

**“DISEÑO DE UNA PAN (PERSONAL AREA NETWORK) BASADA EN  
TECNOLOGÍA BLUETOOTH PARA EL LABORATORIO DE REDES Y SALA  
407 DE LA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR”**

**KAREN PATRICIA LEDESMA REYES**

**ISRAEL CASTELLAR PARRA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**CARTAGENA DE INDIAS**

**2003**

**“DISEÑO DE UNA PAN (PERSONAL AREA NETWORK) BASADA EN  
TECNOLOGÍA BLUETOOTH PARA EL LABORATORIO DE REDES Y SALA  
407 DE LA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR”**

**KAREN PATRICIA LEDESMA REYES**

**ISRAEL CASTELLAR PARRA**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de  
Ingenieros de Sistemas**

**Director**

**GIOVANNY VASQUEZ MENDOZA**

**Msc. Ciencias Computacionales**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**CARTAGENA DE INDIAS**

**2003**

## **AUTORIZACIÓN**

Cartagena de Indias, D.T. y C., Diciembre de 2003

Nosotros ISRAEL CASTELLAR PARRA y KAREN PATRICIA LEDESMA REYES, identificados con números de cédulas 9'097.244 de Cartagena y 45'538.027 de Cartagena, autorizamos a la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

**ISRAEL CASTELLAR PARRA**

**KAREN PATRICIA LEDESMA REYES**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Cartagena, Diciembre de 2003**

**A Dios, a nuestros padres y hermanos.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

Giovanny Vásquez, Ingeniero de Sistemas y Director del proyecto de monografía, por su gran colaboración y apoyo incondicional en la realización del proyecto.

A Dios por brindarnos vida, salud y sabiduría.

A nuestros padres y hermanos por su colaboración y constante apoyo para el logro de esta gran meta.

A Bertha Gómez por su colaboración durante todos los estudios.

A Rafael y Rosa Reyes por su apoyo y confianza.

A Viviana y Alfonso por su incondicional comprensión y ayuda.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	
1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN ACTUAL	<b>3</b>
1.1 ESTUDIO DE PROCEDIMIENTOS Y FLUJOS DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	<b>3</b>
1.2 RECURSOS DE HARDWARE Y SOFTWARE ACTUALES	<b>4</b>
1.2.1 Ubicación de los equipos de cómputo por Sala	<b>4</b>
1.2.2 Estadísticas de los recursos actuales de software y hardware	<b>10</b>
1.2.2.1 Estadísticas Recursos actuales de Software.	<b>10</b>
1.2.2.2 Estadísticas Recursos actuales de Hardware	<b>11</b>
1.3 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	<b>14</b>
1.3.1 Identificación de los dispositivos para el diseño de red inalámbrica basada en la tecnología Bluetooth	<b>18</b>
1.4 REQUERIMIENTOS DE CONECTIVIDAD PARA LA RED INALÁMBRICA DE COMPUTADORES	<b>24</b>
2. DISEÑO DE LA RED DE COMPUTADORES	<b>26</b>
2.1 ANÁLISIS TÉCNICO PARA DETERMINAR CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE COMPUTADORES	<b>27</b>
2.1.1 Tecnología Bluetooth	<b>28</b>

2.1.1.1 Bluetooth aprobado por la IEEE	30
2.1.1.2 Descripción	31
2.1.1.3 Bluetooth Redes Personales	33
2.1.1.4 Especificaciones	34
2.1.1.5 Topología	34
2.1.1.6 Seguridad	37
2.1.1.7 Arquitectura de capas	39
2.1.1.8 Perfiles	46
2.1.1.9 Características	48
2.1.1.10 Ámbitos de Aplicación	49
2.1.1.11 Ventajas e Inconvenientes	49
2.2 DISEÑO FÍSICO	51
2.2.1 Diagrama de contexto Red Inalámbrica del Laboratorio de Redes y la Sala 407.	53
2.2.2 Elementos utilizados en el diseño de la red inalámbrica del Laboratorio de Redes y la Sala 407.	54
2.2.3 Arquitectura de la red inalámbrica	54
2.2.3.1 Estaciones de trabajo o Nodos	54
2.2.3.2 Adaptadores USB	55
2.2.3.3 Switch	55
2.2.3.4 Puntos de Acceso o Access Point	56
2.2.3.5 Comunicaciones en la red inalámbrica	57



2.3 DISEÑO LÓGICO	58
2.3.1 Topología SCATTERNET	58
2.3.2 Laboratorio de Redes, Sala 407 y Centro de Sistemas	59
3. CONCLUSIÓN	60
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Características de los equipos del Laboratorio de Redes	<b>5</b>
Cuadro 2. Características de los equipos de la Sala 407	<b>7</b>
Cuadro 3. Cantidad de equipos con Sistema Operativo en Laboratorio de Redes	<b>10</b>
Cuadro 4. Cantidad de equipos con Sistema Operativo en la sala 407	<b>10</b>
Cuadro 5. Cantidad de copias de herramientas Office de Microsoft en Laboratorio de Redes	<b>11</b>
Cuadro 6. Cantidad de copias de herramientas Office de Microsoft en la Sala 407	<b>11</b>
Cuadro 7. Equipos de cómputo por procesador en el Laboratorio de Redes	<b>11</b>
Cuadro 8. Equipos de cómputo por procesador en la sala 407	<b>12</b>
Cuadro 9. Equipos de cómputo por memoria Ram en el Laboratorio de Redes	<b>12</b>
Cuadro 10. Equipos de cómputo por memoria Ram en la sala 407	<b>12</b>
Cuadro 11. Equipos de cómputo por capacidad de disco duro en el Laboratorio de Redes	<b>12</b>

Cuadro 12. Equipos de cómputo por capacidad de disco duro en la Sala 407	<b>13</b>
Cuadro 13. Equipos de cómputo con tarjeta de red en el Laboratorio de Redes	<b>13</b>
Cuadro 14. Equipos de cómputo con tarjeta de red la Sala 407	<b>13</b>
Cuadro 15. Equipos de cómputo con unidades de CD en el Laboratorio de Redes	<b>14</b>
Cuadro 16. Equipos de cómputo con unidades de CD en la Sala 407	<b>14</b>
Cuadro 17. Elementos utilizados en el diseño de la red inalámbrica de computadores	<b>54</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura1. Esquema de las salas del cuarto piso bloque A1	<b>4</b>
Figura 2. Descripción de Piconet	<b>35</b>
Figura 3. Descripción de Scatternet	<b>36</b>
Figura 4. Descripción de protocolos	<b>40</b>
Figura 5. Descripción del protocolo de descubrimiento de servicio (SDP)	<b>47</b>
Figura 6. Diseño de la Red PAN	<b>52</b>
Figura 7. Diagrama de contexto Red Inalámbrica	<b>53</b>
Figura 8. Topología de la PAN	<b>58</b>
Figura 9. Conexión de las Salas con el Centro de Sistemas	<b>59</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla1. Descripción del costo del Laboratorio de Redes y la Sala 407	<b>15</b>
Tabla 2. Descripción del costo del Adaptador USB de Bluetooth	<b>20</b>
Tabla 3. Descripción del costo de los puntos de acceso de Bluetooth	<b>20</b>
Tabla 4. Comparación paralela entre la tecnología Bluetooth y el Cableado actual.	<b>20</b>
Tabla 5. Comparación de las diferentes tecnología PAN ( Red de Área Personal	<b>51</b>

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
A. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS BLUETOOTH (Adaptadores USB y Puntos de Acceso).	65
B. MANUAL DE INSTALACIÓN DEL PUNTO DE ACCESO	

## GLOSARIO DE TERMINOS

**ACL:** (Asynchronous Connection-Less), es un enlace punto a multipunto entre el maestro y todos los esclavos pertenecientes a la piconet.

**API:** Applications Programming Interface

**BANDABASE:** Provee canales de transmisión para voz y datos

**BLUETOOTH:** Es un estándar para comunicaciones inalámbricas. Su tecnología elimina la necesidad de utilizar los numerosos e incómodos cables que habitualmente conectamos a nuestros PCs, teléfonos móviles, ordenadores portátiles y a todo tipo de dispositivos de mano.

**IrOBEX:** IrDA Object Exchange Protocol, definido por IrDA. Este protocolo puede operar sobre las capas de transporte, incluyendo RFCOMM y TCP/IP.

**LMP:** (Link Manager Protocol), controla activamente el establecimiento de comunicación, autenticación y configuración del enlace.

**L2CAP:** (logical link control and adaptation layer protocol), está situado sobre el protocolo de banda base, estando residente en la capa de enlace de datos. Este protocolo provee servicios orientados a conexión y no orientados a conexión a los protocolos de capas superiores, incorporando capacidades de multiplexado de datos, segmentación, reunión y abstracciones de grupo.

**PAN:** Red de área personal con distancia de 10 metros

**PERFIL DE ACCESO A DESCUBRIMIENTO DE SERVICIOS:** Define los protocolos y parámetros asociados requeridos para acceder a los perfiles.

**PICONET:** se caracteriza por que tiene una topología en estrella, siendo que uno de los dispositivos participantes en una misma piconet trabaja como maestro, en cuanto los demás trabajan como esclavos. Cada piconet soporta conexión no más de 7 dispositivos esclavos que pueden estar en comunicación activamente con el dispositivo maestro.

**RFCOMM:** Es un protocolo de transporte que provee transferencia de datos serial.

**SCATTERNET:** Es una agrupación de piconet.

**SCO:** (Synchronous Connection Oriented link), es un enlace punto a punto simétrico entre el maestro y un esclavo de la piconet. El maestro mantiene el enlace usando slots reservados en intervalos regulares. Este canal básicamente se encarga de transportar la información de voz, ya que está orientado a conexión.

**SIG:** (Special Interest Group), el propósito del consorcio es el establecimiento de un estándar para la interfaz radio y el software que lo controla, asegurando la compatibilidad entre dispositivos de distintos fabricantes.

**SDP:** (Service Discovery Protocol), provee un conjunto de aplicaciones con el fin de descubrir qué servicios están disponibles y determinar las características de esos servicios.



**TCS:** Telephone Control Protocol Specification, un protocolo para aplicaciones de telefonía es proveído para control de llamadas de voz y datos a través de señalización.

## **RESUMEN DE LA MONOGRAFÍA**

**TÍTULO DE LA MONOGRAFIA:** Diseño de una PAN (Personal Area Network) basada en tecnología Bluetooth para el laboratorio de redes y la sala 407 de la Tecnológica de Bolívar.

**AUTORES:** KARENPATRICIA LEDESMA REYES

ISRAEL CASTELLAR PARRA

**OBJETIVO GENERAL:** Diseñar una PAN (Personal Area Network) basada en tecnología Bluetooth de tal forma que los procesos de administración, organización y funcionamiento de la red del laboratorio de redes mejoren en la prestación de sus servicios y permitan el intercambio de recursos rápidamente entre los usuarios.

**TIPO DE INVESTIGACIÓN:** El tipo de investigación que se aplicara en este tema es de desarrollo tecnológico, ya que diseñaremos una nueva alternativa para mejorar la red que ya tiene el laboratorio de redes de la Tecnológica de Bolívar, incursionando en nuevas opciones que nos permitan un mejor compartimiento de los recursos y la información entre usuarios de una manera muy rápida, eficiente y segura.

**RESULTADOS:** La Corporación Universitaria Tecnológica De Bolívar, Sede Ternera cuenta con seis salas que se encuentran ubicadas en el cuarto piso del bloque A1, interconectadas entre sí por cableado estructurado, dentro de cada una existen recursos tanto de hardware como de software los cuales serán aprovechados; en este estudio solo tomamos la sala 407 y el laboratorio de redes para los cuales realizamos el diseño de una Red Pan con Tecnología Bluetooth para resolver el problema de la conexión de computadores con cables, brindando una nueva alternativa de acceso a la red para los usuarios donde podrán interactuar con otros dispositivos como las palms, computadoras portátiles, celulares, entre otros, evitando el uso innecesario de espacios y sin necesidad de dañar las construcciones de la edificación actual, para esto previamente realizamos estudios de análisis de requerimiento y de factibilidad con el fin de realizar un diseño basado en la mejor alternativa, para el cual elaboramos dos tipos, uno físico en el cual se describe cada uno de los elementos que lo conforma y su comunicación, y uno lógico que contiene la topología utilizada y el número de equipos por dispositivos para lo cual determinamos asignar ocho equipos a cada uno de los puntos de acceso.

Para poder acceder a los servicios de internet se hizo necesario conectar un punto de acceso con tecnología Bluetooth a través de un cable categoría 6 al switch, para comunicar las salas al centro de sistemas.

La tecnología Bluetooth nos brinda unas ventajas sobre la red actual como: puntos de acceso de voz y datos, sustituto de todo tipo de cables, redes personales específicas que brindan rapidez y Seguridad.

## INTRODUCCION

La Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar cuenta con seis salas de cómputo ubicadas en el cuarto piso del bloque A1, entre estas salas se encuentran el Laboratorio de Redes y la sala 407, las cuales serán estudiadas para elaborar el Diseño de una red de área personal basada en la tecnología Bluetooth.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar una PAN (Personal Área Network) basada en tecnología Bluetooth de tal forma que los procesos de administración, organización y funcionamiento de la red del laboratorio de redes y la sala 407 mejoren en la prestación de sus servicios y permitan el intercambio de recursos rápidamente entre los usuarios.

Posterior a ello, se debe realizar un análisis técnico sobre la tecnología de la red inalámbrica basada en bluetooth y servicios de interconexión de redes, teniendo en cuenta el costo / beneficio de los dispositivos utilizados en la red actual y la propuesta. Además se diseñará el esquema tanto físico como lógico de la red inalámbrica de computadores.

Este proyecto estará limitado solo a la parte del diseño, por lo tanto, la implementación estará a cargo de la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Sin embargo, se presentarán los costos en que se incurren para el funcionamiento de la misma.

Con la realización de este estudio se podrán encontrar diferentes soluciones eficientes que se pueden aplicar a cualquier tipo de empresa ya sea grande, mediana o pequeña.

## 1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN ACTUAL

### 1.1 ESTUDIO DE PROCEDIMIENTOS Y FLUJOS DE INFORMACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

El campus de Ternera consta de seis salas<sup>1</sup> de computo dotadas de microcomputadores, de las cuales tomaremos solo dos para el estudio y diseño a elaborar, una es el laboratorio de Redes Ubicado en el 4° piso del Bloque de aulas 1 conocido como A1, en la sala 406, este se encuentra dotado por 15 microcomputadores aislados que no manejan ninguna información de tipo administrativo de la institución ya que son destinados para uso exclusivo de los estudiantes y personas ajenas a este tipo de información.

En el laboratorio de Redes hay unos monitores (“Alumnos de la CUTB”) los cuales continuamente prestan un servicio a todos los estudiantes que necesiten ayuda y son los encargados de suministrar los dispositivos que deseen prestar los alumnos para hacer las diferentes practicas como: elaborar una red según las topologías necesarias, aprender a interconectar los dispositivos que

---

<sup>1</sup> GUERRERO, Alejandro, Análisis y diseño de la red Institucional de la Cutb. Corporación Universitaria Tecnológica De Bolívar. Trabajo de grado (Ingeniera de Sistemas). Facultad de Ingeniería de Sistemas.

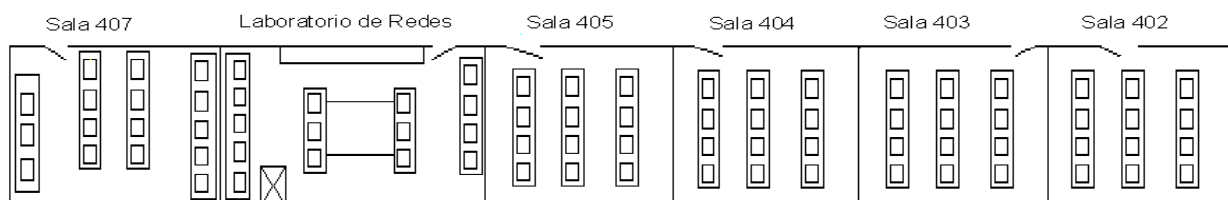
conforman la red, aprender a manipular el cableado, para así adquirir destreza y habilidades en la manipulación de estos temas.

La otra sala es la 407, y en ella se encuentran 25 microcomputadores dotados de programas que son para uso exclusivo de la comunidad educativa, en los cuales se puede acceder a Internet durante todo el día al igual que hacer programas y/o trabajos requeridos por la comunidad docente. Esta sala es atendida por unos auxiliares, los cuales prestan servicio a diario para el buen uso y mantenimiento de esta.

Todos los microcomputadores están conectados por cables UTP Categoría 6 AMP, swithcs y Hubs, que están ubicados en un gabinete con llave. En este gabinete también están conectadas todas las salas ubicadas en el cuarto piso del bloque A1, la red es de topología Estrella, donde por cada sala los alumnos y profesores pueden acceder a Internet y realizar trabajo.

## 1.2 RECURSOS DE HARDWARE Y SOFTWARE ACTUALES

### 1.2.1 Ubicación de los equipos de cómputo por Sala.



**Figura1. Esquema de las salas del cuarto piso bloque A1.**



En estas salas asisten todas las personas que hacen parte de la comunidad Universitaria como son los alumnos de Pregrado, Postgrado, Minor, proyectos inteligentes, entre otros.

Se prestan servicios de Internet y ensamble de redes con los diferentes tipos de dispositivos que se cuentan como son los Hubs, switchs, Routers, Cableado y los Computadores con el fin de poner en practica y tener destreza. Se trabaja bajo los Sistemas Operativos Windows 2000, Windows XP y Linux

**Cuadro 1. Características de los equipos del Laboratorio de Redes**

<b>Nº</b>	<b>Marca Equipo</b>	<b>Sistema Operativo</b>	<b>Procesador</b>	<b>Capacidad Disco Duro</b>	<b>Mem RAM</b>	<b>Responsable</b>
01	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
02	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
03	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
04	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
05	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz

06	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
07	IBM Netvista	Windows 2000/ Linux	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
08	IBM Netvista	Windows 2000/ Linux	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
09	IBM Netvista	Windows XP/ Linux	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
10	IBM Netvista	Windows XP/ Linux	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
11	IBM Netvista	Windows XP/ Linux	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
12	IBM Netvista	Windows XP	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
13	IBM Netvista	Windows XP	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
14	IBM Netvista	Windows XP	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
15	IBM Netvista	Windows XP	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz

**Cuadro 2. Características de los equipos de la Sala 407**

<b>Nº</b>	<b>Marca Equipo</b>	<b>Sistema Operativo</b>	<b>Procesador</b>	<b>Capacidad Disco Duro</b>	<b>Mem RAM</b>	<b>Responsable</b>
01	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
02	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
03	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
04	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
05	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
06	IBM Netvista	Windows 2000/ Linux	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
07	IBM Netvista	Windows 2000/ Linux	Pentium IV 1.6 Ghz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
08	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
09	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium IV 1.6 GHz	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz

10	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 Ghz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
11	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 Ghz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
12	IBM Netvista	Windows 2000/ Linux	Pentium 1.6 Ghz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
13	IBM Netvista	Windows 2000/ Linux	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
14	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
15	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
16	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
17	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
18	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
19	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz

20	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
21	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
22	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
23	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
24	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz
25	IBM Netvista	Windows 2000	Pentium 1.6 GHz	IV	40 GB	256 MB	Harold Emiro Castillo Cruz

De las tablas anteriores se determina que para el estudio y diseño emplearemos como punto de base 40 equipos, cada número de equipo da la ubicación de la terminal, la marca es el modelo de los equipos , el sistema operativo es el entorno bajo el cual se puede trabajar, algunos equipos manejan dos, el procesador es la capacidad de trabajo que brindan los equipos, capacidad de disco duro es la cantidad de espacio disponible, la memoria RAM para determinar el rendimiento del computador y el nombre del auxiliar, que es la persona responsable de las salas.

## 1.2.2 Estadísticas de los recursos actuales de software y hardware

### 1.2.2.1 Estadísticas Recursos actuales de Software.

#### Sistema Operativo

**Cuadro 3. Cantidad de equipos con Sistema Operativo en Laboratorio de Redes**

<b>NOMBRE SISTEMA OPERATIVO</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>TOTAL EQUIPOS</b>	<b>%</b>
Windows	2000	8	53.3 %
Windows	XP	7	46.6 %
Linux	Red Hat	5	33.3%
		<b>15</b>	<b>99.99%</b>

**Cuadro 4. Cantidad de equipos con Sistema Operativo en la sala 407**

<b>NOMBRE SISTEMA OPERATIVO</b>	<b>VERSIÓN</b>	<b>TOTAL EQUIPOS</b>	<b>%</b>
Windows	2000	25	100 %
Linux	Red Hat	5	31.25%
		<b>25</b>	<b>100 %</b>

## Herramientas Office de Microsoft

**Cuadro 5. Cantidad de copias de herramientas Office de Microsoft en Laboratorio de Redes**

<b>VERSIÓN</b>	<b>CANTIDAD DE COPIAS</b>	<b>%</b>
Office 2000 pro	15	100%

**Cuadro 6. Cantidad de copias de herramientas Office de Microsoft en la Sala 407**

<b>VERSIÓN</b>	<b>CANTIDAD DE COPIAS</b>	<b>%</b>
Office 2000 pro	25	100%

### 1.2.2.2 Estadísticas Recursos actuales de Hardware

#### Clasificación de equipos de cómputo por procesador

**Cuadro 7. Equipos de cómputo por procesador en el Laboratorio de Redes**

<b>PROCESADOR</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
Pentium IV 1.6 GHz	15	100%

**Cuadro 8. Equipos de cómputo por procesador en la sala 407**

<b>PROCESADOR</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
Pentium IV 1.6 GHz	25	100%

**Clasificación de Equipos de cómputo por memoria Ram**

**Cuadro 9. Equipos de cómputo por memoria Ram en el Laboratorio de Redes**

<b>CAPACIDAD RAM</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
256 MB	15	100 %

**Cuadro 10. Equipos de cómputo por memoria Ram en la sala 407**

<b>CAPACIDAD RAM</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
256 MB	25	100 %

**Clasificación de Equipos de cómputo por capacidad de disco duro**

**Cuadro 11. Equipos de cómputo por capacidad de disco duro en el Laboratorio de Redes**

<b>CAPACIDAD DISCO DURO</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
40GB	15	100%



**Cuadro 12. Equipos de cómputo por capacidad de disco duro en la Sala 407**

<b>CAPACIDAD DISCO DURO</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
40GB	25	100%

**Equipos de cómputo con tarjeta de red**

**Cuadro 13. Equipos de cómputo con tarjeta de red en el Laboratorio de Redes**

<b>CANTIDAD DE EQUIPOS CON TARJETA DE RED</b>	<b>%</b>
15	100 %

**Cuadro 14. Equipos de cómputo con tarjeta de red en la Sala 407**

<b>CANTIDAD DE EQUIPOS CON TARJETA DE RED</b>	<b>%</b>
25	100 %

## Equipos de cómputo con unidades de CD

**Cuadro 15. Equipos de cómputo con unidades de CD en el Laboratorio de Redes**

<b>EQUIPOS CON UNIDAD DE CD</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
56 X	15	100%

**Cuadro 16. Equipos de cómputo con unidades de CD en la Sala 407**

<b>EQUIPOS CON UNIDAD DE CD</b>	<b>CANTIDAD DE EQUIPOS</b>	<b>%</b>
56 X	25	100%

### 1.3 FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Para determinar la factibilidad del proyecto se realizó un estudio de costo y beneficios, con el objetivo de comparar y evaluar los costos de los Patch Panel, Cableado UTP, Tomas, Canaletas y demás dispositivos empleados por la red actual y los nuevos dispositivos empleados por la red inalámbrica con tecnología Bluetooth propuesta.

La siguiente tabla describe el total de los costos invertidos en la red actual que es utilizada por el laboratorio de redes y la sala 407.

**Tabla1. Descripción del costo del Laboratorio de Redes y la Sala 407**

<b>Descripción</b>	<b>Cdad</b>	<b>Valor Sum/tro + IVA</b>	<b>Valor Inicio</b>	<b>Total Sum/tro</b>	<b>Total de Inst/cion</b>	<b>Total</b>
<b>Sistema Horizontal</b>						
Gabinete de 17"	1	\$304.942	\$41.750	\$304.942	\$41.750	\$346.692
Patch Panel de 24 Ptos. Cat 6 AMP	2	\$524.659	\$12.525	\$524.659	\$12.525	\$1.061.843
Organizador horizontal	2	\$50.100	\$0	\$50.100	\$0	\$100.200
Cable UTP, 4 prs, Cat 6 AMP	1200mt	\$977	\$334	\$1.172.400	\$150.300	\$1.323.034
Toma Sencilla Cat 6 AMP	45	\$21.890	\$7.515	\$985.050	\$150.300	\$1.142.865
Marcación y certificación	45	\$1.253	\$4.175	\$56.385	\$83.500	\$144.060
<b>Adecuaciones</b>						
Canaletas plásticas "LEGRAND" 32 x 12.5mm	0	\$2.923	\$2.505	\$0	\$0	\$0
Canaleta Metlica 10x4cm	100mt	\$11.690	\$3.340	\$1.169.000	\$150.300	\$1.322.640

Troqueles	45	\$2.923	\$1.253	\$131.535	\$25.060	\$157.848
Fijaciones	2 GLB	\$49.683	\$0	\$99.366	\$0	\$99.366
Caja PVC 6x6x4	0	\$12.358	\$4.175	\$0	\$0	\$0
Caja PVC 4x4	0	\$2.255	\$1.253	\$0	\$0	\$0
Conduit PVC Pesado de 1"	0	\$2.046	\$3.298	\$0	\$0	\$0
Conduit PVC Pesado de 1"	0	\$1.470	\$2.505	\$0	\$0	\$0
Accesorios Canaleta y conduit PVC	1	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0

**Otros  
Componentes**

Patch Cord UTP, 1mt, Cat 6 AMP	45	\$16.482	\$418	\$741.690	\$8.350	\$750.458
Patch Cord UTP, 3mt, Cat 6 AMP	45	\$19.967	\$418	\$898.515	\$8.350	\$907.283

Total Antes de IVA				\$6.133.642	\$1.222.647	\$7.356.289
Utilidades						\$1.255.162
I.V.A. Sobre Utilidades						\$200.826
<b>Total</b>						<b>\$8.812.277</b>

### **Ventajas de la red con cables que actualmente se usa en la institución:**

- Altamente conocida por lo que es relativamente fácil encontrar personal capacitado para su mantenimiento y reparación.
- Gran cantidad de marcas fabrican los dispositivos de hardware lo que permite una buena calidad en los elementos y precios competitivos y sobre todo facilidad para conseguir distribuidores y vendedores de cada uno de sus elementos.
- El cable de par trenzado es muy flexible, y tiene conectores fáciles de utilizar que se insertan simplemente en los puertos de los dispositivos y del equipo de red.
- Es fácil efectuar cambios en la red (tales como añadir nuevos PCs), y se puede hacer sin que afecte a otros dispositivos de la red.

### **Desventajas:**

- La desventaja está representada en su alto costo de implantación.
- Cada enlace requiere un Cable.
- Hay que modificar el entorno para salvar obstáculos para el cableado estructurado.

### **1.3.1 Identificación de los dispositivos para el diseño de red inalámbrica basada en la tecnología Bluetooth**

Para el Diseño de la red inalámbrica con la tecnología Bluetooth se necesitarían los siguientes dispositivos de comunicación como son Adaptadores USB o tarjetas PCI por equipo y 5 Puntos de Acceso, donde cada uno de esto conformara una piconet de 7 equipos como esclavos.

Los costos de los dispositivos de comunicación varían dependiendo la marca y su clase (Clase I o Clase II). Donde la Clase I, la comunicación es de más metros de distancia es decir, entre 10 a 100 metros y la Clase II solamente hasta 10 metros de distancia.

Los adaptadores de USB a Bluetooth permiten conectar estos dispositivos en las NIC existentes en los equipos de Laboratorio de redes y la sala 407. Mientras que las tarjetas PCI se colocan en la ranura PCI de la MotherBoard.

Como en el laboratorio de redes se hacen muchas pruebas de montaje de red con cables, solamente se quitaría el adaptador USB y se pondría el cable UTP, es con la finalidad prestar el servicio de manipulación de red para poder montar y desmontar sus proyectos, claro esta que no todos los equipos participan en dicho montaje, al desconectar un equipo de la red inalámbrica no se afectaría a los demás que están conectados, y todo seguirá siendo igual. Al finalizar la

practica de montaje, se desconecta el cable UTP y se conecta el adaptador USB configurándolo para que vuelva a ser parte de la red.

La tarjeta PCI implica un cambio total, es decir tocaría quitar la tarjeta de red existente y colocar la nueva tarjeta de red. Como en el laboratorio de redes se hacen muchas pruebas de conexión de redes es muy engorroso quitar una tarjeta y colocar la otra. Otra desventaja de la tarjeta PCI es que genera unos costos muy elevados ya que estas tarjetas son muy costosas y harían lo mismo que los adaptadores USB.

Actualmente existen muchas empresas proveedoras de estos dispositivos con diferentes características siguiendo las normas de IEEE 802.11, tales como:

**Adaptadores USB:** 3Com, Actisys, Air, Anycom, Belkin, Bluetake, Conceptronic, D-Link, Hawking Tech, Trendware International.

**Punto de Acceso:** 34Telecom, Allnet, Anycom, Axis, Bluetake.

En las siguientes tablas se describen los costos de los dispositivos de la red inalámbrica como son los adaptadores USB y puntos de acceso, los cuales fueron clasificados por su costo y sus características.

**Tabla 2. Descripción del costo del Adaptador USB de Bluetooth**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Bluetake BT007SV	40	\$140.000	\$5.600.000
Actisys ACT-BT-5100US	40	\$137.760	\$5.510.400

**Tabla 3. Descripción del costo de los Puntos de Acceso de Bluetooth**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Bluetake BT300	5	\$992.101	\$4.960.505
Axis 9010	5	\$890.790	\$4.453.950

Las filas de las tablas que están sombreadas corresponden a los dispositivos escogidos.

Los dispositivos se seleccionaron en base a sus costos y características entre los cuales tomamos: El Adaptador USB Bluetake BT007SV<sup>2</sup> y el Punto de Acceso Axis 9010<sup>3</sup>. El costo de los 40 adaptadores USB es \$5.600.000 y de los 5 puntos de acceso es de \$4.453.950, donde el valor total sería \$10.053.950.

---

<sup>2</sup> BLUETAKE, [www.bluetake.com/datasheets/BT007SV.pdf](http://www.bluetake.com/datasheets/BT007SV.pdf)

<sup>3</sup> Axis, [www.axis.com](http://www.axis.com)



### **Ventajas que tiene la tecnología Bluetooth:**

- **Puntos de acceso de voz y datos:** La tecnología Bluetooth simplifica el acceso a otras redes. Mediante una conexión Bluetooth ubicada en el laboratorio de redes y sala 407, se pueden identificar diferentes redes y conectarse a ellas.
- **Sustituto de todo tipo de cables:** Esta nueva tecnología permite tener una mejor organización del espacio y de los recursos brindados, eliminando la necesidad de los engorrosos cables anexos a cualquier aparato.
- **Redes personales específicas:** Todos los dispositivos que soportan el estándar pueden establecer intercambios de información de forma automática y funcionar simultáneamente con cualquier otro aparato. Si un usuario (Estudiante o Profesor) quiere conectarse a la red con su dispositivo ya sea un laptop, celular, palm, puede conectarse a la red sin ningún problema pero teniendo la tecnología Bluetooth.
- **Rapidez y Seguridad:** Esta tecnología facilita la transmisión y toda la información está protegida por avanzados métodos de corrección de errores, así como por rutinas de encriptación y autenticación para proteger la privacidad de los usuarios. Ningún usuario puede acceder a la red sin previo permiso del administrador.

## **Beneficio del diseño para implementación de Bluetooth en el Laboratorio de Redes y sala 407**

La tecnología Bluetooth está diseñada para emisiones rápidas de información con un ancho de banda bajo, en situaciones donde se reemplaza al cable, permite que los aparatos más pequeños de computación, tales como computadoras portátiles, teléfonos celulares y dispositivos manuales, completen transferencias pequeñas de datos utilizando un dispositivo con un tamaño de letra más pequeño y menos caro, reduciendo así considerablemente el consumo de energía.

Bluetooth permitiría que las personas que se encuentran en el radio de acción del laboratorio de redes puedan compartir la información con las que se encuentran en la sala 407, y viceversa, con esta nueva tecnología la comunidad educativa del Minor en Comunicaciones y Redes y del Proyecto Inteligente tendría la oportunidad de realizar una red inalámbrica (sin cables) con tecnología bluetooth y ver todos los beneficios y ventajas que esta ofrece.

Aparte de los puntos de acceso y los adaptadores USB, la Universidad no debe hacer otro tipo de gastos en compra de dispositivos, ya que se asume que los computadores portátiles, celulares, palm, entre otros serán de uso y propiedad particular. En caso que la red creciera en un futuro solamente se incrementaría la cantidad de puntos de acceso y adaptadores USB ya sea para computadores de escritorio o para portátiles.

En la siguiente tabla se muestra una breve comparación paralela entre la red con cable que actualmente se usa en la Tecnológica de Bolívar y la red inalámbrica con tecnología bluetooth propuesta, ofreciendo la oportunidad de observar las ventajas y desventajas de tienen cada una de ellas.

**Tabla 4. Comparación paralela entre la tecnología Bluetooth y el Cableado actual.**

	<b>Bluetooth</b>	<b>Cable</b>
<b>Topología</b>	Soporta hasta 7 usuarios simultáneos	Cada enlace requiere un Cable
<b>Flexibilidad</b>	Puede trabajar a través de paredes	Modificación del entorno para salvar obstáculos
<b>Velocidad de transmisión</b>	720 Kbps 1 Mbps	100Mbps
<b>Potencia</b>	Hasta 100 mW	50 mW
<b>Cobertura</b>	Hasta 100 m con Ampl.	150 m
<b>Seguridad</b>	Muy seguro ( 128 Bit )	Seguro ( 64 Bit )

Del estudio de factibilidad hay una comparación entre la red con cable y la red inalámbrica basada en la tecnología Bluetooth, que describen los costos de los dispositivos que se utilizarían, las ventajas y desventajas. Lo cual, se determino que la tecnología de red inalámbrica “Bluetooth” es mas costosa que el

cableado pero tiene unas ventajas muy significativa que son: la eliminación de los numerosos y molestos cables que conectan prácticamente la mayoría de los dispositivos de comunicación, los usuarios pueden conectarse a la red inalámbrica con sus dispositivos que tengan Bluetooth como son los celulares, laptop, desktop, palm, entre otros, desde cualquier lugar estando dentro del radio de acción que es aproximadamente de 10 metros, pero puede alcanzar los 100 metros con un punto de acceso, facilita la transmisión y la recepción de comunicación de voz y datos, ofrece la posibilidad de conexión a Internet, y comunicación con los otros equipos de las otras salas.

#### **1.4 REQUERIMIENTOS DE CONECTIVIDAD PARA LA RED INALÁMBRICA DE COMPUTADORES**

Se requiere un sistema de comunicaciones de alta confiabilidad, eficiente y segura, para prestar un servicio de comunicación de forma continua de voz, video y Datos entre los equipos del Laboratorio de Redes y la Sala 407, con una proyección para crecimiento futuro según los requerimientos de tráfico entre los sitios a interconectar.

La arquitectura de la solución debe ser completamente modular y escalable permitiendo el agregado de puntos en cualquier momento, con posibilidad de crecimiento futuro.

El servicio debe tener una disponibilidad absoluta para la transmisión y recepción de información. El enlace deberá ser total y permanentemente al servicio de la institución, considerando el servicio de acceso a Internet que goza actualmente las salas de cómputo.

El análisis del sistema de información actual de la Institución permitió obtener una visión general de las bases iniciales en que se fundamentará la ejecución del proyecto logrando destacar aspectos de gran importancia que eran necesarios conocerlos previo al diseño.

Las características del diseño del nuevo sistema de comunicación de datos le deben permitir a este una vigencia considerablemente alta así como un dinamismo que le permita su evolución hacia nuevas tecnologías y estándares que permitan un mayor rendimiento y calidad en el manejo de la información. También debe soportar nuevos requerimientos del sistema de información de la institución.

Una vez verificada la factibilidad del proyecto se establecieron los requerimientos para la red de computadores de acuerdo a las necesidades reflejadas en dicho análisis.

## 2. DISEÑO DE LA RED DE COMPUTADORES

Para cumplir con los requerimientos descritos anteriormente se necesita realizar el diseño de una red de computadores que permita interconectar los equipos del Laboratorio de redes y la sala 407 e integrar los sistemas de información existentes, de una forma rápida, eficiente, segura y económica. Este sistema debe tener una vigencia tecnológica que justifique su inversión, además, debe ser capaz de soportar las evoluciones que sufran los sistemas de información actuales conforme crezcan los requerimientos de la institución.

Para el diseño de la red inalámbrica de computadores es necesario tener en cuenta la ubicación física actual.

La red de computadores debe:

- Implantar los servicios que ofrece una red dependiendo de sus necesidades, tales como: correo electrónico, grupo de noticias corporativas o externas, chat, entre otros.
- Integrar los recursos de hardware y software entre la Sala de Laboratorio de Redes y la Sala de 407.
- Entorno de trabajo amigable para los usuarios del sistema.

- Niveles de seguridad lo suficientemente confiables que permitan la interacción entre los sistemas de información y sus usuarios.
- Brindar transparencia al usuario de la red con relación a los aspectos que tienen que ver con la comunicación de datos.

## **2.1 ANÁLISIS TÉCNICO PARA DETERMINAR CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE COMPUTADORES**

Para establecer las características que poseerá la red de computadores en el Laboratorio de Redes y la Sala 407 es necesario realizar un análisis técnico de la tecnología Bluetooth, determinando su definición, características, topología, entre otras.

Al seleccionar una tecnología de red PAN, es necesario pensar en la interconexión de este tipo de redes, para tal fin se debe realizar un análisis y un estudio de factibilidad de los diferentes servicios de comunicación existentes con el fin de determinar la manera de comunicación entre los equipos de las salas para aprovechar al máximo los recursos brindados por esta la tecnología Bluetooth.

La tecnología de red a elegir debe poseer las siguientes características:

- Debe ser una tecnología que se pueda integrar con los recursos de red existentes en la Institución
- Debe satisfacer las necesidades actuales y permitir evolucionar a futuras tecnologías.
- Debe estar estandarizada y los elementos que la integren deben encontrarse con facilidad en el mercado y a precios razonables.
- Presentar la mejor relación costo / beneficio obtenido a través de las comparaciones de las diferentes tecnologías de redes.
- Los elementos que la componen deben acoplarse de manera fácil a la infraestructura de la red que se requiere y que evolucionen según los avances de la tecnología.

**2.1.1 Tecnología Bluetooth<sup>4</sup>:** La tecnología Bluetooth es el resultado de la unión de esfuerzos y logros de nueve compañías líderes de la industria de telecomunicaciones e informática (3Com, Ericsson, Intel, IBM, Lucent, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba). Más de 1300 fabricantes, procedentes de todo el mundo y de diferentes áreas de negocio, se han unido actualmente a la familia Bluetooth. Esto ha posibilitado que dicha tecnología sea el prototipo industrial que mayor y más rápido crecimiento haya experimentado jamás.

---

<sup>4</sup> Odair Perianez Ferline. Interconexión de Redes Bluetooth.: Una Aplicación Telemétrica de Servicios de Distribución de energía. [www.ppgia.pucpr.br/ensino/defesas/Odair\\_Ferline.PDF](http://www.ppgia.pucpr.br/ensino/defesas/Odair_Ferline.PDF)



Bluetooth es una tecnología utilizada para la conectividad inalámbrica de corto alcance entre dispositivos como PDAs (Personal Digital Assistance), teléfonos celulares, teclados, máquinas de fax, computadoras de escritorio y portátiles, módems, proyectores, impresoras, etc... El principal mercado es la transferencia de datos y voz entre dispositivos y computadoras personales. El enfoque de Bluetooth es similar a la tecnología de infrarrojo conocida como IrDA<sup>5</sup> (Infrared Data Association). Sin embargo, Bluetooth, es una tecnología de radiofrecuencia (RF) que utiliza la banda de espectro disperso de 2.4 GHz. Muchas veces también se le confunde con el estándar IEEE 802.11, otra tecnología de RF de corto alcance. IEEE 802.11 ofrece más caudal eficaz pero necesita más potencia de transmisión y ofrece menos opciones de conectividad que Bluetooth para el caso de aplicaciones de voz.

Bluetooth intenta proveer significantes ventajas sobre otras tecnologías inalámbricas similares tales como IrDA, IEEE 802.11 y HomeRF, claros competidores en conexiones PC a periféricos. IrDA es una tecnología muy popular para conectar periféricos, pero es limitada severamente a conexiones de cortas distancias en rangos de un metro por la línea de vista requerida para la comunicación. Debido a que Bluetooth funciona con RF no está sujeto a tales limitaciones. La distancia de conexión en Bluetooth puede ser de hasta 10

---

<sup>5</sup> SÚAREZ Nort, CONCEPCIÓN José. Soluciones Inalámbricas basadas en Bluetooth e IrDA. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Monografía (Ingenieros Electrónico). Minor de Comunicaciones y Redes. Facultad de Ingeniería Electrónica.

metros o más dependiendo del incremento de la potencia del transmisor, pero los dispositivos no necesitan estar en línea de vista ya que las señales de RF pueden atravesar paredes y otros objetos no metálicos sin ningún problema.

Bluetooth puede ser usado para aplicaciones en redes residenciales o en pequeñas oficinas, ambientes que son conocidos como WPANs (Wireless Personal Area Network). Una de las ventajas de las tecnologías inalámbricas es que evitan el problema de alambrar las paredes de las casas u oficinas.

**2.1.1.1 Bluetooth aprobado por la IEEE:** En el año 2002 la IEEE aprobó el estándar IEEE 802.15.1 compatible totalmente con la tecnología Bluetooth v1.1. En este estándar se definen las especificaciones de la capa física y MAC (medium access control) para las redes WPANs.

El nuevo estándar permitirá una mayor validez y soporte en el mercado de las especificaciones de Bluetooth, además es un recurso adicional para aquellos que implementen dispositivos basados en esta tecnología. Anteriormente a la estandarización, dispositivos Bluetooth no podían coexistir con los dispositivos basados en IEEE 802.11b debido a que ambos se interferían entre sí. Otro esfuerzo importante para buscar la compatibilidad entre los dos sistemas lo están haciendo la compañía Intersil Corp., fabricante de chips para el protocolo IEEE 802.11b (Wi-Fi) y la compañía Silicon Wave Inc. fabricante de sistemas de radio de Bluetooth. Este esfuerzo entre Wi-Fi y Bluetooth es conocido como

Blue802 y permitirá la operación simultánea de estos dos protocolos inalámbricos.

**2.1.1.1 Descripción:** La especificación de Bluetooth define dos rangos de cobertura. El rango corto abarca distancias de hasta 10m, mientras que el rango medio cubre distancias de unos 100 metros. Este enlace radio es capaz de proveer transmisión de voz y datos a velocidades de hasta 720 Kbps por cada canal que esté operando en la piconet.

El radioenlace opera sobre una banda que no requiere licencia<sup>6</sup>, la cual se denomina banda ISM ("Industrial, scientific and medical"). El ancho de banda del enlace se encuentra entre 2.4GHz y 2.48GHz utilizando un sistema de ensanchamiento del espectro ("spread spectrum") con saltos de frecuencia del orden de 1600 saltos por segundo ("frequency hopping"), y una señal full-duplex. Una misma señal fluctúa entre 79 frecuencias con intervalos de 1MHz entre ellas, lo que hace que el rechazo a las interferencias sea alto. Para la versión de cobertura corta (10m), se tiene que la potencia de la señal de radiofrecuencia de salida es de 0dBm, es decir, de 1mW. En cambio, para la especificación que ofrece coberturas de 100m se tiene que la potencia de salida deberá ser mayor, especificándose en una potencia de hasta 20dBm

---

<sup>6</sup> MINISTERIO DE COMUNICACIONES. Tecnologías wifi bandas radioelectricas sin licencia. Bogota, septiembre 2003. [www.mincomunicaciones.gov.co](http://www.mincomunicaciones.gov.co)

(100mW), aunque es capaz de operar con potencias de salida de hasta -20dBm.

La especificación del enlace radio, integra toda la parte referente a radiofrecuencia sobre un circuito integrado basado en tecnología CMOS, la cual posee una serie de ventajas como reducción de costes, bajo consumo y tamaño del chip reducido, características ideales para dispositivos móviles, los cuales tienen características críticas para las ventajas ofrecidas por la tecnología propuesta.

Para el tipo de transmisión que se puede llevar a cabo con esta tecnología, diferenciando entre transmisión de voz y transmisión de datos, se tiene en cuenta las siguientes características para cada tipo de transmisión:

- **Voz.** La tecnología ofrece la posibilidad de usar tres canales simultáneos síncronos de voz, o bien optar por la posibilidad de compartir un solo canal para el transporte simultáneo de datos asíncronos y voz síncrona. Cada canal de voz soporta un canal síncrono de voz a 64 Kbps en tanto para el enlace de subida como para el de bajada.
- **Datos.** El canal de transporte de datos asíncronos es capaz de soportar tasas de hasta 723.2Kbps en modo asimétrico (manteniendo una tasa de 57.6Kbps en la dirección de retorno), mientras que en transmisión simétrica otorga tasas de transmisión de hasta 433.9 Kbps. Por otra parte, un dispositivo

que ejerza como Maestro (concepto que se tratará en profundidad más adelante), puede compartir de manera simultánea un canal asíncrono con 7 dispositivos esclavos en la misma piconet.

**2.1.1.3 Bluetooth Redes Personales:** Integrado en un pequeño transmisor de radio frecuencia que permite conectar entre sí todo tipo de dispositivos electrónicos (teléfonos, computadores, impresoras, faxes, etc) situados dentro de un radio limitado de 10 metros (ampliable a 100, aunque con mayor distorsión) sin necesidad de utilizar cables.

El transmisor está integrado en un pequeño microchip de 9x9 milímetros y opera en una frecuencia de banda global (2,4 GHz, utilizada en muchos países para usos médicos y científicos) que asegura la compatibilidad universal. Los dispositivos que incorporan Bluetooth se reconocen y se hablan. Además el canal permanece abierto y no requiere la intervención directa y constante del usuario cada vez que se quiere enviar algo.

El transmisor permite enviar voz y datos a una velocidad máxima de 700 Kb/seg. y consume un 97% menos que un teléfono móvil. Además, es inteligente: cuando el tráfico de datos disminuye el transmisor adopta el modo bajo de consumo de energía.

Las diferentes partes del sistema Bluetooth son:

- Una unidad de radio
- Una unidad de control del enlace
- Gestión del enlace
- Funciones software

**2.1.1.4 Especificaciones:** La especificación de Bluetooth cubre desde el transceptor de radio hasta varias interfaces de protocolos basados tanto en hardware como en software. Algunos elementos clave y protocolos de la arquitectura de Bluetooth son descritos a continuación. Control de enlace: el hardware del control de enlace controla la transmisión y recepción de radio así como el procesamiento de la señal digital requerida para el protocolo de bandabase. Sus funciones incluyen establecimientos de conexiones, soporte para enlaces asíncronos (datos) y síncronos (voz), corrección de error y autenticación. El microcódigo del administrador de enlaces desempeña funciones a bajo nivel para el establecimiento de enlaces, autenticación y configuración de los enlaces.

**2.1.1.5 Topología<sup>7</sup>:** Los dispositivos Bluetooth son generalmente organizados en grupos de 2 a 8 llamado piconet. Todos los dispositivos tienen la misma implementación. Sin embargo, al crearse la red una unidad actuará como

---

<sup>7</sup> Guerra Jaime y Miranda María, Bluetooth: Redes Personales.  
[www.infor.uva.es/~jvegas/docencia/ar/seminarios/Bluetooth.pdf](http://www.infor.uva.es/~jvegas/docencia/ar/seminarios/Bluetooth.pdf)

maestra y el resto como esclavas mientras dure la conexión. Un dispositivo puede pertenecer a más de una piconet y comportarse como un esclavo en ambas o un maestro en una piconet y como esclavo en otra.



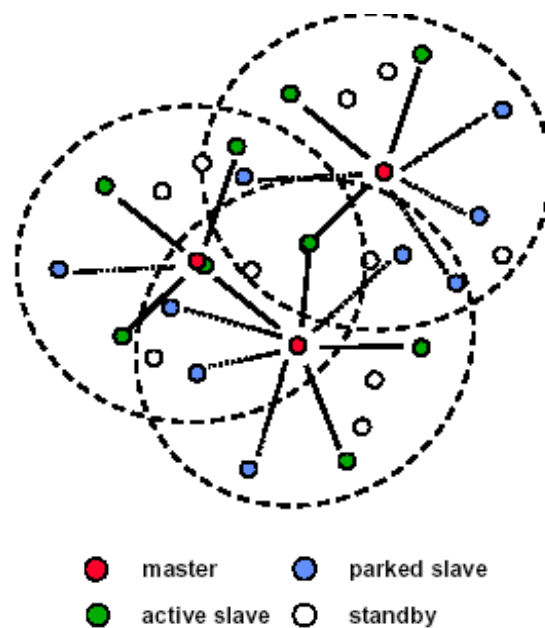
**Figura 2. Descripción de Piconet**

Características de Piconet:

- Topología en estrella.
  - 1 Master, hasta 7 esclavos (slaves) activos
  - Ilimitado número de esclavos aparcados (parked slaves)
  - Maestro (Master) ó Slave indistintamente
- Master:
  - Determina hopping esquema y timing
    - Administra piconet (polling)

- Canales lógicos
  - Asíncronos, packet oriented (ACL)
  - Síncronos, connection-oriented (SCO).

Utilizados para voz, reserva de slot
- Velocidad
  - Capacidad de 1 Mbits/s total



**Figura 3. Descripción de Scatternet**

Características de Scatternet:

- Agrupación de Piconets
- Aumenta la capacidad del sistema
  - Impacto mínimo hasta conjunto 10 piconets
- Un elemento puede pertenecer a dos Piconets
  - Como Slave de varias piconets



- Como Master y Slave

Bluetooth opera en una banda de uso libre conocida como ISM (Industrial, Scientific, and Medical) donde otros dispositivos de uso común la utilizan como es el caso de puertas de cocheras, teléfonos inalámbricos, hornos de microondas, sólo por nombrar algunos. Para que los dispositivos Bluetooth puedan coexistir y operar confiablemente con los otros dispositivos, cada piconet es sincronizada a una frecuencia específica del patrón de salto por frecuencia. Este patrón, que salta a 1.600 frecuencias diferentes por segundo, es único para una piconet en particular. Cada "salto" de frecuencia es una ranura de tiempo durante la cual los paquetes de datos son transferidos. Un paquete puede abarcar hasta 5 ranuras de tiempo, en la cual la frecuencia permanece constante durante la duración de esa transferencia.

Si los dispositivos van a saltar a las nuevas frecuencias después de cada paquete, ellos deben ponerse de acuerdo en la secuencia de las frecuencias que utilizarán. Como los dispositivos Bluetooth operan en 2 modos: como maestro y como esclavo; si el maestro asigna la secuencia de salto de frecuencia, los esclavos sincronizan al dispositivo maestro en tiempo y frecuencia seguido de la secuencia de salto del dispositivo maestro.

**2.1.1.6 Seguridad:** Sabiendo que el canal de transmisión utilizado por Bluetooth es un radioenlace, se reduce fácilmente el peligro de seguridad que

dicha transmisión pertenece, ya que las señales de radio son fácilmente interceptables. Para contrarrestar este defecto de seguridad presente en todos los sistemas que utilizan el canal radioeléctrico como medio de transmisión, Bluetooth también especifica un sistema de seguridad para evitar el espionaje y la falsificación del origen de los mensajes.

Básicamente se puede desglosar el proceso de seguridad de Bluetooth en tres pasos:

- **Autenticación:** Se basa en un proceso challenge-response, previene problemas de alteración de origen de mensajes y acceso no permitido a bases de datos críticas.
- **Cifrado:** Previene problemas de interceptación de los datos que circulen por el canal, manteniendo la privacidad del enlace.
- **Generación de claves de sesión:** Dichas claves pueden ser cambiadas en cualquier momento durante una conexión, lo que corta la posibilidad de que alguien que quiera realizar una escucha clandestina pueda computar la clave de una conexión a partir de los parámetros que vaya obteniendo de la red.

El proceso que utiliza Bluetooth es muy similar al proceso que lleva a cabo GSM para hacer que las comunicaciones sean seguras en la medida de lo posible.

Así, los elementos utilizados en los algoritmos de seguridad son los siguientes:

- La dirección del dispositivo Bluetooth como tal, formado por 48 bits, que es una entidad pública única para cada dispositivo. Esta dirección deberá ser proporcionada durante el proceso de autenticación.
- Una clave privada de usuario de 128 bits, la cual es secreta. Esta clave se obtiene durante la inicialización del dispositivo, es decir, la autenticación; y jamás será revelada.
- Un número aleatorio de 128 bits, el cual será diferente para cada nueva transacción. Se genera en la unidad Bluetooth en un proceso pseudo-aleatorio.

Se puede considerar el frequency hopping y la limitada potencia de transmisión como ayuda para evitar escuchas indeseadas. De todas maneras, los saltos de frecuencia pueden no aportar seguridad en caso de que estos están sincronizados.

**2.1.1.7 Arquitectura de capas:** La siguiente figura muestra un esquema de los protocolos utilizados por la tecnología Bluetooth los cuales son empleados en la comunicación de voz y datos.

A continuación se definen cada uno de estos protocolos, indicando su funcionalidad, tipo de enlace y sincronía entre otros aspectos.

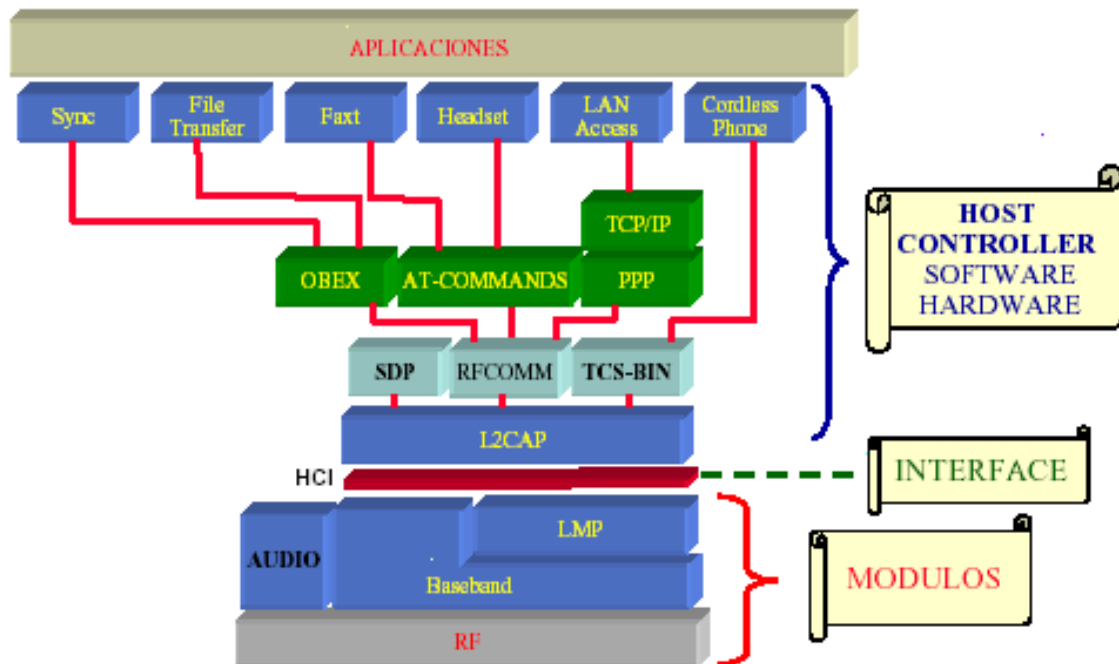


Figura 4. Descripción de protocolos

- **Radio Frecuencia (RF):** Define los requerimientos del dispositivo Bluetooth que opera en la banda ISM a 2,4GHz.

Esta capa se basa en el método de división de espectro conocido como espectro ensanchado, utilizando 79 saltos de frecuencia en cada MHz, comenzando en 2,402GHz y acabando en 2,480GHz. En algunos países como por ejemplo Francia, el ancho de banda de banda de esta frecuencia se reduce temporalmente, utilizando en este caso un sistema de 23 saltos de frecuencia. En ambos sistemas se utiliza una banda de guarda entre cada salto, con el fin de respetar las regulaciones de cada país en cuanto al tema de evitar las transmisiones fuera de banda.

Se tienen tres clases de dispositivos según la potencia de los mismos:

**Potencia Clase 1.** Dispositivos de largo alcance (aprox. 100m), con una potencia máxima de salida de 20dBm.

**Potencia Clase 2.** Dispositivos de medio alcance (aprox. 10m), con una potencia máxima de salida de 4dBm.

**Potencia Clase 3.** Dispositivos de corto alcance (aprox. 10cm), con una potencia máxima de salida de 0dBm.

La interfaz radio Bluetooth se basa en una antena de potencia nominal de 0dBm. Cada dispositivo puede variar su potencia de manera opcional. El equipamiento con control de potencia optimiza la potencia de salida con comandos procedentes del protocolo de enlace. Esto se hace midiendo el RSSI (Receiver Signal Strength Indicator), retornando un mensaje indicando si la potencia debe ser incrementada o decrementada. Este sistema es similar al de GSM, donde las colas de los paquetes de información GSM tienen al final un bit de control de potencia. Si es 0 se disminuye la potencia 1dB, mientras que si es 1 se aumenta la potencia en 1dB.

La modulación utilizada en Bluetooth es GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying), donde un uno binario se representa con una desviación positiva de

frecuencia, mientras que un cero se expresa como una desviación negativa de la frecuencia.

Las emisiones espúreas, tanto dentro de la banda como fuera de ella, se miden con un transmisor de saltos de frecuencia saltando sólo en una frecuencia. Esto implica que el sintetizador debe cambiar la frecuencia entre cada slot recibido y cada slot transmitido, volviendo siempre sobre la misma frecuencia. La precisión de la frecuencia central debe estar entre más/menos 75KHz de la frecuencia central.

A nivel de receptor, debe tener un nivel de sensibilidad como mínimo de 70dBm, manteniendo la tasa de error de bit (BER) en niveles del 0,1%. Además, la interferencia co-canal y las interferencias adyacentes en 1 y 2 MHz se miden con la señal útil 10dB sobre el nivel de sensibilidad de referencia. En el resto de frecuencias, la señal útil debería estar 3dB sobre el nivel de sensibilidad de referencia. Dependiendo del BER se miden además otros parámetros como por ejemplo el bloqueo fuera de banda y los productos de intermodulación.

- **Banda base:** La bandabase de Bluetooth provee canales de transmisión para voz y datos y es capaz de soportar un enlace asíncrono de datos y hasta tres enlaces de voz síncronos (o un enlace soportando ambos). Los enlaces orientados a conexión síncronos (SCO) son típicamente empleados para transmisiones de voz. Esos enlaces son conexiones simétricas punto a punto

que reservan ranuras de tiempo para garantizar la transmisión a tiempo. Al dispositivo esclavo siempre se le permitirá responder durante la ranura de tiempo inmediatamente seguido de una transmisión tipo SCO del maestro. Un dispositivo maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO a uno o varios esclavos, pero un solo esclavo puede soportar sólo enlaces SCO para diferentes dispositivos maestros. Los paquetes SCO nunca son retransmitidos.

Los enlaces orientados a no-conexión (ACL, Asynchronous Connectionless) son típicamente empleados para transmisión de datos. Las transmisiones sobre estos enlaces son establecidas en base por ranura (en ranuras no reservadas para enlaces SCO). Los enlaces ACL soportan transferencias punto-multipunto de datos asíncronos como síncronos. Después de una transmisión ACL del maestro, sólo el dispositivo esclavo direccionado puede responder durante la siguiente ranura de tiempo o si el dispositivo no está direccionado, los paquetes son considerados como mensajes difundidos (broadcast). La mayoría de los enlaces ACL incluyen retransmisión de paquetes. La máquina de estado de bandabase es controlada por el administrador de enlaces. Este microcódigo provee el control del enlace basado en hardware para configuración, seguridad y control de enlaces. Sus capacidades incluyen autenticación y servicios de seguridad, monitoreo de calidad de servicio y control del estado de bandabase.

El administrador de enlaces se comunica con los demás utilizando el protocolo LMP (Link Management Protocol), el cual utiliza los servicios básicos de

bandabase. Los paquetes LMP, los cuales son enviados sobre los enlaces ACL, son diferenciados de los paquetes L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol) por un bit en el encabezado del ACL. Ellos son siempre enviados como paquetes de una ranura y una prioridad más alta que los paquetes L2CAP. Esto ayuda el aseguramiento de la integridad del enlace bajo una alta demanda de tráfico.

- **LMP:** (Link Manager Protocol), controla activamente el establecimiento de comunicación, autenticación y configuración del enlace. Descubre otros gestores de enlace (LM) y se comunica con ellos mediante LMP.

Este protocolo consiste en un número de PDUs que son enviados desde un dispositivo a otro, determinado por AM\_ADDR de la cabecera del paquete. Estos PDUs son siempre enviados como paquetes en un slot individual, y la cabecera del payload es de un byte.

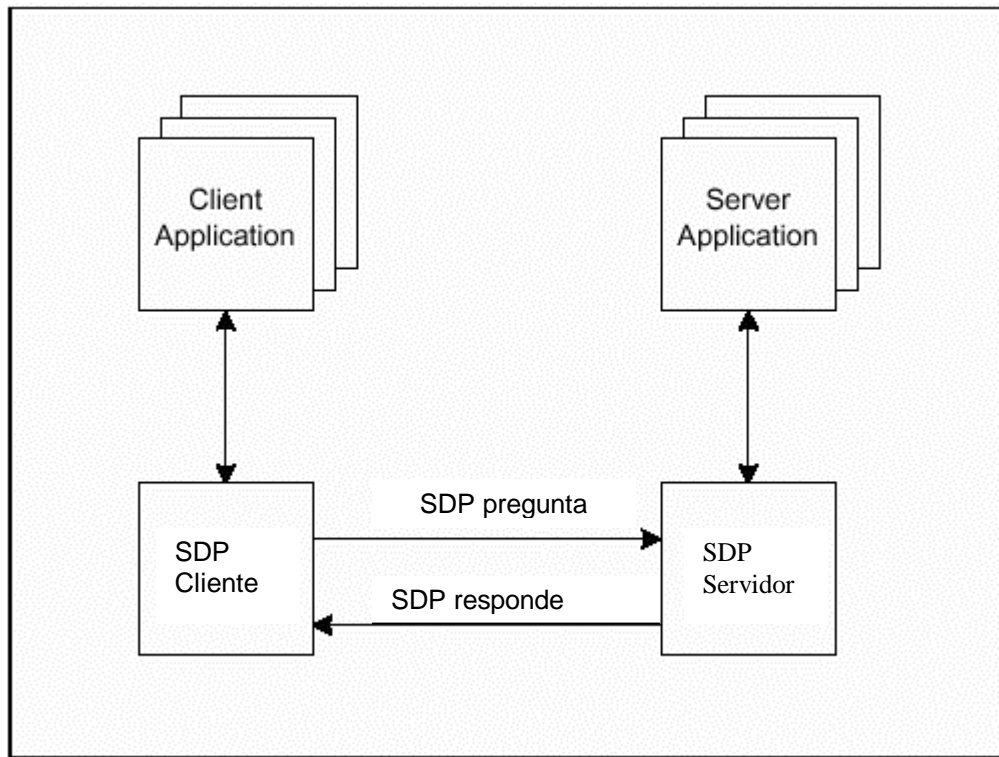
- **HCI:** Provee una interfaz de comandos al controlador de banda base y al gestor del enlace, además de acceder al estado del hardware y a los registros de control. En esencia, provee un método uniforme de acceso a los parámetros de banda base. El HCI está desarrollado en tres secciones, el host, la capa de transporte y el controlador del host. Cada una de las secciones tiene un rol diferente a desempeñar en este sistema.
- **L2CAP:** El protocolo L2CAP (logical link control and adaptation layer protocol) está situado sobre el protocolo de banda base, estando residente en la capa de enlace de datos. Este protocolo provee servicios orientados a



conexión y no orientados a conexión a los protocolos de capas superiores, incorporando capacidades de multiplexado de datos, segmentación, reunión y abstracciones de grupo. Permite a las capas superiores enviar y recibir paquetes de datos L2CAP de hasta 64KB. Esta especificación está definida únicamente para enlaces ACL, mientras que no provee soporte para enlaces SCO.

- **RFCOMM:** El protocolo RFCOMM provee emulación de puertos serie sobre el protocolo L2CAP. Está basado en el estándar ETSI TS 07.10, del cual sólo se utilizan un subconjunto de especificaciones, además de haber adaptado una serie de las mismas.
- **SPD:** El protocolo de descubrimiento de servicio (SDP) provee un conjunto de aplicaciones con el fin de descubrir qué servicios están disponibles y determinar las características de esos servicios.

En el entorno Bluetooth se necesita un protocolo específico de este tipo, ya que el repertorio de servicios disponibles cambian dinámicamente basándose en la proximidad radioeléctrica de los dispositivos en movimiento, cualitativamente diferentes a los servicios de descubrimiento de las redes convencionales. Así, el SDP definido para Bluetooth debe estar enfocado a las características únicas del entorno Bluetooth.



**Figura 5. Descripción del protocolo de descubrimiento de servicio (SDP)**

**2.1.1.8 Perfiles:** Los perfiles se han desarrollado con el fin de describir como las implementaciones de modelos de usuarios se deben realizar. Los modelos de usuario describen un número de escenarios donde Bluetooth se puede encontrar. Establece opciones y parámetros sobre los protocolos, de manera que el concepto de perfil se utiliza para evitar problemas de interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes.

Cada perfil no tiene por qué representar una abstracción unitaria, sino que puede depender de otro perfil en caso de que reutilice partes de dicho perfil, referenciándose explícita o implícitamente.

- **Perfil GAP:** (Generic Access Profile), define los procedimientos destinados a descubrir los dispositivos Bluetooth y aspectos de conexión entre dispositivos Bluetooth. También define aspectos relacionados con los niveles de seguridad. Es el corazón de todos los perfiles.
- **Perfil SDAP:** Este perfil define las características y procedimientos para una determinada aplicación de un dispositivo Bluetooth pueda requerir servicios registrados de otro dispositivo Bluetooth y recuperar alguna información de alguno de estos servicios.

Básicamente, este servicio define los protocolos y procedimientos que serán usados por un dispositivo Bluetooth sobre el que se ejecuta una aplicación que requiere servicios de otra aplicación ejecutada sobre otro dispositivo Bluetooth. Para ello se usará el Bluetooth Service Discovery Protocol (SDP).

- **Perfil HS:** El perfil Headset Profile define los requerimientos que serán usados por los dispositivos implementando el modelo de llamada "Ultimate Headset".
- **Perfil DNP:** (Dial-up Networking Profile), define requerimientos que serán usados por dispositivos (modems, teléfonos móviles, etc) usando el modelo de llamada "Internet Bridge".
- **Perfil FP:** (Fax Profile), define los requerimientos necesarios para que los dispositivos Bluetooth adquieran soporte de transferencia de Fax. Permitirá que teléfonos Bluetooth puedan enviar y recibir faxes.

- **Perfil LAP:** (LAN Access Profile), define los requerimientos necesarios para poder acceder a servicio LAN mediante el protocolo PPP.

**2.1.1.9 Características:** Los dispositivos en una piconet comparten un canal de comunicación de datos común. El canal tiene una capacidad total de 1 Mbps. Los encabezados y el control de llamada consumen cerca del 20% de esta capacidad; motivo por el cual el máximo caudal eficaz es de 780 Kbps. En los Estados Unidos y Europa, el intervalo de frecuencia de operación es de 2,400 a 2,483.5 MHz, con 79 canales de RF de 1 MHz. En la práctica, el Intervalo de frecuencias es de 2,402 a 2,480 MHz. En México el intervalo de frecuencias va de 2,450 MHz a 2,485.5 MHz. En Japón, el intervalo de frecuencia es de 2,472 a 2,497 MHz con 23 canales de RF de 1 MHz.

Un canal de datos salta aleatoriamente 1.600 veces por segundo los 79 (ó 23) canales de RF. Cada canal está dividido en ranuras de tiempo de 625 microsegundos cada una. Una piconet tiene un dispositivo maestro y hasta siete dispositivos esclavos. Un dispositivo maestro transmite en ranuras de tiempo pares, los esclavos en ranuras de tiempo impares.

Los paquetes pueden tener una magnitud de hasta 5 ranuras de tiempo. Los datos en un paquete pueden ser de hasta 2,745 bits de longitud. Existen actualmente dos tipos de transferencia de datos entre dispositivos: Los orientados a conexión de tipo síncrono (SCO, Synchronous Connection

Oriented) y los orientados a no-conexión de tipo asíncrono (ACL, synchronous Connectionless). En una piconet celda, puede hacer hasta tres enlaces SCO de 64.000 bits cada uno.

Para evitar problemas de sincronización y colisión, los enlaces SCO utilizan ranuras de tiempo reservadas asignadas por la estación maestra. Un dispositivo maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO con uno, dos o tres dispositivos esclavos, las ranuras no reservadas para los enlaces SCO pueden ser usadas para enlaces ACL, un maestro y un esclavo pueden compartir un enlace ACL, un enlace ACL puede ser punto-punto (maestro a un esclavo) o multipunto (maestro a todos los esclavos), un ACL esclavo puede sólo transmitir cuando se lo solicite un maestro.

**2.1.1.10 Ámbitos de Aplicación:** Dentro del campo de la tecnología su aplicación es inmediata ya que permite una comunicación: fácil, instantánea, en cualquier lugar y su coste es bajo. Sin olvidar su impacto en la forma de realizar los procesos, al sustituir los medios convencionales y posibilitar nuevos negocios y aplicaciones.

**2.1.1.11 Ventajas e Inconvenientes:** La ventaja más evidente es que permite conectar entre sí todo tipo de dispositivos electrónicos (teléfonos, computadores, impresoras, faxes, etc) situados dentro de un radio limitado de

10 metros (ampliable a 100, aunque con mayor distorsión) sin necesidad de utilizar cables.

Bajo coste y corto alcance, implementado en un circuito integrado de 9 x 9 mm, proporcionando conexiones instantáneas para entornos de comunicaciones tanto móviles como estáticos. En definitiva, Bluetooth pretende ser una especificación global para la conectividad inalámbrica. Por su puesto, Bluetooth todavía tiene algún pequeño problema que solucionar, ya que los prototipos de dispositivos Bluetooth se reproducen con gran rapidez, no sucede lo mismo con los programas informáticos que deben regular su funcionamiento.

Además, el espectro de radiofrecuencia en el que opera no está abierto al público en todos los países. En lugares como Francia o España el uso del espectro está restringido y se requiere la aprobación explícita del gobierno.

La interoperabilidad, pilar sobre el que se sustenta Bluetooth, es uno de los factores que se someterán a tensiones en el largo plazo. Con miles de compañías diseñando productos y aplicaciones Bluetooth, será difícil mantenerlas a todas bajo el mismo manto.

Aun así, las desventajas son mínimas cuando se comparan con los beneficios de disfrutar de un mundo sin cables.

**Tabla 5 Comparación de las diferentes tecnología PAN (Red de Área Personal)**

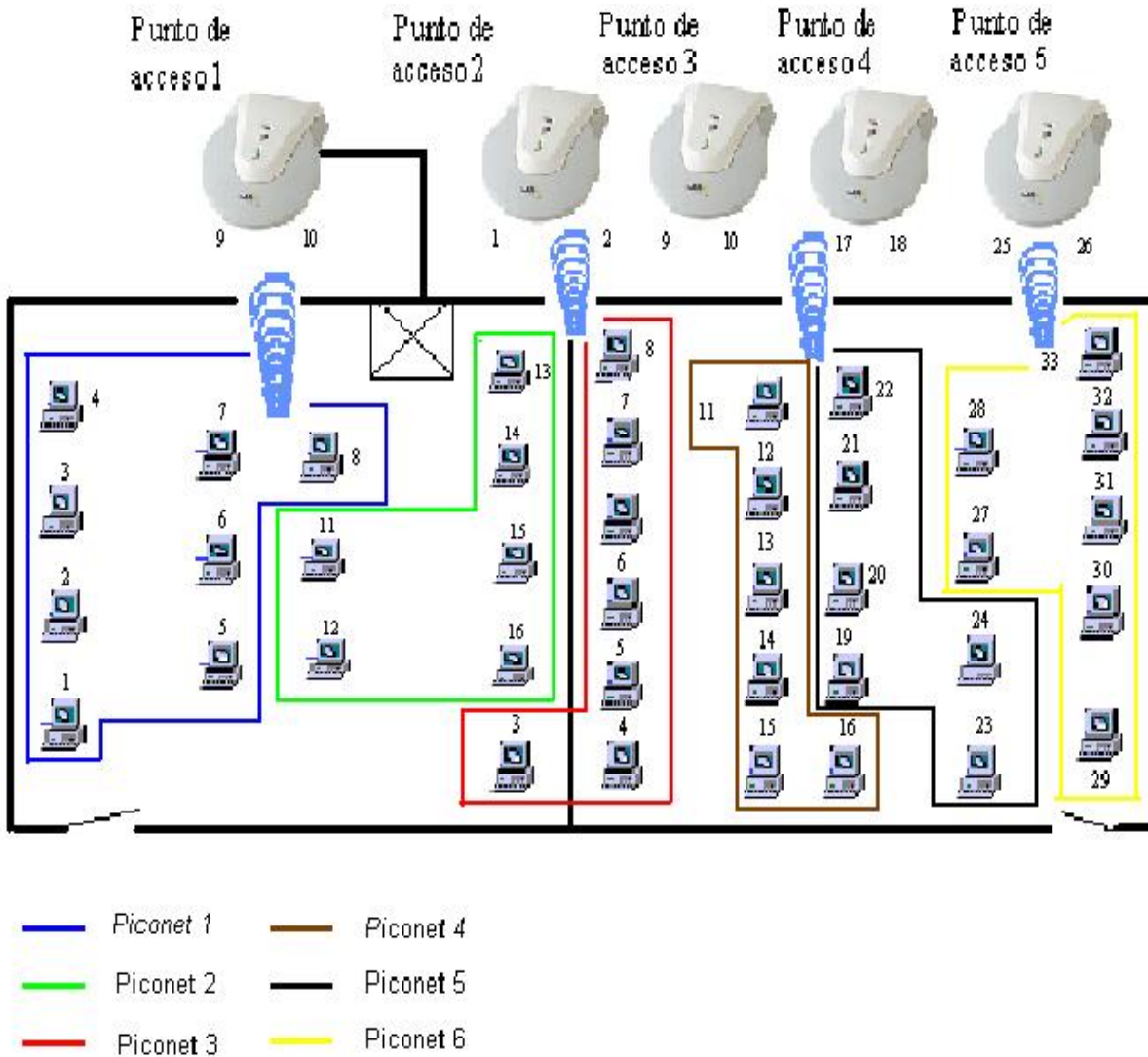
	<b>Bluetooth</b>	<b>Wi-Fi (802.11b)</b>	<b>Wi-Fi5 (802.11a)</b>	<b>HiperLAN2</b>
<b>Banda</b>	2,4-2,483 GHz	2,4-2,483 GHz	5,15-5,35 GHz	5,15-5,35 GHz
<b>Velocidad (aprox.)</b>	1 Mbps	11 y 5,5 Mbps	54 Mbps	54 Mbps
<b>Uso</b>	PAN	LAN	LAN	
<b>Distancia</b>	10 m	15- 100 m	15- 100 m	15- 100 m

## **2.2 DISEÑO FÍSICO**

La red del Laboratorio de Redes y la Sala 407 será una RED AREA PERSONAL (PAN) donde se interconectarán todos los equipos de estas dos salas.

En el Laboratorio de Redes y la sala 407 están ubicados 40 equipos cada uno tendrá un adaptador USB, para poder estar conectados a la red inalámbrica Bluetooth, en el laboratorio de redes habrá dos puntos de acceso y uno de ellos conectado al switch por medio de un cable UTP, para poder

acceder al servicio de Internet que presta la institución, y los otros tres puntos de acceso estará ubicados en la Sala 407.



**Figura 6. Diseño de la Red PAN propuesta**

La figura anterior muestra el diseño físico de la red de área personal aplicando tecnología Bluetooth para el laboratorio de redes y la sala 407.



### 2.2.1 Diagrama de contexto Red Inalámbrica del Laboratorio de Redes y la Sala 407.

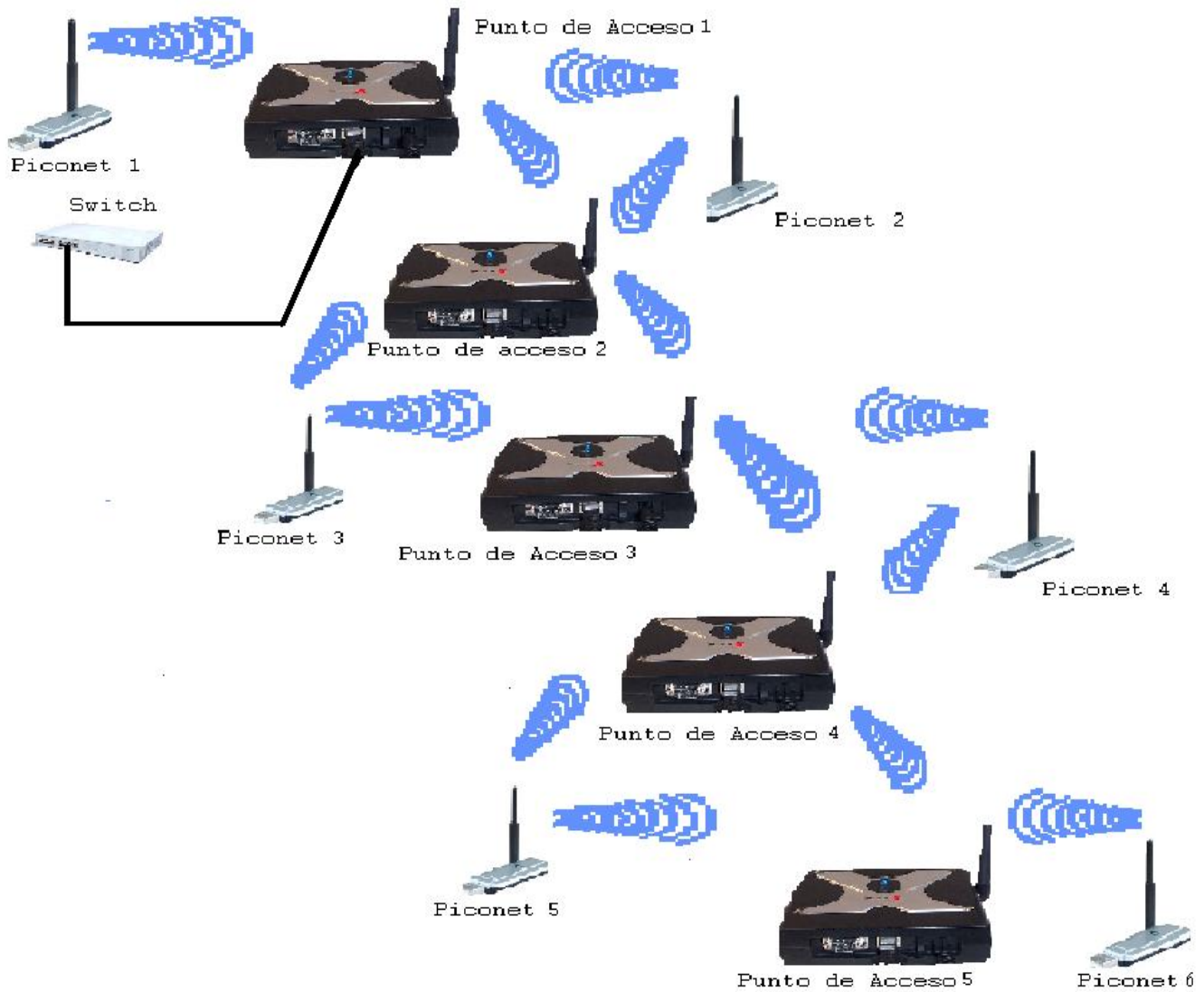


Figura 7. Diagrama de contexto Red Inalámbrica

Elementos utilizados en el diseño de la red inalámbrica del Laboratorio de Redes y la Sala 407.



**Cuadro 17. Elementos utilizados en el diseño de la red inalámbrica de computadores**

### **2.2.3 Arquitectura de la red inalámbrica**

**2.2.3.1 Estaciones de trabajo o Nodos:** Los computadores que se integrarán a la red poseen diversas características, las cuales ya fueron expuestas en la sección 1.2 RECURSOS DE SOFTWARE Y HARDWARE ACTUALES.

En cuanto a los computadores que estarán en red en el laboratorio de redes y la sala 407, tendrán características similares a las descritas, tales como: procesador Pentium IV, capacidad de disco duro de 40 GB, memoria RAM de 256 MB.

Todos ellos se integrarán a la red a través de tarjetas de interfaz, las cuales estarán conectadas a un adaptador USB con tecnología Bluetooth, para comunicarlos en forma inalámbrica.

**2.2.3.2 Adaptadores USB:** Es una pequeña herramienta de fácil instalación que puede conectar con tecnología Bluetooth los Desktop, los laptop y otros dispositivos a la PAN.

Permiten la transferencia de archivos, el envío y recepción de fax, intercambio y sincronización de información entre PCs, soporta Windows 98 / ME / 2000 / XP.

**2.2.3.3 Switch:** Al switch Fast Ethernet estará conectado al backbone de la LAN del campus de Ternera, también estará conectado a uno de los puntos de acceso.

Características:

- El switch es siempre local.
- Conecta segmentos de red en lugar de redes.

- Utiliza cable UTP nivel 5 para las conexiones de 100 Base TX ó 100 Base T4 pero con enlaces Full Duplex necesariamente, por lo que es recomendable 100 Base TX que trabaja únicamente con este tipo de enlace.
- El switch puede agregar mayor ancho de banda, acelerar la salida de paquetes, reducir tiempo de espera y bajar el costo por puerto. Opera en la capa 2 del modelo OSI y reenvía los paquetes en base a la dirección MAC.
- El switch segmenta económicamente la red dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estación final.
- Al segmentar la red en pequeños dominios de colisión, reduce o casi elimina que cada estación compita por el medio, dando a cada una de ellas un ancho de banda comparativamente mayor.
- En un switch se puede repartir el ancho de banda de la red de una manera apropiada en cada segmento de red o en cada nodo, de modo transparente a los usuarios.
- El Switch Fast Ethernet con 8 puertos puede tener conexiones de 100 Mbps entre 4 pares de puertos, para un total de 400 Mbps. Si la comunicación es full duplex entonces el total sería de 800 Mbps.

**2.2.3.4 Puntos de Acceso o Access Point:** Dispone de una conexión a la PAN, además contiene un conector macho de 9 pines (Console Port). Este

dispositivo es el encargado de conectar todas las estaciones de trabajo y también se conecta al switch para tener el servicio de internet en la PAN.

Es un dispositivo Bluetooth 1.1 de clase 1 con la potencia máxima de su clase (100 mW) con lo que su alcance máximo "teórico" es de 100 m. Muchos de los dispositivos Bluetooth, como el incluido en los IPAs por ejemplo, disponen de una potencia máxima de 1mW con lo que su alcance se limita a unos 10m.

**2.2.3.5 Comunicaciones en la red inalámbrica:** La comunicación entre la sala 407 y el laboratorio de redes se realizará a través de los adaptadores USB y los puntos de acceso como medios de transmisión, es decir, las conexiones a cada uno de los equipos se harán utilizando este tipo de dispositivos, uno de los puntos de acceso se conectará al switch de la misma forma.

## 2.3 DISEÑO LÓGICO

### 2.3.1 Topología SCATTERNET

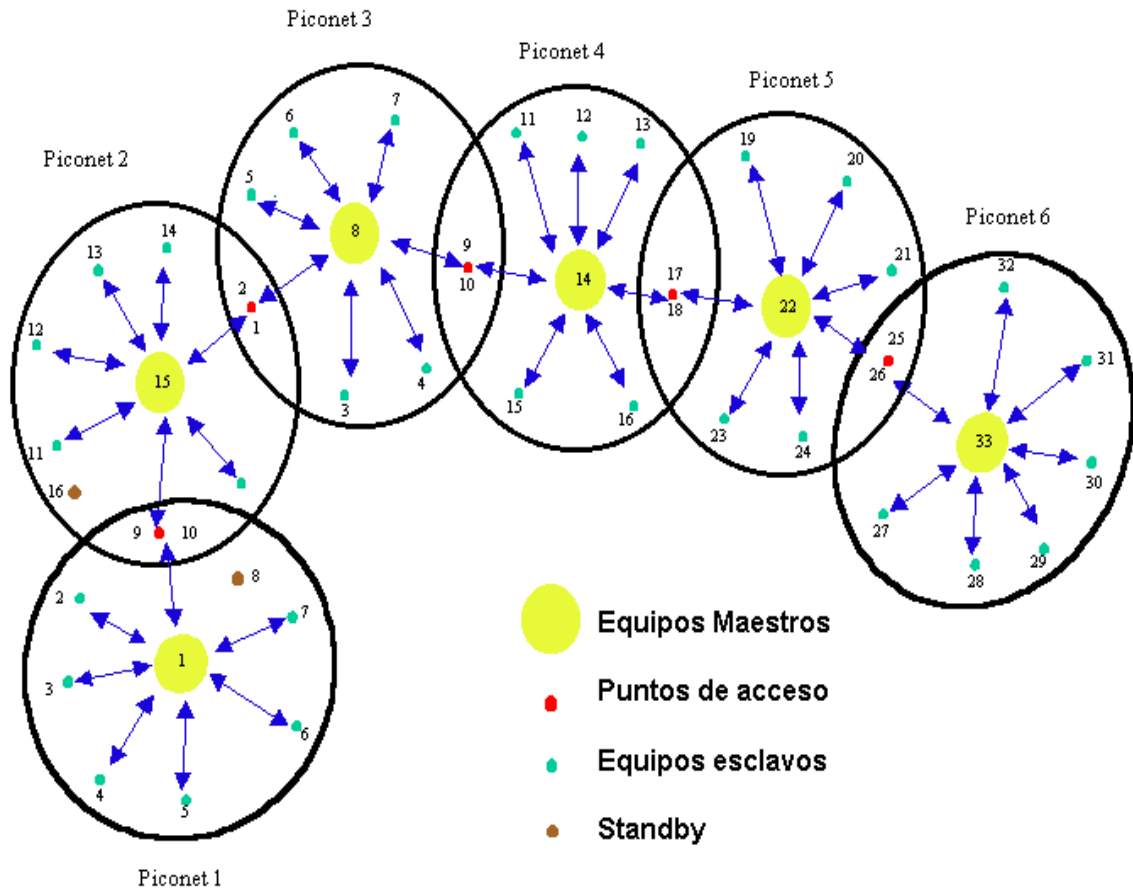
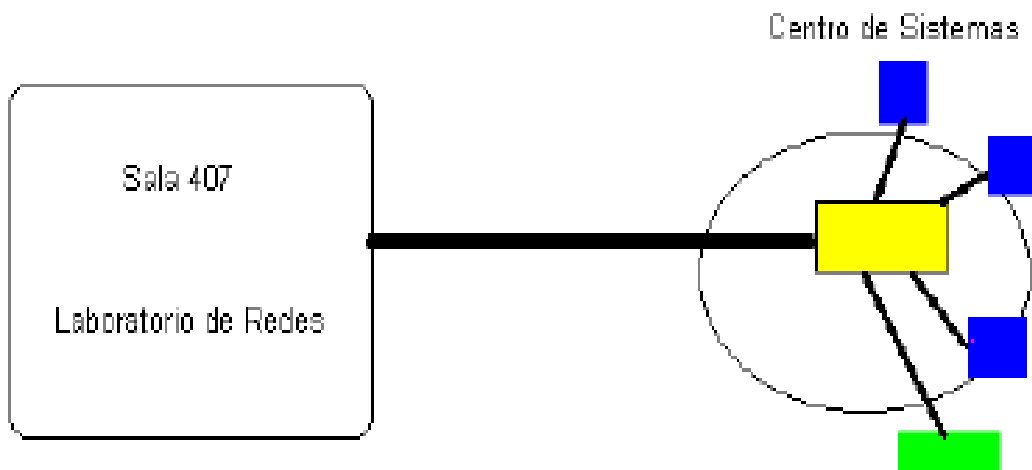


Figura 8. Topología de la PAN

Todos los equipos ubicados en sala 407 y el Laboratorio de Redes con dispositivos Bluetooth serán organizados en grupos de 8 bajo la misma implementación. Sin embargo, al crearse la red un equipo colocado en el centro actuará como maestro y el resto como esclavos mientras dure la conexión.

El elemento maestro de un piconet es maestro solo cuando hay un solo piconet, cuando hay 2 o más piconet unidas, este maestro pasa a ser un elemento esclavo, para ceder su puesto al elemento compartido o interceptado y pase a ser el maestro.

### 2.3.2 Laboratorio de Redes, Sala 407 y Centro de Sistemas



**Figura 9. Conexión de las Salas con el Centro de Sistemas**

Para que los usuarios de la sala 407 y del Laboratorio de Redes puedan disfrutar de los servicios de Internet es necesario estar conectados a un switch que será el encargado de conectar las salas con el Centro de Sistemas.

### 3. CONCLUSIÓN

La red diseñada para la sala 407 y Laboratorio de Redes es un gran avance tecnológico para la Institución, ya que a través de la Red Inalámbrica podrán brindar mejores opciones de conexión para toda la comunidad universitaria que hace uso de las salas, permitiendo el ingreso de cualquier tipo de equipo con tecnología Bluetooth, dándole acceso a la PAN.

Por otro lado, la red PAN de las salas 407 y laboratorio de redes debe poseer dispositivos inalámbricos como los son los adaptadores USB y puntos de acceso para lograr la comunicación entre todos los equipos con los que actualmente cuentan cada una de estas. Es recomendable utilizar los adaptadores USB Bluetooth BT007SV por la siguiente característica: es de clase I (hasta 100 metros de distancia), una velocidad de transmisión de 1 Mbps, soportan cualquier sistema operativo (Win 98SE, Win ME, Win 2000, Win XP, Linux), sensibilidad de recepción 85 dBm, el rango de frecuencia es de 2.4 GHz a 2.48 GHz.

También recomendamos los puntos de acceso Axis 9010 por las siguientes características: es de clase I (hasta 100 metros de distancia), una velocidad de transmisión de 1 Mbps, soportan cualquier sistema operativo ( Win 98SE, Win



ME, Win 2000, Win XP, Linux ), el rango de frecuencia es de 2.4 GHz a 2.48 GHz, soportan los protocolos (TCP/IP, HTTP, FTP, ARP, DHCP, PPP, PAP, RADIUS, SNMP, NTP, PPPoE ), conector RJ45 (cable par trenzado categoría 6), encripta la transferencia de datos con SNMP v3.

Para terminar, una red inalámbrica de computadores basada en tecnología Bluetooth es una gran herramienta para las salas, encontrando solución para el uso del espacio y la sustitución del molesto cable para cualquiera de ellas.

## RECOMENDACIONES

Recomendamos la tecnología Bluetooth ya que a través de esta la comunicación permite un mejoramiento de la estética de las salas, debido a la radiofrecuencia que puede atravesar paredes sin necesidad de dañar la infraestructura física, este aspecto es bien relevante puesto que hoy en día las personas que serian los usuarios finales estarían satisfechos de recibir los servicios que actualmente se brindan con una mejora del entorno, además se brindaría la oportunidad de realizar practicas de laboratorio para la comunidad estudiantil de los programas de sistemas e ingenierías a fines como electrónica, de los Minor y los proyectos inteligentes y a la Tecnologiota de Bolívar le presentaría la alternativa de un nuevo negocio con la posibilidad de venderlo a las pequeñas y medianas empresas de la costa caribe.

## BIBLIOGRAFÍA

GUERRA, Wendy. Análisis y diseño de una red de computadores que permita la conexión entre la fundación amigos de los niños y sus centros de atención comunitaria. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Trabajo de grado (Ingeniera de Sistemas). Facultad de Ingeniería de Sistemas.

GUERRERO, Alejandro, Análisis y diseño de la red Institucional de la Cutb. Corporación Universitaria Tecnológica De Bolívar. Trabajo de grado (Ingeniera de Sistemas). Facultad de Ingeniería de Sistemas.

SÚAREZ, Nort y CONCEPCIÓN, José. Soluciones Inalámbricas basadas en Bluetooth e IrDA. Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar. Monografía (Ingeniería Electrónica). Minor de Comunicaciones y Redes. Facultad de Ingeniería Electrónica.

Advento Networks. [online]. Disponible desde Internet:

[http://www.e-advento.com/catalogo/default.php?cPath=22\\_36\\_56](http://www.e-advento.com/catalogo/default.php?cPath=22_36_56)

Axis. Bluetooth Access Point. [online]. Disponible desde Internet:

[www.axis.com](http://www.axis.com)

BLUETAKE. [online]. Disponible desde Internet:

[www.bluetake.com\datasheets\BT007SV.pdf](http://www.bluetake.com/datasheets/BT007SV.pdf)

CHAPARRO, Diego. IrDA, TCP/IP sobre IrDA. [online]. Disponible desde Internet:

<http://gsync.escet.urjc.es/Mobiquo/InfraredPDAAccessPoint/Irda/node2.html>

Tecnología Bluetooth. [online]. Disponible desde Internet:

[http://www.baluma.com/hardware/red\\_inalambrica/bluetooth/home.asp](http://www.baluma.com/hardware/red_inalambrica/bluetooth/home.asp)

Tecnología Bluetooth. Disponible desde Internet:

<http://latin.aopen.com.tw/tech/techinside/bluetooth.htm>

Ministerio de comunicaciones. Tecnologías wifi bandas radioelectricas sin licencia. Bogota, septiembre 2003.

[www.mincomunicaciones.gov.co](http://www.mincomunicaciones.gov.co)

ÑAÑEZ ESCOBAR, John. Tecnología Inalámbrica Bluetooth [online]..

Disponible desde Internet:

[http://www.atmlab.utfsm.cl/~jnanez/presentacion3\\_BT.ppt](http://www.atmlab.utfsm.cl/~jnanez/presentacion3_BT.ppt)

## **ANEXO A. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS BLUETOOTH**

A continuación se mostrará las características de los dispositivos Bluetooth que fueron escogidos en el estudio de factibilidad, entre estos son el adaptador Bluetake BT007SV y el punto de acceso Axis 9010.