

Redes cableadas e inalámbricas para transmisión de datos

Federico Felipe Durán²

Nancy Mondragón M.¹

Miguel Sánchez M.²

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco (ESIME Zacatenco), Instituto Politécnico Nacional (IPN) Av. IPN s/n, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, México, DF, CP. 07738. MÉXICO.

Teléfono: 57-29-60-00, 54755 y 54756

correo electrónico: ffelipe@ipn.mx
nmondragon@ipn.mx
mmeraz@ipn.mx

Recibido el 6 de febrero de 2007; aceptado el 25 enero de 2008.

1. Resumen

Las redes inalámbricas han tenido un gran crecimiento en los recientes años. En México también se ha observado tal tendencia y existe divergencia sobre el futuro de una tecnología de este tipo o una tradicional de red alamburada. El presente trabajo presenta varios criterios de comparación entre ambas tecnologías para implementar redes de área local (*Local Area Network*, LAN en inglés). Los criterios son tanto cuantitativos como cualitativos y aplicándolos a un problema específico proporcionan parámetros para la elección de una u otra tecnología. El programa de posgrado en ingeniería de telecomunicaciones de la ESIME Zacatenco instaló en los meses de enero a marzo del presente año su red académica y se tuvo la oportunidad de diseñarla y aplicar tales parámetros en el diseño e implantación de la misma.

Palabras clave: LAN, Wi-Fi, cableado estructurado, velocidad de transmisión, seguridad, parámetros cuantitativos, parámetros cualitativos.

Trabajo derivado del proyecto de investigación de la CGPI: *Desarrollo de herramientas en procesamiento digital de señales basado en el uso de software libre*. Clave 20030897.

¹Alumna tesista del Proyecto de Investigación.

²Becarios de la COFAA y del Programa EDD.

2. Abstract

The wireless networks have growth in last years. In Mexico exists the same situation, but there is divergence about the future of the technology or the wired. The present work presents criteria to compare between traditional wired networks and wireless networks for LAN. The criteria is quantitative and qualitative and gives parameters for choose one technology or the other. The postgrade programme of telecommunications of ESIME Zacatenco builds his network in the last months and use the parameters for designs and implants this network.

Key words: LAN, Wi Fi, cabling, transmission rate, qualitative parameters, quantitative parameters, security.

3. Introducción

La comunicación inalámbrica ha tenido un crecimiento notable en los últimos años. Existen varias tecnologías que ejemplifican esta tendencia, en especial la telefonía celular que ha logrado avances significativos desde su aparición formal en el año de 1972 y cuenta actualmente con más de mil quinientos millones de teléfonos en funcionamiento en todo el mundo. Otro ejemplo claro son los sensores inalámbricos que día se utilizan en varias aplicaciones como detección de incendios, temblores, humo y otros, formando redes de comunicación para informar sobre tales eventos.

Otra área en donde la comunicación inalámbrica tiene uso frecuente es en redes locales y su crecimiento es amplio dada su flexibilidad de uso y la facilidad y rapidez con que se puede implementar una red con esta tecnología. (En el año de 1996 el IEEE aprobó un estándar para este tipo de redes llamado 802.11b o Wi-Fi)[2].

Esta área es el objeto de estudio del presente trabajo y conviene repasar la terminología básica de las redes LAN como también se conocen en México.

Una red LAN de computadoras son un conjunto de computadoras personales ubicadas en un espacio físico relativamente pequeño como un edificio, una escuela pequeña, un negocio o empresa mediana con espacios físicos pequeños. Las computadoras se conectan para compartir información y recursos entre ellas como impresoras, faxes, ploters, etcétera.

Una red metropolitana (*Metropolitan Area Network*) también es conjunto de computadoras pero distribuidas en un espacio más amplio como una ciudad. Las computadoras también comparten información y recursos, pero los medios de comunicación entre ellas cambian dadas las distancias que separan a las computadoras. Aunque no es una regla estricta puede considerarse que las computadoras en una red MAN se organizan, primero en redes LAN que se interconectan entre sí para formar la red MAN.

Una red amplia (*Wide Area Network*) supone una red que tiene sus computadoras distribuidas en varias ciudades y puede considerarse como una red nacional, internacional o mundial.

Es importante comentar que esta clasificación no es estricta solamente es una referencia, ya que dos computadoras, en cualquier parte del mundo, ambas con acceso irrestricto a una línea telefónica pueden conectarse y compartir información y de alguna forma sus recursos con lo que la clasificación antes mencionada no podría aplicarse de manera tan estricta.

Dado que el presente trabajo se enfoca a redes LAN las siguientes definiciones se enfocaron a la terminología de este tipo de redes.

Servidor. En una red LAN existe una computadora principal que tiene los mayores recursos, en disco duro, memoria RAM, velocidad del procesador y que tiene entre sus tareas dentro de la red organizar el enlace y comunicación entre todas las computadoras, proporcionar servicios de comunicación hacia otras redes, proporcionar servicios de seguridad como firewalls y antivirus, generalmente almacenar las aplicaciones que utilizan las otras computadoras como bases de datos, herramientas de desarrollo como AUTOCAD, ORACLE, MathLAB y otros.

Estaciones de trabajo. Las computadoras de la red que utilizan los servicios de otra(s) computadora(s), también conectadas a la red se les conoce como estaciones de trabajo. En principio, son máquinas de menor potencia de cómputo, aunque hoy en día casi cualquier computadora de la red puede realizar alguno o varios de las tareas que anteriormente se consideraban propias del servidor.

Tarjeta de red. Las tarjetas de red son los medios con que las computadoras se conectan entre sí. Las tarjetas se encargan de recibir los datos de las computadoras y enviarlas a otras computadoras de la red. Los datos pueden viajar por medio de un cable metálico, como inicialmente nacieron las redes, por fibra óptica o bien por el espacio, en forma inalámbrica como

actualmente está haciendo. Actualmente las computadoras de escritorio ya tienen la tarjeta de red para interfase telefónica integrada en el equipo. En cambio las tarjetas inalámbricas no se encuentran, por lo general, incluidas en los equipos de cómputo ya sean de escritorio o portátiles.

Medio de comunicación. El medio de comunicación es el canal o enlace físico entre los nodos de una red a través del cual es transmitida la información. Los principales medios de comunicación son:

- a) Básicamente los medios de comunicación inalámbricos es el espacio libre por donde se propaga un tipo particular de ondas electromagnéticas: ondas de radiofrecuencia que son portadoras de señales de datos.
- b) Un medio de comunicación alámbrico se define como un cable y quizá otros dispositivos electrónicos que conectan físicamente adaptadores de comunicación entre sí.
- c) La fibra óptica transmite haces de luz a altas velocidades y tráfico muy altos.

Si el medio de comunicación consta solamente de cable, el medio de comunicación es llamado pasivo.

Si el medio de comunicación además de cable, consta de algún dispositivo que: amplifique, regenere o module la señal, el medio es llamado activo.

Estos cables tienen entre sí, dependiendo de su principio de operación y aplicaciones, diversas configuraciones, componentes y materiales

El medio de comunicación dentro de la red suele ser cable metálico. Anteriormente se tenían versiones de cable coaxial, cable TOKEN- RING y algunas otras versiones. Hoy en día se tiene como cuasi-estándar el cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*), que es un cable tipo telefónico. Si bien se tienen las opciones de utilizar fibra óptica e incluso cable coaxial, en la práctica sucede en raras ocasiones. La tendencia que se tiene actualmente es utilizar la atmósfera o espacio libre como medio de comunicación. Las tarjetas inalámbricas son diseñadas para utilizar este medio de comunicación, con todas sus ventajas y desventajas posibles.

Cableado estructurado. Por el crecimiento que se ha tenido en la transmisión de datos, dentro de las organizaciones y sus espacios físicos, esto es edificios, oficinas, escuelas y universidades, laboratorios, hospitales, comercios, se ha vuelto una necesidad seguir un estándar para colocar los cables que transmiten información. Éstos pueden llevar señales telefónicas, de televisión y de datos, como en el caso de las computadoras y en especial de las redes LAN. Por este motivo

se ha desarrollado un área de la ingeniería conocido como cableado estructurado. Consiste, principalmente, en dar los lineamientos para colocar los cables de datos dentro de las instalaciones. Las recomendaciones buscan cumplir con cuestiones de tipo eléctrico para evitar cortos e interferencias, de tipo mecánico sobre torsión, estiramiento y tensión física, de tipo administrativo sobre como identificar los cables y otros parámetros más.

Tanto para las tarjetas de red como para el cableado estructurado existen una serie de estándares. Los principales son:

- 802.1 Establece los estándares de interconexión relacionados con la gestión de redes.
- 802.3, Define el nivel MAC para redes de bus que utilizan Acceso múltiple por detección de portadora con detección de colisiones (CSMA/CD, Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection). Éste es el estándar Ethernet.
- 802.5 Define el nivel MAC para redes Token Ring (red de área local Token Ring) para tarjetas de red con interfase de cable, el estándar 802.11 para tarjetas inalámbricas PCC9802 y el ISA 9801 para cableado estructurado.

4. Desarrollo

Parámetros propuestos

Los parámetros de comparación que se proponen para los dos tipos de tecnologías se han clasificado en cuantitativos y cualitativos. A continuación se describen cada uno de ellos y se proporcionan datos actuales que permitirían hacer una decisión adecuada sobre el tipo tecnología a elegir [1].

Parámetros cuantitativos

Económicos. Aquí se describen los costos de adoptar una u otra tecnología. Se consideran costos de tarjetas de red, de cable UTP, de HUB's, switches, Puntos de Acceso, instalación de cableado estructurado y accesorios múltiples. Los precios que se obtuvieron son al primer semestre del 2004 y son precios estándar, sin descuentos especiales o de oferta. La tabla 1 muestra los datos obtenidos.

Enlaces troncales o backbones

Este parámetro es frecuentemente olvidado en el diseño de redes locales. Si bien es cierto que pueden existir redes locales sin ningún enlace externo, en cuyo caso este parámetro no debe considerarse, es muy frecuente que la red local necesita o deba comunicarse al exterior, ya sea con otras redes LAN de la misma organización o de otra, o bien para acceder a servicios de internet o de videoconferencia. Los tipos más comunes de enlace son de fibra óptica, FDDI, RDSI, línea telefónica, ya sea privada o conmutada, enlaces satelitales o de microondas. Sin

Tabla 1.

Concepto	Precio	Unidad
Cable UTP base 6	\$5.00	pieza
Punto de acceso	\$2,700.00	pieza
Tarjeta inalámbrica USB	\$1,100.00	pieza
Tarjeta inalámbrica LAP TOP	\$550.00	pieza
Switch 24 puertos sin módulo de fibra	\$18,000.00	pieza
Switch 24 puertos Con módulo de fibra	\$24,000.00	pieza
Escalerilla 12 pulgadas	\$120.00	3 m
Escalerilla 6 pulgadas	\$90.00	3 m
Tubo de 1pulgadas		3 m
Tubo de 3 pulgadas		3 m
Caja PVC de Red Contacto aparente con placa pared de 2 puertos	\$10.00	pieza
Canaleta Plástica	\$20.00	3 m
HUB de 16 puertos	\$600.00	pieza

embargo el parámetro importante a considerar es la Velocidad de Transferencia de Información. La tabla 2 muestra las velocidades más comunes de los *backbones*.

Velocidades de transferencia de información

Las velocidades de transferencia de información, tanto del medio de comunicación, como de las tarjetas de red, juegan un papel sumamente importante en el diseño de la red LAN. Los datos al respecto también son cambiantes con el tiempo. Los datos actuales con se cuenta se muestran en las tablas 3 y 4.

Tabla 2.

Medio	Velocidad
Fibra óptica	100 Mbts/seg
Línea conmutada	64-128 Kbps
Línea Privada	1.5 Mbps
Enlace Satelital	128 Kbps hasta 2048 Kbps

Tabla 3.

Tipo de tarjeta	Velocidad
Ethernet	100 Mbts/s
Inalámbrica Ethernet	11 Mbts/s

Tabla 4.

Tipo de medio	Velocidad
Cable UTP	100 Mbts/s
Espacio libre	11 Mbts/s 802.11b 802 g a 54 mbps

Es muy importante señalar que en el caso de las tarjetas de red inalámbricas el punto de acceso se divide entre el número de tarjetas que se conectan con él, esto es en un caso ideal, si una sola tarjeta se conecta en un tiempo al mismo tendrá todo el canal a su disposición, en cambio si los n nodos de la red demandan servicio al mismo tiempo el canal se divide entre todos ellos.

Número de usuarios

Para este caso se van a considerar que a cada nodo se le asocia un solo usuario, se deben de considerar tanto el total de usuarios, como el número máximo de los mismos conectados simultáneamente, así como el mínimo de usuarios conectados al mismo tiempo.

Tráfico

Al igual que en el caso anterior se considera un solo usuario por nodo, en el caso de tener en realidad varios usuarios asociados a un nodo se recomienda definir un usuario promedio, esto es agregar el tráfico de cada uno de ellos, de forma que se tenga un tráfico por nodo típico. También se deben estimar los tráficos máximos y mínimos que se demandarán a la red LAN por día típico de trabajo, para tener un estimado de la capacidad que deberá tener la red en este caso.

Distribución física de la red

La ubicación de cada uno de los nodos de la red LAN es otro parámetro muy importante. Tal distribución marcará la necesidad de instalar repetidores de la señal de datos, ya sea por medio de cableado o bien de señal inalámbrica. En este caso es importante remarcar las distancias que soportan las tarjetas de red y los medios de comunicación. La tabla 5 muestra tales datos.

Es muy importante señalar que la señal inalámbrica pierde calidad a mayor distancia y de acuerdo a las instalaciones donde se utiliza. Es necesario realizar pruebas empíricas en el lugar donde se piense utilizar para comprobar las distancias reales en que tiene efectividad.

Cualitativas

Las siguientes características no son fácilmente medibles, de hecho no existe un dato tan simple como la distancia máxima que soporta un cable UTP, sin embargo son sumamente

importantes y deben considerarse al diseñar una red LAN. Los parámetros propuestos son los siguientes [3]:

Flexibilidad

Una red LAN cableada es estática, si se desea agregar un nodo extra se debe de cablear hasta el lugar físico donde se necesita, una vez que se ha hecho esto el nuevo nodo es prácticamente permanente, en cambio un nodo inalámbrico puede agregarse en el lugar que se desee y tiene la ventaja de ser móvil y poderse trasladar de forma casi inmediata. En situaciones en que el medio ambiente es cambiante, por ejemplo Centros de Convenciones y Hoteles, y no se requiere gran alcance, la tecnología inalámbrica es más recomendable.

Seguridad

Puesto que la tecnología inalámbrica se ha desarrollado en aplicaciones militares, la seguridad ha sido uno de los criterios de diseño para los dispositivos inalámbricos. Normalmente se proporcionan elementos de seguridad dentro de la LAN inalámbrica, haciendo que estas sean más seguras que la las redes cableadas. Es muy complicado que los receptores no sintonizados escuchen el tráfico que se da en la red [4] [5].

Existen técnicas complejas de encriptado que hacen casi imposible para usuarios externos acceder de forma no autorizada a la red. En general los nodos individuales deben tener habilitada la opción de seguridad antes de poder acceder al tráfico de la misma.

Desde luego en una red cableada se pueden implementar técnicas criptográficas y de seguridad, sin embargo la red inalámbrica ya las tiene implementadas en su estándar y es muy simple activarlas.

Rapidez de instalación

Un parámetro sumamente importante tiene que ver con el tiempo de instalación física de una red. La opción inalámbrica puede considerarse como una solución inmediata en tiempo y una red puede empezar a trabajar el mismo día que se realiza la instalación. En cambio una red con cableado tradicional puede llevarse varios días e incluso semanas, dependiendo de la naturaleza de la infraestructura física en donde se realizará la instalación del cableado.

Ejemplo

El Programa de Posgrado de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Telecomunicaciones de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica tuvo la necesidad de diseñar e instalar su red de computadoras y la oportunidad de utilizar los parámetros antes expuestos. A continuación se describen cada uno de los parámetros así como una explicación de la decisión tomada de acuerdo a las necesidades presentadas.

Tabla 5.

Tipo de tarjeta	Distancia
Red tradicional	90 metros
Inalámbrica	90 metros

La lista es la siguiente:

- a) Red troncal o *backbone*. Se cuenta con un acceso a fibra óptica de 100,000 Mbits por segundo.
- b) Se cuenta con ochenta usuarios clasificados de la siguiente forma: Diez profesores-investigadores, diez alumnos becarios del PIFI, quince usuarios del laboratorio de cómputo, diez alumnos de los cursos propedéuticos y treinta cinco alumnos regulares del Programa.
- c) Tráfico. Se definieron nodos-usuario considerando tres categorías a saber: Nodo de alta velocidad, para videoconferencia y experimentación, nodos para el salón de clases, laboratorio de cómputo y salón de clases. Nodo de velocidad intermedia para profesores-investigadores, un total de diez, sin necesidad de alta velocidad y finalmente nodos de baja velocidad para estudiantes con necesidades mínimas de velocidad, con un total de cincuenta [1].
- d) Seguridad. Por principio se buscan estándares altos de seguridad en la Red del Programa de Posgrado, ya que es un requisito que debe seguir cualquier red LAN, además se debe contar con las últimas herramientas de seguridad, ya que sirven de ejemplo y de objeto de investigación en el programa mismo. Sin embargo ciertos aspectos no son indispensables, por ejemplo no es necesario encriptar la información que se transfiere entre alumnos, profesores y personal administrativo del Programa.
- e) Dada la distribución física de los nodos requeridos en el programa no es necesario utilizar ningún tipo de repetidores de la señal o de tener varios sites de comunicación. La distancia máxima de los nodos al site de comunicaciones es de veinte metros lineales. Las pruebas empíricas que se realizaron con comunicación inalámbrica mostraron enlaces de calidad aceptable, a treinta y seis metros. La distancia promedio de los enlaces por medio de cableado estructurado sería de veintiséis metros [1].
- f) La flexibilidad no es un factor importante para la Red de Cómputo. Una vez construida e instalada la Red puede considerarse estática y aunque varios investigadores y alumnos cuentan con computadoras portátiles y se pueden conectar de forma inalámbrica a puntos de acceso disponibles, no es indispensable el enlace para el trabajo cotidiano de profesores y alumnos.
- g) La rapidez de instalación tampoco es un factor importancia para la Red de Cómputo del Programa de Posgrado.

Por último hay que comentar brevemente el objetivo del Programa de Posgrado en Ingeniería de Telecomunicaciones: Se busca formar recursos humanos de alta competencia en tal rama del saber, se requiere realizar investigaciones en la misma área de ingeniería e incluso el objeto de investigación de varios profesores son la redes de computadoras y entre ellas la comunicación inalámbrica.

En resumen se decidió que la Red LAN del Programa de Posgrado fuera mixta, esto es nodos enlazados por cableado estructurado y la opción de conectarse a un Punto de Acceso 802.11b [5]. Algunas de las características importantes de la red que finalmente se construyó son las mostradas en la tabla 6.

5. Conclusiones

Realizando una comparación de la gama de redes inalámbricas con las LAN cableadas, se llega a la conclusión que ambos sistemas de telecomunicación no son en absoluto excluyentes sino complementarios, puestos que los sistemas alámbricos han llegado a convertirse en una extensión de las redes Lan dando flexibilidad al usuario final, puesto que las redes inalámbricas siguen teniendo respaldo en los sistemas cableados [4].

Con las redes inalámbricas se ofrece como gran prestación el ahorro del costoso cableado del edificio. Como punto negativo se tiene que comentar el inconveniente de transmitir por un medio que cuenta con interferencias y otros factores no propicios, lo que dificulta poder alcanzar velocidades comparables con los sistemas cableados. Se requiere un análisis de propagación de las ondas dentro Edif. para lograr mayor eficiencia en el sistema inalámbrico.

En un futuro se puede prever la integración de las dos tecnologías, es decir la tecnología alámbrica e inalámbrica,

Tabla 6.

Rubro	Costo y observación
Costo por nodo de cableado estructurado	\$100.00
Costo por nodo inalámbrico	\$600.00
Velocidad de nodo cableado	100 Mbits
Velocidad de nodo inalámbrico	2 Mbits en promedio
Red mixta	El 90% de los nodos son estáticos.
Seguridad	Intermedia
Rapidez de instalación	No necesaria
Tipo de <i>backbone</i>	Fibra óptica a 1000 Mbits/s

de manera que se aplique la que mejor resultado tenga en cada uno de los casos que se presenten.

El sector de las redes inalámbricas necesita de un acuerdo entre las principales empresas de telecomunicaciones para que se unifique un estándar que fructifique en un mercado necesitado de estándares en la materia. Aunque se haya definido el borrador del estándar de redes inalámbricas 802.11b , el de DECT y el aun no definido estándar hiperlan, las inversiones que han realizado las compañías para desarrollar la tecnología inalámbrica , no han fructificado hasta la fecha , y solo lo harán cuando se creen un estándar potente para entrar en el mercado de forma convincente para conseguir una buena acogida ,y así fomentar el uso de este tipo de telecomunicación que da a las redes mas flexibilidad.

Las rede inalámbricas tomanan buena parte del mercado en un futuro próximo, ya que proporciona unas ventajas de movilidad y flexibilidad tales, que los usuarios las aceptaran cuando

llegue la tecnología estandarizada al mercado, teniendo en cuenta los precios, porque el usuario siempre cuida sus intereses económicos. Por lo tanto, la mayoría de comunicaciones telefónicas o informáticas de un futuro próximo se realizaran en algún punto de forma inalámbrica.

6. Referencias

- [1] Academia de Networking de Cisco Systems, Guía del primer año, 2ª Edición, Pearson Education, 2002.
- [2] Raya, J.L., Raya, Cristina Redes Locales, Alfa Omega, 2ª Edición, 2003.
- [3] Ford, M., Kim, L. H., Tecnologías de Interconectividad de Redes, Prentice may, 1998.
- [4] Vaughan-Nichols, S. J. The Challenge of Wi-Fi Roaming, Computer IEEE, July 2003.
- [5] Varshney, U., Multicast over Wireless Networks, Computer IEEE, July 2003.

DIGITAL DOT

SERVICIOS

DIGITALES

ELECTRÓNICOS

INTEGRALES

Producción y posproducción en audio y video

Centenario 3, Col. Del Carmen, Coyoacán, México, DF.

5339 5880, 5339 5474