

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA QUE PERMITA
LOCALIZAR USUARIOS BLUETOOTH Y ENVIARLES
MENSAJES SMS DESDE UN PC**

JEAN FRANCO GOMEZ ELETTO

Barquisimeto, 2006

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
POSTGRADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA QUE PERMITA
LOCALIZAR USUARIOS BLUETOOTH Y ENVIARLES
MENSAJES SMS DESDE UN PC**

Trabajo presentado para optar al grado de
Magíster Scientiarum en Cs de la Computación

Autor: Ing. JEAN FRANCO GÓMEZ

Tutor: Profesor. WILLIAM POLANCO

Barquisimeto, 2006

DEDICATORIA

*A mis padres, por encaminar
siempre mi futuro.*

*A mi madre, quien siempre comparte y
me apoya en mis triunfos.*

*A la memoria de mi abuela, que aunque
hoy no este siempre estará en mis
triunfos.*

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Carlos Lameda por su apoyo incondicional y guía, a su esposa Belkis Lameda, por su orientación y animo.

A mi Madre y a mi familia, compañeros y aliados en la lucha de mis triunfos.

A la profesora Euvis Piña por su asesoría y amistad en todo momento, a mi amigo Ronni Aguin por su respaldo y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A mi tutor, William Polanco, por su apoyo, orientación y empuje en el desarrollo de la investigación.

A mi Tio Ramón, quien siempre me ha motivado a prepararme más cada día.-

INDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	4
I	
EL PROBLEMA	4
Planteamiento del Problema	4
Objetivos	8
General	8
Específicos	9
Justificación e Importancia	9
Alcance y Limitaciones	14
II	
MARCO TEÓRICO	16
Antecedentes de la Investigación	16
Bases Teóricas	19
Tecnología Bluetooth	19
La pila de protocolos Bluetooth	21
Especificación de radio	22
Banda Base	24
De Gestor de Enlace	30
De adaptación y control del enlace lógico	31
De descubrimiento de servicios	32
De control de telefonía	32

	Adoptados	33
	Comunicación por Radio Frecuencia	35
	Capa Audio	36
	Arquitectura de Hardware de Bluetooth	38
	Perfiles Bluetooth	38
	Control de acceso al medio (MAC)	42
	Establecimiento del enlace	43
	Establecimiento del canal	43
	Establecimiento de la conexión	43
	Direcciones Bluetooth	45
	Bluetooth en Linux	46
	Servicio SMS	46
III	MARCO METODOLÓGICO	48
	Tipo de Investigación	48
	Fases del Estudio	49
IV	PROPUESTA DEL ESTUDIO	53
	Descripción de la propuesta	53
	Requerimientos para desarrollar la herramienta	55
	Diseño y Programación de la herramienta	56
	Funcionalidad de la herramienta	59
	Evaluación y Análisis de resultados	76
V	Conclusiones y Recomendaciones	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
	ANEXOS	83
	CÓDIGOS	84

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página.
1	Pila de protocolos de Bluetooth.	22
2	Transmisión de paquetes que ocupan una sola ranura.	25
3	Transmisión de paquetes que ocupan dos o más ranuras.	26
4	Tipos de Conexiones Bluetooth.	27
5	Formatos de paquete Bluetooth.	28
6	Varios puertos seriales emulados mediante RFCOMM.	36
7	Los perfiles Bluetooth.	38
8	Establecimiento de conexiones Bluetooth.	44
9	Diagrama de arquitectura de software de la herramienta desarrollada	57
10	Manejo de seguridad de la herramienta	62
11	Menú principal de la herramienta	63
12	Menú archivo de la herramienta	64
13	Módulo Detectar Dispositivos de la herramienta	65
14	Resultados del escaneo manual de dispositivos Bluetooth	66
15	Envío de mensajes SMS, vía Bluetooth	67
16	Envío de mensajes SMS, vía Bluetooth exitoso	67
17	Ping a dispositivos móviles	68
18	Ping a una estación de la red LAN	68
19	Resultados obtenidos durante Ping a móviles	69

20	Registro de Móviles	70
21	Registro de dispositivos Bluetooth registrados	71
22	Reportes de dispositivos Bluetooth registrados	71
23	Reportes de Estaciones de trabajo de la red LAN	72
25	Opciones de configuración de escaneos	74
26	Dispositivo celular Bluetooth detectado	74
26	Información mostrada al seleccionar el dispositivo Bluetooth	75

INDICE DE TABLAS

TABLA		Página
1	Frecuencia de operación de Bluetooth	23
2	Resumen de protocolos y niveles de pila de Bluetooth	37

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
MAESTRIA DE REDES DE COMPUTADORAS

**Herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes
SMS desde un PC.**

Autor: Ing. JEAN FRANCO GÓMEZ ELETTO

Tutor: Prof. WILLIAM POLANCO ROMERO

RESUMEN

El presente trabajo presenta el desarrollo de una herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS, desde un PC, el envío de los mensajes se realiza vía Bluetooth y sin pasar por la operadora como intermediario. Para lograr los objetivos trazados en esta investigación se utilizó una metodología enmarcada en la línea de estudios de proyecto, de este modo fue necesario plantear fases como: Revisión Bibliográfica, Selección de los protocolos, Diseño y programación de la herramienta, Evaluación de la herramienta y análisis de resultados. El desafío trazado en esta investigación se enfocó en desarrollar una herramienta que permita localizar dispositivos Bluetooth, basada en reconocimiento de las direcciones Bluetooth que identifican al dispositivo y envío de mensajes SMS, vía Bluetooth, a celulares que incorporen la tecnología; lo que implica una disminución de costo en lo que se refiere a comunicación de mensajería. El envío de mensajes SMS se realizó a usuarios autorizados, registrados en la base de datos manejada por la herramienta y como un caso particular se aplicó la herramienta para notificar eventos ocurridos en una red LAN al administrador de la red

Palabras Clave: Bluetooth, Protocolos, Dispositivos celulares, SMS, Usuarios Bluetooth.

INTRODUCCIÓN

Una de las tecnologías en el área inalámbrica, más prometedoras en lo que a comunicación de dispositivos se refiere es Bluetooth, ya que permite la posibilidad de establecer comunicaciones entre diferentes tipos de dispositivos que incorporen el estándar tecnológico. Además, ofrece aplicaciones nativas que aportan beneficios como por ejemplo: transferencia de archivos entre dispositivos móviles, telefonía inalámbrica, fax, comunicación de voz con dispositivos manos libres, conectividad de equipos periféricos como teclados, impresoras, monitores, etc. Bluetooth también permite la posibilidad de controlar electrodomésticos como: refrigeradores y hornos de microondas, entre otros, aspecto indicado por Velásquez (2004).

La tecnología Bluetooth fue diseñada en 1994 por dos empleados de la empresa Sony Ericsson, generando la inquietud de abordar un proyecto al que luego otras empresas como: IBM, Intel, Nokia, Toshiba se sumaron y crearon lo que hoy se conoce como el Grupo de Interés Especial (SIG), que actualmente maneja las especificaciones del estándar, planteamiento manifestado por Tanenbaun (2003).

En el mismo contexto, vale la pena destacar que el SIG, indica las distancias soportadas por los dispositivos Bluetooth, especificándolas en base a clases según el tipo de dispositivo. En la actualidad estas distancias se ubican entre 10 y 100 metros. Sin embargo es propicio mencionar que ya existe la posibilidad de modificar dispositivos que manejen el estándar tales como los USB y adaptarles antenas inalámbricas que permitan incrementar los rangos de coberturas de las aplicaciones basadas en esta tecnología, aspecto manifestado por Bluedriving (2004)

En función de esto, es importante destacar que la tecnología Bluetooth abre la posibilidad de desarrollos de comunicación que permitan satisfacer necesidades de movilidad de los usuarios, ya que cuenta con una gama de dispositivos presentes en el mercado que permiten informar a usuarios mientras están en constante movimiento. Específicamente es importante resaltar el caso de los dispositivos móviles celulares que incorporan la tecnología Bluetooth, planteamiento manifestado por el Universal (2005). De esta manera es posible pensar en aplicaciones de comunicación entre ellos y computadores personales (PCs) que incorporen la tecnología.

Atendiendo a lo expuesto, esta investigación muestra el desarrollo de una herramienta que pueda ser utilizada para permitir comunicaciones con dispositivos celulares con Bluetooth ofreciendo la localización de usuarios y el envío de mensajes SMS, vía Bluetooth, sin pasar por una operadora, desde un PC a celulares con la tecnología. Una aplicación particular podría desarrollarse para alumnos, profesores, administradores de red y comunidad universitaria en general, tal que obtengan servicios como: información de notas a alumnos, avisos de suspensión de clases a profesores, avisos de alertas en estaciones de trabajo de una red a administradores de la misma, entre otros. Las informaciones enviadas a alumnos, profesores, administradores de red, pueden ser muy provechosas para la UCLA, ya que la herramienta desarrollada muestra el envío de mensajes SMS sin ningún costo económico relacionados con la transmisión.

Es necesario resaltar que debido a la naturaleza de la investigación, la cual se enmarca en la línea de estudio de proyectos, fue necesario utilizar una metodología que contempló fases como: Revisión Bibliográfica, Selección de Protocolos, Diseño y Programación de la herramienta, Configuración y Evaluación de la herramienta y Análisis de resultados, cada una de estas etapas permitieron lograr la culminación de la herramienta desarrollada. Aunado a esto, es importante destacar que las pruebas de

funcionalidad de la herramienta objeto de estudio, se realizaron en el Laboratorio de Redes del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA.

Esta investigación, se encuentra dividida en 5 capítulos los cuales se detallan a continuación:

Capítulo 1 El problema. Se inicia con el planteamiento de la situación que generó el trabajo de investigación. Asimismo, se describen los objetivos, justificación e importancia, alcances y limitaciones, del trabajo presentado.

Capítulo 2 Marco Teórico. Presenta los antecedentes y las bases teóricas y filosóficas que soportan el conocimiento del tema en estudio, se describe el origen y evolución de la tecnología Bluetooth y la pila de protocolos que definen el estándar tecnológico analizado, así como también los procesos de comunicación manejados en este estándar.

Capítulo 3 Marco Metodológico. Describe los aspectos metodológicos que condujo esta investigación. Se presentan las diferentes fases o etapas que son necesarias para cumplir con los objetivos de la investigación.

Capítulo 4 Propuesta del Estudio. Presenta la descripción de la propuesta del estudio, mostrando los aspectos que la constituyen para de esta manera transmitir como se realizó la herramienta y una guía explícita del uso de la misma.

El Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones. Ofrece un conjunto de conclusiones obtenidas del estudio y algunas recomendaciones enfocadas en la tecnología Bluetooth y los resultados de la herramienta, que podrían involucrar el desarrollo de aplicaciones de localización y envío de mensajes SMS basados en el estándar estudiado.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La tecnología inalámbrica Bluetooth en el mercado mundial ha permitido la comunicación entre diferentes dispositivos, abarcando áreas como: audio y video, dispositivos periféricos, dispositivos médicos, equipos de oficina y cómputo, dispositivos y accesorios portátiles de comunicación, aparatos de medición y juegos, entre otras, sin la necesidad de contar con cables para sus conexiones, aspecto manifestado por Velásquez (2004). Bluetooth fue concebida para dar soporte a aplicaciones orientadas a la sustitución de cables y a dimensiones reducidas, bajo consumo y velocidad de transmisión media. Por tal razón Bluetooth facilita la comunicación entre los productos presentes en el mercado que manejen el estándar, planteamiento indicado por García (2003).

En el mismo contexto, vale la pena resaltar que nos encontramos en un mundo donde la movilidad es una necesidad y en el que el acceso a la información no puede tener límites. Así surge Bluetooth representando una de las tecnologías que intenta satisfacer dicha necesidad, trabajando en un campo de acción específico. Casos como teléfonos móviles con acceso a redes de área amplia (WAN), redes de área local inalámbrica (WLAN) y Bluetooth con acceso a redes inalámbricas de área personal (WPAN), cada una en un campo de acción diferente, conforman una completa solución a los problemas de movilidad, tal como lo indican Rodríguez y Maya (2003).

Se evidencia que la penetración del estándar Bluetooth en Venezuela, no pasa desapercibido y está en etapas de masificación. Gustavo Bencid, director de Cuentas Claves de *Mobile Devices* para América Latina, manifestó que Motorola fue la primera empresa en recibir una certificación integral en estándares Bluetooth; Venezuela, lleva el liderazgo del mercado con equipos de manos libres inalámbricos para celulares, de uso personal o en el automóvil, según indica El Universal (2005).

Por otro lado, es importante mencionar que la tecnología Bluetooth por sí misma ofrece aplicaciones nativas; las más comunes permiten la transferencia de archivos entre dispositivos móviles, la comunicación de voz con dispositivos manos libres, la conectividad de equipos periféricos como teclados, impresoras, monitores y control de electrodomésticos como refrigeradores y hornos de microondas, aspecto establecido por Velásquez (2004).

Aunado a lo anterior, es importante resaltar que con la aparición de dispositivos móviles celulares que incorporan la tecnología Bluetooth se abre una ventana inmensa de posibilidades para desarrollos que permitan establecer formas de comunicación distintas a las aplicaciones nativas ofrecidas por esta tecnología. Dichos dispositivos incorporan funcionalidades que ofrecen comunicaciones vía Bluetooth con otros celulares, tales como: envío de imágenes, envío de contactos, entre otros.

Por otro lado, es oportuno mencionar el servicio de mensajes cortos (SMS) que ofrecen los dispositivos celulares en la actualidad. Según Pérez (2002), manifiesta que ésta corresponde a una tecnología que permite a los usuarios enviar y recibir mensajes cortos de textos a través de ellos; de igual manera especifica que uno de los usos del SMS es que los usuarios puedan enviar los mensajes a través de una página Web, para posteriormente ser recibidos y visualizados en la pantalla del teléfono móvil.

En Venezuela existen operadoras telefónicas como: Digitel, Infonet, Movistar y Movilnet que ofrecen el servicio de mensajes SMS a sus usuarios; de igual manera, cuentan con sitios Web que permiten hacer uso del servicio, siempre y cuando se establezcan procesos de comunicación con sus operadoras previamente al envío y además se debe contar con conexiones a Internet. Específicamente la compañía Movistar es la única que cobra el envío de los SMS a través de la Web y Movilnet en su página mantiene códigos de verificación por niveles de seguridad en el envío.

Además, es relevante hacer notar que el envío de mensajes SMS a celulares que incorporen el servicio de mensajería, trae consigo costos asociados ya sea si el envío es de celular a celular o de PC (conectada a Internet) a celular; en el primer caso la operadora cobra las tarifas, en el segundo caso la PC requiere de una conexión a Internet que refleja un costo de conexión que debe ser pagado.

Las organizaciones de hoy en día, utilizan servicios de comunicación para localizar e informar al personal que labora en ella, unos de los servicios de los cuales hacen uso son la telefonía celular, a través de llamadas o de mensajería de textos SMS. De este modo se evidencia la posibilidad de transmitir información a los miembros de una organización mientras están en constante movimiento e inclusive fuera de su lugar de trabajo. Esta forma de comunicación involucra costos asociados a la transmisión de la información. Por lo tanto, se considera conveniente una alternativa de comunicación que permita reducir costos asociados a la información en el envío de mensajes SMS a los usuarios de cualquier ente organizacional.

En relación a lo anterior, es de hacer notar que dentro de la Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado (UCLA), existen necesidades de información tales como: anuncio de las notas de los alumnos, avisos de suspensión de clases a profesores, avisos de decisiones tomadas en la parte administrativa, avisos de eventos especiales a la comunidad universitaria, alertas de desconexiones de máquinas

ocurridas en la red al administrador, entre otras, que involucran costos cuando son realizadas a través de llamadas a celulares porque no se conoce la ubicación del usuario dentro del decanato. De este modo existe la necesidad de informar alumnos, profesores, administradores de red y comunidad universitaria en general de informaciones de carácter relevante en momento determinado, sin ningún costo asociado en la transmisión de la información.

Las investigaciones realizadas indican que Bluetooth cuenta con herramientas que permiten comunicaciones vía Chat entre PCs y celulares, desarrollos basados en la programación de JAVA a través de las *Application Programming Interfaces* (APIs) que son integradas en los celulares. Estas APIs fueron en algún momento costosas y actualmente son gratuitas para fines educativos. Análogamente es importante manifestar que existen comando basados en Linux (ejemplo *hcitool scan*) que permiten identificar los dispositivos Bluetooth presentes en la red, pero no están programados en interfaces gráficas, así como también surge el proyecto conocido como *Gnome Phone Manager* basado en sistema operativo Linux que permite realizar envío de mensajes SMS de un celular a celular a través de la PC, pero es necesario pasar por una operadora para la transmisión del mensaje.

En base a lo anterior, se puede indicar que según las investigaciones realizadas pareciera no haber indicios de la existencia de una herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS, vía Bluetooth, sin pasar por una operadora, desde un PC al celular. Por tal razón en este estudio se desarrolla una herramienta que cumpla con las características mencionadas anteriormente y permita satisfacer las necesidades de información de alumnos, profesores, administradores de red y comunidad universitaria en general, sin ningún costo en el envío de mensajes SMS.

Como caso específico de la herramienta la finalidad de la investigación es aportar una solución a los problemas de desconexión de máquinas presentes en una red de área local (LAN), ofreciendo la posibilidad de informar automáticamente a través de envío de mensajes SMS a celulares con Bluetooth, en este caso al usuario autorizado administrador de la red. Por otro lado, la investigación se enfoca en comprobar la potencialidad de la tecnología Bluetooth en un PC equipado con un dispositivo USB Bluetooth que permita presentar una aplicación distinta a las nativas, aprovechando la incorporación del estándar en los celulares.

En base a este planteamiento, surgieron las siguientes interrogantes:

¿Cuáles de los protocolos del estándar Bluetooth permiten ofrecer las funcionalidades asociadas a la localización de dispositivos Bluetooth, y envíos de SMS vía Bluetooth?

¿De qué manera se integran los protocolos seleccionados a fin de lograr la localización de dispositivos Bluetooth y envío de SMS vía Bluetooth?

¿Efectivamente la herramienta permite la localización de dispositivos Bluetooth y envío de SMS, vía Bluetooth a dispositivos celulares en una red Bluetooth?

¿Permite la herramienta apoyar la actividad de un administrador de red por ejemplo mostrar mensajes de notificación que informen sobre un evento ocurrido (desconexiones de máquinas en una red)?

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS desde un PC.

Objetivos Específicos:

- 1 Identificar los protocolos de comunicación que permitan ofrecer las funcionalidades asociadas a la localización de dispositivos celulares con Bluetooth y envíos de SMS basados en esta tecnología.
- 2 Diseñar y programar una herramienta que contemple interfaces gráficas de comunicación adecuadas con el usuario, tomando en cuenta los protocolos seleccionados.
- 3 Evaluar la funcionalidad de la herramienta sobre una red Bluetooth.

JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

El presente trabajo investigativo se justifica y se considera importante por los siguientes planteamientos:

Desde una perspectiva tecnológica

García (2003), manifiesta que el potencial de las interfaces Bluetooth no se detiene en las aplicaciones nativas para las cuales fueron concebidas, sino que también admite usos alternativos que pueden ser provechosos para proponer nuevas aplicaciones distintas a las convencionales. Aunado a esto, es beneficioso utilizar los dispositivos celulares presentes en el mercado que incorporan la tecnología Bluetooth, ya que permiten la movilidad de los usuarios y ofrecen la posibilidad de

desarrollos de herramientas Bluetooth enfocadas en la localización de usuarios y envíos de mensajes SMS a los que sean autorizados.

Vale la pena destacar que en la actualidad, las investigaciones acá realizadas parecieran dar indicios de la no existencia de herramientas que permitan la localización usuarios Bluetooth y ofrezcan envío de mensajes SMS, vía Bluetooth, directamente, sin pasar por una operadora, desde un PC a un celular. No obstante, existen comandos usados en sistemas operativos como Linux, como por ejemplo el `hcitool scan` que incorporan protocolos de reconocimientos de dispositivos Bluetooth, permitiendo localizar los dispositivos que se encuentre en el área, pero no están programados en interfaces gráficas y además no especifican el tipo de dispositivo encontrado, es decir, si es un celular una palm o cualquier dispositivo que incorpore el estándar.

Además existen aplicaciones gráficas desarrolladas para sistemas operativos como Linux, como Gnome Phone Manager que permiten a un usuario desde un PC tomar el control remoto de su dispositivo celular con Bluetooth, ofreciendo la comodidad de enviar los mensajes SMS a otros celulares, siendo necesario pasar por una operadora para el envío del mensaje SMS, ya que se requiere el número del destinatario al que se le hace dicho envío, aspecto indicado por Fernández (2004).

Es propicio mencionar que el estándar Bluetooth presenta la posibilidad de integración con otras herramientas, como lo es *Java 2 Platform Micro Edition* (J2PME), permitiendo la posibilidad de generar interfaces para las aplicaciones a través de Java o *Application Programming Interfaces* (APIs) conocidas como *Midlets* que, entre otras cosas, posibilitan el registro y descubrimiento de servicios, descubrimiento de dispositivos, establecimiento de canales de comunicación, además de envío y recepción de datos (no incluyen voz), según indica Velásquez (2004). Sin embargo existen APIs comercializadas por la compañía RococoSoftware, que son

altamente costosas para fines comerciales, pero gratuitas para estudiantes y desarrolladores. Estas APIs aportan beneficios como poder realizar aplicaciones como Chats, reuniones basadas en Bluetooth, pero no contempla la posibilidad de envío de mensajes desde un PC a un dispositivo celular con Bluetooth, según lo indica Canceso (2004).

Aunado a lo anterior, es importante destacar que el funcionamiento de las APIs se enmarca en los dispositivos que incorporen el estándar J2PME, en la actualidad la mayoría la lleva los celulares, según manifiesta Borches (2004). Sin embargo, es posible incorporar otro tipo de APIs a otra gama de dispositivos que incorporen el estándar, para realizar aplicaciones que sean compatibles con ellos.

Por otro lado, reviste de importancia mencionar que existen controladores (*drivers*) para los dispositivos USB con Bluetooth que permiten manejar una gama de servicios como: transferencia de archivos, envío de fax, entre otros ofrecidos por la tecnología. Sin embargo, no contemplan un servicio conjuntamente de localización y envío de mensajes SMS a usuarios autorizados.

Por lo antes expuesto, se justifica enfocado en una perspectiva tecnológica el desarrollo de una herramienta para localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS desde un PC.

Desde una perspectiva de crecimiento e información

La tecnología inalámbrica Bluetooth trabaja en entornos pequeños, que cubren distancias de 10 metros. Los dispositivos que operan a estas distancias se ubican en la clase 2 de las especificaciones del estándar, la cual requiere potencias máximas de 4 dBm, aspecto resaltado por García (2003). Sin embargo es relevante mencionar que existen otras especificaciones como la clase 1 que ya soportan distancias hasta 100

metros, hecho que se demuestra al estar disponibles en el mercado dispositivos USB con Bluetooth y otros más, que trabajan con estas características, planteamiento reflejado en Micronet (2006).

Por otro lado, es importante destacar que el crecimiento de la tecnología Bluetooth no se queda en la imaginación, puesto que ya existe la posibilidad de modificar dispositivos USB con Bluetooth que se ubiquen en la clase 1 (soportan distancias hasta 100 metros) adaptándoles antenas inalámbricas que permitan incrementar las distancias de las aplicaciones basadas en Bluetooth, aspecto reflejado en Bluedriving (2004). Esto demuestra el crecimiento acelerado de dicha tecnología.

Consecuentemente, se evidencia el crecimiento de la tecnología al permitir poco a poco obtener mayores rangos de coberturas. En este orden de ideas, es interesante el hecho de la existencia de dispositivos móviles celulares que hacen uso de ella para comunicarse con otros dispositivos. Es de hacer notar que las proyecciones de incorporación de Bluetooth en los dispositivos celulares están estimadas en un 73 % para el año 2006, según lo indica García (2003).

Teniendo en consideración lo antes expuesto, es importante destacar que los rangos de coberturas e incorporación de la tecnología en dispositivos celulares son cada vez mayores, así pues el desarrollo de una herramienta enfocada en satisfacer necesidades de movilidad de los usuarios, aprovechando el uso de Bluetooth en los celulares, constituye una maravillosa alternativa para localizar usuarios que hagan usos de estos celulares y enviarles mensajes SMS basados en Bluetooth.

Desde una perspectiva institucional

La presentación de proyectos que estudien el área de las tecnologías inalámbricas, no debe pasar desapercibido, en instituciones universitarias que ofrecen

estudios de tecnologías de información, específicamente la UCLA debe tomar en cuenta desarrollos que estudien el área de tecnologías de puntas como Bluetooth.

De igual manera, es importante destacar que el trabajo acá presentado se corresponde con los lineamientos de investigación que la institución espera lograr, por tal razón se propone una herramienta que muestre que es posible hacer usos de la tecnología Bluetooth para desarrollos importantes que ofrezcan beneficios distintos a los tradicionales, así pues la presentación de esta investigación se apoya en una perspectiva institucional bien fundamentada y de gran utilidad tecnológica.

Por otro lado, es necesario mencionar que la incorporación de esta herramienta en entornos universitarios, específicamente en la UCLA traería innumerables beneficios para alumnos, profesores, administradores de red y comunidad universitaria en general en lo que respecta a informaciones de diversas índoles como por ejemplo: avisos de informaciones administrativas, publicaciones de notas, aviso de alertas en áreas de trabajos y áreas de redes etc. De este modo se considera importante el desarrollo de esta herramienta y su posible uso en un futuro inmediato para los distintos fines de información que ella puede cubrir, ya que las informaciones suministradas por parte de la herramienta están basadas en una mensajería de texto SMS que no contempla ningún costo para la transmisión de la información.

Desde una perspectiva económica

Enfocados en una perspectiva económica el desarrollo de esta herramienta permitirá a futuro abaratar costos, puesto que no es necesario pasar por una operadora, que actualmente genera costos elevados en lo que a información de mensajería SMS se refiere. El hecho de contar con dispositivos Bluetooth de mayor alcance en radio de expansión y la posibilidad de trabajar conjuntamente con tecnologías Wi-Fi en los centros educativos, como por ejemplo en la bibliotecas,

centro de investigación, etc; son muestra que en un futuro cercano esta tecnología permitirá minimizar los costos en lo que a servicios de comunicación se refiere.

ALCANCES Y LIMITACIONES

El pilar tecnológico de esta investigación es la tecnología Bluetooth, por tal razón es necesario estudiar los conceptos teóricos que permitan aportar las soluciones para lograr el objetivo planteado. De este modo es importante resaltar que el objetivo de la investigación es desarrollar una herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS desde un PC, teniendo en cuenta que el envío de mensajes SMS es a través de la tecnología Bluetooth y no es necesario pasar por una operadora.

Teniendo en consideración los objetivos trazados en esta investigación, es importante mencionar cada uno de los aspectos que conforman el alcance de la herramienta desarrollada:

- Localiza cualquier dispositivo Bluetooth que esté presente en la red Bluetooth, basada en reconocimientos de las direcciones Bluetooth que identifican al dispositivo e indicando la clase de dispositivos que está presente en la red.
- Envía mensajes SMS a petición del usuario que manipula la herramienta, vía Bluetooth a celulares que incorporen la tecnología.
- Envía automáticamente mensajes SMS de notificación de alertas ocurridas en la red (desconexiones de máquinas), vía Bluetooth a usuarios autorizados en este caso, representando al administrador de la red. Esto con la finalidad de exponer que el envío de mensajes SMS, vía Bluetooth puede tener una aplicación útil dependiendo del entorno donde sea aplicado.

- Ejecuta Ping a dispositivos Bluetooth presentes en la red, para mostrar el establecimiento de comunicaciones efectivas o no en el entorno Bluetooth.
- Se trabaja con el sistema operativo Linux y se programa en lenguaje C, debido a las potencialidades encontradas en la combinación de dicho lenguaje con el sistema operativo para el desarrollo de herramientas basadas en la tecnología Bluetooth.

Por otro lado, es importante destacar que el entorno experimental seleccionado es el Laboratorio de Redes del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA, puesto que esta dotado de recursos inalámbricos que manejan la tecnología Bluetooth. Específicamente se cuenta con 2 dispositivos USB con Bluetooth que se adaptan a los PCs para formar la red Bluetooth. Además se usó un celular Sony Ericsson T630, cuyas características técnicas ofrecen el manejo de la tecnología Bluetooth.

Es necesario aclarar que los dispositivos USB con Bluetooth con los que se trabajó para probar la herramienta, se ubican en la clase 2 de las especificaciones del estándar. Por tal razón, las pruebas se limitan a un entorno de 10 metros de alcance para establecer procesos de comunicación (SMS a celulares Bluetooth) con otros dispositivos Bluetooth. Por otro lado, el dispositivo celular adquirido (Sony Ericsson T630), además de contar con la incorporación de la tecnología Bluetooth cuenta con los protocolos de comunicación necesarios para realizar el envío de mensajes SMS a través del estándar Bluetooth; por tal razón es el dispositivo celular seleccionado para realizar las evaluaciones de la herramienta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En esta sección se presenta un marco conceptual sobre los antecedentes que sustentan la importancia del estudio de la tecnología Bluetooth, de igual manera se detallan las bases teóricas que corresponde la esencia de esta investigación, enfatizando en primera instancia la incorporación de dicha tecnología en el mundo, en Venezuela y la relevancia de estudios de esta envergadura en la UCLA, específicamente en el DCYT.

Posteriormente se explica detalladamente todo lo referente a la arquitectura Bluetooth y su modo de funcionamiento, resaltando los procesos de comunicación ya que constituyen el aspecto predominante del caso de estudio. En este orden de ideas, se detalla el estudio de la creación de redes Bluetooth.

La tecnología avanza a paso acelerados y son muchos los estudios que se enfocan en el área inalámbrica, específicamente los referentes a la tecnología Bluetooth. Por tal razón se muestran los antecedentes que se enmarcan en la investigación, los cuales se presentan según su relevancia de la siguiente manera:

García (2003), realizó una investigación enfocada en exponer contribuciones al desarrollo de aplicaciones alternativas de Bluetooth, que sean distintas a las comúnmente desarrolladas bajo este estándar, de esta manera enmarcó su estudio en aprovechar la tecnología Bluetooth en la localización de usuarios y telemando,

fijando características de diseño que permitan localizar usuarios en interiores de edificios y superen a otras soluciones como Balizas ultrasónicas, Balizas infrarrojas, entre otras. Es de hacer notar que la solución aportada en el trabajo es excelente para localización de usuarios en entornos de edificaciones y en procesos de telemando, es decir un número elevado de ordenes que se deben transmitir a un estación base; sin embargo no ofrece la posibilidad de aprovechar dispositivos celulares con Bluetooth para envío de SMS basado en ésta tecnología, aspecto que difiere de la herramienta desarrollada.

Vale la pena mencionar los desarrollos presentados usando el lenguaje JAVA a través de los soportes de Bluetooth. Borches (2004), desarrolló su investigación presentando un conjunto de aspectos teóricos y prácticos que exponen las APIs de JAVA basadas en *JAVA 2 Micro Edition* soporte Bluetooth para establecer procesos de comunicación tales como: descubrimientos de dispositivos, descubrimientos de servicios y registros, además expone ejemplos de envíos de mensajes desde un cliente que debe buscar el servidor y los servicios que éste ofrece para poder mandar el mensaje desde el celular a la computadora.

Aunado a lo anterior, es necesario aclarar que el celular debe contener la aplicación de JAVA incorporada para poder establecer los procesos de envío de mensajes, son bajo la modalidad de cliente-servidor. Esta investigación difiere del trabajo acá presentado en el aspecto de que el envío de mensajes no son mensajes SMS, sino que es una aplicación cliente-servidor que acepta solo una conexión del cliente; además no se contemplan la localización de usuarios autorizados en la red Bluetooth.

Canseco (2004), realizó su investigación proponiendo un sistema colaborativo para PCs y dispositivos móviles, basa su desarrollo en el uso de tecnologías como: Wi-Fi y Bluetooth para de esta manera conjugar estas dos tecnologías (Sistemas

colaborativos y redes inalámbricas) en un sistema de reuniones que permita a los usuarios realizar sus actividades aunque no se encuentren en sus sitios de trabajo. El desarrollo de esta investigación ofrece beneficios como: reuniones basadas en Bluetooth y procesos de comunicación de chat, entre otras, pero para lograrlo realizaron procesos de simulación, ya que las APIs que lo permitían las comercializa la compañía RococoSoftware. La investigación realizada es útil ya que ofrece comunicaciones vía Chat, sin embargo no contempla el envío de mensajes SMS, vía Bluetooth, aspecto que difiere del trabajo acá presentado.

El Sitio Web iMarketing.es (2005) tiene a disposición el trabajo publicado por los investigadores Alcántara y Berenjena, lo cuales abordan un estudio realmente interesante que trata sobre una propuesta que consiste en facilitar un servicio de información en carretera basado en el posicionamiento de un vehículo a través de MPS, con acceso GSM, GPRS o UMTS; el sistema incorpora una interfaz Bluetooth que permite comunicar un terminal móvil a un ordenador que se encuentra en el auto sin la necesidad de cableado y realizando una comunicación transparente al usuario. Bluetooth se comporta como una pasarela de comunicación entre los procesos realizados entre el móvil y el ordenador, en donde el ordenador se comporta como un módem.

Finalmente, es de hacer notar que a través de la revisión bibliográfica realizada no se encontraron reportes sobre investigaciones previas concernientes a desarrollos de una herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS, desde un PC.

Bases Teóricas

Tecnología Bluetooth

Palacios (2004), señala que en 1994, la empresa de telecomunicaciones Ericsson empezó un estudio acerca de remplazar los cables para unir a sus móviles con otros dispositivos tales como las asistentes digitales personales (PDAs), esto debido a que un sistema de radio no necesita línea de vista, a diferencia de los sistemas infrarrojos que estaban disponible en ese momento. Tanenbaun (2003), indica que la procedencia del nombre de esta tecnología proviene de un rey vikingo de origen danés llamado Harald Blaatand (en inglés Bluetooth) quien vivió entre los años 940 y 981 y unificó (es decir, conquistó) Dinamarca y Noruega. Ericsson en conjunto con otras cuatro empresas (IBM, Intel, Nokia y Toshiba), en el año 1998 formaron un consorcio llamado grupo de interés especial (SIG), con el propósito de desarrollar un estándar inalámbrico para interconectar computadoras, dispositivos de comunicaciones y accesorios a través de radios inalámbricos de bajo consumo de energía, corto alcance y económicos.

Palacios (2004), también expone que posteriormente a la creación del SIG, se incorporaron otras empresas como: 3Com, Motorola, Sony, Compaq, Hewlett Packard y Microsoft, las cuales se convirtieron en empresas que actualmente firman un acuerdo de licencia sin costo para poder desarrollar productos con la tecnología Bluetooth y participar en las decisiones finales que involucren cambios que se puedan realizar en las especificaciones de la tecnología. Es oportuno mencionar que actualmente el SIG de Bluetooth esta formado por más de 2000 empresas que representan a miles de personas de todo el mundo; esto se aprecia en el planteamiento publicado en el Sitio Web Oficial de Bluetooth (2005).

Paredes y Cabrerizo (2004), hacen referencia en su estudio, indicando que en el año 1999, se expuso la versión 1.0 de la especificación Bluetooth y en Marzo de 2002 es cuando el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) aprobó el estándar IEEE 802.15.1 compatible totalmente con la tecnología Bluetooth versión 1.1, en este estándar se definen las especificaciones de la capa física y la de control de acceso al medio (MAC) para las redes de área personal inalámbricas (WPANs). Anteriormente a la estandarización, dispositivos Bluetooth no podían coexistir con los dispositivos basados en el estándar de las redes de área local inalámbricas (WLANs), es decir, IEEE 802.11.b, debido a que ambos se interferían entre sí. Los mencionados investigadores manifiestan, que en la actualidad se está trabajando con la versión Bluetooth 2.0 con la colaboración de 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent Technologies, Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba. El éxito de esta tecnología ha sido arrasador y se puede apreciar por el número de compañías interesadas en el proyecto y la incorporación de numerosas empresas que se han sumado al consorcio SIG.

Partiendo de lo anterior, se puede corroborar que la evolución que ha tenido Bluetooth a nivel mundial es significativa y específicamente en Venezuela, la penetración del mencionado estándar, no pasa desapercibido y esta en etapas de masificación, es decir, la palabra Bluetooth es cada vez más común entre los usuarios de equipos tecnológicos al igual que entre las marcas de los equipos que incorporan la tecnología, se evidencian una definición de la tecnología y el impacto que esta causando en nuestra nación, aspecto indicado en El Universal (2005).

Consecuentemente, se puede indicar que los estudios correspondientes a la tecnología Bluetooth, representan una innovación de carácter trascendental en el área inalámbrica de Venezuela; específicamente en el DCYT de la UCLA el análisis de este estándar tecnológico esta en acenso y hasta la actualidad no se ha presentado el primer trabajo investigativo en relación al tema, por consiguiente es importante hacer

notar el impacto positivo de los fundamentos teóricos de dicha tecnología y estudios prácticos que expongan la potencialidad de la misma, por tal razón se puede afirmar que el pilar fundamental de esta investigación es la tecnología Bluetooth, así pues se presenta en el siguiente tópico un estudio detallado de los aspectos que enmarcan la tecnología.

La pila de protocolos de Bluetooth

Tanenbaun (2003), manifiesta que el estándar Bluetooth cuenta con muchos protocolos agrupados con poco orden en capas, donde la estructura de dichas capas no sigue el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI), el modelo del Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet (TCP/IP), el modelo del estándar de las WLANs 802 o algún otro modelo conocido,. Sin embargo, existen opiniones que tanto Bluetooth como OSI utilizan un sistema de niveles en su arquitectura de protocolos y tienen el mismo objetivo de lograr que las aplicaciones escritas de acuerdo con la especificación puedan interactuar entre sí. La interoperabilidad de especificaciones diferentes se obtiene cuando aplicaciones situadas en dispositivos separados se ejecutan sobre pilas de protocolos idénticas, tal como lo indica Muller (2002).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante resaltar que cada aplicación distinta utiliza una pila de protocolos diferentes. De igual forma independientemente de la aplicación que se este realizando, la pila de protocolos asociadas a dicha aplicación usa unos niveles comunes de las capas Bluetooth de enlace de datos y física, correspondientes a las pilas de protocolos del estándar en estudio; esto concuerda con lo establecido por Muller (2002).

García (2003), expone el análisis de la arquitectura Bluetooth, haciendo un estudio detallado de cada una de las pilas de protocolos que componen nuestra

tecnología en estudio. En la figura 1 se puede apreciar la pila de protocolos Bluetooth.

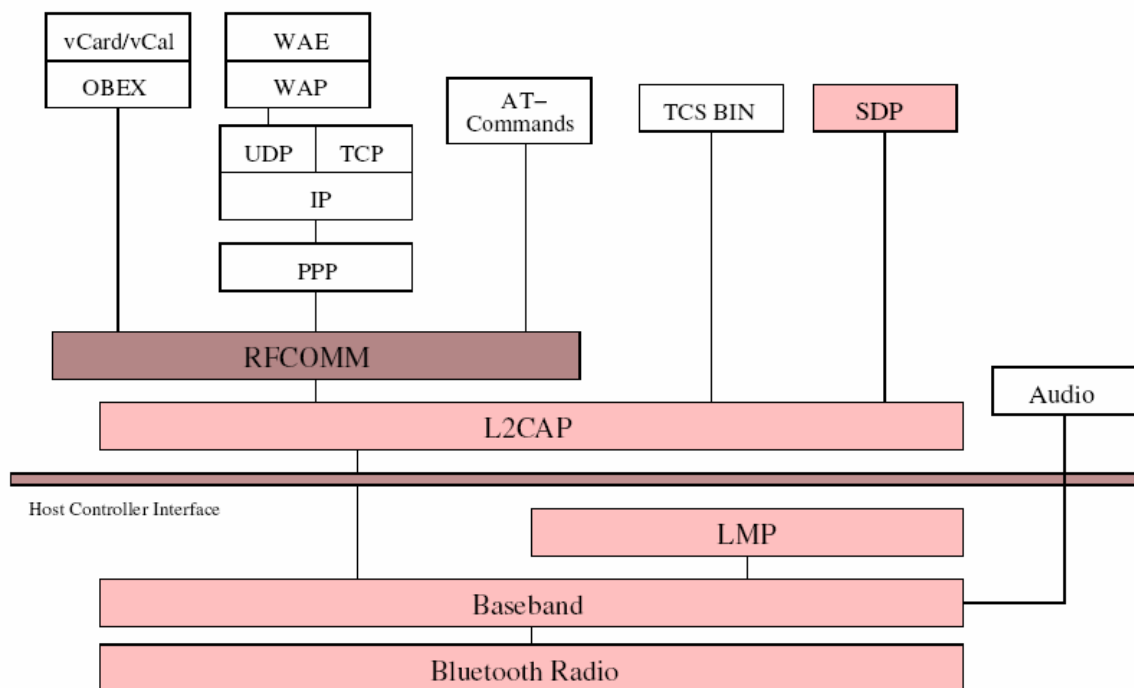


Figura 1. Pila de protocolos de Bluetooth.

Fuente: http://www.it.uc3m.es/%7Ejgr/publicaciones/Tesis_Jaime.pdf

Muller (2002), manifiesta que las aplicaciones interoperables que soportan los modelos de uso de Bluetooth se construyen encima de las pilas que se indican en la figura 1. Partiendo de este fundamento teórico se detallan en primera instancia los protocolos fundamentales de Bluetooth.

Especificación radio

El Sitio Web iMarketing.es (2005) tiene a disposición el trabajo publicado por Alcántara y Berenjena, indicando que la especificación en estudio define las bandas y negocia las características del canal para un sistema Bluetooth; García (2003), expone

en su investigación que en este nivel, los módems Bluetooth operan en la banda libre de licencias de 2.4 GHz, disponible a nivel mundial. Se utiliza una mezcla de espectro ensanchado, salto en frecuencias y canales full-dúplex a 1.600 saltos/segundo como máximo. Se contemplan 79 frecuencias espaciadas 1 MHz, lo que ofrece una alta inmunidad frente a las interferencias.

En el mismo contexto, en el estudio que presentó Martín (2003), expone un concepto más detallado del análisis de esta especificación, y afirma que los sistemas Bluetooth operan en la banda de Industria, Medicina y Científica o *Industrial, Scientific, Medical* (ISM) de los 2.4 GHz, el autor enfatiza que en la mayoría de los países alrededor del mundo, el rango de dichas frecuencias va de los 2400 MHz a los 2483.5 MHz. Sin embargo, en algunos países, tienen limitaciones nacionales en ese rango de frecuencias. Para cumplir con dichas limitaciones internacionales, se han diseñado algoritmos especiales de saltos de frecuencias o *frequency-hopping* para dichos países. Se debe tener en cuenta que los productos que implementan reducciones de banda no trabajaran con los productos que implementan la banda completa de frecuencias. Los productos que implementan bandas reducidas de frecuencias deben, por lo tanto, considerarse como versiones locales para un solo tipo de mercado; este ultimo planteamiento se ilustra en la tabla 1.

Tabla 1. Frecuencia de Operación de Bluetooth

Geography	Regulatory Allocation	Blue Tooth Channels
USA	2.400 – 2.4835 GHz	$f = 2402 + k$ MHz $k = 0 \dots 78$
Europe	2.400 – 2.4835 GHz	$f = 2402 + k$ MHz $k = 0 \dots 78$
Spain	2.445 – 2.475 GHz	$f = 2449 + k$ MHz $k = 0 \dots 22$
France	2.4465 – 2.4835 GHz	$f = 2454 + k$ MHz $k = 0 \dots 22$
Japan	2.471 – 2.497 GHz	$f = 2473 + k$ MHz $k = 0 \dots 22$

Fuente: <http://casafutura.diatel.upm.es/rssmd/trabajos/2004/word/06.->

[%20Bluetooth%20\(E.Almagro,E.Aguilera\).pdf](#)

Banda Base

Muller (2002), especifica que el nivel de banda base permite el enlace físico de radio frecuencia (RF) entre unidades Bluetooth dentro de una zona de acción; en este nivel se utilizan procedimientos de averiguación y localización para sincronizar las frecuencias de saltos de transmisión y los relojes de los diferentes dispositivos Bluetooth; estos procedimientos son realizados puesto que los sistemas de RF Bluetooth utilizan la tecnología de expansión de espectro por saltos de frecuencia, donde los paquetes se transmiten en franjas de tiempos predefinidas por frecuencias predefinidas.

De igual manera, en este nivel se ofrecen dos tipos de enlaces físicos, con sus correspondientes paquetes de banda base: síncrono orientado a la conexión o *Synchronous Connection Oriented* (SCO) y asíncrono si conexión o *Asynchronous Connectionless* (ACL), que se pueden transmitir de forma multiplexada sobre el mismo enlace de RF. Los paquetes ACL solo se utilizan para datos, mientras que en un paquete SCO puede contener sólo audio o una combinación de audio y datos.

Los niveles de corrección de errores son variados para los paquetes de audio y datos manejados en esta capa; dichos paquetes se pueden cifrar para asegurar la confidencialidad, además en este nivel ofrece la posibilidad de asignar un canal especial a cada uno de los mensajes de control y de gestión de enlace.

García (2003), expone el análisis de esta capa mencionado que la tecnología utiliza el esquema de acceso múltiple TDD (*Time-Division Duplex*) para la comunicación de varios dispositivos en modo full-dúplex. En este nivel el canal se divide en ranuras (*slots*) de 625 microsegundos de duración y la información se transmite en paquetes, en saltos de frecuencia diferentes, para incrementar la

protección frente a interferencias; normalmente un paquete ocupa una única ranura, pero puede ocupar hasta cinco consecutivas.

Las figuras 2 y 3 mostradas a continuación presenta los casos cuando un paquete Bluetooth ocupa una sola ranura, es decir, se muestra una transmisión de paquete en forma sencilla o el caso cuando el paquete ocupa varias ranuras varias.

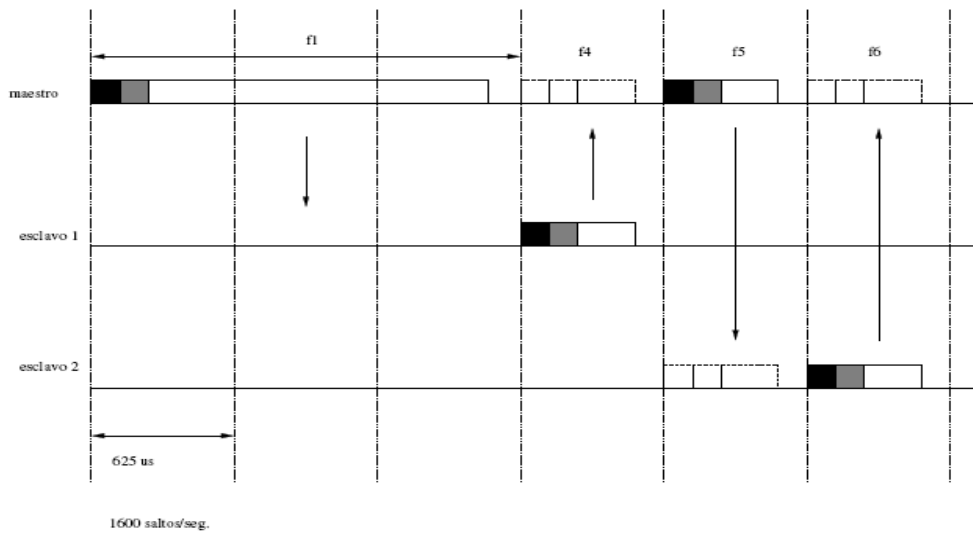


Figura 2. Transmisión de Paquetes que ocupan una sola ranura.

Fuente: http://www.it.uc3m.es/%7Ejgr/publicaciones/Tesis_Jaime.pdf

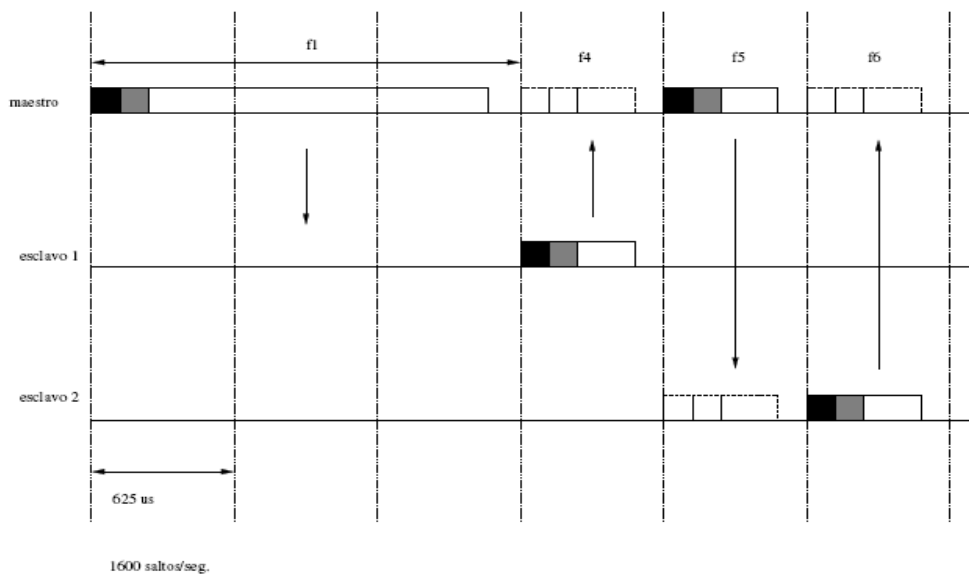


Figura 3. Transmisión de Paquetes que ocupan dos o más ranura.

Fuente: http://www.it.uc3m.es/%7Ejgr/publicaciones/Tesis_Jaime.pdf

Siguiendo el mismo orden de ideas, el investigador detalla diferentes planteamientos como: Bluetooth emplea una combinación de conmutación de paquetes y de circuitos. Puede soportar un canal asíncrono, hasta tres canales síncronos simultáneos para voz o una combinación de ambos esquemas. Es importante hacer notar que se pueden establecer conexiones punto a punto (sólo dos unidades Bluetooth) o conexiones punto a multipunto; en base a este último planteamiento es oportuno mencionar que dos o más unidades que comparten el mismo canal forman una Piconet, donde un dispositivo puede actuar como maestro y el resto como esclavos; la parte activa de este tipo de conexión en un momento determinado puede tener hasta siete esclavos. Paralelamente es posible construir a través de las Piconet las redes Scatternet, las cuales se derivan de la unión de dos o más Piconet, para ellos al menos una unidad actúa como maestro en una Piconet y como esclavos en otra u otras.

La interpretación visual que se presenta como consecuencia del párrafo anterior se expone en la figura 4 ilustrada a continuación:

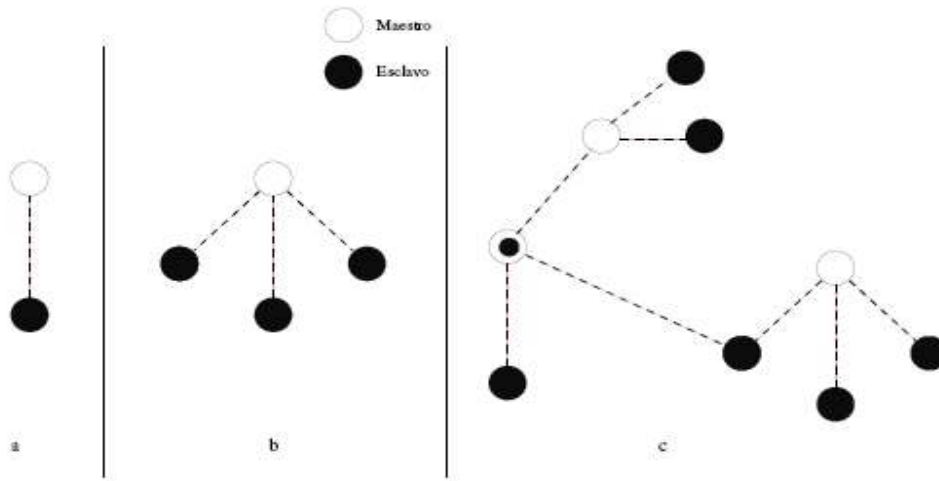


Figura 4. Tipos de Conexiones Bluetooth.

Fuente: http://www.it.uc3m.es/%7Ejgr/publicaciones/Tesis_Jaime.pdf

Acorde a lo anterior, lo que respecta al funcionamiento de los tipos de conexiones de este nivel, es importante conocer que el maestro de una Piconet reserva ranura para sus para sus esclavos, y los sondea de forma periódica, de igual manera el maestro puede enviar paquetes a un esclavo determinado en una ranura reservada temporalmente, y el esclavo en cuestión puede transmitir sus paquetes en la ranura siguiente, aspecto que se visualiza en las figuras 3 y 4 presentadas anteriormente.

En el mismo contexto, es importante el planteamiento que se enmarcan en el formato de los paquetes Bluetooth indicado en la figura 5, las cuales se establecen de una manera bien diferenciada como son:

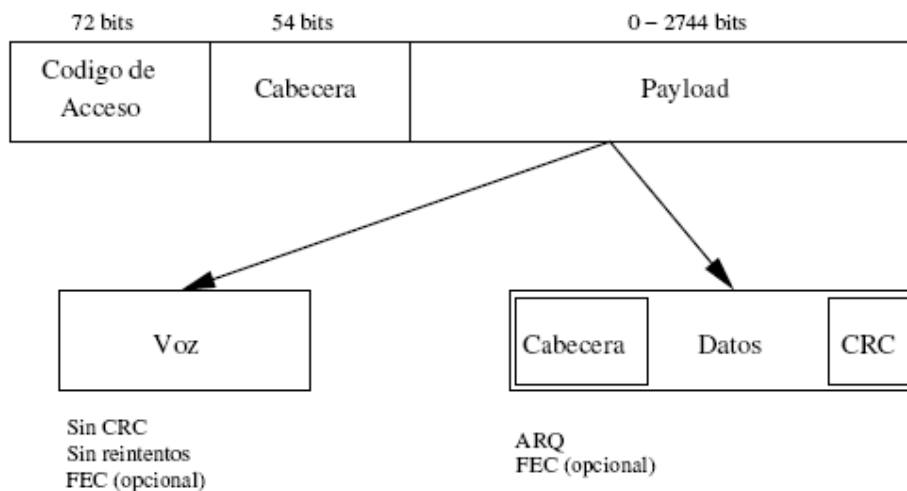


Figura 5. Formato de paquete Bluetooth.

Fuente: http://www.it.uc3m.es/%7Ejgr/publicaciones/Tesis_Jaime.pdf

Código de Acceso: Cada paquete empieza con un código de acceso. Si el paquete contiene una cabecera, el código de acceso tiene una longitud de 72 bits (en otro caso, de 68 bits). Se utiliza para identificación, sincronización y compensación de desviación de componente continua; así como también en procesos de paginado o *paging* y de descubrimientos de dispositivos a través de *inquiry*. El código de acceso identifica a todos los paquetes intercambiados en el canal de la Piconet los cuales en este caso precedidos por el mismo código de acceso.

Cabecera: Contiene información de control del enlace (LC) y consiste en seis campos:

AM_ADDR: Esta formada por tres bits que identifica la dirección de un miembro activo, permitiendo esta diferenciar a un dispositivo del resto de los dispositivos activos en la Piconet. La dirección compuesta por todo ceros se reserva para dos casos. Si es el maestro quien la envía, entonces se trata en un paquete broadcast, pero si es un esclavo quien la envía, entonces es que el esclavo estaba aparcado o fuera de la Piconet y está enviando un paquete para pedir una dirección AM_ADDR

TYPE: Corresponde a 4 bits que se asigna al tipo de código. El tipo de un paquete da información de cuantos slots va ocupar el paquete; el uso del tipo es importante para identificar el canal físico asociado al paquete, es decir, si es ACL o SCO, puesto que existen dieciséis tipos de paquetes diferentes.

FLOW: Corresponde a 1 bit asignado para el control de flujo de paquetes sobre un enlace ACL. Cuando el bus recepción de enlace está lleno, se coloca FLOW en cero para detener temporalmente la transmisión de datos; en caso contrario se cambia este bit FLOW a uno para reiniciar la transmisión.

ARQN: Corresponde a 1 bit asignado para indicar asentamiento, es decir, para informar a la fuente de un paquete que ha sido recibido correctamente. Si durante un lapso de tiempo no se ha recibido la confirmación del mensaje ARQN se coloca en cero y se considera que el paquete se ha perdido durante la transmisión y será reenviado.

SEQN: Corresponde a un bit indicador para el número de secuencia, es decir, se utiliza para dar una numeración a los paquetes para que estos puedan ser reordenados en recepción. Esta numeración es necesaria puesto que si un paquete no se ha recibido correctamente (devolverá ACK=0), será retransmitido únicamente ese paquete. Por lo tanto recibirá los paquetes desordenados y será su labor el reordenarlos.

HEC: Se asignan 8 bits para la comprobación de errores o *Header Error Check*. HEC consiste en una palabra de 8 bit generada por el polinomio 647.

Carga útil o *payload*: Corresponde a los datos que transporta el mensaje entre 0 y 2744.

En este sentido, García (2003) indica que en los enlaces SCO se reservan ranuras para el tráfico a intervalos regulares, por lo que se puede considerar una conmutación de circuitos. El maestro puede utilizar las ranuras no utilizadas por enlaces SCO para establecer enlaces ACL.

En el mismo contexto, el autor indica que en este nivel de las pilas de protocolos que definen a Bluetooth se pueden intercambiar distintos tipos de paquetes, los cuales los más importantes son:

FHS: Es un tipo de paquete especial que se usa en respuestas al paginado de los dispositivos maestros, en las repuestas a *inquiries* y en los cambios de maestro a esclavo. El FHS representan un paquete especial de control que entre una de sus funciones ofrece la posibilidad de informar la dirección Bluetooth y el reloj del emisor.

DMx: Constituyen los paquetes de información, protegidos por códigos de recuperación de errores (FEC). Los valores que puede tomar este tipo de paquetes son: 1, 3 o 5 dependiendo de las ranuras necesarias para la transmisión.

DHx: A diferencia de los paquetes *DMx* este tipo de paquetes no van protegidos por códigos de recuperación de errores (FEC). Los valores que puede tomar este tipo de paquetes son: 1, 3 o 5 dependiendo de las ranuras necesarias para la transmisión.

Protocolo de gestor de enlace (LMP)

Muller (2002), indica que LMP es el responsable de la configuración y control del enlace entre dispositivos Bluetooth, incluyendo el control y negociación del tamaño de los paquetes de banda base. Este nivel puede ser usado para aspectos de seguridad como: autenticación y cifrado; generación, intercambio y comprobación de

las claves de cifrado. Este nivel permite controlar los modos de administración de energía y los ciclos de trabajos del dispositivo de radio Bluetooth, y los estado de conexión de una unidad Bluetooth dentro de una Piconet, esto último concuerda con lo indicado en el trabajo publicado por Alcántara y Berenjena en el Sitio Web iMarketing.es (2005).

Es importante conocer, que los mensajes LMP manejados en esta capa nunca se ubican en los niveles superiores, puesto que el gestor de enlace del lado receptor filtra e interpreta este tipo de mensajes. Los mensajes LMP tienen una prioridad más elevada que los datos de usuarios; en el caso de que un gestor de enlace necesite enviar un mensaje, este no se verá retrasado por el tráfico del protocolo de adaptación y control del enlace lógico (L2CAP); además los mensajes LMP no se confirman explícitamente, ya que el canal lógico ofrece un enlace suficientemente fiable, lo que hace a las confirmaciones innecesarias.

Protocolo de adaptación y control del enlace lógico (L2CAP)

El mencionado protocolo, soporta la multiplexación de protocolos de nivel superior, la segmentación y reensamblado de paquetes, además permite manejar los mecanismos de calidad de servicio o *Quality of Service* (QoS). Las funciones de este protocolo se enmarcan en permitir que protocolos de nivel superior transmitan y reciban paquetes de datos de hasta 64 kilobytes de longitud.

A diferencia del nivel de banda base que maneja los tipos de enlaces SCO y ACL, L2CAP esta definido sólo para enlaces ACL y no hay planeado soporte para enlaces SCO; esto genera una limitación con respecto a los canales con calidad de voz para aplicaciones de audio y telefonía, puesto que suelen funcionar sobre enlaces SCO de banda base. Sin embargo, los datos de audio pueden ensamblarse en paquetes y enviarse utilizando protocolos de comunicación que función sobre L2CAP.

Protocolo de descubrimiento de servicios (SDP)

Bluetooth hace uso de este nivel, para proporcionar la base para todos los modelos de uso de su arquitectura, puesto que por medio de SDP, se puede consultar información de los dispositivos, los servicios que ofrecen y las características de dichos servicios. Este nivel proporciona al usuario la posibilidad la posibilidad de elegir los servicios encontrados en dispositivos Bluetooth y de esta manera establecer una conexión entre dos o más dispositivos.

Antes de continuar con el estudio de la arquitectura Bluetooth, se establece una pausa importantísima para indicar que la encargada de proporcionar una interfaz común entre dos dispositivos Bluetooth instalados en distintos sistemas es *Host Controller Interface* (HCI), aspecto que confirman los investigadores Alcántara y Berenjena en su trabajo publicado en el Sitio Web iMarketing.es (2005).

Protocolos de control de telefonía

Muller (2002), detalla la explicación en primera instancia mencionando el TCS *Binary* o TCS BIN, el cual corresponde a un protocolo orientado a bit que define la señalización de control de llamada para establecer llamadas de voz y datos entre dispositivos Bluetooth. Además especifica, que el SIG Bluetooth definió un conjunto de comandos AT, que permiten definir como controlar un módem y un teléfono móvil en varios modelos de uso.

En lo concerniente a los comandos AT, los investigadores Alcántara y Berenjena en su trabajo publicado en el Sitio Web iMarketing.es (2005), especifican que estos permiten el control de usuarios terminal por ejemplos los códigos *Personal Information Manager* (PIN).

Protocolos Adoptados

En este punto, es importante enfatizar que esta pila de protocolos corresponde a los empleados por Bluetooth para buscar interoperabilidad y asegurar un correcto funcionamiento con otras aplicaciones. Por tal razón se utilizan los protocolos PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, vCard, vCal, IrMC, WAE en el estudio de la arquitectura Bluetooth.

En este apartado, es de interés resaltar el fundamento teórico del Protocolo de Intercambio de Objetos o *Object Exchange Protocol* (OBEX), el cual su mayor potencialidad se enmarca en permitir la transferencias de ficheros para aplicaciones que lo requieran, de igual manera ofrece la posibilidad de sincronizar varios dispositivos Bluetooth.

Muller (2002), especifica que este protocolo trabaja en el nivel de sesión y su objetivo es soportar el intercambio de objetos de forma simple y espontánea; ejemplificando sus usos en los casos donde OBEX define un objeto lista de carpetas, que se utiliza para explorar los contenidos de las carpetas en un dispositivo remoto. OBEX ofrece la misma funcionalidad básica que el protocolo HTTP, pero de forma más simple; ambos protocolos se basan en el modelo cliente-servidor y son independientes del mecanismo de transporte. OBEX usa RFCOMM como principal capa de transporte

Por lo antes expuesto, se refleja la importancia que juega este protocolo al permitir intercambio de información entre un móvil y un PC; esta característica permite realizar aplicaciones que expongan la potencialidad de la tecnología. Por tal razón se detalla en la herramienta desarrollada en esta investigación, funcionalidades asociadas al manejo de este protocolo, donde se podrá apreciar intercambio de

archivos entre el dispositivo usado que en este caso será el esclavo y el dispositivo maestro que esta ubicado en la PC.

Otro caso de interés en el estudio de los protocolos adaptados por Bluetooth, es resaltar lo concerniente al Protocolo de Aplicación Inalámbrica o *Wireless Application Protocol* (WAP); particularmente Rodríguez y Maya (2003), especifican que WAP es una especificación de protocolo inalámbrica que trabaja con una amplia variedad de tecnologías de red inalámbricas conectando dispositivos móviles a Internet. Bluetooth puede ser usado como portador para ofrecer el transporte de datos entre el cliente WAP y su servidor de WAP adyacente. Además, las capacidades de red de Bluetooth dan a un cliente WAP posibilidades únicas en cuanto a movilidad comparado con otros portadores WAP. Un ejemplo de WAP sobre Bluetooth sería un almacén que transmite ofertas especiales a un cliente WAP cuando éste entra en el rango de cobertura. Casos como el trabajo realizado por los investigadores Alcántara y Berenjena exponen la potencialidad de la tecnología WAP a través del uso de Bluetooth.

En el mismo contexto, es oportuno mencionar que el protocolo WAP difiere de Bluetooth puesto que la forma como se conectan los dispositivos se basa en una pasarela (Gateway WAP), por lo que la conexión directa entre los dispositivos no existe, mientras que con la tecnología Bluetooth no es necesario pasar por ninguna estación base para establecer la conexión, debido a que la forma en que se conectan los dispositivos se basa en un enlace punto a punto.

Consecuentemente, desde una perspectiva tecnológica se puede argumentar que la tecnología Bluetooth por sus características y potencialidades en comparación con la tecnología WAP, ofrece posibilidades bien sustentadas que garantizan el éxito del desarrollo del trabajo

Protocolo de Comunicación por Radio Frecuencia

Muller (2002), especifica que el Protocolo de Comunicación por Radio Frecuencia o *Radio Frequency Communication* (RFCOMM), es un protocolo de emulación de línea serie basado en un subconjunto del estándar TS 07.10 del Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI), que también es usado para los dispositivos de comunicaciones del Sistema Global para Móviles (GSM). Este protocolo ofrece la emulación de los puertos RS-232 sobre el protocolo L2CAP; es decir emula las señales de control y datos RS-232 sobre la banda base, proporcionando ambas capacidades de transporte a los servicios de niveles superiores (por ejemplo OBEX) que utilizan el cable serie como mecanismo de transporte.

Aunado a lo anterior, se evidencia que RFCOMM es el protocolo que permite soportar aplicaciones que hacen uso del puerto serie de un dispositivo. Análogamente este protocolo, permite manejar diferentes tipos de conexiones, es decir, las conexiones directas entre dispositivos Bluetooth o entre un dispositivo Bluetooth y un módem en el caso de una red.

Rodríguez y Maya (2003), indican que este protocolo soporta hasta 60 puertos emulados simultáneamente y que dos unidades Bluetooth que usen este protocolo en su comunicación pueden abrir varios puertos seriales emulados los cuales son multiplexados entre sí; este último planteamiento se visualiza en la figura 6. Es importante hacer notar que este protocolo esta orientado a hacer más flexibles los dispositivos que hacen uso de los puertos seriales, soportando fácil adaptación con los dispositivos Bluetooth.

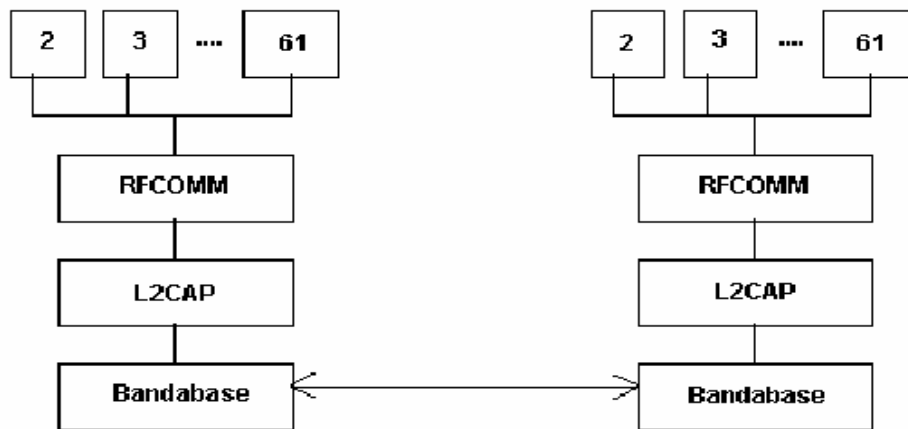


Figura 6. Varios puertos seriales emulados mediante RFCOMM.

Fuente: http://eiee.univalle.edu.co/~telecomunicaciones/tesis/Bluetooth/Implementacion_Red_Bluetooth-UV.pdf

Capa de Audio

Se establece que esta es una capa especial, que usada para enviar audio sobre Bluetooth y que las transmisiones de audio pueden ser ejecutadas entre una o más unidades usando muchos modelos diferentes, en la cual los datos no pasan a través de la capa L2CAP, pero si directamente después de abrir un enlace y un establecimiento directo entre dos unidades Bluetooth.

Es importante destacar que los aspectos estudiados hasta este momento corresponden a la estandarización dada por parte del SIG a Bluetooth; esto permitió apreciar la arquitectura de software del estándar, por tal razón se resumen todos los protocolos estudiados en la tabla 2 mostrada a continuación:

Tabla 2. Resumen de protocolos y niveles de pila de protocolos de Bluetooth

Nivel del protocolo Bluetooth	Componente de la pila de protocolo
Protocolos fundamentales de Bluetooth	Banda base LMP L2CAP SDP
Protocolo de sustitución de cable	RFCOMM
Protocolos de control de telefonía	TCS BIN Comandos AT
Protocolos adoptados	PPP UDP TCP IP OBEX WAP vCard VCalendar IrMC WAE

Fuente: Muller (2002)

Es oportuno mencionar que cada uno de los protocolos que conforman la arquitectura Bluetooth permiten realizar aplicaciones que aprovechen las potencialidades de cada uno de ellos, de este modo para el desarrollo de esta investigación se considera necesario el conocimiento de la pila de protocolos ofrecidos por Bluetooth para indagar cual de ellos permite comunicaciones para el envío de mensajes SMS a dispositivos celulares con Bluetooth. En el desarrollo de este trabajo investigativo, se hace especial hincapié en el estudio de los protocolos de

control de telefonía (Comandos AT) para indagar las funcionalidades que permitan alcanzar el objetivo de envío de mensajes vía Bluetooth.

Arquitectura de Hardware de Bluetooth

Un aspecto interesante de conocer, es la arquitectura de hardware del sistema Bluetooth, por tal razón es importante destacar que un sistema Bluetooth consiste en una unidad de radio, una unidad de control de enlace y una unidad de administración de enlace, aspecto manifestado por Palacios (2004).

Perfiles Bluetooth

Rodríguez y Maya (2003), mencionan que estos son los que permiten definir una selección de mensajes y procedimientos para las especificaciones Bluetooth y de esta manera lograr la interoperabilidad entre los fabricantes; existen cuatro perfiles generales (genérico de acceso, puerto serial, aplicación de descubrimiento de servicios y genérico de intercambio de objetos) los cuales ofrecen la posibilidad de contar con beneficios como: transferencias de archivos entre dispositivos Bluetooth, Fax, Telefonía Inalámbrica, entre otros.



Figura 7. Los Perfiles Bluetooth.

Fuente:http://eiee.univalle.edu.co/~telecomunicaciones/tesis/Bluetooth/Implementacion_Red_Bluetooth-UV.pdf

Perfil Genérico de Acceso (GAP). Este perfil define los procedimientos generales para el descubrimiento y establecimiento de conexión entre dispositivos Bluetooth. El *GAP* maneja el descubrimiento y establecimiento entre unidades que no están conectadas y asegura que cualquier par de unidades Bluetooth, sin importar su fabricante o aplicación, puedan intercambiar información a través de Bluetooth para descubrir qué tipo de aplicaciones soportan las unidades.

Perfil de Puerto Serial. Este perfil define los requerimientos para dispositivos Bluetooth, necesarios para establecer una conexión de cable serial emulada usando RFCOMM entre dos dispositivos similares. Este perfil solamente requiere soporte para paquetes de un **slot**. Esto significa que pueden ser usadas tasas de datos de hasta 128 kbps. El soporte para tasas más altas es opcional. RFCOMM es usado para transportar los datos de usuario, señales de control de módem y comandos de configuración. El perfil de puerto serial es dependiente del GAP.

Perfil de Aplicación de Descubrimiento de Servicio (SDAP). Este perfil define los protocolos y procedimientos para una aplicación en un dispositivo Bluetooth donde se desea descubrir y recuperar información relacionada con servicios localizados en otros dispositivos. El SDAP es dependiente del GAP.

Perfil Genérico de Intercambio de Objetos (GOEP). Este perfil define protocolos y procedimientos usados por aplicaciones para ofrecer características de intercambio de objetos. Los usos pueden ser, por ejemplo, sincronización, transferencia de archivos o modelo **Object Push**. Los dispositivos más comunes que usan este modelo son agendas electrónicas, PDAs, teléfonos celulares y teléfonos móviles. El GOEP es dependiente del perfil de puerto serial.

Perfil de Telefonía Inalámbrica. Este perfil define cómo un teléfono móvil puede ser usado para acceder a un servicio de telefonía de red fija a través de una

estación base. Es usado para telefonía inalámbrica de hogares u oficinas pequeñas. El perfil incluye llamadas a través de una estación base, haciendo llamadas de intercomunicación directa entre dos terminales y accediendo adicionalmente a redes externas. Es usado por dispositivos que implementan el llamado “teléfono 3-en-1”.

Perfil de Intercomunicador. Este perfil define usos de teléfonos móviles los cuales establecen enlaces de conversación directa entre dos dispositivos. El enlace directo es establecido usando señalización de telefonía sobre Bluetooth. Los teléfonos móviles que usan enlaces directos funcionan como **walkie-talkies**.

Perfil de Manos Libres. Este perfil define los requerimientos, para dispositivos Bluetooth, necesarios para soportar el uso de manos libres. En este caso el dispositivo puede ser usado como unidad de audio inalámbrico de entrada/salida. El perfil soporta comunicación segura y no segura.

Perfil Dial-up Networking. Este perfil define los protocolos y procedimientos que deben ser usados por dispositivos que implementen el uso del modelo llamado Puente Internet. Este perfil es aplicado cuando un teléfono celular o módem es usado como un módem inalámbrico.

Perfil de Fax. Este perfil define los protocolos y procedimientos que deben ser usados por dispositivos que implementen el uso de fax. En el perfil un teléfono celular puede ser usado como un fax inalámbrico.

Perfil de Acceso LAN. Este perfil define el acceso a una *red de área local*, LAN, usando el protocolo punto-a-punto, PPP, sobre RFCOMM. PPP es ampliamente usado para lograr acceder a redes soportando varios protocolos de red. El perfil soporta acceso LAN para un dispositivo Bluetooth sencillo, acceso LAN para varios

dispositivos Bluetooth y PC-a-PC (usando interconexión PPP con emulación de cable serial).

Perfil Object Push. Este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo **object push**. Este perfil usa el GOEP. En el modelo **object push** hay procedimientos para introducir en el **inbox**, sacar e intercambiar objetos con otro dispositivo Bluetooth.

Perfil de Transferencia de Archivos. Este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo de transferencia de archivos. El perfil usa el GOEP. En el modelo de transferencia de archivos hay procedimientos para chequear un grupo de objetos de otro dispositivo Bluetooth, transferir objetos entre dos dispositivos y manipular objetos de otro dispositivo. Los objetos podrían ser archivos o fólderes de un grupo de objetos tal como un sistema de archivos.

Perfil de Sincronización. Este perfil define protocolos y procedimientos usados en el modelo de sincronización. Éste usa el *GOEP*. El modelo soporta intercambios de información, por ejemplo para sincronizar calendarios de diferentes dispositivos.

Atendiendo lo antes expuesto, se evidencia que los perfiles Bluetooth no ofrecen el servicio de envío de mensajes cortos (SMS), esto es entendible desde el punto de vista que los protocolos fundamentales de Bluetooth no contemplan protocolos que por si solo permitan procesos de comunicación que involucren una aplicación de envío de mensajes SMS. Sin embargo en el desarrollo de este trabajo se permite apreciar que Bluetooth permite trabajar con otros protocolos de la capa de aplicación para permitir desarrollar aplicaciones basadas en mensajería de textos.

Control de acceso al medio (MAC)

En este t3pico se detallan aspectos de las conexiones entre los dispositivos Bluetooth, por tal raz3n es necesario hacer 3nfasis que constituye un aspecto predominante en la investigaci3n que conducir3 a entender los procesos de comunicaci3n entre los dispositivos Bluetooth manejados en las pruebas de la herramienta desarrollada en esta investigaci3n; as3 pues se comienza con la explicaci3n de los aspectos que se enmarcan en esta secci3n.

Alc3ntara y Berenjena en su trabajo publicado en el Sitio Web iMarketing.es (2005) establecen, que en una Piconet es el maestro quien regula y controla todo el trafico de la misma. Es importante tener en cuenta que para establecer conexiones entre dispositivos Bluetooth que conformar3n una Piconet se debe usar los procedimientos de *PAGE* e *INQUIRY*. *PAGE* es usado cuando el dispositivo que funciona como maestro conoce la direcci3n del esclavo, para de esta manera activar y conectar a un dispositivo esclavo. En caso contrario la conexi3n se lleva a cabo mediante un procedimiento *INQUIRY* seguido de un *PAGE*; se debe entender que *INQUIRY* es usado siempre al realizar la primera conexi3n entre dos dispositivos Bluetooth, puesto que inicialmente la direcci3n del dispositivo es desconocida.

Mediante *INQUIRY*, el maestro puede averiguar qu3 dispositivos est3n en su Piconet, cuales son sus direcciones y la informaci3n de sincronizaci3n necesaria, para de este modo pueda establecer una conexi3n con cualquier dispositivo que responda, utilizando *PAGE*. Una vez, que el *pagin* se puede llevar a cabo la conexi3n entre dos dispositivos Bluetooth que incluye: establecimiento del enlace, establecimiento del canal y establecimiento de la conexi3n.

Este t3pico estudiado es importante para el desarrollo de este trabajo, puesto que permitir3 indagar cuales son los par3metros necesarios para el reconocimiento de dispositivos Bluetooth.

Establecimiento del enlace

El establecimiento del enlace se lleva a cabo mediante el nivel LMP estudiado en los t3picos anteriores; el enlace f3sico corresponde a una secuencia de transmisi3n sobre un canal f3sico de tiempo de ranuras alternadas entre el maestro y el esclavo. La figura 8 permite apreciar en forma grafica el establecimiento del enlace entre dos dispositivos Bluetooth.

Establecimiento del canal

Despu3s del establecimiento del enlace f3sico, se debe establecer un canal Bluetooth (enlace l3gico) entre ambos dispositivos mediante el protocolo L2CAP.

Establecimiento de la conexi3n

Finalmente se establece la conexi3n entre las aplicaciones de los dispositivos. El caso de estudio ac3 presente establecer3 procedimientos de INQUIRY, RFCOMM, OBEX, entre otros los cuales permitir3n mostrar las potencialidades de la tecnolog3a Bluetooth y compararla con los procesos de comunicaci3n detallados en este topico. De este modo para complementar lo explicado en los procesos de conexiones entre dispositivos Bluetooth se muestra la figura 9 con el objeto de visualizar tales conexiones:

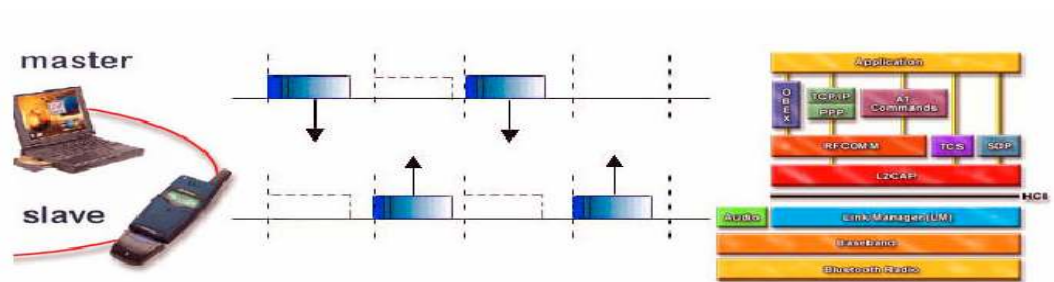


Figura 8. Establecimiento de conexiones Bluetooth.

Fuente: <http://www.imarketing.es/pdf/carretera.pdf>

Por otra parte, García (2003), indica que los estados de conexión de los dispositivos Bluetooth son:

- *Page Scan*: Es un subestado en el que el dispositivo escucha el entorno en busca de su propia dirección durante un tiempo $TW_{pagescan}$. Se usa para conectarse a un maestro.
- *Page*: Utilizado por el maestro para activar y conectar un esclavo en estado *page scan*.
- *Inquiry Scan*: Es muy parecido al *Page Scan*, pero se diferencia en que la unidad no escucha en busca de su propia dirección, sino del código de acceso de *inquiry*, durante un tiempo suficiente para detectar 16 frecuencias diferentes de *inquiry*.
- *Inquiry*: Lo utilizan las unidades que desean descubrir nuevos dispositivos. Cuando una unidad emite paquetes de *inquiry*, al mismo tiempo está a la escucha de paquetes *FHS* de respuesta.
- *Park*: Es un modo dentro del estado *Connected*. Cuando un esclavo no necesita participar en la Piconet, pero quiere seguir sincronizado, puede entrar en este modo de bajo consumo y actividad mínima.

Direcciones Bluetooth

En el caso de estudio de las direcciones Bluetooth, es importante hacer referencia a lo indicado por el investigador García (2003), quien establece que dependiendo del estado que se encuentre un dispositivo se le asignan distintas direcciones, tales como:

BD_ADDR: Existe una única dirección Bluetooth *Device Address* BD_ADDR de 48 bits por dispositivo Bluetooth, derivada del estándar IEEE 802.

AM_ADDR: Se asigna una dirección *Active Member Address* AM_ADDR de 3 bits a cada esclavo que forma parte de una Piconet. Un esclavo solo acepta los paquetes que recibe si contienen su AM_ADDR o si son paquetes de *broadcast* (AM_ADDR=0).

PM_ADDR: Un esclavo que se encuentre en estado *park* puede ser identificado por su dirección BD_ADDR o por la dirección *Parked Member Address* PM_ADDR de 8 bits. La dirección PM_ADDR=0 se reserva para dispositivos en modo *park* que se identifican por su BD_ADDR.

AR_ADDR: Cuando un esclavo pasa a modo *park* se le asigna una dirección *Access Request Address* AR_ADDR. Esta dirección permite al esclavo en modo *park* determinar que ranura puede usar para pedir acceso al maestro. La dirección AR_ADDR no es necesariamente única: diferentes esclavos en modo *park* pueden tener la misma AR_ADDR.

Este apartado es de gran utilidad para el desarrollo de la investigación, puesto que corresponde el fundamento teórico que especifica que cada dispositivo Bluetooth contiene una dirección que lo representa, de este modo para el desarrollo de la

herramienta es necesario tomar en cuenta las direcciones de los dispositivos que se encuentran en la red Bluetooth:

Bluetooth en Linux

Este tópico se considera importante en el caso de estudio, puesto que ofrece otras potencialidades que presenta Bluetooth, específicamente en el sistema operativo Linux, por tal razón se detallan los siguientes aspectos:

Rodríguez y Maya (2003), indica en su investigación que el stack de protocolos Bluetooth oficial de Linux es Bluez. Es relevante mencionar que Bluez brinda a los usuarios la capacidad de comunicación con dispositivos que manejen la tecnología Bluetooth, entre los que se tienen adaptadores USB, teléfonos móviles y punto de acceso entre otros, además permite la conexión inalámbrica entre dos computadoras. Bluez corresponde a los productos de libres distribución desarrollados por Linux y disponibles en Internet.

Este tópico se considera importante en el caso de estudio, puesto que ofrece otras potencialidades que presenta Bluetooth, específicamente en el sistema operativo Linux, por tal razón la investigación se enfocará en analizar las potencialidades que ofrece el stack de protocolos oficial de Linux que puedan ser útiles para el desarrollo de la herramienta.

Servicios SMS

Servicios de mensajes cortos o *Short Message Service* (SMS) es un sistema que facilita el envío y recepción de mensajes de texto entre teléfonos móviles, máquinas de fax y/o direcciones IP. Los mensajes tienen un límite de 160 caracteres alfanuméricos y no pueden contener imágenes ni gráficos. Este servicio apareció por

primera vez en Europa, en el año 1991 y se encontraba incluido en el estándar europeo para comunicaciones inalámbricas digitales, conocido como GSM (*Global System for Mobile Communications*). Actualmente es manejado por dispositivos móviles basados en las principales tecnologías: GSM, TDMA (*Time Division Multiple Access*) y CDMA (*Code Division Multiple Access*), aspecto indicado por Vieira y Benavides (2004).

En el mismo contexto, es importante destacar que el servicio de mensajes cortos (SMS) son ofrecidos por operadoras telefónicas como: Digitel, Infonet, Movistar, Movilnet, con la finalidad de poder establecer comunicaciones escritas entre sus usuarios.

Por otro lado, es relevante destacar que ya existen en el mercado dispositivos celulares que incorporan la tecnología Bluetooth, de este modo es posible pensar en conexiones con otros tipos de dispositivos Bluetooth para gozar de las bondades de la tecnología. Además es posible pensar en la posibilidad de desarrollos de envío de mensajes SMS basados en Bluetooth.

Acorde a los planteamientos antes expuestos, se debe tener en cuenta las características de los mensajes SMS (longitud de mensajes) para que guíen los procesos de programación necesarios para el desarrollo de la herramienta.

En forma general todos los fundamentos teóricos antes expuestos, los tópicos que conducirán el desarrollo de esta investigación son: el estudio de los protocolos Bluetooth (haciendo hincapié en los protocolos de telefonía), el análisis de las potencialidades ofrecidas por los stack de protocolos de Linux (Bluez), Direcciones Bluetooth, características de mensajes SMS. Dichos fundamentos teóricos permitirán enfocar el desarrollo del capítulo 4.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enmarca bajo la modalidad de Estudios de Proyectos, ya que se trata del desarrollo de una herramienta que permita localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS desde un PC. El envío de mensajes es realizado vía Bluetooth y sin pasar por una operadora, desde un PC al celular. La investigación se apoya en una investigación documental, puesto que se han hecho revisiones de aspectos teórico-prácticos relacionados con la tecnología Bluetooth.

El Estudio de Proyectos se enmarca dentro de la Línea de Investigación de Redes de Computadoras de la Maestría en Computación. Específicamente el trabajo acá presentado se ubica en el campo de las tecnologías inalámbricas, enfocadas es un estudio amplio del estándar tecnológico Bluetooth.

En el mismo contexto, las bases que contemplan el desarrollo metodológico que se expone en esta investigación están sustentadas por el Manual Para La Presentación Del Trabajo Conducente Al Grado Académico De Maestría, (UCLA 2002), el cual establece como Estudio de Proyectos a: trabajos de elaboración de libros de texto y de materiales de apoyo educativo, el desarrollo de software, prototipos y de productos tecnológicos en general, así como los de creación literaria y artística.

Fases del Estudio

Para lograr la culminación de la investigación, se realizaron una serie de fases o etapas, contempladas dentro del esquema establecido de la modalidad de Estudio de Proyectos, como lo son las fases: Revisión Bibliográfica, Selección de Protocolos, Diseño y programación de la herramienta, Evaluación de la herramienta, Análisis de resultados.

A continuación se explican cada una de las diferentes fases requeridas para el desarrollo de la investigación.

Fase 1. Revisión Bibliográfica

Constituye una fase de carácter relevante enfocada en la revisión de fuentes primarias y secundarias concernientes al objeto de estudio. La investigación se enmarca principalmente en la búsqueda de información que originen los fundamentos teóricos de Bluetooth y permitan indagar cuales de ellos son potentes en usabilidad para el desarrollo de una herramienta basada en localización de usuarios Bluetooth ofreciendo el envío SMS, vía Bluetooth.

Fase 2. Selección de Protocolos

Esta fase consiste en un análisis de los diferentes protocolos con los que la tecnología Bluetooth trabaja, para de esta forma determinar cuales son los protocolos que permiten ofrecer reconocimientos automáticos de dispositivos USB con Bluetooth, aportando funcionalidades de detección de dispositivos que incorporen el estándar. De igual manera se debe tener en cuenta cuales de los protocolos usados en la arquitectura Bluetooth (aunque no sean protocolos fundamentales de Bluetooth)

permiten enviar mensajes SMS a los dispositivos celulares Bluetooth detectados en una red Bluetooth.

Es importante destacar que para el adecuado desarrollo de esta fase, se debe contar con las fuentes documentales correspondiente a la tecnología Bluetooth, obtenidas en la fase anterior.

Fase 3. Diseño y Programación de la herramienta

En esta etapa se diseña e implementa la herramienta haciendo uso de los protocolos seleccionados en la fase anterior. Por tal razón, es necesario destacar que la herramienta desarrollada básicamente contempla las siguientes funciones: detección de usuarios Bluetooth, envío de mensajes a celulares que incorporen la tecnología y como caso especial de la aplicación de los mensajes SMS, vía Bluetooth en una organización, el envío de una alerta de desconexión de una estación de trabajo al usuario autorizado (administrador de la red).

Como caso especial de la herramienta desarrollada se programa un módulo de envío automáticos de mensajes SMS al usuario administrador de la red del Laboratorio de Redes del DCYT, con el objetivo de informar acerca de alertas de desconexiones de máquinas presentes en el entorno de red, para de esta manera apoyar la actividad de sus trabajo mientras esta en constante movimiento.

Los siguientes pasos fueron necesarios para garantizar un adecuado diseño y programación de la herramienta:

Procedimiento

1. Instalación de librerías Bluetooth, manejadores de bases de datos y editor gráficos, entre otras, para comenzar con los procesos de programación necesarios para el desarrollo de la herramienta.
2. Realización de formularios que expongan interfaces gráficas adecuadas tomando en cuenta las funcionalidades ofrecidas por los protocolos seleccionados para realizar procesos de programación.
3. Creación de una base de datos que contenga información pertinente (dirección del dispositivo Bluetooth, número telefónico, autorizados) a los dispositivos celulares Bluetooth y que sirva para establecer los procesos de comunicaciones autorizados desde un PC a un dispositivo celular.
4. Identificación de parámetros necesarios (direcciones IP) para la programación de la herramienta en lo que respecta a notificaciones de alertas (desconexiones de máquinas) de estaciones de trabajo en un entorno de red.

Fase 4. Configuración y Evaluación de la herramienta

En esta etapa se efectuaron las pruebas de la herramienta desarrollada; para ello se realizaron las configuraciones previas de procesos de emparejamiento de los dispositivos presentes en la red, como es el caso de establecer los pines de asociación de dispositivos Bluetooth. El objetivo de las pruebas de la herramienta es analizar las funcionalidades durante la ejecución de la misma y determinar los posibles errores.

tanto procesales como de obtención de resultados, de tal manera de corregirlos a tiempo.

El entorno de evaluación de la herramienta, es el Laboratorio de Redes del Decanato de Ciencias y Tecnología de la UCLA. De esta manera es necesario equipar el PC con USB Bluetooth y realizar las configuraciones iniciales de reconocimientos entre el USB con Bluetooth y el dispositivo celular con Bluetooth.

La herramienta se evaluó con ciertos criterios que se especifican a continuación:

1. ¿Permite la herramienta localizar dispositivos Bluetooth basada en el reconocimiento de los dispositivos presentes en el área?
2. ¿Las configuraciones iniciales de reconocimientos de los dispositivos se han realizados correctamente?
3. ¿Ofrece la herramienta el envío de mensaje SMS, vía Bluetooth, sin pasar por una operadora, desde un PC al celular con Bluetooth?
4. ¿Es posible aplicar la herramienta con la finalidad informar a los usuarios Bluetooth autorizados (administrador de red) mensajes de notificación sobre un evento (desconexiones de máquinas)?

Fase 5. Análisis de resultados

Esta fase consistió en analizar los resultados obtenidos en la evaluación de la herramienta desarrollada, para de esta manera mencionar las conclusiones de la funcionalidad de la herramienta presentada.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DEL ESTUDIO

Descripción de la Propuesta

En este tópico se detallan de una manera objetiva los puntos concernientes a la realización de la propuesta desarrollada en el estudio, de igual manera se detallan las funcionalidades de la herramienta desarrollada, para garantizar un adecuado uso por parte de los usuarios que deseen manejarla.

Una vez conocidos los puntos detallados en este capítulo, es necesario hacer notar que la herramienta desarrollada corresponde a un conjunto de interfaces que son presentadas al usuario, ofreciéndole la posibilidad de localizar usuarios Bluetooth y a su vez enviar mensajes SMS, vía Bluetooth, directamente, sin pasar por una operadora, desde el PC al celular. Por otro lado es importante destacar que la aplicabilidad, bajo la cual se enfoca la herramienta es permitir satisfacer las necesidades de información de profesores, alumnos, administradores de red y comunidad universitaria en general de la UCLA, mientras están en constante movilidad; de este modo la herramienta permite informar a través de una mensajería basada en la tecnología Bluetooth (sin ningún costo) eventos de interés sea cual sea el caso manejado.

Sin embargo, específicamente, el enfoque funcional que se presenta en la herramienta es dar a conocer mediante la mensajería SMS, vía Bluetooth, alertas de desconexiones de equipos asociados a una red de área local (LAN), logrando así

satisfacer las necesidades de información de los administradores de red para llevar un mejor control de ella mientras realicen otras tareas fuera de su lugar de trabajo. La herramienta cuenta con manejo de funcionalidades que permiten apreciar comunicaciones activas con los dispositivos, como es el caso de Ping a un celular o un nodo de red que se encuentre en la zona Bluetooth.

Es importante destacar que una vez conocidas las generalidades de la herramienta desarrollada es relevante detallar los aspectos que caracterizan el estudio desarrollado, de esta manera se mencionan de la siguiente manera:

- Proporciona un patrón detallado de los requerimientos necesarios para el desarrollo de la herramienta.
- Contempla el diseño y programación de la herramienta desarrollada.
- Contempla una guía explícita del manejo adecuado de la herramienta, desde una perspectiva de usuario, para manejar cada una de las interfaces ofrecidas en ella.
- Describe las funcionalidades asociadas a la localización de dispositivos celulares con Bluetooth y envío de mensajes SMS basados en esta tecnología.
- Proporciona niveles de evaluación y conclusiones acerca de resultados obtenidos durante el uso de la herramienta.

Cada uno de los aspectos presentados anteriormente son expuestos en el desarrollo de este capítulo ya que ellos conforman la esencia de la realización de la herramienta y garantizan su adecuado uso.

Llegado el momento de explicar cada uno de los aspectos mencionados en la descripción de la propuesta, es importante mencionar que dicha explicación se presenta bajo la perspectiva de como se hizo al como se usa la herramienta.

a) Requerimientos para desarrollar la herramienta.

Este punto abarca una explicación de los requerimientos necesarios que se utilizaron para el desarrollo de la herramienta, por tal razón es importante mencionar los recursos de *hardware* y *software* usados, de esta manera a nivel de un lenguaje más entendible se llamarán los recursos de *hardware* y *software* con el nombre de recursos físicos y lógicos respectivamente, así pues se presenta a continuación:

Recursos físicos (*hardware*)

Los dispositivos físicos que se usaron para permitir desarrollar la herramienta fueron los siguientes:

- 2 dispositivos USB que incorporan el estándar Bluetooth, marca Dlink modelo dbt-122, dichos dispositivos se ubican en la clase 2 de la tecnología Bluetooth por lo tanto soportan distancia de 10 metros.
- Dos computadoras equipadas cada una con los dispositivos USB utilizados, una manejada con un dispositivos Bluetooth en la condición de maestro y la otra como un dispositivo como esclavo.
- 1 celular modelo Ericsson T630 que incorpora el estándar Bluetooth y la tecnología *Global System Movil (GSM)* y soporta protocolos de comunicación como OBEX, Object Push, entre otros.

Recursos lógicos (*software*)

Los dispositivos lógicos que se usaron para permitir desarrollar la herramienta fueron los siguientes:

- Sistema operativo Debiam GNU/Linux versión 3.1 R-1 instalado en el computador que contiene el dispositivos Bluetooth que actúa como maestro.

- El conjunto de librerías asociadas al protocolo Bluez manejado para Linux, es necesario mencionar las más importantes como por ejemplo: RFCOMM, OBEX, L2CAP, SOCKET.
- Entorno gráfico utilizado para el manejo de escritorios en Linux, en este caso fue usado el KDE.
- Entorno de desarrollo del código fuente del lenguaje C, en este caso se utilizó el diseñador QT Designer.
- Manejador de base de datos *MySQL Server*.
- Servidor Samba para el manejo de direcciones IP de las redes LAN y establecer procesos de broadcast en la red.

b) Diseño y Programación de la herramienta

En el conjunto de recursos lógicos presentados anteriormente se aprecia los protocolos de comunicación Bluetooth seleccionados para el desarrollo de la herramienta los cuales específicamente son: RFCOMM, OBEX, L2CAP; además de ellos se usó el protocolo de control de telefonía es decir los Comandos AT. Tomando en cuenta cada uno de ellos y sus potencialidades ofrecidas y contando con el ambiente de programación adecuado se realizó los procesos de programación necesarios basados en las entradas y salidas que manejan los protocolos y de esta manera se procedió a la programación de las interfaces gráficas de comunicación (formularios) adecuadas para la localización y envío de mensajes SMS basados en la tecnología.

Los procesos de programación se realizaron manejando la información de los dispositivos y las direcciones IP de la red LAN en una base de datos creadas en *MySQL Server*, para tener un control tanto de los usuarios autorizados como de las direcciones de las estaciones de trabajo. Los procesos de escaneos en ambos casos se compararon con la información contenida en la base de datos.

Más en detalle se considera necesario mostrar el diagrama de arquitectura de software de la herramienta desarrollada, dicha representación esta basada en las entradas y salidas generadas a los módulos diseñados necesarios para la programación de la herramienta, el respectivo diagrama se ilustra en la figura 9:

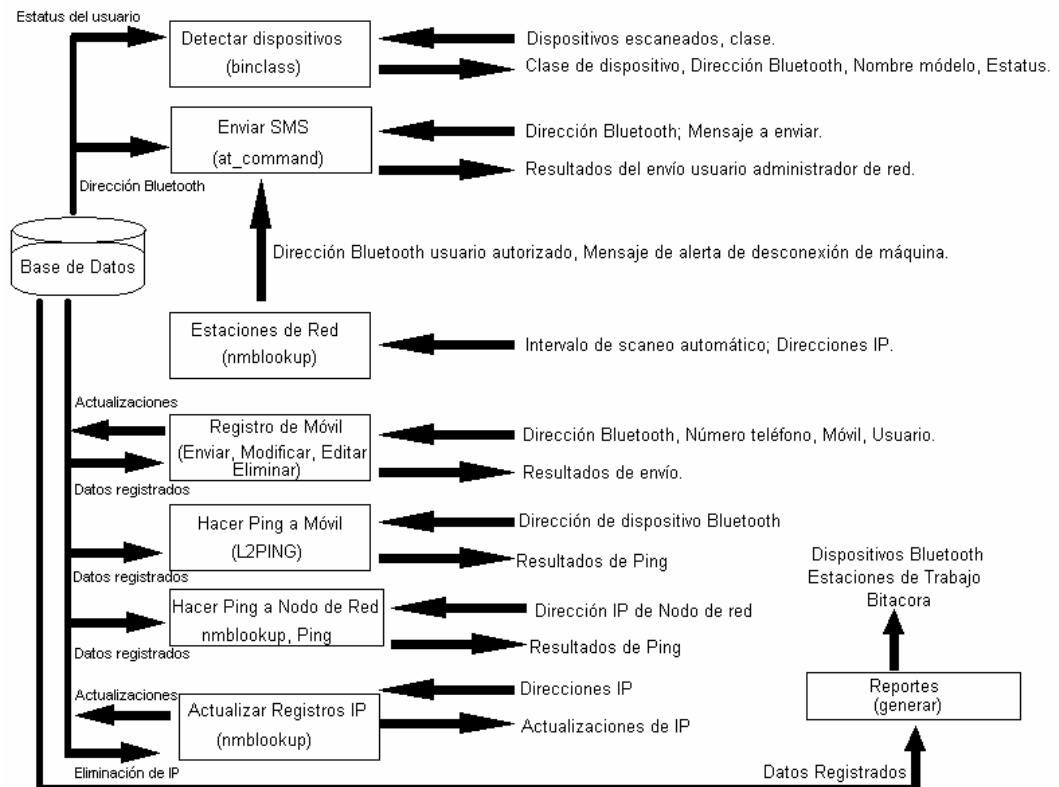


Figura 9. Diagrama de arquitectura de software de la herramienta desarrollada.

Fuente: El autor

A continuación se detalla cada uno de los módulos diseñados en la arquitectura de software de la herramienta:

Base de Datos: El diseño de la base de datos se realizo con MySQL Server, esta sirve para almacenar la información de los usuarios registrados como autorizado, en este

caso el administrador de la red es el único autorizado para recibir los mensajes SMS. Además almacena información y alimenta a los módulos Detectar dispositivos, Enviar SMS, Registro del Móvil, Hacer Ping al Móvil, Hacer Ping a Nodo de Red, Actualizar Registros IP, Reportes.

Detectar dispositivos: El diseño de este módulo se basa en detectar los usuarios Bluetooth que se encuentre en la red, escaneando de forma automática, los dispositivos encontrados según su clase. Las salidas generadas son a partir de la función binclass la cual especifica la clase de dispositivos (celular, palm, otros dispositivos), mostrando así la dirección Bluetooth, Nombre y el estatus del usuario dependiendo si esta o no esta en la base de datos.

Enviar SMS: Este módulo se diseña con la finalidad de enviar los mensajes SMS, ya sean en forma manual o automática para el usuario administrador de la red, la función at_comand que usa el protocolo Comandos AT permite enviar los mensajes SMS, obteniendo entradas como la dirección Bluetooth y el mensaje a enviar, según el dato extraído de la base de datos.

Estaciones de Red: El diseño de este módulo se realiza con la finalidad de hacer un broadcast a la red para detectar todas las direcciones IP, a través del comando nmblookup, pudiendo de esta manera indagar cuando una estación de trabajo no responde, en tal caso este módulo toma los parámetros de entrada y genera un mensaje automático con la dirección IP de la máquina y junto con la dirección Bluetooth del usuario autorizado, le pasa los parámetros al módulo anterior para que se encargue de hacer el envío del SMS.

Hacer Ping a Móvil: El diseño de este módulo se realiza con la finalidad de hacer Ping a dispositivos celulares con Bluetooth para probar la efectividad de la comunicación, usando el protocolo L2CAP que a través de la función L2PING, toma

las entradas como dirección del dispositivo Bluetooth y guarda los resultados del ping realizado en un archivo que es mostrado en las interfaces de la herramienta.

Hacer Ping a Nodo de Red: El diseño de este modulo es similar al anterior con la diferencia que el Ping es realizado a las estaciones de trabajo registradas en la base de datos, tomando las direcciones IP de la base de datos y generando salidas de las comunicaciones efectivas o no en un archivo que es mostrado en las interfaces de la herramienta.

Actualizar Registros IP: Este módulo se diseña con la finalidad de actualizar automáticamente las direcciones IP encontradas en la red, en primera instancia elimina las direcciones registradas en la base de datos y hace el broadcast a la red a través de la función nmblookup, para hacer actualizaciones en la base de datos.

Reportes: El diseño de este módulo corresponde a la generación de reportes para informar al usuario que maneje la herramienta, toma como datos las entradas de los registros guardados en la base de datos y a través de la función generar según sea el caso muestra los Dispositivos Bluetooth, Estaciones de Trabajo y una Bitácora de los usuarios que han estado presente en la zona Bluetooth.

En el mismo contexto, es importante destacar que cada uno de los protocolos seleccionados tienen sus fundamentos teóricos explicados anteriormente en el capítulo II. Sin embargo es necesario detallar la utilidad que generaron para lograr el desarrollo final de la herramienta.

Funcionalidad de los protocolos seleccionados (entradas y salidas)

En primera instancia es importante destacar que la funcionalidad de cada uno de los protocolos que se nombran en este apartado, se logró por las numerosas librerías

que incorporan la pila de protocolos Bluetooth manejadas en Linux conocidas como Bluez, de esta manera fue necesario tener ese conjunto de librerías instalada adecuadamente para asegurar un buen funcionamiento en la programación de la herramienta.

Por otro lado es importante destacar que se mencionan las salidas de los protocolos desde un enfoque cuando la situación es la ideal para hacer los procesos de comunicación, de esta manera se debe tener en cuenta que para la programación de la herramienta se utilizaron manejos de errores en caso cuando las situaciones no son las adecuadas como por ejemplo dispositivos apagados, etc

RFCOMM permitió abrir las conexiones del canal Bluetooth para hacer usos de comunicaciones basadas en abrir y cerrar los sockets de comunicación. OBEX manejo la transferencia de archivos para manejar una nota de alerta cuando se envía el SMS vía Bluetooth al celular, L2CAP corresponde a el protocolo fundamental usado por Bluetooth que permitió hacer Ping a dispositivos Bluetooth presentes en la red. Los comandos AT, permitieron realizar el envío del mensaje SMS, vía Bluetooth a través de las direcciones Bluetooth localizada por el escaneo.

Lo concerniente a las entradas asociadas a los protocolos se manejaron de la siguiente manera:

OBEX, requirió parámetros de entrada como: dirección de dispositivos Bluetooth, la nota de alerta indicando la llegada de un nuevo SMS Bluetooth en archivo. Fue necesario abrir previamente el canal RFCOMM y las salidas fueron el envío de una nota de alerta que se muestra cuando el mensaje SMS, vía Bluetooth es enviado al celular.

LCAP, requirió parámetros como la dirección del dispositivo Bluetooth generando salidas como información de comunicación activa (entrega de paquetes. tiempos de respuestas) con los dispositivos Bluetooth presentes en el área, se necesitó abrir previamente el canal RFCOMM.

Los Comandos AT, permitieron manejar el envío de mensajes SMS, vía Bluetooth requiriendo como parámetros la dirección del dispositivo Bluetooth y el mensaje a enviar, generando salidas de envío de mensajes ubicado en el archivo de los SMS del celular, de igual manera fue necesario abrir la conexión RFCOMM.

Un hecho que no se debe perder de vista en el desarrollo de esta herramienta es que fue necesario hacer procesos de sincronización entre cada uno de los protocolos seleccionados para de esta manera ofrecer tiempos de respuestas en los procesos de localización y envío de mensajes SMS.

Por otro lado, es importante destacar que la instalación del programa Samba permitió generar un código fuente que pudiera hacer uso del comando Nmblookup para hacer procesos de broadcast a la red LAN, de esta manera se generó un código fuente que realizará escaneos automáticos de las direcciones IP de la red para indagar cuando una estación de trabajo no responde y poder enviar el SMS automáticamente al administrador de la red.

c) Funcionalidad de la herramienta (manual de usuario)

Esta sección constituye un aspecto de carácter relevante ya que muestra una guía explícita de el uso adecuado de la herramienta desarrollada y además permite visualizar en forma gráfica las funcionalidades asociadas a la localización de dispositivos Bluetooth y envío de mensajes SMS basados en la tecnología, por tal razón se expone las interfaces realizadas según sus funcionalidades para permitir

visualizar el manejo de la misma, así pues se comienza a explicar la estructura de la herramienta en cuestión.

La herramienta en primera instancia presenta un modulo de seguridad en donde se le otorga acceso a un usuario autorizado para poder manejarla, de esta manera se garantiza que sea el administrador de la red el que maneje la herramienta para crear las configuraciones necesarias en base a sus necesidades, es decir, se asumirá que el usuario que hará uso de la herramienta es el administrador de la red. En la figura 9 se visualiza la interfaz desarrollada para esta funcionalidad.

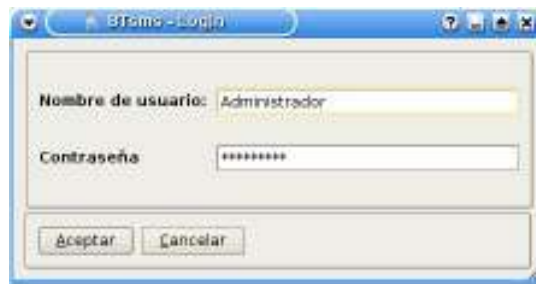


Figura 10. Manejo de seguridad de la herramienta.

Fuente: El autor

Posteriormente se presenta la interfaz principal de la herramienta mostrando un menú de opciones que el usuario puede acceder para manejarla, el menú esta constituido por opciones como: Archivos, Reportes, Configuración y Ayuda, en la figura 10 se visualiza la interfaz gráfica de la herramienta.

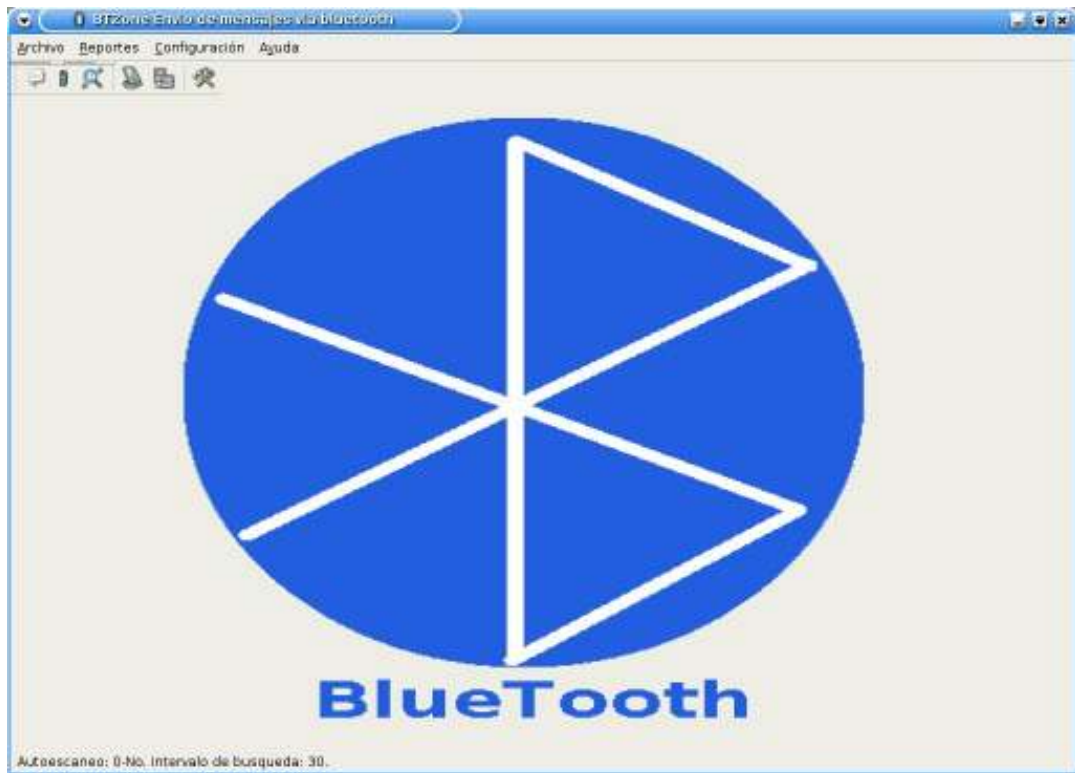


Figura 11. Menú principal de la herramienta.

Fuente: El autor

Una vez presentado el menú principal de la herramienta dependiendo de las opciones que el usuario seleccione se despliegan un conjunto de módulos, de esta manera es necesario detallar las interfaces mostradas en base a la selección realizada. El usuario administrador puede indicar configuraciones para escanear dispositivos Bluetooth de manera automática o manual la figura presentada anteriormente muestra en la barra de estado el caso cuando el escaneo automático está desactivado.

Se procede a explicar y visualizar las interfaces según la escogencia deseada por el usuario:

Opciones Generales

Menú Archivo

En el caso de seleccionar este menú la herramienta mostrará al usuario módulos como: Detectar Dispositivos, Enviar SMS, Hacer Ping (dispositivo móvil, nodo de red), Registro de Móvil, Salir, tal como lo muestra en la figura 11.

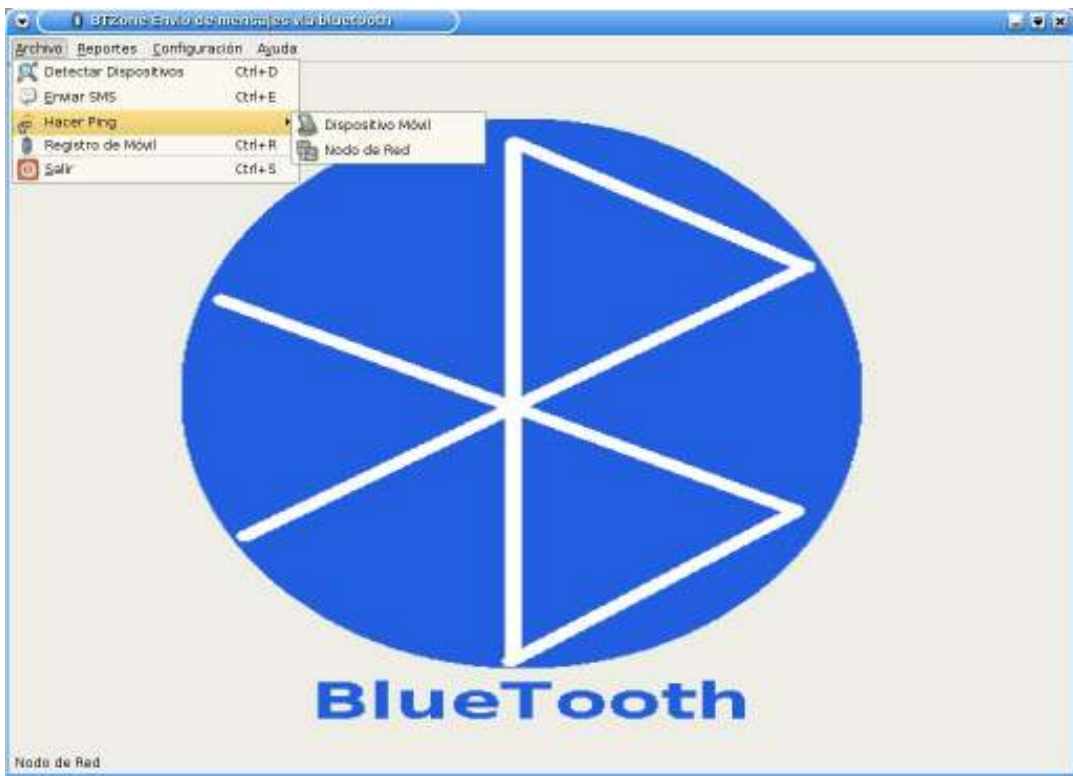


Figura 12. Menú archivo de la herramienta.

Fuente: El autor

Módulo Detectar Dispositivos: Constituye la opción manual en la que el usuario tiene la posibilidad de seleccionar el dispositivo Bluetooth que desea escanear en la red, ofreciendo iconos representativos según el dispositivo a buscar. En el caso de ser cualquier otro tipo de dispositivo Bluetooth se muestra un icono con una

interrogante que indica que es otro diferente a los iconos mostrado en la interfaz. También se ofrece la posibilidad de escanear todos los dispositivos a la vez en el icono llamado Mostrar Todos. En la figura 12 se permite apreciar la interfaz de este módulo en estudio.



Figura 13. Módulo Detectar Dispositivos de la herramienta.

Fuente: El autor

La información que arroja el escaneo en caso de encontrar un dispositivo en la zona Bluetooth luego de hacer clic en el dispositivos seleccionado es la siguiente: Dispositivo encontrado, Dirección MAC Bluetooth, Nombre del usuario, Autorizado (se refiere al estatus de permisos de recibir mensajes SMS Bluetooth), en el caso de seleccionar Mostrar Todos saldrá información de todos los dispositivos que encuentre en la red Bluetooth sea cual sea su clase, la figura 13 muestra la interfaz desarrollada.

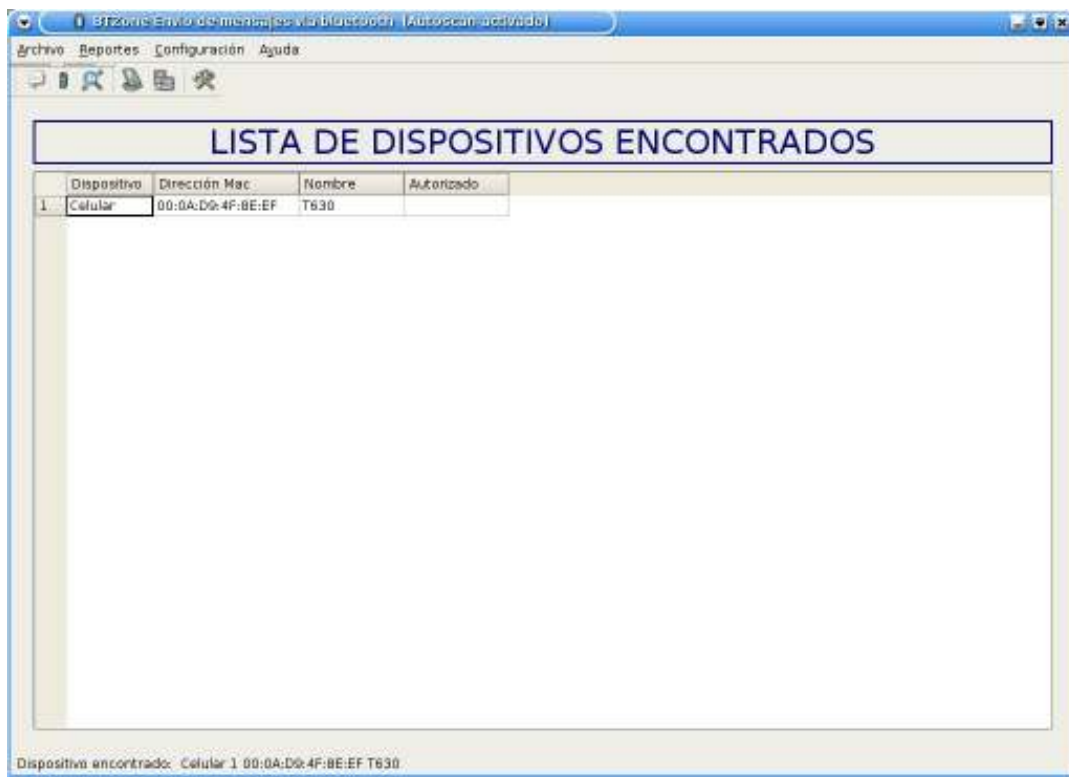


Figura 14. Resultados del escaneo manual de dispositivos Bluetooth.

Fuente: El autor

Módulo Enviar SMS: Constituye la opción manual en la que el usuario tiene la posibilidad de enviar mensajes SMS, vía Bluetooth a dispositivos celulares que estén registrados en la base de datos, es decir, que sean autorizados de recibir los mensajes. La interfaz presenta una opción de desplegar las diferentes direcciones Bluetooth que están registradas en la base de datos dándole la posibilidad al usuario de seleccionar a que usuario le desea hacer el envío. Una vez seleccionada la dirección Bluetooth aparecen los datos del usuario registrado, posteriormente el usuario tiene la posibilidad de escribir el mensaje a enviar con un contador gráfico que cuenta la longitud del SMS que es hasta 160 caracteres. Las mencionadas indicaciones son apreciadas en la figura 14.

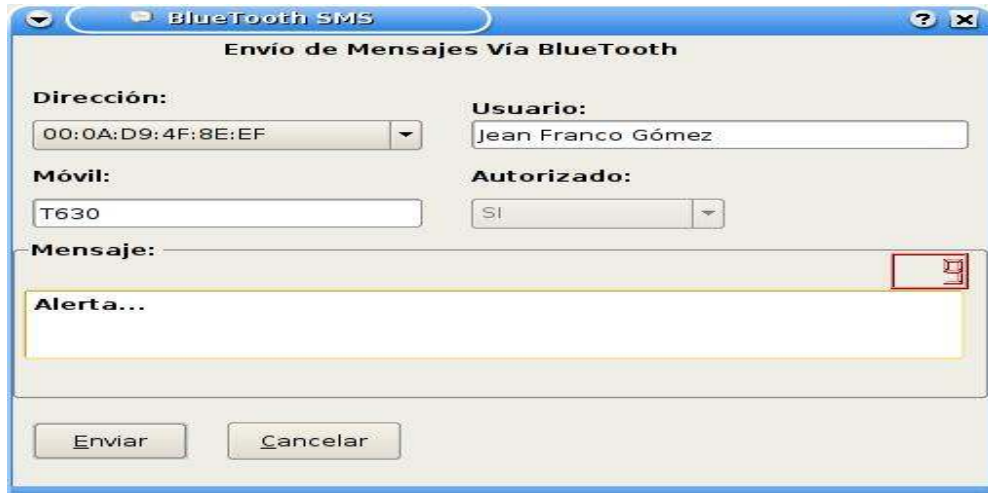


Figura 15. Envío de mensajes SMS, vía Bluetooth.

Fuente: El autor

Una vez que el usuario haya introducido el mensaje SMS si selecciona el botón enviar, este se envía al móvil que este en la zona Bluetooth, autorizado de recibir estos mensajes y se muestra una ventana con información de mensaje exitoso, en caso contrario, despliega mensajes de error. En la figura 14 se muestra la interfaz cuando el mensaje es enviado exitosamente.



Figura 16. Envío de mensajes SMS, vía Bluetooth exitoso.

Fuente: El autor

Módulo Hacer Ping: Esta constituido por dos opciones llamadas Dispositivos Móvil y Nodo de Red, este módulo es el encargado de presentar las comunicaciones activas entre los dispositivos Bluetooth y las estaciones de trabajo presentes en la red LAN. Las comunicaciones activas se refiere a las informaciones mostradas cuando genera respuesta positivas de entrega de paquetes y tiempo de entrega; La opción de Dispositivos Móvil es la que el usuario puede seleccionar para hacer Ping a un dispositivo Bluetooth que se encuentre en la base de datos, mientras que la selección de Nodo de Red se refiere a hacer Ping a las estaciones de trabajo que esten en el entorno de red del computador que contiene la herramienta desarrollada. En las figuras 16 y 17 se muestra las interfaces asociadas a las opciones de Dispositivos Móvil y Nodo de Red respectivamente.

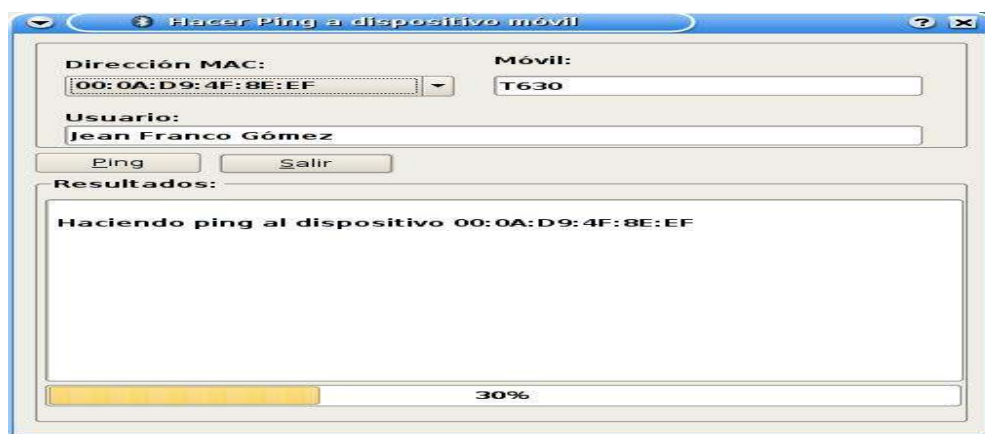


Figura 17. Ping a dispositivos móviles.

Fuente: El autor



Figura 18. Ping a una estación de la red LAN.

Fuente: El autor

Es importante hacer notar que ambos casos los botones llamados Ping son lo que se deben seleccionar para realizar la funcionalidad asociada a indagar la comunicación activa con los dispositivos o estaciones de trabajo, de esta manera el usuario podrá ver las respuesta obtenidas durante el proceso realizado. En la figura 18 se muestra el tipo de respuesta que genera la opción de realizar un Ping a un dispositivo móvil.

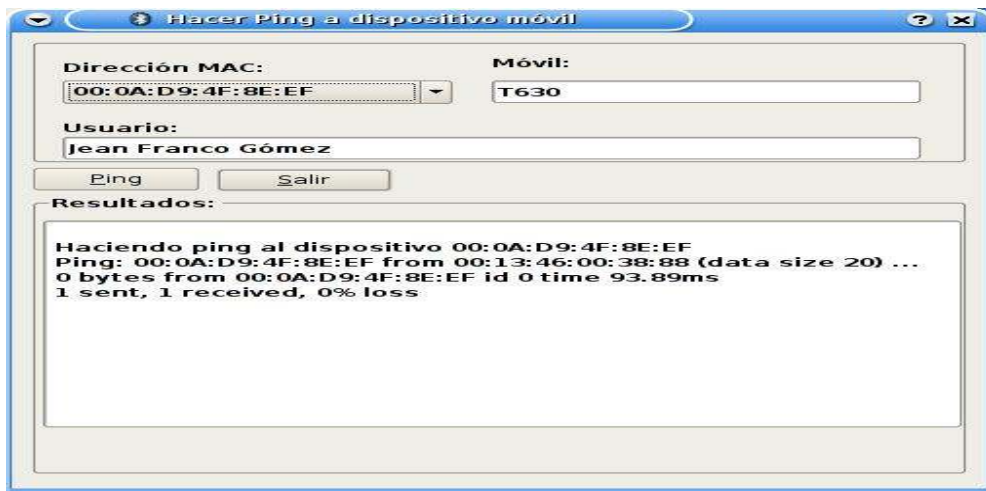


Figura 19. Resultados obtenidos durante Ping a móviles.

Fuente: El autor

Módulo Registro de Móvil: Este módulo permite al usuario registrar los celulares Bluetooth en la base de datos, para de esta manera tener un control de los usuarios autorizados de recibir los mensajes SMS. Las funcionalidades que el usuario puede realizar en el manejo de esta opción son: registrar nuevos dispositivos, editar los que se encuentren en la base de datos y eliminar los que desee. Se ofrece la posibilidad de recorrer la información de los usuarios registrados en la base de datos con el uso de los botones: Primero, Anterior, Siguiente, Ultimo. En la figura 19 se visualiza el planteamiento indicado.



Figura 20. Registro de Móviles.

Fuente: El autor

Una vez explicado el modulo de archivo es importante destacar que la herramienta presenta accesos rápidos de ellos, en algunos iconos manejado como especie de barra de herramientas, estos se encuentran ubicados debajo de las opciones principales, además en uno de esos iconos se encuentra la posibilidad de realizar actualizaciones de las direcciones IP en caso de que ocurra algún cambio en la red LAN, con solo seleccionar la opción que despliega el mensaje Actualizar Nodos de Red, el sistema elimina la ya existente y guarda en la base de datos los cambios en las direcciones IP, posteriormente el usuario tiene la posibilidad de verificar estos cambios en las opciones de reportes.

Menú Reportes

En el caso de seleccionar este menú la herramienta mostrará al usuario módulos como: Dispositivos Bluetooth, Estaciones de Trabajo y Historial de dispositivos, en cada uno de ellos se presentará información en interfaces de reportes. La figura 20 presenta la interfaz que muestra los módulos mostrados al usuario una vez seleccionado este menú.



Figura 21 .Registro de dispositivos Bluetooth registrados.

Fuente: El autor

Módulo Dispositivos Bluetooth: Constituye la opción en la que el usuario tiene la posibilidad consultar los usuarios registrados en la base de datos, por consiguiente conocer la información de cada uno de ellos y saber la cantidad de usuarios autorizados de recibir los mensajes SMS, en la figura 20 se visualiza la interfaz gráfica que presenta este tipo de reporte.

	Tipo	Dirección MAC	Nombre	Usuario
1	Celular	00:0A:D9:4F:8E:EF	T630	Jean Franco Gómez
2	Celular	00:03:D5:3F:7A:8E	Nokia	Nina
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Figura 22 .Reportes de dispositivos Bluetooth registrados.

Fuente: El autor

Módulo Estaciones de Trabajo: Constituye la opción en la que el usuario tiene la posibilidad consultar las estaciones de trabajos asociadas a la red LAN y que están presente en la misma red del computador que contiene la herramienta desarrollada. La información se presenta en primera instancia sale el servidor de la red y posteriormente las estaciones de red, la figura 21 permite apreciar la interfaz gráfica mostrada al usuario.

	Nombre	Dirección IP	Descripción
1	debian	192.168.1.1	Servidor de Red
2	estacion1	192.168.1.2	Estación de trabajo 1
3	estacion2	192.168.1.2	Estación de trabajo 2
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Figura 23. Reportes de Estaciones de trabajo de la red LAN.

Fuente: El autor

Módulo Historial de Dispositivos: Este módulo genera una información de gran utilidad al usuario ya que permite determinar que dispositivos Bluetooth se encontraron en la zona en un tiempo determinado y de esta manera se pueda apreciar

-un reconocimiento inmediato de dispositivos desconocidos a través del status de autorización. El historial manejado es una bitácora informativa que contiene información como: tipo de dispositivo, dirección del dispositivo, usuario, fecha y hora, autorización. En la figura 22 se aprecia la interfaz mostrada en la selección de este módulo.

Menú Configuración

En el caso de seleccionar este menú la herramienta mostrará al usuario el módulo de opciones para que se puedan indicar las configuraciones de tiempo en caso escaneos automáticos para los dispositivos Bluetooth y estaciones de trabajos. Las funcionalidades acá presentadas deben ser claramente entendidas ya que estas facilitan la localización y envíos de mensajes SMS, vía Bluetooth al usuario administrador de la red, por tal razón se detalla la información explicando sus beneficios según la configuración:

Escaneos automáticos de dispositivos móviles: El usuario al realizar este proceso de configuración la herramienta por si sola según el tiempo indicado para comenzar los escaneos, comenzará a detectar los dispositivos Bluetooth que puedan estar presentes en la zona, de esta manera el usuario tiene la posibilidad de seguir trabajando en otras tareas en la misma computadora o se puede movilizar a realizar otras labores, puesto que la herramienta cuando detecta dispositivos Bluetooth muestra una interfaz con los iconos de dispositivos encontrados y a su vez hace un parpadeo en la ventana (minimizada) de la aplicación dando una señal; de esta manera el usuario podrá consultar seleccionando el icono deseado la información del dispositivo encontrado en la zona Bluetooth. La figura 23 muestra la interfaz mostrada al seleccionar el módulo de opciones.



Figura 24. Opciones de configuración de escaneos.

Fuente: El autor

En las figuras 24 y 25 que se muestran a continuación se presenta el caso cuando la herramienta detecta dispositivos celulares en la zona Bluetooth, mostrando el icono representativo de un celular para una vez seleccionado el usuario detalle la información del dispositivo.

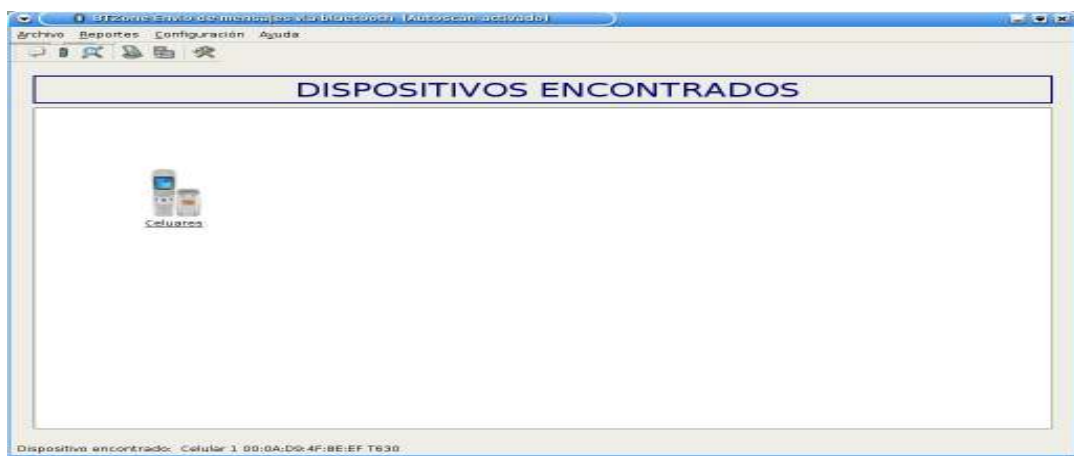


Figura 25. Dispositivo celular Bluetooth detectado.

Fuente: El autor

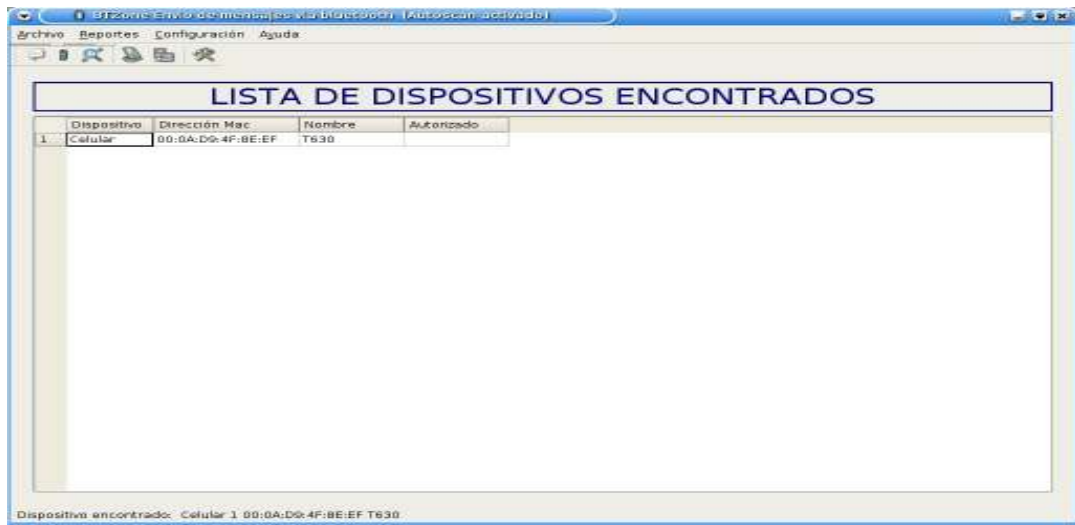


Figura 26. Información mostrada al seleccionar el dispositivo Bluetooth.

Fuente: El autor

Por otro lado, es importante destacar que las opciones de configuración para escanear las direcciones IP activas en la red LAN, permiten a el usuario la posibilidad de recibir mensajes SMS, vía Bluetooth cuando una estación de trabajo no responda a los escaneos basados en Ping de las direcciones IP, así el usuario administrador cuenta con la posibilidad de tener movilidad y ser informado cuando ocurran dichos fallos, todo estos procesos son de manera automática.

Menú Ayuda

En este menú se presenta un detalle informativo al usuario acerca de la versión del sistema, la clase de dispositivos utilizados y protocolos manejados en la programación de la herramienta.

d) Evaluación y Análisis de resultados

En esta sección se detallan los aspectos relacionados con la evaluación realizada una vez desarrollada la herramienta y se presentan las conclusiones observadas durante los ensayos establecidos, por tal razón es necesario mencionar en primera instancia los aspectos principales que se deben considerar a la hora de evaluar y manejar la herramienta.

El ambiente ideal para el desarrollo de las pruebas de la herramienta debe presentar las siguientes características:

- Se debe tener previamente instalado los dispositivos maestros y esclavos en la zona Bluetooth.
- Se debe configurar la red LAN compuesta por el servidor que es el computador que contenga el dispositivo maestro y el resto de equipos se configuran como estaciones de trabajo formando parte de la red LAN con el servidor.
- Para realizar el envío de mensajes SMS, vía Bluetooth, es necesario realizar las configuraciones de emparejamiento de dispositivos maestro y esclavos con las asociaciones de un mismo PIN entre ellos.
- Para el escaneos de dispositivos Bluetooth y procesos de comunicación activas como Ping no es necesario que los dispositivos contengan el proceso de emparejamiento.

Las evaluaciones realizadas acerca del funcionamiento de la herramienta se basaron en las características anteriormente mencionadas y se observaron los siguientes resultados:

- La herramienta permitió realizar escaneos de dispositivos Bluetooth localizando dispositivos celulares que incorporan el estándar basados en el reconocimiento de dispositivos presentes en el área.
- Las configuraciones iniciales para el envío de mensajes SMS son necesarias para transmitir la comunicación completamente.
- La herramienta permitió ofrecer un envío de mensajes SMS, vía Bluetooth directamente, sin pasar por una operadora, desde el PC al celular.
- La herramienta permitió realizar envíos de mensajes de manera automática al usuario administrador de la red LAN, con la finalidad de informar eventos de desconexiones de estaciones de trabajos presentes en la red.

Una vez realizadas estas evoluciones se llegó a la conclusión de que la herramienta desarrollada presentó un desempeño adecuado y efectivo en cada una de las evaluaciones realizadas. Sin embargo es importante destacar que en la fase de diseño y programación fue necesario manejar los errores que se presentaban cuando las evaluaciones son realizadas fuera de las características mencionadas anteriormente, así pues se considera conveniente mencionar los manejos de errores manejados en el desarrollo de la herramienta tal como se muestra a continuación:

- La herramienta funciona perfectamente en entorno de 10 metros, esto debido a las características del dispositivo maestro utilizado, por tal razón se maneja mensajes de error de envíos de mensajes SMS no realizados por fuera de rangos de coberturas.
- Los escaneos automáticos detectan cualquier dispositivo Bluetooth que se encuentre en la zona de acción, si embargo se muestran mensajes de dispositivos no encontrados en caso de que los dispositivos estén apagados.

- El envío de mensaje maneja los mismo tiempos de respuesta cuando el dispositivo esta en la zona Bluetooth, pero si el dispositivo no esta en la campo de acción se envían mensajes de errores en el envío.
- La realización de Ping a dispositivos Bluetooth para comprobar comunicaciones activas con los dispositivos Bluetooth, se realiza efectivamente; sin embargo cuando el dispositivo esta apagado fue necesario manejar mensajes de dispositivos no encontrados.

Los manejos de errores mencionados anteriormente son en tiempo de procesamiento de la herramienta, sin embargo internamente para el desarrollo de la herramienta se manejaron errores de compilación que se podían presentar como es el caso de abrir y cerrar los socket correctamente.

El desarrollo de este capítulo permitió mostrar el detalle de las fases realizadas para desarrollar la herramienta, dejando una guía detallada del uso de la misma y consideraciones para su evaluación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después de desarrollar una herramienta para localizar usuarios Bluetooth y enviarles mensajes SMS, desde un PC, realizando el envío sin pasar por una operadora el autor de la investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los procesos de localización de usuarios Bluetooth y envío de mensajes SMS durante las pruebas realizadas fueron exitosos.
2. Se mostró que la mensajería SMS Bluetooth es útil para mostrar información de eventos de notificaciones de alertas al administrador de la red, de esta manera se solventó la necesidad de información del administrador de la red para apoyar su actividad de trabajo mientras esta en constante movimiento.
3. El envío de mensajes SMS se realizó sin ningún costo asociado por parte de la operadora. Solamente se utilizó el canal Bluetooth. Este aspecto permitiría contar con un sistema de envío de mensajes SMS, vía Bluetooth que no requiera costo y que minimice los costos asociados por servicios de llamadas y localización de personas.
4. La herramienta fue útil para detectar cualquier dispositivo Bluetooth presente en la red y permitió indicar la clase de dispositivo encontrado, mejorando aspectos de detección de dispositivos comparados con los comandos hcitool scan usados en Linux.
5. La herramienta permitió contar con un historial de los dispositivos encontrados en un momento determinado en la red Bluetooth, indicando en reportes de bitácora la hora y fecha en que un dispositivo estuvo en la zona Bluetooth.

Recomendaciones

Tomando en cuenta las conclusiones planteadas en este estudio, el autor considera conveniente

1. Ampliar la aplicabilidad de la herramienta en otros entornos donde exista la necesidad de información de localización de personal minimizando costos, específicamente se recomienda aplicarla para cubrir necesidades: en hospitales, clínicas, instituciones y organizaciones en general.
2. Probar la herramienta desarrollada haciendo uso de dispositivos Bluetooth de mayor alcance como por ejemplo: los que soportan distancia de 100 metros, esto con la finalidad de expandir las dimensiones de la aplicación.
3. Agregar a la herramienta módulos de programación que permitan el reenvío de mensajes TRAP usados por el protocolo SNMP, capturándolos y mandando el SMS vía Bluetooth al administrador de la red para informar alertas ocurridas en dispositivos críticos de red como: routers, puntos de accesos (access point), etc.
4. Probar la herramienta desarrollada haciendo uso de dispositivos Bluetooth de mayor alcance como por ejemplo: los que soportan distancia de 100 metros, esto con la finalidad de expandir las dimensiones de la aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Canseco, V. 2004. Sistema colaborativo de reuniones para PCs y Dispositivos móviles. Revisado el 12 de Noviembre de 2005 de URL: http://mixtli.utm.mx/~resdi/SISTEMA_COLABORATIVO_DE_REUNIONES_PARA_PC_S_Y_DISPOSITIVOS_MOVILES.pdf
- Fernández, A. 2004. Bluetooth en Linux HowTo. Revisado el 25 Noviembre de 2005 URL:<http://www.asturlinux.org/~alvaro/noticias/docs/bthowto/adjuntos/bluetooth.howto.pdf>
- Borches, P. 2004. Java 2 Micro Edition Soporte Bluetooth Revisado el 08 Octubre de 2005 de URL: http://www.it.uc3m.es/celestec/docencia/j2me/tutoriales/bluetooth/EstudioTecnologico1_0.pdf
- García, J. 2003. Contribución al Desarrollo de Aplicaciones Alternativas de Bluetooth: Localización de Usuarios y Telemando. Revisado el 25 de Mayo de 2005 de URL: http://www.it.uc3m.es/~jgr/publicaciones/Tesis_Jaime.pdf
- Palacios, E. 2004. Redes Inalámbricas de 2G, 2.5G y 3G. Revisado el 19 de enero de 2005 de URL: http://info.pue.udlap.mx/~tesis/lem/mayoral_p_e/
- Paredes y Cabrerizo, 2004. Redes de Datos y Servicios Multimedia Domésticos. Revisado el 05 de Mayo de 2005 de URL: [http://casafutura.diatel.upm.es/rssmd/trabajos/2004/word/06.-%20Bluetooth%20\(E.Almagro,E.Aguilera\).pdf](http://casafutura.diatel.upm.es/rssmd/trabajos/2004/word/06.-%20Bluetooth%20(E.Almagro,E.Aguilera).pdf)
- Pérez, J. 2002. Diseño de un modelo para el envío de mensajes multimedia hacia los dispositivos celulares adaptado a la RedUCLA. Trabajo de Grado. Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado. 211p.
- Micronet. 2006. Bluetooth. Revisado 01 Febrero de 2006 de URL: <http://spain.micronet.com.tw/Products/Bluetooth/Bluetooth.asp>
- Muller, N. 2002. Tecnología Bluetooth. Serie Telecomunicaciones Editorial McGraw-Hill Profesional. España
- Rodríguez y Maya. 2003. Implementación de una Red Inalámbrica Bluetooth. el 05 de Mayo de 2005 de URL: http://eiee.univalle.edu.co/~telecomunicaciones/tesis/Bluetooth/Implementacion_Red_Bluetooth-UV.pdf

- Sitio Web del diario El Universal, 2005. Bluetooth, una autentica extensión de los sentidos. Revisado el 30 de Enero de 2005 de URL: http://noticias.eluniversal.com/2005/05/09/eco_art_09208C.shtml
- Sitio Web iMarketing.es, 2005. Servicio de Información en Carretera basado en Posicionamiento y Bluetooth. Revisado el 19 de Octubre de 2005 de URL: <http://www.imarketing.es/pdf/carretera.pdf>
- Sitio Web Oficial de Bluetooth, 2004. Acerca de SIG. Revisado el 23 de enero de 2005 de URL: <http://spanish.bluetooth.com/about/members.htm>
- Tanenbaum, A. 2003. Redes de Computadoras. Prentice Hall. México
- Universidad de Burgos, 2005. Zonas Wi-Fi de la Biblioteca Universitaria. Revisado el 01 de Febrero de 2006 de URL: http://www.ubu.es/biblioteca/servicios/wifi/Zonas_Wi-Fi_Biblioteca_triptico.pdf
- Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). 2002. Manual para la Elaboración del Trabajo Conducente al Grado Académico de: Especialización, Maestría y Doctorado.
- Vieira y Benavides, 2004. Sistema de Control Inalámbrico basado en tecnología SMS para la Manipulación de un Robot de Exploración Terrestre.. Trabajo de Grado. Universidad Católica Andrés Bello.
- Velázquez, L. 2004. Bluetooth más que una conexión inalámbrica. Revisado 01 de Febrero de 2006 de URL: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2004/octubre/bluetooth.htm>

ANEXOS

Códigos

Envío del Mensaje:

```
//NORMAL SMS
    if (at_command(fd, "AT+CMGF=1\r", 10000) != 0)
error(), exit(-1); /* Preferred Message Format =
Text mode */

        //strcpy(data, "AT+CMGS=\"");
        strcpy(data, "AT+CMGW=\"");

//strcat(data, target);trcat(data, "19216811");
    strcat(data, "\r");

        if (at_command(fd, data, 10000) != 2) error(),
exit(-1); /* target phonenumber */

        strcpy(data, argv[argc-1]);
        strcat(message, "\x1a");
        if (at_command(fd, message, 200000) != 0)
error(), exit(-1); /* Our message */
```

Identificación del Tipo de Dispositivo

```
if((binclass[12]=='0') && (binclass[11]=='0') &&
(binclass[10]=='0') && (binclass[9]=='0') &&
(binclass[8]=='1'))
{
```

Ejecuta el broadcast en la red

```
system("nmblookup -T \"*\r" > hosts.lst");
```