



**Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

**MEJORANDO LA COLABORACIÓN EMPRESARIAL A TRAVÉS
DE BLUETOOTH Y REDES INALÁMBRICAS**

JUAN PABLO PANIAGUA GARZARO

Asesorado por Inga. Elizabeth Domínguez Alvarado

Guatemala, junio de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORANDO LA COLABORACIÓN EMPRESARIAL A TRAVÉS DE
BLUETOOTH Y REDES INALAMBRICAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA

POR

JUAN PABLO PANIAGUA GARZARO

ASESORADO POR: Inga. Elizabeth Domínguez Alvarado

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, JUNIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Inga. Elizabeth Domínguez Alvarado
EXAMINADOR	Ing. Edgar Estuardo Santos Sutuj
EXAMINADOR	Ing. Luis Alberto Vettorazzi España
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MEJORANDO LA COLABORACIÓN EMPRESARIAL A TRAVÉS DE BLUETOOTH Y REDES INALÁMBRICAS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 23 de febrero de 2004.

Juan Pablo Paniagua Garzaro

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XVI
OBJETIVOS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 CONOCIMIENTOS BÁSICOS.....	1
1.1 Redes inalámbricas introducción	1
1.1.1 Estándares de la comunicación inalámbrica	1
1.2 Bluetooth.....	5
1.2.1 Orígenes y generalidades	5
1.2.2 El origen de la especificación Bluetooth.....	7
1.2.3 Funcionamiento de Bluetooth	7
1.3 WIFI.....	8
1.3.1 Ventajas de WIFI	9
1.3.2 Inconvenientes de las redes inalámbricas	11
1.4 Comparando WIFI con Bluetooth.....	12
1.4.1 Frecuencia de comunicación de Bluetooth y WIFI.....	13
2 ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN MEDIANTE BLUETOOTH	16
2.1 Arquitectura de hardware.....	16
2.2 Establecimiento de la conexión.....	19
2.2.1 Salto de frecuencia	19
2.3 Piconets	23
2.3.1 Establecimiento de la conexión en una piconet	23
2.4 Scatternet.....	25
2.5 Comunicación inter-piconet.....	26
2.6 Seguridad dentro de una red Bluetooth.....	27
2.6.1 Administración de llaves.....	29
2.6.2 Vulnerabilidad del protocolo.....	31
3 DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS	33
3.1 Pequeña empresa.....	35
3.2 Mediana empresa	39
3.3 Gran empresa	43
3.4 Comparativas entre tecnologías	46
4 DISEÑO DE UN SISTEMA BASADO EN BLUETOOTH.....	51

ÍNDICE GENERAL

4.1	Ejemplo de implementación de Bluetooth	51
4.1.1	Descripción general del problema a solucionar	52
4.1.2	Descripción de la empresa y necesidades a satisfacer.....	54
4.1.3	Propuesta de soluciones	54
4.1.4	Descripción de la solución mediante Bluetooth.....	55
4.1.5	Coste de la implementación	57
4.2	Caso práctico	58
4.2.1	Descripción de un caso práctico.....	58
4.2.2	Instalación de dispositivo.....	58
4.2.3	Establecimiento inicial de la comunicación.....	65
4.2.4	Compartir Internet.....	72
4.2.5	Coste caso práctico.....	82
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES.....	86
	BIBLIOGRAFÍA	87
1	ANEXOS	89
1.1	Ventajas y desventajas de la comunicación LAN	89
1.1.1	Ventajas de las redes Lan.....	89
1.1.2	Desventajas de las redes LAN	90
1.2	Equipos necesarios para la comunicación Lan e inalámbrica	90
1.3	Ventajas y desventajas de radio frecuencia frente a infrarrojos.....	91
1.3.1	Infrarrojos.....	91
1.3.2	Radio frecuencia.....	92
1.4	Las redes ad hoc	92
1.4.1	Algoritmos de enrutamiento ad-hoc.....	93

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Área de trabajo tecnologías inalámbricas	2
2	Ejemplo de una red Bluetooth.....	6
3	Ejemplo de una red WIFI.....	10
4	Controlador Bluetooth.....	16
5	Descripción del protocolo	18
6	Canales de comunicación Bluetooth	20
7	Manejo de saltos entre frecuencias	21
8	Paquete Bluetooth	21
9	Esquema de una piconet.....	25
10	Ejemplo de scatternet	26
11	Esquema inter-piconet.....	27
12	Administración de llaves.....	30
13	Diagrama pequeña empresa	38
14	Diagrama mediana empresa	42
15	Diagrama gran empresa.....	45
16	Gráfica de cantidad de dispositivos por empresa	46
17	Gráfica presencia en la pequeña empresa	47
18	Gráfica de presencia mediana empresa	48
19	Gráfica de presencia gran empresa	49
20	Diagrama de ejemplo de aplicación Bluetooth	56
21	Adaptadores USB Bluetooth.....	58
22	Colocación de adaptador USB Bluetooth	59
23	Preinstalación del dispositivo Bluetooth.....	59
24	Instalación del dispositivo Bluetooth.....	60
25	Continuación de la instalación del dispositivo.....	60
26	Inicio de la instalación del <i>software</i> del adaptador Bluetooth	61
27	Aceptación de los términos del contrato de licencia	61
28	Configuración de la instalación del <i>software</i>	62
29	Inicio de la instalación del <i>software</i>	63
30	Instalación el <i>software</i>	63
31	Información de la firma del controlador Bluetooth	64
32	Finalización de la instalación.....	65
33	Primer paso para agregar un dispositivo Bluetooth	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

34	Opciones del menú "Agregar un dispositivo Bluetooth"	66
35	Localización otros dispositivos Bluetooth	67
36	Selección del dispositivo Bluetooth a agregar	67
37	Selección llave de paso para agregar dispositivo	68
38	Solicitud de intercambio de llaves de paso	69
39	Ingreso de la llave de paso desde el dispositivo secundario	70
40	Finalización del asistente para agregar dispositivos Bluetooth	70
41	Dispositivo agregado a Bluetooth	71
42	Unirse a una red de área personal	72
43	Selección de dispositivos a participar dentro de la red personal	72
44	Conexión a otro dispositivo Bluetooth	73
45	Finalización de la conexión Bluetooth	74
46	Estado de la conexión de red Bluetooth	74
47	Propiedades de la conexión Bluetooth	75
48	Asignación de dirección IP a dispositivo Bluetooth	76
49	Asignación de dirección IP al dispositivo que distribuye Internet	77
50	Verificación de la conexión de la computadora que distribuye Internet	78
51	Verificación de la conexión a Internet	79
52	Navegación en Internet	80
53	Navegación por medio de Bluetooth	81
54	Comparación costo implementación caso práctico	83
55	Ejemplo de una red Ad-Hoc	93
56	Ejemplo de descubrimiento de ruta mediante AODV	94

TABLAS

I	Principales estándares WIFI	5
II	Especificaciones del Estándar 802.11g ⁶	8
III	Distinciones entre Bluetooth y WIFI	13
IV	Vulnerabilidades del protocolo Bluetooth	31
V	Criterios para la clasificación de una empresa	33
VI	Clasificación de empresas en países de Centroamérica	34
VII	Presencia de dispositivos en la pequeña empresa	35
VIII	Presencia de dispositivos en la mediana empresa	39
IX	Presencia de dispositivos en la gran empresa	43
X	Coste implementación caso práctico Lan fija	83
XI	Coste de implementación caso práctico Bluetooth	83

GLOSARIO

Algoritmo	Se aplica a muchos de los métodos de resolver problemas que empleen una secuencia mecánica de pasos, como en el diseño de un programa de computadora. Esta secuencia se puede representar en la forma de un diagrama de flujo para que sea más fácil de entender.
Ancho de Banda	En comunicaciones, un indicador de la cantidad de datos que pueden transmitirse en determinado periodo de tiempo por un canal de transmisión, por ejemplo un radiotransmisor, una antena parabólica o el cableado que conecta a dos computadoras. Por lo general, el ancho de banda se expresa en ciclos por segundo (hercios, Hz), o en bits por segundo (bps). Por ejemplo, un módem de 14,4 bps es capaz, en teoría, de enviar 14.400 bits de datos por segundo, mientras que una conexión Ethernet con un ancho de banda de 10.000 kilobits por segundo, puede enviar casi 700 veces más datos en el mismo periodo de tiempo.
ASIC	<i>Application Specific Integrated</i> . Circuito designado para una aplicación en particular a diferencia de circuitos integrados con fines comunes como la RAM para computadoras. ASIC es desarrollada para conectar circuitos existentes para enfocarlos en otra vía.
Autenticación	Proceso que verifica la validez de información para permitir el acceso a otro estado del proceso.
CMOS	Acrónimo de <i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i> (Semiconductor Complementario de Óxido Metálico). Es un dispositivo semiconductor formado por dos transistores de efecto de campo de óxido metálico (MOSFET), uno del tipo n y otro del tipo p, integrados en un único chip de silicio. Utilizados por lo general para fabricar RAM y aplicaciones de conmutación; estos dispositivos se

caracterizan por una velocidad alta y un consumo de electricidad bajo. Pueden resultar dañados fácilmente por la electricidad estática.

Bit En informática, acrónimo de *Binary Digit* (dígito binario), que adquiere el valor 1 o 0 en el sistema numérico binario. En el procesamiento y almacenamiento informático un bit es la unidad de información más pequeña manipulada por la computadora, y está representada físicamente por un elemento como un único pulso enviado a través de un circuito, o bien como un pequeño punto en un disco magnético capaz de almacenar un 0 o un 1. La representación de información se logra mediante la agrupación de bits para lograr un conjunto de valores mayor que permite manejar mayor información. Por ejemplo, la agrupación de ocho bits componen un byte que se utiliza para representar todo tipo de información, incluyendo las letras del alfabeto y los dígitos del 0 al 9.

Broadcast Direccionamiento que indica que un mensaje se transmitirá a todos los participantes de una red.

Cache Un mecanismo de almacenamiento de alta velocidad. Puede ser reservada para la memoria principal o para algún dispositivo independiente de almacenamiento rápido.

Chip Pequeña pieza de material de semiconducción (usualmente silicón) que contiene una cantidad de circuitos integrados embebidos. Un tipo chip mide $\frac{1}{4}$ pulgadas cuadradas y contiene millones de componentes electrónicos. También conocido como circuito integrado.

Cluster Grupo; racimo; agrupamiento. En la tecnología de las computadoras, un cluster es la unidad de almacenamiento en el disco rígido. Un archivo está compuesto por varios clusters, que pueden estar almacenados en diversos lugares del disco.

CPU Unidad de procesamiento central.

- Encriptación** Conjunto de técnicas que intentan hacer inaccesible la información a personas no autorizadas. Por lo general, la encriptación se basa en una clave, sin la cual la información no puede ser descifrada. El *National Institute of Standards and Technology* de los Estados Unidos ha homologado una norma de codificación denominada DES (acrónimo inglés de *Data Encryption Standard*, norma de cifrado de datos). El gobierno de Estados Unidos desea imponer una norma implementada en el chip Clipper con el fin de lograr transmitir informaciones de manera segura, pero que puedan ser intervenidas por el gobierno en caso de necesidad. En Internet se pueden encontrar algoritmos de encriptación de libre distribución.
- Estándar** Conjunto de especificaciones técnicas utilizadas para unificar el desarrollo de *hardware* o de *software*. Los estándares de computadoras se desarrollan tradicionalmente de dos maneras. Una de ellas, la menos formal, tiene lugar cuando una compañía desarrolla un producto o una filosofía en solitario y consigue convertir el concepto en un estándar por la popularidad de la idea o por las imitaciones fabricadas por los competidores. Cuando el diseño se ha extendido tanto que alejarse de la norma puede causar problemas de compatibilidad o limitaciones comerciales, se considera que existe un estándar de facto, como en el caso de los módems Hayes y los equipos personales IBM. Otra forma más ortodoxa de crear un estándar es la redacción de las especificaciones por un grupo de expertos o un comité. Esta redacción se hace después de llevar a cabo un estudio exhaustivo de los métodos existentes, las propuestas y las tendencias o desarrollos tecnológicos. Los estándares propuestos son ratificados o aprobados más tarde por una organización reconocida y se utilizan en productos basados en el estándar, que a su vez tienen más peso específico en el mercado.
- Ethernet** Especificación de red de área local (LAN) desarrollada en 1976 por Xerox, originalmente para conectar las minicomputadoras del Palo Alto *Research Center* (EEUU). Se trata de una red muy difundida, de la cual se derivó la norma (o estándar) IEEE 802.3 para redes de conexión.

Ethernet utiliza un medio de difusión de bus y se basa en el método de acceso conocido como CSMA/CD para regular el tráfico en la línea de comunicación principal. Los nodos de la red están conectados por cable coaxial (en sus dos variedades, grueso y fino). El cableado Ethernet fino tiene un diámetro de 5 mm y puede conectar estaciones de red en una distancia de 300 m; el cableado Ethernet grueso tiene 1 cm de diámetro y puede conectar redes distantes entre sí hasta 1.000 m. La información en la red Ethernet se envía en tramas de longitud variable que contienen la información de control y hasta 1.500 bytes de datos. El estándar Ethernet original permite la transmisión en banda base a 10 Mbits/s. Estándares más modernos, con un cableado especial, permiten llegar hasta los 100 Mbits/s.

Hardware	Equipo utilizado para el funcionamiento de una computadora. El <i>hardware</i> se refiere a los componentes materiales de un sistema informático. La función de estos componentes suele dividirse en tres categorías principales: entrada, salida y almacenamiento. Los componentes de esas categorías están conectados a través de un conjunto de cables o circuitos llamado bus con la unidad central de proceso (CPU) de la computadora, el microprocesador que controla la computadora y le proporciona capacidad de cálculo.
Hub	Dispositivo de la capa física que se caracteriza por la retransmisión de paquetes.
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> : importante asociación de técnicos y profesionales, con sede en los Estados Unidos. Fue fundada en 1884 y en 1998 tenía aproximadamente 320.000 miembros en 147 países. Favorece la investigación en campos diversos, como la tecnología aeroespacial, la computación, las comunicaciones y la tecnología biomédica. Promueve la estandarización de normas.
Interfase	Punto en el que se establece una conexión entre dos elementos, que les permite trabajar juntos. En el campo de la informática se distinguen diversos tipos de interfaces que actúan a diversos niveles, desde las

interfaces claramente visibles, que permiten a las personas comunicarse con los programas, hasta las imprescindibles interfaces *hardware*, a menudo invisibles, que conectan entre sí los dispositivos y componentes dentro de las computadoras. Las interfaces de usuario cuentan con el diseño gráfico, los comandos, mensajes y otros elementos que permiten a un usuario comunicarse con un programa.

IRDA	<i>Infrared Data Association</i> ; organización fundada para crear las normas internacionales para el <i>hardware</i> y el <i>software</i> usados en enlaces de comunicación por rayos infrarrojos. La tecnología de rayos infrarrojos juega un importante papel en las comunicaciones inalámbricas.
LAN	Red de área local.
MAC	Dirección de acceso al medio.
Nodo	Un dispositivo conectado a la red capaz de comunicarse con otros dispositivos de la misma.
Protocolo	Lenguaje que utilizan dos computadoras para comunicarse entre sí.
Red	Conjunto de técnicas, conexiones físicas y programas informáticos empleados para conectar dos o más computadoras. Los usuarios de una red pueden compartir ficheros, impresoras y otros recursos, enviar mensajes electrónicos y ejecutar programas en otras computadoras.
Ruta	Camino a seguir por un paquete desde su origen hasta su destino.
Semiconductor	Material sólido o líquido capaz de conducir la electricidad mejor que un aislante, pero peor que un metal. La conductividad eléctrica, que es la capacidad de conducir la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de potencial, es una de las propiedades físicas más importantes. Ciertos metales, como el cobre, la plata y el aluminio son excelentes conductores. Por otro lado, ciertos aislantes como el diamante o el vidrio son muy malos conductores. A temperaturas muy

bajas, los semiconductores puros se comportan como aislantes. Sometidos a altas temperaturas, mezclados con impurezas o en presencia de luz, la conductividad de los semiconductores puede aumentar de forma espectacular y llegar a alcanzar niveles cercanos a los de los metales. Las propiedades de los semiconductores se estudian en la física del estado sólido.

Software

Programas de computadoras. Son las instrucciones responsables de que el *hardware* (la máquina) realice su tarea. Como concepto general, el *software* puede dividirse en varias categorías basadas en el tipo de trabajo realizado. Las dos categorías primarias de *software* son los sistemas operativos (*software* del sistema), que controlan los trabajos de la computadora, y el *software* de aplicación, que dirige las distintas tareas para las que se utilizan las computadoras. Por lo tanto, el *software* del sistema procesa tareas tan esenciales, aunque a menudo invisibles, como el mantenimiento de los archivos del disco y la administración de la pantalla, mientras que el *software* de aplicación lleva a cabo tareas de tratamiento de textos, gestión de bases de datos y similares. Constituyen dos categorías separadas el *software* de [red](#), que permite comunicarse a grupos de usuarios, y el *software* de lenguaje utilizado para escribir programas.

Switch

Dispositivo de red capaz de realizar una serie de tareas de administración, incluyendo el redireccionamiento de los datos.

TCP/IP

Acrónimo de *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*, protocolos usados para el control de la transmisión en Internet. Permite que diferentes tipos de computadoras se comuniquen a través de redes heterogéneas.

Token Ring

Red de área local de paso de testigo con forma de anillo, desarrollada por IBM. Funciona a 4 megabits (4 millones de bits) por segundo. Pueden conectarse hasta 72 dispositivos si se utiliza un cable telefónico estándar. Con cables de par trenzado apantallados, la red permite hasta

260 dispositivos. A pesar de que está basada en una topología de anillo (de bucle cerrado), la red Token Ring emplea segmentos en forma de estrella de hasta 8 estaciones de trabajo, conectadas a un concentrador de cableado (unidad de acceso multiestación o MSAU, acrónimo de *Multistation Access Unit*), que a su vez se conecta al anillo principal, tal y como se muestra en la Figura. La red Token Ring está diseñada para su uso con microcomputadoras, minicomputadoras y *mainframes*. Sigue el estándar IEEE 802.5 para redes *Token Ring*.

Topología

Las topologías más corrientes para organizar las computadoras de una red son las de punto a punto, de bus, en estrella y en anillo. La topología de punto a punto es la más sencilla, y está formada por dos computadoras conectadas entre sí. La topología de bus consta de una única conexión a la que están unidas varias computadoras. Todas las computadoras unidas a esta conexión única reciben todas las señales transmitidas por cualquier computadora conectada. La topología en estrella conecta varias computadoras con un elemento dispositivo central llamado hub. El hub puede ser pasivo y transmitir cualquier entrada recibida a todas las computadoras —de forma semejante a la topología de bus— o ser activo, en cuyo caso envía selectivamente las entradas a computadoras de destino determinados. La topología en anillo utiliza conexiones múltiples para formar un círculo de computadoras. Cada conexión transporta información en un único sentido. La información avanza por el anillo de forma secuencial desde su origen hasta su destino.

Triggers

Es un procedimiento de SQL que inicia una serie de acciones cuando ocurre algún evento específico. Son almacenados y administrados por medio de una Base de Datos.

Handheld

Computadora de tamaño suficientemente pequeño para ser sostenida en la mano o guardada en un bolsillo. En algunas se puede ingresar datos con escritura manual. Otras traen incorporados pequeños teclados.

RESUMEN

El sueño de cualquier informático: un mundo sin cables, en el que todas las computadoras y periféricos se comuniquen entre ellos sin necesidad de la maraña de cables habitual. Esto es posible gracias a las redes inalámbricas (WIFI y Bluetooth), las cuales brindan al usuario esa capacidad de movilidad y la no dependencia física de un solo punto, para poder realizar de una manera más óptima sus actividades laborales y empresariales.

Se presenta inicialmente una pequeña introducción a las redes inalámbricas, así como los principales estándares, los cuales son la base de la implementación de los distintos dispositivos que se comunican por medio de redes inalámbricas. Estos se catalogaron y se adjuntaron en el CD adjunto para que puedan ser analizadas independientemente, y de una manera más detallada. Las dos tecnologías de comunicación inalámbrica que se estudiaron fueron Bluetooth y WIFI, por lo que se detalla su funcionamiento, su estructura general y las distintas ventajas de una tecnología sobre la otra.

A continuación se procede a estudiar ya a mayor profundidad la comunicación mediante Bluetooth. Se describe la arquitectura que dio origen a los dispositivos Bluetooth, cómo un pequeño chip puede cambiar la forma de comunicación entre dispositivos periféricos. Además, se detalla cómo se establece la conexión, cómo bluetooth no necesita un ente central el cual administre la red, sino que va entrelazando dispositivos mediante pequeñas redes que se llaman piconets. Para toda comunicación es un factor importante la seguridad, y Bluetooth se administra por medio de llaves maestras, las cuales controlan y administran, quienes pueden o no formar parte de la red. Finalmente, se describen distintas vulnerabilidades que aún tiene que mejorar la tecnología Bluetooth.

Existen diferentes tipos de empresas, y cada una presenta necesidades distintas. Las empresas fueron catalogadas por la cantidad de trabajadores que laboran en cada una de ellas; éste fue el parámetro que mejor se adaptó a las necesidades de comunicación de las empresas, ya que en la mayoría de los casos es directamente proporcional a la cantidad de dispositivos que se necesitan comunicar entre sí. Por consiguiente, se puede decir que existen tres tipos de empresas a estudiar, la pequeña empresa (un máximo de 25 trabajadores), la mediana empresa (un máximo de 60 trabajadores) y la gran empresa (mayor a 60 trabajadores). Para saber qué tecnología es la más adecuada para cada empresa se realizaron distintas comparaciones en donde se encontró que para la pequeña empresa la tecnología que más se adecua a sus

necesidades es Bluetooth, que para la mediana empresa lo importante es un balance entre WIFI y Lan Fija, y que para la gran empresa es la Lan Fija. En los distintos tipos de empresas puede existir presencia de alguna otra tecnología, pero será con una menor participación.

Finalmente, se diseñó un sistema basado en bluetooth. Primero se presenta un caso práctico en el cual se puede aplicar la tecnología Bluetooth, en una necesidad específica, de una pequeña empresa, donde se puede analizar de una forma más sencilla, que la tecnología Bluetooth puede ayudar en mucho a ciertos procesos que se realizan dentro de una pequeña empresa. Posteriormente, se presenta un caso práctico, el cual es la interconexión de dos computadoras, exhibiendo las virtudes que puede tener Bluetooth y cómo sin muchos recursos y sin mucho conocimiento en redes, se puede lograr mucho para una necesidad muy común en las empresas, el traslado de archivos y el acceso a Internet.

OBJETIVOS

- **General**

Demostrar las distintas mejoras que conlleva el implementar una red a través de Bluetooth y las redes inalámbricas.

- **Específicos**

1. Estudiar y conocer las distintas tecnologías de comunicación actuales.
2. Analizar las ventajas que tiene una red inalámbrica en comparación a una red LAN.
3. Estudiar la nueva forma de comunicación Bluetooth la cual permite interconectar distintos dispositivos móviles sin la interacción de un ente central.
4. Analizar y proponer soluciones a distintos problemas empresariales por medio de la tecnología inalámbrica así como encontrar sus principales beneficios.

INTRODUCCIÓN

Imagine que es invitado a una junta de negocios a la cual asiste con su usual equipo de trabajo: su computadora portátil y por supuesto, su teléfono celular, y se da cuenta que dentro de las instalaciones donde se lleva a cabo la reunión, no cuenta con enlace alguno para conectar su equipo (conexión a red y/o toma de corriente) y su teléfono celular se encuentra dentro de su portafolio que está debajo de la mesa; al empezar a trabajar con su computadora portátil, aparece un mensaje de que usted ha recibido un e-mail, este e-mail contiene información que esperaba para esta reunión. ¿Resuelto, no? Este y muchos escenarios son posibles gracias al uso de este tipo de tecnología denominada Bluetooth.

Bluetooth es una especificación para la industria de la computación y telecomunicaciones que describe como se pueden interconectar dispositivos como teléfonos celulares, Asistentes Personales Digitales (o sus siglas en Inglés PDA), computadoras (y muchos otros dispositivos) ya sea en el hogar, en la oficina, en el auto, etc. utilizando una conexión inalámbrica de corto alcance.

En la presente propuesta queremos demostrarle las distintas soluciones de comunicación que puede encontrar, las cuales dependiendo del tipo de problema que se presente, pueda escoger la opción más óptima. Aquí le presentaremos esencialmente una solución inalámbrica por medio de Bluetooth, pero también se le ayudará a conocer otras alternativas tradicionales tales como la LAN, la inalámbrica (Redes Ad Hoc), etc. La idea fundamental es que conociendo las distintas alternativas de comunicación usted tendrá las herramientas para poder solucionar sus problemas empresariales, para enfocar sus recursos en cuestiones puramente de negocios y no en cuestiones de comunicación.

CONOCIMIENTOS BÁSICOS

Redes inalámbricas introducción

En los últimos años, las redes inalámbricas (WLAN, *Wireless Local Area Network*, conocidas también como WIFI, *wireless fidelity*) han ganado muchos adeptos y popularidad en mercados verticales tales como hospitales, fábricas, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios y áreas académicas. Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar. Con WIFI, la red por sí misma es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante, incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa. Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y video dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de hasta 54 Mbps.

Muchos de los fabricantes de computadoras y equipos de comunicaciones como PDA (*Personal Digital Assistants*), módems, lectores de punto de venta y otros dispositivos están introduciendo aplicaciones en soporte a las comunicaciones inalámbricas. Las nuevas posibilidades que ofrecen las WIFI son permitir una fácil incorporación de nuevos usuarios a la red, ofrecen una alternativa de bajo coste a los sistemas cableados, además de la posibilidad ubicua para acceder a cualquier base de datos o a cualquier aplicación localizada dentro de la red. A continuación se resumen algunas de estas ventajas de las WIFI, concernientes a productividad, conveniencia y coste, en comparación con las redes inalámbricas

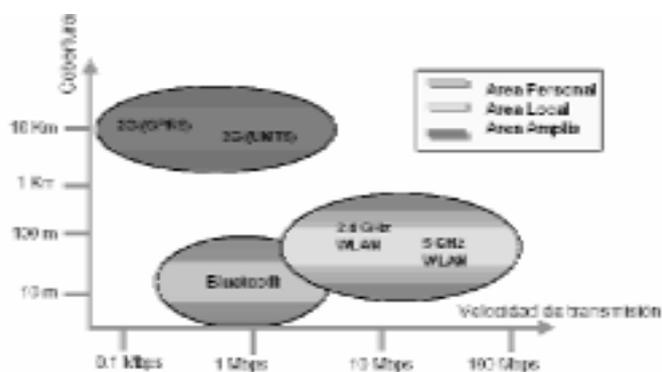
Estándares de la comunicación inalámbrica

En general, los protocolos de la rama 802.x son un estándar de protocolo de comunicaciones de la [IEEE](#), centrados en los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI, especificando las normas de funcionamiento a esos niveles de las redes de área local, que definen la tecnología de redes locales, y en el caso que nos ocupa que es el de la 802.11x, se define el uso de estos niveles en una WIFI (Ver sección de estándares en CD adjunto)

El estándar original de este protocolo data de [1997](#). El IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz. En la actualidad no se fabrican productos sobre

este estándar. La siguiente modificación apareció en 1999 y es designada como IEEE 802.11b. Esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps y también trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 GHz que alcanzaba los 54 Mbps, era la 802.11a y resultaba incompatible con los productos de la B y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos. Posteriormente, se incorporo un estándar a esa velocidad y compatible con el B que recibiría el nombre 802.11g. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación B y de la G.

Figura 1 Área de trabajo tecnologías inalámbricas



<http://www.eveliux.com/articulos/estandareswlan.html>

La Figura 1 muestra las distintas áreas de cobertura que puede tener una tecnología inalámbrica. Bluetooth se encuentra destinado para cobertura de área personal, la cual no sobrepasa los 100 mts. Para el área local se utilizan tecnologías como Wlan (Wifi), con distintas frecuencias como 2.4 y 5 Ghz, ésta no sobrepasa el kilómetro de cobertura. Finalmente, para las tecnologías con cobertura arriba del kilómetro, se utilizan tecnologías como GPRS y UMTS.

El estándar 802.11g está más próximo en cuanto a tecnología a 802.11b y que el 802.11a. IEEE 802.11g se basa en realizar una tasa de transmisión de datos más alta (comenzando en 22Mbps y llegando hasta los 54Mbps) en el mismo espectro de frecuencia (2.4GHz) que 802.11b.

El conjunto de tecnologías siguientes que deberán analizarse son aquellas que denominamos tecnologías intermedias, ya que carecen de muchas de las funciones y características que requiere una red de datos de empresa. Estas tecnologías incluyen a algunas como HyperLAN 1 y 2¹, Bluetooth, Ultra-

¹ Estándar que compite con IEEE 802.11a al soportar velocidades de hasta 54Mbps en la banda de 5Ghrz.

Wideband, *Wide Band Frequency Hopping* y *HomeRF*². Aunque ninguna de estas tecnologías tiene una presencia real en la corriente general, con la posible excepción de Bluetooth, todas intentan conseguir cuota en el mercado inalámbrico. Todas estas tecnologías poseen algún mérito técnico, y pueden ser una buena solución en algunos casos. El problema es que, como hay tantas de ellas, aumentan la confusión en el mercado y no se prevé que ninguna alcance una cuota de mercado importante, aunque probablemente persistirán durante algún tiempo.

Finalmente, está el espacio de mercado de 802.11a (54Mbps en el espectro de 5GHz). 802.11a es un estándar, pero también es una fuente de confusión en estos momentos. El problema está en que en el tiempo transcurrido desde que 802.11a se convirtió en un estándar en 1999 y hoy, cuando en realidad estamos viendo surgir esa tecnología, los requerimientos para ella han cambiado considerablemente.

Hay mayores necesidades de seguridad e interoperabilidad ahora que nunca. Cuando 802.11a fue aceptado inicialmente como un estándar, no se había creado ni probado nada de la tecnología. Ahora se ha descubierto, con base en la experiencia con 802.11b, que es necesario resolver algunos problemas graves de seguridad que no están cubiertos por el estándar actual. Estas preocupaciones están siendo abordadas por el comité 802.11i, tal como se menciona anteriormente. Aunque 802.11i puede utilizarse para cualquier tecnología 802.11 inalámbrica, está siendo considerado en realidad como la solución de seguridad para 802.11a. La seguridad especificada en 802.11i utilizará probablemente alguna forma de encriptación ampliamente aceptada, como AES (*Advanced Encryption Standard*) o algo similarmente potente. Para que 802.11a sea realmente aceptada como una tecnología para ser utilizada en la empresa, debe incluir 802.11i para ofrecer una capacidad de seguridad potente y basada en estándares.

La segunda característica importante que falta en cualquiera de las soluciones 802.11a iniciales es la garantía de interoperabilidad. Las empresas y organizaciones comenzaron realmente a desplegar tecnología 802.11b cuando se les dio la seguridad de que lo que compraban era interoperable con tecnologías de otros fabricantes. Esto es importante para una empresa, porque significa que siempre podrán cambiar de fabricante cuando lo deseen, protegiendo así la inversión que han realizado en la tecnología en cuestión. La empresa no quedará entonces prisionera de la tecnología propietaria de una determinada compañía. Por muy buena que sea la tecnología, si es propietaria hay un riesgo importante.

² Estándar que compite con IEEE 802.11b al soportar velocidades de hasta 10Mbps en la banda de 2.4Ghz.

Dentro del espacio de la solución 802.11a, la interoperabilidad estará promovida por la alianza WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*). Este grupo fue responsable de la especificación WIFI (*Wireless Fidelity*) para 802.11b, y ahora tiene una especificación para 802.11a llamada WIFI 5. Los prerequisites para probar un estándar de interoperabilidad, en lo que respecta a WECA, es que debe haber por lo menos dos fabricantes de chips produciendo chips, y por lo menos tres soluciones basadas en esos chips.

Otra área de confrontación respecto a 802.11a es la potencia de salida y las sub bandas que se estén utilizando. En Europa, la especificación HiperLAN ha ganado cierto nivel de aceptación, que no tiene en ninguna otra parte del mundo. Uno de los motivos de esto es la capacidad de HiperLAN de reducir la cantidad de potencia de transmisión (salida) enviada por las antenas. Esto es importante cuando hay otras radios en la misma frecuencia de la solución que se está utilizando. Esta solución debe ser capaz de detectar estas otras radios y reaccionar reduciendo su potencia de salida con el fin de evitar que se interfieran entre sí. Esto se ha convertido en un requerimiento obligatorio en muchos países europeos y en otros países del mundo. Crear una solución 802.11a que no tome esto en consideración limitaría gravemente el mercado al que podría dirigirse en el mundo. En América del Norte, son muchos los que olvidan que hay necesidades diferentes en otros países. Desde un punto de vista tecnológico, tiene más sentido que una solución pueda ser dirigida a la mayor cantidad de situaciones posible, en lugar de tener que crear una solución diferente para cada país.

Dadas estas limitaciones, la única tecnología 802.11a que se está entregando actualmente está dirigida al mercado SOHO (pequeñas oficinas y oficinas domésticas), en el que la seguridad y la interoperabilidad no son una preocupación tan importante. En las empresas, por causa de la necesidad de seguridad e interoperabilidad, cualquier cosa que se despliegue ahora probablemente tendrá que ser sustituida más adelante.

Los estándares son desarrollados por organismos reconocidos internacionalmente, tal es el caso de la IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) y la ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Una vez desarrollados se convierten en la base de los fabricantes para desarrollar sus productos. Entre los principales estándares se encuentran:

- IEEE 802.11: El estándar original de WIFI que soporta velocidades entre 1 y 2 Mbps.
- IEEE 802.11a: El estándar de alta velocidad que soporta velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.

- IEEE 802.11b: El estándar dominante de WIFI que soporta velocidades de hasta 11 Mbps en la banda de 2.4 GHz.
- IEEE 802.11g: El nuevo estándar de WIFI que soporta velocidades de hasta 54 Mbps, compatible con 802.11b a 2.4 GHz.
- HiperLAN2: Estándar que compete con IEEE 802.11a al soportar velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de 5 GHz.
- HomeRF: Estándar que compete con el IEEE 802.11b que soporta velocidades de hasta 10 Mbps en la banda de 2.4 GHz.

Tabla I Principales estándares WIFI

Estándar	Velocidad máxima	Interfase de aire	Ancho de banda de canal	Frecuencia	Disponibilidad
802.11b	11 Mbps	DSSS ³	25 MHz	2.4 GHz	Ahora
802.11a	54 Mbps	OFDM ⁴	25 MHz	5.0 GHz	Ahora
802.11g	54 Mbps	OFDM/DSSS	25 MHz	2.4 GHz	Ahora
HiperLAN2	54 Mbps	OFDM	25 MHz	5.0 GHz	Ahora

Bluetooth

Orígenes y generalidades

El sueño de cualquier informático: un mundo sin cables, en el que todas las computadoras y periféricos se comuniquen entre ellos sin necesidad de la maraña de cables habitual. Esto es lo que se consigue con la tecnología Bluetooth, que mediante ondas de radio permite la comunicación en un entorno reducido entre cualquier dispositivo, computadoras, impresoras, auriculares, teléfonos, mandos a distancia, etc., que incorporen un pequeño chip. Este tipo de dispositivos ya está empezando a inundar el mercado y su coste es accesible a todos los usuarios.

Bluetooth (el nombre viene del rey danés que unificó y cristianizó -unió, lo mismo que hace la tecnología- los reinos de Noruega y Dinamarca en el siglo X) es una especificación para la industria de la Informática y Telecomunicaciones que describe cómo se pueden interconectar dispositivos como teléfonos celulares, Asistentes Personales Digitales (PDA), computadoras (y muchos otros dispositivos), ya sea en el hogar, en la oficina, en el automóvil, etc., utilizando una conexión sin hilos de corto alcance, que no

³ Direct Sequence Spread Spectrum.

⁴ Orthogonal Frequency Division Multiplexing

necesita de visión directa entre los dispositivos que se conectan, ya que utiliza ondas de radio. En definitiva, lo que se consigue con Bluetooth es eliminar los cables, siempre que la distancia sea pequeña, dentro de lo que puede ser una habitación, un despacho, el habitáculo de un coche, etc.

Frente a otras tecnologías, como es la de infrarrojos promovidos por la IrDA (*Infrared Data Association*) o DECT (*Digital Enhanced Cordless Telephone*) y la 802.11g, Bluetooth cuenta con el apoyo de la industria de las TIC (Tecnología de Información y Comunicaciones), lo que en cierta medida garantiza su éxito. Aunque hay un alto número de fabricantes que incorporan la interfase IrDA (infrarrojos) en sus teléfonos, incluidos Ericsson, Motorola y Nokia, su uso resulta frustrante para muchos usuarios que tratan sin éxito de descargar información desde sus computadoras o PDA a sus teléfonos móviles, o viceversa.

Los dispositivos que incorporan Bluetooth se reconocen y se hablan de la misma forma que lo hace una computadora con su impresora; el canal permanece abierto y no requiere la intervención directa y constante del usuario cada vez que se quiere enviar algo.

Figura 2 Ejemplo de una red Bluetooth



El origen de la especificación Bluetooth

Esta especificación surgió, a principio de 1998, de la colaboración de varias empresas líderes de la industria de las TIC: Ericsson, Nokia, Intel, IBM, Toshiba, Motorola y, más tarde, en conjunto también con, 3Com, Lucent y Microsoft, constituyeron el SIG (*Special Interest Group*), al que ya pertenecen más de 2.000 empresas (grupo de adeptos), que han adoptado esta tecnología para desarrollarla con sus propios productos que empezaron a salir al mercado en el primer semestre del año 2001, sin tener que pagar royalties. La concepción de Bluetooth se remonta al año 1994, en el seno de la compañía Ericsson en Suecia.

La idea surgió como un efecto colateral de la línea maestra de un proyecto dedicado a enlaces de comunicadores múltiples conectados a la red celular a través de teléfonos. La parte del proyecto de donde surgió Bluetooth se refería al análisis de viabilidad de una interfase de baja potencia y bajo coste entre teléfonos y accesorios como auriculares o tarjetas PC. Se vio que los enlaces de distancia corta podían conectar cualquier tipo de equipo de los que están habitualmente en el escenario de las conexiones radio y, además, de un modo económicamente viable.

Funcionamiento de Bluetooth

Bluetooth permite que diversos aparatos contacten entre ellos, dentro de un radio de acción de unos pocos metros. Para utilizar Bluetooth hay que equipar cada dispositivo con un microchip que transmite y recibe en la frecuencia de 2,4 GHz (realmente, entre 2,402 y 2,480 MHz), una banda que está disponible para uso libre en todo el mundo (con algunas variaciones de ancho de banda en países como España, Francia y Japón) y que no necesita licencia. ISM (*Industrial, Scientific, Medical*) es una banda para uso comercial sin licencia: es decir, el FCC (*Federal Communications Commission*) simplemente asigna la banda y establece las directrices de utilización, pero no se involucra ni decide sobre quién debe transmitir en esa banda. Además de los canales para datos, que admiten una velocidad de hasta 721 Kbit/s, están disponibles tres canales de voz a 64 Kbit/s.

Con la nueva versión Bluetooth 2.0 se espera alcanzar hasta 2 y 3 Mbit/s y mayores distancias. (Ver sección de estándares en CD adjunto).

Los protocolos que se utilizan en una comunicación Bluetooth son similares a los que se emplean con tecnología de infrarrojos, por lo que no ha hecho falta desarrollar otros nuevos, pero mientras en una

comunicación por infrarrojos se requiere un enlace visual entre dispositivos, con Bluetooth no es necesario, ya que emite en todas las direcciones e incluso atraviesa paredes como las de una casa.

Las conexiones son uno a uno con un rango máximo de 10 metros, aunque utilizando amplificadores, y con un consumo mayor de potencia, se puede llegar hasta los 100 metros, pero se introduce alguna distorsión en la señal. Al ser la emisión de señal de una potencia muy baja, se elimina cualquier peligro potencial para la salud.

Especificaciones del estándar Bluetooth 1.0

- Banda de Frecuencia: 2.4 GHz (Banda ISM/*Industrial Scientific Medical*)
- Potencia del transmisor: 1 mW (0 dBm) para 10 metros, y 100 mW (+20 dBm) para 100 metros.
- Tecnología: Espectro Expandido (*Spread Spectrum*), Secuencia Directa Híbrida y Saltos en Frecuencia (*Hybrid Direct sequence and frequency hopping*)
- Canales máximos de voz: 3 por piconet
- Canales máximos de datos: 7 por piconet
- Velocidad de datos: hasta 721 Kbit/s por piconet
- Rango esperado del sistema: 10 metros (40 pies)
- Número de dispositivos: 8 por piconet y hasta 10 piconets
- Seguridad: sí, en la capa de enlace
- Alimentación: 2,7 voltios
- Consumo de potencia: desde 30 uA aparcado hasta 8-30 mA transmitiendo
- Tamaño del Módulo: 0.5 pulgadas cuadradas (9x9 mm)
- Interferencia: Bluetooth minimiza la interferencia potencial al emplear saltos rápidos en frecuencia ≈ 1600 veces por segundo.

WIFI

De las tecnologías inalámbricas la que más desarrollo ha alcanzado es una basada en radio frecuencias conocida habitualmente como WIFI, esta tecnología está regulada por una especificación de la IEEE que tiene como referencia 802.11.

Tabla II Especificaciones del Estándar 802.11g

Estándar	IEEE 802.11g, WIFI
----------	--------------------

CONOCIMIENTOS BÁSICOS

Frecuencia de transferencia	2.4GHz
Ancho de Banda	54Mbps, 48Mbps, 36Mbps, 24Mbps, 12Mbps, 6Mbps
Medidas de seguridad	WEP ⁵ , OFDM ⁶ , AES ⁷ y posibilidad de protección de acceso con WPA (<i>wifi protected access</i>) /WIFI.
Rango óptimo de operación	384.8 mts. Bajo condiciones ideales; 45.72 mts en interiores, 91.44 mts. En exteriores y en condiciones normales.
Dispositivos de óptimo uso	Computadoras portátiles en casa o en el trabajo.
Dispositivos que actualmente usan el estándar	Productos de <i>Apple, Linksys, Lucent, Cisco, Búfalo, Belkin</i> ; tarjetas madre hechas por <i>Broadcom, Atheros, Intersil</i>

Ventajas de WIFI

Flexibilidad

Dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar y no estarán atados a un cable para poder estar comunicados por el mundo. Por ejemplo, para hacer esta presentación se podría haber colgado la presentación de la Web y haber traído simplemente el portátil y abrirla desde Internet, incluso aunque la oficina en la que estuviésemos no tuviese rosetas de acceso a la red cableada.

Poca planificación

Respecto de las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo nos tenemos que preocupar de que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red.

Diseño

Los receptores son bastante pequeños y pueden integrarse dentro de un dispositivo y llevarlo en un bolsillo, etc.

⁵ Wired Equivalent Privacy.

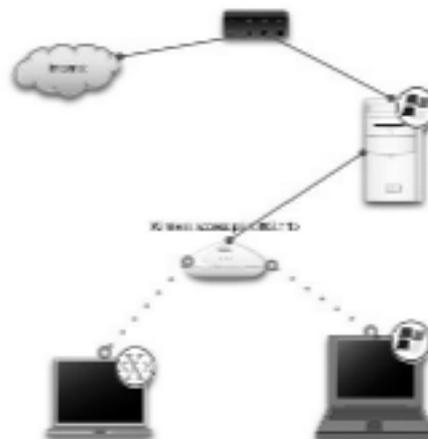
⁶ Orthogonal Frequency Division Multiplexing

⁷ Advanced Encryption Standard.

Robustez

Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable o lo desenchufa, hasta un pequeño terremoto o algo similar. Una red cableada podría llegar a quedar completamente inutilizada, mientras que una red inalámbrica puede aguantar bastante mejor este tipo de percances inesperados.

Figura 3 Ejemplo de una red WIFI



Movilidad

Las redes inalámbricas pueden proveer a los usuarios de una red inalámbrica acceso a la información en tiempo real en cualquier lugar dentro de la organización. Esta movilidad incluye oportunidades de productividad y servicio que no es posible con una red de conexión por cable.

Simplicidad y rapidez en la instalación

La instalación de una red inalámbrica puede ser tan rápida y fácil y además que puede eliminar la posibilidad de tirar cable a través de paredes y techos. Flexibilidad en la instalación: la tecnología inalámbrica permite a la red ir donde la conexión por cable no puede ir.

Coste

Mientras que la inversión inicial requerida para una red inalámbrica puede ser más alta que el coste en *hardware* conexión por cable, la inversión de toda la instalación y el coste del ciclo de vida puede ser significativamente inferior. Los beneficios y costos a largo plazo son superiores en ambientes dinámicos que requieren acciones y movimientos frecuentes.

Escalabilidad

Los sistemas de WIFI pueden ser configurados en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas. Las configuraciones son muy fáciles de cambiar y además es muy fácil la incorporación de nuevos usuarios a la red.

Inconvenientes de las redes inalámbricas

Calidad de servicio

Las redes inalámbricas ofrecen una peor calidad de servicio que las redes cableadas. Estamos hablando de velocidades que no superan habitualmente los 54 Mbps, frente a los 100 que puede alcanzar una red normal y corriente. Por otra parte, hay que tener en cuenta también la tasa de error debida a las interferencias. Esta se puede situar alrededor de 10^{-4} frente a la 10^{-10} de las redes cableadas. Esto significa que has 6 órdenes de magnitud de diferencia y eso es mucho. Estamos hablando de 1 bit erróneo cada 10.000 bits o lo que es lo mismo, aproximadamente de cada Mbit transmitido, 1 Kbit será erróneo. Esto puede llegar a ser imposible de implantar en algunos entornos industriales con fuertes campos electromagnéticos y ciertos requisitos de calidad.

Coste

Aunque cada vez se está abaratando bastante aún sale bastante más caro. Recientemente en una revista comentaban que puede llegar a salir más barato montar una red inalámbrica de 4 computadoras que una cableada si tenemos en cuenta costes de cablear una casa. El ejemplo era para una casa, aunque, todo hay que decirlo, estaba un poco forzado. Aún no merece la pena debido a la poca calidad de servicio, falta de estandarización y coste.

Soluciones propietarias

Como la estandarización está siendo bastante lenta, ciertos fabricantes han sacado al mercado algunas soluciones propietarias que sólo funcionan en un entorno homogéneo y por lo tanto estando atado a ese fabricante. Esto supone un gran problema ante el mantenimiento del sistema, tanto para ampliaciones del sistema como para la recuperación ante posibles fallos.

Cualquier empresa o particular que desee mantener su sistema funcionando se verá obligado a acudir de nuevo al mismo fabricante para comprar otra tarjeta, punto de enlace, etc.

Restricciones

Estas redes operan en un trozo del espectro radioeléctrico. Éste está muy saturado hoy día y las redes deben amoldarse a las reglas que existan dentro de cada país. Concretamente en España, así como en Francia y en Japón, existen aun limitaciones en el ancho de banda a utilizar por parte de ciertos estándares.

Seguridad

En dos vertientes: por una parte, seguridad e integridad de la información que se transmite. Este campo está bastante criticado en casi todos los estándares actuales, que según dicen, no se deben utilizar en entornos críticos en los cuales, un “robo” de datos pueda ser peligroso. Por otra parte, este tipo de comunicación podría interferir con otras redes de comunicación (policía, bomberos, hospitales, etc.) y esto hay que tenerlo en cuenta en el diseño.

Comparando WIFI con Bluetooth

La tecnología inalámbrica Bluetooth y WIFI son complementarias y realizan distintas tareas. Bluetooth se ha diseñado para reemplazar las conexiones por cables USB o de otro tipo entre los teléfonos

móviles, portátiles y otros dispositivos informáticos y de comunicación a corto alcance. WIFI es una Ethernet inalámbrica que proporciona la extensión o reemplazo de las redes por cables para varios dispositivos informáticos.

1. Bluetooth es el equivalente inalámbrico de la conectividad USB.
2. WIFI equivale a una Ethernet inalámbrica (conexión de red).
3. Bluetooth puede ofrecer mayor versatilidad, sin embargo, WIFI está más adaptada a transferencias de datos de mayor volumen.
4. Bluetooth y WIFI usan la banda sin licencia y de disponibilidad universal ISM de 2,4 GHz.
5. Bluetooth funciona dentro de una cobertura de hasta 250 metros y WIFI hasta 400 metros, ambas en condiciones ideales.
6. Bluetooth consume un quinto de las baterías utilizadas por WIFI.

Frecuencia de comunicación de Bluetooth y WIFI

Estudios realizados por una serie de empresas indican que si la separación es de más de 2 metros, en la mayoría de los casos la degradación de la transmisión de datos no es perceptible en ninguno de los dispositivos. Si los dispositivos se colocan en proximidad la degradación de la señal se puede notar bastante.

Tabla III Distinciones entre Bluetooth y WIFI

Distinciones Técnicas	Bluetooth	WIFI
Banda de radio	ISM 2,45 GHz	2,4 GHz
Frecuencia de Salto	1600 saltos/seg.	Sin salto
Velocidad de transmisión de voz y datos	4 Mb/seg.	54Mbps (aunque la velocidad real de transmisión depende en última instancia del número de usuarios conectados a un punto de acceso)
Cobertura	Rango entre 0- 250 metros. dependiendo del dispositivo Bluetooth	Buena cobertura, unos 0 - 400 metros con buena conectividad con determinados obstáculos
Dispositivos con que trabaja	Alrededor de 600 dispositivos.	alrededor de 450 aparatos
Popularidad	Nueva tecnología, con un rápido crecimiento	Adoptado masivamente
Acceso público	El número de elementos crece exponencialmente	El número de elementos crece exponencialmente
Consumo batería	Aprox. un quinto del	

CONOCIMIENTOS BÁSICOS

	consumo que utiliza WIFI	
Seguridad	128 bit encriptación	64 bit encriptación

CONOCIMIENTOS BÁSICOS

ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN MEDIANTE BLUETOOTH

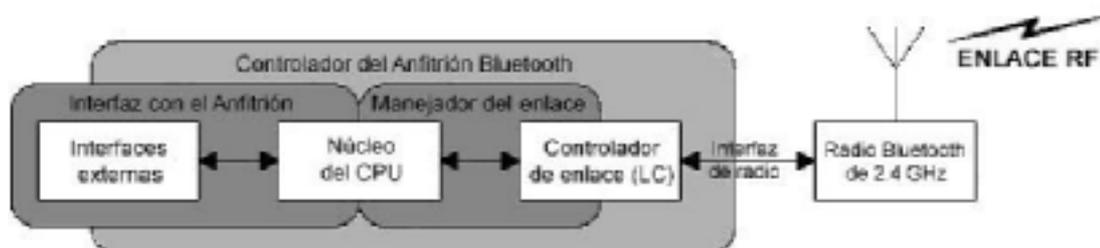
Arquitectura de hardware

El *hardware* que compone el dispositivo Bluetooth está compuesto de dos partes. Un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal y un controlador digital. El controlador digital está compuesto por una CPU, por un procesador de señales digitales (DSP - *Digital Signal Processor*) llamado controlador de enlace (*Link Controller*) y de los interfaces con el dispositivo anfitrión.

El LC (*Link Controller*) está encargado de hacer el procesamiento de la banda base y del manejo de los protocolos ARQ⁸ y FEC⁹ de capa física. Además, se encarga de las funciones de transferencia (tanto asíncrona como síncrona), codificación de audio y encriptación de datos.

La CPU del dispositivo se encarga de atender las instrucciones relacionadas con Bluetooth del dispositivo anfitrión, para simplificar su operación. Para ello, sobre la CPU corre un *software* denominado Link Manager que tiene la función de comunicarse con otros dispositivos por medio del protocolo LMP.

Figura 4 Controlador Bluetooth



⁸ Address Resolution Protocol.

⁹ Forward Error Correction.

<http://atenea.unicauca.edu.co/~dabravo/bluetooth/quees.htm>

Entre las tareas realizadas por el LC y el *Link Manager*, destacan las siguientes:

- Envío y recepción de datos.
- Paginamiento y peticiones.
- Determinación de conexiones.
- Autenticación.
- Negociación y determinación de tipos de enlace, por ejemplo SCO¹⁰ o ACL¹¹
- Determinación del tipo de cuerpo de cada paquete.
- Ubicación del dispositivo en modo *sniff*, *park* o *hold*.
- Arquitectura de *Software*

Modo *Hold*: los dispositivos sincronizados a una piconet¹² pueden entrar en los modos *power-saving* (ahorro de energía) en los que la actividad de los dispositivos es menor. La unidad maestro puede poner unidades esclavos en modo *HOLD*, donde únicamente sólo está funcionando un contador interno. Las unidades esclavo también pueden demandar ser puestas en modo *HOLD*. La transferencia de datos vuelve a comenzar en forma instantánea cuando las unidades abandonan el modo *HOLD*. Tiene un ciclo de trabajo intermedio de los tres modos de ahorro de energía (*sniff*, *hold* y *park*).

Modo *Park*: en el modo *PARK*, un dispositivo se encuentra aún sincronizado a la piconet pero no participa en el tráfico. Los dispositivos en el estado *park* han abandonado sus direcciones MAC y ocasionalmente escuchan el tráfico del maestro para volverse a sincronizar y comprobar los mensajes broadcast. Tiene el ciclo de trabajo más corto de los tres modos de ahorro de energía (*sniff*, *hold* y *park*).

Modo *Sniff*: los dispositivos sincronizados a una piconet pueden entrar en los modos de ahorro de energía en los cuales la actividad del dispositivo es menor. En el modo *SNIFF*, un dispositivo esclavo escucha a la piconet a una tasa reducida, lo que reduce su ciclo de trabajo. El intervalo *SNIFF* es programable y depende de la aplicación. Tiene el mayor ciclo de vida de los tres modos de ahorro de energía (*sniff*, *hold* y *park*).

En búsqueda de ampliar la compatibilidad de los dispositivos Bluetooth, los dispositivos que se apegan al estándar utilizan como interfaz entre el dispositivo anfitrión (computadora portátil, teléfono

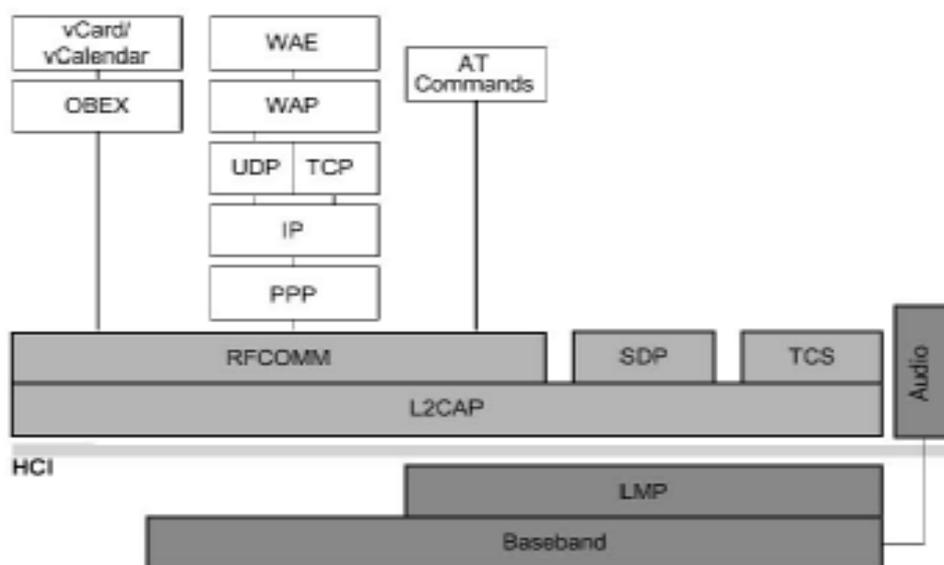
¹⁰ Synchronous Connection-Oriented.

¹¹ Asynchronous ConnectionLess

¹² Ver sección 2.4.

celular, etc.) y el dispositivo Bluetooth (chip Bluetooth), una interfaz denominada HCI (*Host Controller Interface*).

Figura 5 Descripción del protocolo



<http://atenea.unicauca.edu.co/~dabravo/bluetooth/quees.htm>

Los protocolos de alto nivel que ayudan a la interacción con otros dispositivos Bluetooth son:

- SDP protocolo utilizado para encontrar otros dispositivos Bluetooth dentro del rango de comunicación, encargado, también, de detectar la función de los dispositivos en rango.
- RFCOMM protocolo utilizado para emular conexiones de puerto serie.
- TCS protocolo de control de telefonía.

Estos interactúan con el controlador de banda base a través del Protocolo L2CAP (*Logical Link Control and Adaptation Protocol*). El protocolo L2CAP se encarga de la segmentación y reensamblaje de los paquetes para poder enviar paquetes de mayor tamaño a través de la conexión Bluetooth.

Establecimiento de la conexión

El primer objetivo para los productos Bluetooth de primera generación eran los entornos de la gente de negocios que viaja frecuentemente, por lo que debieron pensar en integrar el chip de radio Bluetooth en equipos como: computadoras portátiles, teléfonos móviles, PDA y auriculares, esto originó una serie de cuestiones previas que solucionaron tales como:

- El sistema debe operar en todo el mundo.
- El emisor de radio debe consumir poca energía, ya que debe integrarse en equipos alimentados por baterías.
- La conexión debe soportar voz y datos, y por lo tanto, aplicaciones multimedia.
- Banda de frecuencia libre.

Para poder operar en todo el mundo es necesaria una banda de frecuencia abierta a cualquier sistema de radio independientemente del lugar del planeta donde nos encontremos. Sólo la banda ISM (médico-científica internacional) de 2,45 GHz cumple con éste requisito, con rangos que van de los 2.400 MHz a los 2.500 MHz, y solo con algunas restricciones en países como Francia, España y Japón.

Salto de frecuencia

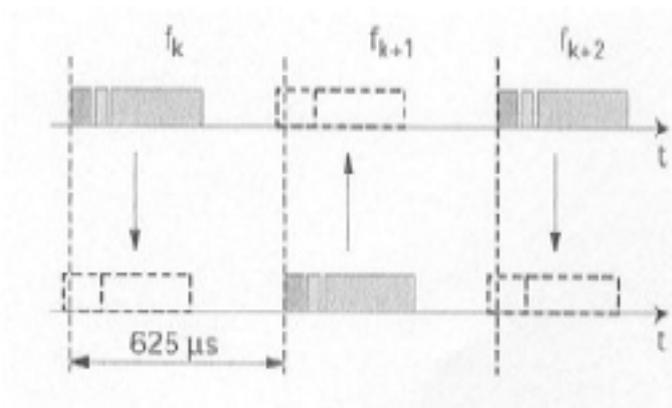
Debido a que la banda ISM está abierta a cualquiera, el sistema de radio Bluetooth debe estar preparado para evitar las múltiples interferencias que se pudieran producir. Éstas pueden ser evitadas si se utiliza un sistema que busque una parte no utilizada del espectro o un sistema de salto de frecuencia. En

los sistemas de radio Bluetooth se suele utilizar el método de salto de frecuencia debido a que esta tecnología puede ser integrada en equipos de baja potencia y bajo coste. Este sistema divide la banda de frecuencia en varios canales de salto, donde los transceptores, durante la conexión, van cambiando de uno a otro canal de salto de manera pseudo-aleatoria. Con esto se consigue que el ancho de banda instantáneo sea muy pequeño y también una propagación efectiva sobre el total de ancho de banda. En conclusión, con el sistema FH (Salto de frecuencia), se pueden conseguir transceptores de banda estrecha con una gran inmunidad a las interferencias.

Definición de canal

Como hemos comentado, Bluetooth utiliza un sistema FH/TDD (salto de frecuencia/división de tiempo duplex), en el que el canal queda dividido en intervalos de $625 \mu\text{s}$, llamados slots, donde cada salto de frecuencia es ocupado por un slot. Esto da lugar a una frecuencia de salto de 1600 veces por segundo, en la que un paquete de datos ocupa un slot para la emisión y otro para la recepción y que pueden ser usados alternativamente, dando lugar a un esquema de tipo TDD (*Time Division Duplex*).

Figura 6 Canales de comunicación Bluetooth

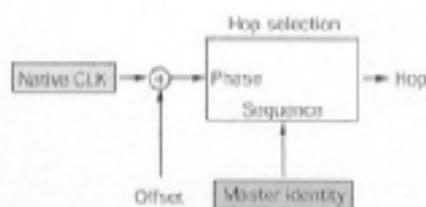


http://www.zonablueetooth.com/que_es_bluetooth.htm

Dos o más unidades Bluetooth pueden compartir el mismo canal dentro de una piconet, donde una unidad actúa como maestra, controlando el tráfico de datos en la piconet que se genera entre las demás unidades, donde estas actúan como esclavas, enviando y recibiendo señales hacia el maestro. El salto de frecuencia del canal está determinado por la secuencia de la señal, es decir, el orden en que llegan los

saltos y por la fase de esta secuencia. En Bluetooth, la secuencia queda fijada por la identidad de la unidad maestra de la piconet (un código único para cada equipo), y por su frecuencia de reloj. Por lo que, para que una unidad esclava pueda sincronizarse con una unidad maestra, ésta primera debe añadir un ajuste a su propio reloj nativo para poder compartir la misma portadora de salto.

Figura 7 Manejo de saltos entre frecuencias



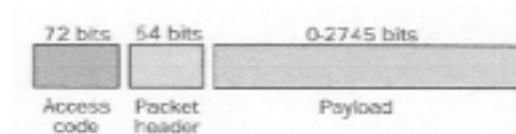
http://www.zonablueetooth.com/que_es_bluetooth.htm

En países donde la banda está abierta a 80 canales o más, espaciados todos ellos a 1 MHz., se definieron 79 saltos de portadora, y en aquellos donde la banda es más estrecha, 23 saltos.

Definición de paquete

La información que se intercambia entre dos unidades Bluetooth se realiza mediante un conjunto de slots que forman un paquete de datos. Cada paquete comienza con un código de acceso de 72 bits, que se deriva de la identidad maestra, seguido de un paquete de datos de cabecera de 54 bits. Éste contiene importante información de control, como tres bits de acceso de dirección, tipo de paquete, bits de control de flujo, bits para la retransmisión automática de la pregunta, y chequeo de errores de campos de cabeza. Finalmente, el paquete que contiene la información, que puede seguir al de cabeza, tiene una longitud de 0 a 2745 bits. En cualquier caso, cada paquete que se intercambia en el canal está precedido por el código de acceso.

Figura 8 Paquete Bluetooth



http://www.zonablueetooth.com/que_es_bluetooth.htm

Los receptores de la *piconet* comparan las señales que reciben con el código de acceso, si éstas no coinciden, el paquete recibido no es considerado como válido en el canal y el resto de su contenido es ignorado.

Definición de enlace físico

En la especificación Bluetooth se definieron dos tipos de enlace que permitan soportar incluso aplicaciones multimedia:

- Enlace de sincronización de conexión orientada (SCO)
- Enlace asíncrono de baja conexión (ACL)

Los enlaces SCO soportan conexiones asimétricas, punto a punto, usadas normalmente en conexiones de voz, estos enlaces están definidos en el canal, reservándose dos slots consecutivos (envío y retorno) en intervalos fijos. Los enlaces ACL soportan conmutaciones punto a punto simétrico o asimétrico, típicamente usados en la transmisión de datos.

Inmunidad a las interferencias

Como se mencionó anteriormente, Bluetooth opera en una banda de frecuencia que está sujeta a considerables interferencias, por lo que el sistema ha sido optimizado para evitarlas. En este caso, la técnica de salto de frecuencia es aplicada a una alta velocidad y una corta longitud de los paquetes (1600 saltos/segundo, para slots-simples). Los paquetes de datos están protegidos por un esquema ARQ (repetición automática de consulta), en el cual los paquetes perdidos son automáticamente retransmitidos; aún así, con este sistema, si un paquete de datos no llegase a su destino, sólo una pequeña parte de la

información se perdería. La voz no se puede volver a reproducir, sin embargo, se utiliza un esquema de codificación muy robusta para una retransmisión en caso de ser necesario. Este esquema, sigue la forma de la onda de audio y es muy resistente a los errores de bits. Estos errores son percibidos como ruido de fondo que se intensifica si los errores aumentan.

Piconets

Si un equipo se encuentra dentro del radio de cobertura de otro, éstos pueden establecer conexión entre ellos. En principio sólo son necesarias un par de unidades con las mismas características de *hardware* para establecer un enlace. Dos o más unidades Bluetooth que comparten un mismo canal forman una piconet. Para regular el tráfico en el canal, una de las unidades participantes se convertirá en maestra, pero por definición, la unidad que establece la piconet asume este papel y todos los demás serán esclavos. Los participantes pueden intercambiar los papeles si una unidad esclava quisiera asumir el papel de maestra; sin embargo sólo puede haber un maestro en la piconet al mismo tiempo.

Cada unidad de la piconet utiliza su identidad maestra y reloj nativo para seguir en el canal de salto. Cuando se establece la conexión, se añade un ajuste de reloj a la propia frecuencia de reloj nativa de la unidad esclava para poder sincronizarse con el reloj nativo del maestro. El reloj nativo mantiene siempre constante su frecuencia, sin embargo los ajustes producidos por las unidades esclavas para sincronizarse con el maestro, sólo son válidos mientras dura la conexión.

Las unidades maestras controlan el tráfico del canal, por lo que estas tienen la capacidad para reservar slots en los enlaces SCO. Para los enlaces ACL, se utiliza un esquema de sondeo. A una esclava sólo se le permite enviar un slot a un maestro cuando ésta se ha dirigido por su dirección MAC (medio de control de acceso) en el procedimiento de slot maestro-esclavo. Este tipo de slot implica un sondeo por parte del esclavo, por lo que, en un tráfico normal de paquetes, es enviado a una ruta del esclavo automáticamente. Si la información del esclavo no está disponible, el maestro puede utilizar un paquete de sondeo para sondear al esclavo explícitamente. Los paquetes de sondeo consisten únicamente en uno de acceso y otro de cabecera. Este esquema de sondeo central elimina las colisiones entre las transmisiones de los esclavos.

Establecimiento de la conexión en una piconet

De un conjunto total de 79 (23) portadoras del salto, un subconjunto de 32(16) portadoras activas es definido. El subconjunto, que es seleccionado pseudo-aleatoriamente, se define por una única identidad.

Acerca de la secuencia de activación de las portadoras, se establece que, cada una de ellas visitará cada salto de portadora una sola vez, con una longitud de la secuencia de 32 (16) saltos. En cada uno de los 2.048 (1.024) saltos, las unidades que se encuentran en modo stand by (en espera) mueven sus saltos de portadora que siguen la secuencia de las unidades activas. El reloj de la unidad activa siempre determina la secuencia de activación.

Durante la recepción de los intervalos, en los últimos 18 slots o 11,25 ms, las unidades escuchan una simple portadora de salto de activación y correlacionan las señales entrantes con el código de acceso derivado de su propia identidad. Si los *triggers* son correlativos, esto es, si la mayoría de los bits recibidos coinciden con el código de acceso, la unidad se auto-activa e invoca un procedimiento de ajuste de conexión. Sin embargo, si estas señales no coinciden, la unidad vuelve al estado de reposo hasta el siguiente evento activo.

Para establecer la piconet, la unidad maestra debe conocer la identidad del resto de unidades que están en modo de espera en su radio de cobertura.

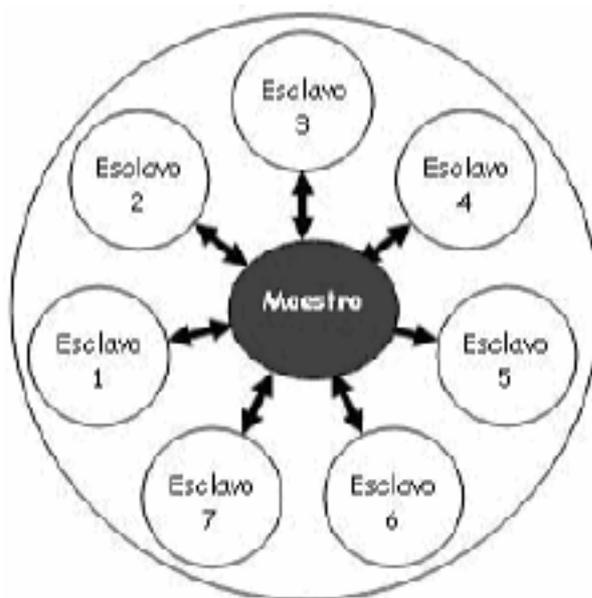
El maestro o aquella unidad que inicia la piconet transmite el código de acceso continuamente en periodos de 10 ms, que son recibidas por el resto de unidades que se encuentran en espera. El tren de 10 ms. de códigos de acceso de diferentes saltos de portadora, se transmite repetidamente hasta que el receptor responde o bien se excede el tiempo de respuesta.

Cuando una unidad emisora y una receptora seleccionan la misma portadora de salto, la receptora recibe el código de acceso y devuelve una confirmación de recibo de la señal, es entonces cuando la unidad emisora envía un paquete de datos que contiene su identidad y frecuencia de reloj actual.

Después de que el receptor acepta este paquete, ajustará su reloj para seleccionar el canal de salto correcto determinado por emisor. De este modo se establece una piconet en la que la unidad emisora actúa como maestra y la receptora como esclava. Después de haber recibido los paquetes de datos con los códigos de acceso, la unidad maestra debe esperar un procedimiento de requerimiento por parte de las esclavas, diferente al proceso de activación, para poder seleccionar una unidad específica con la que comunicarse.

El número máximo de unidades que pueden participar activamente en una simple piconet es de 8, un maestro y siete esclavos, por lo que la dirección MAC del paquete de cabecera que se utiliza para distinguir a cada unidad dentro de la piconet, se limita a tres bits.

Figura 9 Esquema de una piconet



Scatternet

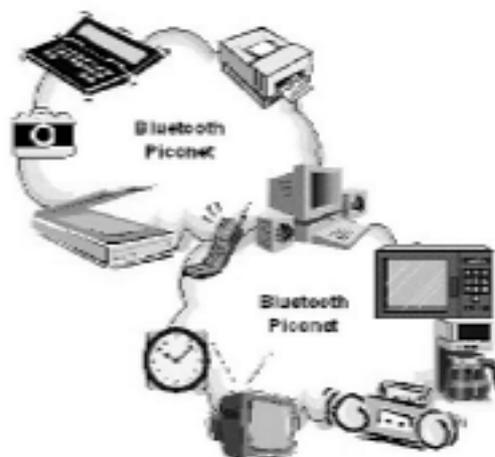
Los equipos que comparten un mismo canal sólo pueden utilizar una parte de su capacidad. Aunque los canales tienen un ancho de banda de un 1Mhz, cuantos más usuarios se incorporan a la piconet, disminuye la capacidad hasta unos 10 kbit/s más o menos. Si se tiene en cuenta que el ancho de banda medio disponible es de unos 80 Mhz en Europa y USA (excepto en España y Francia), éste no puede ser utilizado eficazmente, cuando cada unidad ocupa una parte del mismo canal de salto de 1Mhz. Para poder solucionar este problema se adoptó una solución de la que nace el concepto de scatternet.

Las unidades que se encuentran en el mismo radio de cobertura pueden establecer potencialmente comunicaciones entre ellas. Sin embargo, sólo aquellas unidades que realmente quieran intercambiar información comparten un mismo canal dando inicio a la piconet. Este hecho permite que se creen varias

piconets en áreas de cobertura superpuestas. A un grupo de piconets se le llama scatternet. El rendimiento, en conjunto e individualmente de los usuarios de una scatternet, es mayor que el que tiene cada usuario cuando participa en un mismo canal de 1 MHz. Además, estadísticamente se obtienen ganancias por multiplexión y rechazo de canales salto. Debido a que individualmente cada piconet tiene un salto de frecuencia diferente, diferentes piconets pueden usar simultáneamente diferentes canales de salto.

Hemos de tener en cuenta que cuantas más piconets se añaden a la scatternet el rendimiento del sistema FH disminuye poco a poco, lo que provoca una reducción por término medio del 10%. Sin embargo, el rendimiento que finalmente se obtiene de múltiples piconets supera al de una simple piconet. La Figura 10 muestra un ejemplo típico de una scatternet.

Figura 10 Ejemplo de scatternet



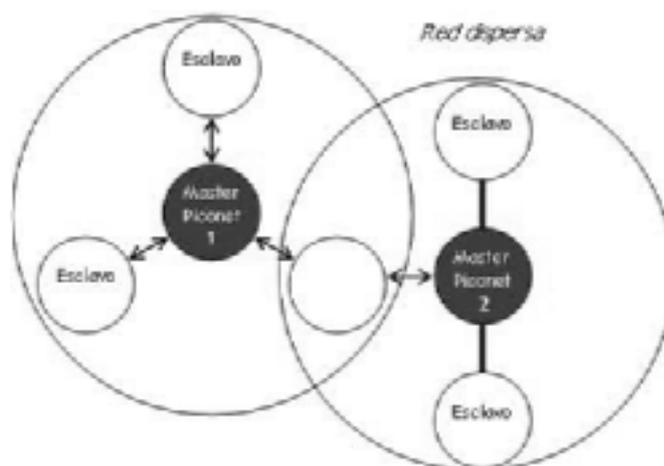
Comunicación inter-piconet

En un conjunto de varias piconets, estas seleccionan diferentes saltos de frecuencia y están controladas por diferentes maestros, por lo que si un mismo canal de salto es compartido temporalmente por piconets independientes, los paquetes de datos podrán ser distinguidos por el código de acceso que les precede, que es único en cada piconet.

La sincronización de varias piconets no está permitida en la banda ISM. Sin embargo, las unidades pueden participar en diferentes piconets con base en un sistema TDM (multiplexación por división en el tiempo). Esto es, una unidad participa secuencialmente en diferentes piconets, a condición de que sólo active en una al mismo tiempo. Una unidad al incorporarse a una nueva piconet debe modificar el *offset* (ajuste interno) de su reloj para minimizar la deriva entre su reloj nativo y propio, por lo que gracias a este sistema se puede participar en varias piconets realizando cada vez los ajustes correspondientes una vez conocidos los diferentes parámetros de la piconet. Cuando una unidad abandona una piconet, la esclava informa al maestro actual que ésta no estará disponible por un determinado periodo, que será en el que estará activa en otra piconet. Durante su ausencia, el tráfico en la piconet entre el maestro y otros esclavos continúa igualmente.

De la misma manera que una esclava puede cambiar de una piconet a otra, una maestra también lo puede hacer, con la diferencia de que el tráfico de la piconet se suspende hasta la vuelta de la unidad maestra. La maestra que entra en una nueva piconet, en principio, lo hace como esclava, a no ser que posteriormente ésta solicite actuar como maestra. La Figura 11 muestra un ejemplo típico de una inter-piconet.

Figura 11 Esquema inter-piconet



Seguridad dentro de una red Bluetooth

Como en cualquier otro tipo de comunicación vía radio, el aspecto de la seguridad es un tema delicado que genera muy diversas opiniones. A continuación se comentarán los fundamentos de la seguridad en Bluetooth en lo referente a las capas bajas de esta tecnología.

El Perfil de Acceso Genérico Bluetooth, que es un marco en el cual se centran todos los demás perfiles, define tres modos de seguridad:

- Modo de seguridad 1: no seguro.
- Modo de seguridad 2: seguridad impuesta a nivel de servicio.
- Modo de seguridad 3: seguridad impuesta a nivel de enlace.

En el modo 1 no se iniciará ningún proceso de seguridad.

En el modo de seguridad 2 el dispositivo Bluetooth inicia el procedimiento de seguridad después de que el canal haya sido establecido (capas altas de la pila de protocolos).

En el modo de seguridad 3 el dispositivo Bluetooth inicia el procedimiento de seguridad antes de que el canal haya sido establecido (capas bajas de la pila de protocolos).

Además, existen dos posibilidades en el acceso de dispositivos a diferentes servicios:

- Dispositivos de confianza
- Dispositivos de no confianza

Los primeros tienen acceso sin restricción a todos los servicios, mientras que los segundos tienen acceso limitado.

Los servicios también pueden ser catalogados en tres niveles de seguridad:

- Servicios abiertos, a los cuales puede acceder cualquier dispositivo.
- Servicios que requieren sólo autenticación, a los cuales puede acceder cualquier dispositivo que se haya autenticado, puesto que habrá demostrado que comparte una llave de enlace con el proveedor del servicio.
- Servicios que requieren autenticación y autorización, a los cuales sólo tendrán acceso aquellos dispositivos que sean de confianza (y así estarán marcados en la base de datos del servidor).

Para conseguir seguridad, tanto en el acceso a otros dispositivos Bluetooth como en la transmisión de la información entre ellos, es necesario un complejo entramado de seguridad que afiance estos dos aspectos. El sistema puede proveer seguridad tanto a nivel de aplicación como a nivel de enlace.

Para mantener la seguridad a nivel de enlace, cuatro son los parámetros utilizados:

- La dirección del dispositivo Bluetooth (BD_ADDR).
- La llave de usuario privado de autenticación.
- La llave de usuario privado de cifrado.
- Un número aleatorio (RAND).

La dirección del dispositivo Bluetooth (BD_ADDR) tiene una longitud fija de 48 bits y es única para cada dispositivo Bluetooth, ésta es asignada por el IEEE.

La llave de autenticación tiene una longitud fija de 128 bits, mientras que la de cifrado, que normalmente se obtiene a partir de la de autenticación, durante el proceso de autenticación, tiene una longitud variable, entre 1 y 16 octetos, es decir entre 8 y 128 bits.

El número aleatorio vendrá derivado de un proceso aleatorio o pseudo-aleatorio que tendrá lugar en la unidad Bluetooth. Este parámetro cambiará frecuentemente.

Administración de llaves

La llave de autenticación, llamada comúnmente llave de enlace, es un número aleatorio de 128 bits que es compartido entre dos a más dispositivos siendo la base de todas las transacciones entre ellos, ya que además de ser usada en la rutina de autenticación, también es usada como uno de los parámetros de la generación de la llave de cifrado.

Las llaves de enlace son semi-permanentes o temporales. Las primeras son almacenadas en memoria no volátil y pueden ser usadas después de que la sesión actual ha finalizado. Es importante que la sesión se defina como el intervalo de tiempo en el cual una unidad Bluetooth es miembro de una determinada piconet, y por lo tanto, la sesión finaliza cuando la unidad se desconecta de la misma. Por consiguiente, una vez que se ha definido una llave semi-permanente, puede continuar siendo usada como llave de enlace en siguientes sesiones entre las unidades involucradas, es decir entre las unidades que la utilizaron en un primer momento. La designación semi-permanente viene dada por la posibilidad que existe de cambiarla.

La llave temporal por otra parte está caracterizada porque su periodo de vida expira cuando finaliza la sesión actual.

Han sido definidas cuatro tipos de llaves de enlace:

- La llave de combinación KAB.
- La llave unitaria KA.
- La llave temporal o llave maestra Kmaster.
- La llave de inicialización Kinit.

Además de éstas, hay también una llave de encriptación KC, la cual se deriva de la llave de enlace actual. Siempre que la encriptación es activada por un comando del Gestor de Enlace, la llave de encriptación se cambiará automáticamente. La razón de separar la llave de autenticación y la de cifrado es facilitar el uso de una llave de cifrado más corta sin por ello debilitar la potencia de autenticación.

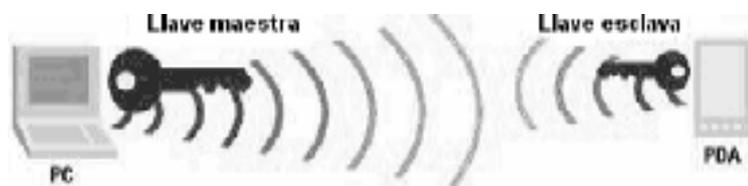
La llave unitaria KA es generada en cada dispositivo Bluetooth y en consecuencia sólo depende de una única unidad A.

La llave de combinación KAB deriva de información de las dos unidades involucradas en al comunicación A y B, y en consecuencia dependerá de ellas dos. Esta llave por lo tanto se genera de cada nueva combinación de dos dispositivos Bluetooth. La Figura 12 muestra como las llaves son administradas e intercambiadas entre dispositivos Bluetooth.

La llave temporal Kmaster se utilizará solamente durante la sesión en curso, y sustituye a la llave original sólo temporalmente. Este tipo de llave se suele utilizar cuando una unidad Bluetooth actúa como maestro y desea contactar simultáneamente con varios esclavos utilizando la misma llave de encriptación.

La llave de inicialización Kinit se usa como llave de enlace durante el proceso de inicialización, cuando todavía no se han creado ni intercambiado llaves unitarias ni llave de combinación, o han sido perdidas. Esta llave protege la transferencia de parámetros de inicialización, y es generada a partir de un número aleatorio, un código PIN de L octetos y una BD_ADDR. Esta llave sólo es utilizada durante su inicio.

Figura 12 Administración de llaves



Vulnerabilidad del protocolo

Aunque el sistema de la red Bluetooth es relativamente seguro para aplicar los esquemas descritos anteriormente, existe aun un número de debilidades en el estándar. Situaciones críticas de la búsqueda de defectos de direcciones de seguridad presente en las redes Bluetooth siguen conservándose, según la Tabla IV, la cual lista una descripción detallada y un análisis de las vulnerabilidades de Bluetooth en conjunto con posibles ataques, riesgos y contraataques correspondientes a cada debilidad.

En la Tabla IV se describen las evaluaciones de algunos de los protocolos específicos de Bluetooth, incluyendo el esquema general de seguridad, manejo de llaves, autenticación, encriptación, y autorización.

Es meritorio notar que toda la capa de seguridad de Bluetooth es aceptable. Las debilidades generales de los protocolos de Bluetooth vienen de la naturaleza inalámbrica, de la naturaleza de ser una red ad-hoc y del esquema de la dirección de los dispositivos. Para protocolos específicos de seguridad, las debilidades cayeron en métodos por código de PIN, generación aleatoria de números, llave única invariable y administración de la seguridad. Más seguridad puede ser esperada a través de trabajo en los altos esquemas de seguridad por protocolos y/o aplicaciones sobre Bluetooth.

Tabla IV Vulnerabilidades del protocolo Bluetooth

Vulnerabilidad	Ataque / riesgo	Solución
La calidad del generador aleatorio es indeterminada.	Alguien más puede implementar el generador o utilizar un número ya generado.	Exámenes estadísticos de detección de no repetición y requerimientos más estrictos de generación.
La llave PIN es demasiado corta y el PIN predeterminado es	Fácil de encontrar la llave o una llave de invitado.	Agrandar la longitud de la llave PIN.

ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN MEDIANTE BLUETOOTH

siempre cero.		
Necesidad de ingresar físicamente el código PIN a los dispositivos.	Inconveniente al ingresar el código.	Llave en el nivel de aplicación solicitada por el <i>software</i> .
La inicialización de la llave es muy débil.	Depende únicamente de RAND y del PIN donde ambos no son seguros.	Trabajar en una más fuerte inicialización de llave así como en su generación.
La llave única es reutilizable y es pública para las otras partes una vez usada.	Calcular la llave de encriptamiento o impersonalizar otros dispositivos con su llave única.	Usar la llave única para generar una llave aleatoria. Usar una llave para cambiar una única llave principal.
Compartimiento de llaves maestras.	Impersonalizar o descubrimiento de llave.	Cambiar el esquema de broadcast.
No identificación del usuario.	Malversar dispositivo.	Aplicación del nivel de seguridad y desarrollo de la autenticación del usuario.
Repetición de intentos para autenticación.	Deshabilitar intentos de autenticación de dispositivos legítimos.	Encriptar la dirección del dispositivo. Limitar el número de entradas de la lista.
Longitud negociable de la llave.	Aborto de la encriptación. Usar llaves muy pequeñas.	Estandarizar una mínima longitud de llave.
Ruptura de la herencia de aplicaciones.	No seguridad para aplicaciones heredadas.	Agregar algún dispositivo o <i>software</i> para las aplicaciones heredadas.

DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS

La tecnología, en muchas ocasiones, está enfocada principalmente a satisfacer una serie de necesidades, las que, conforme han ido evolucionando han permitido a la misma tecnología evolucionar de una forma más vertiginosa. Uno de los campos donde la tecnología ha evolucionado de una mejor forma ha sido el área de las telecomunicaciones, permitiendo de esta manera la comunicación de distintos dispositivos que facilitan el correcto y óptimo funcionamiento de ciertos procesos dentro de distintos tipos de empresas.

Toda empresa tiene como objetivo principal maximizar sus ganancias y minimizar sus gastos. Para ello, se requiere un manejo óptimo de la información. La información dentro de una empresa es el valor agregado más importante, ya que quien la obtenga primero será quien tendrá una ventaja competitiva sobre sus competidores.

Para una correcta administración de la información se requiere la satisfacción de ciertas necesidades (almacenamiento, distribución, evaluación, etc.) que requiere toda empresa; la existencia de distintas necesidades enfocadas a distintos tipos de empresas obliga a la tecnología a crear una diversidad de opciones para satisfacerlas. Una de las más importantes es la de la comunicación entre dispositivos. Para ello, vamos a catalogar o sectorizar tres tipos distintos de empresas que pueden requerir la comunicación de sus dispositivos. Esta sectorización se desarrolla con base en su tamaño, por lo general, en función del número de trabajadores con los que cuente una empresa.

Los países de la región latinoamericana no cuentan con criterios uniformes en sus definiciones de empresa. Una investigación realizada por FUNDES (programa para la mejora de las condiciones del entorno empresarial en América latina) define varios criterios por los cuales se puede llegar a definir una empresa dentro de los que se encuentran: empleo, ventas, ingresos, activos, etc., esto dependiendo de la legislación de cada uno de los países de América latina.

Tabla V Criterios para la clasificación de una empresa

Los Criterios				
	Empleo	Ventas	Activos	Otros
Argentina		X		

DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS

Bolivia	X	X	X	
Chile	X	X		
Colombia	X		X	
Costa Rica	X	X	X	X
El Salvador	X		X	
Guatemala	X			
México	X			
Panamá		X		
Venezuela	X	X		X
Fuente: Equipos de entorno en los países participantes Fundes.				

En Guatemala, existen tres instituciones que definen indicadores para clasificación de una empresa; estas instituciones son el Instituto Nacional de Estadística, la Cámara de Comercio y Promicro, pero la definición oficial se encuentra en el acuerdo gubernativo 178-2001 donde se clasifica a la micro, pequeña y mediana empresa según el número de empleados, con la participación del propietario.

Esta legislación indica que para la micro empresa se puede disponer hasta de 10 empleados; para la pequeña, hasta 25; para la mediana, hasta 60 y para la gran empresa, más de 60 empleados.

Tabla VI Clasificación de empresas en países de Centroamérica

	Costa Rica (empleo)	El Salvador (empleo)	Guatemala ¹³ (empleo)	México (empleo)	Panamá (ingresos brutos)
Pequeña Empresa	Hasta 30	Hasta 49	Hasta 25	Hasta 100	Hasta \$. 150,000
Mediana Empresa	Hasta 100	Hasta 99	Hasta 60	Hasta 500	Hasta \$. 1,000,000
Gran Empresa	Más de 100	Más de 99	Más de 60	Más de 500	Más de \$. 2,500,000

La Unión Europea ha definido que a partir del 1 de enero del 2005 una pequeña empresa debe contar hasta con 50 trabajadores, una mediana empresa hasta con 249 y una gran empresa con un número menor o igual a 250 personas. Para el presente caso de estudio se definirá que para una pequeña empresa

serán hasta 25 empleados, una mediana empresa hasta 60, y una gran empresa más de 60 como lo establece la legislación actual guatemalteca.

Pequeña empresa

Actualmente la práctica de la creación de una empresa, ya sea en forma individual o en una forma grupal, es muy común. Para el éxito de una empresa es fundamental una correcta administración de la información, aunque inicialmente no sea muy grande; se puede administrar en forma más fácil utilizando las distintas herramientas que nos brinda la tecnología para la comunicación (redes de computadoras, por ejemplo)

La administración de la información está relacionada con muchas actividades, dentro de las cuales está el traslado y compartimiento de la misma. Esto se realiza por medio de redes. Una red es un conjunto de dos o más dispositivos con la capacidad de intercambiar información.

Las redes tienen diferentes formas de comunicarse, cada una con características específicas para satisfacer una serie de necesidades muy diferentes. Dentro de ellas están:

- LAN Fija
- WIFI
- Bluetooth

Se puede considerar una empresa como pequeña cuando se necesita intercomunicar una cantidad no muy alta de dispositivos, esto debido a que se puede considerar una pequeña empresa siempre y cuando no exceda a los 25 trabajadores.

Dadas las dimensiones que pueden llegar a presentar una empresa de este tipo se pueden encontrar distintos tipos de dispositivos de comunicación para la transferencia de información. Dentro de los dispositivos que se encuentran están:

Tabla VII Presencia de dispositivos en la pequeña empresa

Tipo de dispositivo	Porcentaje de presencia
Computadoras de escritorio.	15%

¹³ Nueva clasificación del Viceministerio de la PiPyME, Ministerio de Economía. Publicado en el Diario de Centro América el 17 de Mayo de 2001. Anteriormente, la clasificación era para la pequeña empresa hasta 49 y para la mediana hasta 199.

DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS

Computadoras portátiles	30%
PDA	30%
Impresoras y accesorios	5%
Móviles	15%
Telefonía Fija	5%

Como se puede observar en la Tabla VII, para una pequeña empresa existe un alto porcentaje de dispositivos portátiles (móviles, computadoras portátiles, PDA), esto debido al constante cambio y crecimiento que se espera de una empresa, pero son aspectos de diseño, seguridad, movilidad, crecimiento, etc., los aspectos que justifican la alta presencia de estos dispositivos dentro de las redes de una pequeña empresa, así como la tecnología ideal para su comunicación.

Una justificación importante para una alta presencia de equipo móvil es la falta de infraestructura de red que existe en el inicio de la formación de la empresa, ya que luego de la concepción de la idea de la misma como tal, en la gran mayoría de los casos la prioridad de la empresa, en el momento de la búsqueda de una ubicación física, es el funcionamiento de la empresa y no una óptima distribución de su estructura de red. En gran cantidad de ocasiones el inmueble no cuenta con ningún tipo de infraestructura interna de red (tubería por ejemplo), y si el inmueble llegara a contar con una infraestructura de red, es casi imposible que se adecue en un 100% a las necesidades de la empresa que radicara allí.

Es por ello que en los inicios de una pequeña empresa, la infraestructura de red es escasa o no funcional, ya que en el ciclo de vida de la empresa, conforme va evolucionando, va cambiando su estructura organizacional de distintas maneras, lo que conlleva a un cambio en los puntos de acceso a la red, lo que finalmente provoca un nuevo cambio en estructura y diseño de la red. Dado lo anterior, es recomendable que una empresa conforme vaya estabilizándose comercialmente, es decir, que crezca de una manera sólida, pueda empezar a diseñar e implementar una correcta infraestructura de red. Es importante comentar que el hecho de que la mayoría de dispositivos sean móviles no implica la inexistencia de una infraestructura temporal de red, que aunque sea temporal, tiene que permitir una óptima comunicación con entes externos, tales como Internet y telefonía fija, ya que es la puerta principal, casi única, hacia el mundo.

Ya que una pequeña empresa no tiene una cantidad grande de transacciones dado su baja actividad comercial, y fundamentalmente la baja cantidad de dispositivos con capacidad para una constante transmisión de datos, la velocidad es un aspecto secundario para una pequeña empresa. Nuevamente esto es justificado por la presencia mayoritaria de equipos móviles. Estos no tienen una velocidad tan óptima como lo puede proporcionar una Lan (desde 100 Mb/seg.); ellos trabajan con

velocidades mucho menores, tales como WIFI que trabaja a una velocidad máxima de 54 Mb/seg. y Bluetooth que trabaja a 2.1 Mb/seg. Pero estos inconvenientes de velocidad son minimizados por cuestiones más importantes para una pequeña empresa tales como la movilidad y la simplicidad que brindan estas tecnologías, ya que dado que la cantidad de información transmitida no es excesiva y el tiempo en que esta es transmitida no es crítico, se convierten en soluciones óptimas para una pequeña empresa.

La comunicación entre dispositivos móviles, en la actualidad, es cuestión únicamente de configuraciones sencillas y automáticas que hacen que la comunicación sea práctica, lo que permite movilidad entre los distintos dispositivos. La movilidad en empresas dinámicas y pequeñas es importante, ya que la estructura organizacional de una empresa, a pesar de ser sencilla, es muy cambiante en el tiempo. De esta manera es posible el traslado de equipo y personas entre distintos departamentos, sin la preocupación de posibles problemas físicos en su traslado (acceso a los puntos de comunicación).

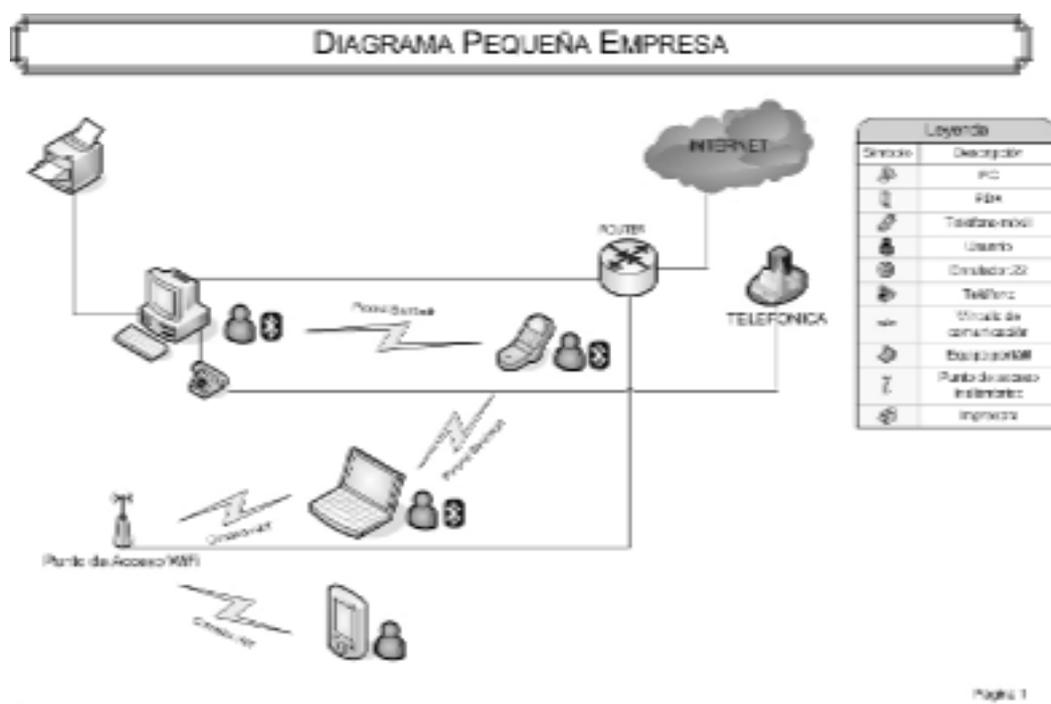
Pero no solo en aspectos de movilidad tiene ventajas la comunicación inalámbrica, sino también en crecimiento; es mucho más sencillo agregar cualquier dispositivo móvil a una red inalámbrica que una computadora a una red Lan, ya que la computadora va a depender de un punto de acceso fijo para poder pertenecer a la red, en cambio, un dispositivo móvil inalámbrico permite su integración en cualesquiera de los puntos dentro del inmueble de la empresa que sea necesario, siempre y cuando se encuentre dentro del radio permitido para su comunicación. Por el contrario, para una red inalámbrica es que su capacidad en cantidad de dispositivos que soporta es mucho menor a la de una red Lan, pero éste no se convierte en un factor fundamental, ya que el crecimiento masivo de la empresa la convertiría en una mediana empresa.

La utilidad que pueden brindar los dispositivos móviles con relación a equipos que están integrados de forma fija a una Lan es excesivamente grande, dada la magnitud de las actividades que se pueden desarrollar en una pequeña empresa, y si se centraliza dentro de los servicios inalámbricos se encontrará que existe mayor utilidad por los dispositivos Bluetooth que por los WIFI, ya que Bluetooth está enfocado a dispositivos periféricos como lo son móviles y PDA los cuales tienen aun una mayor presencia que la cantidad de dispositivos WIFI dentro de una pequeña empresa. Esto se da gracias a que son dispositivos mucho más accesibles a nivel de coste que un equipo WIFI, y con virtudes mucho más grandes a nivel de movilidad. A nivel de coste el equipo relacionado con Lan es mucho más económico que el equipo inalámbrico, pero una alta inversión en equipo inalámbrico es justificada cuando la poca inversión en equipo Lan es desechada por crecimiento y modificaciones dentro de la empresa, entonces se convierte en un coste más alto ya que la empresa termina adaptándose a las características físicas de la

infraestructura de red con la que cuenta y si no fue diseñada correctamente, el gasto se duplicará en el momento de optar a una remodelación.

Dentro de las opciones que tiene la pequeña empresa para su comunicación al exterior, aspecto fundamental para el inicio de un crecimiento constante dentro de su sector comercial, se encuentra la necesidad de que la empresa esté vinculada de algún modo a Internet, por lo cual, aunque no requiera una infraestructura de red formal a nivel de Lan, es necesario que cumpla con por lo menos lo fundamental para que una computadora se pueda comunicar a Internet.

Figura 13 Diagrama pequeña empresa



La Figura 13 muestra el diagrama de una pequeña empresa típica, la cual puede ser tomada como referencia para la implementación de cualquier tipo de pequeña empresa que quiera iniciar sus actividades comerciales. El diagrama presenta un esquema básico de red, en el cual no se requiere de una infraestructura lo suficientemente robusta para poder establecer la comunicación entre dispositivos.

Como se podrá observar también, en la Figura 13 se encuentra una diversidad de dispositivos móviles como un PDA y un teléfono Bluetooth. Esto permitirá que se puedan comunicar todos los dispositivos con los que pueda contar una pequeña empresa (pocos ya que está iniciándose) de una manera fácil y rápida ya que en una pequeña empresa no es típico encontrar dentro del personal a contratar a una persona especializada en telecomunicaciones o tecnología.

Finalmente, se presentan dos factores importantes, los cuales son una línea telefónica dedicada por la cual se tiene comunicación con otras empresas (como proveedores) para poder realizar llamadas o para poder recibir información por medio de fax. El otro aspecto es la colocación de un pequeño router el cual tendrá la capacidad de poder distribuir el Internet, así como fingir el papel de un pequeño firewall el cual protegerá, (aunque en un porcentaje pequeño) nuestra información hacia el Internet.

Mediana empresa

Para una empresa es fundamental encontrar cierta estabilidad dentro del sector comercial donde se encuentre desarrollando sus actividades. Para alcanzar dicha estabilidad la empresa va creciendo en distintos aspectos. Uno de ellos la cantidad de empleados con la que cuenta a su disposición. Cuando una empresa sobrepasa la cantidad de 25 empleados y cuenta con menos de 60, se encuentra catalogada como una mediana empresa.

Dado que la cantidad de empleados crece, cambia la estructura organizacional de una empresa se dan cambios en la infraestructura de red, la cual ya va encaminada a una estabilidad mucho más importante que la que puede llegar a presentar una pequeña empresa. El número de dispositivos va creciendo y estos empiezan a cambiar, ya que la presencia de dispositivos inalámbricos va disminuyendo (en Bluetooth de una forma más considerable) y los dispositivos Lan van creciendo en número ya que una mediana empresa cuenta con una mayor necesidad de comunicación con el exterior, así como necesita satisfacer necesidades más robustas a nivel de comunicación.

Tabla VIII Presencia de dispositivos en la mediana empresa

Tipo de dispositivo	Porcentaje de presencia
Computadoras de escritorio	20%
Computadoras portátiles	20%

DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS

Equipo activo de red	10%
Servidores	5%
PDA	10%
Impresoras	5%
Móviles	20%
Telefonía fija	10%

Una empresa con una mayor estabilidad a nivel económico y comercial ya cuenta con una mayor madurez respecto de un sistema organizacional, es decir, es difícil un cambio repentino en el mismo, por lo cual, una mediana empresa ya puede pensar en una infraestructura de red más seria (la infraestructura de la mediana empresa, en muchas ocasiones, sirve como base para la gran empresa) y formal que una pequeña empresa. Esto se puede visualizar fácilmente al ver la presencia de equipo inalámbrico en la empresa el cual ha disminuido en una importante proporción respecto de la pequeña empresa.

Para una mediana empresa es importante un buen funcionamiento de su estructura de red interna, ya sea inalámbrica como Lan, que cuenta con un número mayoritario de equipos participante dentro de la red interna el cual es mas fijo que en una pequeña empresa. Una correcta y adecuada distribución de los distintos departamentos y su sectorización dentro de la infraestructura de red ayudará a una mejor administración y control sobre los distintos usuarios que ahora participan de forma mas activa dentro de una red local y ya no tanto en una red inalámbrica.

En cierto momento, se tiene que llegar a conformar un balance entre las dos redes, las cuales tienen que tener una presencia importante en sectores específicos de la empresa, por ejemplo, la existencia de un departamento el cual continuamente esté en movimiento (un equipo de ventas); puede ser inadecuada la implementación total por medio de una Lan, es donde la correcta colocación de los puntos de acceso será el éxito de la infraestructura total de la red. El equipo Bluetooth, aunque sigue siendo inalámbrico, comienza a disminuir, ya que existe una menor necesidad de la interconexión de periféricos, aunque para la sincronización de distintas actividades que se desarrollen en el exterior de la empresa sigue jugando un papel fundamental, dada su facilidad de comunicación y su fácil implementación.

La Lan ahora ya cuenta con un número reducido de servidores lo que conlleva a un nivel más alto de seguridad con el que no se contaba en la pequeña empresa. En una pequeña empresa, la seguridad estaba más enfocada a los protocolos con los que trabajan las tecnologías como WIFI o Bluetooth, pero ya a nivel administrativo o enfocado hacia políticas de seguridad, no era un factor importante; en cambio para una mediana empresa, en donde la información ya es más valiosa pues entran en juego situaciones como la

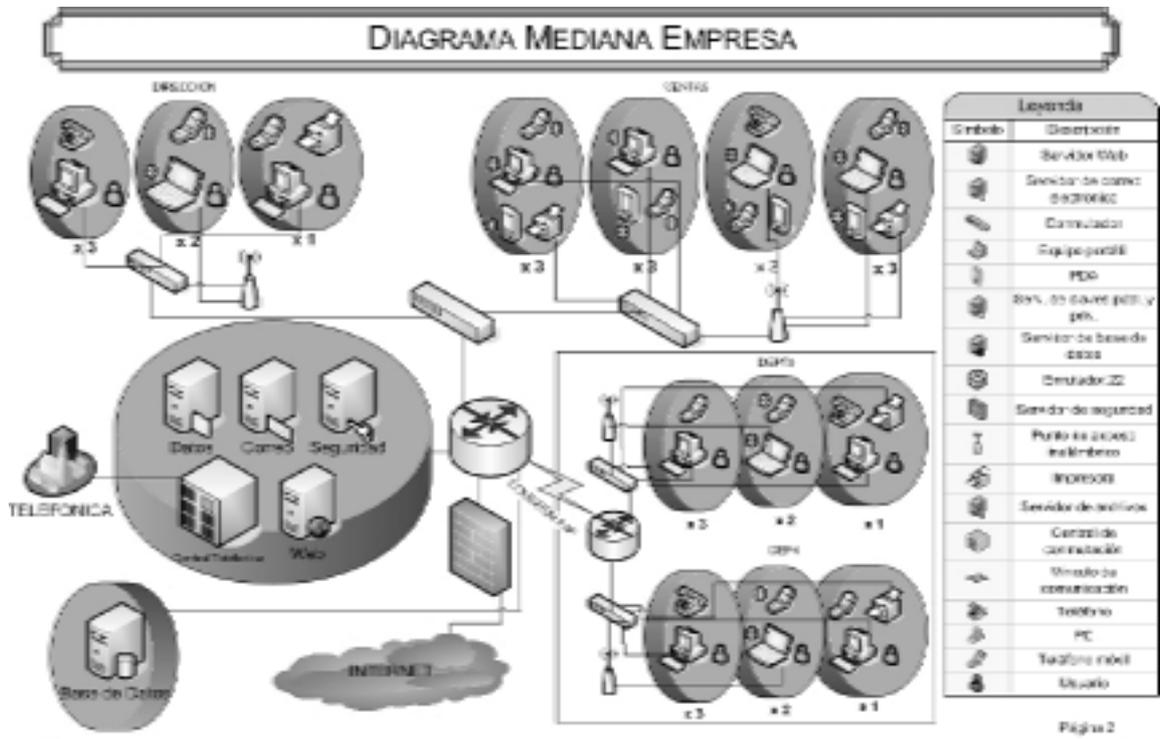
seguridad y velocidad, por ello ya se pueden observar ciertos tipos de firewalls, ya sean de *software* o de *hardware*. Además, en empresas las cuales la información es su materia prima mas importante, se observará que tienen una preocupación mayor respecto de la seguridad, colocando por ejemplo, un servidor dedicado a la correcta administración de políticas de acceso a la información, así como una mejor distribución de los puntos de acceso a la red como a cada uno de sus servicios.

Ya que en una mediana empresa se puede hablar de infraestructura física de red más estructurada, es necesario que la empresa se preocupe principalmente por cuestiones de crecimiento y ubicación de los distintos puestos de trabajo que van a tener acceso a la red interna, ya que un cambio muy radical puede desembocar en un gasto ya considerablemente alto para la empresa, por lo cual conforme va creciendo es muy adecuado que vaya definiendo la ubicación física de todos y cada uno de los puntos de acceso que se va a tener a la red interna, así como los puntos de acceso WIFI y Bluetooth.

Una diferencia sustancial entre una pequeña empresa y una mediana es que la segunda ya cuenta con una salida mas directa y protegida hacia Internet, así como también cuenta con un equipo más robusto de telefonía interna y externa que permite tanto la comunicación interna por medio de extensiones telefónicas, como una salida externa por medio de una planta telefónica, comúnmente llamadas PBX. Esto es importante ya que el número de empleados con los que cuenta la empresa así como los departamentos que forman parte de la misma han crecido, entonces existe una constante necesidad de comunicación interna y este medio es el más rápido y económico que se puede encontrar, además del correo electrónico.

Una posibilidad existente dentro de una mediana empresa es también la existencia de una pequeña sucursal, ya sea dentro de un mismo inmueble o dentro de una región cercana, esto tiene que ser tomado en cuenta dentro del diseño, seguridad, velocidades de transmisión, en una red, para ello lo más común y eficiente son conexiones punto a punto proporcionadas por empresas ISP (*Internet Service Provider*) que se encargan de ello. Cada servicio dependerá de los requerimientos que tenga la empresa, así como la carga que vaya a soportar dicho enlace.

Figura 14 Diagrama mediana empresa



En la Figura 14 se puede observar un mayor crecimiento respecto de la Figura 13 ya que la cantidad de usuarios participantes dentro de la red ha crecido en una proporción importante.

Ahora se podrá observar que existe una mayor cantidad de departamentos los cuales serán la base para la creación y formación de una empresa mayor. Esto tiene como consecuencia una mayor responsabilidad en la planificación y crecimiento de un diagrama de red, ya que conforme va creciendo, mayor será la dificultad que se tendrá en el momento de hacer cambios importantes.

Se ha agregado un sector en el cual se encuentran ya servidores que prestan servicios de transmisión de datos, correo electrónico, seguridad, y Web, esto para uso tanto interno como externo de la empresa. Estos servicios pueden variar en presencia y en robustez, y esto dependerá del tipo de mediana empresa en el que se esté trabajando. La presencia de una base de datos, la cual está aislada dada la importancia de la información, es ya un paso a la formalización de una empresa, y en una correcta visión hacia una empresa mayor.

Se ha sustituido la línea telefónica convencional para la pequeña empresa por una pequeña planta telefónica (PBX) la cual está encargada de la comunicación telefónica interna y externa, proporcionando una mayor formalidad y seriedad a las actividades que se desarrollen entre departamentos así como una mejor presentación ante empresas externas (clientes y proveedores). También se ha involucrado dentro del diagrama de mediana empresa un firewall ya formal, este será el encargado de distribuir el Internet así como de la seguridad del mismo, es decir, que supervisará y administrará todas las entradas y salidas que tenga la empresa con el Internet.

Aspecto a tomar en cuenta en el diagrama de mediana empresa es que posibilidad de la existencia de otros departamentos o sucursales, las cuales no se encuentren dentro de una misma instalación física, es decir, será necesaria la contratación de un enlace dedicado (punto a punto) que sea capaz de comunicar esos departamentos externos con la sede central. Esta negociación se debe de realizar con un ISP (*Internet service provider*) el cual se encargará de la conexión física así como de la configuración del equipo para que la conexión se pueda realizar de una forma segura y rápida. La velocidad de la conexión dependerá fundamentalmente de la cantidad de transacciones que se vayan a transmitir entre localidades y de la importancia de las mismas, ya que existen tanto canales compartidos como privados en este tipo de comunicación.

Gran empresa

El estudio de una gran empresa es considerablemente mucho más complicado que el estudio de una pequeña y de una mediana empresa, ya que en una gran empresa se involucran factores ya más complejos que en las antes mencionadas empresas. Uno de estos cambios fundamentales, claro está, es la cantidad de empleados y/o usuarios que van a participar dentro de la empresa; para una gran empresa el número ya es mayor a 60 y puede crecer de una manera considerable. Es por ello que indudablemente intervienen dispositivos mucho más complejos y en un porcentaje de permanencia mucho mayor al de las anteriores empresas.

Comúnmente se encontrara dentro de una gran empresa un numero no menor de 20 dispositivos y esta cantidad puede crecer, al igual que con el personal, en cantidades importantes. Dentro de los dispositivos que se requieren comunicar se encuentran:

Tabla IX Presencia de dispositivos en la gran empresa

Tipo de dispositivo	Porcentaje de presencia
Computadoras de escritorio	23%
Computadoras portátiles	15%

DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS

Equipo activo de red	15%
Servidores	10%
PDA	5%
Impresoras	15%
Móviles	5%
Telefonía fija	12%

Una gran empresa puede ser catalogada por distintos factores que pueden llegar a definirla como grande y no precisamente la cantidad de personas que pueden laborar para ella, como por ejemplo la cantidad de dispositivos que actuarán dentro de la red, la cantidad de sucursales que puede llegar a tener (transnacionales, regionales, etc.), la cantidad de transacciones, etc.

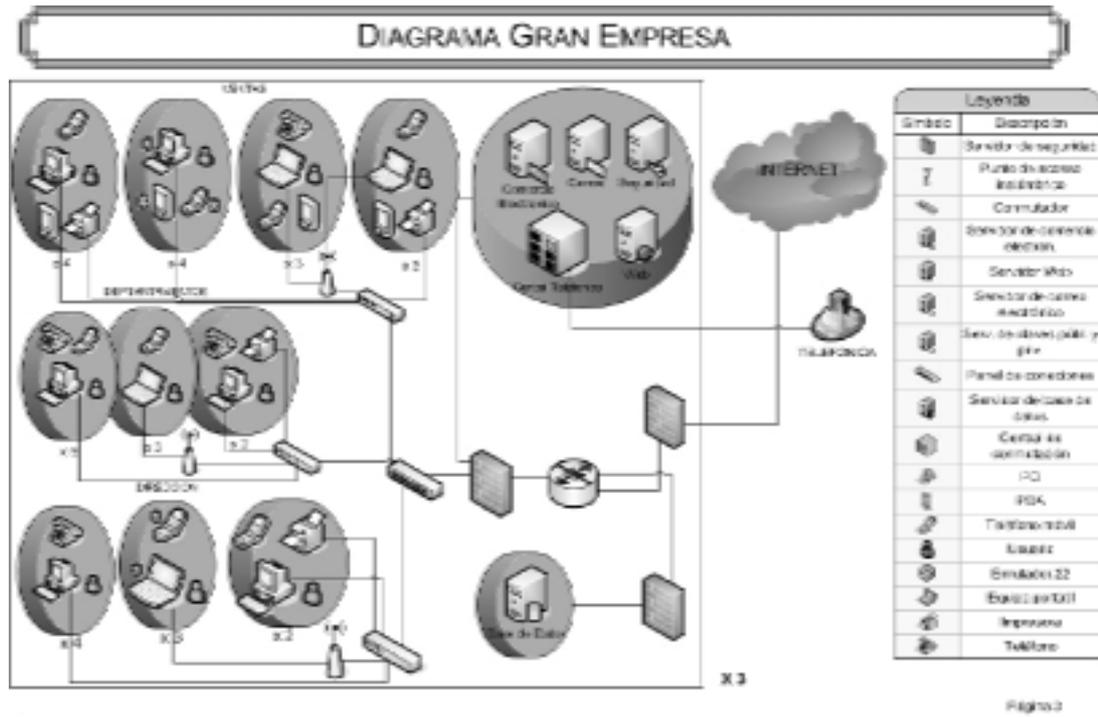
Dado lo anterior, la complejidad de una gran empresa pasa por distintos factores, pero se hará un estudio siempre centralizado en la cantidad de personas que pueden llegar a formar parte de la misma. Además, una empresa de grandes proporciones debe contar con un complejo sistema de información, el cual pueda brindar la oportunidad a la empresa de poder realizar transacciones electrónicas, ya que las grandes empresas que lideran en todos los mercados cuentan con tan valioso valor agregado. Todo este conjunto de componentes da como conclusión una alta necesidad de una infraestructura de red compleja y eficiente.

La infraestructura de red dentro de una gran empresa es el pilar principal por donde la empresa administrara y controlará su información; por ella se intercambiará cualquier cantidad de datos, los cuales deben ir correctamente protegidos. Esta infraestructura se deberá empezar a formar en una forma correcta debe que la empresa esta en su etapa de mediana, ya que realizar un cambio muy brusco entre una mediana empresa y una gran empresa sería incrementar los costos de una manera muy considerable.

Si un esquema de red para una gran empresa se encuentra deficiente en cuales quiera de sus aspectos fundamentales, como velocidad, seguridad y distribución, ésta no podrá satisfacer las necesidades de la empresa, ya que por ejemplo, la velocidad de transmisión de un archivo grande (informes, videoconferencia, fotografías, etc.), ocasionaría un congestionamiento de la red interna, provocando la lentitud de la mayoría de usuarios pertenecientes a la red, impidiendo de esa manera un óptimo rendimiento de sus actividades. Otro aspecto sería la seguridad, ya que si desde la infraestructura de red no satisface en un 100% las normas básicas de seguridad (distribución de puntos de acceso a la red, por

ejemplo), aunque se lograra implementen políticas y servidores de seguridad, la información va a estar vulnerable a personas que puedan sustraer información importante para la empresa.

Figura 15 Diagrama gran empresa



La Figura 15 muestra el diagrama de una gran empresa; está simplificado ya que se ha tomado como base cualquier sucursal que podrá formar parte de una gran empresa.

El diagrama de una gran empresa difiere principalmente del de una mediana empresa por la cantidad de dispositivos que se encuentran presentes dentro de la red; en una gran empresa no es muy frecuente encontrar comunicaciones Bluetooth, además de que las comunicaciones WIFI han disminuido considerablemente, ya que la mayor parte de la comunicación se realiza por medio de Lan.

La inmersión de servidores, ahora más robustos, para satisfacer servicios de correo electrónico, seguridad y Web, ahora se agrega la de comercio electrónico. En la actualidad las grandes empresas se están enfocando al comercio electrónico para poder satisfacer las necesidades de clientes cada vez más exigentes. Dado lo anterior es fundamental contar con una robusta base de datos, que aunque participaba

en forma similar en la mediana empresa, las dimensiones y capacidades de la base de datos en una gran empresa deben ser óptimas.

Otra diferencia considerable es la de que las sucursales por ser ya mas robustas y considerablemente más lejanas que en el caso de una mediana empresa, ahora se cuenta que la comunicación se hará a través de redes VPN (*virtual private network*), que utilizando como plataforma principal Internet, se transmitirá cualquier tipo de información entre sucursales por medio de PIPES (tuberías), las cuales serán codificadas para la transmisión de datos.

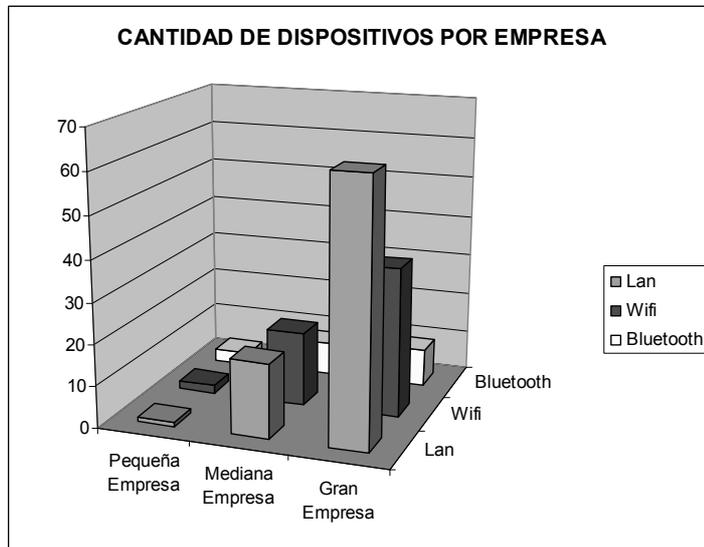
En una gran empresa, cada empresa será encargada de la administración de sus servicios así como de su base de datos, aunque en muchas ocasiones se realizan transacciones en línea con la base de datos principal, lo cual es completamente factible, utilizando, eso sí, una conexión al Internet mucho más robusta, pero los servicios locales e internos de cada empresa, se administran independientemente.

Comparativas entre tecnologías

La primera comparativa a utilizar es la cantidad de dispositivos que se puede encontrar dentro de los distintos tipos de empresas ya definidos (pequeña, mediana y gran empresa), esto fundamentado en las distintas ilustraciones antes presentadas (Figura 13, Figura 14 y Figura 15).

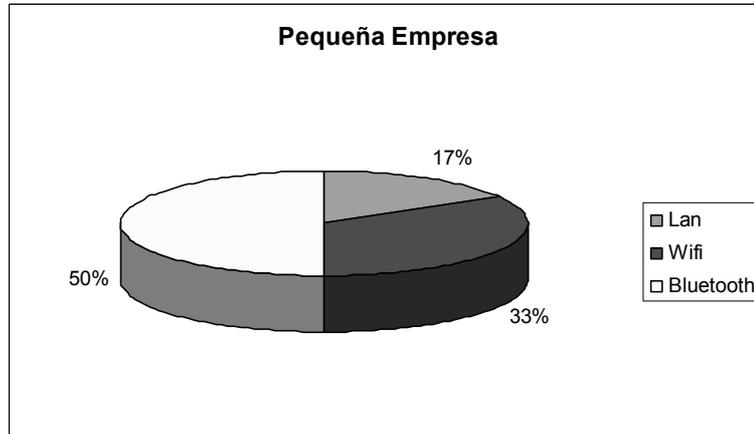
Se podrá observar que la cantidad de dispositivos que se presentan para una pequeña empresa es bastante bajo en comparación con los otros dos tipos de empresas, esto se observa de una mejor manera en la Figura 16.

Figura 16 Gráfica de cantidad de dispositivos por empresa



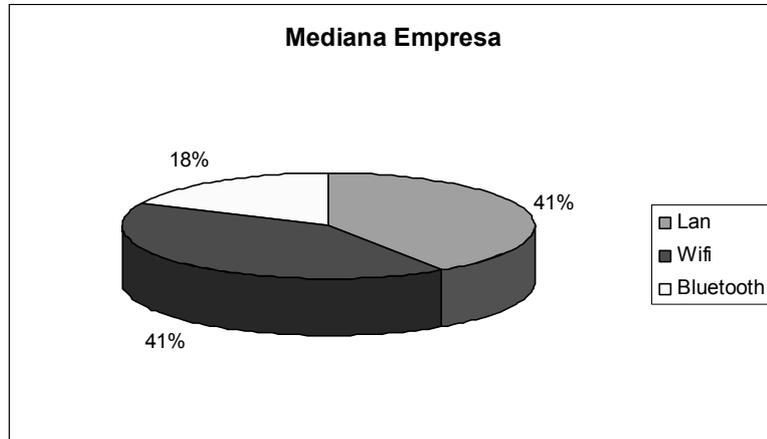
Para realizar una mejor comparación entre los distintos tipos de tecnología es necesario aislar cada una de las empresas para poder analizar de una mejor manera el rendimiento de cada tecnología y su impacto dentro de la misma. Para la pequeña empresa es importante la cantidad de dispositivos inalámbricos que existen dentro de una empresa (Bluetooth y WIFI) y es poca la participación de equipo Lan en la misma. La razón fundamental de lo anterior es que para la utilización de equipo Lan es necesaria infraestructura, la cual al inicio de una empresa no se encuentra.

Figura 17 Gráfica presencia en la pequeña empresa



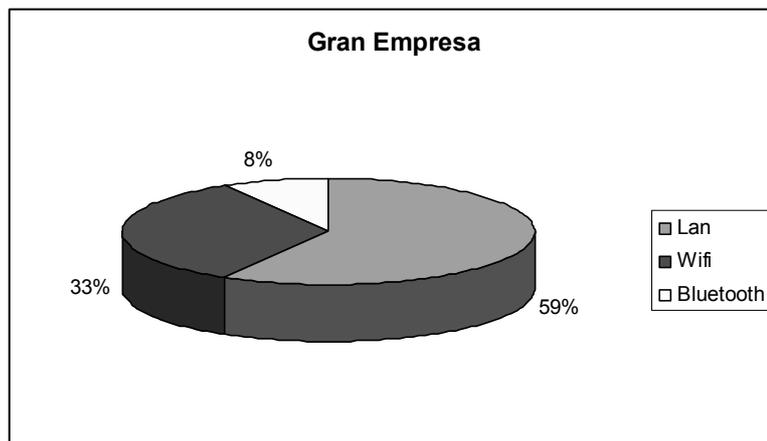
Para una mediana empresa, la presencia ya de dispositivos Lan va creciendo en una proporción mucho mayor (41%) y aunque la presencia de WIFI es la misma que la de Lan, las dos deben encontrar un balance perfecto entre tecnologías para una armonía dentro de la red de información de una empresa. Los dispositivos Bluetooth sí han disminuido, y esto es debido a que la cantidad de periféricos dentro de la red ya no es tan fundamental para las distintas comunicaciones, pero se sigue utilizando muchas veces para reuniones entre jefes de departamentos y para departamentos como ventas que al tener un mayor contacto con el exterior pueden requerir de la utilización de más de alguno de estos dispositivos (ejemplo de la sincronización de datos).

Figura 18 Gráfica de presencia mediana empresa



Dentro de una gran empresa la cantidad de dispositivos inalámbricos ha disminuido considerablemente, aunque la presencia de WIFI es mucho mayor que la de Bluetooth (por cuestiones de velocidad y distancia). La abrumadora presencia de equipo Lan es debido a una mayor y ordenada infraestructura de red, así como la presencia de equipo más robusto para poder ofrecer servicios como el comercio electrónico.

Figura 19 Gráfica de presencia gran empresa



DEFINICIÓN DE TIPOS DE EMPRESAS

DISEÑO DE UN SISTEMA BASADO EN BLUETOOTH

Bluetooth da la oportunidad de poder comunicar distintos dispositivos móviles, con la gran ventaja de una fácil instalación y fácil utilización. Bluetooth da la oportunidad de que sin la necesidad de una infraestructura física, distintos dispositivos puedan tener una comunicación básica, la cual permite servicios básicos.

Dentro de los servicios que Bluetooth puede brindar están la transferencia de archivos así como el acceso a Internet.

Ejemplo de implementación de Bluetooth

Todo lo que ahora se conecta con cables, puede conectarse sin cables. Esto es en pocas palabras lo que permite Bluetooth, pero además se va más allá. No solamente es conectar el ratón, una impresora o un escáner a la computadora, o tener un “manos libres” del teléfono sin necesidad de cable, sino que permite la sincronización entre dispositivos de una manera totalmente automatizada. Así, podemos tener la agenda del móvil y la del PC actualizadas, intercambiando información cada vez que uno de los dispositivos entra en el área de influencia del otro. Permite conectar cámaras de vigilancia, servir con mandos a distancia, permite utilizar un teléfono celular como inalámbrico, para abrir puertas, conectar electrodomésticos, pasar ficheros MP3 del móvil a la computadora, etc. y, por supuesto, para conectar todo tipo de dispositivos a Internet, formando puntos de acceso, por ejemplo, con un módem V.92 conectado a la RTC.

El primer objetivo para los productos Bluetooth de primera generación son los entornos de la gente de negocios que viaja frecuentemente, por lo que se debe pensar en integrar el chip de radio Bluetooth en equipos como computadoras portátiles, teléfonos móviles, PDA y auriculares. Esto origina una serie de cuestiones previas que deben solucionarse tales como:

- El sistema debería operar en todo el mundo.
- El emisor de radio deberá consumir poca energía, ya que debe integrarse en equipos alimentados por baterías.

- La conexión debe soportar voz y datos, y por lo tanto aplicaciones multimedia.

Se procederá a desarrollar un caso de estudio para que se pueda visualizar de una mejor manera la forma en que Bluetooth puede colaborar a solucionar problemas empresariales de índole general, donde es necesario un óptimo manejo de la información, así como su constante actualización, con el fin único de ser más competitivos en algún mercado específico.

Descripción general del problema a solucionar

En la actualidad, el valor máspreciado que puede tener una empresa es la información, y dependiendo de la forma en que logre administrarla y manejarla, va a ser fundamental para su posicionamiento competitivo dentro del mercado de cualquier tipo de producto y/o servicio. La empresa que logre tener información de mejor calidad y en el menor tiempo posible y en el peor de los casos, antes que su competencia directa, logrará tener un paso delante de las demás, pero no es solamente obtener la información, es también poder administrarla y saber utilizarla (dónde y cuándo).

Por lo mencionado, es importante utilizar la tecnología para poder tener una ventaja competitiva con relación a la competencia; Bluetooth es una herramienta novedosa que puede ayudar a que la forma en que fluye la información dentro de una empresa o la forma en que se puede llegar a ella sea de alguna forma más fácil y rápida para el usuario.

Uno de los ejemplos más comunes que se puede llegar a presentar es la sincronización de la información que se puede llegar a obtener del entorno externo de la empresa (usuarios, clientes, proveedores, etc.) hacia los bancos de información (bases de datos) que se debe manejar para saber y conocer su ambiente externo.

Un caso específico puede llegar a ser la sincronización con algún equipo de ventas que se maneje externo a la empresa y en el cual haga consultas, modificaciones, eliminaciones, etc., dentro del inventario (por ejemplo) de la empresa. Al ser agentes externos a la empresa es necesario que el vendedor o persona que realice alguna diligencia fuera de la empresa pueda contar con el menor equipo posible, por razones de movilidad, comodidad y esencialmente de seguridad. En el momento de su retorno a la empresa uno de los aspectos más importantes es dar notificaciones (reportes) a la gerencia de ventas o superiores, sobre los aspectos que logró negociar fuera de la empresa (con el cliente); he aquí que este proceso se puede llegar a optimizar ya que cuanto más rápido sepa la empresa qué actividades logró desarrollar más rápido logrará

tomar las medidas necesarias para cumplir con los objetivos y/o metas que se hayan logrado. Este proceso de actualización se puede lograr de varias maneras:

- Un informe hablado de la persona que haya realizado la diligencia, lo cual además de ser poco eficiente puede llegar a alterar gravemente la información.
- Un informe escrito indicando logros y fracasos, especificando requerimientos necesarios a aplicar para cumplir con los objetivos del diligente, lo cual en la mayoría de las ocasiones es demasiado lento.

Luego de tener los informes es necesario actualizar el almacén de datos para tener el registro de las actividades realizadas, así como de las que son necesarias realizar. Es necesario recalcar que cuanto más rápido se realicen estas actividades mayor será el éxito y el impacto que se tendrá con clientes, proveedores e inclusive con la competencia.

Otro ejemplo de la utilización de Bluetooth es en juntas de negocios. Dentro del desarrollo de cualquier junta de negocios es esencial contar con la mayor cantidad de información en el tiempo más rápido para poder llegar a tomar decisiones que lleguen a afectar, ya sea positiva o negativamente, a la empresa. Bluetooth tiene la capacidad de poder estar presente en la mayor cantidad de dispositivos móviles (ya que como se ha dicho, su mercado objetivo es gente de negocios que viaja frecuentemente) como computadoras portátiles, teléfonos móviles, PDA, auriculares, inclusive impresoras, ocasiones en las que se puede utilizar este equipo y es necesaria la incorporación de Bluetooth son:

- Necesidad de acceder a Internet por medio de una computadora portátil por medio del teléfono móvil. Esto por cuestiones de correo electrónico, información de última hora, tipo de cambio, etc., inclusive actualización de algunos datos.
- Necesidad de imprimir algún tipo de reporte o constancia de algún negocio y la facilidad de poder desarrollarlo en forma inmediata.
- Sincronización de agenda entre un PDA y una computadora portátil (probablemente sincronización de Outlook, por ejemplo).
- Simplemente traslado de información entre computadoras o entre PDA.

Como caso de estudio se tomará el ejemplo de la sincronización de equipo, por lo cual se detallará un ambiente de trabajo más específico en donde se logre visualizar de mejor manera la forma en

que se puede utilizar Bluetooth o algún otro tipo de solución; se presentarán las ventajas y desventajas de las distintas tecnologías existentes en el mercado guatemalteco.

Descripción de da empresa y necesidades a satisfacer

Al ser una solución general para cualquier empresa que brinde algún tipo de producto o servicio que cuente con un equipo de ventas, el cual se encargue de hacer visitas a los distintos clientes, para que sin la necesidad que el cliente tenga que salir de su empresa, pueda realizar solicitudes a los vendedores y estos se encarguen de trasladarlo a la empresa para hacer efectiva su orden de trabajo o de compra.

Es importantísimo que la información pueda llegar lo más rápido a los bancos de datos ya que ayudará al proceso de toma de decisiones respecto de las actividades que hayan sido alcanzadas por el equipo de trabajo externo (vendedores). Lo que se necesita optimizar es el tiempo en el que se asimila la información del exterior al banco de datos.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta, es la información que es necesario que sea del conocimiento y manejo del equipo de trabajo externo, por ello es prioridad que el vendedor cuente con la mayor cantidad de información, pero con un mínimo de equipo móvil para su movilización ya que tiene que cubrir aspectos de comodidad, portabilidad y fundamentalmente seguridad ya que tiene la necesidad de estarse movilizand dentro de ciertas rutas de clientes y/o proveedores dentro de la ciudad capital e inclusive en el interior.

Finalmente, se requiere que se le extienda algún tipo de comprobante al cliente o empresa visitada, donde además de hacer constancia de la visita, se extienda un comprobante que pueda hacer constar qué producto o servicio de la empresa está requiriendo y el compromiso de la misma para su realización o entrega.

Propuesta de soluciones

Para poder responder a las necesidades antes planteadas se pueden tener distintas opciones, además de la Solución Mediante Bluetooth. Estas propuestas pueden ser:

Una solución completamente basada en una red LAN (*ethernet*). El equipo con el que debe contar el vendedor es el siguiente: una computadora portátil para guardar el registro de las actividades negociadas

con el cliente y una impresora, la cual se encargará de poder generar los documentos que se le dejen de comprobante al cliente. Para la parte de la sincronización y actualización de datos se realiza todo comunicando la computadora personal, antes mencionada, a una red LAN central y empezando en forma manual un proceso de descarga de todas las actividades realizadas con el cliente (en el mejor de los casos por medio de algún tipo de *software* a la medida). El único problema para el anterior esquema es que a la hora de un crecimiento de vendedores también debe crecer la cantidad de puntos de red, ya que por cuestiones de optimización cada vendedor debe tener su propio punto, esto sin agregar que es vital el manejo de cables, tanto cuando el vendedor está con el cliente así como al regreso a la empresa; este manejo de cables se vuelve incomodo para el vendedor, además de inseguro ya que al llevar una computadora portátil es una responsabilidad mayor para él.

Otra solución es una basada en una red inalámbrica. Para la parte del vendedor el esquema sigue siendo el mismo que el anterior, la diferencia radica en la sección de sincronización y actualización de las actividades, ya que se realiza por medio de un equipo inalámbrico (*wireless*) el cual por medio de un punto de acceso (*access point*), el que es conectado a la red LAN existente, sirve de puente entre la red Lan y la red inalámbrica. Las computadoras personales se conectan al punto de acceso como si fuera un punto más de la red, únicamente que de forma inalámbrica, permitiendo movilidad al vendedor. Las actividades externas a la empresa, como negociación con clientes, es el problema que se presenta para esta solución, dado que la tecnología Wifi no está presente en las oficinas de clientes y/o proveedores. Nuevamente cuestiones de incomodidad a la hora de negociar con el cliente (manejo de cables) así como la inseguridad al contar con un mayor volumen de equipo no se logró evitar.

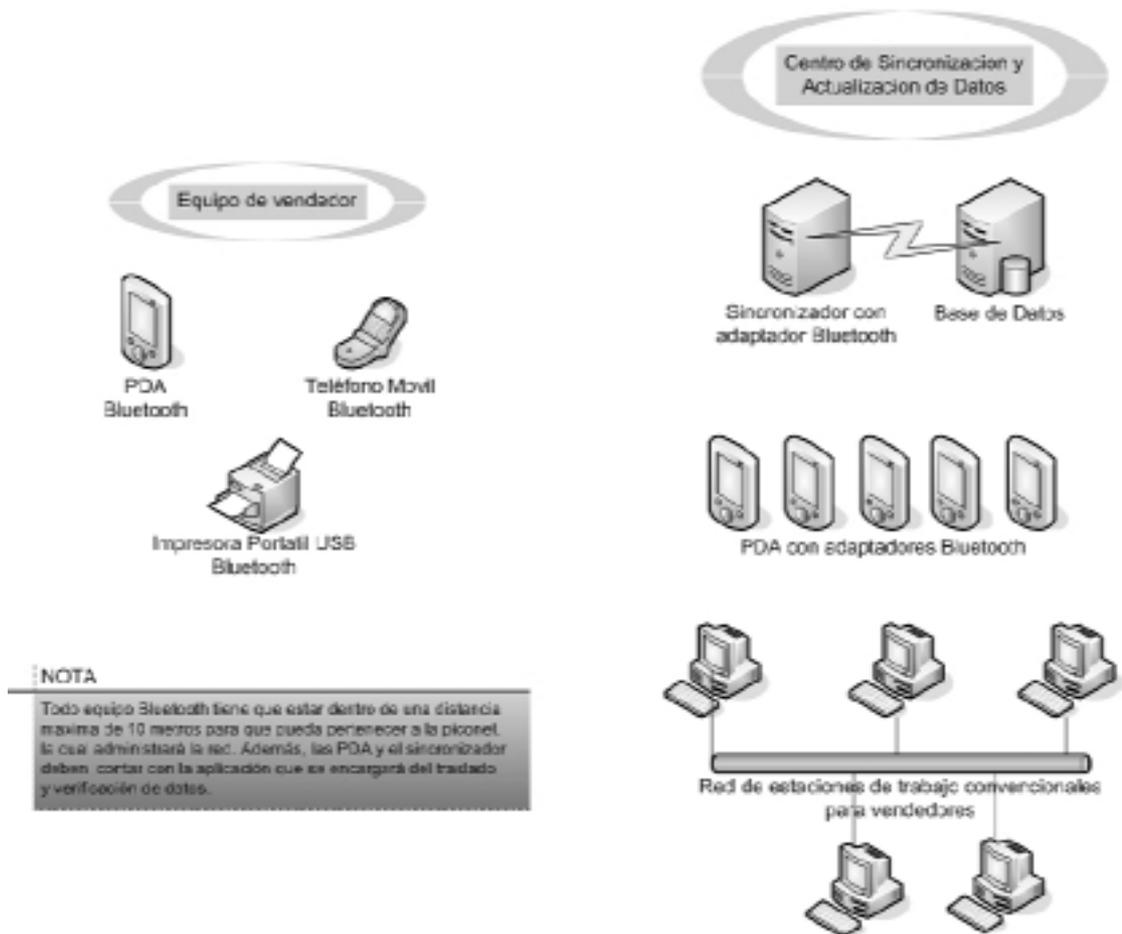
Descripción de la solución mediante Bluetooth

Se aconseja que se destine una oficina o centro de actualización donde cada uno de los vendedores pueda colocar su Handheld (PDA) dentro del área de una piconet específica donde se encuentre algún servidor de actualización que cuente con la tecnología Bluetooth y el cual pueda tener conexión directa a la información y la pueda actualizar automáticamente; esta descarga se realizará inmediatamente al ingresar a la oficina; la idea es que esta actualización se realice en forma automática. Luego, mientras el sistema se actualiza, el vendedor se encarga de realizar su informe escrito, ya con más detalle para poder reportar sus actividades externas. Lo importante acá es que se pueden realizar ambas actividades al mismo tiempo, así como el sistema se actualiza, el vendedor realiza su reporte, lo que ayuda a que se pueda llegar a tomar alguna decisión de tipo gerencial o administrativo antes de que el reporte por escrito llegue a notificarse.

Para el aspecto de la impresión, se propone recurrir a impresoras portátiles que tengan la capacidad de comunicarse por medio de USB ya que se puede llegar a adquirir un conjunto de adaptadores que permiten la comunicación por medio de Bluetooth utilizando los puertos USB, de esa forma no se necesitará invertir en impresoras que ya contengan el chip, sino que con las impresoras portátiles convencionales que se comunican mediante puertos USB.

A nivel de aplicación se necesita que se desarrolle un *software* capaz de poder realizar la sincronización de datos entre la base de datos y cada una de las handheld; el traslado de la información se realizará con base en la conexión hecha mediante Bluetooth y la eficiencia se analizará tanto con base en la conexión como en la efectividad del programa para trasladar la información. Con relación a los distintos reportes que se tienen que generar en las handheld, se asignará también como responsabilidad de la aplicación la realización del mismo y al igual que en el programa de actualización mediante la comunicación establecida ya mediante Bluetooth.

Figura 20 Diagrama de ejemplo de aplicación Bluetooth



NOTA

Todo equipo Bluetooth tiene que estar dentro de una distancia máxima de 10 metros para que pueda pertenecer a la piconet, la cual administrará la red. Además, los PDA y el sincronizador deben contar con la aplicación que se encargará del traslado y verificación de datos.

Coste de la implementación

Equipo para el personal que trabajará en el área de ventas:

- Palm Tungsten E HandHeld. Cuenta con 32MB de memoria con 28.3 MB de capacidad de almacenamiento. Coste total (incluyendo impuestos de importación y embarque), 170.00€.
- PDA Adapter Card for Poket PC Bluetooth. Ofrece seguridad usando 128 bits para la encriptación y autenticación permitiendo el acceso a cualquier dispositivo Bluetooth versión 1.1. Consumo bajo de energía. Compatible con Microsoft Pocket PC 2000 y Microsoft Pocket PC 2002. Coste total (incluyendo impuestos de importación y embarque), 74.00€.
- Wireless Bluetooth Printer Kit, USB. Manufacturado por AmbiCom, ofrece la solución ideal para conexiones inalámbricas entre computadoras, PDA e Impresoras USB. Por medio del *Wireless*

Kit se logra eliminar los molestos cables que muchas veces dificultan el trabajo. Coste total (incluyendo impuestos de importación y embarque), 76.00€.

Equipo que se encontrará en el centro de actualización y sincronización de datos:

- PC con una conexión directa a la base de datos; el requerimiento principal es que cuente con puertos USB en el cual se colocará la tarjeta inalámbrica. Coste aproximado del equipo incluyendo licencia de Windows XP, 680.00€.
- Bluetooth USB *Adapter*. Agrega una conexión Bluetooth por medio del puerto USB brindando la capacidad de poder comunicarse con otros dispositivos Bluetooth que utilicen versión 1.1 o superiores. Coste total incluyendo impuestos de importación y embarque), 24.00€.

El coste de la aplicación queda contemplado fuera de los alcances y objetivos del presente caso de estudio; queda claro que los anteriores precios fueron consultados a proveedores de equipo comprándolo por medio de Internet y que el *software* a desarrollar se instalará tanto en las Handheld como en la computadora que se encargue de la comunicación con la Base de Datos.

La adquisición se realizará por medio de PIO Box con residencia dentro del territorio norteamericano y el precio presentado con anterioridad ya incluye gastos de transporte e importación.

Caso práctico

Descripción de un caso práctico

Se establecerá una comunicación entre dos computadoras. Se pretenderá que por medio de una computadora que estará conectado a la red Lan se distribuya Internet a la otra computadora el cual contará únicamente con el dispositivo bluetooth para su comunicación. Además, se trasladarán archivos entre computadoras para demostrar la simplicidad que brinda la tecnología Bluetooth.

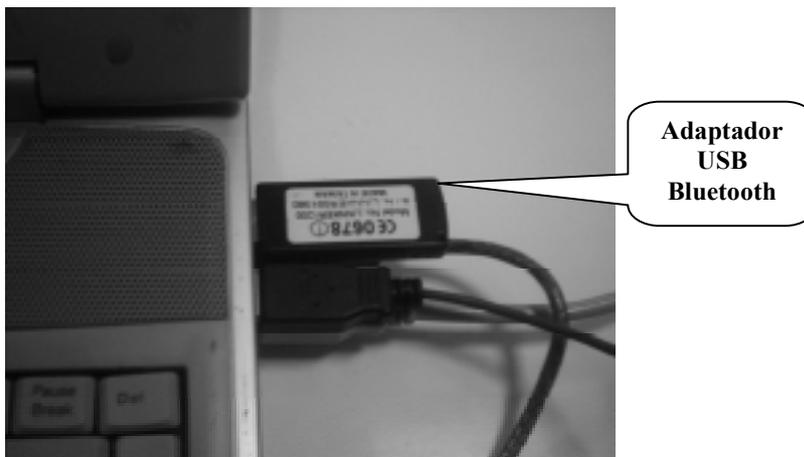
Instalación de dispositivo.

El dispositivo que se utilizará para el establecimiento de la comunicación entre computadoras será un adaptador USB que dispondrá de los componentes Bluetooth. El único requerimiento que tendrán las computadoras es de disponer un puerto USB para la colocación del adaptador.

Figura 21 Adaptadores USB Bluetooth



Figura 22 Colocación de adaptador USB Bluetooth

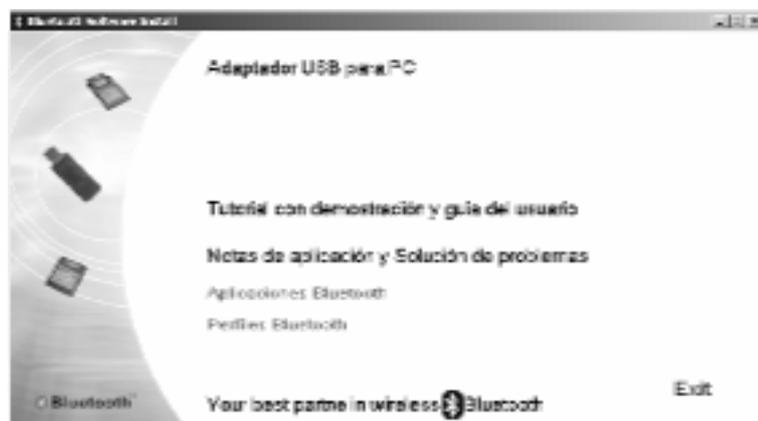


Para instalar los dispositivos se requiere la instalación del *software* que permitirá la utilización de los dispositivos que se muestran en la Figura 21. Al iniciar el CD de instalación se tendrá que seleccionar el lenguaje en el que se necesita la instalación. Luego se presentará un menú donde se brindará al usuario la posibilidad de instalar el adaptador Bluetooth.

Figura 23 Preinstalación del dispositivo Bluetooth



Figura 24 Instalación del dispositivo Bluetooth



Al ingresar a la opción de Adaptador USB para PC, se dispondrá de la opción de instalar todos los controladores o drivers que se utilizarán para el correcto funcionamiento de los dispositivos.

Figura 25 Continuación de la instalación del dispositivo



Figura 26 Inicio de la instalación del *software* del adaptador Bluetooth



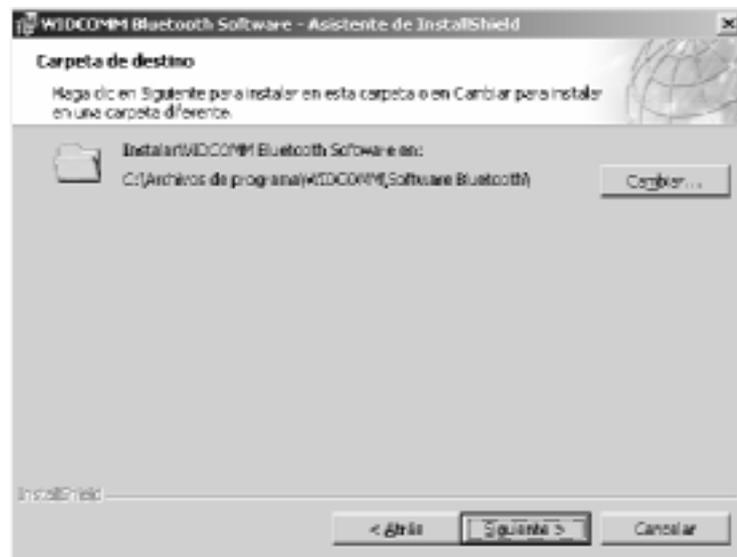
Como en cualquier instalación, lo primero que validará será la aceptación de la licencia, luego de proceder a la lectura de la misma se continúa con la instalación.

Figura 27 Aceptación de los términos del contrato de licencia



Se selecciona el directorio donde se desean almacenar todos los archivos referentes al dispositivo.

Figura 28 Configuración de la instalación del *software*



Inicia la instalación del programa.

Figura 29 Inicio de la instalación del *software*

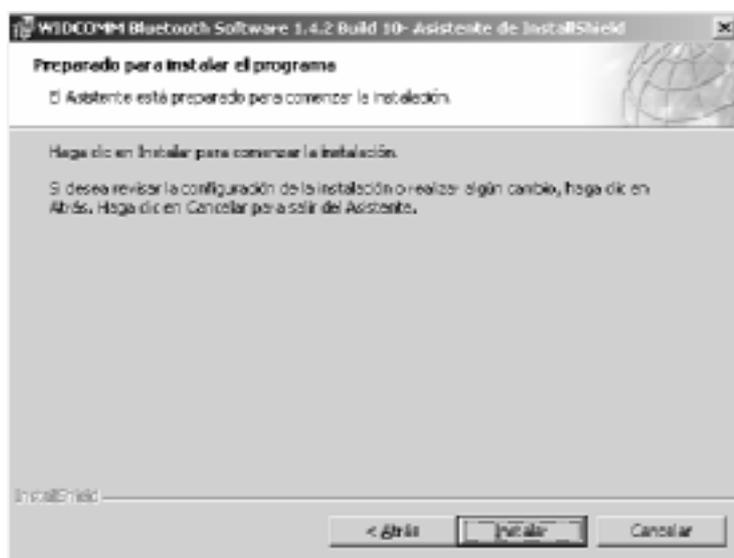
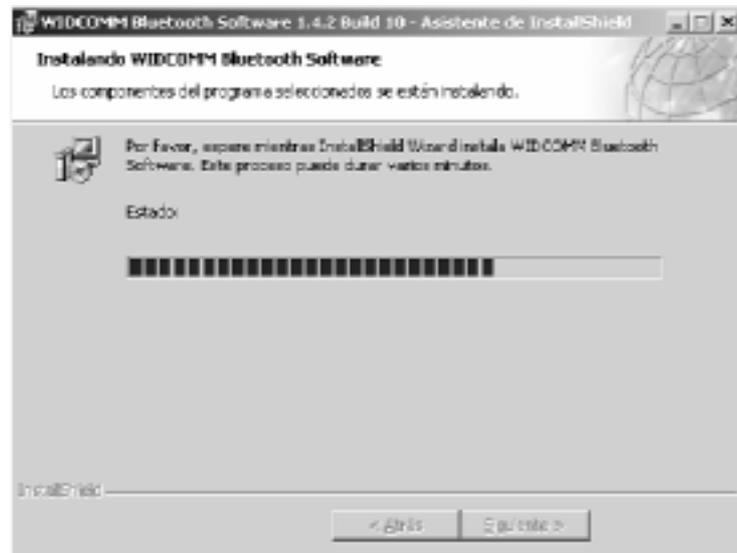
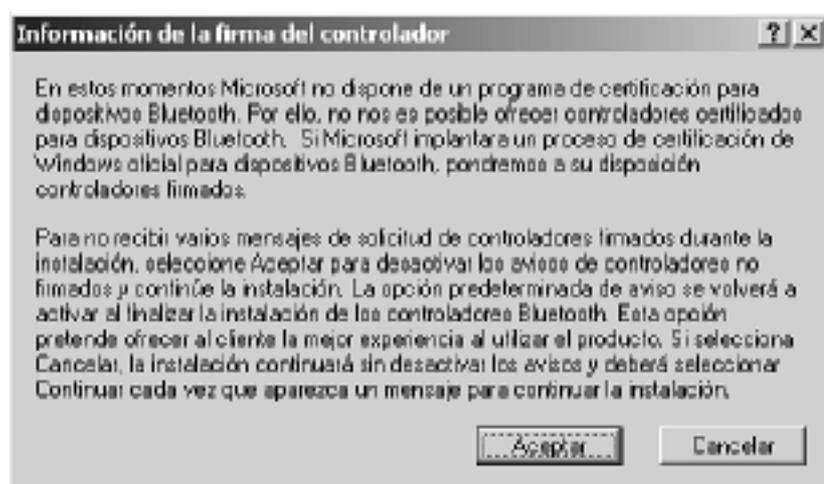


Figura 30 Instalación el *software*



En muchas ocasiones, algunos sistemas operativos (como Microsoft XP), solicitan del usuario una verificación de los controladores, comúnmente llamadas firmas digitales. Es por ello que se desplegará un mensaje donde se informará al usuario, y se solicitará la aceptación de la instalación de dichos controladores en la computadora.

Figura 31 Información de la firma del controlador Bluetooth



Luego, la instalación finalizará con éxito y se podrá proceder a establecer la comunicación ya que en estos momentos se tiene instalado el *hardware*, pero hay que establecer el vínculo entre los mismos.

Figura 32 Finalización de la instalación



Establecimiento inicial de la comunicación.

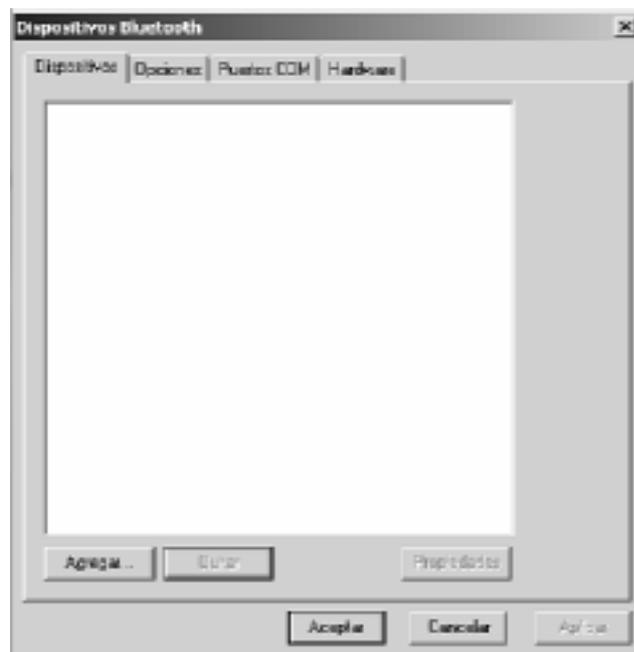
Para poder comunicarse con cualquier otro dispositivo Bluetooth primero tiene que establecer una serie de protocolos y autenticaciones para poder comunicarse con él, es decir, agregarlo a su listado de dispositivos Bluetooth a los cuales se puede comunicar. Para agregar un dispositivo Bluetooth, se ingresa al menú que despliega todos los comandos posibles que nos permite el dispositivo, tal y como se observa en la figura siguiente.

Figura 33 Primer paso para agregar un dispositivo Bluetooth



Al seleccionar “Agregar un dispositivo Bluetooth” se iniciará una pantalla donde se mostrarán los distintos dispositivos a los que puede conectarse; también mostrará otros dispositivos a los cuales en algún momento llegó a conectarse.

Figura 34 Opciones del menú "Agregar un dispositivo Bluetooth"



Como no se ha conectado aún con ningún otro dispositivo, la lista se encuentra vacía y se procederá a agregar el otro dispositivo Bluetooth. Primero, procederá a buscar a otro dispositivo, es importante hacer mención que encontrará dispositivos que estén dentro de su rango de localización.

Figura 35 Localización otros dispositivos Bluetooth

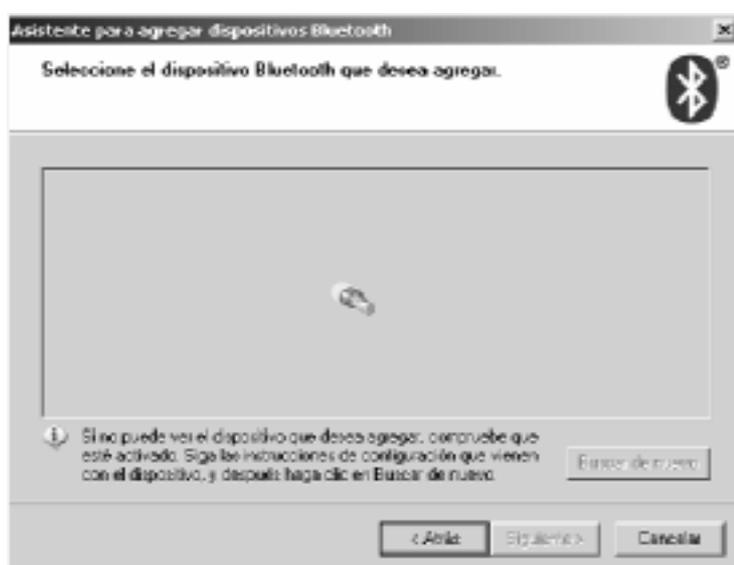
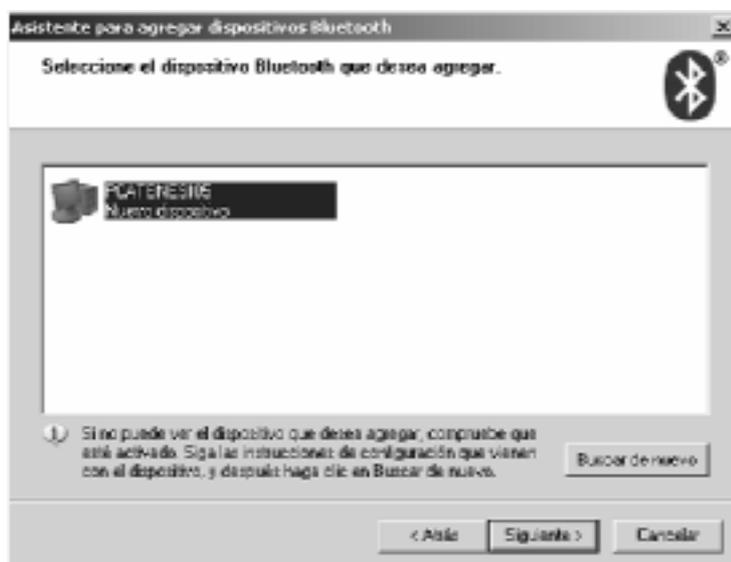
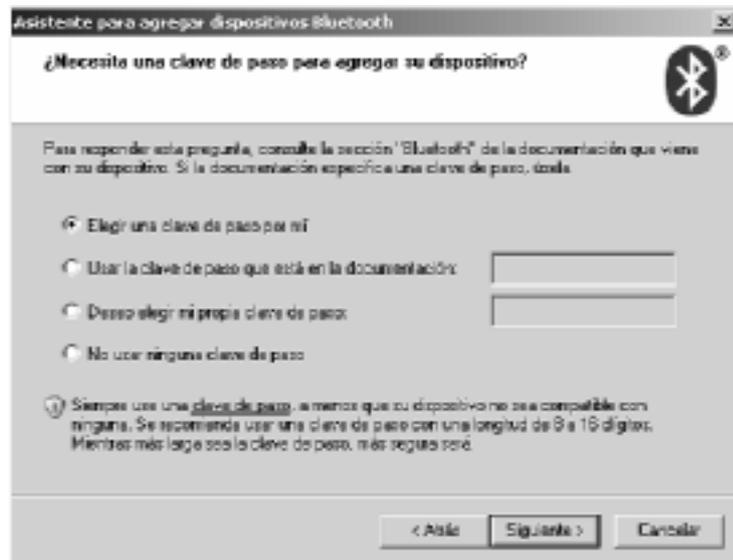


Figura 36 Selección del dispositivo Bluetooth a agregar



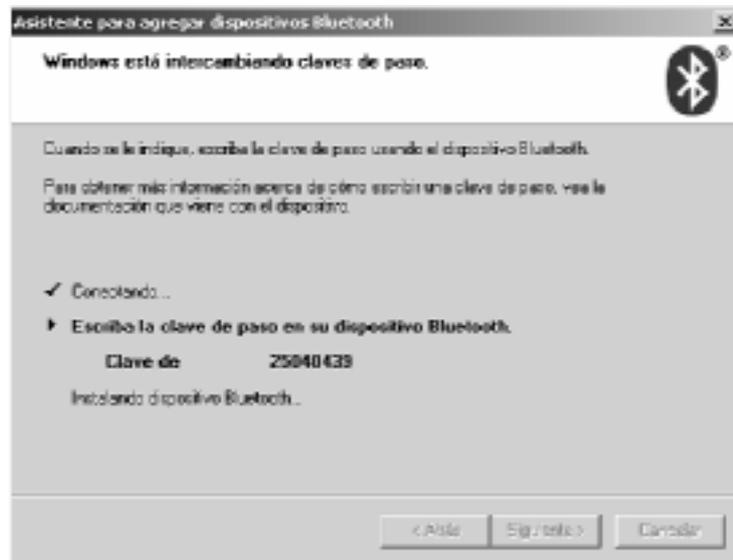
Ya que se ha encontrado un dispositivo se debe de proceder a registrarlo; para esto solicitará el ingreso de una llave de paso que autorizará la comunicación entre ambos dispositivos. Se presenta una serie de opciones las que el usuario puede seleccionar, puede preferir que el dispositivo seleccione una llave de paso por el usuario, también se puede usar la llave de paso que se encuentra en la documentación, elegir una propia llave de paso o simplemente no usar ninguna; esta última opción no es recomendable por cuestiones de seguridad.

Figura 37 Selección llave de paso para agregar dispositivo



Luego de seleccionar la forma en que los dispositivos intercambiarán llaves de paso, el dispositivo genera un número que se utilizará como llave de paso, y en esos instantes el otro dispositivo solicita al usuario ingresar la llave de paso del otro dispositivo. Luego de que se ingrese la llave de paso en el otro dispositivo, los dos quedarán ya listos para poder iniciar una comunicación.

Figura 38 Solicitud de intercambio de llaves de paso



La otra computadora solicitará que se ingrese la clave paso para poder autorizar la comunicación, luego de ello la conexión quedará realizada.

Figura 39 Ingreso de la llave de paso desde el dispositivo secundario

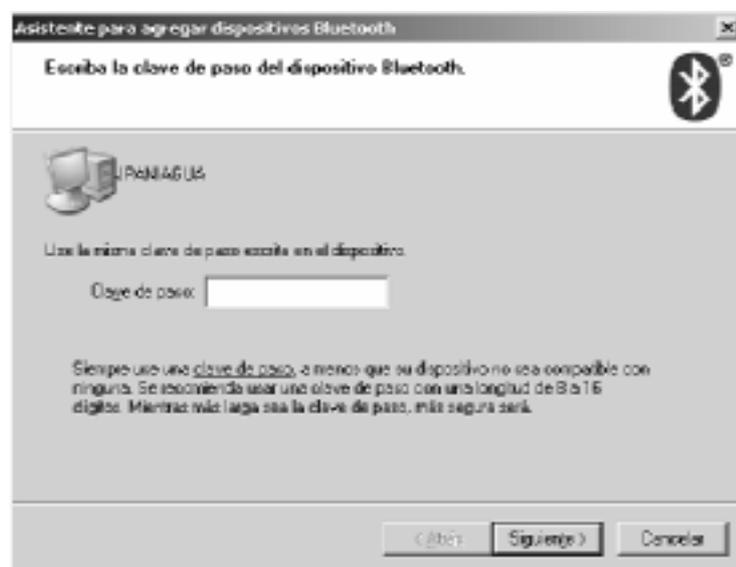


Figura 40 Finalización del asistente para agregar dispositivos Bluetooth

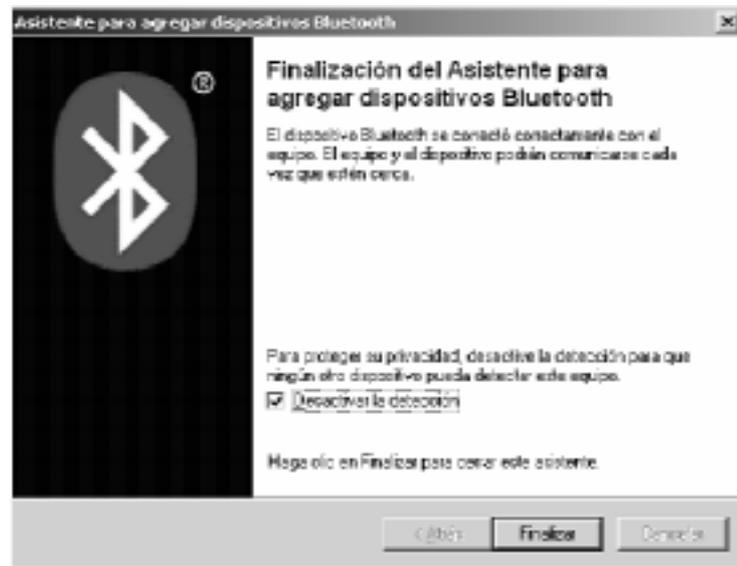


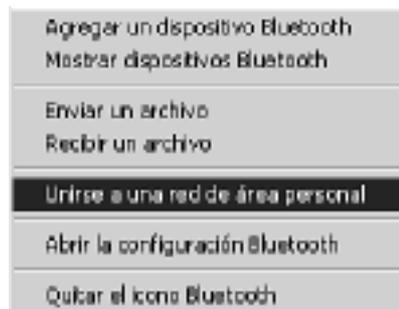
Figura 41 Dispositivo agregado a Bluetooth



Compartir Internet

Para poder compartir Internet los dispositivos deben pertenecer a una PAN (*Personal Area Network*) donde puedan comunicarse entre dispositivos. Para poder efectuar lo anterior, primero se unieron los dispositivos a una PAN.

Figura 42 Unirse a una red de área personal



Cuando se va a unir un dispositivo a una red de área personal, se debe haber reconocido los dispositivos que ya forman parte de la misma.

Figura 43 Selección de dispositivos a participar dentro de la red personal

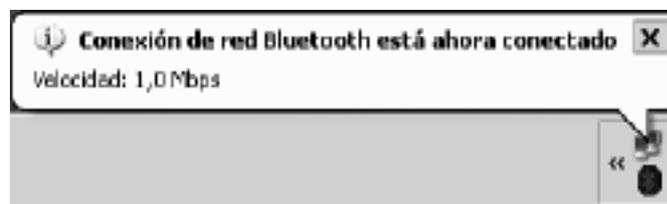


Ahora que ya existe más de algún dispositivo se procederá a realizar la conexión.

Figura 44 Conexión a otro dispositivo Bluetooth



Figura 45 Finalización de la conexión Bluetooth



En estos momentos los dispositivos ya se encuentran plenamente conectados, como que si fueran dos computadoras conectadas entre sí por un cable cualquiera. Ahora para que pueda compartir Internet se realizará un proceso muy sencillo por medio del cual la computadora que no cuenta con un acceso directo a Internet podrá salir a través de la otra computadora, todo esto mediante la conexión Bluetooth.

Primero se procederá a ingresar a las propiedades de la conexión de la computadora que no tiene acceso a Internet de una forma directa.

Figura 46 Estado de la conexión de red Bluetooth



Figura 47 Propiedades de la conexión Bluetooth



Ya estando dentro de las propiedades de la conexión TCP/IP se procede a asignarle una configuración de IP, diferente a la que tenga la computadora con conexión directa a Internet, teniendo en cuenta que se le debe asignar una IP que no se publica para Internet. Para el presente ejemplo, se seleccionó la configuración de una red 192.168.1.0 con máscara 255.255.255.0, asignándole como dirección IP el 192.168.1.2. La puerta de enlace que se utilizará, dado de que todas las peticiones a Internet deseamos que se encaminen por la otra computadora, se le asignará la dirección IP del mismo, la cual será 192.168.1.1. Además, se le asignarán las direcciones de servidores de DNS que tiene asignado la computadora que tiene conexión directa a Internet, las cuales son: 150.214.70.3 y 150.214.76.26, y que son parte de la red a la que pertenece dicha computadora.

Figura 48 Asignación de dirección IP a dispositivo Bluetooth



A continuación se efectuará el mismo proceso con la computadora que tiene la conexión a Internet, ingresando primero a las propiedades de la conexión Bluetooth y asignándole la siguiente configuración de red:

Figura 49 Asignación de dirección IP al dispositivo que distribuye Internet



Ahora se procederá a confirmar que las conexiones se encuentren debidamente configuradas y que la computadora pueda salir a Internet por medio del otro a través de Bluetooth. Primero se tiene que verificar que exista comunicación entre los dos dispositivos, esto se realiza por medio del comando ping, el cual comprueba que otro dispositivo que cuente con cierta dirección IP esté activo dentro de la red.

Se verifica que tenga comunicación el dispositivo Bluetooth con dirección 192.168.1.1 al dispositivo 192.168.1.2.

Figura 50 Verificación de la conexión de la computadora que distribuye Internet

```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\usuario>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador Ethernet Conexión de área local        :
    Sufijo de conexión específica DNS :
    Dirección IP. . . . . : 158.214.72.170
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada : 158.214.72.1

Adaptador Ethernet Bluetooth Network           :
    Estado de los medios. . . . : medios desconectados

Adaptador Ethernet Conexión de red Bluetooth    :
    Sufijo de conexión específica DNS :
    Dirección IP. . . . . : 192.168.1.1
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
    Puerta de enlace predeterminada :

C:\Documents and Settings\usuario>ping 192.168.1.2

Haciendo ping a 192.168.1.2 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=32ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=43ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=44ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.2: bytes=32 tiempo=38ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.2:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 32ms, Máximo = 44ms, Media = 39ms

C:\Documents and Settings\usuario>
    
```

Ya que existe comunicación del dispositivo 192.168.1.1 al 192.168.1.2 se verificará que exista comunicación desde 192.168.1.2 al dispositivo 192.168.1.1 y luego que exista salida a Internet. Todo esto se realiza por medio del comando ping, y la verificación de la correspondiente salida a Internet mediante un ping a www.cisco.com.

Figura 51 Verificación de la conexión a Internet

```

C:\WINDOWS\system32\CMD.exe
C:\Documents and Settings\Paniagua>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador Ethernet Conexión de área local        :
        Estado de los medios. . . . : medios desconectados

Adaptador Ethernet Conexión de red Bluetooth    :
        Sufijo de conexión específica DNS :
        Dirección IP. . . . . : 192.168.1.2
        Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.0
        Puerta de enlace predeterminada  : 192.168.1.1

C:\Documents and Settings\Paniagua>ping 192.168.1.1

Haciendo ping a 192.168.1.1 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=11ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=17ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=14ms TTL=128
Respuesta desde 192.168.1.1: bytes=32 tiempo=30ms TTL=128

Estadísticas de ping para 192.168.1.1:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 11ms, Máximo = 30ms, Media = 18ms

C:\Documents and Settings\Paniagua>ping www.cisco.com

Haciendo ping a www.cisco.com [198.133.219.25] con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 198.133.219.25: bytes=32 tiempo=240ms TTL=112
Respuesta desde 198.133.219.25: bytes=32 tiempo=237ms TTL=112
Respuesta desde 198.133.219.25: bytes=32 tiempo=216ms TTL=112
Respuesta desde 198.133.219.25: bytes=32 tiempo=239ms TTL=112

Estadísticas de ping para 198.133.219.25:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 216ms, Máximo = 240ms, Media = 233ms

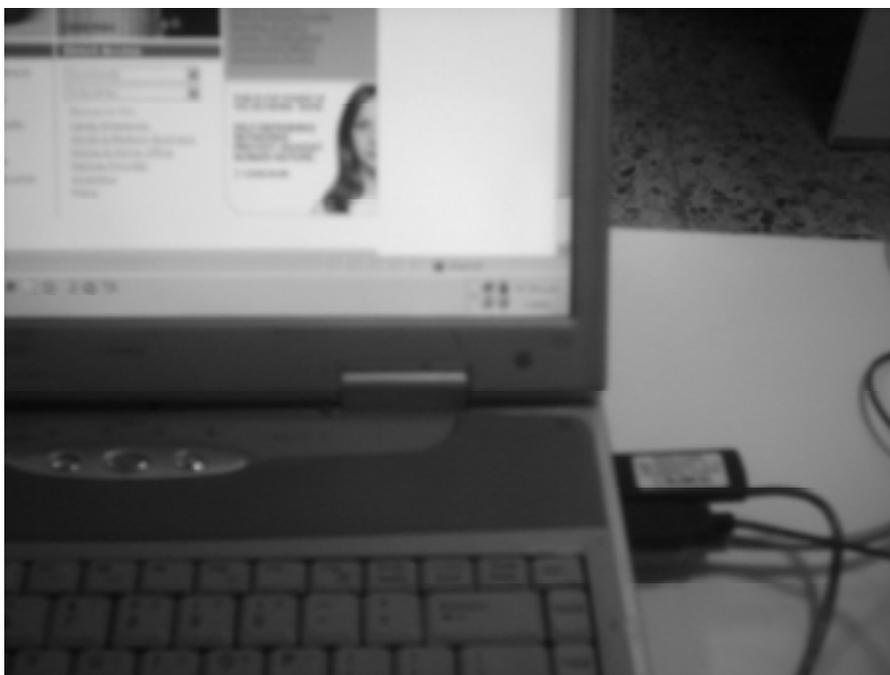
C:\Documents and Settings\Paniagua>
    
```

En estos momentos ya la computadora se encuentra con acceso a Internet por medio de Bluetooth.

Figura 52 Navegación en Internet



Figura 53 Navegación por medio de Bluetooth



Coste caso práctico

Coste Lan Fija

La implementación de este caso práctico en particular para una Lan Fija es relativamente sencilla. En el caso práctico únicamente se requiere interconectar dos computadoras. El requerimiento fundamental para el éxito de esta implementación será que las dos computadoras cuenten con una tarjeta de red cada uno.

Luego, se procede a subcontratar a una empresa que se especialice en la creación de infraestructura de red que se encargue de interconectar los dos puntos deseados. La primera desventaja es que estos puntos quedarán fijos y no será posible su cambio. Además, se deberá colocar el cable dentro de una canaleta, la cual cubrirá el paso de cable.

Después de colocar la canaleta, a ella se agregarán terminales (rosetas) las cuales proporcionaran el puerto donde se podrá conectar el cable de red proveniente de la computadora (*patch cord*). En la **Tabla X** se muestra el coste que tendrá esta implementación.

Tabla X Coste implementación caso práctico Lan fija

Cantidad	Descripción	Precio	Coste Total
10	Metros de cable UTP Categoría 5e	0.20 €	2.00 €
2	Juegos de rosetas completas para conexión RJ45	6.00 €	12.00 €
4	Metros de canaleta para red.	2.00 €	8.00 €
2	Patch cords de 1.5 mts. UTP Categoría 5e.	2.50 €	5.00 €
2	Mano de obra para punto de red.	22.50 €	45.00 €
Total			72.00 €

Es importante aclarar que esta estructura de red es única y exclusivamente para dos puntos de red, si en algún otro caso se quisiera agregar otro punto de red, es decir, otro usuario a la misma, se deberá adquirir un *switch* con un mínimo de 5 puertos, el cual tiene un costo aproximado de 30 euros. Todo sin tomar en cuenta la nueva infraestructura de red que se debe crear para los nuevos puntos de red.

Coste Bluetooth

La implementación basada en bluetooth es excesivamente más sencilla que la anterior, ya que únicamente se requiere que las dos computadoras cuenten con puertos USB y listo. Se adquieren los dos adaptadores, para comunicación, se instalan y configuran, como se ha visto en las secciones anteriores, y las dos computadoras ya podrán trabajar como que si estuvieran integrados a una red Lan fija. En la se muestra el coste de implementación mediante Bluetooth.

Tabla XI Coste de implementación caso práctico Bluetooth

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Coste Total
2	Adaptadores USB para Bluetooth	22.00 €	44.00 €
Total			44.00 €

Lo más importante para resaltar en esta solución es que si en algún momento se llegara a necesitar una computadora más, la ventaja de solo tener que comprar un adaptador es mucho mayor que la ventaja de modificar la infraestructura interna fundamentalmente a razón de tiempo y coste.

La Figura 54 muestra las diferencias en coste de ambas soluciones.

Figura 54 Comparación costo implementación caso práctico



CONCLUSIONES

1. Una red inalámbrica brinda al usuario la posibilidad de poder comunicarse y transmitir información desde cualquier punto sin que esté anclado a un lugar físicamente.
2. Para una pequeña empresa, la tecnología que mejor se adapta a ella es Bluetooth. Esto debido a su fácil utilización y a su capacidad de poder intercomunicar distintos dispositivos periféricos sin la necesidad de un moderador central.
3. Para una mediana empresa, las tecnologías de WIFI y Lan Fija tienen que tener un balance de participación dentro de la misma. Esto debido a la diversidad de equipo que se puede presentar y a las necesidades que se desean satisfacer. Además, en la mediana empresa, se crea la base de la infraestructura de red, para un posible crecimiento a gran empresa.
4. Para una gran empresa, la infraestructura de red, es la base de toda la comunicación de la empresa, tanto interna como externa. La presencia de equipo inalámbrico es menor que la presencia de equipo fijo, aunque cada día, crece más la tecnología inalámbrica.
5. La implementación de una red Bluetooth optimiza las actividades de negocios, produciendo que sean enfocadas únicamente a las actividades que conllevan dichas reuniones y no a aspectos relacionados a comunicación entre equipos.
6. Una red Bluetooth tiene como su mayor ventaja la posibilidad de poder comunicar cualquier tipo de dispositivos sin la necesidad de configuración, siempre y cuando cuenten con el módulo bluetooth.
7. Una red Bluetooth es la plataforma ideal para el inicio de una pequeña empresa, ya que su implementación es mucho más sencilla y útil que otras tecnologías como Wifi y Lan Fija.
8. El coste de una red Bluetooth para una pequeña empresa es menor que el costo de la creación de una red Wifi o de una Lan Fija.

RECOMENDACIONES

1. La selección de una forma de comunicación a nivel empresarial debe basarse en las expectativas de crecimiento que se tengan. Esto para poder direccionar en forma eficiente toda inversión en tecnología.
2. Bluetooth se debe utilizar para conexiones sencillas, rápidas y de corto alcance, para circunstancias donde la inversión y la utilización de infraestructura de una red LAN y una red WIFI pueden llegar a ser innecesarios.
3. Una comunicación Bluetooth se recomienda que se encuentre dentro de un rango máximo de 10 metros, aunque las especificaciones de los dispositivos soporten una mayor distancia. Esto por cuestiones de eficiencia y rapidez en el momento del intercambio de información, ya que en la mayoría de las ocasiones la distancia que ofrecen estos dispositivos se puede aplicar en un ambiente ideal.
4. Se recomienda la utilización de bluetooth para una pequeña empresa, para una mediana empresa la utilización de wifi, y si esta tuviera expectativas grandes de crecimiento, crear las bases para una red LAN robusta, finalmente para una gran empresa se recomienda una red LAN, ya que por lo regular la cantidad de operaciones dentro de su red interna es mucho mayor.

BIBLIOGRAFÍA

1. <http://www.bluetooth.org>
2. <http://www.ieee.org>
3. <http://biblioteca.uca.es/bibelec.asp>
4. <http://www.canariawireless.net/modules.php?name=News&file=article&sid=125>
5. <http://www.paradigma.cl/ordenadorbt/diferencias/diferencias.html>
6. http://www.gsmSpain.com/comentario/comentario.php?semana=12&ano=2003&boletin_titulo=Wifi_%20bluetooth%20y%20UMTS
7. http://www.logitech.com/index.cfm/products/technology/documents/ES/ES_CRID=814,parentCRID=810
8. <http://www.improven-consultores.com/paginas/casos/casoEstrategia.php>
9. <http://www.monografias.com/trabajos11/pymes/pymes.shtml>
10. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/lvb/n26026.htm>
11. <http://www.sipromicro.com/index.php>
12. <http://gsyc.escet.urjc.es/~caguero/proyectos/pera/node8.html>
13. <http://eia.udg.es/~lilianac/docs/practica%20-%20antnet%20-%20adhoc.htm>
14. <http://www.microsoft.com/latam/windowsxp/pro/biblioteca/planning/wirelesslan/intro.asp>
15. http://www.casadomo.com/canal_comunicaciones.asp?TextType=1425
16. <http://www.e-advento.com/soluciones/wlan.php>
17. http://www.start-up.es/wifi_info.php
18. <http://www.servinet-tecnologias.com/ventajas.htm>
19. <http://www.baquia.com/com/20030117/bre00004.html>
20. <http://www.sincables.net/modules.php?name=News&file=article&sid=976>
21. http://www.zonablueooth.com/que_es_bluetooth1.htm

BIBLIOGRAFÍA

22. <http://revista.robotiker.com/articulos/articulo33/pagina1.jsp>
23. <http://www.ericsson.com.mx/wireless/products/mobsys/tdma/bluetooth.shtml>
24. <http://www.aulir.com/~falcifer/index.php?page=BlueTooth.html>
25. <http://www.mundogprs.com/site/bluetooth.htm>
26. http://www.macuarium.com/actual/guias/2002/10/01_trucosbluetooth.shtml
27. <http://www.expansiondirecto.com/tecnologia/informes/telefonía/bluetooth.html>
28. http://es.gsmbox.com/news/mobile_news/all/42716.gsmbox
29. <http://diariomedicovd.recoletos.es/grandeshist/tecnologias/bluetooth.html>
30. <http://www.baquia.com/com/legacy/14243.html>
31. <http://www.intel.com/es/home/trends/wireless/info/bluetooth.htm>

ANEXOS

Ventajas y desventajas de la comunicación LAN

Ventajas de las redes Lan

Diseño

El diseño de una red LAN (*local area network*) se convierte en algo mucho más sencillo de implementar que muchos de los esquemas que se pueden encontrar actualmente dentro del mercado de telecomunicaciones. Si nos ponemos a comparar las distintas topologías de la comunicación LAN encontraremos que la Ethernet es la más sencilla y comúnmente utilizada en la mayoría de empresas, por su facilidad de diseño e implementación. El diseño de una red LAN se fundamenta en la cantidad de nodos que van a participar activamente dentro de la red y además de la forma (topología) en que se van a comunicar.

Calidad de servicio

La calidad de servicio se fundamenta principalmente en la capacidad de velocidades que puede llegar a alcanzar una red LAN, velocidades de hasta Gigas de bits por segundo se pueden llegar a trabajar en este tipo de red diferencia notoria respecto de la tecnología inalámbrica. Además de velocidad, podemos platicar que una red LAN puede llegar a mostrar mucha mayor estabilidad que una red inalámbrica dada la fundamentación de la capa física en la que se desarrollan ambos tipos de comunicación.

Seguridad

La seguridad siempre está fundamentada en la capacidad del mismo usuario para poder llegar a proteger su información. La implementación de la seguridad es mucho más efectiva y sencilla en las redes LAN ya que se tiene un mayor control de los entes participantes de la red, así como de la forma en que

estos se están comunicando, específicamente se refiere a la capa física ya que se puede controlar la forma de transmisión que se está utilizando (cable, hub, etc.); en cambio, para una red inalámbrica esencialmente dependerá de la frecuencia de transmisión así como de su codificación en el momento de la transmisión.

Desventajas de las redes LAN

Movilidad

La incapacidad de poder movilizar el equipo de un lugar a otro es la desventaja principal de las redes LAN y la razón por la cual se ha investigado en otras alternativas (aunque con un coste mayor) las cuales le puedan brindar al usuario el acceso a la información en cualquier lugar donde se encuentre a cualquier hora, y no tener la dificultad de tener que estar presente en un lugar específico para acceder a la información.

Crecimiento e infraestructura

Para poder crecer en la cantidad de accesos a la red se debe contar con la infraestructura suficiente para satisfacer cierta necesidad específica. Si no se cuenta con ello se necesitará invertir nuevamente en infraestructura para que esos nuevos accesos puedan ingresar a la red.

Equipos necesarios para la comunicación Lan e inalámbrica

La comunicación Lan tiene distintas formas de comunicación, entre estas se encuentran Token Ring, Bus, Ethernet, etc. La más comúnmente utilizada es la comunicación Ethernet; esta comunicación está definida por el estándar 802.3. Principalmente cuando se habla de comunicación entre dos equipos se refiere a las capas más bajas del protocolo TCP/IP las cuales son la capa física y la capa de enlace de datos.

A nivel de capa física es donde realmente existe y se efectúa la comunicación, es por ello que a nivel de esta capa se encuentra la mayoría de dispositivos necesarios para que exista la misma, tal es el caso de las tarjetas de red, cableado estructurado (por donde viajarán los paquetes) y los hub, los cuales tienen la función principal de distribuir la comunicación entre dos o más equipos que se deseen comunicar entre sí; estos dispositivos muchas veces son llamados entes tontos dentro de una red Ethernet ya que

simplemente distribuyen los distintos paquetes del protocolo TCP/IP sin saber a quien ni de donde se direccionan, este es el dispositivo más simple dentro de la misma red.

A nivel de capa de enlace de datos ya existe un dispositivo un poco más activo que el hub y es el *switch*, el cual es capaz de reconocer por medio de su dirección MAC a quienes se encuentran conectados a él y en qué puerto están. Cuando el *switch* recibe el paquete dentro del mismo en el encabezado de destinatario se encuentra la dirección MAC destino y por medio de una tabla de direcciones MAC él sabe a quien específicamente tienen que redireccionar la información; no es como el hub que se la envía a todo el que esté conectado al mismo, sino que el *switch* clasifica a quien va dirigido, haciendo una comunicación mucho más efectiva.

Los dos niveles anteriores se enfocan directamente en una comunicación dentro de una misma red, lo que quiere decir que los equipos que se quieran comunicar entre sí tienen que se parte de la misma red, de lo contrario tanto a nivel físico como a nivel de enlace de datos será prácticamente imposible la comunicación. Es por ello que se tiene un dispositivo a nivel de capa de Red, el cual es el Router; este dispositivo se encarga de comunicar equipos de distintas redes para tener una comunicación mucho más variada y efectiva hacia otras redes.

La comunicación inalámbrica tiene como ente central un punto de acceso (access point) al cual los dispositivos inalámbricos que estén dentro del perímetro del punto de acceso se comunican. El punto de acceso es quien administra, distribuye y comunica a los distintos dispositivos que forman parte de la red inalámbrica. En muchas ocasiones los puntos de acceso cuentan con un puerto, el cual se comunica al cableado estructurado y de esta forma puede hacer un puente entre una red convencional y la red inalámbrica permitiendo de esa manera un sistema más abierto. En otras ocasiones no se comunican a una red Lan, sino que se comunican hacia otro dispositivo inalámbrico (otro punto de acceso) lo que permitirá la comunicación hacia otras redes inalámbricas y/o Lan, esto dependiendo del tipo de punto de acceso al que se comunique.

Ventajas y desventajas de radio frecuencia frente a infrarrojos

Infrarrojos

Ventajas

- Emisores y receptores muy simples y baratos.

- No interfiere con otros dispositivos de RF

Desventajas

- Poco Ancho de Banda.
- Necesidad de comunicación “visual”. Esta es una desventaja importante; por ejemplo, no se podría comunicar un PC en una sala con una impresora que esté en otra sala. Esto limita mucho las posibilidades de comunicación entre dispositivos y da un aspecto de comunicación “de juguete”.
- Habitualmente comunicaciones sólo entre 2 interlocutores

Radio frecuencia

Ventajas

- Mayor área de cobertura.
- No necesita comunicación “visual” entre dispositivos.
- Mayor Ancho de Banda

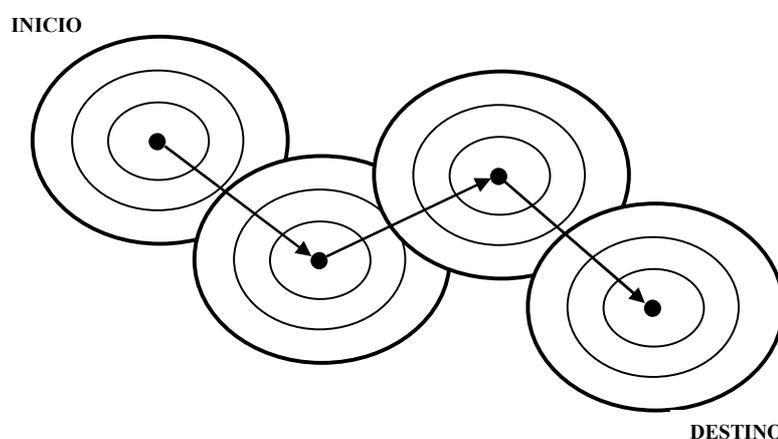
Desventajas

- Difícil de apantallar
- Interferencias.
- No solo interferencias entre diferentes dispositivos conectados a una red, sino también entre otro tipo de dispositivos independientes que generen campos electromagnéticos, por ejemplo, microondas.
- Rango de frecuencias limitado hoy día, el espectro radioeléctrico está ocupado casi al 100%, así que se buscan huecos, pero como la gestión del espacio radioeléctrico es distinta en cada país, nos encontramos ante dificultades en la estandarización del espacio radioeléctrico a utilizar en una determinada tecnología.

Las redes ad hoc

Una red Ad-Hoc es un tipo de red formada por un grupo de nodos o hosts móviles y que forman una red temporal sin la ayuda de ninguna infraestructura externa. Para que esto se pueda llevar a la práctica es necesario que los nodos se puedan ayudar mutuamente para conseguir un objetivo común que cualquier paquete llegue a su destino aunque el destinatario no sea accesible directamente desde el origen. El protocolo de enrutamiento es el responsable de descubrir las rutas entre los nodos para hacer posible la comunicación.

Figura 55 Ejemplo de una red Ad-Hoc



La Figura 55 muestra una sencilla red Ad-hoc. El nodo origen quiere enviar un paquete al nodo destino, pero éste está fuera del alcance de su sistema de transmisión (representado por círculos en la figura). Es necesario que los nodos intermedios formen parte del juego y retransmitan el paquete desde origen hasta destino. En el ejemplo, el camino por el que viaja el paquete de datos está representado por flechas.

Algoritmos de enrutamiento ad-hoc

Las técnicas utilizadas para encaminar paquetes de datos en las redes clásicas cableadas no pueden ser utilizadas en redes Ad-Hoc. Los algoritmos clásicos presuponen que la topología de la red es poco cambiante y, en consecuencia, están basados en complicados algoritmos que tratan de conocer la mejor ruta hacia cualquier destino. En las redes Ad-Hoc, debido a la movilidad de los nodos, es inviable esta alternativa. Además, el ancho de banda y la memoria son reducidos y se saturaría muy pronto la red debido al denso tráfico de control desplegado en este tipo de algoritmos y al rápido crecimiento de las tablas de enrutamiento. Para solucionar este problema se han diseñado distintas técnicas para conseguir

encaminar de manera efectiva. Los algoritmos de enrutamiento usados en las redes Ad-Hoc se pueden clasificar en dos grupos:

Basados en tablas de enrutamiento

Estos algoritmos tratan de mantener la información necesaria para el enrutamiento continuamente actualizada. Cada nodo mantiene una o más tablas con los datos para encaminar hacia cualquier otro nodo de la red. Los cambios en la topología de la red propician el envío masivo de paquetes para mantener las tablas actualizadas. Los siguientes algoritmos se encuadran dentro de esta categoría: DSDV (*The Destination-Sequenced Distance-Vector Routing Protocol*), CGSR (*Clusterhead Gateway Switch Routing*) y WRP (*The Wireless Routing Protocol*). Los protocolos anteriores difieren en el número de tablas utilizadas y en la política de envío de paquetes para mantener las tablas actualizadas.

Basados en enrutamiento bajo demanda

En contraste con los algoritmos basados en tablas, las rutas son creadas solo cuando se requieren. Cuando un nodo requiere una ruta hacia un destino concreto se inicia un proceso de descubrimiento de ruta. Este proceso termina cuando se encuentra un camino hacia el destino o cuando se examinan todas las alternativas y ninguna lleva al destino final. Cuando la ruta es descubierta, es necesario mantenerla (mantenimiento de ruta) hasta que el destino se vuelva inalcanzable o la ruta deje de ser necesaria. Algunos ejemplos de este tipo de protocolos son: AODV (*Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing*), DSR (*Dynamic Source Routing*), LMR (*Lightweight Mobile Routing*), TORA (*Temporary Ordered Routing Algorithm*), ABR (*Associative-Based Routing*) y SSR (*Signal Stability Routing*).

Figura 56 Ejemplo de descubrimiento de ruta mediante AODV

