



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA Y**  
**COMUNICACIONES**

**TEMA:**

-----  
Diseño de un Enlace Inalámbrico para transmisión de datos entre las  
Sucursales de Andinamotors 1 y 2 para la Compañía Compumática  
Cia. Ltda.

-----  
Proyecto de Pasantía de Grado, previo a la obtención del Título de Ingeniero en  
Electrónica.

**AUTOR:**

César Danilo Cáceres Montesdeoca

**TUTOR:**

Ing. Edwin Morales

AMBATO – ECUADOR

Octubre/2006

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“DISEÑO DE UN ENLACE INALÁMBRICO PARA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LAS SUCURSALES DE ANDINAMOTORS 1 Y 2 PARA LA COMPAÑÍA COMPUMATICA CIA. LTDA.”**, realizado por el Sr. César Danilo Cáceres Montesdeoca, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación de conformidad con el Art. 68 del Capítulo IV Pasantías, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Octubre del 2006

**EL TUTOR**

.....  
Ing. Edwin Morales.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme iluminado con inteligencia y capacidad,  
para cumplir con éxito mis más anhelados sueños.

Con abnegación y profundo respeto a mis padres,  
Por ser los mejores padres del mundo,  
ejemplo de trabajo y sacrificio, bondad infinita,  
para buscar un futuro para sus hijos.

**César D. Cáceres M.**

## **AGRADECIMIENTO**

Gratitud imperecedera a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Escuela de Electrónica, exponente de la Educación Superior de la provincia y el país, que cuando jóvenes nos permitió ingresar a sus aulas para saborear el aroma de la ciencia, el manjar de la Filosofía, Tecnología, sabios principios que nos han permitido alcanzar madurez, moldear nuestro espíritu y mantener latente el ideal de ser mañana seres humildes, pero dignos al servicio de la sociedad toda.

Especial agradecimiento al Ing. Edwin Morales y al Ing. Franklin Salinas, destacados profesionales por su apoyo continuo, que con sus consejos y firmeza, siempre inculcaron en mí, investigar y apegarse a la verdad de los hechos; a más de que la amistad y el respeto brindado con mi persona, siempre les harán merecedores de recordación y eterna admiración

También quiero agradecer a Compumática Cía. Ltda. de la Ciudad de Ambato, por haberme brindado la posibilidad de realizar mi pasantía y formar parte de esta noble Institución.

**César D. Cáceres M.**

## INDICE GENERAL

|   | Pág.     |
|---|----------|
| Portada.....                                    | i        |
| Página de aprobación del tutor o director ..... | ii       |
| Dedicatoria.....                                | iii      |
| Agradecimiento.....                             | iv       |
| Índice General de Contenido.....                | v        |
| Resumen Ejecutivo.....                          | ix       |
| Introducción .....                              | 1        |
| <br>  |          |
| <b>CAPITULO I : EL PROBLEMA .....</b>           | <b>3</b> |
| 1.1.Tema de Investigación .....                 | 3        |
| 1.2. Planteamiento del Problema .....           | 3        |
| 1.3. Justificación .....                        | 4        |
| 1.4. Objetivos.....                             | 5        |
| 1.4.1. Objetivo General.....                    | 5        |
| 1.4.2. Objetivos Específicos.....               | 5        |
| <br>  |          |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>         | <b>6</b> |
| 2.1. Antecedentes Investigativos .....          | 6        |
| 2.2. Fundamentación legal.....                  | 6        |
| 2.3. Categorías fundamentales .....             | 10       |
| 2.4. Hipótesis .....                            | 19       |
| 2.5. Señalamiento de variables .....            | 19       |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....</b>   | <b>20</b> |
| 3.1. Enfoque .....   | 20        |
| 3.2. Modalidad básica de la Investigación.....                                 | 20        |
| 3.3. Nivel o tipo de Investigación.....  | 21        |
| 3.4. Población y muestra .....   | 21        |
| 3.5. Recolección de Información.....   | 22        |
| 3.6. Procesamiento y análisis.....   | 22        |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SISTEMA E INTERPRETACION DE<br/>RESULTADOS.....</b> | <b>23</b> |
| 4.1. Diseño del Sistema.....   | 23        |
| 4.2. Interpretación de resultados.....   | 38        |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>                         | <b>41</b> |
| 5.1. Conclusiones.....   | 41        |
| 5.2. Recomendaciones.....  | 43        |
| <br>   |           |
| <b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....</b>   | <b>44</b> |
| 6.1. Datos generales del proyecto.....   | 44        |
| 6.1.1 Nombre del proyecto.....   | 44        |
| 6.1.2. Unidad ejecutora .....  | 44        |
| 6.1.3. Localización .....  | 44        |
| 6.1.4. Plazo de ejecución.....   | 44        |
| 6.1.5. Monto.....  | 45        |
| 6.2. Diseño del Enlace Inalámbrico Utilizando Spread Spectrum .....            | 45        |
| 6.2.1. Sistemas de Radio Comunicaciones.....                                   | 45        |
| 6.2.2. Infraestructura .....   | 45        |
| 6.2.3 .Mantenimiento .....   | 46        |
| 6.2.4. Tecnología del Enlace.....  | 46        |
| 6.2.5. Survey.....   | 49        |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.2.5.1 Localización del Sitio .....                                      | 50        |
| 6.2.5.2 Map Survey.....   | 50        |
| 6.2.5.3 Determinación de los Sitios en el Map Survey .....                | 52        |
| 6.2.5.4. Site Survey.....   | 54        |
| 6.2.5.4.1 Accesos al Sitio... ..  | 54        |
| 6.2.5.4.2 Disponibilidad de Espacio .....                                 | 55        |
| 6.2.5.4.3 Tipo de Suelo....   | 55        |
| 6.2.5.4.4 Otras Observaciones.....  | 57        |
| 6.2.5.5 Site Survey para Repetidores.....                                 | 57        |
| 6.2.5.6 Path Survey.....  | 58        |
| 6.2.5.7 Determinación de la Orientación del Enlace.....                   | 59        |
| 6.2.5.8 Pruebas de Ruta (Path) y de Propagación.....                      | 60        |
| 6.2.6 Alternativa con Repetidoras Back to Back y Repetidoras Activas..... | 62        |
| 6.3 EJECUCIÓN DEL DISEÑO DEL ENLACE.....                                  | 64        |
| 6.3.1 Selección de la Tecnología de Modulación.....                       | 65        |
| 6.3.2 Selección del Producto (Propuesta).....                             | 69        |
| 6.3.3 Ejemplos de los Productos De la Propuesta.....                      | 73        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>82</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>83</b> |

## LISTADO DE ANEXOS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| Nº 01 | GLOSARIO DE TERMINOS.....                 | 84 |
| Nº 02 | Tablas de Complacencia.....               | 86 |
| Nº 03 | Norma IEEE 802.11.....                    | 90 |
| Nº 04 | Mapa Topográfico del Cerro Pilisurco..... | 97 |





## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto se llevó a cabo durante los meses Agosto - Octubre, del 2006. La evaluación de este proyecto analiza el Diseño para la implementación del Sistema de Transmisión de datos a través del Enlace Inalámbrico en las Sucursales de Andinamotors, para realizar, el cambio por el sistema actual que es el de cableado que utilizan actualmente, desde el punto de vista de equipos, técnico y de rentabilidad económica

La primera parte de este proyecto comprende el marco teórico, donde se explica los principios básicos y los modos de operación de las redes Inalámbricas. Las características de operación de cada banda de frecuencia de radio enlace se describen y comparan con respecto al rendimiento y aplicación. Además se enfoca en el mundo de los distintos equipos que, desafían los intentos de interceptación y proveen altas tasas de velocidades de datos, hasta finalizar con el conocimiento de la red Inalámbrica WLAN, sus características, modos de operación e instalación generales.

La segunda parte del proyecto comprende un estudio y análisis técnico del nuevo sistema de radio enlace de Andinamotors, que implica conocer sus antecedentes y el equipo a utilizar, así como de estudiar sus características y funciones principales.

La tercera parte consiste en un breve estudio estructural del Enlace Inalámbrico y de todas las condiciones de operación técnicas. Esto incluye analizar el Spread Spectrum, Equipos y las antenas. Además se analiza cada uno de los componentes y accesorios para armar un sistema de la Red Inalámbrica. Esta parte trata, en resumen, de obtener todo el equipo necesario para llevar a cabo la implementación.

Una vez que se han conocido los equipos y la tecnología involucrados en la instalación y operación del Sistema Inalámbrico, se puede determinar los costos económicos que implicaría esta inversión bajo criterios claramente definidos, tales

como instalación, entrenamiento, transporte, impuestos y costos administrativos adicionales para su implementación, los cuales se analizarán posteriormente ya con Andinamotors para su implementación.

## INTRODUCCION

En los últimos años la rapidez con la que se ha desarrollado la tecnología y en especial las de las telecomunicaciones, ha provocado que haya una exigencia por adquirir nuevos y mejores equipos de transmisión, además de que su manejo está al alcance de personal no tan especializado, por tal motivo sus niveles de comercialización han penetrado en un amplio mercado.

El presente proyecto se realizó con la finalidad de dar a conocer la situación actual de las Redes que se usan en las empresas , y en especial, del cableado instalado actualmente en las sucursales de Andinamotors, y la factibilidad de su reemplazo por equipos nuevos con tecnología de punta, como lo es el Spread Spectrum.

Hoy en día es clara la alta dependencia en las actividades empresariales e institucionales de la redes de comunicación. Por ello la posibilidad de compartir información sin que sea necesario buscar una conexión física permite mayor movilidad y comodidad.

Así mismo la red puede ser más extensa sin tener que mover o instalar cables. Respecto a la red tradicional la red sin cable ofrece ventajas, como:

- **Movilidad:** Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todo usuario de la red. El que se obtenga en tiempo real supone mayor productividad y posibilidades de servicio.
- **Facilidad de instalación:** Evita obras para tirar cable por muros y techos.
- **Flexibilidad:** Permite llegar donde el cable no puede.
- **Reducción de costos:** Cuando se dan cambios frecuentes o el entorno es muy dinámico el coste inicialmente más alto de la red sin cable es significativamente más bajo, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.

- **Escalabilidad:** El cambio de topología de red es sencillo y trata igual pequeñas y grandes redes.

Las redes inalámbricas puede dividirse en dos categorías:

- Redes inalámbricas de área local
- Redes inalámbricas para comunicación móvil.

La diferencia fundamental entre ambas radica en los modos de transmisión. Las LAN inalámbricas emplean transmisores y receptores que se encuentran en los edificios en que se usan mientras que las comunicaciones móviles inalámbricas usan las compañías de telecomunicaciones telefónicas u otros servicios públicos en la transmisión y recepción de las señales.

En general esta investigación contiene un Diseño de factibilidad para la implementación del enlace inalámbrico entre las sucursales de Andinamotors, con lo cual permitirá modernizar el sistema actual, además de dar un mejor apoyo a las áreas dedicadas a las transmisiones.

A demás todos los objetivos propuestos se han cumplido de la mejor manera posible como se demuestra en el transcurso del desarrollo del diseño; debido principalmente a la importante colaboración prestada por los directivos, técnicos y trabajadores de la Empresa Compumática Cía. Ltda. Y sobre todo a la desinteresada labor de asesoramiento desplegada tanto del coordinador empresarial como del tutor de la facultad.

# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema de Investigación**

**DISEÑO DE UN ENLACE INALÁMBRICO PARA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LAS SUCURSALES DE ANDINAMOTORS 1 Y 2 PARA LA COMPAÑÍA COMPUMÁTICA CIA. LTDA.**

### **1.2 Planteamiento del Problema**

La demanda por parte de la sociedad de fiabilidad y rapidez en la transmisión de información está aumentando rápidamente en los últimos años. Se camina globalmente hacia la denominada Sociedad de la Información. Así, conceptos como telemedicina, telé trabajo, teleducación,... son cada vez más usados y aceptados.

La Sociedad de la Información necesita para su desarrollo de unas Tecnologías adecuadas. Por un lado, es importante de aplicaciones intuitivas y fáciles de utilizar por parte del usuario medio, pero también lo es el avance de unas infraestructuras de telecomunicaciones eficientes.

Así pues, desde el punto de vista de las redes de comunicaciones inalámbricas, es necesario un aumento del ancho de banda real que se puede ofrecer al usuario. Para ello es necesaria la elección de un medio físico adecuado, el desarrollo de dispositivos apropiados para el mismo, el estudio de técnicas de diseño de redes, y el empleo de protocolos y mecanismos que mejoren el rendimiento de la red.



En este proyecto se tratan las redes inalámbricas como tecnología fundamental de la nueva generación de redes de transmisión de datos, y se presentan técnicas para el diseño de las mismas.

En particular, el estudio se centra en el enlace inalámbrico que utiliza el Spread Spectrum, para aprovechar el enorme ancho de banda que ofrece el uso de lo que es la red inalámbrica, a pesar de existir desde hace varios años, hoy en día es uno de los temas de mayor interés dentro del área de la infraestructura de redes Inalámbricas

En el estudio como la implementación deben constar, fotografías, gráficos, diagramas, esquemas, etc., con lo cual se facilitará la comprensión de las explicaciones.

Una cualidad muy importante que se debe distinguir, es la que cada tema se explique lo mejor posible, al mismo tiempo que con brevedad y precisión.

Por muchas razones es indispensable conocer, estudiar y aún mejorar este tipo de tecnología ya que nos dará un enfoque diferente sobre lo que significa no solo las Redes Inalámbricas, sino las comunicaciones en sí, teniendo en cuenta las diferentes modulaciones y ancho de banda que se dan para una comunicación eficaz.

### **1.3 Justificación**

La falta de conocimiento y el alcance real de cualquier tipo de material de RED, hacen indispensable elaborar un diseño de factibilidad y puesta en marcha, para conocer y explicar todos los diferentes elementos empleados para una óptima transmisión.



El estudio en detalle de este tipo de red inalámbrica supone en su más amplio sentido el estudio de la energía radiante, y a sus modos distintos de operación, así sea para la transmisión de inteligencia o para cualquier otro propósito.

El poder, comprender, aprender y operar el material del Enlace Inalámbrico es una gran oportunidad para conocer en forma real como opera específicamente estos equipos de comunicación, a la vez que dará una nueva perspectiva en el ámbito personal, Hoy en día las comunicaciones y la tecnología están en continúa expansión y nos obligan a no estancarnos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar el Diseño adecuado de un enlace inalámbrico utilizando la tecnología Spread Spectrum (Espectro Ensanchado) para la transmisión de datos entre las Sucursales de Andinamotors 1 y 2 para la Compañía Compumática Cia. Ltda.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Efectuar todos los estudios de factibilidad del enlace inalámbrico, empleando Spread Spectrum para hacer posible la transmisión de datos entre las Sucursales de Andinamotors 1 y 2 en la ciudad de Ambato.
  
- Evaluar la incidencia que tendrán las redes inalámbricas basadas en Spread Spectrum, para mejorar la capacidad de transmisión de información y aprovechar de mejor manera el ancho de banda.
  
- Realizar el Diseño del enlace para que las sucursales de Andinamotors puedan tener un sistema de comunicación óptimo y así cada sucursal poder transmitir y recibir la información en forma nítida.
  
- Determinar las ventajas y desventajas que nos brindaría tener un diseño del enlace inalámbrico entre las Sucursales de Andinamotors 1 y 2.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Se realizo la búsqueda de temas relacionados o parecidos en Internet, tesis, libros de la biblioteca y perfiles de proyectos la Facultad de Ing. en Sistemas y de la Universidad Técnica de Ambato, y no se encontró algún proyecto, autor, o empresa que haya hecho este tema

#### **2.2 Fundamentación Legal**

En 1990, en el seno de IEEE 802, se forma el comité IEEE 802.11, que empieza a trabajar para tratar de generar una norma para las WLAN. Pero no es hasta 1994 cuando aparece el primer borrador, y en junio de 1997 que se da por finalizada la norma.

En 1992 se crea Winforum, consorcio liderado por Apple y formado por empresas del

sector de las telecomunicaciones y de la informática para conseguir bandas de frecuencia para los sistemas PCS (Personal Communications Systems). En ese mismo año, la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), a través del comité ETSI-RES 10, inicia actuaciones para crear una norma a la que denomina HiperLAN (High Performance LAN) para, en 1993, asignar las bandas de 5,2 y 17,1 GHz.

En 1993 también se constituye la IRDA (Infrared Data Association) para promover el desarrollo de las WLAN basadas en enlaces por infrarrojos.

En 1996, finalmente, un grupo de empresas del sector de informática móvil y de servicios forman el Wireless LAN Interoperability Forum (WLI Forum) para potenciar este mercado mediante la creación de un amplio abanico de productos y servicios interoperativos. Entre los miembros fundadores de WLI Forum se encuentran empresas como ALPS Electronic, AMP, Data General, Contron, Seiko, Epson y Zenith Data Systems.

En un futuro no lejano, el previsible aumento del ancho de banda asociado a las redes inalámbricas y, consecuentemente, la posibilidad del multimedia móvil, permitirá atraer a mercados de carácter horizontal que surgirán en nuevos sectores, al mismo tiempo que se reforzarán los mercados verticales ya existentes. La aparición de estos nuevos mercados horizontales está fuertemente ligada a la evolución de los sistemas PCS (Personal Communications systems), en el sentido de que la base instalada de sistemas PCS ha creado una infraestructura de usuarios con una cultura tecnológica y hábito de utilización de equipos de comunicaciones móviles en prácticamente todos los sectores de la industria y de la sociedad.

Esa cultura constituye el caldo de cultivo para generar una demanda de más y más sofisticados servicios y prestaciones, muchos de los cuales han de ser proporcionados por las WLAN.

## **Antecedentes**

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas, donde se utilizaba el esquema del spread spectrum (espectro extendido), siempre a nivel de laboratorio. En mayo de 1985, y tras cuatro años de estudios, el FCC (Federal Communications Commission), la Agencia Federal del Gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de telecomunicaciones, asignó las bandas IMS (Industrial, Scientific and Medical) 902-928 MHz, 2,400-2,4835 GHz, 5,725-5,850 GHz a las redes inalámbricas basadas en spread spectrum. (IMS es una banda para uso comercial sin licencia).

La asignación de una banda de frecuencias propició una mayor actividad en el seno de la industria: ese respaldo hizo que las WLAN empezaran a dejar ya el laboratorio para iniciar el camino hacia el mercado. Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando ya más en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron varios trabajos referentes a WLAN operativas que superaban la velocidad de 1 Mbps, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

Hasta entonces, estas redes habían tenido una aceptación marginal en el mercado.

Las razones eran varias:

- Gran cantidad de técnicas, tecnologías y normas existentes en el ámbito de las comunicaciones móviles debido a que los diferentes fabricantes han ido desarrollando sus propias soluciones, utilizando frecuencias y tecnologías muy distintas y normalmente incompatibles. No existía una norma y menos un estándar.
- Altos precios que reflejan los costos de investigación para desarrollar soluciones tecnológicas propietarias.

- Reducidas prestaciones si las comparamos con sus homologas cableadas: las redes inalámbricas únicamente permiten el soporte de datos, mientras que por una red de cableado podemos llevar multitud de aplicaciones tanto de voz, como de datos, vídeo, etcétera, y además, velocidades de transmisión significativamente menores.

Sin embargo, se viene produciendo estos últimos años un crecimiento explosivo en este mercado (de hasta un 100% anual). Debido a distintas razones:

- El desarrollo del mercado de los laptops y los PDA (Personal Digital Assistant), y en general de sistemas y equipos de informática portátiles hacen posible que sus usuarios puedan estar en continuo movimiento, al mismo tiempo que están en contacto con los servidores y con los otros ordenadores de la red, es decir, la WLAN permite movilidad y acceso simultáneo a la red.

- La conclusión de la norma IEEE 802.11(2) para redes locales inalámbricas, que introduce varios factores positivos:

- Interoperatividad. Esta norma aporta una plataforma estable para el desarrollo de nuevos productos, con la consiguiente confianza que este hecho genera en los usuarios. Esto posibilitará a su vez el que soluciones de distintos fabricantes puedan trabajar conjuntamente.

- Costos. Lógicamente, se producirá también una notable reducción en los precios de este tipo de productos, en primer lugar porque una vez aprobado el estándar son más los fabricantes que desarrollen sus propias soluciones inalámbricas, y además porque esto va a suponer un empuje definitivo para el mercado masivo de componentes, con el consiguiente Abaratamiento de los mismos.

- Finalmente, los grandes avances que se han logrado en tecnologías inalámbricas de interconexión y los que se tiene previsto alcanzar en proyectos varios. En este aspecto cabe destacar las mejoras de prestaciones propuestas por IEEE 802.11 en

cuanto a velocidad, mejoras incrementales, y por otro lado la intención de implementar la tecnología de transmisión ATM por parte de HiperLAN y otras mejoras tecnológicas.

## 2.3 Categorías Fundamentales

### REDES INALAMBRICAS

#### Introduccion:

Hoy en día es clara la alta dependencia en las actividades empresariales e institucionales de la redes de comunicación. Por ello la posibilidad de compartir información sin que sea necesario buscar una conexión física permite mayor movilidad y comodidad. Así mismo la red puede ser más extensa sin tener que mover o instalar cables.

Respecto a la red tradicional la red sin cable ofrece ventajas, como:

- **Movilidad:** Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todo usuario de la red. El que se obtenga en tiempo real supone mayor productividad y posibilidades de servicio.
- **Facilidad de instalación:** Evita obras para tirar cable por muros y techos.
- **Flexibilidad:** Permite llegar donde el cable no puede.
- **Reducción de costos:** Cuando se dan cambios frecuentes o el entorno es muy dinámico el coste inicialmente más alto de la red sin cable es significativamente más bajo, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
- **Escalabilidad:** El cambio de topología de red es sencillo y trata igual pequeñas y grandes redes.

Las redes inalámbricas puede dividirse en dos categorías:

- Redes inalámbricas de área local
- Redes inalámbricas para comunicación móvil.

La diferencia fundamental entre ambas radica en los modos de transmisión. Las LAN inalámbricas emplean transmisores y receptores que se encuentran en los edificios en que se usan mientras que las comunicaciones móviles inalámbricas usan las compañías de telecomunicaciones telefónicas u otros servicios públicos en la transmisión y recepción de las señales.

### **Definición.-**

WLAN son las siglas en inglés de Wireless Local Area Network. Es un sistema de comunicación de datos flexible muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableada o como una extensión de ésta.

Las WLAN han adquirido importancia en muchos campos como en la industria, gobierno, incluido el de la medicina. Las redes inalámbricas se implementan a partir de enlaces basados en el uso de la tecnología de microondas y en menor medida de infrarrojos.

Las redes locales inalámbricas, (WLANs) han sido utilizadas tanto en la industria y la oficina como en centros de investigación desde hace más de 15 años. Su atractivo viene dado por las prestaciones en cuanto a la facilidad de instalación y renunciación (y el ahorro consiguiente) que pueden ofrecer una red sin hilos frente a una red de cable y que la convierten en una opción interesante no tanto para sustituirlas, pues sus prestaciones son menores, como para constituirse en su complemento ideal.

### **Espectro Electromagnético.-**

El espectro electromagnético se divide en bandas, cada una con sus características o peculiaridades. Para evitar interferencias, a los usuarios se les asignan frecuencias específicas dentro de las bandas, frecuencias que adoptarán las peculiaridades asociadas a dichas bandas.

En la transmisión inalámbrica se emplea un rango de frecuencias que va desde los 30 KHz hasta los cientos de GHz. A esto se conoce como el **Espectro Electromagnético**.

## TECNOLOGÍA DEL ENLACE

### **Enlace Por Espectro Ensanchado (Spread Epectrum).-**

La tecnología de espectro ensanchado (Spread Spectrum) utiliza un sistema de codificación, en el cual la señal transmitida es expandida y enviada sobre un rango de frecuencias mayor que el mínimo requerido por la señal de información (de ahí su nombre).

La señal spread spectrum, propagada sobre un ancho de banda grande puede coexistir con señales de banda estrecha, añadiendo como efecto colateral un ligero incremento en el ruido de fondo que los receptores de banda estrecha pueden ver. El receptor spread spectrum no ve las señales de banda estrecha pues escucha en un ancho de banda mucho más amplio siguiendo una secuencia de código ordenada.

### **Características Técnicas del Spread Spectrum**

Los sistemas de espectro ensanchado son aquellos que se caracterizan por:

- Distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de la información;
- La energía de la señal emplea un código pseudoaleatorio independiente al de los datos;
- Mayor ancho de banda de transmisión, con una densidad espectral de potencia más baja y un mayor rechazo de las señales interferentes de sistemas que operan en la misma banda de frecuencias;
- Posibilidad de compartir el espectro de frecuencias con sistemas de banda angosta convencionales, debido a que es posible transmitir con una potencia baja en la banda de paso de los receptores de banda angosta;



- Permite rechazar altos niveles de interferencias;
- La señal transmitida resultante, con secuencia directa, es una señal de baja densidad de potencia y de banda ancha que se asemeja al ruido. La señal transmitida resultante, con salto de frecuencia, permanece un corto período de tiempo en cada frecuencia de salto de la banda y no se repite el uso del canal hasta después de un largo período de tiempo;
- Permite alta privacidad de la información transmitida,
- La codificación de la señal proporciona una capacidad de direccionamiento selectiva, lo cual permite que usuarios que utilizan códigos diferentes puedan transmitir simultáneamente en la misma banda de frecuencias con una interferencia admisible;
- Utilización eficaz del espectro, debido a la mayor confiabilidad en la transmisión, en presencia de desvanecimientos selectivos, comparado con los sistemas de banda angosta; y,
- Tiene ganancia de procesamiento.

### **Aplicaciones de la Tecnología Spread Spectrum**

La banda de frecuencias en la que trabajan los equipos de espectro ensanchado (902-928 MHz, 2,4-2,483 GHz y 5,7-5,8 GHz) son licenciadas en el Ecuador por la SENATEL.

Esta tecnología hoy en día es empleada para dar soluciones de banda ancha, internet dedicado, aplicaciones de datos, aplicaciones industriales, las mismas que son asignadas dentro de las bandas ICM (Industriales Científicas Médicas). etc., razón por la cual en las ciudades este espacio del espectro se está saturando; incluso hoy en día, las bandas de 900 MHz y 2.4 GHz en ciudades como Quito,

Guayaquil, Cuenca, Ambato, Manta, entre otras, tienen problemas de interferencia entre enlaces de espectro ensanchado, por tal motivo estas mismas proveedoras de servicios están migrando a la tercera banda (5,7 GHz).

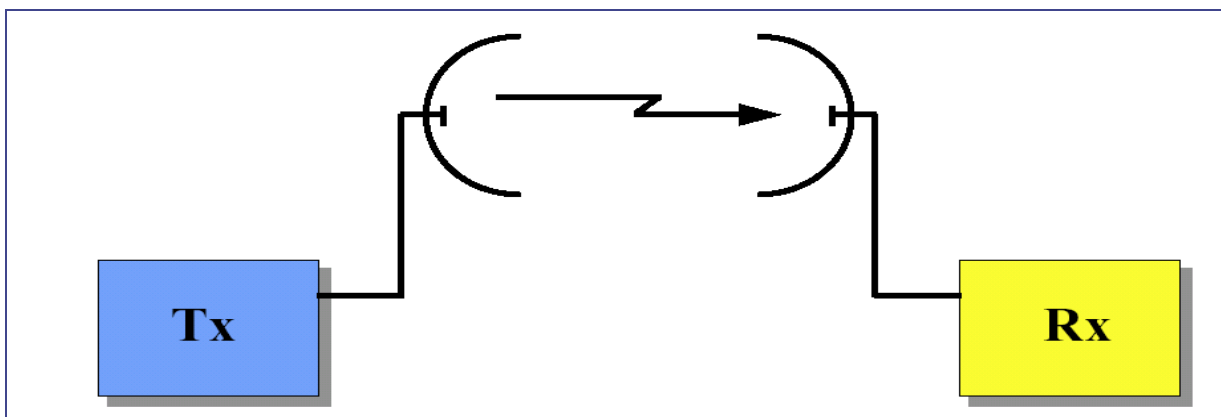
### **MODULACIÓN.-**

Básicamente, la modulación consiste en utilizar una señal de alta frecuencia como medio de “transporte (carrier)” de la información o datos que se desean enviar de un lugar a otro; estos últimos generalmente de una frecuencia más baja.

La modulación consiste entonces en mezclar dos señales: una de alta frecuencia (conocida como portadora o modulada,  $F_p$ ) y otra de baja frecuencia (denominada envolvente o modulante,  $F_E$ ).

## **PRINCIPIOS DE ONDAS ELECTROMAGNETICAS**

### **ELEMENTOS BÁSICOS RADIO PUNTO A PUNTO**



El diagrama muestra los elementos básicos en cualquier punto de un radio Enlace.

**Transmisor** : Frecuencia, Potencia de Tx, Capacidad (bit/s, canal telf.....).

**Antenas** : Rango de frecuencias, ganancia.

**Salto de Radio** : Longitud del salto.

**Recepción** : Frecuencia, Umbral de Rx (relacionado a calidad de Rx de la señal)

### **Ondas Electromagnéticas.-**

El concepto de onda electromagnética esta directamente relacionado con las nociones de campo eléctrico y campo magnético, que se estudió en circuitos y transformadores.

Se observa que un campo eléctrico colocado en un medio de propagación no puede existir solo sin la presencia de campo magnético asociado. Esto es los dos campos se propagan en conjunto formando las **ondas electromagnéticas**

Las ondas electromagnéticas se representan por senoides, teniendo parámetros de amplitud, frecuencia, fase y longitud de onda. La velocidad esta relacionada a la longitud de onda y la frecuencia:  $v = \lambda \cdot f$ .

La velocidad de las ondas depende del medio de propagación, en el vacío es  $3 \times 10^8$  m/s (velocidad de la luz), y va bajando dependiendo del medio

Los campos eléctricos y magnéticos son perpendiculares entre sí

### Medios de Transmisión

El medio de transmisión para los enlaces de radio es compuesto por la superficie terrestre-atmósfera.

La influencia de la superficie terrestre se hace sentir de varias formas en la propagación de ondas entre las cuales están: Obstrucción, Difracción, Reflexión y otras

En relación a la atmósfera, se puede subdividir en tres capas: troposfera, estratosfera y ionosfera.

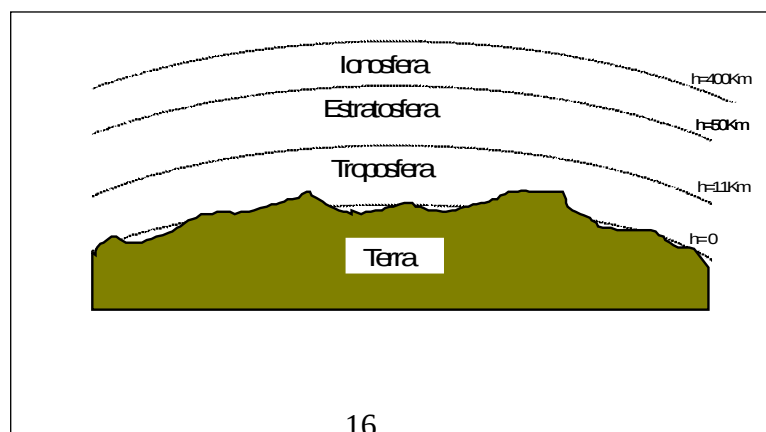


Figura.12

### **Troposfera:**

Es una capa que se encuentra dominada por tres parámetros: Presión, Temperatura y Humedad

En esta capa se encuentra varios tipos de gases: Oxígeno, Nitrógeno y dióxido de carbono, también vapor de agua y precipitaciones como lluvia y nieve

Además de los fenómenos arriba mencionados, se tiene que tomar en cuenta la **refracción**, que ocurre porque las ondas de radio viajan a diferentes velocidades a través del medio con densidades variables debido a la presencia de moléculas de vapor de agua.

Así, parte del haz viajan a velocidades mayores de aquellos que viajan en capas atmosféricas más densas, esto resulta en que el haz forma una curva, generalmente para abajo, siguiendo la curvatura de la tierra, esto se verá con mayor detalle en los próximos capítulos

Estratosfera no es utilizada en propagación.

Ionosfera es utilizada para aprovechar las reflexiones y refracciones ionosféricas, dado que las diferentes capas tienen diferente grado de ionización

## **RADIO ENLACE TERRESTRE:**

**Propagación de Ondas Electromagnéticas por la parte baja de la Atmosfera, cerca de la superficie de la Tierra, para Frecuencias en un Rango de 1– 40 Ghz.**

En comparación con la Propagación por el Espacio Libre, la radio transmisión terrestre es afectada por la presencia de la **atmósfera** y la **tierra**. Estas producen un número de fenómenos que introducen un impacto severo a la propagación de las ondas de radio. Las anomalías en la propagación principalmente dependen de:

- Frecuencia;
- Saltos;
- Condiciones meteorológicos y climáticos;
- Características de la tierra.

Las anomalías en la propagación producen **atenuaciones adicionales**, las cuales reducen la potencia de Rx. En la mayoría de los casos tal fenómeno es de corta duración. En ciertos casos particulares la señal de Rx es distorsionada en pocas medidas.

### **Fenómenos Principales Relacionados a la Propagación**

Efectos de **Atmósfera:**

- Absorción Atmosférica (sin lluvia)
- Refracción a través de la atmósfera : Radio de Curvatura
- Refracción a través de la atmósfera : Propagación en múltiples rutas.

Efectos de **Lluvia:**

- Absorción por gotas de lluvia.
- Dispersión de gotas de lluvia.
- Despolarización de señales de RF

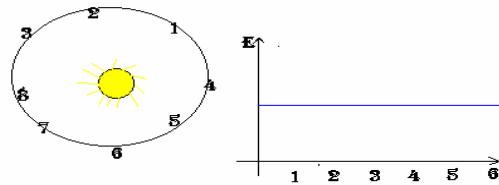
Efectos de la **Tierra:**

- Difracción a través de obstáculos
- Reflexiones.

## Antenas

Son dispositivos capaces de recibir y transmitir ondas electromagnéticas

Existen sistemas de energía que irradian energía en todas las direcciones (ej. El sol).



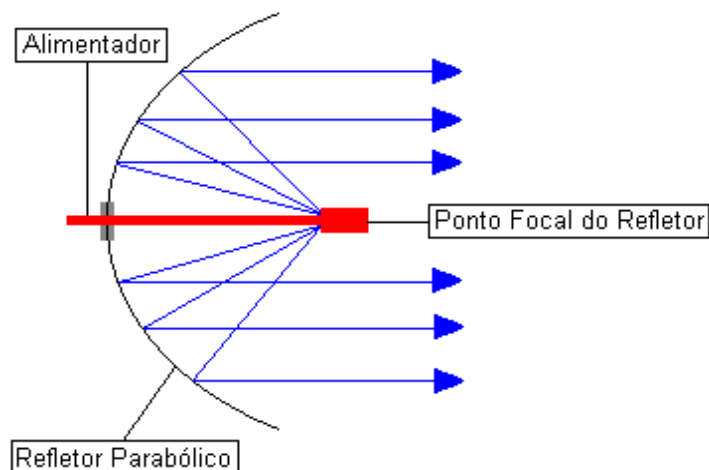
También puede existir elementos que pueden irradiar energía en una sola dirección, la ventaja es que se incrementa la cantidad de energía, un claro ejemplo es una linterna.

Antenas con las mismas características del sol son hipotéticas y se conocen como **isotrópicas**, mientras que el resto son antenas típicas que se caracterizan por el diagrama de radiación de la antena.

## Características de Antenas

Esta constituido por un elemento activo, como es el alimentador y un reflector que se encarga de irradiar la energía

La polarización de la antena es relaciona a la polarización de la onda, es decir la dirección del vector del campo eléctrico de la onda que se propaga



## **2.4 Hipótesis**

Al realizar el Diseño de un enlace inalámbrico, utilizando Spread Spectrum, entre las Sucursales de Andinamotors 1 y 2 que posteriormente será implementado, se dará una solución óptima al problema del Sistema de Comunicación actual que tienen las sucursales de Andinamotors 1 y 2.

## **2.5 Señalamiento de variables**

**Variable Independiente.-** Enlace Inalámbrico con tecnología Spread Spectrum

**Variable Dependiente.-** Sistema de comunicación entre las Sucursales de Andinamotors 1 y 2.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 Enfoque**

Para el diseño del siguiente proyecto, utilizaremos el enfoque cuantitativo-cualitativo, el primero utiliza la recolección, el análisis de datos para contestar preguntas de investigación, probar hipótesis establecidas previamente. Confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer la exactitud en los patrones de comportamiento de una población.

El segundo se utiliza primordialmente para descubrir y refinar preguntas de investigación. No necesariamente prueban hipótesis. Con frecuencia se basa en métodos de recolección de información sin medición numérica, tales como descripciones y observaciones. Por lo regular las hipótesis surgen como parte del proceso de investigación y éste es más bien flexible, se mueve entre los eventos y su interpretación, entre las respuestas y el desarrollo de la teoría. Su propósito de fondo es ‘reconstruir’ la realidad tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido.

#### **3.2 Modalidad básica de Investigación**

Para llevar acabo este proyecto se tomara en cuenta dos tipos de metodologías investigativas:

Bibliográfica y de tipo Experimental en el campo.



Bibliográfica, debido a que recurriremos a libros, folletos, bibliotecas, Internet, etc., para recopilar la información del tema planteado, lo que nos permitirá tener una relación verdadera en cuanto a la utilización de la tecnología de enlace Spread Spectrum y la red inalámbrica, así como sus aplicaciones.

Pruebas experimentales los datos serán obtenidos después de poner en funcionamiento nuestro proyecto propuesto, la cual nos permitirá de tal manera estar seguros si se alcanzaron los resultados esperados, además de ayudarnos a conocer las diferentes técnicas de implementación de este material, con la investigación bibliográfica desarrollaremos el marco teórico, introducción, conceptos y definiciones necesarias que permitirán la profundización y análisis de este estudio, todo esto con documentos, libros, revistas, páginas de Internet, manuales de proveedores u otras fuentes publicadas.

### **3.3 Nivel o tipo de Investigación**

En nuestro proyecto en cuanto a lo que a investigación se refiere utilizaremos la explorativa y descriptiva.

La primera realizara una encuesta del problema con un estudio no muy detallado donde la metodología es muy flexible. En el nivel descriptivo estudiaremos, analizaremos la realidad presente, actual, en cuanto a hechos, personas, situaciones, etc.

Aquí compararemos algunas tecnologías y redes inalámbricas, la misma que nos llevara a tener predicciones rudimentarias y de mediciones precisas del problema.

### **3.4 Población y Muestra**

La población que se estudiará para realizar el presente proyecto es el El TEW-310APB que ofrece el espectro de difusión de secuencia directa — Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) — que da la funcionalidad de bridge y

roaming para los nodos inalámbricos, los cuales disponen de equipos adicionales para una configuración Ideal.

### **3.5 Recolección de información**

Las técnicas de recolección de datos permiten la obtención sistemática de información acerca de los objetos de estudio (personas, objetos y fenómenos) y de su entorno. Nosotros utilizaremos dos técnicas.

1. Utilización de la información disponible.
2. La Observación.

Frecuentemente, hay una gran cantidad de datos recolectados por otros, que no necesariamente han sido analizados o publicados. Localizar las fuentes y recuperar la información es un buen punto de partida en cualquier esfuerzo de recolección de datos.

La observación es una técnica que implica seleccionar ver y registrar sistemáticamente, la conducta y características de seres vivos, objetos o fenómenos. Pueden dar información adicional y más confiable que las entrevistas o los cuestionarios. Con la observación se puede, entonces, verificar la información recolectada.

### **3.6 Procesamiento y Análisis**

El procesamiento de la información se lo realizará por medio de:

- Revisión de la información recopilada
- Repetición de la recolección de la información en los casos necesarios para corregir fallas.
- Estudio técnico del equipo para su disponibilidad de implementación.
- Realización de tabulaciones o cuadros.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DEL SISTEMA E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **4.1 DISEÑO DEL SISTEMA**

Hoy en día es clara la alta dependencia en las actividades empresariales e institucionales de las redes de comunicación. Por ello la posibilidad de compartir información sin que sea necesario buscar una conexión física permite mayor movilidad y comodidad.

Así mismo la red puede ser más extensa sin tener que mover o instalar cables. Respecto a la red tradicional la red sin cable ofrece ventajas, como:

- **Movilidad:** Información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa para todo usuario de la red. El que se obtenga en tiempo real supone mayor productividad y posibilidades de servicio.
  
- **Facilidad de instalación:** Evita obras para tirar cable por muros y techos.
- **Flexibilidad:** Permite llegar donde el cable no puede.
- **Reducción de costos:** Cuando se dan cambios frecuentes o el entorno es muy dinámico el coste inicialmente más alto de la red sin cable es significativamente más bajo, además de tener mayor tiempo de vida y menor gasto de instalación.
  
- **Escalabilidad:** El cambio de topología de red es sencillo y trata igual pequeñas y grandes redes.

Para el diseño del Enlace Inalámbrico se va utilizar la Tecnología del Spread Spectrum (Espectro Ensanchado o Expandido), ya que este tipo de tecnología utiliza un sistema de codificación, en el cual la señal transmitida es expandida y enviada sobre un rango de frecuencias mayor que el mínimo requerido por la señal de información (de ahí su nombre).

La señal spread spectrum, propagada sobre un ancho de banda grande puede coexistir con señales de banda estrecha, añadiendo como efecto colateral un ligero incremento en el ruido de fondo que los receptores de banda estrecha pueden ver. El receptor spread spectrum no ve las señales de banda estrecha pues escucha en un ancho de banda mucho más amplio siguiendo una secuencia de código ordenada.

La banda de frecuencias en la que trabajan los equipos de espectro ensanchado (902-928 MHz, 2,4-2,483 GHz y 5,7-5,8 GHz) son licenciadas en el Ecuador por la SENATEL. Esta tecnología hoy en día es empleada para dar soluciones de banda ancha, Internet dedicado, aplicaciones de datos, aplicaciones industriales, etc.

Ya que los requerimientos de Andinamotors es emplear un ancho de banda de 2,4 Ghz, para su respectiva transmisión de datos entre las sucursales, razón por la cual se va a emplear esta tecnología.

Todos los elementos de cada red local inalámbrica basadas en **espectro expandido** utilizan el mismo código de expansión, lo cual permite la diferenciación y que esa red coexista con otras redes o con otros sistemas en la misma banda de frecuencias.

Los modos de implementación de DSSS y FHSS son sensiblemente diferentes a pesar de que comparten la misma filosofía.

A. La técnica de espectro expandido por secuencia directa (DSSS), se basa en desplazar la fase de una portadora mediante una secuencia de bits muy rápida,

diseñada de forma que aparezcan aproximadamente el mismo número de ceros que de unos. Esta secuencia, un código Barker también llamado código de dispersión o PseudoNoise, se introduce sustituyendo a cada bit de datos; puede ser de dos tipos, según sustituya al cero o al uno lógico.

B. Tan solo aquellos receptores a los que el emisor envíe dicho código podrán recomponer la señal original, filtrando señales indeseables, previa sincronización. Aquellos que no posean el código creerán que se trata de ruido. Por otro lado al sustituir cada bit de datos a transmitir, por una secuencia de 11 bits equivalente, aunque parte de la señal de transmisión se vea afectada por interferencias, el receptor aún puede reconstruir fácilmente la información a partir de la señal recibida.

A cada bit de código en PN se le denomina chip. Una mayor cantidad de chips indica una mayor resistencia a la interferencia. El IEEE 802.11 establece una secuencia de 11 chips, siendo 100 el óptimo.

C. En la técnica de espectro expandido por salto de frecuencia o FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) la señal se mueve de una frecuencia a otra, es decir, la expansión de la señal se produce transmitiendo una ráfaga en una frecuencia, saltando luego a otra frecuencia para transmitir otra ráfaga, y así sucesivamente.

## **MECANISMOS DE ACCESO PARA WLANS**

Existen dos categorías:

- Protocolos con arbitraje (FDMA, TDMA)
- Y rotocolos por contención ó por detección de portadora (CDMA/CD, CDMA/CA, usado por 802.11), aunque también se han diseñado protocolos que son una combinación de estas dos categorías.

La multiplexación en frecuencia (FDM) divide todo el ancho de banda asignado en distintos canales individuales. Es un mecanismo simple que permite el acceso inmediato al canal, pero muy ineficiente para utilizarse en sistemas informáticos,

los cuales presentan un comportamiento típico de transmisión de información por breves períodos de tiempo (ráfagas).

Una alternativa sería asignar todo el ancho de banda disponible a cada nodo en la red durante un breve intervalo de tiempo de manera cíclica. Este mecanismo, llamado multiplexación en el tiempo (TDM), requiere mecanismos muy precisos de sincronización entre los nodos participantes para evitar interferencias. Este esquema ha sido utilizado con cierto éxito sobre todo en las redes inalámbricas basadas en infraestructura, donde el punto de acceso puede realizar las funciones de coordinación entre los nodos remotos.

El protocolo de acceso múltiple por división de código (CDMA), es el mecanismo de acceso por excelencia para que puedan coexistir diferentes redes basadas en espectro disperso.

Varias de las primeras redes utilizaban exactamente el mismo algoritmo de acceso al medio, (CSMA/CA) detección de portadora con detección de colisiones: Cuando una estación desea transmitir, primero verifica que el medio de comunicación esté libre (es decir, detecta la portadora). Si éste está libre, transmite su información y si no, espera a que se libere el medio y transmite. Como existe la posibilidad de que dos estaciones transmitan información simultáneamente, este mecanismo exige que al transmitir se siga evaluando el canal, y si se detecta alguna perturbación en la transmisión (detección de colisión), se supone que ha ocurrido un conflicto, por lo que la transmisión se suspende y las estaciones involucradas en el conflicto esperan un tiempo aleatorio antes de repetir nuevamente el algoritmo.

El modelo de acceso por contención (una ligera variante del usado en redes ethernet con cable) que más se utiliza en la actualidad, y que ha sido incorporado al standard 802.11 como 1ª subcapa MAC es el llamado de detección de portadora con detección de colisión CSMA/CA, introduce una variante en el algoritmo anterior: La mayor probabilidad de tener una colisión en CSMA/CA se da

precisamente al terminar una transmisión pues puede haber más de una estación esperando que la transmisión termine, tras lo cual estas estaciones comenzarán a enviar información provocando una colisión en el medio. En CSMA/CA, cuando una estación identifica el fin de una transmisión, espera un tiempo aleatorio antes de transmitir, disminuyendo así la probabilidad de colisión.

## **SERVICIOS**

La capa de enlace establecida por el IEEE 802.11 ofrece los siguientes servicios:

- **Transferencia de datos.** Los clientes inalámbricos usan el algoritmo de Acceso múltiple por detección de portadora y sin colisión (CSMA/CA).
- **Asociación.** Este servicio posibilita el establecimiento de enlaces entre estaciones clientes y puntos de acceso en una WLAN basada en infraestructura.

**Seguridad.** Incluye dos aspectos básicos: autenticación y privacidad.

- El 1º consiste en proporcionar y verificar la identidad de una estación o cliente. Los dispositivos IEEE 802.11 operan en un sistema abierto, donde cualquier cliente inalámbrico puede asociarse a un punto de acceso sin ningún tipo de comprobación por parte de éste. La autenticación se hace posible por el uso de la opción WEP (Wired Equivalent Privacy), que configura una clave en el punto de acceso y sus estaciones o clientes wireless. Solo aquellos dispositivos con una clave válida pueden estar asociados a un determinado punto de acceso.

- En cuanto a la privacidad, los datos son enviados por defecto sin ninguna encriptación, pero con la opción WEP los datos son encriptados antes de ser enviados inalámbricamente, usando un algoritmo de encriptación de 40 bits conocido como RC4, desarrollado por RSA Data Security Inc. La misma clave usada para la autenticación es usada para encriptar o desencriptar los datos, de este modo solo los clientes inalámbricos con la clave exacta pueden desencriptar correctamente los datos.

- Power management-IEEE 802.11 define dos modos, uno activo, donde un cliente inalámbrico tiene poder para transmitir y recibir, y otro de seguridad, donde un cliente no puede transmitir ni recibir, pero consume menos recursos. Actualmente el consumo de potencia no está definido y depende de la implementación.

## **CÓMO SE UTILIZARÁ EN LAS APLICACIONES FINALES?**

El estándar IEEE 802.11 define el protocolo para dos tipos de redes:

1. Redes Ad-hoc.
2. Redes cliente / servidor.

Una red Ad-hoc es una red simple donde se establecen comunicaciones entre las múltiples estaciones en una área de cobertura dada sin el uso de un punto de acceso o servidor. La norma especifica la etiqueta que cada estación debe observar para que todas ellas tengan un acceso justo a los medios de comunicación inalámbricos. Proporciona métodos de petición de arbitraje para utilizar el medio para asegurarse de que el rendimiento se maximiza para todos los usuarios del conjunto de servicios base.

Las redes cliente/servidor utilizan un punto de acceso que controla la asignación del tiempo de transmisión para todas las estaciones y permite que estaciones móviles deambulen por la columna vertebral de la red cliente / servidor. El punto de acceso se usa para manejar el tráfico desde la radio móvil hasta las redes cliente / servidor cableadas o inalámbricas.

Esta configuración permite coordinación puntual de todas las estaciones en el área de servicios base y asegura un manejo apropiado del tráfico de datos. El punto de acceso dirige datos entre las estaciones y otras estaciones inalámbricas y/o el servidor de la red. Típicamente las WLAN controladas por un punto de acceso central proporcionará un rendimiento mucho mayor.



## **LA CAPA FÍSICA DSSS**

La capa física DSSS utiliza una Secuencia Barker de 11 bits para extender los datos antes de que se transmitan. Cada bit transmitido se modula por la secuencia de 11 bits. Este proceso extiende la energía de RF por un ancho de banda más extenso que el que se requeriría para transmitir los datos en bruto. El aumento de proceso del sistema se define

como 10 veces el ratio de tasa aumentada de los datos (también conocido como "chip rate"). El receptor agrupa la entrada del RF para recuperar los datos originales. La ventaja de esta técnica es que reduce el efecto de fuentes de interferencia de banda estrecha. Esta secuencia proporciona 10.4dB de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la FCC. La arquitectura de propagación usada en la capa física Secuencia Directa no debe confundirse con CDMA. Todos los productos 802.11 adaptables utilizan la misma codificación PN y por consiguiente no tienen un juego de códigos disponible como se requiere para el funcionamiento de CDMA.

## **LA CAPA FÍSICA FHSS**

La capa física FHSS tiene 22 modelos de espera para escoger. La capa física Frecuencia de Saltos se exige para saltar por la banda ISM 2.4GHz cubriendo 79 canales. Cada canal ocupa un ancho de banda de 1Mhz y debe brincar a la tasa mínima especificada por los cuerpos reguladores del país pretendido. Para los Estados Unidos se define una tasa de salto

Mínima de 2.5 saltos por segundo.

Cada una de las capas físicas utiliza su propio encabezado único para sincronizar al receptor y determinar el formato de la señal de modulación y la longitud del paquete de datos. Los encabezamientos de las capas físicas siempre se transmiten a 1Mbps. Los campos predefinidos en los títulos proporcionan la opción para aumentar la tasa de datos a 2 Mbps para el paquete de los datos existente.

## **COSTOS**

La instalación de una LAN inalámbrica incluye los costos de infraestructura para los puntos de acceso y los costos de usuario por los adaptadores de la red inalámbrica. Los costos de infraestructura dependen fundamentalmente del número de puntos de acceso desplegados. El valor de los puntos de acceso oscila entre 1000 y 2000 dólares. El número de puntos de acceso depende de la cobertura requerida y del número y tipo de usuarios.

El área de cobertura es proporcional al cuadrado del rango de productos adquirido. Los adaptadores son requeridos para las plataformas standard de ordenadores y su precio oscila entre 300 y 1000 dólares.

El costo de instalación y mantenimiento de una WLAN generalmente es más bajo que el costo de instalación y mantenimiento de una red cableada tradicional.

## **EQUIPOS**

Existen diversos equipos de redes inalámbricas para distintas necesidades por esta razón, debemos estudiar sus especificaciones técnicas, el tipo de tecnología por la que se decanta el estándar y el mercado, la seriedad de la empresa, garantías, servicio técnico de apoyo, su implantación en el mercado, entre otros puntos.

Los principales equipos a utilizarse son los siguientes:

### **PUNTO DE ACCESO / BRIDGE INALÁMBRICO 10/22MBPS**

El Punto de Acceso / Bridge TEW-310APB de TRENDnet es la conexión de hoy a la tecnología inalámbrica. Conforme a la norma más avanzada 802.11b, El TEW-310APB ofrece el espectro de difusión de secuencia directa — Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) — que da la funcionalidad de bridge y roaming para los nodos inalámbricos.

El TEW-310APB también provee funciones de bridge PA-a-PA, permitiendo a los usuarios que se conecten a dos o más puntos de acceso simultáneas de manera inalámbrica. Con el punto de acceso y tarjetas inalámbricas de TRENDnet, los usuarios se pueden Conectar a redes de alta velocidad y redes pequeñas en su hogar u oficina teniendo acceso a otros equipos, dispositivos compartidos e Internet.



#### **CARACTERÍSTICAS:**

- Acceso inalámbrico a equipos de redes para computadoras de escritorio / portátiles / PDA y Mac.
- Opera como una punto de acceso ó puente (Bridge) inalámbrico.
- Usa la frecuencia de 2.4Ghz conforme con las normas mundiales.
- Tecnología inalámbrica de acuerdo al espectro de difusión de secuencia directa—Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).
- Suministra un ancho de banda de hasta 22Mbps con ajuste automático.
- Proporciona llaves configurables de 64/128/256-bit cifrados de privacidad equivalentes a las redes cableadas (WEP) “Wired Equivalent Privacy encryption”.
- Es de fácil configuración utilizando su navegador para Internet o el Software para configuración para ambiente Windows.

- Control de Acceso con dirección MAC de cliente inalámbrico.
- Antenas Fijas Dipolo de DBi Doble.
- Servidor DHCP que soporta hasta 100 clientes.
- Puerto Fast Ethernet auto-sense de 10/100Mbps.
- Capacidad para colgarse en paredes “Wall-Mountable”.
- Abarca distancias de 30 a 100 metros en interiores y de 100 a 300 metros en exteriores.
- 3 años de garantía.

### **ADAPTADOR PCI CON ANTENA DESMONTABLE**



De las mejores soluciones en conectividad para desktops, tiene antena con cable extensión para buscar la mejor ubicación, función 802.1x para autenticado por un server radius en la LAN

#### **CARACTERISTICAS:**

- Cumple con el Estándar IEEE 802.11 y 802.11b
- Soporta selección automática de tasa de Datos a 11, 5.5, 2 y 1M para IEEE 802.11b
- Cumple con el estándar de Control de acceso basado en IEEE 802.1x
- Potencia de 16 dBm
- Soporta Win/98SE/2000/NT4.0/ME/XP, Linux

## ANTENA GRILLA 24dbi PARA ENLACE INALAMBRICO DE REDES WI-FI DIRECCIONAL



- Permite transmitir la señal de su red privada o de internet.
- Alcances de hasta 8Kmts (depende de características de transmisor y receptor).
- Maxima capacidad de potencia de entrada (50 Watts).
- Enlace su oficina, bodega, establecimiento comercial con otro punto (punto a punto).
- Ideal para transmitir señal de Internet a uno o muchos puntos lejanos.
- Facil de montar (Requiere de conocimientos tecnicos en trasmision de señales para tener exito en la comunicación.(Prestamos el servicio de instalación con costo adicional).
- Puede recibir o enviar la señal a otra antena de 2.4Ghz omnidireccional o direccional de cualquier tipo.
- Anchura de la señal 8° (3dbi) (a menor anchura mayor alcance de la señal y menor perdida)
- Moldeada en Aluminio.
- Soporta todos los climas para uso externo.

- No incluye material de anclaje.(Se vende por separado de acuerdo a características del sitio donde se monta.
- No incluye pigtail (Cable entre antena y equipo. se vende por separado).

### **RUTEADOR INALAMBRICO DE BANDA ANCHA**

Ruteador ADSL con Punto de Acceso Inalámbrico, standard 802.11b, características de NAT, UPnP, WDS, DDNS, DHCP, Virtual Server y DMZ, solución ideal para compartir Internet tanto de forma cableada (4 pts 10/100) como inalámbrica., Incluye cliente PPPoE y PPTP., Seguridad WEP, WPA, 802.1x., Potencia de Salida 15 dBm, Antena removible RSMA



### **CARACTERISTICAS:**

- Cumple con los estándares IEEE 802.11 y 802.11b.
- Tiene 4 puertos de red RJ-45 de 10/100 Mbps, y 1 puerto WAN RJ-45 que conectan hasta 253 computadoras para acceso a Internet usando sólo una dirección IP pública.
- Soporta modulación con la tecnología DSSS (Espectro Disperso de Secuencia Directa, Direct Sequence Spread Spectrum) para IEEE 802.11b
- Opera en la banda de frecuencia de 2.4GHz.

- Soporta selección automática de tasa de datos en 11, 5.5, 2 y 1 Mbps para IEEE 802.11b.

Cabe indicar aspectos notables de la instalación en el cerro

Instalación de torres: En el cerro podría instalarse un simple poste de 3 m para instalar las cajas y antenas; sin embargo esto dejaría los equipos totalmente expuestos a robos, aún si se construyera un cerco perimétrico al rededor del poste. Colocando una torre no se evitaría el vandalismo, pero sí se dificultaría; en la situación ideal, los sensores de presencia detectarían a los intrusos, una alarma se activaría y podría actuarse lo suficientemente rápido para impedir el hurto. Otro factor para colocar una torre, es la disponibilidad de espacio en los cerros. Ya se dijo que un simple poste podría bastar, pero esto es buscando el sitio ideal.

Lamentablemente, el sitio ideal para la visibilidad de las antenas, no coincide con el sitio ideal para colocar una torre. Por este motivo, se coloca una torre suficientemente alta para asegurar la visibilidad, teniendo en cuenta además que el despliegue de las antenas en las torres ocuparán entre 4 y 6 metros (la antena más baja estaría solo a 12 m sobre el nivel del suelo), debido a la separación mínima entre antenas. El lugar ideal para colocar la torre, debe ser: espacioso (especialmente si se usan torres ventadas) con facilidad para transportar hasta allí, los materiales de construcción y los tramos de torre, propicio para la puesta a tierra (en tierra de cultivo o cerca de ella, cerca de alguna fuente de agua o con facilidad para transportarla).

La puesta a tierra: Varias consideraciones: Se usará pararrayos convencional en lugar de pararrayos de cebado Dado que el terreno de los cerros es rocoso, el sistema de puesta a tierra constituye todo un desafío. Para conseguir una resistividad de 10 ohmios deberá enterrarse varias decenas de metros de flejes de cobre. Deberá transportarse agua y tierra de cultivo hasta el lugar Se empleará "cemento conductor" (que contiene grafito) marca Hidrosolta, o sales químicas (que contienen bentonita) marca Ecogel

Además se utilizarán protectores en cables coaxiales y líneas de transmisión de energía. Estos protectores brindan un camino para la descarga de corrientes no deseadas.

1. Suministro de energía Se solucionará utilizando paneles solares. Los paneles estarán montados en lo alto de la torre, apropiadamente colocados para impedir que las antenas o la misma torre, le hagan sombra. Debe recordarse que los paneles solares son el principal objetivo de robo.
2. La caja de intemperie Deberá cumplir varios requisitos: Aislar térmicamente a los equipos en su interior. En el exterior, el clima puede caer a temperaturas por debajo de 0° C. Comportarse como una jaula de Faraday Deberá comportarse como un nivel de referencia eléctrica común (estar conectada a tierra) Hermética

Por estos motivos, la caja deberá ser metálica, de acero galvanizado en caliente, con un recubrimiento interno de un aislante térmico (probablemente lana de vidrio). Tendrá un agujero por cada protector de cable coaxial que se use, y un agujero adicional para introducir los cables de paneles, baterías y del sensor de presencia. Estos orificios estarán especialmente sellados para impedir que ingrese humedad al interior de la caja. Todos los orificios se harán por debajo (para que la gravedad ayude a impedir el ingreso de humedad a la caja).

### **CONFORMIDAD INTERNACIONAL EMC**

Los fabricantes y los usuarios mundiales de productos WLAN, necesitan ser conscientes que los requisitos de la Compatibilidad Electromagnética (EMC) varían de un país a otro. Se pretende que las regulaciones minimicen la interferencia entre los numerosos usuarios de equipos de radio en las bandas ilícitas. Las frecuencias de operación permitidas, los niveles de potencia y los falsos niveles son las principales diferencias entre los estándares. El estándar 802.11 define las especificaciones para los transmisores-receptores WLAN para las áreas principales del mercado.



Las LAN inalámbricas están sujetas a la certificación de equipo y los requisitos operativos establecidos por las administraciones reguladoras regionales y nacionales. El estándar 802.11 identifica los mínimos requisitos técnicos para la interoperatividad y conformidad basadas en las regulaciones establecidas para Europa, Japón, y América del Norte. Los fabricantes de WLAN necesitan ser conscientes de todos los requerimientos reguladores actuales para vender un producto en un país particular. En Perú lo tienen que gestionar ante el Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción.

## **4.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

### **Del estudio de la Red Cableada**

Los datos que se obtuvieron del material de la Red, así como las proyecciones que se han hecho para los próximos años, muestran claramente que la red por cable tiene una tendencia a quedar obsoleta en cuanto a tecnología y a un deterioro por falta de repuestos; lo que ha influido para la realización del proyecto.

### **Del estudio del Enlace Inalámbrico**

De acuerdo a los datos obtenidos en las diferentes consultas que se realizaron para obtener un estudio de un enlace inalámbrico, se concluye que para la implementación con equipos que se acoplen a la tecnología Spread Spectrum en las sucursales de Andinamotors, dichos equipos deben adaptarse a las necesidades del ancho de banda que se va a transmitir y de fácil utilización. Además de que los precios de los equipos no sean elevados para que la empresa busque un financiamiento y poder adquirirlos, cosa que se puede afirmar ya que mayores fortalezas permitirán tomar ventaja de las comunicaciones en el campo de batalla, por que la tecnología que se aplicará será única y el arma potente para la transmisión de datos a una velocidad de 10Mbps.

### **Del estudio de los componentes y accesorios del Enlace**

Los sistemas y productos de alta calidad aplicada no solo puede utilizarse para las diferentes versiones ya mencionadas anteriormente, sino que además con la constante actualización de los equipos, sistemas y accesorios hace de esta tecnología una de sus principales características, así como de los estándares utilizados de gran influencia en el diseño de los equipos, formas de onda, protocolos de comunicaciones y control por computadoras que sirven para:

- Asegurar la interoperabilidad entre sistemas utilizados por diferentes organizaciones

- Reducir descripciones ambiguas de equipos y sistemas mediante la provisión de un lenguaje común en las especificaciones del equipo y en la definición del ambiente de operación
- Permitir una comparación más precisa entre los diferentes equipos mediante la definición de las condiciones de prueba.

### **Del estudio técnico.**

Luego de haber realizado el estudio técnico del Enlace Inalámbrico se concluye que:

1. Se conoce que las diferentes versiones que se utilizará son de una fácil configuración y que esta a disposición desde un técnico como un operador, logrado que se adapten a las necesidades tanto vehicular como portátil que son objeto de estudio.
2. Se conoce que la tecnología que utiliza para su operación es de fácil comprensión y está a la disposición de los usuarios cuando lo requieran, mediante cursos de capacitación que dicta la compañía.
3. Los niveles de mantenimiento del equipo no son tan complejos, ya que se toma como base los escalones actuales de mantenimiento, para realizar la reparación.

### **Análisis económico**

A pesar de que se obtuvieron precios por parte de la compañía, estos son sólo estimados ya que estos están sujetos a cambios por parte de la misma empresa sin previo aviso, también hay que tomar en cuenta los impuestos por envío, IVA, gastos de instalación, gastos administrativos y algunos gastos extras como son la implementación de nuevos equipos y materiales de apoyo. Pero una vez que la compañía llegue a algo concreto con la empresa de Compumática, todos los costos exactos del material del Enlace se lo dará a conocer.

Pero cabe indicar que la instalación de una LAN inalámbrica incluye los costos de infraestructura para los puntos de acceso y los costos de usuario por los adaptadores de la red inalámbrica. Los costos de infraestructura dependen fundamentalmente del número de puntos de acceso desplegados. El valor de los puntos de acceso oscila entre 1000 y 2000 dólares. El número de puntos de acceso depende de la cobertura requerida y del número y tipo de usuarios.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

El presente Capítulo expone las conclusiones finales del trabajo de investigación del Diseño del Enlace Inalámbrico, para implementar un nuevo sistema de comunicación como lo son las Redes Inalámbricas para las sucursales de Andinamotors. El mismo tuvo por objetivo realizar la revisión y compilación de la literatura técnica existente sobre el sistema del Enlace Inalámbrico utilizando Spread Spectrum, sus características, accesorios y los estándares que se definieron para asegurar la interoperabilidad de equipos militares de comunicaciones para la transmisión de datos, con el fin de ofrecer un panorama sobre las normas que rigen al fabricante de equipo.

Del análisis realizado sobre la bibliografía acerca del tema de estudio sobre la tecnología Spread Spectrum se pueden destacar los siguientes aspectos:

- Con el diseño y luego con la posterior implementación de la red inalámbrica se ampliará, en los períodos de necesidad, la cantidad de equipos PCs o TPVs para poder hacer frente a los temporales incrementos de demanda; pero de forma que se eviten los gastos de cableado, los costos de instalación, y que nos permita reubicaciones y redimensionamientos ágiles para adecuarse a las necesidades de la empresa.
- El costo de instalación y mantenimiento de una WLAN generalmente es más bajo que el costo de instalación y mantenimiento de una red cableada tradicional, por dos razones:

- En primer lugar una red WLAN elimina directamente los costos de cableado y el trabajo asociado con la instalación y reparación.

En segundo lugar una red WLAN simplifica los cambios, desplazamientos y extensiones, por lo que se reducen los costos indirectos de los usuarios sin todo su equipo de trabajo y de administración.

- Utilizando una WLAN (Red de área local Inalámbrica) se puede acceder a información compartida sin necesidad de buscar un lugar para enchufar el computador, y los administradores de la red pueden poner a punto o aumentar la red sin instalar o mover cables.

- Además un factor importante que se ha logrado durante el desarrollo de la presente pasantía lo constituye los conocimientos teóricos adicionales obtenidos al consultar la diferente bibliografía y la información brindadas por los Ingenieros que laboran en la empresa COMPUMÁTICA CIA. LTDA.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Se debe tomar en cuenta en el diseño e instalación que para un repetidor pasivo se debe evitar la necesidad de un mantenimiento continuo; es decir, las visitas de mantenimiento preventivo y correctivo al sitio deben reducirse al mínimo posible.

Es también necesario saber de las frecuencias de operación de los radios enlaces existentes. Este dato es importante en el momento de asignar un plan de frecuencias al nuevo sistema.

Una de las recomendaciones importantes de tomar en cuenta será, de que hay muchas tarjetas inalámbricas en el mundo, pero no todas las tarjetas pueden comunicarse con cualquier otra. Para hablar entre ellas deben usar:

1. Misma configuración de modo: todas Adhoc o todas Infraestructura
2. La misma capa física: todas DSSS o todas FHSS
3. El mismo protocolo.

Como una recomendación final, sería de que las autoridades de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, soliciten y realicen las gestiones respectivas a las distintas Empresas industriales de nuestra Provincia y por que no a las de diferentes Provincias, para que se pueda desarrollar sin ningún problema las prácticas preprofesionales y por ende realizar así un proyecto que serviría como tema de tesis o pasantía, que yo pienso que es una de las mejores modalidades de graduación por lo ya anteriormente dicho.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Generales del Proyecto**

##### **6.1.1 Nombre del Proyecto**

DISEÑO DE UN ENLACE INALÁMBRICO PARA TRANSMISIÓN DE DATOS ENTRE LAS SUCURSALES DE ANDINAMOTORS 1 Y 2 PARA LA COMPAÑÍA COMPUMÁTICA CIA. LTDA.

##### **6.1.2 Unidad Ejecutora**

Compañía Compumática Cía. Ltda. de la ciudad de Ambato.

##### **6.1.3 Localización**

Nombre de la Institución: Compumática Cía. Ltda..

Dirección: Av. Juan León Mera, entre la Av. Bolívar y la Av. Rocafuerte al frente de la contraloría.

Ciudad: Ambato.

##### **6.1.4 Plazo de Ejecución**

El plazo de ejecución será de 5 meses mínimo a partir de la consecución del financiamiento para el proyecto.



### **6.1.5 Monto**

El monto estimado para la ejecución del proyecto es de \$ 4.500 dólares, para la implementación de los equipos.

## **6.2 DISEÑO DEL ENLACE INALÁMBRICO UTILIZANDO SPREAD SPECTRUM Y PRUEBAS.**

### **6.2.1 SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES**

Existen dos formas para realizar la comunicación entre dos puntos, la primera utilizando un medio guiado y la otra mediante un medio no guiado. Entre las técnicas que se emplean dentro de un medio guiado se encuentran las ondas eléctricas que son transmitidas sobre un par de cobre y las ondas de luz que son transmitidas sobre fibra óptica; mientras, la técnica que se emplea dentro de un medio no guiado es la transmisión de ondas electromagnéticas mediante un enlace de microondas y mediante un salto satelital.

Existe un factor muy importante para decidir sobre que medio se va a transmitir, dicho factor es el costo en el que se incurrirá. El factor costo depende de los siguientes aspectos:

### **6.2.2 INFRAESTRUCTURA:**

Obviamente se incurrirá en un mayor costo en la implementación de la infraestructura necesaria para un medio guiado con respecto a la infraestructura de un medio no guiado, por ejemplo, si se desea enlazar dos puntos ubicados a una distancia de 20 km, al utilizar un medio no guiado en las mejores condiciones de propagación se necesitará únicamente infraestructura en los puntos finales lo que representa un menor costo. Caso contrario al que se presenta en un medio guiado, ya que se incurrirá en un mayor costo en la implementación de la infraestructura ya que en este caso se tiene que implementar toda la ruta (ductos, cámaras de control, etc).

#### **4.1.3 MANTENIMIENTO:**

Hay que tener en cuenta que si la infraestructura para un medio guiado es costosa, por ende el mantenimiento de la misma va a ser proporcionalmente costosa ya que no solo se va a realizar un mantenimiento en las estaciones finales sino a lo largo de la ruta.

**TECNOLOGÍA:** Las tecnologías que se pueden implementar en este sistema de comunicaciones son: Tecnología Satelital, Tecnología Óptica y Tecnología Inalámbrica. De estas tres la tecnología, a partir de cierta distancia, la menos costosa es la Inalámbrica, esto por el hecho de ser una tecnología que un buen número de proveedores puede brindar, y al existir una mayor oferta de esta tecnología se reducen los costos; adicionalmente, el mantenimiento de estos equipos, por la misma razón, se reduce.

#### **6.2.4 TECNOLOGÍA DEL ENLACE**

##### **ENLACE POR ESPECTRO ENSANCHADO**

La tecnología de espectro ensanchado (Spread Spectrum) utiliza un sistema de codificación, en el cual la señal transmitida es expandida y enviada sobre un rango de frecuencias mayor que el mínimo requerido por la señal de información (de ahí su nombre).

La señal spread spectrum, propagada sobre un ancho de banda grande puede coexistir con señales de banda estrecha, añadiendo como efecto colateral un ligero incremento en el ruido de fondo que los receptores de banda estrecha pueden ver. El receptor spread spectrum no ve las señales de banda estrecha pues escucha en un ancho de banda mucho más amplio siguiendo una secuencia de código ordenada.

## **CLASES DE SISTEMAS DE ESPECTRO ENSANCHADO**

### **Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (Direct Sequence).**

Técnica de modulación que mezcla la información de datos con una secuencia pseudoaleatoria digital de alta velocidad que expande el espectro. En un modulador esta señal es mezclada con una frecuencia portadora, entregando una señal modulada BPSK o QPSK, para obtener una emisión con baja densidad espectral, semejante al ruido.

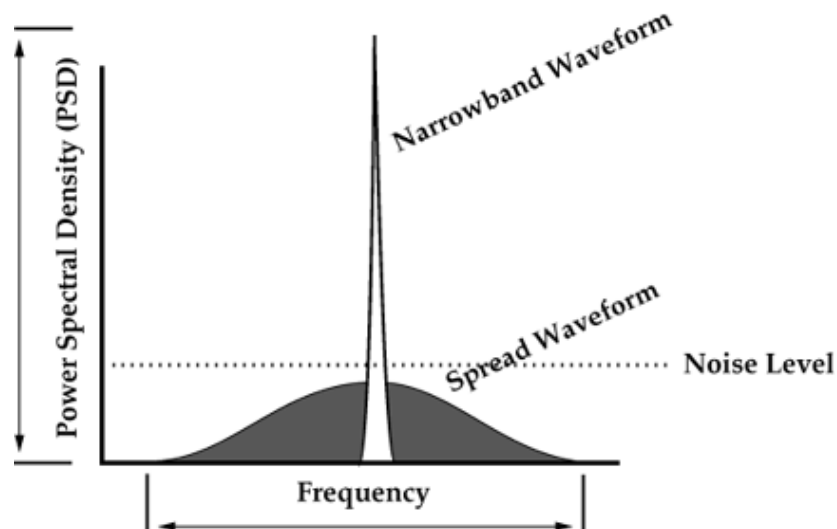
### **Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia (Frequency Hopping).**

Técnica de ensanchamiento en la cual la frecuencia portadora convencional es desplazada dentro de la banda varias veces por segundo de acuerdo a una lista de canales pseudoaleatoria. El tiempo de permanencia en un canal es generalmente menor a 10 milisegundos.

### **Espectro Ensanchado Híbrido.**

Combinación de las técnicas de estructuración de la señal de espectro ensanchado por secuencia directa y por salto de frecuencia.

En la siguiente figura se hace una comparación de una señal de banda estrecha con una señal Spread Spectrum de Secuencia Directa. La señal de banda estrecha es suprimida cuando se transmite en spread spectrum.



El método de transmisión DSSS (*Direct Secuency Spreed Spectrum*) permite que todo el tiempo cada estación transmita sobre el espectro de frecuencia completo. Las transmisiones simultáneas múltiples se separan usando técnicas de codificación especiales. DSSS asume que múltiples señales se añaden linealmente.

Para entender mejor este método de transmisión, considere el siguiente ejemplo. En una habitación hay muchas parejas de personas conversando. Usar TDM (*Time Division Modulation*) equivaldría a que, estando cada individuo de cada pareja en un lado diferente de la habitación, dichas parejas hablarán por turnos, una pareja después de otra. FDM (*Frecuency Division Modulation*) equivaldría a que la gente se reúna en grupos separados y cada grupo sostiene su propia conversación al mismo tiempo pero independientemente de los otros. En esta analogía, DSSS equivaldría a que, estando cada persona de la pareja en un lado de la habitación, todas las parejas hablaran a la vez pero en distintos idiomas. La pareja que habla en francés sólo entenderá a su respectivo compañero rechazando cualquier otra cosa. Esta es la clave de DSSS, que es capaz de extraer la señal deseada mientras rechaza todas las demás.

En DSSS cada tiempo de bit se subdivide en  $m$  intervalos pequeños llamados **Chips**. Típicamente hay 64 o 128 chips por bit, pero, para explicar mejor esta tecnología, se supondrá que se tiene 8 chips/bit. A

cada estación se le asigna un código único de m-bit, conocido como **chip sequence**. Para transmitir un bit 1, una estación envía su secuencia de chip. Para transmitir un bit 0, se envía el complemento de uno de esta secuencia. No se permite otra combinación. Si se tiene  $m=8$  y si la estación A tiene asignada la secuencia de chip 00011011, enviará un bit 1 con 00011011 y un bit 0 con 11100100.

### 6.2.5 SURVEY

En este sub-capítulo se detallan los aspectos más importantes sobre como realizar un adecuado survey, aspecto indispensable para que la calidad de los equipos escogidos y de sus componentes sea la más óptima.

Un Survey tiene como objetivos los siguientes aspectos importantes:

- Determinación del sitio de la estación
- Map survey, exploración dentro de un mapa.
- Accesos al sitio de la estación y a la red pública de energía
- Disponibilidad de Espacio
- Reutilización de estaciones ya existentes
- Path Survey
- Determinación de alturas de los sitios y de los obstáculos
- Determinación de distancias
- Orientación
- Tipos de pruebas de Path y propagación
- Herramientas para el Survey

Siguiendo este orden de acciones se pueden identificar correctamente las diferentes necesidades para las instalaciones que debe tener el radio enlace.

### **6.2.5.1 LOCALIZACIÓN DEL SITIO**

Para la localización de los sitios apropiados que servirán como estaciones dentro de un sistema de radio enlaces, hay que tomar en cuenta la distancia entre los dos terminales, esta distancia depende de la tecnología que se va emplear (por experiencia un sistema con equipos de tecnología PDH puede cubrir una distancia de 40 km en un sistema punto a punto en las mejores condiciones de propagación), si existe o no línea de vista entre las estaciones, aspectos topográficos y condiciones de infraestructura. Esta es una de las mayores tareas dentro del survey. Otra parte corresponde a la preparación de perfiles (map survey), el cual es necesario para la determinación de la altura de las antenas y para la predicción del desempeño y disponibilidad del sistema; lo que influye de manera directa en la determinar de los parámetros en los cuales funcionará el enlace, así como potencia de transmisión, altura de las torres y tamaño de las antenas.

Al principio de un estudio de survey, es necesario jugar entre el Site Survey, el Map Survey y el Path Survey del sistema. Por ejemplo, en el mapa topográfico se localiza las estaciones finales, y se procede a realizar un path survey para verificar que exista línea de vista entre las dos estaciones. En el caso de existir, mediante un site survey, se determina si es o no factible construir la infraestructura necesaria. Caso contrario, de no darse favorable el path y el site survey, se retoma el map survey, y se trata de localizar sitios para repetidoras.

### **6.2.5.2 MAP SURVEY**

Para reducir al mínimo el trabajo en el campo, es aconsejable empezar con un estudio cuidadoso del mapa topográfico, si es que existe disponibilidad de mapas topográficos. La ventaja de realizar un estudio con los mapas es que se puede seleccionar diferentes alternativas para sitios o rutas.

La siguiente información puede afectar la localización de los sitios, y se debería conocer antes de empezar el map survey:

- Existencia de redes que estén operando en las cercanías del sistema.
- Frecuencias de operación de las redes existentes.
- Lugares con entrada restringida
- Lugares donde exista fango, posibles inundaciones o deslaves.

## **TIPO DE MAPAS**

Existe un grupo típico de mapas a ser usado durante la planificación y el survey como se indica abajo.

- Mapas Topográficos a escala 1:250.000 que permitan una planificación confortable. Esta escala es la indicada para poder localizar la mayoría de puntos de interés como son colinas, montañas, valles, planadas, etc, y así poder localizar posibles alternativas para la ubicación de las estaciones y de rutas.
- Mapas topográficos a escala 1:100.000, 1:50.000. Estos deben tener una resolución de preferiblemente 10 m, pero para la planificación de enlaces de frecuencias mayores a los 13 GHz la resolución debe ser preferiblemente de 5 m. Estas resoluciones son recomendadas para dibujar los perfiles con exactitud y poder determinar la altura a la que se instalarán las antenas a usarse y determinar las características del terreno, las mimas que tendrán influencia en el desempeño del enlace.

Además de estos mapas, existen cartas de navegación, mapas turísticos y mapas de caminos que muchas veces son utilizados como ayuda para el conductor para poder llegar de un lugar a otro.

Además, existe hitos y puntos de triangulación geodésicos que son lugares exactamente definidos en localización y altitud (colocados por el Instituto Geográfico Militar - IGM) que pueden servir de referencia para la ubicación de los sitios.

Estos mapas son la herramienta principal para realizar un pre survey disminuyendo así el trabajo en campo. Sin embargo esta información debe ser precisa y muy fiable.

Luego de ser localizados en los mapas los sitios de interés, entonces estos lugares deben ser visitados y conocidos.

### **6.2.5.3 DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS EN EL MAP SURVEY**

El map survey propiamente dicho empieza desde la determinación de los sitios de interés.

El método que se describe a continuación facilita los esfuerzos para encontrar sitios adecuados para las estaciones.

Aparte de los mapas, se necesita un tablero lo suficientemente grande para apoyar mapas de escala 1:250.000 y algunas herramientas como cuerdas elásticas y alfileres. Los mapas serán colocados sobre el tablero y las cuerdas elásticas se estirarán entre los alfileres los cuales marcarán los terminales de las estaciones sobre el mapa.

Lo que primero se debe revisar es en que situación geográfica se encuentra la estación que se necesita ubicar sobre el mapa, es decir se encuentra en un área urbana o rural, o se encuentra en un área periférica. En el caso de ser un área urbana o rural, es necesario buscar para la primera estación de radio un sitio que se encuentre en las afueras de las ciudades con el fin de evitar colocar torres de gran altura cerca de edificaciones.

En el caso de que no se pueda evitar colocar una estación en la ciudad, se debe considerar la posibilidad de instalar entre la estación remota y la que se encuentra en la ciudad un enlace de cable o de radio como repetidor activo.



En el caso de que sea un área periférica, estas áreas por lo regular son en el campo, la solución es instalar repetidores activos y pasivos.

Una vez que las estaciones han sido ubicadas sobre el mapa, estas deben ser enlazadas con las cuerdas elásticas sobre el mapa, y revisar si la distancia entre las estaciones es corta o es demasiado grande para el equipo de radio a ser usado y además verificar si existe obstáculos geográficos en cada enlace .

En el caso de que existieran obstáculos a lo largo de la trayectoria, se debe determinar si se logra superar fácilmente estos obstáculos colocando una antena a una altura razonable (normalmente menor a los 100 metros).

En el caso de que la altura de las antenas sea razonable, o si uno o más repetidores son requeridos, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Localizar sitios que se encuentren cerca de caminos y también, si es posible, cerca de áreas pobladas, procurando tener un fácil acceso a estos sitios y sobre todo tener acceso a la red pública de energía. Una vez ubicados los sitios requeridos estos deben ser ubicados en el mapa.

Si los sitios no pueden ser ubicados donde se cumpla con estas condiciones, las siguientes dos posibilidades deberían ser consideradas:

- Moverse hacia lo alto de las montañas o colinas, pero tratando de evitar pasajes abruptos que causarán problemas en la transportación.
- Tratar de añadir una vez más, uno o más repetidores sean estos activos o pasivos, en el caso de que los sitios cercanos a los caminos no tengan energía.

Ciudades con edificios altos y otras construcciones a lo largo de la trayectoria de las estaciones, pueden causar reflexiones. Esto también debe ser tomado en cuenta para la selección de una ruta.

#### **6.2.5.4 SITE SURVEY**

El site survey de los sitios seleccionados debería preferiblemente realizarse junto con un arquitecto, puesto que la planificación y construcción de casetas no está dentro de la planificación y del conocimiento de un ingeniero que se dedique a la instalación de radios de microonda.

En el site survey se debe confirmar que exista LOS entre los sitios que se seleccione. Adicionalmente, para cada sitio se deberá tomar en consideración y analizar lo siguiente:

- Accesos al sitio
- Disponibilidad de espacio para la construcción de casetas y torres.
- Tipo de suelo
- Acceso a la red pública de energía
- Tipo, localización y densidad de obstrucciones cercanas.
- Comparación entre el map survey y el site survey.

Por su importancia y por el número de factores que intervienen y que una persona sin experiencia podría pasarlos por alto, estos puntos se detallan a continuación.

##### **6.2.5.4.1 ACCESOS AL SITIO**

Al respecto, los siguientes puntos deben ser analizados:

- Tipo de caminos existentes.
- Si los caminos podrían poner restricciones en cuanto al peso o tamaño de la carga.

- Tipo de vehículo requerido para acceder a estos sitios durante las diferentes estaciones del año.
- Determinar el tipo de terreno y la distancia que se requiera caminar en el caso de que no se pueda acceder, inclusive en un carro 4x4.
- Posibilidades para el aterrizaje de un helicóptero cerca del sitio.

Cuando los caminos o vías de acceso a los sitios han sido determinados, estos deberían ser ubicados sobre el mapa, y si un nuevo camino tiene que ser construido, su ruta debe ser cuidadosamente evaluada y revisada en sitio.

#### **6.2.5.4.2 DISPONIBILIDAD DE ESPACIO.**

El tamaño requerido para un determinado sitio deber ser lo suficiente para que permita la construcción de la torre, caseta y lugar para almacenamiento de combustible para los generadores de energía de respaldo. Deberá considerarse la posibilidad de que se requiera algún autosoporte para la torre. Es necesario también una área plana para parquear vehículos.

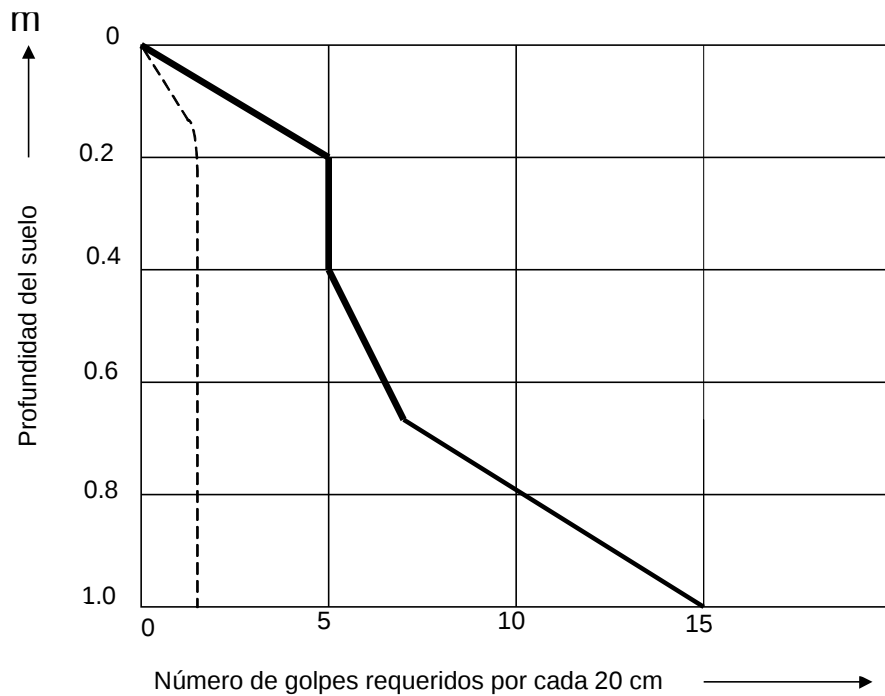
Si la disponibilidad del espacio es suficiente para la instalación de torres, casetas, etc, su ubicación debería ser dibujada en un plano del sitio, cuidando de señalar las coordenadas del mismo.

#### **6.2.5.4.3 TIPO DE SUELO**

La condición del suelo es muy importante, especialmente si se piensa ubicar un repetidor pasivo con torres muy grandes y pesadas. Estas estructuras ejercen grandes fuerzas sobre las bases y si el diseño de los soportes de las torres no está acorde con el tipo de suelo podrían colapsar.

Existen pruebas para determinar el estado en que se encuentra el suelo. Estas pruebas se deben realizar cuando no existe construcción alguna todavía.

La primera prueba que debe realizarse es martillar hasta una profundidad de un metro con una barra de acero de aproximadamente 25mm de diámetro. En el momento de clavar la barra en el suelo se debe aplicar la misma fuerza en cada martillada y contar cuantos golpes se ha dado cada 20 cm. Un ejemplo de esta prueba se puede ver en la figura 2.8.



**Figura 2.8. Prueba del Tipo de Suelo**

Si el resultado se parece a la línea entrecortada, donde se puede ver que el número de golpes requeridos para clavar la barra en el suelo es el mismo cada 20cm, el rendimiento del suelo no es el requerido.

La segunda curva, la línea sólida, indica que el número de golpes requeridos para clavar la barra en el suelo se incrementa según la barra se hunde más en el suelo, una cualidad necesaria para soportar las fundiciones de la estación y de las torres.

El siguiente paso es cavar un agujero de uno o dos metros de profundidad, dependiendo de la necesidad de las construcciones que se van a realizar, y a esta profundidad, realizar la misma prueba con la barra de acero.

Las paredes del agujero donde hay algunas capas de diferentes tipos de suelo deben ser estudiados por geólogos. Cada muestra de suelo que se debe recoger debe tener un volumen de aproximadamente  $1 \text{ dm}^3$  y debe ser envuelto y etiquetado en una funda plástica. El geólogo decidirá si las pruebas realizadas hasta el momento fueron suficientes o no. Con este tipo de análisis, se puede determinar el tipo de suelo y verificar si este cumple con los estándares que las compañías de construcción de torres exigen. Estas compañías normalmente exigen suelos para las fundiciones capaces de soportar entre  $0.5$  y  $2 \text{ Kg/cm}^2$  de presión. Para valores más bajos, el suelo requerirá una fundición especial.

#### **6.2.5.4.4 OTRAS OBSERVACIONES**

Otra información relevante es, por ejemplo, la distancia desde la estación al pueblo más cercano, al aeropuerto, puertos marítimos, hoteles, y hospitales. Además, es necesario saber la disponibilidad que hay para conseguir material de construcción como arena, piedra, cemento, agua, etc... y también la disponibilidad o facilidades de transporte para maquinaria como excavadoras, volquetes, tractores, etc...

#### **6.2.5.5 SITE SURVEY PARA REPETIDORES PASIVOS**

El sitio más común para instalar un repetidor es en el pico de una montaña lo que permite mejorar la probabilidad de que el enlace a instalarse no se pueda interferir por cualquier obstáculo y además se reduce el riesgo de que se produzcan reflexiones. Otra ventaja es que se reduce la probabilidad que construcciones nuevas puedan obstruir el enlace.

Se debe tomar en cuenta en el diseño e instalación que para un repetidor pasivo se debe evitar la necesidad de un mantenimiento continuo; es decir, las visitas de mantenimiento preventivo y correctivo al sitio deben reducirse al mínimo posible.

En el caso de un repetidor pasivo, la disponibilidad de energía no es de gran importancia. Todo esto hace que el site survey para un repetidor pasivo sea algo diferente del que se hace para un repetidor activo. La información que debe ser considerada y evaluada es:

- Acceso durante la construcción
- Los repetidores pasivos son ubicados generalmente en lugares altos y de difícil acceso. De aquí que, para llevar el material para la construcción del repetidor pasivo, no debe descartarse el uso de un helicóptero. En este caso, el lugar de construcción debe disponer de un sitio libre de obstáculos para el aterrizaje del mismo.
- Tipo, localización y altura de los obstáculos cercanos.
- Normalmente, solo las obstrucciones que se encuentran en las direcciones de los enlaces son de especial interés.
- En el caso de un reflector plano, que por lo general se coloca a una altura menor a 5 metros sobre el piso, hay que prever que puede ser obstruido por un obstáculo de baja altura y si no es así, posiblemente en el futuro se obstruirá en la dirección de interés, ya sea por una construcción o por el incremento de la vegetación como el crecimiento de un árbol.
- Fuentes de reflexión cercanas.
- Esto es de primordial preocupación para los repetidores del tipo reflector plano. Cualquier fuente, por más pequeña que sea, producirá una reflexión y afectará a este tipo de repetidores.

Igualmente, hay que analizarse la posibilidad de crecimiento natural de la vegetación o urbano. Si hay esta posibilidad, el empleo de torres más altas para evitar este problema exigirá de espacios de terrenos mayores

#### **6.2.5.6 PATH SURVEY**

Se refiere al reconocimiento o inspección de las rutas posibles de un enlace de telecomunicaciones.

En cuanto al Path Survey, se debe empezar indicando que este trabajo depende mucho de la disponibilidad de mapas actualizados y correctos. Si estos existen,

esta tarea se simplifica mucho. De todas maneras, la ejecución correcta de un path survey requiere la ejecución de varias etapas.

A pesar de que la trayectoria del enlace que se indica en los perfiles de los diferentes mapas puede aparecer libre de obstáculos, existe el riesgo de que en la realidad se encuentre obstruida. Esto se realiza de manera visual usando, por ejemplo, señales de espejos (durante el día) o fuertes rayos de luz (durante la noche).

Esto se debe hacer desde las torres (si estas existen) o desde el piso. La luz reflejada desde un espejo alcanza largas distancias, especialmente si el día está despejado. La neblina o polvo en el aire es una de las grandes limitaciones cuando se usan espejos. La distancia que puede alcanzar una reflexión está alrededor de los 100 Kilómetros.

En el caso de que no exista LOS (**Línea de Vista**) a nivel del piso y además no haya torres desde donde se pueda verificar el LOS, se debe buscar un sitio cercano donde existan torres, construcciones o elevaciones naturales que faciliten esta comprobación, siempre y cuando uno no se aparte de la trayectoria seleccionada.

Incluso si existe LOS, no hay que olvidar que no necesariamente significa que existe LOS si el espacio entre los sitios está libre, puesto que hay la posibilidad de que exista fricción del haz de radio con un obstáculo.

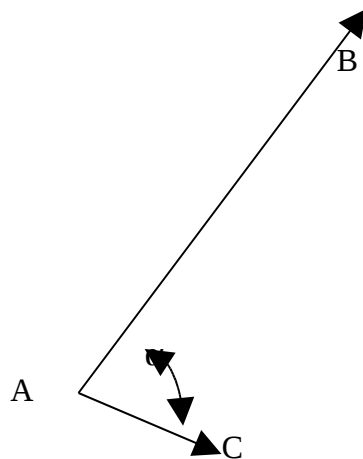
#### **6.2.5.7 DETERMINACIÓN DE LA ORIENTACIÓN DEL ENLACE**

Además de medir las distancias y alturas, también se tiene que determinar la dirección del enlace con respecto a las coordenadas geográficas. Esto es muy importante dentro del survey para fundir las torres con una orientación que facilite la alineación de las antenas.



En una primera instancia, la orientación de un enlace se puede obtener desde un mapa topológico con una escala adecuada, pero, es mejor si se realiza una exploración en sitio de la ruta posible. Esta última tarea sin embargo puede resultar muy difícil pues se necesita invertir tiempo y contar con personal y equipo que ayude en la exploración.

Cuando se cuenta con un buen mapa del sitio por donde irá la trayectoria, generalmente se busca un punto conocido (punto de referencia C) cerca de uno de los extremos de la trayectoria (punto A). Entonces es fácil determinar el ángulo de la trayectoria (dirección de A hacia B) con respecto a la línea de referencia.



**Figura 2.9. Orientación de las estaciones**

Otro método para obtener la dirección es mediante una brújula. Este instrumento es mucho menos complejo que un teodolito, pero también tiene sus limitaciones en cuanto a la exactitud de las mediciones que se pueden hacer con el mismo.

#### **6.2.5.8 PRUEBAS DE RUTA (PATH) Y DE PROPAGACIÓN.**

Este tipo de pruebas se emplea para determinar la existencia y los efectos de los puntos de reflexión, y de allí determinar la altura de las antenas que provea una trayectoria de libre propagación en el espacio.

Para ciertas rutas puede ser muy difícil predecir los problemas de propagación; sin embargo, es posible intuir que habrán ciertas y, de ser así, es aconsejable realizar pruebas antes de tomar una decisión final.

Un clima que cambia constantemente es una fuente de grandes anomalías que afectan la propagación. Por esta razón, las pruebas tienen que ser realizadas durante un largo período de tiempo, preferiblemente durante un año, en teoría, para tener una idea de como afecta el clima en el desempeño de un enlace se lo mencionará en el capítulo tres del presente proyecto. Pero, si no se pueden realizar mediciones durante un tiempo tan extenso, al menos se deben realizar pruebas en el área concerniente durante aquella época que se considere más crítica para la propagación de las ondas de radio; caso contrario, los resultados obtenidos no serán completamente fiables.

Hoy en día existe la posibilidad de simular el desempeño de un enlace, en las distintas condiciones atmosféricas, uno de estos SW es el Pathloss 4.0.

Después de evaluar el área es posible decidir si se instala o no el enlace de radio, o, si las mediciones realizadas predicen que se puede disminuir las anomalías de la propagación.

Para realizar las pruebas de propagación se utiliza torres transportables que portan un transmisor de prueba que se sitúa en el un sitio y en el otro extremo un receptor de prueba. Después de ubicar las torres transportables, la antena receptora se fija y la altura de la antena transmisora se va variando hasta obtener un resultado apropiado. Para saber cual es valor correcto, se necesita comparar los valores medidos con aquellos que se calcularían bajo la suposición de tener condiciones ideales.

Se debe hacer otra medición, esta vez manteniendo la antena transmisora fija y moviendo la antena receptora. El objetivo es llegar a encontrar las alturas óptimas de las antenas en ambos sitios, que consiste en tener la altura de una antena lo

suficientemente baja, para evitar puntos de reflexión, pero lo suficientemente alta para mantener una altura razonable de la otra antena.

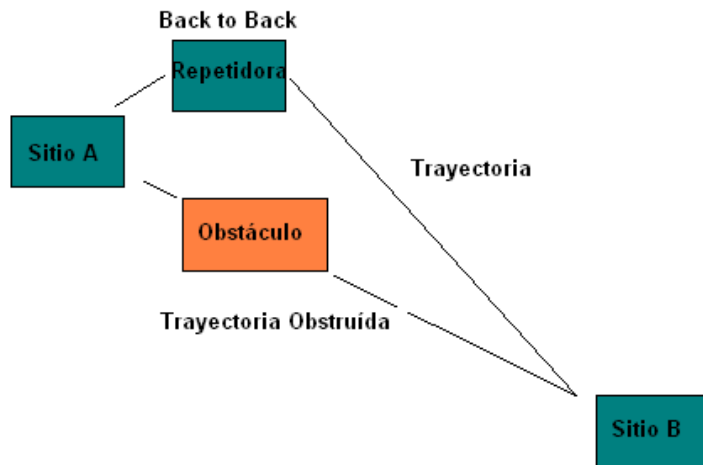
Si se espera tener condiciones de propagación severas, se podría usar dos antenas receptoras durante las mediciones y así encontrar la mejor trayectoria para la propagación. Así se podría determinar si la diversidad de espacio puede mejorar el desempeño.

Luego se procede a analizar la alternativa de utilizar repetidoras Back to Back y un repetidor activo.

#### **6.2.6 ALTERNATIVA CON REPETIDORAS BACK TO BACK Y REPETIDORAS ACTIVAS**

Este punto hace referencia a realizar un enlace inalámbrico punto a punto utilizando repetidoras activas y repetidoras back to back, esta última significa conectar directamente dos antenas en direcciones distintas mediante guía de onda, las mismas que disminuirán el costo del proyecto por cuanto lo único que se necesita son antenas e infraestructura, mas no equipos de radio, esta alternativa se implementará en la medida que lo permitan los objetivos de calidad y rendimiento que recomienda la ITU.

Las repetidoras back to back son utilizadas generalmente para enlazar dos puntos donde no existe línea de vista, y el obstáculo que lo afecta se encuentra relativamente cerca de una de las estaciones finales (Ver Figura 2.10).



**Figura 2.10. Repetidora Back to Back**

En el caso de que la obstrucción se encuentre alrededor de la mitad de la trayectoria, se recurrirá a la utilización de repetidores activos, los mismos que tendrán una configuración Add Drop propia de los equipos SRAL, la misma implica utilizar un solo equipo de radio por estación, denominada repetidora activa, apuntando en dos direcciones distintas.

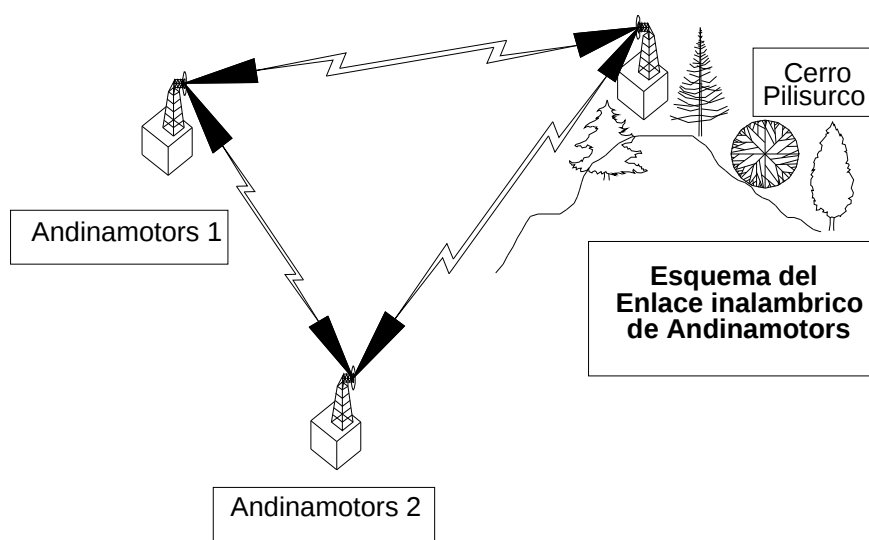
La topología del radio enlace se muestran a continuación:

Pero antes, las coordenadas geográficas de cada uno de los puntos a enlazarse son los siguientes:

- Andinamotors 1: Ubicada geográficamente en la Av. Atahualpa, frente al Mall de los Andes, a una altura de 2720mts. con coordenadas de 764214m. longitud Este y 9860560m. longitud Norte. Su ubicación, cabe recalcar, está rodeada de varias casas comerciales, las cuales dificultan encontrar una línea de vista que cumpla con los mínimos requerimientos técnicos de un radio enlace directo entre Andinamotors 1 y Andinamotors 2, por lo cual se deberá recurrir al uso de un enlace con repetidoras .
- Andinamotors 2: ubicada geográficamente en la ciudad de Ambato, sector Ingahurco Bajo a una altura aproximada de 2521mts. con coordenadas de longitud Este 766163 y longitud Norte 9863797mts. Por estar ubicada en

la ciudad se deberá prever la instalación de una torre en la azotea del edificio para sobrepasar la altura de cualquier edificio vecino que podría molestar una transmisión libre de interferencias con el sitio remoto.

Y finalmente el cerro Sagoatoa (Pilisorco) esta ubicado a una altura de 4120mts con coordenadas de longitud Este 9872617mts. y longitud Norte 759873mts.



## ESQUEMA DEL DISEÑO DEL RADIO ENLACE DEL PROYECTO

### 6.3 EJECUCIÓN DEL DISEÑO DEL ENLACE INALÁMBRICO

Una vez determinadas las necesidades, es decir lo que es el Análisis crítico y la Prognosis hay que dar una respuesta que intente resolver los problemas de modo asequible. Los puntos a tener en cuenta son:

hardware, software, servicios, interconexión con el exterior, tiempo de instalación.

Son varias las elecciones críticas que deberemos llevar a cabo y que afectarán el futuro crecimiento y posibilidades de la red. Para un estudio detallado del tema es recomendable acceder a información del propio estándar del IEEE.

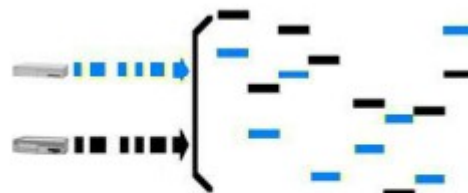
### 6.3.1 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE MODULACIÓN: FHSS O DSSS.

Tendremos en cuenta estos puntos básicos:

1. El aprovechamiento o rendimiento (relación entre bits informativos y n° total de bits enviados) del canal es mejor con DSSS que con FHSS. Esto se debe a que FHSS utiliza un protocolo mas complejo que DSSS, esto implica un mayor número de bits informativos. Este protocolo permite mayores capacidades en cuanto a movilidad y robustez que el que usa DSSS que es mas sencillo y proporciona velocidades de transferencia de datos más elevadas en conexiones punto a punto (entre salto y salto FHSS necesita un tiempo para chequear la banda, identificar la secuencia de salto y asentarse en la misma).

2. Capacidad total de la red. En la capacidad de proceso o throughput efectivo total de la red puede definirse como la capacidad de proceso agregada máxima. En este aspecto la superioridad de FHSS aparece debida a que puede ofrecer un mayor número de canales sin

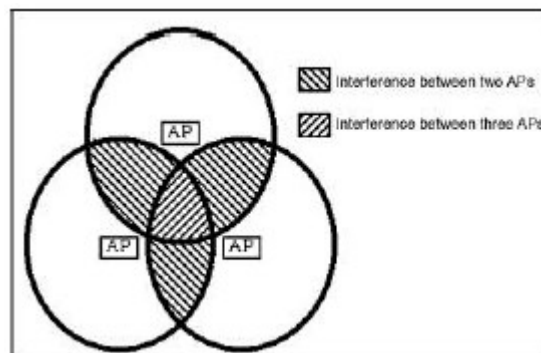
solapamiento en base otra vez a la propia filosofía de FHSS (frequencyhopping patterns), concretamente DSSS puede llegar hasta un máximo de 3 canales de 2 Mbps en la banda de 2,4 GHz, con lo que puede alcanzar hasta un máximo de 10 Mbps de capacidad frente a los 24 Mbps que se obtienen con FHSS a base de 15 canales de 1,6 Mbps. (Este punto no esta claro, ya que no pude tener acceso al texto del estándar).



Dos canales no solapados usando FHSS

3. Los solapamientos en la acción de los puntos de acceso pueden darse por varias razones:

- En grandes redes WLANs donde las distancias son muy grandes para los radios de acción existentes, se solapan varios puntos de acceso para asegurar una cobertura continua,
- Cercanía entre distintas WLANs que comparten un área,



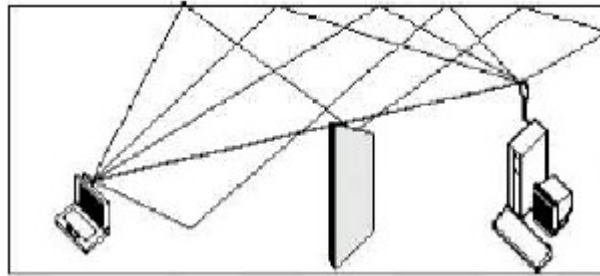
Esquema de interferencias

En ambos casos el solapamiento implica que las estaciones afectadas recibirán señales de distintos puntos de acceso, DSSS soporta un máximo de tres canales solapados sin interferencias, en el mejor de los casos, a partir de los cuales las interferencias producirán rendimiento significativamente menor.

Sin embargo, FHSS debido a su modelo de sincronización puede proporcionar mas canales sin solapamiento o sea con solapamiento pero usando distintos canales en distintas frecuencias y con distintas frecuencias de sincronización. De hecho se podría incluso doblar el ancho de banda en un área añadiendo un segundo punto de acceso y configurándolo para un nuevo canal.

4. Fiabilidad. La norma IEEE 802.11 describe el FHSS LAN siguiendo un esquema de modulación en frecuencia (FSK, Frequency Shift Keying) y a una velocidad estándar de 1 Mbps, pudiendo llegar a 2 Mbps en condiciones óptimas. DSSS queda descrito en un esquema de modulación en fase (DPSK, Binary

Phase-Shift Keying) a velocidades de 1 Mbps en condiciones de ruido y QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying) a velocidades de 2 Mbps en condiciones de calidad.



El fenómeno de la interferencia multipath

5. Un aspecto en el que existen grandes diferencias de enfoque es el de la interferencia multipath. La interferencia multipath, asociada estrechamente a las comunicaciones por radio, consiste en una distorsión de la señal originada por la reflexión múltiple de las ondas

de radio en estructuras como paredes, puertas y otros. Esto hace que la señal que se disperse en el tiempo, con lo cual llega a la antena receptora como una serie de múltiples señales en instantes ligeramente diferentes, lo que genera una atenuación de la señal conocida como fading.

En este contexto, FHSS es inmune debido a su propia filosofía estructural, ya que al estar basado en el salto a diferentes frecuencias, el multipath queda automáticamente contrarrestado. Sin embargo, DSSS puede solucionar este problema aumentando la capacidad de la antena, lo que genera costes y complejidad añadidos.

6. Seguridad y encriptación. Otro tema candente es el de la seguridad, la excelencia en el nivel de encriptación: los detractores de DSSS aducen que utiliza



un código de spreading extremadamente simple y que, consecuentemente, es fácil relativamente interceptar la información mediante un algoritmo bien definido que permita convertir la señal a su estado inicial, una vez captada a lo largo del camino de transmisión. Sin embargo, FHSS utiliza un número muy elevado de combinaciones de dwell times y secuencias de hopping para encriptar la señal, lo cual dificulta considerablemente la interceptación de la información. En este sentido, para superar esa superioridad DSSS tiene que utilizar técnicas adicionales de criptografía que añaden costos y complejidad.

**7.** Cobertura y costos. Cuanto mayor es la cobertura menor es la cantidad de elementos necesarios. Sin embargo, esto varía según las antenas utilizadas.

**8.** Una de las razones que aducen los que se inclinan por DSSS es que existe una importante base instalada de productos, aproximadamente el 75 por ciento de los productos spread spectrum en el mercado. Sin embargo, la mayor parte de esa base se refiere a productos en la banda de 902 MHz utilizada inicialmente por un gran número de fabricantes, con lo cual no se puede hablar de una base instalada realmente importante si nos referimos a productos en la banda de 2,4 GHz, que es realmente la banda en torno a la cual se prevén los próximos desarrollos.

Realmente, puede considerarse probada la superioridad de la tecnología FHSS desde un punto de vista que podríamos llamar científico. Sin embargo, el grupo de trabajo 802.11 de IEEE, dividido actualmente en dos grupos, trabaja en su grupo B para definir un estándar para redes inalámbricas en la frecuencia 2.4 Ghz que soporten al menos 3 Mbps con

FHSS y al menos 8 Mbps con DSSS. Además han limitado posteriormente sus tareas a DSSS únicamente para lograr mayores ratios de velocidad, considerando que las ventajas de FHSS no son tan significativas como para justificar los mayores costes que supone. Esto nos hace pensar que los desarrollos futuros se decantarán por la tecnología DSSS...

Debido a que en este proyecto pensamos en una extensión de la red mediana consistente en un par de puntos de acceso con no más de 10 estaciones clientes cada uno, y que no va a ser utilizada por equipos portátiles que requieran un especial control del solapamiento como se indica en 3 y 4. Las posibles interferencias por solapamiento entre los dos puntos de acceso pueden ser soportadas por DSSS, además se pondrá especial cuidado en la ubicación de los puntos de acceso para minimizar este solapamiento.

La seguridad puede ser mejorada y la interferencia multipath reducida mediante el aumento de la capacidad de la antena. Tenemos en cuenta especialmente la interoperatividad presente y futura que DSSS nos ofrece mediante IEEE 802.11.

### **6.3.2 SELECCIÓN DEL PRODUCTO (PROPUESTA).**

Son varios los factores a considerar a la hora de comprar un sistema inalámbrico para la instalación de una red LAN. Algunos de los aspectos a tener en cuenta son los siguientes:

#### **COBERTURA**

La distancia que pueden alcanzar las ondas de Radiofrecuencia (**RF**) o de Infrarrojos (**IR**) es función del diseño del producto y del camino de propagación, especialmente en lugares cerrados. Las interacciones con objetos, paredes, metales, e incluso la gente, afectan a la propagación de la energía. Los objetos sólidos bloquean las señales de infrarrojos, esto impone límites adicionales. La mayor parte de los sistemas de redes inalámbricas usan RF porque pueden penetrar la mayor parte de lugares cerrados y obstáculos. El rango de cobertura de una LAN inalámbrica típica va de 30m. a 100m. Puede extenderse y tener posibilidad de alto grado de libertad y movilidad utilizando puntos de acceso (microcélulas) que permiten "navegar" por la LAN, similar al sistema usado en telefonía celular.

#### **RENDIMIENTO**

Depende de la puesta a punto de los productos así como del nº de usuarios, de los factores de propagación (cobertura, diversos caminos de propagación), y del tipo de sistema inalámbrico utilizado. Igualmente depende del retardo y de los cuellos de botella de la parte cableada de la red. Para la red más comercial de las redes inalámbricas los datos que se tienen hablan de un rango de 1.6 Mbps. Los usuarios de Ethernet o Token Ring no experimentan generalmente gran diferencia en el funcionamiento cuando utilizan una red inalámbrica. Estas proporcionan suficiente rendimiento para las aplicaciones más comunes de una LAN en un puesto de trabajo, incluyendo correo electrónico, acceso a periféricos compartidos, acceso a Internet, y acceso a bases de datos y aplicaciones multiusuario.. Como punto de comparación una LAN inalámbrica operando a 1.6 Mbps es al menos 30 veces más rápida.

### **INTEGRIDAD, FIABILIDAD**

Estas tecnologías para redes inalámbricas se han probado durante más de 50 años en sistemas comerciales y militares. Aunque las interferencias de radio pueden degradar el rendimiento éstas son raras en el lugar de trabajo. Los robustos diseños de las probadas tecnologías para LAN inalámbricas y la limitada distancia que recorren las señales, proporciona conexiones que son mucho más robustas que las conexiones de teléfonos móviles y proporcionan integridad de datos de igual manera o mejor que una red cableada.

### **COMPATIBILIDAD**

La mayor parte de LANs inalámbricas proporcionan un standard de interconexión con redes cableadas como Ethernet o Token Ring.

Los nodos de la red inalámbrica son soportados por el sistema de la red de la misma manera que cualquier otro nodo de una red LAN, aunque con los drivers apropiados. Una vez instalado, la red trata los nodos inalámbricos igual que cualquier otro componente de la red.

## **INTEROPERATIVIDAD**

Los consumidores deben ser conscientes de que los sistemas inalámbricos de redes LAN de distintos vendedores pueden no ser compatibles para operar juntos.

Tres razones:

- Diferentes tecnologías no interoperarán. Un sistema basado en la tecnología de Frecuencia esperada (FHSS), no comunicará con otro basado en la tecnología de Secuencia directa (DSSS).
- Sistemas que utilizan distinta banda de frecuencias no podrán comunicarse aunque utilicen la misma tecnología.
- Aún utilizando igual tecnología y banda de frecuencias ambos vendedores, los sistemas de cada uno no comunicarán debido a diferencias de implementación de cada fabricante.

## **INTERFERENCIAS**

La naturaleza en que se basan las redes inalámbricas implica que cualquier otro producto que transmita energía a la misma frecuencia puede potencialmente dar cierto grado de interferencia en un sistema LAN inalámbrico. Por ejemplo los hornos de microondas, pero la mayor parte de fabricantes diseñan sus productos teniendo en cuenta las interferencias por microondas.

Otro problema es la colocación de varias redes inalámbricas en lugares próximos. Mientras unas redes inalámbricas de unos fabricantes interfieren con otras redes inalámbricas, hay otras redes que coexisten sin interferencia. Este asunto debe tratarse directamente con los vendedores del producto.

## **LICENCIAS**

En los Estados Unidos, La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), gobierna la radio-transmisión, incluida la empleada en las redes inalámbricas. Otras naciones tienen sus correspondientes agencias reguladoras o ministerios. Típicamente las redes inalámbricas se diseñan para operar en porciones del espectro de radio donde el usuario final no necesita una licencia FCC para utilizar las ondas de radio. En los Estados Unidos la mayor parte de las redes difunden en una de las bandas de ISM ( de instrumentación, científicas o Médicas). Estas incluyen 902-928 Mhz, 2.4-2.483 Ghz, 5.15-5.35 Ghz, y 5.725-5.875 Ghz. Para poder vender productos de sistemas de LAN inalámbricos en un país en particular, el fabricante debe asegurar la certificación por la agencia encargada en ese país.

## **SIMPLICIDAD Y FACILIDAD DE USO**

Los usuarios necesitan muy poca información a añadir a la que ya tienen sobre redes LAN en general, para utilizar una LAN inalámbrica. Esto es así porque la naturaleza inalámbrica de la red es transparente al usuario, las aplicaciones trabajan de igual manera que lo hacían en una red cableada, Los productos de una LAN inalámbrica incorporan herramientas de diagnóstico para dirigir los problemas asociados a los elementos inalámbricos del sistema. Sin embargo, los productos están diseñados para que los usuarios rara vez tengan que utilizarlos. Las LAN inalámbricas simplifican muchos de los problemas de instalación y configuración que atormentan a los que dirigen la red.

Ya que únicamente los puntos de acceso de las redes inalámbricas necesitan cable, ya no es necesario llevar cable hasta el usuario final. La falta de cable hace también que los cambios, extensiones y desplazamientos sean operaciones triviales en una red inalámbrica. Finalmente, la naturaleza portable de las redes

inalámbricas permite a los encargados de la red preconfigurar ésta y resolver problemas antes de su instalación en un lugar remoto.

Una vez configurada la red puede llevarse de un lugar a otro con muy poca o ninguna modificación.

## **SEGURIDAD**

Puesto que la tecnología inalámbrica se ha desarrollado en aplicaciones militares, la seguridad ha sido uno de los criterios de diseño para los dispositivos inalámbricos. Normalmente se suministran elementos de seguridad dentro de la LAN inalámbrica, haciendo que estas sean más seguras que la mayor parte de redes cableadas. Es muy complicado que los receptores no sintonizados escuchen el tráfico que se da en la LAN. Complejas técnicas de encriptado hacen imposible para todos, incluso los más sofisticados, acceder de forma no autorizada al tráfico de la red. En general los nodos individuales deben tener habilitada la seguridad antes de poder participar en el tráfico de la red.

## **COSTOS**

La instalación de una LAN inalámbrica incluye los costos de infraestructura para los puntos de acceso y los costos de usuario por los adaptadores de la red inalámbrica. Los costos de infraestructura dependen fundamentalmente del número de puntos de acceso desplegados. El valor de los puntos de acceso oscila entre 1000 y 2000 dólares. El número de puntos de acceso depende de la cobertura requerida y del número y tipo de usuarios.

El área de cobertura es proporcional al cuadrado del rango de productos adquirido. Los adaptadores son requeridos para las plataformas standard de ordenadores y su precio oscila entre 300 y 1000 dólares.

El costo de instalación y mantenimiento de una WLAN generalmente es más bajo que el costo de instalación y mantenimiento de una red cableada tradicional.

### **6.3.3 EJEMPLOS DE LOS PRODUCTOS DE LA PROPUESTA**

#### **PUNTO DE ACCESO / BRIDGE INALÁMBRICO 10/22MBPS**

El Punto de Acceso / Bridge TEW-310APB de TRENDnet es la conexión de hoy a la tecnología inalámbrica. Conforme a la norma más avanzada 802.11b, El TEW-310APB ofrece el espectro de difusión de secuencia directa — Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) — que da la funcionalidad de bridge y roaming para los nodos inalámbricos. El TEW-310APB también provee funciones de bridge PA-a-PA, permitiendo a los usuarios que se conecten a dos o más puntos de acceso simultaneas de manera inalámbrica. Con el punto de acceso y tarjetas inalámbricas de TRENDnet, los usuarios se pueden Conectar a redes de alta velocidad y redes pequeñas en su hogar u oficina teniendo acceso a otros equipos, dispositivos compartidos e Internet.



### **CARACTERÍSTICAS:**

- Acceso inalámbrico a equipos de redes para computadoras de escritorio / portátiles / PDA y Mac.
- Opera como una punto de acceso ó puente (Bridge) inalámbrico.
- Usa la frecuencia de 2.4Ghz conforme con las normas mundiales.
- Tecnología inalámbrica de acuerdo al espectro de difusión de secuencia directa—Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).
- Suministra un ancho de banda de hasta 22Mbps con ajuste automático.
- Proporciona llaves configurables de 64/128/256-bit cifrados de privacidad equivalentes a las redes cableadas (WEP) “Wired Equivalent Privacy encryption”.

- Es de fácil configuración utilizando su navegador para Internet o el Software para configuración para ambiente Windows.
- Control de Acceso con dirección MAC de cliente inalámbrico.
- Antenas Fijas Dipolo de DBi Doble.
- Servidor DHCP que soporta hasta 100 clientes.
- Puerto Fast Ethernet auto-sense de 10/100Mbps.
- Capacidad para colgarse en paredes “Wall-Mountable”.
- Abarca distancias de 30 a 100 metros en interiores y de 100 a 300 metros en exteriores.
- 3 años de garantía.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Interfase de red inalámbrica (Wireless LAN)

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Estándar:</b>                  | IEEE 802.11b red inalámbrica (Wireless LAN)   |
| <b>Tecnología de Modulación:</b>  | Espectro de difusión de secuencia directa - Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) - , PBCC (Packet Binary Convolutional Coding), 11-chip Barker Sequence |
| <b>Canales:</b>                   | 11 Canales (US y Canadá)  |
| <b>Rango de Transmisión:</b>      | 22Mbps, 10Mbps, 5.5Mbps, 2Mbps, y 1Mbps (ajuste automático)   |
| <b>Modo de Operación:</b>         | PA, PA-a-PA, PA-a-PA Múltiple, o PA Cliente.  |
| <b>Rango de Frecuencia:</b>       | 2.4 ~ 2.4835 GHz  |
| <b>Seguridad:</b>                 | 64/128/256-bit WEP Encryption   |
| <b>Antena:</b>                    | 2dBi Antenas Dipolo Fijas (longitud = 87 mm / 3.43 pulgadas)  |
| <b>Poder de Salida:</b>           | 16 ~ 18 dBm (máx.)  |
| <b>Sensibilidad de Recepción:</b> | - 82 dBm (Típica)   |



## **TARJETA INALÁMBRICA PCMCIA**

Conectividad para usuarios con Laptop, 10 Mbps., excelente potencia de salida, 16 dBm, brinda movilidad y flexibilidad sin cables.



### **CARACTERISTICAS:**

- Cumple con el Estándar IEEE 802.11 y 802.11b
- Soporta modulación con la tecnología DSSS (Espectro Disperso de Secuencia Directa, Direct Sequence Spread Spectrum) para IEEE 802.11b
- Opera en la frecuencia de 2.4GHz
- Seguridad WEP y WPA
- Soporta selección automática de tasa de datos a 11, 5.5, 2 y 1M para IEEE 802.11b

## **ADAPTADOR PCI CON ANTENA DESMONTABLE**



De las mejores soluciones en conectividad para desktops, tiene antena con cable extensión para buscar la mejor ubicación, función 802.1x para autenticado por un server radius en la LAN

#### **CARACTERISTICAS:**

- Cumple con el Estándard IEEE 802.11 y 802.11b
- Soporta selección automática de tasa de Datos a 11, 5.5, 2 y 1M para IEEE 802.11b
- Cumple con el estándar de Control de acceso basado en IEEE 802.1x
- Potencia de 16 dBm
- Soporta Win/98SE/2000/NT4.0/ME/XP, Linux

#### **RUTEADOR INALAMBRICO DE BANDA ANCHA**

Ruteador ADSL con Punto de Acceso Inalámbrico, standard 802.11b, características de NAT, UPnP, WDS, DDNS, DHCP, Virtual Server y DMZ, solución ideal para compartir Internet tanto de forma cableada (4 pts 10/100) como inalámbrica., Incluye cliente PPPoE y PPTP., Seguridad WEP, WPA, 802.1x., Potencia de Salida 15 dBm, Antena removible RSMA



## **CARACTERISTICAS:**

- Cumple con los estándares IEEE 802.11 y 802.11b.
- Tiene 4 puertos de red RJ-45 de 10/100 Mbps, y 1 puerto WAN RJ-45 que conectan hasta 253 computadoras para acceso a Internet usando sólo una dirección IP pública.
- Soporta modulación con la tecnología DSSS (Espectro Disperso de Secuencia Directa, Direct Sequence Spread Spectrum) para IEEE 802.11b
- Opera en la banda de frecuencia de 2.4GHz.
- Soporta selección automática de tasa de datos en 11, 5.5, 2 y 1 Mbps para IEEE 802.11b.

## **ANTENA GRILLA 24dbi PARA ENLACE INALAMBRICO DE REDES WI-FI DIRECCIONAL**



- Permite transmitir la señal de su red privada o de internet.
- Alcances de hasta 8Kmts (depende de características de transmisor y receptor).
- Maxima capacidad de potencia de entrada (50 Watts).
- Enlace su oficina, bodega, establecimiento comercial con otro punto (punto a punto).
- Ideal para transmitir señal de Internet a uno o muchos puntos lejanos.
- Facil de montar (Requiere de conocimientos tecnicos en transmision de señales para tener exito en la comunicación.(Prestamos el servicio de instalación con costo adicional).
- Puede recibir o enviar la señal a otra antena de 2.4Ghz omnidireccional o direccional de cualquier tipo.
- Anchura de la señal 8° (3dbi) (a menor anchura mayor alcance de la señal y menor perdida)
- Moldeada en Aluminio.
- Soporta todos los climas para uso externo.
- No incluye material de anclaje.(Se vende por separado de acuerdo a características del sitio donde se monta.
- No incluye pigtail (Cable entre antena y equipo. se vende por separado).

#### ESPECIFICACIONES ELECTRICAS

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| <b>Frecuencia</b>                   | 2400-2500 MHz |
| <b>Ganancia</b>                     | 24 dBi        |
| <b>-3 dBi Beam Width</b>            | 8 degrees     |
| <b>Cross Polarization Rejection</b> | 26 dBi        |
| <b>Front to Back Ratio</b>          | 24 dB         |
| <b>Sidelobe</b>                     | -20dB Max     |
| <b>Impedancia</b>                   | 50 Ohm        |
| <b>Maxima Potencia de Entrada</b>   | 50 Watts      |
| <b>VSWR</b>                         | < 1.5:1 avg.  |

## ESPECIFICACIONES MECANICAS

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>□ Peso</b>                   | 4.8 lbs. (2.18 kg)   |
| <b>Dimensiones</b>              | 39.5 in (100 cm) x 23.5 in (60 cm)                         |
| <b>Montaje</b>                  | 1.25 in. thru 2 in. (31.8 - 50.8 mm)<br>diameter mast max. |
| <b>Angulo de Elevación</b>      | 0 to +10 degrees   |
| <b>Temperatura de Operación</b> | -40° C to to 85° C<br>(-40° F to 185° F)                   |

Además se utilizarán protectores en cables coaxiales y líneas de transmisión de energía. Estos protectores brindan un camino para la descarga de corrientes no deseadas.

1. Suministro de energía.- Se solucionará utilizando paneles solares. Los paneles estarán montados en lo alto de la torre, apropiadamente colocados para impedir que las antenas o la misma torre, le hagan sombra. Debe recordarse que los paneles solares son el principal objetivo de robo.
2. La caja de intemperie.- Deberá cumplir varios requisitos: Aislar térmicamente a los equipos en su interior. En el exterior, el clima puede caer a temperaturas por debajo de 0° C. Comportarse como una jaula de Faraday Deberá comportarse como un nivel de referencia eléctrica común (estar conectada a tierra) Hermética

Por estos motivos, la caja deberá ser metálica, de acero galvanizado en caliente, con un recubrimiento interno de un aislante térmico (probablemente lana de vidrio). Tendrá un agujero por cada protector de

cable coaxial que se use, y un agujero adicional para introducir los cables de paneles, baterías y del sensor de presencia. Estos orificios estarán especialmente sellados para impedir que ingrese humedad al interior de la caja. Todos los orificios se harán por debajo (para que la gravedad ayude a impedir el ingreso de humedad a la caja).

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **PRINCIPAL:**

- DOC 310 (1992), Reseña Técnica Para la Utilización y el Mantenimiento de Antenas Proporcionado por los Ingenieros de Compumática.
- CDs (Manuales) de Información de Redes Inalámbricas Proporcionado por los Ingenieros de Petroecuador.

### **DIRECCIONES EN INTERNET:**

<http://www.monografias.com/trabajos6/meti/meti.shtml>

<http://www.wirelessethernet.com>

[http://lat.3com.com/lat/technology/technnical.papers/wireless\\_qa](http://lat.3com.com/lat/technology/technnical.papers/wireless_qa).

<http://www.tecniequpos.com/dana/index.htm>

[http://h41111.www4.hp.com/gomobile/es/es/get\\_started/difference.html](http://h41111.www4.hp.com/gomobile/es/es/get_started/difference.html)

<http://personales.ya.com/pagina/irda.htm>

<http://www.colombiadigital.net/e4pes/comnet.php>

[http://www.agitec.gob.mx/celular/DMJ\\_DGPFT\\_0097\\_00.PDF](http://www.agitec.gob.mx/celular/DMJ_DGPFT_0097_00.PDF)

<http://www.monografias.com/especiales/comunicamov/>

<http://support.microsoft.com/default.aspx>

<http://www.adobe.com/support/downloads>

<http://www.educoas.org/>

<http://www.trendnet.com/sp/products/TEW-310APB.htm>

<http://www.empretel.com.mx/Micronet/Productos/wireless/Wirelessd.htm>

<http://www.redes-inalambricas.net/>

[http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-3946690-promocion-antena-grilla-24dbi-24ghz-inalambrica-enlaces-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-3946690-promocion-antena-grilla-24dbi-24ghz-inalambrica-enlaces-_JM)

# **ANEXOS**





## **Anexo N° 01**

### **GLOSARIO DE TERMINOS**

**FCC:**

Federal Communications Commission, Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos.

**IEEE802.X:**

Conjunto de especificaciones de la redes LAN dictadas por el IEEE (the Institute of Electrical and Electronic Engineers). La mayor parte de las redes cableadas cumplen la norma 802.3, especificación para las redes ethernet basadas en CSMA/CD, o la norma 802.5, especificación para las redes Token Ring. Existe un comité 802.11 trabajando en una normativa para redes inalámbricas de 1 y 2 Mbps. La norma tendrá una única capa MAC para las siguientes tecnologías: Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) e infrarrojos. Se están desarrollando borradores de las normas.

**INFRAESTRUCTURA DE RED:**

Red inalámbrica centrada en un punto de acceso. En este entorno los puntos de acceso no solo proporcionan comunicación con la red cableada sino que también median el tráfico de red en la vecindad inmediata.

**NODO INALÁMBRICO:**

Ordenador de usuario con una tarjeta de red inalámbrica (adaptador).

**MICROCÉLULA:**

El espacio físico en el que un número de dispositivos de redes inalámbricas pueden comunicarse. Puesto que es posible tener células solapándose así como células aisladas los saltos entre células están establecidos por alguna regla.

**MULTIPATH:**

La variación de la señal causada cuando las señales de radio toman varios caminos desde el transmisor al receptor.

**PUNTO DE ACCESO:**

Dispositivo que transporta datos entre una red inalámbrica y una red cableada (infraestructura).

**RED INDEPENDIENTE:**

Red que proporciona (normalmente temporalmente) conectividad de igual a igual sin depender de una infraestructura completa de red.

**ROAMING:**

Movimiento de un nodo inalámbrico entre dos microcélulas. Roaming se da normalmente en infraestructuras de redes construidas con varios puntos de acceso.

**TÉRMINOS DE RADIO FRECUENCIA: GHZ, MHZ, HZ.**

La unidad internacional de medida de frecuencia es el Hertzio (Hz) el cual es equivalente a la unidad antigua de ciclos por segundo. Un MHz es un millón de Hertzios y un GHz son mil MHz (mil millones de Hz). Como referencia: La frecuencia eléctrica utilizada en Europa son 50 Hz y en EEUU son 60 Hz. La banda de frecuencia de radiodifusión AM es 0.55 - 1.6 MHz. La banda de frecuencia de radiodifusión FM es 88 - 108 MHz. Los hornos microondas típicamente operan a 2.45 GHz.

## Anexo N° 02

### TABLAS DE COMPLACENCIA

La Tabla A-0 lista los niveles de potencia permitidos en cada uno de las regiones.

Tabla A-0, Niveles de potencia de transmisión para diferentes regiones.

| Máxima potencia de salida | Localización Geográfica | Documento de Complacencia |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1000 mW                   | EE.UU.                  | FCC 15.247                |
| 100 mW (EIRP)             | EUROPA                  | ETS 300-328               |
| 10 mW/MHz                 | JAPÓN                   | MPT ordinance 79          |

La Tabla A-1 lista las frecuencias centrales permitidas y el n° de canal correspondiente para las tres grandes áreas de mercado para la operación de implementación de la capa física Secuencia Directa.

Tabla A-1 Frecuencias DSSS para operar en diferentes regiones

| N° Canal | Frecuencias Norteamericanas | Frecuencias Europeas | Frecuencias Japonesas |
|----------|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| 1        | 2412 MHz                    | N/A                  | N/A                   |
| 2        | 2417 MHz                    | N/A                  | N/A                   |
| 3        | 2422 MHz                    | 2422 MHz             | N/A                   |
| 4        | 2427 MHz                    | 2427 MHz             | N/A                   |
| 5        | 2432 MHz                    | 2432 MHz             | N/A                   |
| 6        | 2437 MHz                    | 2437 MHz             | N/A                   |
| 7        | 2442 MHz                    | 2442 MHz             | N/A                   |
| 8        | 2447 MHz                    | 2447 MHz             | N/A                   |
| 9        | 2452 MHz                    | 2452 MHz             | N/A                   |
| 10       | 2457 MHz                    | 2457 MHz             | N/A                   |
| 11       | 2462 MHz                    | 2462 MHz             | N/A                   |
| 12       | N/A                         | N/A                  | 2464 MHz              |

La Tabla A-2 lista el rango de frecuencias centrales a ser utilizadas en las implementaciones de la capa física FH. Dentro de estos rangos hay conjuntos de frecuencias de salto definidos para operar en redes FH. Dependiendo del país en el que se utilice la WLAN, hay un número de canales definidos para ser utilizados en cada tipo de salto.

Tabla A-2, Rango de frecuencias de operación

| <b>Límite inferior</b> | <b>Límite superior</b> | <b>Rango regulatorio</b> | <b>Área geográfica</b> |
|------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 2.402 GHz              | 2.480 GHz              | 2.400-2.4835 GHz         | América del Norte*     |
| 2.402 GHz              | 2.480 GHz              | 2.400-2.4835 GHz         | Europa*                |
| 2.473 GHz              | 2.495 GHz              | 2.471-2.497 GHz          | Japón*                 |
| 2.447 GHz              | 2.473 GHz              | 2.445-2.475 GHz          | España*                |
| 2.448 GHz              | 2.482 GHz              | 2.4465-2.4835 GHz        | Francia*               |

Los rangos de frecuencias reseñadas en esta tabla están sujetos a las autoridades reguladoras específicas de cada región.

La Tabla A-3 lista el mínimo requerido para cada país y el número definido para el funcionamiento del 802.11

Tabla A-3, Número de canales operativos.

| <b>Mínimo*</b> | <b>Tipo de salto</b> | <b>Área geográfica</b> |
|----------------|----------------------|------------------------|
| 75             | 79                   | América del Norte*     |
| 20             | 79                   | Europa*                |
| No aplicable   | 23                   | Japón*                 |
| 20             | 27                   | España*                |
| 20             | 35                   | Francia*               |

El número de canales de salto requeridos está sujeto a las autoridades reguladoras específicas de cada región.

Tabla A-4, Requisitos norteamericanos y europeos  
( Valores especificados en GHz )

| <b>Nº Canal</b> | <b>Valor</b> | <b>Nº Canal</b> | <b>Valor</b> | <b>Nº Canal</b> | <b>Valor</b> |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 2               | 2.402        | 28              | 2.428        | 54              | 2.454        |
| 3               | 2.403        | 29              | 2.429        | 55              | 2.455        |
| 4               | 2.404        | 30              | 2.430        | 56              | 2.456        |
| 5               | 2.405        | 31              | 2.431        | 57              | 2.457        |
| 6               | 2.406        | 32              | 2.432        | 58              | 2.458        |
| 7               | 2.407        | 33              | 2.433        | 59              | 2.459        |
| 8               | 2.408        | 34              | 2.434        | 60              | 2.460        |
| 9               | 2.409        | 35              | 2.435        | 61              | 2.461        |
| 10              | 2.410        | 36              | 2.436        | 62              | 2.462        |

|    |       |    |       |    |       |
|----|-------|----|-------|----|-------|
| 11 | 2.411 | 37 | 2.437 | 63 | 2.463 |
| 12 | 2.412 | 38 | 2.438 | 64 | 2.464 |
| 13 | 2.413 | 39 | 2.439 | 65 | 2.465 |
| 14 | 2.414 | 40 | 2.440 | 66 | 2.466 |
| 15 | 2.415 | 41 | 2.441 | 67 | 2.467 |
| 16 | 2.416 | 42 | 2.442 | 68 | 2.468 |
| 17 | 2.417 | 43 | 2.443 | 69 | 2.469 |
| 18 | 2.418 | 44 | 2.444 | 70 | 2.470 |
| 19 | 2.419 | 45 | 2.445 | 71 | 2.471 |
| 20 | 2.420 | 46 | 2.446 | 72 | 2.472 |
| 21 | 2.421 | 47 | 2.447 | 73 | 2.473 |
| 22 | 2.422 | 48 | 2.448 | 74 | 2.474 |
| 23 | 2.423 | 49 | 2.449 | 75 | 2.475 |
| 24 | 2.424 | 50 | 2.450 | 76 | 2.476 |
| 25 | 2.425 | 51 | 2.451 | 77 | 2.477 |
| 26 | 2.426 | 52 | 2.452 | 78 | 2.478 |
| 27 | 2.427 | 53 | 2.453 | 79 | 2.479 |
|    |       |    |       | 80 | 2.480 |

Tabla A-5, Requisitos japoneses  
(Valores especificados en GHz)

| Nº Canal | Valor | Nº Canal | Valor | Nº Canal | Valor |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 73       | 2.473 | 81       | 2.481 | 89       | 2.489 |
| 74       | 2.474 | 82       | 2.482 | 90       | 2.490 |
| 75       | 2.475 | 83       | 2.483 | 91       | 2.491 |
| 76       | 2.476 | 84       | 2.484 | 92       | 2.492 |
| 77       | 2.477 | 85       | 2.485 | 93       | 2.493 |
| 78       | 2.478 | 86       | 2.486 | 94       | 2.494 |
| 79       | 2.479 | 87       | 2.487 | 95       | 2.495 |
| 80       | 2.480 | 88       | 2.488 | -        | -     |

Tabla A-6, Requisitos españoles  
(Valores especificados en GHz)

| Nº Canal | Valor | Nº Canal | Valor | Nº Canal | Valor |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 47       | 2.447 | 56       | 2.456 | 65       | 2.465 |
| 48       | 2.448 | 57       | 2.457 | 66       | 2.466 |
| 49       | 2.449 | 58       | 2.458 | 67       | 2.467 |
| 50       | 2.450 | 59       | 2.459 | 68       | 2.468 |
| 51       | 2.451 | 60       | 2.460 | 69       | 2.469 |
| 52       | 2.452 | 61       | 2.461 | 70       | 2.470 |
| 53       | 2.453 | 62       | 2.462 | 71       | 2.471 |
| 54       | 2.454 | 63       | 2.463 | 72       | 2.472 |
| 55       | 2.455 | 64       | 2.464 | 73       | 2.473 |

Tabla A-7, Requisitos franceses  
( Valores especificados en GHz )

| <b>N° Canal</b> | <b>Valor</b> | <b>N° Canal</b> | <b>Valor</b> | <b>N° Canal</b> | <b>Valor</b> |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 48              | 2.448        | 60              | 2.460        | 72              | 2.472        |
| 49              | 2.449        | 61              | 2.461        | 73              | 2.473        |
| 50              | 2.450        | 62              | 2.462        | 74              | 2.474        |
| 51              | 2.451        | 63              | 2.463        | 75              | 2.475        |
| 52              | 2.452        | 64              | 2.464        | 76              | 2.476        |
| 53              | 2.453        | 65              | 2.465        | 77              | 2.477        |
| 54              | 2.454        | 66              | 2.466        | 78              | 2.478        |
| 55              | 2.455        | 67              | 2.467        | 79              | 2.479        |
| 56              | 2.456        | 68              | 2.468        | 80              | 2.480        |
| 57              | 2.457        | 69              | 2.469        | 81              | 2.481        |
| 58              | 2.458        | 70              | 2.470        | 82              | 2.482        |
| 59              | 2.459        | 71              | 2.471        | -               | -            |

## **Anexo N° 03**

### **NORMA IEEE 802.11**

#### **INTRODUCCIÓN**

Este documento es una apreciación global general del Grupo de Funcionamiento Estándar IEEE 802.11. El IEEE 802.11 define opciones de la capa física para la transmisión inalámbrica y la capa de protocolos MAC.

#### **OBSERVACIONES DE WLAN**

El IEEE 802.11 representa el primer estándar para los productos WLAN.

El IEEE maneja la mayoría de las normas para LAN cableadas.

Representa un hito importante en sistemas WLAN desde que los clientes pueden tener ahora múltiples fuentes para los componentes de sus sistemas WLAN. Hay todavía aplicaciones donde las comunicaciones de los datos propios existentes son muy adecuadas, porque ellos pueden perfeccionar algún aspecto de la actuación de la red. Sin embargo, los adaptables productos del 802.11 extienden las opciones de los usuarios.

#### **LA ECONOMÍA PARA LAS SOLUCIONES BASADAS EN LOS ESTÁNDARES :**

La mayoría de los productos WLAN disponibles hoy en día en el mercado, son objeto de aplicaciones verticales que utilizan soluciones propietario, funcionando en bandas de frecuencia ISM de 900MHz y 2.4GHz. Estos productos incluyen adaptadores inalámbricos y puntos de acceso en PCMCIA, ISA y plataformas personalizadas para PC's. Las soluciones de propietario ("derecho de posesión") para algunas aplicaciones son beneficiosas, sobre todo para aquellos que requieren una diferenciación del mercado o el uso habitual de una red de LAN inalámbrica. Típicamente se personalizan soluciones propietario y fuerzan a los usuarios finales a adquirir los productos de un sólo proveedor de equipos.



Sin embargo, como se introducen los productos dóciles a los estándares, los usuarios pueden escoger de varios proveedores, los cuales proporcionan productos compatibles. Esto aumenta la competencia y mantiene el potencial de los productos a costos más bajos. La interoperatividad, el bajo costo y el estímulo de la demanda del mercado son algunas de las ventajas que ofertan las soluciones basadas en los estándares.

### **¿CÓMO SE UTILIZARÁ EN LAS APLICACIONES FINALES?**

El estándar IEEE 802.11 define el protocolo para dos tipos de redes:

1. Redes Ad-hoc.
2. Redes cliente / servidor.

Una red Ad-hoc es una red simple donde se establecen comunicaciones entre las múltiples estaciones en una área de cobertura dada sin el uso de un punto de acceso o servidor. La norma especifica la etiqueta que cada estación debe observar para que todas ellas tengan un acceso justo a los medios de comunicación inalámbricos. Proporciona métodos de petición de arbitraje para utilizar el medio para asegurarse de que el rendimiento se maximiza para todos los usuarios del conjunto de servicios base.

Las redes cliente/servidor utilizan un punto de acceso que controla la asignación del tiempo de transmisión para todas las estaciones y permite que estaciones móviles deambulen por la columna vertebral de la red cliente / servidor. El punto de acceso se usa para manejar el tráfico desde la radio móvil hasta las redes cliente / servidor cableadas o inalámbricas.

Esta configuración permite coordinación puntual de todas las estaciones en el área de servicios base y asegura un manejo apropiado del tráfico de datos. El punto de acceso dirige datos entre las estaciones y otras estaciones inalámbricas y/o el servidor de la red. Típicamente las WLAN controladas por un punto de acceso central proporcionará un rendimiento mucho mayor.

## **EL COMITÉ DE ESTÁNDARES**

El Comité de Estándares IEEE 802 formó el Grupo de Trabajo de Estándares de Redes LAN inalámbricas 802.11 en 1990. El Grupo de trabajo 802.11 asumió la tarea de desarrollar una norma global para equipos de radio y redes que operaban en la banda de frecuencia ilícita de 2.4GHz, para tasas de datos de 1 y 2Mbps. El Grupo de Trabajo

802.11 ha completado el estándar recientemente. La norma no especifica tecnologías ni aplicaciones, sino simplemente las especificaciones para la capa física y la capa de control de acceso al medio (MAC). La norma permite a los fabricantes de equipos inalámbricos de radio LAN construir equipos interoperables de red.

Los socios del comité son individuos de varias compañías y universidades que investigan, fabrican, instalan y utilizan productos en aplicaciones de redes LAN inalámbricas. Fabricantes de semiconductores, computadoras, equipos de radio, proveedores de soluciones de sistemas WLAN, laboratorios universitarios de investigación y usuarios finales constituyen el grueso del grupo. El grupo es representado globalmente por compañías de los Estados Unidos, Canadá, Europa, Israel y algunos de la Margen del Pacífico.

## **LA CAPA FÍSICA DSSS**

La capa física DSSS utiliza una Secuencia Barker de 11 bits para extender los datos antes de que se transmitan. Cada bit transmitido se modula por la secuencia de 11 bits. Este proceso extiende la energía de RF por un ancho de banda más extenso que el que se requeriría para transmitir los datos en bruto. El aumento de proceso del sistema se define

como 10 veces el ratio de tasa aumentada de los datos (también conocido como "chip rate"). El receptor agrupa la entrada del RF para recuperar los datos originales. La ventaja de esta técnica es que reduce el efecto de fuentes de interferencia de banda estrecha. Esta secuencia proporciona 10.4dB de aumento del proceso, el cual reúne los requisitos mínimos para las reglas fijadas por la

FCC. La arquitectura de propagación usada en la capa física Secuencia Directa no debe confundirse con CDMA. Todos los productos 802.11 adaptables utilizan la misma codificación PN y por consiguiente no tienen un juego de códigos disponible como se requiere para el funcionamiento de CDMA.

### **LA CAPA FÍSICA FHSS**

La capa física FHSS tiene 22 modelos de espera para escoger. La capa física Frecuencia de Saltos se exige para saltar por la banda ISM 2.4GHz cubriendo 79 canales. Cada canal ocupa un ancho de banda de 1Mhz y debe brincar a la tasa mínima especificada por los cuerpos reguladores del país pretendido. Para los Estados Unidos se define una tasa de salto

Mínima de 2.5 saltos por segundo.

Cada una de las capas físicas utiliza su propio encabezado único para sincronizar al receptor y determinar el formato de la señal de modulación y la longitud del paquete de datos. Los encabezamientos de las capas físicas siempre se transmiten a 1Mbps. Los campos predefinidos en los títulos proporcionan la opción para aumentar la tasa de datos a 2 Mbps para el paquete de los datos existente.

### **PROYECCIONES**

El estándar WLAN IEEE 802.11 será una de las primeras generaciones de regularización para las redes LAN inalámbricas. Este estándar sentará la base para la norma de la siguiente generación y dirigirá las demandas para una mayor actuación, una mayor tasa de datos y mayor bandas de frecuencia. La interoperatividad entre los productos WLAN de fabricantes diferentes será importante para el éxito del estándar. Estos productos se implementarán en tarjetas ISA o PCMCIA para el uso en computadoras personales, PDA's, laptops o aplicaciones de escritorio. Las aplicaciones LAN inalámbricas están actualmente en su mayor parte en mercados verticales. Se espera que algunas aplicaciones horizontales seguirán como la infraestructura de la red 802.11 que hay instalada.

Con el tiempo se espera que el aumento de demanda para productos 802.11 incremente la competencia y hagan LAN inalámbricas más competitivas y baratas, para casi todas las aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica. En el horizonte está la necesidad para tasas de datos más altas y para aplicaciones que requieren conectividad inalámbrica a 10Mbps y más alto. Esto les permitirá a las WLAN emparejar la tasa de datos de la mayoría de las LAN alámbricas. No hay ninguna definición actual de las características para la señal de tasa de datos más alta. Sin embargo, para muchas de las opciones disponibles para lograrlo hay una ampliación para mantener la interoperatividad con sistemas de 1 y 2 Mbps, proporcionando también las tasas de datos más alta.

### **CONFORMIDAD INTERNACIONAL EMC**

Los fabricantes y los usuarios mundiales de productos WLAN, necesitan ser conscientes que los requisitos de la Compatibilidad Electromagnética (EMC) varían de un país a otro. Se pretende que las regulaciones minimicen la interferencia entre los numerosos usuarios de equipos de radio en las bandas ilícitas. Las frecuencias de operación permitidas, los niveles de potencia y los falsos niveles son las principales diferencias entre los estándares. El estándar 802.11 define las especificaciones para los transmisores-receptores WLAN para las áreas principales del mercado.

Las LAN inalámbricas están sujetas a la certificación de equipo y los requisitos operativos establecidos por las administraciones reguladoras regionales y nacionales. El estándar 802.11 identifica los mínimos requisitos técnicos para la interoperatividad y conformidad basadas en las regulaciones establecidas para Europa, Japón, y América del Norte. Los fabricantes de WLAN necesitan ser conscientes de todos los requerimientos reguladores actuales para vender un producto en un país particular. En Perú lo tienen que gestionar ante el Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción.

Los documentos listados abajo especifican los requisitos reguladores actuales para varias áreas geográficas. Se reseñan como información, y están sujetos a cambios o revisiones en cualquier momento.

**Europa:**

**Autorización de los Estándares :** Instituto de Standards de Telecomunicaciones Europeo

( ETS ).

**Documentos :** ETS 300-328, ETS 300-339,

**Control de Autorización :** Autoridades de Aprobación Nacionales

**Francia:**

**Autorización de los Estándares:** La Reglementation en France por les Equipements fonctionnant dans la bande de frequences 2,4 GHz "RLANRadio Local Area Network"

**Documentos:** SP/DGPT/ATAS/23, ETS 300-328, ETS 300-339,

**Control de Autorización:** Direction Generale des Postes et Telecommunications

**Japón:**

**Autorización de los Estándares:** Research and Development Center for Radio Communications (RCR)

**Documentos:** RCR STD-33A

**Control de Autorización:** Ministerio de Telecomunicaciones (MKK)

**América del Norte:**

**Autorización de los Estándares:**

Industry Canada (IC), Canada

**Documentos:** GL36

Federal Communications Commission (FCC), EE.UU.

**Documentos:** CFR47, parta 15, Secciones 15.205, 15.209, 15.247.

**Control de Autorización:** Industry Canada (Canada), FCC (EE.UU.)

**España:**

**Autorización de los Estándares:** Suplemento del nº164 del Boletín Oficial del Estado (BOE)

(Publicado el 10 de Julio de 1991 , revisado el 25 de junio de 1993)

**Documentos:** ETS 300-328, ETS 300-339,

**Control de Autorización:** Cuadro Nacional de Atribución De Frecuencias

**Nota:** el funcionamiento en países dentro de Europa, o en otras regiones fuera de Japón o América del Norte, puede estar sujeto a las regulaciones nacionales adicionales o alternativas.