administrativos y académicos del centro de investigación, trayendo como consecuencia una serie de beneficios (acceso a la información, comunicación tanto interna como externa, optimización de tiempo en procesos administrativos). Pero sobretodo con este proyecto se tendría un avance tecnológico en la UNAM, muy particularmente en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, que evidentemente necesita la incorporación de nuevas tecnologías, para así evitar un rezago tecnológico en nuestra institución.

## BIBLIOGRAFIA

1. Diccionario de Informática. Ed. Díaz de Santos. México, 1990.
2. Enciclopedia Hispánica Macropedia Volumen 4. Edit. Encyclopedia Británica Publishers, Inc. E.U.A. 1996.
3. Freedman. Diccionario de Computación. Ed. Mc Graw Hill. España, 1993.
4. García Tomás, Jesús; Raya Cabrera, José Luis; Raya, Víctor. Alta Velocidad y calidad de servicio en Redes IP. Ed. Ra-Ma. España, 2002.
5. García Tomás, Jesús; Ferrando, Santiago; Piattini, Mario. Redes para Proceso Distribuido. Ed. Alfaomega. 2ª. Edición, México, 2001.
6. Hildeberto Jardón Aguilar. Fundamentos de los sistemas modernos de comunicación. Ed. Alfaomega. México, 2002.
7. Mattelart, Armand y Mattelart, Michele. Historia de las teorías de la comunicación. Ed. Paidós. Barcelona, 1997.
8. Raya Cabrera, José Luis y Raya González, Cristina. TCP/IP Para Windows 2000 Server. Ed. Alfaomega. Colombia, 2001.
9. Raya Cabrera, José Luis. Redes locales. Ed. Alfaomega, México, 2002.
10. Rodríguez Muñoz, David. Sistemas Inalámbricos de Comunicación Personal. Ed. Alfaomega, México, 2002

11. Sánchez Allende, Jesús y López Lérica, Joaquín. Redes. Ed. Mc Graw Hill. España, 2000.
12. M. Schwartz. Cableado de redes. Ed. Paraninfo. España, 1996.
13. Stallings, William . Wireless Communications and Networks. Ed. Prentice-Hall, New Jersey, 2001
14. Stoltz, Kevin. Todo acerca de...redes de computación. Ed. Prentice-Hall. New Jersey, 2000.
15. Tanenbaun, Andrew S. Redes de ordenadores. Ed. Prentice-Hall, New Jersey, 2000.
16. Vallejos Soto Antonio M. Sistemas microinformáticos y redes LAN. Ed. Marcombo, 2001, españa.
17. Watzlawick, Beavin, Jackson. Teoría de la comunicación humana. Ed. Herder. Barcelona, 1991.

## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. <http://www.motorola.com>
2. <http://www.proxim.com>
3. <http://www.3com.com>
4. <http://www.cuautitlan2.unam.mx/vinculo.htm>
5. <http://www.microsoft.com>
6. <http://www.wi-fi.org>
7. <http://pass.cinstrum.unam.mx/vinculación>

8. <http://ciencianet.com/microondas.html>
9. <http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos.htm#wireless>
10. <http://www.eveliux.com/fundatel/historia.html>
11. <http://www.buildnet.cl/index.asp>
12. <http://www.wireless-communication.org>