

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“ESTUDIO DE LAS TECNOLOGIAS UWB y USB PARA
MEJORAS EN REDES DE AREA PERSONAL”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

ERICK JORGE NIETO SOBRADO

PROMOCIÓN

2001 - I

LIMA – PERÚ

2006

**ESTUDIO DE LAS TECNOLOGIAS UWB Y USB PARA MEJORAS EN REDES
DE AREA PERSONAL**

*Dedico este trabajo a la persona
que me ha apoyado todos estos años,
dándome una esperanza de Vida
frente a las adversidades físicas y emocionales
A mi madre Maura,
Gracias por mostrarme que
nunca es tarde para empezar
y que siempre es muy temprano
para terminar.*

SUMARIO

La búsqueda de un nuevo modo de transmisión de datos de mayor capacidad y que muestre un gran ahorro de energía es el objetivo de los investigadores de hoy en día.

Es así que en base a una tecnología relativamente antigua, pero más analizada contemporáneamente se puede lograr esto, esta es la tecnología UWB. Por su parte el USB logra en el medio cableado hacerse un lugar como el preferido de los medios de transmisión de datos entre dispositivos de redes de área personal, con una alta tasa de transmisión de datos. Así fusionando estas dos tecnologías (UWB y USB) se logra una resultante en la que se obtiene la velocidad de data, manipulada por el USB y la eficiente transmisión inalámbrica que brinda el UWB frente a otras tecnologías inalámbricas ya existentes. El objetivo de este trabajo es dar una pequeña luz a esta nueva tecnología que está por emerger en los próximos años.

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I:

LAS REDES INALÁMBRICAS DE HOY:

1.1	Introducción	4
1.2	Tipos de Redes Inalámbricas	5
1.2.1	Wireless Local Area Networks	5
1.2.2	Wireless Personal Area Networks	6
1.2.3	Wireless Metropolitan Area Networks	6
1.2.4	Wireless Wide Area Networks	6
1.3	Seguridad en las Redes Inalámbricas	6
1.3.1	WEP (Wired Equivalent Privacy)	6
1.3.2	SSDI (Service Set Identifier)	8
1.3.3	MAC (Media Access Control)	8
1.4	La Familia 802.11	8
1.4.1	IEEE 802.11	8
1.4.2	IEEE 802.11 a	8
1.4.3	IEEE 802.11 b	8
1.4.4	IEEE 802.11 g	9
1.5	Técnicas de Modulación Comunes para Redes Inalámbricas	9
1.5.1	Espectro Ensanchado	9
1.5.1.a	Definición	9
1.5.1.b	Procesos de las Técnicas de modulación de Espectro Ensanchado	12
1.6	Técnica de Modulación en desarrollo actual	14
1.6.1	OFDM	14
1.6.1.a	Ortogonalidad	16
1.6.1.b	OFDM es un caso especial de FDM	18
1.7	Resumen	25

CAPITULO II:**REDES DE AREA PERSONAL**

2.1 Definición	26
2.2 Tecnologías de Redes PAN actualmente desarrolladas	26
2.2.1 IrDA (Infrared Data Association)	26
2.2.1.a Ir Data	27
2.2.1.b Protocolos del IrDA	27
2.2.1.c Protocolos Opcionales para IrDA	28
2.2.2 Bluetooth	29
2.2.2.a Panorama Técnico	29
2.2.2.b Red Bluetooth	30
2.2.2.c Ventajas y Desventajas de la Bluetooth	31
2.2.2.d Seguridad en Bluetooth	31
2.3 Resumen	33

CAPITULO III:**TECNOLOGÍA USB**

3.1 Introducción	34
3.2 Descripción de la Interfaz USB	35
3.2.1 Características Físicas	35
3.2.2 Conectores	37
3.2.3 Especificaciones Eléctricas	39
3.2.4 Identificación de Velocidad	40
3.2.5 Alimentación	42
3.3 Protocolos USB	43
3.3.1 Campos de un Paquete USB común	43
3.3.2 Tipos de Paquetes USB	45
3.3.3 Funciones USB	46
3.3.4 Endpoints	48
3.3.5 Pipes	48
3.3.6 Enumeración	48
3.3.7 Descriptores USB	49
3.3.7.1 Composición de los Descriptores	51

3.4 Resumen	52
CAPITULO IV	
TECNOLOGÍA UWB	
4.1 Introducción	53
4.2 Definición	53
4.3 Tipos de Tecnología UWB	54
4.3.1 UWB Direct Sequence (DS - UWB)	54
4.3.2 UWB con salto de Frecuencia (FH – UWB)	55
4.3.3 UWB – OFDM	58
4.3.3.a Flexibilidad Espectral	59
4.3.3.b Complejidad y Consumo de Potencia	59
4.3.3.c Seguridad	60
4.3.3.d Panorama del Mercado	60
4.3.3.e Modelos de Uso	61
4.4 Tecnologías UWB propietarios y aplicaciones	63
4.5 Grupos de Estándares de la Industria y sus Relaciones	64
4.5.1 Alianza OFDM Multibanda	65
4.5.2 La alianza Wi –Media	65
4.5.3 Wireless USB Promoter Group	67
4.5.4 Asociación comercial 1394	67
4.6 Resumen	68
CAPITULO V	
TECNOLOGÍA WUSB	
5.1 Introducción	69
5.2 Arquitectura WUSB	70
5.2.1 Descripción del Sistema WUSB	70
5.2.2 Topología	71
5.2.3 Dispositivos USB Wireless	72
5.2.3.a Interfaz Física	72
5.2.3.b Administración de Energía	72
5.2.3.c Protocolo de Bus	73

5.2.3.d Robustez	74
5.2.3.e Seguridad	74
5.2.3.f Sistema de Configuración	74
5.2.4 Tipos de Flujos de Datos	75
5.2.5 Wire Adapter	75
5.2.6 Acceso al Medio Y Comunicación	76
5.3 Resumen	77
CONCLUSIONES	78
ANEXO A	
Otras Nuevas Aplicaciones que se da al UWB	81
ANEXO B	
Terminología Usada en el Informe	90
BIBLIOGRAFÍA	94

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.1 Rol de las redes inalámbricas hoy en día.
- Figura 1.2 Encriptación de la trama WEP.
- Figura 1.3 Principio del Espectro Ensanchado por Secuencia Directa.
- Figura 1.4 Principio del Espectro ensanchado por Salto de Frecuencia.
- Figura 1.5 Modulación de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa y de Salto de Frecuencia respectivamente visualizadas en el rango de las frecuencias.
- Figura 1.6 Analogía de Comparación entre la modulación FDM clásica (a) y la modulación OFDM (b).
- Figura 1.7 Analogía Grafica entre las ventajas que brinda el OFDM (OFDM Co.) y el FDM (FDM Trucking Company) al momento de llevar la data.
- Figura 1.8 Gráfico que expresa la Multiplexión por división de Multiportadora FDM y Multicódigo.
- Figura 1.9 Cancelación de las áreas de una señal sinusoidal.
- Figura 1.10 Cancelación del área del producto de Dos Señales Sinusoidales.
- Figura 1.11 División Común que realiza el FDM en el Rango Espectral
- Figura 1.12 Secuencia de Bits en coordenadas Voltaje vs. Tiempo.
- Figura 1.13 Primera secuencia del tren de pulsos que modula una portadora de 1 Hz.
- Figura 1.14 Primera secuencia del tren de pulsos que modula una portadora de 2 Hz.
- Figura 1.15 Tercera y Cuarta Secuencias del Tren de Pulsos que modula una portadora de 3 y 4 Hz, respectivamente.
- Figura 1.16 Demultiplexión y Visualización de la señal OFDM en el rango del Tiempo y de la frecuencia.
- Figura 1.17 Bloque funcional IFFT.
- Figura 1.18 Señal OFDM en el Dominio del Tiempo.

- Figura 1.19 Vista de la Señal OFDM desde el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia.
- Figura 1.20 Efecto de las Transformadas de Fourier Rápidas (Directa e Inversa) sobre una señal Determinada.
- Figura 2.1 Accesorios que utilizan la tecnología IrDA.
- Figura 2.2 Panorama de una Red Bluetooth.
- Figura 2.3 Tarjeta Adaptadora Bluetooth.
- Figura 3.1 Tipos de Conectores USB.
- Figura 3.2 Bridges USB.
- Figura 3.3.a Balanceo de Carga de impedancia en los buses USB, para la detección de Inserción del dispositivo USB en modo Full Speed.
- Figura 3.3.b Balanceo de Carga de impedancia en los cables USB, para la detección de Inserción del dispositivo USB en modo Low Speed.
- Figura 3.4 Campo PID y sus bits de Redundancia.
- Figura 3.5 Token USB.
- Figura 3.6 Paquete de Datos USB.
- Figura 3.7 Formato de los paquetes Handshake en la comunicación USB.
- Figura 3.8 Formato de los paquetes de inicio de trama.
- Figura 3.9 Establecimiento de los EndPoints en la comunicación USB.
- Figura 3.10 Elementos Descriptores en la Comunicación USB.
- Figura 4.1 Técnica del Espectro Ensanchado de Secuencia Directa en la transmisión y en la recepción.
- Figura 4.2 Espectro de una Señal producida por la Técnica de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa.
- Figura 4.3 Técnica del Espectro ensanchado por Salto de Frecuencia en la Transmisión y Recepción.
- Figura 4.4 Espectro de una Señal producida por la Técnica de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa (Tomada de un analizador de espectros).
- Figura 4.5 Rango de Operación de los tres primeros canales del UWB – OFDM.
- Figura 4.6 MBOA como plataforma de varias tecnologías emergentes .
- Figura 4.7 Vista de las Nuevas Tecnologías Inalámbricas en Capas.
- Figura 4.8 Gráfico de Cobertura de Operación Vs. Trafico de Datos.

- Figura 5.1 Topología Física de La Tecnología WUSB.
- Figura 5.2 Comparación entre los protocolos de transacción del USB 2 clásico (Arriba) y el WUSB (Abajo).
- Figura 5.3 Ubicación del Wire Adapter dentro de un entorno de uso común.
- Figura A.1 Grafico que representa el grado de penetración de la señal UWB y el tiempo de retardo.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1	Ordenamiento de bits a forma Paralela.
Tabla 3.1	Disposición de los pines en una interfaz USB.
Tabla 3.2	Valores del campo PID del paquete USB en sus respectivos grupos.
Tabla 3.3	Campos de un descriptor genérico USB.
Tabla 4.1:	Cuadro Comparativo entre los Métodos de Secuencia Directa (Direct Sequence) y de salto de Frecuencia (Frequency Hopper).
Tabla 4.2	Algunas Velocidades de Data y sus respectivas potencias a Utilizar en la tecnología UWB.
Tabla A.1	Lista de Emisión para Sistemas de Radar Vehicular.
Tabla A.2	Características de los medios por los cuales puede penetrar una señal UWB.

PROLOGO

Desde hace casi 100 años atrás, el deseo del hombre por llevar y traer información sin ningún tipo de medio físico sólido ha sido exponencialmente evolutiva hasta estos tiempos, que lo llevo a pasar por diferentes etapas de transmisión de información, desde las emisiones radiales, la detección de cuerpos móviles mediante las emisiones de radar, utilizadas mayormente en embarcaciones de guerra, la televisión y con la llegada de la era digital esto empujo a la modulación de datos digitales en todas su formas actualmente conocidas.

Debido a la transformación de la información a un formato digital, la ultima década, ha sido testigo que el principal objetivo de los diseñadores de nuevas tecnologías de comunicación ha sido una gran atención en la transmisión de datos inalámbrica. Como se ha podido observar, la transmisión de datos de largo alcance, han sido uno de modos de transmisión mas desarrollados, esto involucra a las redes WAN (Wide Area Network – Redes de Area Amplia) y redes MAN (Metropolitan Area Network – Red de Area Metropolitana) , como son las redes satelitales y celulares respectivamente. Pero el inicio del desarrollo de la transmisión de datos de alta capacidad, se da en las Redes de Área Local Inalámbrica mediante la aparición de especificaciones propuestas por la IEEE como las IEEE 802.11 (a, b y g), IEEE 802.15 y IEEE 802.16. Además de esto se añadirían características como es el factor de Calidad de Servicio, propias de las redes cableadas amplias, para dar prioridades frente a múltiples transmisiones simultáneas controlada por un equipo central denominado HOST. Otra cosa que se añadiría a este nuevo tipo de transmisión es la característica que posee los sistemas celulares como el Roaming y desde el punto de vista de seguridad: la identificación única mediante contraseña y de transmisiones totalmente encriptadas.

El siguiente trabajo se encarga de dar a luz un nuevo tipo de tecnología que no está a mucho tiempo de aparecer denominada WUSB y de mencionar a dos tecnologías precedentes que han hecho de la transmisión multimedia en tiempo real una realidad, como

son el USB (Universal Serial Bus) y el UWB (Ultra Wide Band) cuya aplicación inicial se dan en las Redes de Área Personal y en un futuro próximo a las redes LAN.

En el Capítulo 1, se da panorama en relación a las Redes Inalámbricas, empezando por una breve definición de estas, destacando los diferentes tipos de redes inalámbricas como son las redes WLAN, WPAN , etc. Propiedades de Seguridad en este tipo de redes y características. A esto se agrega una breve explicación de las especificaciones que dio la IEEE para los distintos tipos de redes inalámbricas, adicionando a esto los tipos de modulaciones que utilizan cada uno de estos.

Las Redes de Área Personal en detalle son mencionadas en el capítulo 2, mostrando las diferentes tecnologías que son y que han sido utilizadas.

En el capítulo 3, se detalla la tecnología USB, explicando como se encuentra caracterizada su capa Física (conectores, modos de bus, tipos de conexiones, transceptores, etc), para luego explicar la capa de enlace mediante el uso de sus protocolos y modos de transmisión, describiendo brevemente sus paquetes. Tras analizar estos protocolos nos daremos cuenta que la comunicación que se realiza en el bus USB no es muy diferente a la comunicación que se desarrolla en las Redes de Área Local (en otras palabras a la comunicación Ethernet).

La búsqueda por obtener un ancho de banda bastante amplio para el traslado de una alta tasa de información llevó a los investigadores a crear una nueva técnica de transmisión denominada Ultra Wide Band detallada en todos sus tipos de modulación en el capítulo 4, además se explican los tipos de modulación utilizados para esta tecnología.

En el capítulo 5 se explica la fusión de las tecnologías USB y UWB para dar como resultado a la nueva tecnología WUSB, se hace nota de aquellas secciones lógicas en las cuales varia el WUSB con respecto al USB.

En el Anexo A se mencionan las grandes ventajas que puede brindar la tecnología UWB tanto en el uso militar como en medicina y en otros campos donde la obtención de información en forma instantánea es primordial y en algunos casos vital.

En el Anexo B se hace mención de los términos utilizados a lo largo del informe como consulta para los lectores.

CAPITULO I LAS REDES INALÁMBRICAS DE HOY

1.1. Introducción:

Si un usuario, aplicación o compañía desea hacer la data portátil, móvil y accesible, entonces las redes inalámbricas son la respuesta . Un sistema de red inalámbrica debería disminuir el tiempo que uno demora en implementar una red cableada , debido a los problemas del tendido de cable que este último presenta. Se ahorraría tiempo y dinero debido al hecho que uno pierde tiempo instalando un montón de cables. Además si un cliente necesita reubicar a otro lado de la oficina entonces lo único que necesitaremos hacer es simplemente mover la maquina junto a nuestra tarjeta - interfaz inalámbrica.

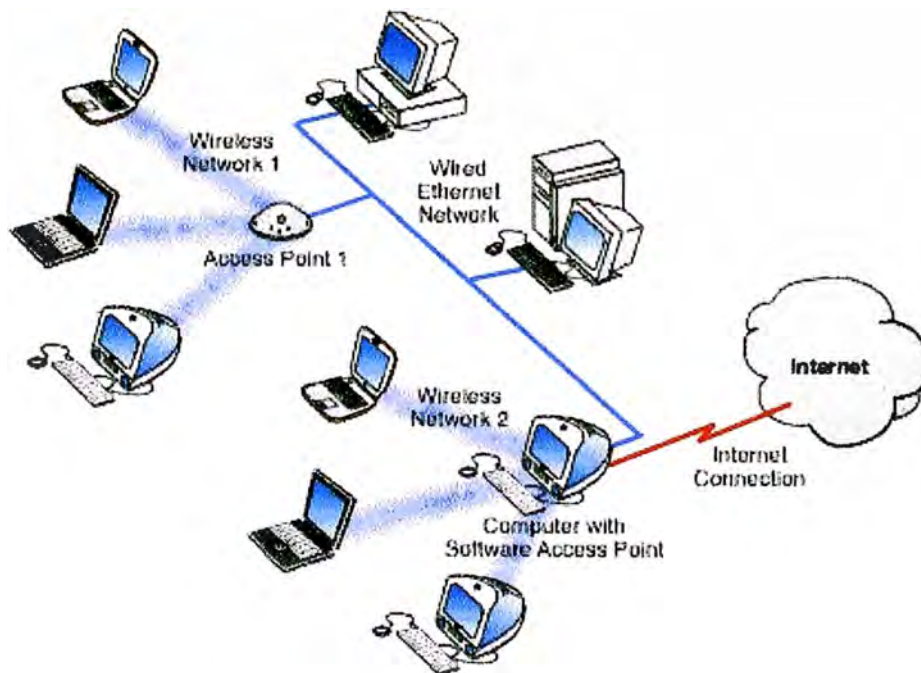


Figura 1.1 Rol de las redes inalámbricas hoy en día

En la figura 1.1 se muestra de manera general una red inalámbrica conteniendo algunos de sus componentes mas importantes como los Access Points (terminales que comunican las redes inalámbricas con las redes cableadas) que caracterizan una red inalámbrica (Wireless Network). Se podría detallar además que existen terminales Computer – Access Point como en el caso de la Wireless Network 2 cuyo Access Point también sirve como Interfaz para el acceso a Internet.

Las redes inalámbricas muestran ser muy útiles en lugares públicos – librerías , casa de huéspedes, hoteles cafeterías, escuelas y lugares donde uno podría encontrar un acceso inalámbrico a Internet. Desde un punto de vista financiero, esto beneficia tanto al proveedor como al cliente. El proveedor ofrecería su servicios por un cargo, probablemente un pago por usar el sistema y el cliente seria capaz de tomar ventaja de este servicio en una localización conveniente; lejos de la oficina o el hogar. Una desventaja de esta red inalámbrica, es que la calidad de servicio (QoS) no está garantizado y si hay alguna interferencia con el enlace la conexión “se caería”.

1.2 Tipos de Redes Inalámbricas:

1.2.1 Wireless Local Area Networks (WLANs):

Las WLANs permiten en un área local, tales como un campo universitario o una biblioteca, para formar una redes o tener acceso a Internet. Una red temporal puede ser formada por un pequeño número de usuarios sin la necesidad de tener un “Access Point” (*); dado que ellos no necesitan del acceso para los recursos de la red.

(*) Access Point: En una red de área local inalámbrica, un Access Point es una estación que transmite y recibe data (algunas veces referido como “tranceptores”. Un punto de acceso conecta a otros usuarios dentro de la red y también puede servir como el punto de conexión entre la LAN inalámbrica y una red cableada fija .

1.2.2 Wireless Personal Area Networks (WPANs):

Las dos actuales tecnologías para las redes de área personal inalámbricas son el Infrarrojo y el Bluetooth (IEEE 802.15). Estos permitirán la conectividad de dispositivos personales dentro de un área de a lo mucho 30 pies (10 metros). Sin embargo el infrarrojo requiere de una línea directa de vista y el alcance es menor.

1.2.3 Wireless Metropolitan Area Networks (WMANs):

Esta tecnología permite la conexión de múltiples redes en un área metropolitana tales como diferentes edificios en una ciudad, los cuales pueden ser una alternativa o backup para el cableado de cobre o de fibra óptica.

1.2.4 Wireless Wide Area Networks (WWANs):

Estos tipos de redes se pueden mantener sobre áreas más grandes, tales como ciudades o países, vía múltiples sistemas de satélites y antenas vistas a través de un ISP. Estos tipos de sistemas son referidos a como sistemas de segunda generación (2G).

Debajo insertamos una tabla (Tabla 1.1) para indicar los respectivos alcances de estas diferentes tecnologías:

Tabla 1.1. Clasificación de las Redes según su Alcance

Distancia (m)	Tipo de Red
0-10	Red de Area Personal
0-100	Red de Area Local
0-10000	Red de Area Amplia

1.3 Seguridad en las Redes Inalámbricas:

Los siguientes son tres métodos disponibles cuando se paso a un sistema inalámbrico:

1.3.1 WEP (Wired Equivalent Privacy)

Wired Equivalent Privacy está diseñado para detener la interceptación de las señales de radiofrecuencia por usuarios no autorizados y es más adecuado para redes pequeñas. Esto

es así porque no existe un protocolo de administración de clave y cada clave debe ser ingresada manualmente dentro de los clientes – esto prueba a ser una tarea administrativa consumidora de mucho tiempo. WEP esta basado en el algoritmo de encriptación RC4 por RSA Data Systems. Trabaja teniendo a todos los clientes y punto de acceso configurado con la misma clave para encriptación y desencriptación. Un esquema general de este tipo de seguridad lo podemos ver en la figura 1.2.

WEP utiliza una clave secreta compartida entre los elementos de comunicación. Algunas versiones utilizan una clave de 40 bits que fue originalmente usado para formular el “standard”, mientras otras nuevas versiones utilizan una clave de 128 bits.

El proceso real de encriptación y desencriptación, es como sigue:

1. La trama de datos es “asegurada” (usando el algoritmo CRC-32) para obtener una secuencia $c(M)$, donde M es el mensaje, M y $c(M)$ son concatenados para conseguir el “plain text” $P=(M, c(M))$.
2. P es encriptado usando el algoritmo RC4. Este genera un “keystream” como una función del vector de inicialización v y la clave secreta k el cuales denotado como $RC4(v,k)$. El texto cifrado resulta de aplicar una función XOR entre el “plain text” y el “keystream”. El texto de cifrado y el vector de inicialización son transmitidos vía radio.

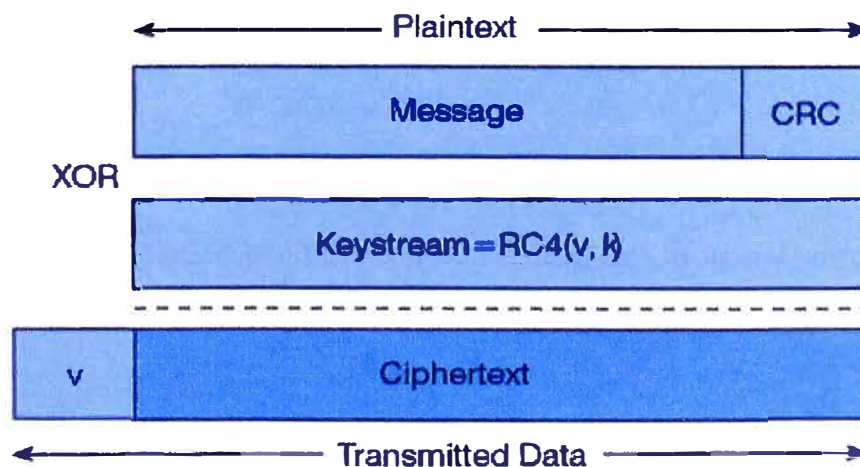


Figura 1.2. Encriptación de la trama WEP

1.3.2 SSID (Service Set Identifier)

SSID actúa como un simple password permitiendo a una red WLAN a ser dividida en redes diferentes teniendo un único identificador. Estos identificadores serán programados dentro de múltiples terminales. Para acceder a cualquiera de las redes, una computadora cliente debe ser configurada con un correspondiente identificador SSID para esa red. Si ellos coinciden entonces el acceso le estará garantizado a la computadora cliente.

1.3.3 MAC (Media Access Control)

Una lista de direcciones MAC perteneciendo a las computadoras cliente puede ser ingresado dentro de un Access Point y por lo tanto solo aquellas computadoras le será permitido el acceso. Cuando una computadora hace una consulta, su dirección MAC es comparada a la lista de direcciones MAC ubicada dentro del *Access Point* y el permiso le será concedido o denegado. Este es un buen método de seguridad pero solo recomendado para redes pequeñas.

1.4 La Familia 802.11:

El estándar 802.11 primero apareció por los 1990s y fue desarrollado por el IEEE. Este ahora ha emergido y expandido a ser una de las tecnologías líderes en el mundo inalámbrico.

1.4.1 IEEE 802.11

Usando tanto FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) este provee una transmisión de 1 a 2 Mbps sobre la banda de los 2.4 GHz.

1.4.2 IEEE 802.11a

Usando el OFDM (Multiplexión por División de Frecuencia Ortogonal) este provee hasta 54 Mbps y trabaja sobre la banda de 5GHz.

1.4.3 IEEE 802.11b

Este es también conocido como Wi-Fi o 802.11 de alta velocidad, usa DSSS y se aplica a LAN's inalámbricos. Más comúnmente usado para uso privado, en casa por ejemplo. Este

provee una velocidad de transmisión de 11 Mbps y tiene una velocidad de recuperación de 5.5, 2 y 1 Mbps.

1.4.4 IEEE 802.11g

Este provee una velocidad de transmisión de 20 Mbps, se aplica a las LAN y trabaja en la banda de 2.4 GHz.

Para un mayor detalle de estos estándares revisar el Capítulo 4 del Libro señalado en la bibliografía [1].

1.5 Técnicas de Modulación Comunes para Redes Inalámbricas

1.5.1 Espectro Ensanchado (Spread Spectrum)

1.5.1.a Definición:

Se define la técnica de transmisión en la cual un código pseudo - aleatorio, independiente de la data de información, es empleado como una forma de onda para “expandir” la energía de la señal sobre un ancho de banda mucho más grande que el ancho de banda de la señal de información. En el receptor, la señal es de-expandida usando una replica sincronizada del código pseudo – aleatorio.

Otra definición que se le podría dar es que son aquellas técnicas en las cuales:

- El ancho de banda de la señal transmitida es mucho más grande que el ancho de banda del mensaje original.
- El ancho de banda de la señal transmitida es determinada por el mensaje a ser transmitido y por una señal adicional conocido como código de ensanchamiento.

Existen dos técnicas de modulación de espectro ensanchado

- Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS).

Mediante esta técnica la señal de información se modula inicialmente un señal denominada “código de expansión” y luego la señal resultante de esta primera modulación llega a modular una portadora fija siendo esta señal la señal resultante de esta técnica DSSS. La figura 1.3 nos da una idea en bloques:

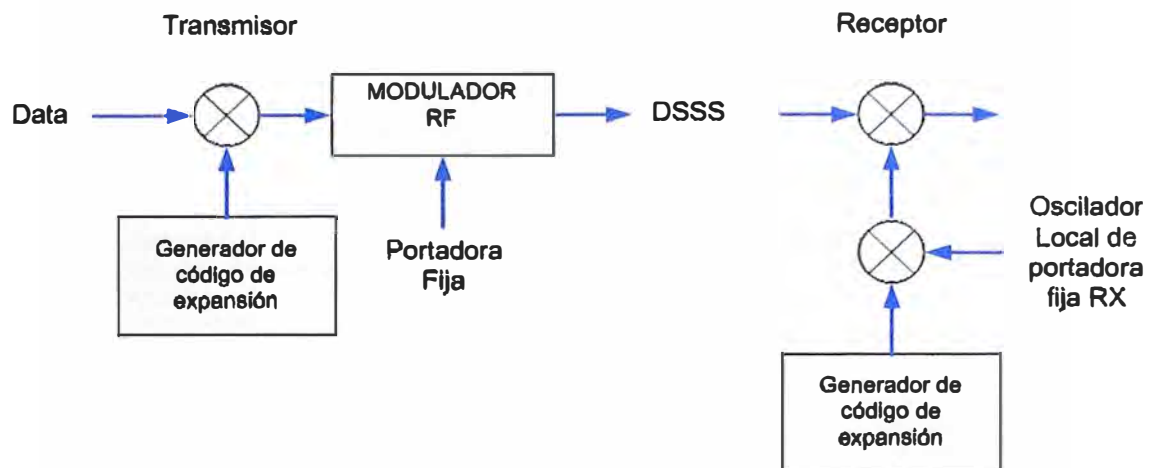


Figura 1.3: Principio del Espectro Ensanchado por Secuencia Directa

Según la Figura 1.3 en el transmisor (Transmitter) el código de expansión (Code Spreading) generado en el “Spreading Code Generator” es modulado por la data o información que deseamos enviar, luego esta información resultante es nuevamente modula en el bloque “RF Modulator” una portadora de frecuencia fija (Fixed Carrier). Mientras que en el lado receptor (Receiver despreader) es nuevamente modulado tanto por un Oscilador local (Fixed RX local Oscillator) y también modulado por un “Sperading Code” para que la señal de información sea nuevamente extraída y enviada a su destino.

- Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia (FHSS)

En este caso la “señal de expansión” o “código de expansión” (obtenida del “Spreading Code Generator”) es usada para cambiar la frecuencia de la portadora provista por el generador de portadora. La data directamente modulará esta portadora de salto. En esencia, el salto de frecuencia puede ser vista como una colección de múltiples señales de banda angosta convencionales, transmitida una a la vez. La figura 1.4 nos muestra cuan diferente es esta técnica de la técnica por Secuencia Directa, modulando el código de expansión (spreading code) con la frecuencia RF y luego modulándolo con al data a transmitir. En el lado derecho de este grafico se muestra el lado receptor que realiza la operación inversa.

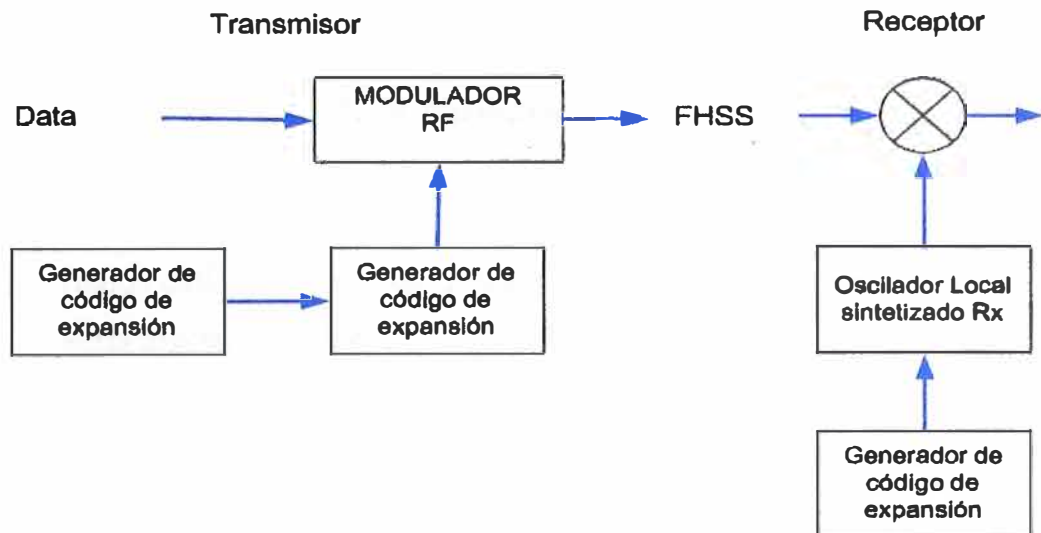


Figura 1.4: Principio del Espectro ensanchado por Salto de Frecuencia

Según la Figura 1.4 el código de expansión (Code Spreading) generado en el Code Spreading Generator modula a la frecuencia de portadora en el Sintetizador de Frecuencia de Portadora (Carrier Frequency Synthesizer) para luego ser modulada por la información (Data) en el RF Modulator y así ser transportada como onda de radio frecuencia. Mientras que en el lado receptor se realiza la operación inversa simplemente modulando de forma directa el “código de expansión” (Code Spreading) con el Oscilador Local sintetizado de recepción (Rx Synthesized Local Oscillator) mediante la data de información.

- Transmitiendo la energía del mensaje sobre un ancho de banda mucho más ancho que el mínimo requerido, las técnicas de modulación de espectro ensanchado presentan sus dos mayores ventajas: Baja densidad de Potencia y Redundancia.
 - Baja Densidad de Potencia : relaciona el hecho de que la energía transmitidas expandida sobre una banda ancha, y por lo tanto la cantidad de energía por frecuencia específica es muy baja. El efecto de la baja densidad de potencia de la señal transmitida es tal que una señal no causará disturbios en la actividad de otros sistemas receptores, en la misma área y que no pueda ser detectada por intrusos, brindando un alto nivel de seguridad.

- Redundancia, trata el hecho de que el mensaje este presente en diferentes frecuencias desde donde podría ser recuperado en caso de errores. El efecto de la redundancia es que los Sistemas de Espectro Ensanchado presentan una alta resistencia a los ruidos y a las interferencias, siendo capaz de recuperar sus mensajes incluso si los ruidos están presentes en el medio. La figura 1.5 nos muestra como se veria afectada el espectro de la señal de salida con cada técnica.

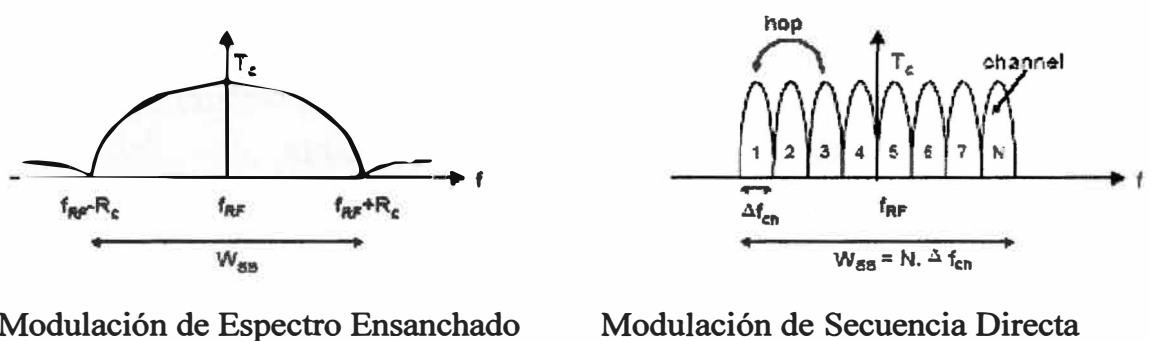


Figura 1.5. Modulación de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa y de Salto de Frecuencia respectivamente visualizadas en el rango de las frecuencias

1.5.1.b Procesos de las Técnicas de modulación de Espectro Ensanchado:

Las técnicas de modulación de espectro ensanchado están compuestas de dos procesos de modulación consecutivos ejecutados sobre la señal de portadora:

1. Proceso 1.- ejecutado por el código de expansión (proceso de ensanchamiento). Es este proceso de ensanchamiento que genera el ancho de banda amplia de la señal transmitida.
2. Proceso 2.- ejecutado por el mensaje a ser transmitido.

Analizando cada técnica se tiene lo siguiente:

- FHSS:
 - Proceso 1: Modulación del Código de Ensanchamiento:

- La frecuencia de la portadora es periódicamente modificada (saltada) siguiendo una secuencia específica de frecuencias.
 - En los sistemas FHSS el código de ensanchamiento es esta lista de frecuencias a ser usado por la señal de portadora (secuencia de salto).
 - La cantidad de tiempo empleado en cada salto es conocido como Dwell Time y está típicamente en el rango de 100 ms.
- **Proceso 2: Modulación del Mensaje:**
 - El mensaje modula la portadora de salto FSK, generando así una señal de banda angosta por la duración de cada “dwell”, pero generando una señal de banda ancha . el proceso es recomendado sobre periodos de tiempo en el rango de los segundos.
 - Redundancia .- es alcanzado a través de la posibilidad para ejecutar retransmisiones sobre diferentes portadoras de frecuencias (saltos).
- **DSSS:**
 - **Proceso 1: Modulación del Código de Ensanchamiento**
 - Para la duración de cada Bit de mensaje, la portadora es modulada (PSK) siguiendo una secuencia específica de bits conocida como Chips. El proceso es conocido como chipping y resulta en la sustitución de cada Bit de mensaje por la misma secuencia de chips.
 - En los sistemas DSSS, el código de ensanchamiento es la secuencia de chip usados para representar los bits de mensaje.
 - **Proceso 2: Modulación del mensaje**
 - Para los bits de mensajes “0”, la secuencia de chips usados para representar el bit permanece como dictado

por el proceso 1 arriba. Para los bits de mensaje “1”, la secuencia de chips dictados por el proceso 1 arriba es invertida. De esta manera los bits de mensajes “0” y “1” son representados (sobre el aire) por diferentes secuencias de chip (uno siendo la versión invertida del otro).

- Redundancia: es alcanzada por la presencia del mensaje. Incluso si alguno de los chips del código ensanchado son afectados por el ruido, el receptor puede reconocer la secuencia y toma una decisión correcta recomendando el bit de mensaje recibido.

1.6 Técnicas de Modulación:

1.6.1 OFDM:

OFDM es una combinación de multiplexión y modulación. La mutiplexión generalmente refiere a señales independientes, aquellos producidos por diferentes fuentes. En otras palabras esto concierne a como compartir el espectro con estos usuarios. En OFDM la multiplexación es aplicada a diferentes señales pero estas señales independientes son un subconjunto de una señal principal. En OFDM la señal así misma es primero esparcida dentro de canales independientes, modulado por data y luego re-multiplexado para crear la portadora OFDM.

OFDM es un caso especial de la Multiplexión por División de Frecuencia (FDM). Como una analogía un canal FDM es como un flujo de agua saliendo por un grifo (Fig 1.6), en contraste la señal OFDM es como una regadera. En un grifo todo el agua sale en un gran chorro y no puede ser subdividido. La regadera OFDM es formado de un montón de pequeños chorros.

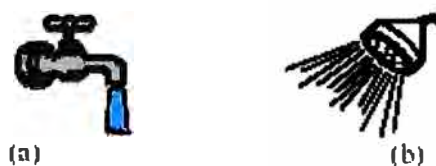


Figura 1.6. Analogía de Comparación entre la modulación FDM clásica (a) y la modulación OFDM (b)

Pensemos ahora en la diferencia de uno y otro. Una obvia ventaja es que si yo tapo la salida del grifo, podré detener el flujo de agua pero no podré hacer lo mismo con la regadera (Fig 1.6 a y Fgi 1.6 b). Así aunque ambos hacen lo mismo, ellos responden diferente a la interferencia.



Figura 1.7. Analogía Grafica entre las ventajas que brinda el OFDM (OFDM Co.) y el FDM (FDM Trucking Company) al momento de llevar la data

Otra analogía es la carga en un camión (Fig 1.7). Tenemos dos opciones, uno contratar un gran camión o una flota de unos más pequeños. Ambos métodos la misma cantidad de carga. Pero en caso de un accidente, solo un cuarto de la data en el segundo método se perderá.

Estos cuatro camioncitos vistos desde el punto de vista de señales son denominadas en Sub – portadoras en un sistema OFDM y deben ser ortogonales para que funcione. Los subcanales independientes pueden ser multiplexados por multiplexación por división de frecuencia (FDM), llamada transmisión multi-portadora o este puede estar basado en una multiplexión por división de código (CDM), en este caso es denominada transmisión multi-código.

Para este caso solo trataremos el caso de la Multi-Portadora FDM u OFDM.

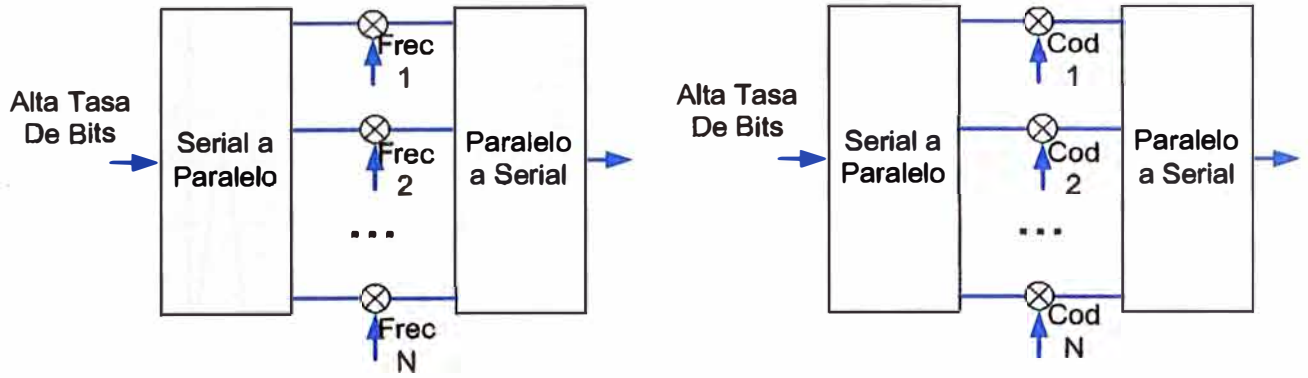


Figura 1.8 . Gráfico que expresa la multiplexión por división de Multiportadora FDM y Multicódigo.

1.6.1.a Ortogonalidad:

El concepto principal de OFDM es la “Ortogonalidad” de las Sub – portadoras. Puesto que las portadoras son todas Ondas senos / cosenos sabemos que el área bajo un periodo de una onda seno o coseno es cero (como se ve en la Fig 1.9).

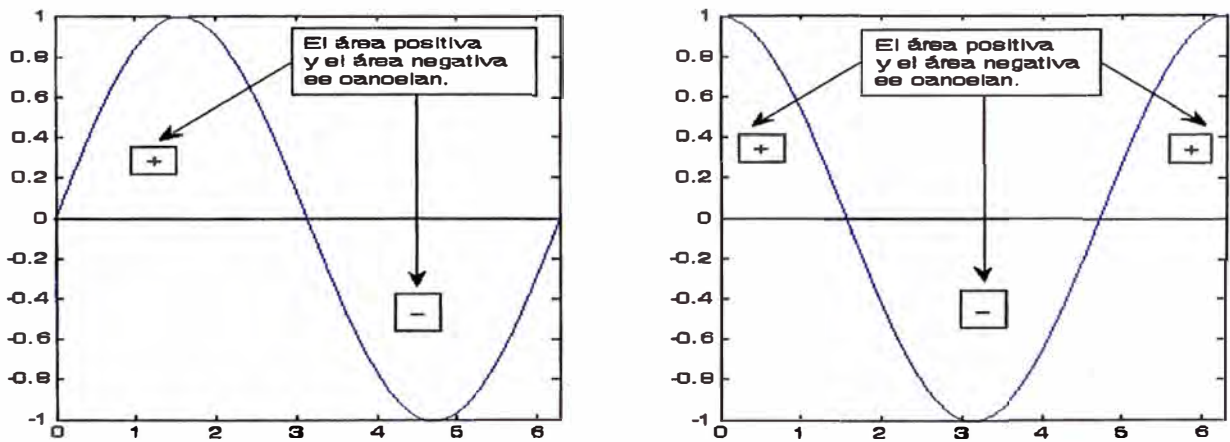


Figura 1.9. Cancelación de las áreas de una señal sinusoidal

Tomaremos ahora una onda sinusoidal de frecuencia “m” y multiplicarlo por otra senoide (seno o coseno) de una frecuencia n, donde tanto m y n son enteros. La integral del área bajo este producto está dado por:

$$f(t) = \text{sen}(mwt) \times \text{sen}(nwt) \dots\dots\dots(1.1)$$

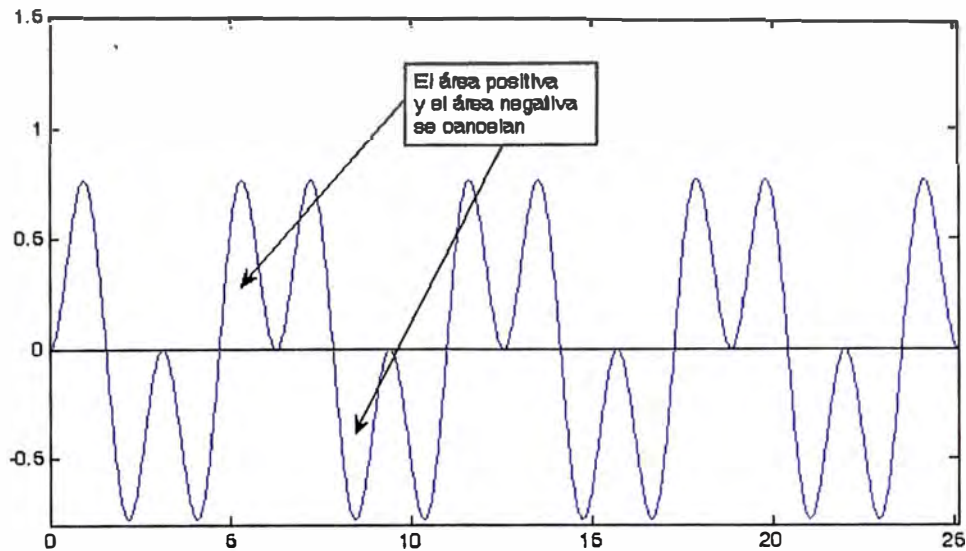


Figura 1.10. Cancelación del área del producto de Dos Señales Sinusoidales

Mediante una simple relación trigonométrica, esto es igual a una suma de dos sinusoides de frecuencias $(n-m)$ y $(n+m)$

$$= \frac{1}{2}(\cos(m-n)) - \frac{1}{2}\cos(m+n) \dots \dots \dots (1.2)$$

Estos dos componentes son cada una senoide, así que la integral es igual a cero sobre un periodo:

$$= \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \cos((m-n)wt) - \int_0^{2\pi} \frac{1}{2} \cos((m+n)wt) = 0 - 0 \dots \dots \dots (1.3)$$

Concluimos que cuando multiplicamos una senoide de frecuencia n por una senoide de frecuencia m/n , el área bajo el producto es cero (Fig 1.10). En general para todos los integradores n y m , $\sin(mx)$, $\cos(mx)$, $\cos(nx)$, $\sin(nx)$, son todos ortogonales, uno con otro. Estas frecuencias son llamadas armónicos

La idea de Ortogonalidad es clave para entender OFDM. La Ortogonalidad permite transmisiones simultáneas sobre un montón de Sub-Portadoras en un espacio de frecuencia ajustado sin interferencia de uno con otro. En esencia esto es similar a CDMA, donde los códigos son usados para crear secuencia de datos independientes (también denominados ortogonales) el cual permite varios usuarios independientes para transmitir en el mismo espacio exitosamente.

1.6.1.b OFDM es un caso especial de FDM

Vamos a dar una revisión a los que es FDM. Si yo tengo una ancho de banda que va desde una frecuencia “a” hasta “b” podemos dividir esto en 4 espacios iguales de frecuencia .en el espacio de frecuencia las portadoras moduladas lucirán como se muestra en la figura 1.11:

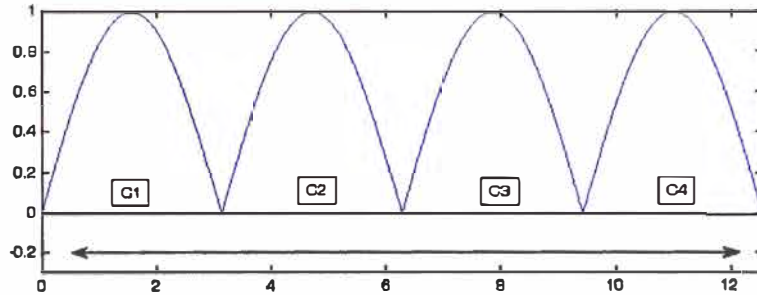


Figura 1.11. División Común que realiza el FDM en el Rango Espectral.

Las frecuencias “a” y “b” pueden ser cualquiera integral o sin integral puesto que ninguna relación implicada entre a y b. Lo mismo es cierto de la portadora de las frecuencias centrales los cuales están basados en frecuencias que no tiene ninguna relación especial una con otra.

Pero , si la frecuencia c_1 y c_n fuera tales que para cualquier n, entero, la siguiente relación.

$$c_n = n \times c_1 \dots\dots\dots(1.4)$$

tal que :

$$c_2 = 2 \times c_1 \dots\dots\dots(1.5)$$

$$c_3 = 3 \times c_1 \dots\dots\dots(1.6)$$

$$c_4 = 4 \times c_1 \dots\dots\dots(1.7)$$

Todas estas 3 frecuencias son armónicos para c_1 . En este caso, puesto que estas portadoras son ortogonales una con otra, cuando los ponemos todos juntos ellos no interfieren una con otra. En FDM puesto que generalmente no tiene frecuencias que siguen la relación de arriba. Interferirá con las portadoras vecinas. Para proveer interferencia con los canales

vecinos adyacentes. Para proveer protección contra la interferencia de canal las señales son desplazadas bien distantes.

Un ejemplo de OFDM usando 4 Sub - Portadoras:

En OFDM tenemos N portadoras, N puede ser cualquier valor que este entre 16 y 1024 en la tecnología actual y depende en el entorno en el cual los sistemas serán usados.

Vamos a examinar la siguiente secuencia de bits que deseamos transmitir y mostrar el desarrollo de la señal OFDM usando 4 sub-portadoras. La señal tiene una velocidad de símbolo de 1 y una frecuencia de muestreo es una muestra por símbolo, así que cada transmisión es un bit (Fig 1.12).

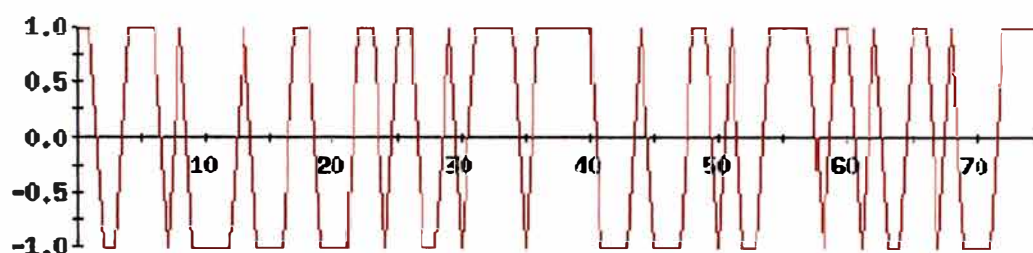


Figura 1.12 . Secuencia de Bits en coordenadas Voltaje vs. Tiempo

Los primeros bits son 1,1,-1,-1, 1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, -1, -1, 1,

Vamos a describir esto en fila de 4, puesto que esta demostración usaremos solo 4 Sub-portadoras. Habremos hecho efectivamente una conversión de serial a paralelo.

Tabla 1.1.1 Ordenamiento de bits a forma Paralela

c1	c2	c3	c4
1	1	-1	-1
1	1	1	-1
1	-1	-1	-1
-1	1	-1	-1
-1	1	1	-1
-1	-1	1	1

Cada columna representa los bits que serán llevados por una subportadora . Que frecuencia deberíamos de utilizar f_c del teorema de muestreo de Nyquist, sabemos que la frecuencia más pequeña que puede convenir a la información tiene que ser dos veces la velocidad de la información . en este caso la velocidad de información por portadora será de $\frac{1}{4}$ o un símbolo por segundo total para las 4 portadoras. Así que la frecuencia más pequeña que puede llevar una velocidad de información de $\frac{1}{4}$ es $\frac{1}{2}$ HZ. Cogemos 1 Hz por conveniencia con un espaciado de $\frac{1}{2}$ Hz.

Escogemos BPSK como nuestro esquema de modulación :

Portadora 1: necesitamos transmitir 1,1,1,-1,-1,-1 el cual se mostrara superpuesto sobre la portadora BPSK de frecuencia 1Hz. Primero 3 bits son unos y los otros 3 últimos son -1 (Fig 1.13).

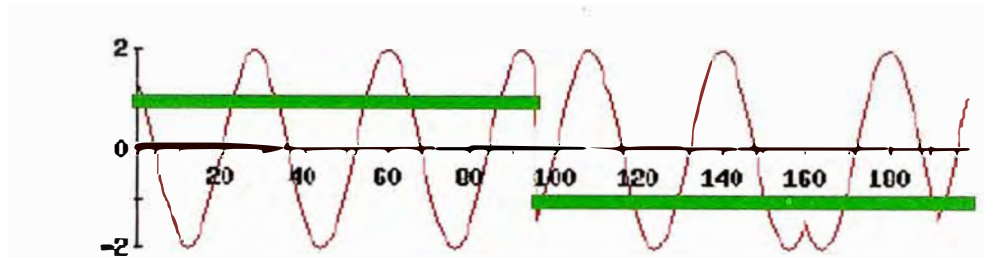


Figura 1.13 Primera secuencia del tren de pulsos que modula una portadora de 1 Hz.

Portadora 2: la siguiente portadora es de 2 Hz este es el siguiente armónico Ortogonal para la primera portadora de 1 Hz. Ahora toma los bits de la segunda columna, marcado como c_2 y modula esta portadora con estos bits (Fig 1.14).

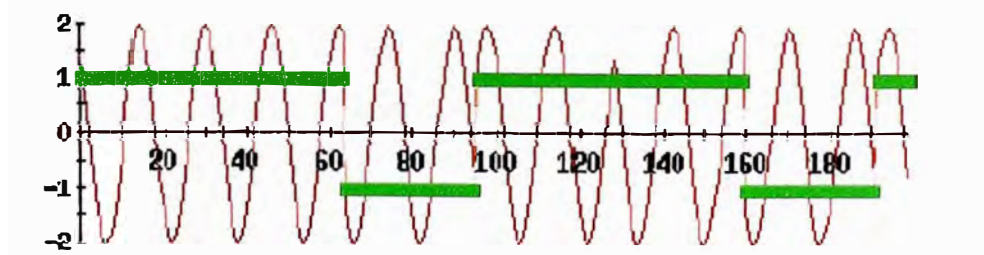


Figura 1.14. Primera secuencia del tren de pulsos que modula una portadora de 2 Hz.

Portadora 3: la frecuencia de portadora 3 y una cuarta portadora de 4 Hz que son moduladas por c_3 y c_4 respectivamente (Fig 1.15).

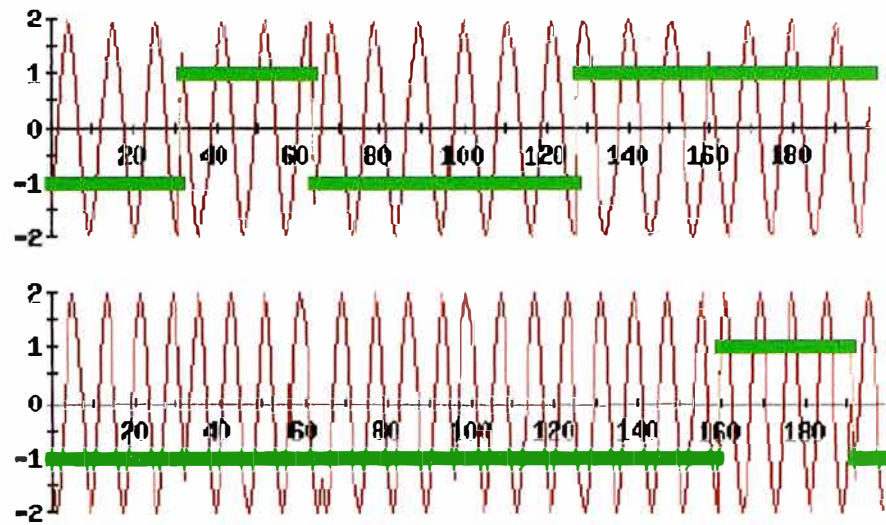


Figura 1.15. Tercera y Cuarta Secuencias del Tren de Pulsos que modula una portadora de 3 y 4 Hz, respectivamente.

Ahora se tendrá entonces todos los bits usando cuatro portadoras independientes de frecuencias ortogonales de 1 a 4 Hz. Lo que hemos hecho es tomar una cadena de bits, distribuido los bits, un bit a la vez para las 4 sub-portadoras como mostrado en la figura 1.16.

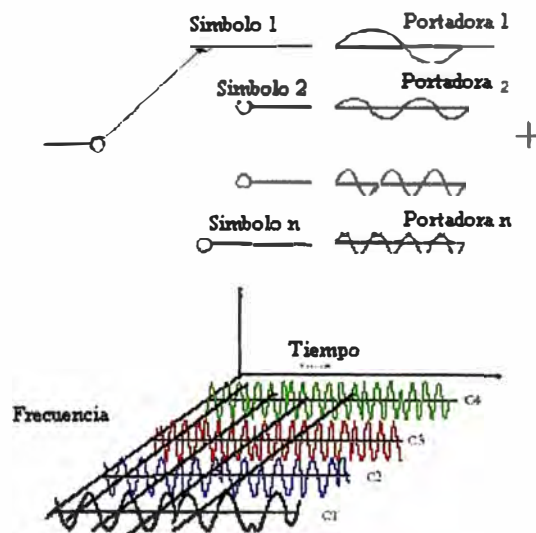


Figura 1.16. Demultiplexión y Visualización de la señal OFDM en el rango del Tiempo y de la frecuencia.

Ahora adicionamos todas estas 4 portadoras moduladas para crear la señal OFDM, comúnmente producido por un bloque llamado IFFT, representado gráficamente en la Fig 1.17.

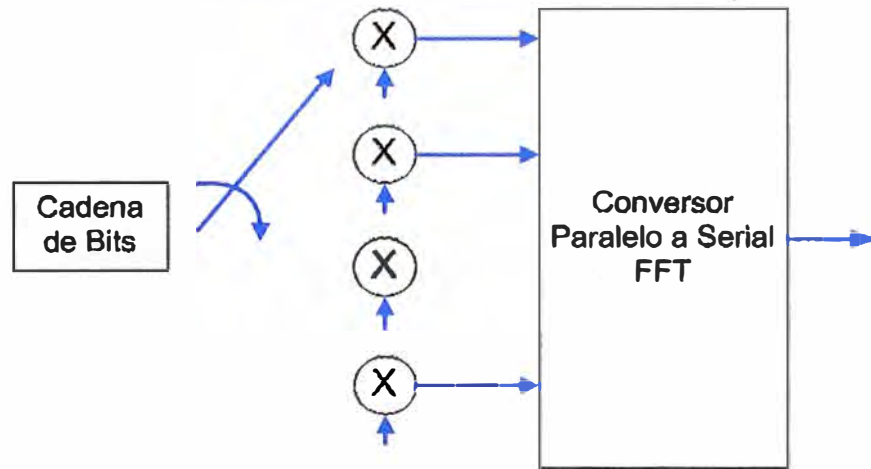


Figura 1.17. Bloque funcional IFFT

Diagrama funcional de la creación de una señal OFDM. La línea segmentada es comúnmente llamado un bloque IFFT

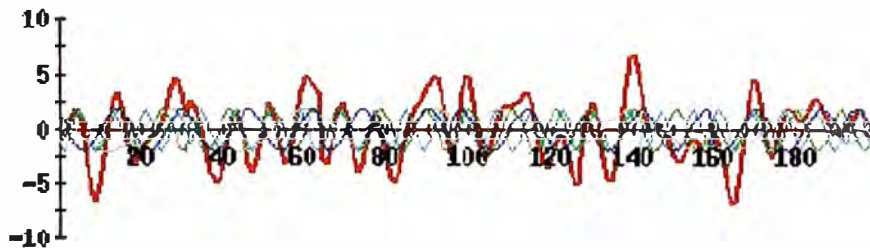


Fig 1.18. Señal OFDM en el Dominio del Tiempo

La señal OFDM generada. Note cuanto varía a las portadoras de amplitud constante.

El proceso de la figura 1.16 lo podemos describir mediante la siguiente expresión:

$$c(t) = \sum_{n=1} m_n(t) \text{sen}(2\pi n t) \dots \dots \dots (1.8)$$

La ecuación es básicamente una ecuación de un FFT inverso.

Usando la Transformada Rápida de Fourier Inversa para crear un símbolo OFDM:

La ecuación anterior es esencialmente una FFT inversa. El bloque IFFT en la cadena OFDM algunas veces puede ser confuso. Por lo tanto examinaremos brevemente el trabajo del bloque FFT. Una forma gráfica de entender como el bloque IFFT y FFT afectan a la señal tanto en el rango del tiempo como en el rango de las frecuencias se muestra en la Fig 1.19.

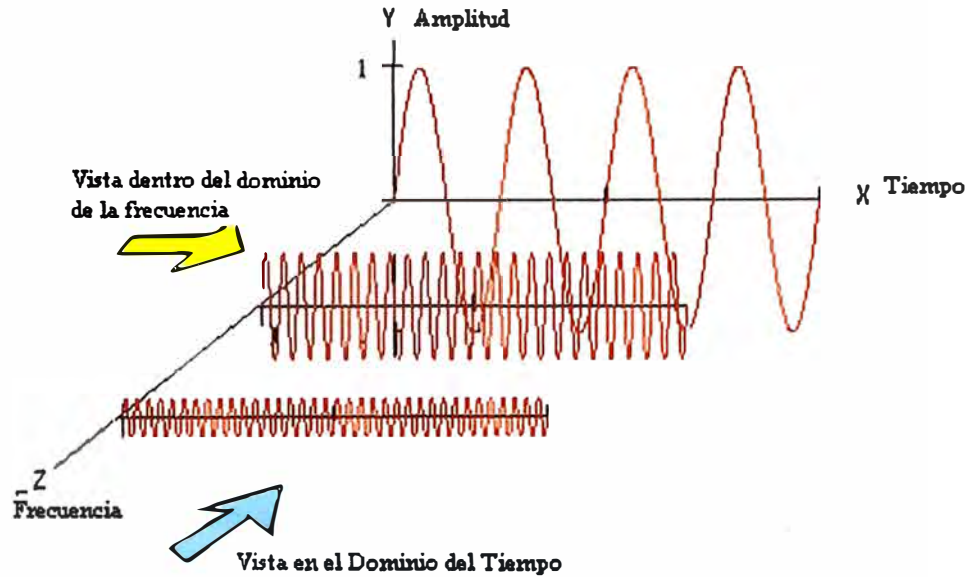


Figura 1.19 vista de la Señal OFDM desde el dominio del tiempo y el dominio de la frecuencia.

Un FFT directo toma una señal aleatoria, lo multiplica sucesivamente por exponenciales complejos sobre el rango de frecuencias, suma cada producto y envía los resultados como el coeficiente de una determinada frecuencia. Los coeficientes son llamados un espectro y representa “cuanto” de esa frecuencia esta presente en la señal de entrada. Los resultados del FFT en común se entiende que son señal del dominio de la frecuencia.

Podemos escribir el FFT en sinusoides como:

$$x(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \sin\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) + j \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \dots \dots \dots (1.9)$$

Aquí $x(n)$ son los coeficientes de los senos y cosenos de frecuencia $2\pi k/N$, donde k es el índice de las frecuencias sobre las N frecuencias y n es el índice del tiempo. $x(k)$ es el valor del espectro de la k – ésima frecuencia y $x(n)$ es el valor de la señal en el tiempo n .

La inversa FFT toma este espectro y la convierte en toda la señal en el dominio del tiempo de nuevo mediante una multiplicación sucesiva por un rango de sinusoides.

La ecuación para el IFFT es:

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \text{sen}\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) - j \sum_{k=0}^{N-1} x(k) \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \dots \dots \dots 1.10$$

La diferencia entre las dos ecuaciones anteriores, es el tipo de coeficientes que las sinusoides están tomando y el signo menos. Los coeficientes por convención están definidos como muestras $x(k)$ en el dominio del tiempo para el FFT y los valores binarios de frecuencia $X(n)$ por el IFFT.

Los dos procesos son un par lineal. Usando ambos en secuencia dará el mismo resultado: En la figura 1.20 podemos ver que tanto la transformada inversa como la transformada directa tiene el mismo efecto sobre la señal analógica que le ingresa.

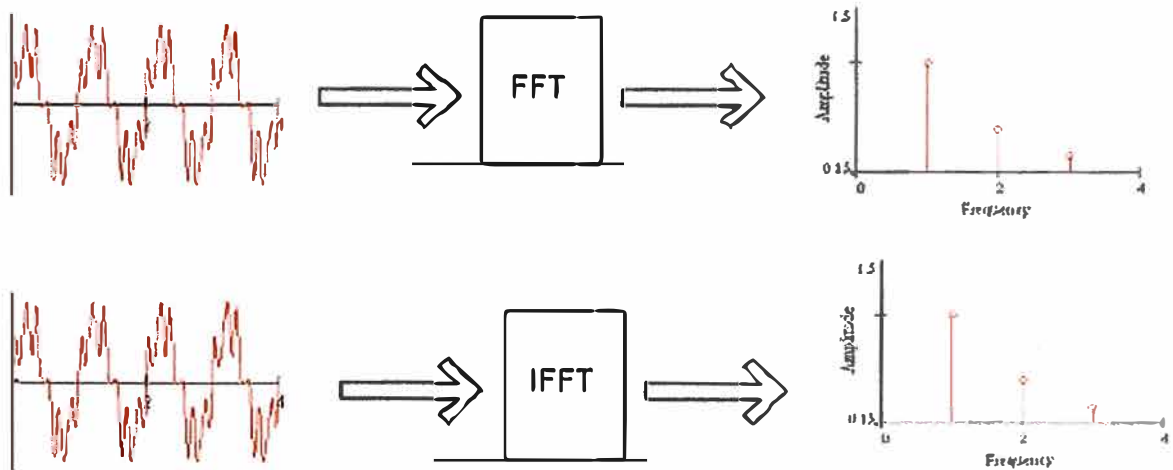


Figura 1.20. Efecto de las Transformadas de Fourier Rápidas (Directa e Inversa) sobre una señal Determinada

Un tratado mas detallado acerca de la modulación OFDM y su aplicación en la tecnología UWB lo podemos encontrar en el documento emitido por La alianza MBOA, en la bibliografía se encuentra especificada con el ítem [2].

1.7 Resumen

En este capítulo se ha tratado los conceptos básicos de las Redes Inalámbricas, se ha mostrado la variedad de las redes inalámbricas que existen en el medio. Como puede hacerse referencia en otros textos la clasificación de estas redes puede ser mostrada de manera referencia en otros textos, la clasificación de estas redes puede ser mostrada de manera subjetiva sea por el área de cobertura o por el modo en que la información accede al medio.

Un factor muy preponderante en estos tiempos es la seguridad y si se trata de comunicación inalámbrica esta debe ser primordial por lo que se tuvo que mencionar al menos 3 métodos disponibles para el cuidado de la información .

Entre las redes inalámbricas uno de los factores que marca la diferencia entre una y otra tecnología es la denominada “técnica de modulación” por lo que estas han sido mencionadas y en donde se explican los métodos de espectro ensanchado (por salto de frecuencia y por secuencia directa).

En base a estas técnicas de modulación los investigadores han establecido estándares como los son las pertenecientes a la familia IEEE 802.11 con la acotación de que estas no son las únicas sino que existen otras como las IEEE 802.15 e IEEE 802.16, diferenciándose entre sí por el rango de frecuencia de operación y la cantidad de data que puede transportar.

La necesidad de transportar mayor cantidad de datos, llevó a que se desarrollara una nueva técnica de modulación denominada OFDM cuya simplicidad es atractiva para muchos desarrolladores de trancptores de alta frecuencia y baja potencia.

CAPITULO II REDES DE ÁREA PERSONAL

2.1 Definición:

El término de Red de Área Personal (Personal Area Network) (PAN) cubre a la comunicación de dispositivos de un único o pequeño número de usuarios dentro de un rango de distancia aproximada de 10 metros. Como una regla tres áreas , pueden ser definidas. El enlace de periféricos, el enlace de dispositivos operadores externos y le enlace de múltiples sistemas de computadora para transmisión de data. Este último se puede considerar como la frontera menor de una LAN. Puesto que la mayoría de redes PAN funcionan inalámbricamente, uno puede hablar de frente de WPAN (Wireless Personal Area Networks), el cual es virtualmente un sinónimo. Las dos tecnologías comúnmente usadas en este tipo de conexión son el IrDA y Bluetooth, aunque se aproximan nuevas tecnologías, que incluyen mucha más capacidad de transmisión de datos y que serán tratadas en este trabajo.

2.2 Tecnologías de Redes PAN actualmente desarrolladas:

2.2.1 IrDA (Infrared Data Association):

El término IrDA (Infrared Data Association) cubre un concepto de redes de corto alcance, con uso de Línea de Vista y transferencia de datos inalámbrica, también denominado IrDA Data. El control IrDA, por su lado, provee la posibilidad de enlazar múltiples periféricos para transferencia de datos inalámbrica, punto a punto y punto a multipuntos (Fig 2.1). Sin una línea de vista directa. Se debe tener en consideración que le control IrDA provee velocidades más bajas que el IrDA Data.



Figura 2.1. Accesorios que utilizan la tecnología IrDA

2.2.1.a IrDA Data:

Tras que la IrDA fue pasada como un estándar en 1994, alrededor de 300 millones de dispositivos con esta interfase ha sido puesta en uso. Esto es debido simplemente a que el hecho que hay una demanda incrementada por la comunicación entre dispositivos electrónicos.

2.2.1.b Protocolos del IrDA:

Los protocolos obligatorios de una implementación IrDa Data incluyen: PHY (Physical Signaling Layer), IrLAP (Link Access Protocol) y el IrLMP (Link management Protocol)

- **Capa de señalización Física**

El rango para una operación continua es de 1 metro a 2 metros. En una versión de baja potencia, el rango es de 20 cm. Hasta un máximo de 30 cm. Para comunicaciones entre la baja potencia y la potencia estándar. La comunicación bi- direccional es el estándar de todas las especificaciones, siendo posible para llevar velocidades de 9600 B/s Infrarrojo (IR) , 115 KB/s Serial Infrarrojo, 4Mb/s Fast Infrarrojo (FIR) y 16 Mbps Infrarrojo muy rápido. Los paquetes de datos son chequeados mediante el procedimiento CRC (Cyclic Redundancy Check) (CRC – 16 y CRC – 32).

- **Protocolo de acceso al enlace (Link Access Protocol) (IrLAP):** El protocolo de acceso al enlace provee una conexión de dispositivo a dispositivo para confiabilidad para intercambio de datos. Este provee

funciones para establecer y terminar conexiones, por fallas y por control de flujo.

- **Protocolo de administración del enlace:** este provee múltiples canales vía una conexión IrLAP. Éste también provee funciones para la multiplexación para la conexión IrLAP. El servicio de acceso a la información provee el descubrimiento de protocolo y servicio, formando la base para la comunicación de componentes IrDA.

2.2.1.c Protocolos Opcionales:

Protocolos opcionales adicionales se encuentran sobre las capas 4 y 5 de la pila de protocolos IrDA Data. Por ejemplo:

- IrDA Control:

IrDA Control es un estándar de comunicación que permite a los periféricos inalámbricos comunicarse con diferentes dispositivos de Host inteligentes.

- Protocolos : Los protocolos necesarios de una implementación de control IrDA incluye: PHY (Physical Signaling Layer), MAC (Media Access Control) y LLC (Logical Link Control).

Physical Signaling Layer: el rango de operación del IrDA control es comparable con los sistemas infrarrojos unidireccionales y es al menos 5 m. En la misma manera como es IrDA Data, la comunicaciones bidireccional es la base de todos los estándares, a una velocidad de transferencia de datos máxima de 75 Kbps. Los paquetes de datos son chequeados usando un CRC (CRC – 8 y CRC – 16).

Control de Acceso al Medio:

El control de acceso la medio permite a un Host comunicar con múltiples dispositivos periféricos, pero con un máximo

de 8 dispositivos para una comunicación simultánea. Además una respuesta rápida en el tiempo y bajo retardo son asegurados.

Control de enlace Lógico:

El control de enlace lógico asegura la confiabilidad suministrando secuencia de data y retransmisión, cuando los errores son detectados.

2.2.2 Bluetooth:

Bluetooth es al solución para la simple de conexión de periféricos vía una interfaz inalámbrica. La interfaz fue presentada por la compañía Ericsson, el cual le dio el nombre de Bluetooth. El estándar es promocionado por la BSIG (Bluetooth Special Interest Group) y fue ingresado por primera vez en 1998.

2.2.2.a Panorama Técnico:

Bluetooth opera en la banda no licenciada ISM de 2.4 GHz, la misma frecuencia tan usada por los estándares IEEE 802.11 b y IEEE 802.11 g. Existen tres clases de potencia con un nivel de sensibilidad de -70 dBm, una salida de potencia de 1 mW, un alcance teórico de 10 metros y un tamaño de red en el rango de "Piconet". Esta es la clase en la que la mayoría de dispositivos Bluetooth operan. Bluetooth sin embargo no está limitado a este nivel. La potencia de salida puede ser significativamente incrementada mediante la adición de amplificadores de potencia. La clase 2 opera con un nivel de sensibilidad de 4dBm y una salida de 2.5 mW, un alcance teórico de 30 metros. Sin embargo la máxima potencia se alcanza en la clase 1 con una sensibilidad de 20 dBm, una salida de potencia de 100 mW un alcance teórico de 100 metros. Las clases 3 y 2 pueden ser asociadas a redes PAN mientras que las redes de clase 1 se ven más ligadas a redes LAN. Sin embargo en las soluciones Bluetooth de hoy se considera una velocidad de 1 Mbps. Futuras expansiones harán que se alcance la velocidad de 2 Mbps.

Como ya se mencionó Bluetooth opera en el espectro de 2.4 GHz, el rango de frecuencia de operación exacta es de 2.402 GHz a 2.480 GHz. El método rápido de Espectro Ensanchado con Salto de Frecuencia (FHSS) es usado para el acceso. Bluetooth provee un ancho de

banda por canal para voz y para transmisión de datos, siendo posible hasta de transmitir 3 canales de voz a 64 Kbps . el principio de transmisión síncrona y asíncrona puede ser seleccionada. La transmisión síncrona provee una velocidad de 433.9 Kbps. En el caso asíncrono maneja hasta una velocidad de 723.2 Kbps

2.2.2.b Red Bluetooth:

En la clase 3, el tamaño de la red esta dicha a ser un Piconet. En un Piconet, no mas de 8 dispositivos Bluetooth pueden comunicarse uno con otro. Los dispositivos Bluetooth se identifican así mismos con un número de identificación de 48 bits de largo. El primer dispositivo en la red actúa como master y se hace responsable del control de los saltos de frecuencia. Eso quiere decir que un master y 7 esclavo forman un Piconet (Fig 2.2).

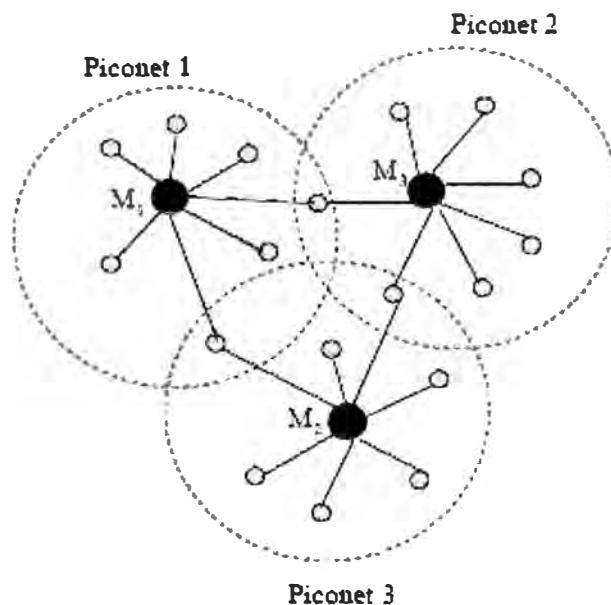


Figura 2.2. Panorama de una Red Bluetooth

Un ejemplo de la topología Bluetooth es mostrada en la figura 2.2. Los nodos son organizados dentro de 3 piconets. Los “maestros - masters” o nodos principales de estos son los puntos M1, M2, M3 respectivamente. Los nodos remanentes son los nodos esclavos o nodos puentes

2.2.2.c Ventajas y Desventajas de Bluetooth:

La tecnología Bluetooth es un acierto en el segmento PAN y permite una simple conexión de periféricos. La ventaja de tal estándar abierto es la rápida aceptación en el mercado.

- Reemplazo de Cables: Estos reemplazos incluyen las conexiones de mouse y teclados.
- Fácil compartición de archivos: Bluetooth permite compartición de archivos entre dispositivos. Esta es una manera de compartir documentos en un encuentro, para mover archivos de una laptop a una PC de escritorio o para mover archivos de un teléfono a un computador.
- Sincronización Inalámbrica: Bluetooth provee sincronización automática entre PDA 's, laptops, teléfonos móviles, y otros dispositivos. Esta automatización ocurre sin el conocimiento del usuario tanto que el dispositivo pasa de una cobertura a otra.
- Aplicación Inalámbrica Automatizada: Bluetooth soporta conexiones LAN e INTERNET. Y aplicaciones tales como e-mail donde los archivos pueden ser encolados y etiquetados como "Offline".
- Conectividad a Internet: Bluetooth puede unir otros dispositivos uno a otro y puede ser usado como un medio primario para cada uno de estos dispositivos para conectar al Internet.

2.2.2.d Seguridad en Bluetooth:

- Confidencialidad : el intento de evitar la fuga de información. La encriptación de la data es para evitar la fuga del Payload del paquete. Existen tres tipos de encriptación . el modo de encriptación 1, para cualquier tráfico. El modo de encriptación 2 permite trafico broadcast para un no protegido pero individualmente tráfico direccionado es encriptado. El modo de encriptación 3, encripta todo el tráfico.
- Autenticación: esto direcciona la identidad de cada dispositivo de comunicación. El emisor envía una trama de pedido de autenticación encriptada hacia el receptor. El receptor envía una trama de invitación encriptada de retorno al transmisor. Ambos realizan un algoritmo predefinido. El transmisor

envía sus respuestas al receptor, el cual devuelve la autorización o deniego de la conexión.

- Autorización: permite el control de los recursos.

En la actualidad la mayor utilización que se da a la tecnología Bluetooth es en la adaptación para el acceso a Internet mediante una PC card que se comunica inalámbricamente hacia un “access point” que si esta conectado directamente al punto de internet (Fig 2.3).



Figura 2.3. Tarjeta Adaptadora Bluetooth

2.3 Resumen

Tras este capítulo, podemos decir que dentro del ámbito de las redes inalámbricas podemos integrar a dos grandes actores:

En primer lugar y ya conocido por bastantes usuarios están las redes que se usan actualmente mediante el intercambio de información mediante infrarrojos. Estas redes son muy limitadas dado su corto alcance, necesidad de “visión sin obstáculos” entre los dispositivos que se comunican y su baja velocidad (hasta 115 Kbps). Se encuentran primordialmente en ordenadores portátiles, PDAs (Agendas Electrónicas Personales), teléfonos móviles y algunas impresoras.

En segundo lugar el Bluetooth, estándar de comunicación entre pequeños dispositivos de uso personal, como pueden ser los PDAs, teléfonos móviles de nueva generación y algún que otro ordenador portátil. Su principal desventaja es que su puesta en marcha se ha ido retrasando desde hace años y la aparición del mismo ha ido plagada de diferencias e incompatibilidades entre los dispositivos de comunicación de los distintos fabricantes que ha imposibilitado su rápida adopción.

CAPITULO III TECNOLOGÍA USB

3.1 Introducción:

El Universal Serial Bus nació de la experiencia frustrante de los usuarios de PC's tratando de conectar un rango diverso de periféricos a sus computadoras. Es el resultado de los pedidos de aquellos vendedores de Laptops que solicitaban conectores periféricos pequeños. Este promete reducir mas allá la proliferación de cables y transformadores de pared que ocupaban espacios incluso en la instalación de las computadoras más pequeñas.

Por encima de todos, USB ofrece una conectividad simple a los usuarios. Este elimina la vasta mezcla de conectores para impresoras, teclados, mouses y otros periféricos. En un entorno USB, los dip`s switches no son necesarios para configurar las direcciones periféricas y las interrupciones IRQ. Este soporta todos los tipos de Data, desde las entradas de un mouse lento hasta audio digitalizado y video comprimido.

Quizás el USB parece un tópico inapropiado para programación de sistemas incorporados. Porqué la gente se preocuparía por algo como PC – Céntricos como USB.

El hecho es que cada dispositivo USB es un sistema embebido. Sistema embebido (un sistema de computadora que es un componente de una máquina más grande o de un sistema. Los sistemas embebidos pueden responder a los eventos en tiempo real. La mayoría son aplicaciones digitales). Si se esta construyendo una aplicación que conecta a una PC, hay que darse cuenta que el USB esta suplantando las clásicas interfaces Serial y Paralela.

3.2 Descripción de la Interfaz USB:

3.2.1 Características Físicas:

USB es un enlace físico de protocolo serial, el cual transmite toda la data diferencialmente en un solo par de cables. El otro par provee la alimentación a los periféricos.

La versión 1.1 USB soportó 2 velocidades, un modo Full Speed de 12 Mbps y modo Low Speed de 1.5 Mbps. El 1.5 Mbps es mas lento y menos susceptible a la Interferencia Electromagnética, por lo tanto reduciendo el costo de los eslabones de ferrita y los componentes de calidad. Por ejemplo, los cristales pueden ser reemplazados por resonadores mas baratos. El USB 2.0 el cual ya se encuentra en el mercado alcanza velocidades de 480 Mbps. Los 480 Mbps es conocido como el modo High Speed.

Velocidades USB:

- High Speed – 480 Mbps.
- Full Speed – 12 Mbps.
- Low Speed – 1.5 Mbps

El USB es controlado por Host. Puede existir solo un Host por Bus. La especificación en si misma, no soporta cualquier arreglo MultiMaster. Sin embargo el “On the Go specification” que es un borrador del estándar USB 2.0 ha presentado un protocolo de negociación de Host, el cual permite a dos dispositivos negociar por el rol de Host. Este es apuntado y limitado a una sola conexión punto a punto tal como el teléfono móvil y el organizador personal y no un Hub Múltiple configuraciones de dispositivos de escritorio múltiples. El USB es el responsable de hacer todas las transacciones y el cronograma del ancho de banda. La data puede ser enviada por varios métodos de transacción usando un protocolo basado en Token.

De un punto de vista en particular se puede decir que la topología USB es algo limitante. Una de las intenciones originales del USB fue reducir la cantidad de cableado a la espalda de nuestra PC. La gente de Apple diría que la idea viene del bus de escritorio de Apple, donde tanto el teclado, el mouse y algunos otros periféricos podrían ser conectados juntos (Daisy Chained) usando un único cable.

Sin embargo el USB usa una topología estrella por niveles, similar al Ethernet 10 Base – T, esto fuerza al uso de un Hub por algún lado, el cual agrega mucho más gasto, más cajas en tu escritorio y más cables. Sin embargo no es tan malo como parece. Muchos dispositivos tienen Hubs USB integrados dentro de ellos. Por ejemplo, tu teclado puede contener un Hub el cual está conectado a la computadora. Tu mouse y otros dispositivos tales como tu cámara digital pueden ser conectados fácilmente dentro de la parte trasera del teclado. Los monitores son también otros periféricos en la larga lista de los cuales comúnmente tienen Hubs USB incorporados.

Esta topología estrella por niveles, más allá que simplemente encadenar dispositivos tiene algunos beneficios. Primeramente la potencia a cada dispositivo puede ser administrada e incluso apagada si una condición de sobre corriente ocurre, sin interrumpir los otros dispositivos. Tanto los dispositivos High, Full y Low Speed pueden ser soportados con un Hub filtrando las transacciones High speed y Full speed, así los dispositivos de más baja velocidad no los recibirán.

Hasta 127 dispositivos pueden ser conectados a cualquier bus USB en cualquier momento dado. Si se necesitan más dispositivos simplemente se adiciona otro Host / Port. Mientras los primeros Host USB tenían dos puertos, la mayoría de fabricantes han visto esto como un factor limitante y están introduciendo al mercado tarjetas de Host de 4 y 5 puertos con un puerto interno para los discos duros, etc. Los Host iniciales tenían un controlador USB y por lo tanto ambos puertos compartían el mismo ancho de banda USB disponible. A medida que los requerimientos de ancho de banda aumentaban empezamos a ver tarjetas Multipuertos con 2 o más controladores permitiendo canales individuales.

Los controladores de Host, con el USB 1.1 tienen sus propias especificaciones, hubieron dos especificaciones de interfase del controlador de Host, el UHCI (Universal Host Controller Interface) desarrollado por INTEL el cual pone mucho más énfasis en el software (Microsoft) y permitiendo por Hardware más barato y el OHCI (Open Host Controller Interface) desarrollado por Compaq, Microsoft y National Semiconductor los cuales dan más énfasis en el hardware INTEL y trabaja para un software más simple. Con la introducción del USB 2.0 una nueva Especificación de La Interfase del Controlador de

Host fue necesitada para describir los detalles de nivel de registro especificados para el USB 2.0. Así nació el EHCI (Enhanced Host Controller Interface).

USB como su nombre lo indica es un bus serial, éste usa 4 cables protegidos de los cuales dos son de alimentación (+5V y GND). Los dos restantes de par trenzado los cuales portan señales de Datos diferenciales. Este usa el esquema de codificación NRZI (Non Return Zero Invert) para enviar data con un campo de sincronización para sincronizar los relojes del Host y del receptor.

USB soporta Plug and Play con Drivers cargables y descargables dinámicamente. El usuario simplemente conecta el dispositivo dentro del bus. El Host detectara esta adición, interrogara al dispositivo recientemente insertado y carga el Driver apropiado todo esto es el momento que toma el reloj de arena en parpadear en la pantalla proveyendo así un Driver para el dispositivo. El usuario final no tiene que preocuparse acerca de terminaciones, términos tales como IRQ's y direcciones de puerto, reiniciar la computadora. Una vez el usuario hay terminado, el usuario simplemente desconecta el cable, el Host detectara su ausencia y automáticamente descargar el Driver.

La carga del driver apropiado es realizado, usando una combinación PID / VID (Product ID Vendor ID). El VID es suministrado por el Forum de implementadores USB en un costo y este es visto como otro punto de discusión para USB.

Otra notable característica de USB son los modos de transferencia. USB soporta Control, Interrupción, Bulk e Isócrona.

3.2.2 Conectores:

Todos los dispositivos tienen una conexión Upstream hacia el Host y todos los Hosts tienen una conexión Downstream hacia el dispositivo. Los conectores Upstream y Downstream no son mecánicamente intercambiables, eliminando así conexiones de lazos ilegales en Hubs tales como un puerto Downstream con otro Downstream. Existen comúnmente dos tipos de conectores, llamadas Tipo A y Tipo B los cuales se muestran en la figura 3.1:



Figura 3.1. Tipos de Conectores USB

Los Plugs A siempre enfocan Upstream. Los sockets tipo A típicamente se encontrarán asimismo en Host y Hubs. Por ejemplo los sockets tipo A son comunes en mainboards de computadoras y los hubs. Los plugs tipo B son siempre conectados downstream y consecuentemente los sockets tipo B son encontrados en los dispositivos.

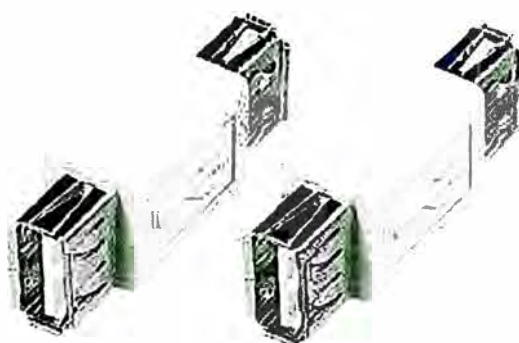


Figura 3.2. Bridges USB

Es interesante encontrar los cables de tipo A - tipo A directo y un arreglo de adaptadores en algunas tiendas de computadora. Esta es una contradicción de la especificación USB. Los únicos dispositivos de tipo A - tipo A son los denominados Bridges (o puentes) los cuales son usados para conectar dos computadoras juntas (Fig 3.2). Otros cables prohibidos son las extensiones las cuales tiene un plug en un extremo (tanto tipo A como tipo B) y un socket en otro. Estos cables violan los requerimientos de longitud del USB.

Existen también los mini conectores USB tipo B. La razón de existencia de estos conectores se debe a la aparición de los dispositivos electrónicos en miniatura, tales como

los teléfonos móviles y los organizadores personales o PDA. Por lo que los conectores tipo “B” que actualmente conocemos son muy grandes para este caso.

Justo recientemente realizado ha sido la especificación “On The Go” el cual adiciona la funcionalidad punto a punto al USB. Este introduce Hosts USB dentro de los teléfonos móviles y los PDA’s y por lo tanto ha incluido una especificación para mini-plugs, mini-receptáculos A, B, AB.

Tabla 3.1 Disposición de los pines en una interfaz USB

Pin Number	Cable Colour	Function
1	Red	V_{BUS} (5 volts)
2	White	D-
3	Green	D+
4	Black	Ground

Los colores estándares que son usados en los cables USB, lo hacen para que sea mucho mas fácil su identificación de fabricante a fabricante. El estándar especifica varios parámetros eléctricos para el cable (Ver Tabla 3.1).

3.2.3 Especificaciones Eléctricas:

Como se ha discutido, USB usa un par de transmisión diferencial para DATA. Esta es codificada usando NRZI y es rellenada de bit para asegurar una adecuada transmisión en la cadena de datos. En los dispositivos low y full speed. Un diferencial “1” es transmitida por D+ llevando 2.8 Volts con un resistor de 15 Kohms conectado a tierra y un terminal D- bajo 0.3 Volts con un resistor de 0.5 Kohm hacia tierra un diferencial “0” es un D- mas grande que 2.8 V y un D+ es menos que 0.3 V con los mismos resistores apropiados.

El receptor define un diferencial “1” como un D+ 200mV mas que un D- y un diferencial “0” como un D+ 200mV menos que un D-. La polaridad de la señal es invertida dependiendo de la velocidad del bus. Por lo tanto, los términos de los estados J y K son usados para denominar los niveles lógicos. En bajas velocidades un estado J es un diferencial ‘0’. En altas velocidades un estado J es un diferencial 1.

Los buses Low Speed y Full Speed tienen una impedancia característica de 90 Ohms +/- 15%. Por lo tanto es importante observar las hojas de datos cuando se seleccionan las series de resistores para el acoplamiento de impedancia para D+ y D-

El modo High Speed (480 Mbps) usa 17.78 mA de corriente constante en la señalización para reducir ruido.

3.2.4 Identificación de Velocidad:

Un dispositivo USB debe indicar su velocidad activando tanto la línea D+ o D- hasta 3.3 V. Un dispositivo Full Speed usará un resistor Pull Up (activación) unido a D+ para especificar así mismo como un dispositivo Full Speed. Estos resistores Pull Up en el extremo del dispositivo también será usado por el host o el hub para detectar la presencia de un dispositivo conectado a este puerto. Sin un resistor Pull Up, el USB asume que no existe nada conectado. Algunos dispositivos llevan este resistor construido interiormente dentro del silicio, el cual puede ser encendido o apagado bajo el control de un Firmware, otros requieren un resistor externo. Para efectos ilustrativos la figura 3.3 muestra la participación del resistor "Pull Up" para la detección del dispositivo USB.

Por ejemplo Phillips Semiconductors tiene una tecnología Soft-Connect. Cuando primero es conectado al bus, este permite al microcontrolador a arrancar la Función USB del dispositivo antes que este permita la activación del resistor Pull Up, indicando que un dispositivo esta unido al bus. Si el resistor Pull Up fuera conectado al V_{BUS} , entonces este indicaría que un dispositivo ha sido conectado al bus tan pronto sea insertado. El Host podría entonces intentar reiniciar el dispositivo y preguntar por un descriptor cuando el microprocesador ni siquiera ha iniciado la Función USB del dispositivo.

Otros vendedores como Cypress Semiconductor también usan un resistor programable para propósitos de Renumeración en sus dispositivos EzUSB donde un dispositivo puede ser enumerado por una función tal como en el campo de la programación y luego ser desconectado del bus bajo un control Firmware, otros requerirán un control externo y enumerar tanto a otro dispositivo, todo sin que el usuario de al menos un parpadeo. Varios de los dispositivos EzUSB no tienen Flash u OTP ROM para almacenar código

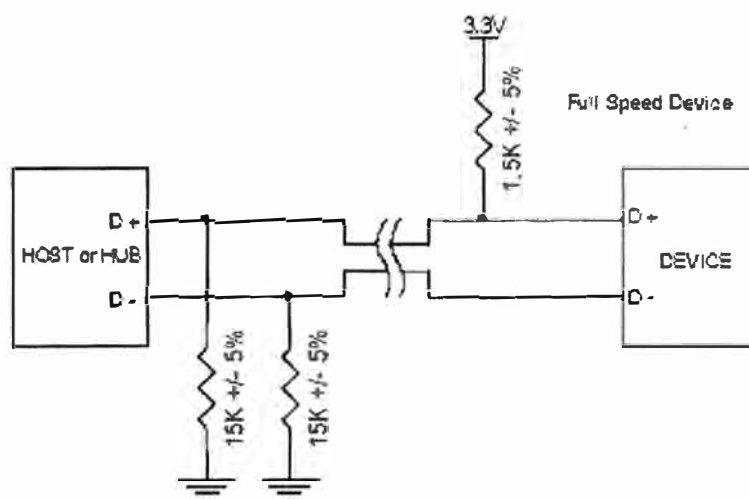


Figura 3.3.a. Balanceo de Carga de impedancia en los buses USB, para la detección de Inserción del dispositivo USB en modo Full Speed

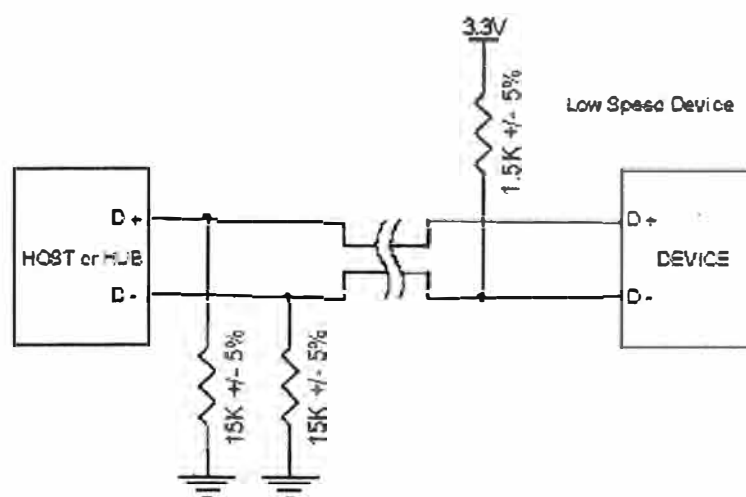


Figura 3.3.b. Balanceo de Carga de impedancia en los cables USB, para la detección de Inserción del dispositivo USB en modo Low Speed

Para el caso de modo de identificación en el modo High Speed , los dispositivos empezarán conectándose como si fueran en el modo Full Speed (1.5K a 3.3V). una vez que este ha sido unido este realizara un “high speed chirp” y establecerá una conexión High Speed si el Hub lo soporta. Si el dispositivo opera en el modo High Speed, entonces el resistor “Pull Up” se desconectara para balancear la línea.

Los dispositivos USB 2.0 no se encuentran obligados a soportar el modo High Speed. Esto permite a los dispositivos más baratos a ser producidos si la velocidad no le es crítica. Esto es también para el caso de los dispositivos USB 1.1 en el modo Low Speed los cuales no se encuentran obligados a soportar el modo High Speed.

Sin embargo un dispositivo High speed no debería soportar un modo Low Speed. Este debería solo soportar el modo Full Speed necesario para conectar primero, luego el modo High Speed es negociado exitosamente. Un dispositivo encarando la función Downstream en la versión USB 2.0 (Hub o Host) debe soportar los tres modos High Speed, Full Speed y Low Speed.

3.2.5 Alimentación:

Uno de los beneficios de los dispositivos energizados por bus, dispositivos quienes obtienen su alimentación del bus y no requiere ningún cable adicional.

Un dispositivo USB especifica su consumo de energía expresado en unidades de 2mA en el descriptor de configuración. Un dispositivo no puede incrementar su consumo de energía más allá de lo que este especifica durante la enumeración incluso si este pierde la alimentación externa. Existen tres clases de funciones USB.

- Funciones alimentadas por bus de baja potencia. (Low Power Bus)
- Funciones alimentadas por bus de alta potencia. (High Power Bus)
- Funciones Auto – alimentadas. (Self- powered Bus)

Las funciones alimentadas por buses de baja potencia requieren de toda su potencia del V_{BUS}

3.3 Protocolos USB:

A diferencia del RS-232 u otras interfases seriales similares donde el formato de la data que se envía no está definido, USB esta hecho de varias capas de protocolos.

Cada Transacción USB consiste de lo siguiente:

- Un paquete Token (Con la cabecera definiendo lo que se espera seguir).
- Paquete de Datos Opcional (Conteniendo el Payload).
- Paquete de Estados (Usado para reconocer las transacciones y para proveer un medio de corrección de error).

Como se ha discutido antes, USB es un bus de Host concéntrico. El HOST inicia todas las transacciones. El primer paquete también denominado un TOKEN es generado por el Host para describir que es lo que sigue y si la transacción de data será una lectura o una escritura y que dirección del dispositivo y Endpoint está designado. El paquete siguiente es generalmente un paquete de datos llevando el Payload y es seguido por un paquete Handshaking, reportando si la data o Token fue recibido exitosamente , o si el Endpoint esta detenido o no disponible para aceptar data.

3.3.1 Campos de un Paquete USB común:

La data en bus USB es transmitido primero por un LSBit. Los paquetes USB consisten en los siguientes campos:

- Sync : todos los paquetes deben de comenzar con un paquete Sync. El paquete Sync es de 8 bits de largo, el cual es usado para sincronizar el reloj del receptor con el del transmisor. Los dos últimos bits indican donde los campos PID empiezan.
- PID : PID establece la identificación del paquete. Este paquete es usado para identificar el tipo de paquete que está siendo enviado. La tabla siguiente muestra los posibles valores (Ver tabla 3.2).

Tabla 3.2 Valores del campo PID del paquete USB en sus respectivos grupos

Group	PID Value	Packet Identifier
Token	0001	OUT Token
	1001	IN Token
	0101	SOF Token
	1101	SETUP Token
Data	0011	DATA0
	1011	DATA1
	0111	DATA2
	1111	MDATA
Handshake	0010	ACK Handshake
	1010	NAK Handshake
	1110	STALL Handshake
	0110	NYET (No Response Yet)
Special	1100	PREamble
	1100	ERR
	1000	Split
	0100	Ping

- Existen 4 bits para el PID, sin embargo para asegurar que el paquete sea recibido correctamente, los 4 bits son complementados y repetidos, haciendo un PID de 8 bits en total. El formato resultante es mostrado debajo (Figura 3.4).



Figura 3.4 Campo PID y sus bits de Redundancia

- ADDR:** El campo de dirección especifica a cual dispositivo el paquete se encuentra asignado. Siendo 7 bits en longitud se permite 127 dispositivos a ser soportados. La dirección 0 no se valida, como cualquier dispositivo al cual todavía no este asignado un a dirección deben de responder a los paquetes enviados a la dirección cero.
- ENDP:** el campo Endpoint está hecho de 4bits, permitiendo 16 endpoints posibles. Los dispositivos de baja velocidad, sin embargo puede solo tener 2 direcciones adicionales de Endpoint al límite del pipe por defecto. (4 Endpoints max)

- **CRC** : Los Checks de Redundancia Cíclica son realizados en la data dentro del paquete Payload. Todos los paquetes Token tienen un CRC de 5 bits mientras los paquetes de datos poseen CRC de 16 bits.
- **EOP**: End Of Packet (Fin de paquete) señalado mediante un SE0.

3.3.2 Tipos de Paquetes USB:

USB tiene 4 diferentes tipos de paquetes. Los paquetes Token indican el tipo de transacción a seguir (Fig 3.5), los paquetes de datos contienen el Payload, los paquetes Handshake son usados para reconocimiento de data o reportes de errores y los paquetes de inicio de trama indica el inicio de una nueva trama.

- Paquetes Token:

Existen tres tipos de paquetes Token:

- In – Informa al dispositivo USB que el host desea leer información.
- Out – Informa al dispositivo USB que el host desea enviar información.
- Setup – Usado para iniciar transferencias de Control.



Figura 3.5 Token USB

- Paquetes de Datos:

Existen 2 tipos de paquetes de datos cada una capaz de transmitir de 0 a 1023 bytes de data.

- Data 0
- Data 1

Los paquetes de datos tienen el siguiente formato (Fig 3.6):



Figura 3.6 Paquete de Datos USB

- Paquetes Handshake:

Existen tres tipos de paquetes Handshake los cuales consisten simplemente del PID

- ACK – reconocimiento que el paquete ha sido completamente definido.
- NAK – reporta que el dispositivo no puede enviar ni recibir data temporalmente. También es usado durante la transacción de la interrupción para informar al Host que no hay data que enviar.
- STALL- el dispositivo se encuentra dentro de un estado que requiere la intervención de un Host.

Los paquetes Handshake tienen el siguiente formato (Fig 3.7):



Figura 3.7. Formato de los paquetes Handshake en la comunicación USB

- Inicio de paquetes de trama (SOF- Start of Frame)

- El paquete SOF (Fig 3.8) consiste de un numero de trama de 11 bits que es enviado por el Host cada 1 mS +/- 500 nS.



Figura 3.8. Formato de los paquetes de inicio de trama

3.3.3 Funciones USB :

Cuando pensamos en un dispositivo USB, pensamos en un periférico USB, pero un dispositivo USB podría referirse a un USB Transceptor usado en el Host o en los periféricos, un Hub USB o un dispositivo USB periférico. El estándar hace por lo tanto referencia a las funciones USB los cuales pueden ser vistos como dispositivos USB los cuales proveen una capacidad o función tal como una impresora, Zip Drive, Scanner, MODEM u otro periférico.

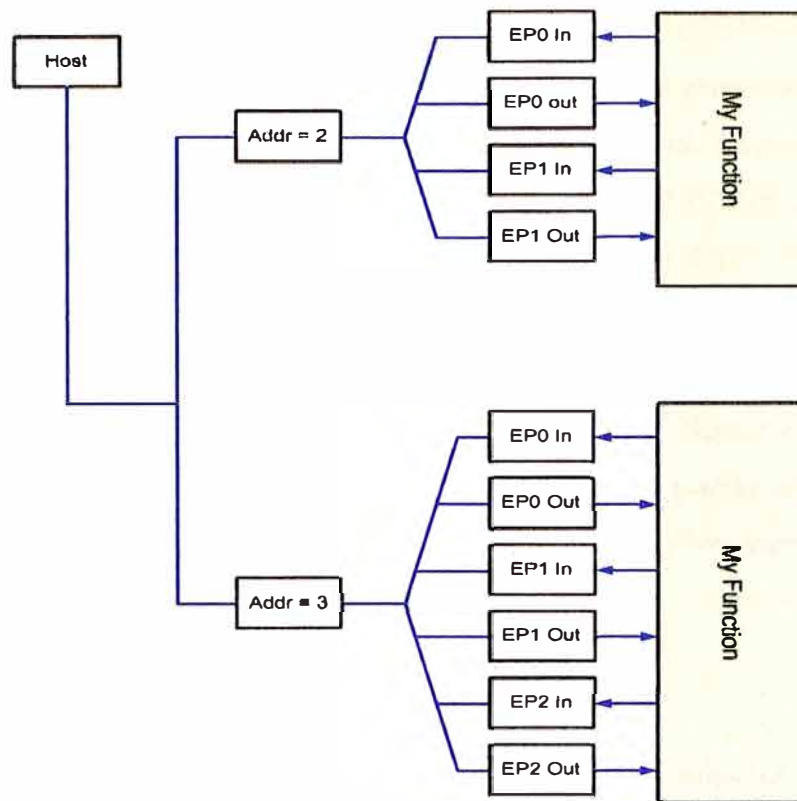


Figura 3.9. Establecimiento de los EndPoints en la comunicación USB

La mayoría de funciones (My Function) tendrán una serie de búferes, típicamente de 8 Bytes de largo. Cada búfer pertenecerá a un Endpoint (Figura 3.9) – EP0 IN, EP0 OUT, etc. Por ejemplo: el Host envía una solicitud al descriptor del dispositivo. El hardware de la función leerá el paquete SETUP y determina del campo de dirección si el paquete es para sí mismo, si es así copiará el Payload de la data del paquete siguiente hacia el búfer del Endpoint apropiado dictado por el valor en el campo Endpoint del Token Setup. Este luego enviará un paquete Handshake para reconocer la recepción del Byte y generar una interrupción interna dentro del micro – controlador / semiconductor para el Endpoint apropiado, señalando que este ha recibido un paquete. Esto es realizado típicamente solo en hardware.

El software ahora consigue una interrupción y debería leer los contenidos del búfer del Endpoint y separar el pedido de descriptor del dispositivo.

3.3.4 Endpoints:

Los Endpoints (EP0, EP1) pueden ser descritos como fuentes y sumideros de datos. Como el bus es Host Céntrico, los Endpoints ocurren en cada extremo de los canales de comunicación en la función USB. En la capa de software, el Driver del dispositivo (ubicado en el Host) podría enviar un paquete a los dispositivos EP1 por ejemplo. Como la data esta fluyendo fuera del Host este terminará en el búfer EP1 OUT. El Firmware leerá esta data a su debido momento. Si este quiere regresar la data, la función no puede escribir simplemente al bus, porque el bus es controlado por el Host. Por lo tanto este escribe e el EP1 IN el cual los sitúa en el búfer hasta el momento, cuando el Host envía un paquete IN para que el Endpoint requiera la data.. los Endpoints también puede ser vistos como la interfase entre el hardware del dispositivo de la función y el Firmware corriendo en la función del dispositivo.

3.3.5 Pipes:

Mientras un dispositivo envía y recibe data en una serie de Endpoints, el Software de cliente transfiere data a través de los “pipes”. Un pipe es una conexión lógica entre el host y los Endpoints. Los pipes también tendrán un conjunto de parámetros asociados con ellos tales como cuanto ancho de banda esta concedido para esto, que tipo de transferencia usa (Control, Bulk, Isocrónica o Interrupciones), una dirección de flujo de datos y tamaños de paquete máximo. Por ejemplo, el pipe por defecto es un pipe bi – direccional hecho de un endpoint cero in y un endpoint cero out con un tipo de control de transferencia.

3.3.6 Enumeración:

Enumeración es el proceso de determinar que dispositivo ha sido solo conectado al bus y que parámetros este requiere tal como consumo de potencia, número y tipo de endpoint, clase de producto, etc. El host entonces asignará el dispositivo una dirección y habilitar una configuración permitiendo al dispositivo transmitir data en el bus. Un proceso de enumeración genérica esta detallado en la sección 9.1.2 de la especificación USB. En vez que usar un proceso de enumeración general, una enumeración Windows común involucra los siguientes pasos:

1. El Host o Hub detecta la conexión de un nuevo dispositivo vía los resistores del dispositivo Pull Up en el par de data. El Host espera por la

menos 100 mS permitiendo por el Plug a ser insertado totalmente y potencia para estabilizar en el dispositivo.

2. El Host establece un Reset , ubicando el dispositivo en el estado por defecto. El dispositivo podría o no responder a la dirección por defecto cero.
3. El Host Windows MS pregunta por los primeros 8 Bytes del descriptor del dispositivo.
4. Tras recibir los primeros 8 Bytes del descriptor del dispositivo, este inmediatamente trata otros.

3.3.7 Descriptores USB

Todos los dispositivos USB tienen una jerarquía de descriptores el cual describe al Host información, tales como. ¿qué dispositivo es?, ¿qué hace?, ¿qué versión de USB está soportando? ¿cuántas veces este puede ser configurado? , el número de sus Endpoints, etc.

Los descriptores USB más comunes son:

- Descriptores de Dispositivo (Device Descriptor).
- Descriptores de configuración (Configuration Descriptor).
- Descriptores de Interfase (Interface Descriptor).
- Descriptores de Endpoint (Endpoint Descriptor).
- Descriptores de Cadena.

Los dispositivos USB pueden solo tener un descriptor de dispositivo. El dispositivo descriptor incluye información tal como la revisión que el dispositivo cumple, los identificadores de producto y vendedor, para cargar los apropiados drivers y el número de posibles configuraciones que el dispositivo puede tener.

El descriptor de configuración especifica valores tales como la cantidad de alimentación que esta configuración en particular utiliza.

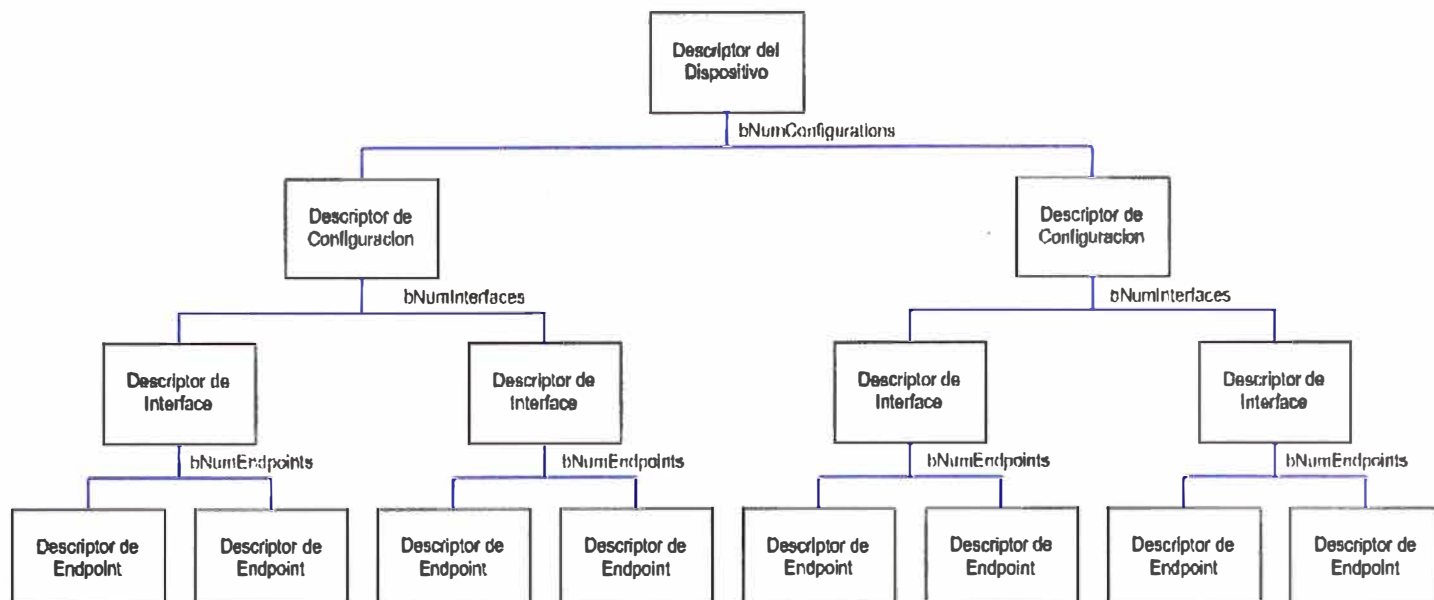


Figura 3.10. Elementos Descriptores en la Comunicación USB

El descriptor de interfase podría ser visto como una cabecera (Header) o agrupamiento de los endpoints dentro de un grupo funcional interpretando una sola característica del dispositivo. Por ejemplo tu podrías tener un dispositivo multifunción fax/scanner/impresora. El descriptor de interfaz uno (1) podría describir los Endpoints de la función fax, el descriptor de interfaz dos la función del scanner y la numero tres la función de la impresora.

Cada descriptor de Endpoint es usado para especificar el tipo de transferencia, dirección, intervalo de consulta, y tamaño de paquete máximo, para cada Endpoint. El Endpoint cero, el Endpoint de control por defecto, esta siempre asumido a ser un Endpoint de control y como tal nunca tiene un descriptor.

Los descriptores de cadena, proveen información visible para el usuario y son opcionales. Si ellos no son usados, cualquiera de los campos indexados de los descriptores debe de ser cero indicando que no hay descriptor de cadena disponible.

3.3.7.1 Composición de los Descriptores USB:

Todos los descriptores están hechos de un formato común. El primer byte especifica la longitud del descriptor, mientras el segundo byte indica el tipo de descriptor. Si la longitud del descriptor es mas pequeño que lo que la especificación define entonces el Host lo ignorará. Sin embargo si el tamaño es más grande de lo esperado, el Host ignorará los bytes extras y empezará a esperar al siguiente descriptor al final de la real longitud. La Tabla 3.3 muestra los campos de un descriptor

Tabla 3.3 Campos de un descriptor genérico USB

Offset	Campo	Tamaño	Valor	Descripción
0	bLenght	1	Numero	Tamaño del Descriptor en Bytes
1	bDescriptorType	1	Constante	Tipo de Descriptor
2	BcdUSB	2	BCD	Inicio USB de parámetros para el descriptor

Todas las características mencionadas en este capítulo son importantes ya que actualmente la tecnología WUSB utiliza casi la misma filosofía de comunicación que el USB 2.0. Aunque estas características pueden ser estudiadas en mas detalle si es que se revisan las especificaciones USB 2.0.

Para mayor información acerca de la composición y arquitectura de la tecnología USB se invita a revisar el ítem [3] de la bibliografía, conocida como la especificación 2.0 del USB.

3.4 Resumen

En este capítulo se ha definido y descrito la infraestructura del Bus Serial Universal (USB) detallando características tales como: los tipos de velocidades, la topología actualmente utilizada , el tipo de señalización utilizado para el envío de data y la sincronización entre Host y dispositivo remoto, los tipos de conectores actualmente usados (tipo A , tipo B y los denominados Bridges) .

A continuación de ello se mencionan la especificaciones eléctricas tales como la codificación, los métodos de detección de dispositivo que se desarrolla en el Host así como la velocidad adecuada que debe utiliza dicho dispositivo y que debe de ser el mismo al cual envía el Host. Un factor característico en los dispositivos USB es la capacidad de no necesitar una fuente de alimentación independiente (aunque también es permisible que existan dispositivos que posean uno, como en el caso de los hubs) sino que son alimentados por el mismo bus que envía la data.

Como tratado final de este capítulo se da una minuciosa descripción de las capas superiores en la comunicación USB como vienen a ser la descripción del protocolo USB (tipos de paquetes, características y longitud de las cabeceras de cada uno de estos tipos de paquetes). Otro punto importante en la descripción del protocolo USB es el uso de las funciones USB, Endpoints, Pipes y el proceso denominado Enumeración que es esencial para la identificación de los periféricos por parte del Host.

CAPITULO IV TECNOLOGÍA UWB

4.1 Introducción

Los orígenes de la tecnología UWB centra del trabajo comenzado en 1962 que fue generalmente referido como las comunicaciones de radio impulso, libre de portadora o de banda base. El termino “UltraWideBand” fue primero inventado por el departamento de defensa americano en 1989 y las primeras aplicaciones resaltaron las propiedades de la tecnología como un radar terrestre de penetración.

4.2 Definición

Hoy en día, la definición de UltraWideBand, de acuerdo a la FCC, es cualquier tecnología de radio con un espectro que ocupa mas allá del 20 % de la frecuencia central o un mínimo de 500 MHz. Reconociendo las ventajas de los nuevos productos que podrían incorporar esta tecnología para beneficio del publico, empresas y aplicaciones de consumidores, en el 2002 la FCC asignó un espectro de radio no licenciado desde 3.1 GHz hasta 10.6 GHz expresamente para estos propósitos. El espectro adicional esta también disponible para organizaciones de rescate científicos, médicos de reforzamiento de la ley y de rescate.

En vez que requerir un radio UWB para usar la banda entera de 7.5 GHz para transmitir información o incluso una sustantiva porción de ésta, la FCC definió un ancho de banda mínimo específico de 500 MHz a un nivel de 20 dB. Este ancho de banda mínimo (en conjunción de otros requerimientos de la regla FCC) substancialmente protege al espectro de usuarios no pertenecientes a la comunicación . la flexibilidad provista por la reglamentación de la FCC expande grandemente el diseño de opciones para los sistemas de comunicación UWB. Los diseñadores son libres de usar una combinación de Sub bandas dentro del espectro para optimizar el rendimiento de los sistemas, consumo de potencia y la complejidad del diseño. Los sistemas UWB pueden mantener todavía la misma baja

potencia como si ellos estuvieran usando la banda entera intercalando los símbolos a través de estas Sub-bandas.

4.3 Tipos de Tecnología UWB:

Existen 4 tipos de modulación UWB:

TH- UWB (Time Hopping Ultra Wide Band)

FH- UWB (Frequency Hopping Ultra Wide Band)

DS – UWB (Direct Sequence Ultra Wide Band)

OFDM – UWB (MultiBand Ultra Wide Band)

4.3.1 UWB Direct Sequence: (DS - UWB)

Es aquella técnica que se utiliza para expandir una señal de datos a través de una porción ancha del espectro de frecuencia, una única señal de portadora RF y la expansión es realizada aplicando un código especial para cada Bit de datos transmitido.

La señal de data en vez que ser transmitida en una banda angosta como es hecho en las comunicaciones de microondas, es expandido a un rango mucho mas grande de frecuencias usando un esquema de codificación específico. Este esquema de codificación es denominado secuencia seudo – aleatoria o simplemente secuencia PN.

Hay que notar que la señal de banda angosta y la señal de espectro expandido tiene la misma cantidad de potencia transmitida y lleva la misma información. Sin embargo, la densidad de potencia de la señal de espectro expandido es mucho más bajo que la señal de banda angosta . como un resultado , es mas difícil detectar la presencia de la señal de espectro expandido.

El algoritmo usado para la secuencia seudo – aleatoria PN genera un número seudo aleatorio que luego es combinado a través de un proceso de codificación binaria.

Esta técnica combina la señal de información con una señal expandida, teniendo un ancho de banda más amplio. La señal de modulación tiene efectivamente el ancho de banda amplio de la señal expandida,. Esta modulación de banda amplia es luego aplicada a una señal de portadora de frecuencia fija para llevar a cabo la transmisión. El código de

expansión directamente expande la información, delante e independiente del modulador RF. El principio de generación de un espectro ensanchado por secuencia directa y desensanchamiento en el receptor es mostrado en la figura 4.1 y el efecto espectral en la figura 4.2:

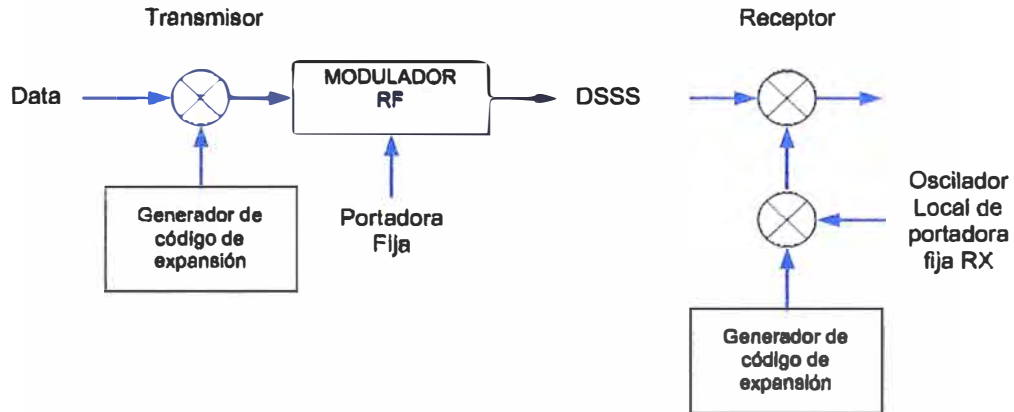


Figura 4.1 Técnica del Espectro Ensanchado de Secuencia Directa en la transmisión y en la recepción .

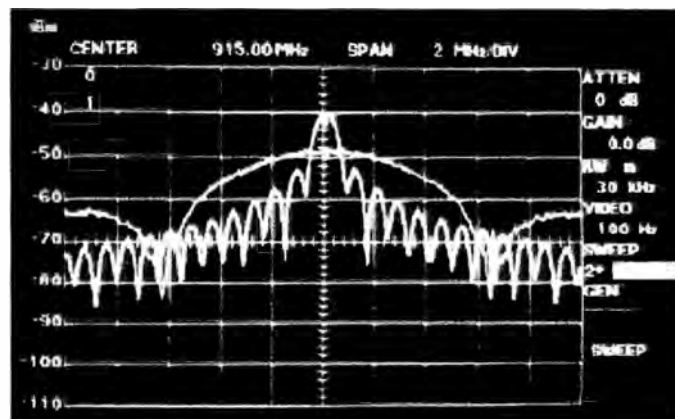


Figura 4.2 Espectro de una Señal producida por la Técnica de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa.

4.3.2 UWB con salto de Frecuencia:

Toma parecidamente lo contrario. En vez que expandir la modulación cerca de una portadora fijada la información es dejada sin cambio alguno y directamente modula una portadora de frecuencia variable (Fig 4.3 y Fig 4.4). El principio de la generación de espectro ensanchado por frecuencia variable es mostrado en la siguiente figura:

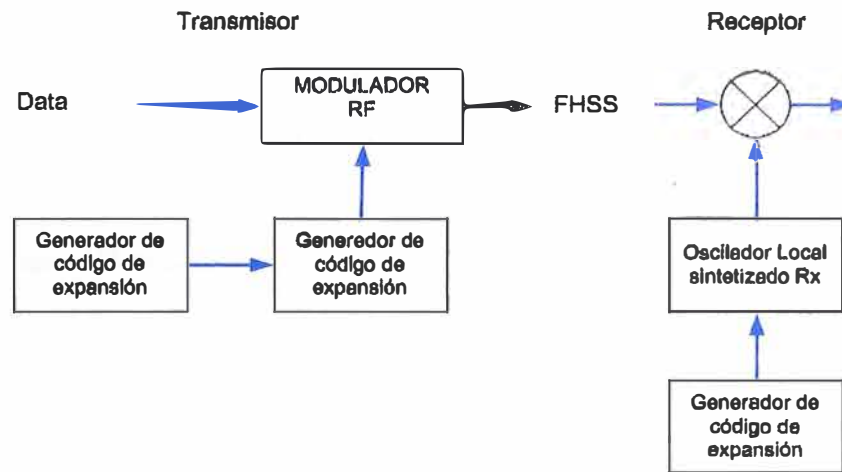


Figura 4.3 . Técnica del Espectro ensanchado por Salto de Frecuencia en la Transmisión y Recepción.

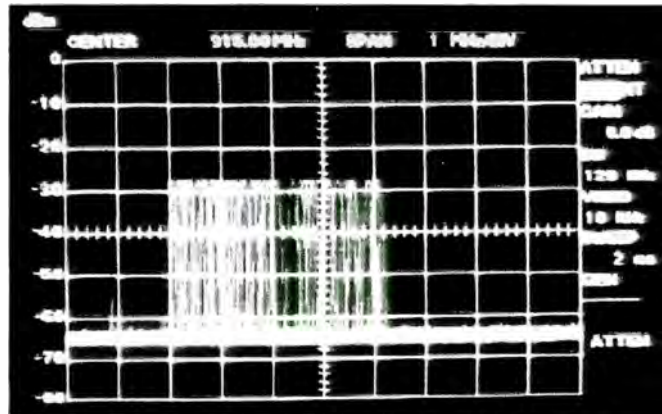


Figura 4.4 Espectro de una Señal producida por la Técnica de Espectro Ensanchado de Secuencia Directa (Tomada de un analizador de espectros).

En salto de frecuencia, la señal de expansión, es usada para cambiar la frecuencia de la portadora provista por el generador de portadora. La data modula directamente esta portadora saltante. En esencia el salto de frecuencia puede ser vista como una colección de señales de banda angosta convencionales, transmitidas una a la vez.

En la presencia de una interferencia de banda angosta el rendimiento de ambas técnicas difiere significativamente. Puesto que dichos métodos difieren significativamente, sus métodos de supresión de interferencia de banda angosta también difiere.

El espectro expandido por salto de frecuencia intenta alcanzar el mismo resultado enviando sus transmisiones sobre una portadora de frecuencia en tiempos diferentes. La portadora FHSS saltará en un predeterminado patrón seudo aleatorio definido, usando un pool de sub-canales de 1 MHz definidos a través de una banda entera. La FCC pide que la banda sea dividida en al menos 75 sub-canales. Los radios FHSS está limitados a enviar solo una pequeña cantidad de datos en cada canal por un periodo de tiempo designado antes de que este salte al siguiente canal de la secuencia . este elemento de tiempo es llamado “Dwell time”. Los dispositivos FHSS están limitados a un “Dwell time” de 400 microsegundos. Tras cada salto el dispositivo debe re-sincronizar con la otra radio antes de que este pueda descartar cualquier transmisión de data.

La intención de un patrón de salto seudo aleatorio es para evitar las señales de interferencia sin desperdiciar mucho tiempo sobre cualquier frecuencia específica. Si la interferencia esta presente en cualquiera de los canales en cualquiera de los patrones de salto, incluso aunque la señal RF experimentara interferencia de tiempo en tiempo, será **minimizado** a una pequeña cantidad de tiempo de transmisión en esa frecuencia.

A continuación se presenta un cuadro que nos muestra las diferencias entre uno y otro método

Tabla 4.1: Cuadro Comparativo entre los Métodos de Secuencia Directa (Direct Sequence) y de salto de Frecuencia (Frequency Hopper)

Método de Secuencia Directa	Método de Salto de Frecuencia
Corto tiempo de latencia	Mayor tiempo de Latencia
Procesamiento de Ganancia Constante	No tiene procesamiento de Ganancia
Rápido enganche de canal	Lento enganche de canal
No tiene tiempo de establecimiento	400 microsegundos de establecimiento
No posee resincronización con otro radio	Debería resincronizar con otro radio tras cada salto
Corto alcance interno	Corto alcance interno
Largo alcance externo (40 Km)	Corto alcance externo
Mas alto trafico de datos	Mas bajo trafico de datos

4.3.3 UWB – OFDM

Dada esta opción para un sistema Multi - Banda, la información tanto, puede ser transmitida por el método tradicional de una sola portadora, basada en pulso o por mas técnicas avanzadas de Multi - Portadoras. Los sistemas de portadora única basada en pulso transmiten señales modulando la fase de un pulso muy angosto. Mientras esta es una tecnología probada que solo requiere un diseño de transmisor muy simple, varias desventajas inherentes existen. Es difícil coleccionar la energía de señal suficiente en un típico entorno de uso (con varias superficies reflectantes) usando una única cadena RF; los requerimientos de conmutación en el tiempo pueden ser muy difíciles tanto en el transmisor como en el receptor, el procesamiento de la señal en el receptor, es muy sensitivo a las variaciones de retardos de grupo que se presentan debidos a los componentes analógicos; y las fuentes espectrales son potencialmente agotadas para evitar interferencia de banda angosta.

En contraste, el MB- OFDM transmite data simultáneamente sobre múltiples portadoras espaciadas aparte en distintas frecuencias. El algoritmo de la transformada rápida de Fourier provee cercanamente 100% de eficiencia en capturar la energía en un entorno Multi-Trayectoria, mientras que solo levemente e incrementa la complejidad del diseño del transmisor. Los beneficios del MB-OFDM incluyen gran flexibilidad espectral y resistencia a la interferencia RF y a efectos de multitrayectoria. Es de notar que las técnicas de modulación OFDM han sido exitosamente aplicadas a varios otros sistemas de comunicaciones populares, comerciales de alto rendimiento, incluyendo Wi-Fi 802.11 a/g . WiMax802.16, Home Plug y los estándares ADSL globales.

Basados en geometría de tecnología CMOS, el uso del espectro de 3.1 GHz a 4.8 GHz es considerado óptimo para inicio del desarrollo. Limitando la frontera superior también se evita interferencia con la banda UNII donde 802.11 a reside, tanto que simplifica el diseño del radio y la circuiteria terminal. La banda de frecuencia de 3.1 GHz a 4.8 GHz es suficiente para 3 sub – bandas de 500 MHz como se ilustra en la figura 4.5.

Para una mayor referencia de UWB visualizar el boletín informativo de Robert Fontana. Bibliografía [4].

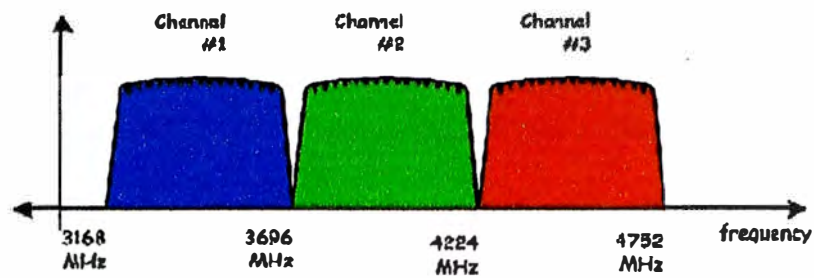


Figura 4.5. Rango de Operación de los tres primeros canales del UWB - OFDM

4.3.3.a Flexibilidad Espectral:

Dada a la naturaleza de no licenciada del espectro UWB, todos los dispositivos inalámbricos compartiendo el mismo espectro, deben de coexistir. Muy aparte de las presentes o futuras restricciones de las concesiones espectrales en varias regiones del mundo, MB – OFDM es capaz de cumplir con las regulaciones locales apagando dinámicamente ciertos Tonos o canales vía software. Esta flexibilidad, permite la adopción de los sistemas UWB a nivel mundial.

4.3.3.b Complejidad y Consumo de Potencia:

El sistema MB – OFDM esta específicamente diseñado a ser una solución de baja complejidad. Un simple sistema de receptor analógico simplifica toda su arquitectura y limitando los símbolos transmitidos a una constelación QPSK, la resolución del DAC y del ADC y la precisión interna de la banda base digital puede ser reducida. Relativamente el largo espaciado entre portadoras también alivia los requerimientos de ruido de fase en la circuitería de síntesis de la portadora y mejora la robustez a los errores de sincronización.

La vida de la batería en los dispositivos móviles es un factor crítico para adopción en los consumidores. MB – OFDM es capaz de soportar un mínimo de dos horas en uso continuo de batería bajo condiciones típicas antes que una recarga sea requerida. La tabla 4.2 muestra algunas velocidades alcanzadas mediante la tecnología UWB y en ellas se detalla las potencias empleadas para su propagación.

Tabla 4.2 Algunas Velocidades de Data y sus respectivas potencias a Utilizar en la tecnología UWB.

Velocidad de Data	Potencia de Transmisión	Potencia de Recepción	Potencia en modo no activo
110 Mbps	93 mW	155 mW	15 uW
200 Mbps	93 mW	169 mW	15 uW

4.3.3.c Seguridad:

La tecnología provee un embebido, siempre encendido, fundamento de seguridad. Mecanismos de seguridad y privacidad son implementados a varios niveles de la pila de protocolos para asegurar una robustez igual a las necesidades de la tecnología inalámbrica mientras permanece transparente al usuario. Las experiencias de Wi – Fi , bluetooth, y otros tambien guiaron la arquitectura de seguridad.

El administrador de derechos digitales, es considerado un asunto separado que esta direccionado en la capa de aplicaciones. Sin embargo la integridad del sistema para la implementación DRM está asegurado para permitirle subir transparentemente sobre la plataforma UWB.

4.3.3.d Panorama del Mercado:

UWB es una tecnología de radio inalámbrica para transmitir data punto a punto entre consumidores electrónicos, periféricos de PC's y dispositivos móviles dentro de corto alcance a muy altas velocidades, mientras se consume muy baja potencia. Por lo tanto. Es idealmente adecuado para enviar videos familiares de las grabadoras de video digital a una televisión de alta definición en la sala o inalámbricamente conectando una PC móvil a un proyector en un salón e conferencia para enviar una presentación.

La conectividad imperceptible es una proposición insistente de un consumidor típico. Los dispositivos que automáticamente descubre y se comunica con otro, imprimir o reproducir un comando sin que le usuario provea algún valor es su simplicidad. Sin embargo, un arreglo confuso de cables para varias interfaces, que no permite la interacción directa de dichos periféricos esta ahora en la realidad.

La adopción de una amplia expansión de los productos basados en UWB dependerá en el fácil uso de un costo adecuado, por lo que se da importancia a las soluciones CMOS de baja complejidad. Los consumidores también esperan una confiable consistencia del producto. La interoperabilidad es un asunto clave para permitir una operación transparente para el usuario final, incluso de que rama ellos escojan. Por lo tanto es un crucial desarrollo de los protocolos basados en estándares e interoperar dentro de una única plataforma para llegar a estos objetivos.

4.3.3.e Modelos de Uso:

La capacidad de mostrar, editar, escuchar, compartir y descargar el contenido entre dispositivos en el hogar sin volverse un experto en redes es una proposición atractiva para varios consumidores potenciales. Tres categorías básicas se han involucrado en un entorno doméstico “típico”, computación, multimedia, y dispositivos de comunicación móvil. PC's, impresoras, y otros periféricos, tanto como Gateways residenciales, módems y Routers representan elementos primarios de una red centralizada. El cluster de entretenimiento difundido generalmente consiste de home theaters con monitores de video, PVR's, STB's, equipos de audio y camcorders; mientras los dispositivos móviles tales como PDA's , teléfonos celulares multifunción confirman la idea.

La convergencia de data, entretenimiento y comunicaciones móviles dentro del hogar ha creado la necesidad para enlazar estos dispositivos dentro de una sola arquitectura de red mas capaz de las tecnologías legadas de soportar e integrar cada requerimiento de los sectores independientemente. Este desarrollo en comun sobre la misma plataforma inalámbrica se puede entender gráficamente mediante la figura 4.6

USB: (Universal Serial Bus): fue inicialmente diseñado como una interfaz cableada para unir periféricos asociados a un Host PC. Típicamente utilizado para aplicaciones en oficinas y hogares orientado al espacio de usuario y primariamente conducido al transporte de data.

IEEE1394: (también conocido como FireWire) fue especialmente diseñado para transmitir múltiple información de audio y video sobre varios tipos de cableado, usado primariamente

para propósitos de entretenimiento. Varios hogares contienen físicamente clusters separados para audio, equipo de Home Theater y dispositivos de consola de juegos.

Bluetooth: es una tecnología de reemplazo de conector de baja velocidad comúnmente encontrado en teléfonos móviles, Headsets (audífonos con micrófonos) y PDA's.

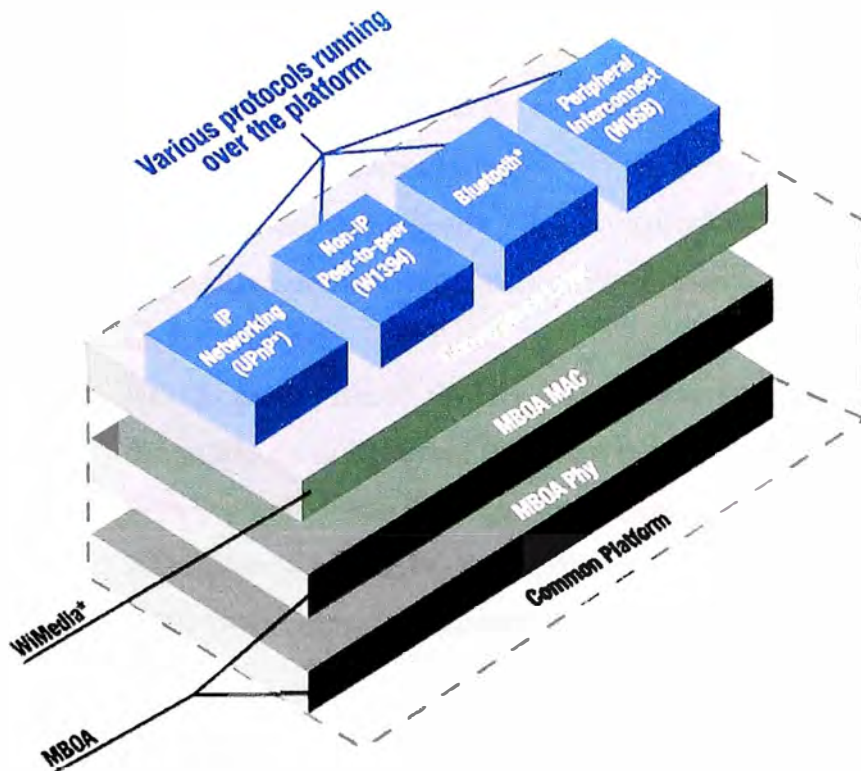


Figura 4.6 MBOA como plataforma de varias tecnologías emergentes

Mientras cada uno de estos protocolos “en algo diferentes” se encuentran direccionadas a sus respectivos segmentos, los consumidores quieren una interoperabilidad imperceptible tanto dentro y entre los tres segmentos, los cuales hoy en día comúnmente consisten de varios clústeres del dispositivo. Para ese fin, los grupos de estándares industriales tales como el DLNA están intentando definir los métodos para alcanzar una interoperabilidad amplia en el hogar.

Para una mayor profundización del tema hacemos referencia al ítem [5] de la bibliografía, perteneciente a James Wilson de Intel.

Acá mencionamos las APLICACIONES TÍPICAS:

Dentro del hogar:

- Descargar del video camcorder a la pc, para edición, luego a la TV para visualizarlo.
- Sincronización de Data entre el PDA y la PC.
- Cargar juegos con audio y video al PDA.
- Conectar una laptop a una consola de juegos.
- Gateway residencial para cluster de entretenimiento.
- Dentro del cluster de entretenimiento:
 - Archivos de audio desde / hasta reproductores MP3 desde / hasta un dispositivo de almacenamiento. Por ejemplo un Media PC Hard Drive y un AV Server.
 - HDTV para / desde PVR y STB almacena y reproduce audio y video difundido en tiempo real (requiere entre 19 a 24 Mbps)
 - SDTV para / desde PVR consumirá entre 3 – 7 Mbps.
 - AV Server o Media PC a un DVD player, PVR's , HDTV,
 - DVD o AV server a Headset.

Para el Segmento Automotor

- Distribución del contenido de sistemas de entretenimiento en vehículos.
- Teléfonos celulares a Handset para operación “Hands Free”.

Mientras se viaja:

- Cámara digital o Teléfono Celular Toma-Fotos puede transferir a la impresora de un kiosco publico.
- Descarga de juegos y películas a la Laptop en el aeropuerto.

Dentro del sector empresarial:

- Descargar una presentación de una laptop a un proyector.
- Conectividad de escritorio.
- Sincronización del PDA.

4.4 Tecnologías UWB propietarios y aplicaciones:

El espectro de frecuencia UWB está también siendo utilizada para aplicaciones tales como radares evita obstáculos, sistemas de geo-posición de precisión para localización personal, traqueo acertado, control de inventario y sistemas de transportes inteligentes. Varias compañías están desarrollando tecnologías para específicamente direccionar las necesidades para comunicaciones inalámbricas robustas y seguras dentro de varios sectores.

- Al cuidado de la Salud: las funciones críticas de vida tales como el equipo de diagnóstico transferencia de los datos del paciente en entornos de hospital pueden ser logrados con el desarrollo de plataformas hardware and software que provee un “tracking” (o rastreo) de los objetos manteniendo un contacto de radio constante con una red de sensores que han sido ubicadas dentro de un área diseñada o un edificio.
- Operaciones de Emergencia: similarmente, estos sistemas pueden permitir un exacto posicionamiento para el propósito de rescatar personas en situaciones de fue en estructuras y otras tales como desastres naturales, emergencias d aeropuertos e incursiones terroristas.
- Milicia: los Sistemas de comando Aero-navales ha establecido contratos para los Sistemas de intercomunicación inalámbrica basadas en UWB (AWICS): DARPA (Agencia de proyectos de investigación avanzados de defensa) ha financiado un proyecto para desarrollar unidades (pager sized) alimentadas mediante celdas AAA que son capaces de localización para un exacto sub-medidor sobre 100 metros de distancia en redes de hasta unos pocos cientos de localizadores.

4.5 Grupos de Estándares de la Industria y sus Relaciones:

El radio definido MBOA provee una de los bloques de construcción clave para alcanzar la visión de un ecosistema entero de compañías quien ofrecerá a sus consumidores un amplio conjunto de productos y servicios de Networking complementarios del hogar.

La plataforma de radio entera sin embargo esta conformada de dos elementos principales. La capa de radio UWB y la plataforma de convergencia juntos forman el mecanismo de transporte para las diferentes aplicaciones que operaran superiormente, incluyendo

Wireless Universal Serial Bus (USB), IEEE 1394, y una nueva estructura DLNA (Digital Living Network Alliance).

4.5.1 Alianza OFDM Multibanda:

Establecido en el 2003 y formalizado en un SIG (Special Interest Group) en el 2004 , la alianza OFDM Multibanda esta dedicado a promocionar el estándar global para soluciones inalámbricas Ultrawideband (UWB). Sus 170 miembros los componen los lideres mundiales en semiconductores, computadoras personales, consumidores electrónicos, y dispositivos móviles.

Las especificaciones MBOA para la capa fisica (PHY) están completas, mientras las especificaciones para su capa de controlador de acceso al medio (MAC) recientemente han sido desarrollados a fines del 2004. La ubicación de estas especificaciones se encuentran detalladas en la figura 4.7.

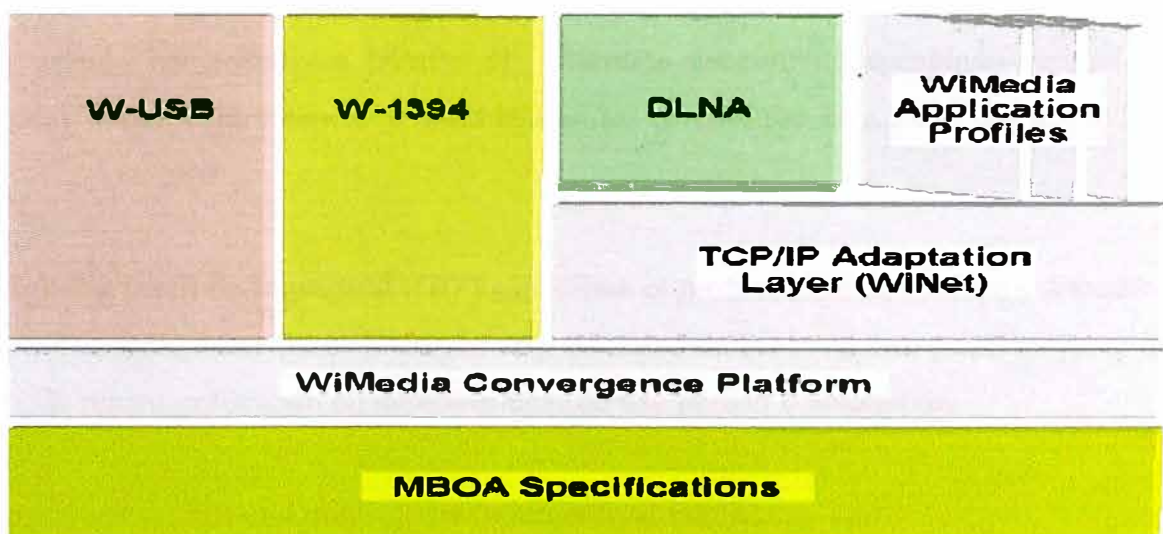


Figura 4.7 Vista de las Nuevas Tecnologías Inalámbricas en Capas.

4.5.2 La alianza Wi –Media:

La alianza WiMedia fue formada para promocionar conectividad inalámbrica e interoperabilidad entre dispositivos multimedia con un espacio de operación personal. Este grupo industrial esta desarrollando una plataforma de abstracción común como se mostró en la figura anterior el cual permitirá aplicaciones múltiples para correr en un único radio común. La combinación del radio MB – OFDM UWB con esta arquitectura de

convergencia establece la fundación para la implementación de versiones inalámbricas del USB, IEEE1394, DLNA y otros protocolos de aplicación basadas en IP.

WiMedia esta creando varias especificaciones que mejorarán el rendimiento de las soluciones de la siguiente generación:

La arquitectura de la plataforma de convergencia WiMedia proveerá una mascarilla Inter.-operable Multi-vendedor. La plataforma establece políticas correctas para cualquier entidad, accediendo al radio canal UWB. Previsiones para la seguridad y calidad de los elementos del servicio están construidos dentro de la plataforma de convergencia.

El protocolo de encapsulación de red WiMedia (WiNEP) discutirá la convergencia de la plataforma con los servicios TCP / IP.

El perfil medio de Flujo (SMP) define los protocolos y formatos para el flujo de contenido de media usando las primitivas UPnP / IP. Mientras asegura un apropiado calidad de servicio tales como baja latencia y sincronización, el enfoque esta en el fácil uso del usuario.

Imagen digital y perfil de impresión (DIP) especifica el protocolo de aplicación y formatos en UPnP / IP para alcanzar alta velocidad y alta fidelidad de las imágenes y aplicaciones de impresión, de nuevo enfocando en un envío fácil de uso para el consumidor.

Elementos claves del sistema multimedia de acuerdo al DLNA

- Colaboración Industrial.
- Conjunto de reglas Inter.- operables basadas en estándares.
- Impulsando productos.

La MBOA esta dedicado a alcanzar cada una de estos elementos claves. Para este fin, mas de 170 compañías miembro incluyendo cercanamente todos los prominentes proveedores de silicio y productos de usuario final para electrónica de consumo, computadoras personales y dispositivos móviles han establecido un estándar global, escalable, para cumplir con las más regulaciones regionales exigentes.

4.5.3 Wireless USB Promoter Group:

El grupo WUSB fue formado en la primavera del 2004 en el forum de desarrolladores de INTEL y esta compuesto de 7 lideres de la industria – Agere Systems. HP. INTEL , Microsoft Corporation, Phillips Semiconductors y Samsung Electronics. En adición Alereon, Appairant Technologies, Staccato Communications, ST Microelectronics, Texas Instruments y Wisair son los contribuyentes claves. El grupo fue caracterizado con definir la especificación WUSB con una ancho de banda de 480 Mbps y mantener el mismo uso y la arquitectura como el USB cableado con una conexión Host to Device. Con estas consideraciones a lugar, WUSB permitirá un fácil trayecto de migración para las soluciones cableadas de hoy y proveer un fácil uso y seguridad similar al tradicional USB.

4.5.4 Asociación comercial 1394

La asociación 1394 entiende el progreso de la industria para proveer conectividad inalámbrica, especialmente para aplicaciones de alta velocidad. Como tal establecieron, un grupo de trabajo inalámbrico para especificar una capa de adaptación de protocolo inalámbrico (PAL- Protocol Adaptation Layer). El Trade Association en mayo del 2004, publica un PAL inalámbrico para 55 Mbps mediante el cual los elementos mas fundamentales para permitir un puente de protocolo inalámbrico fuera definido. La figura 4.8 nos muestra una comparación de trafico vs distancia de cobertura entre las diferentes tecnologías inalámbricas actualmente desarrolladas

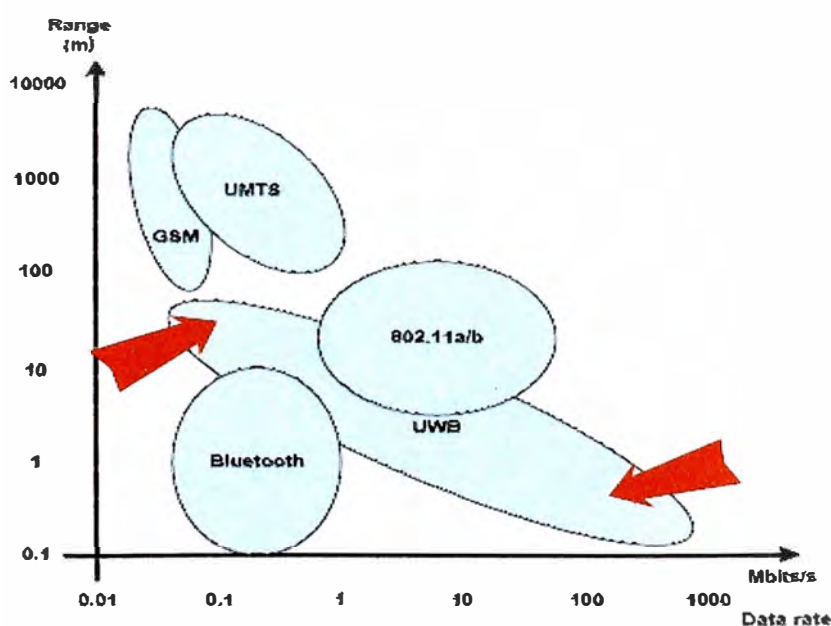


Figura 4.8 Gráfico de Cobertura de Operación Vs. Trafico de Datos

4.6 Resumen

La tecnología UWB de un tiempo a esta parte esta abarcando un rango mas de acción, en nuevas áreas ,como es la seguridad vehicular, la medicina, las operaciones militares, etc. Las diversas clases de UWB que han aparecido en el mundo se diferencian por el tipo de modulación que emplean al momento de transmitir y de recepcionar la información. Así aparecen los nuevos tipos de modulación TH –UWB (Time Hopping UWB), FH-UWB (Frequency Hopping UWB), DS-UWB (Direct Sequence UWB) y OFDM – UWB (Multiband Ultra Wide Band). En este capitulo se ha dado un pequeño enfoque en los casos de Salto de Frecuencia y de Secuencia Directa.

OFDM goza de las propiedades de construcción simple y de inmunidad a muchos efectos de ruido y de desvanecimiento, por trayectoria múltiple.

Organizaciones como el MBOA han generado sus reglas para la estandarización de las capas inferiores sobre las cuales se desarrollan nuevas tecnologías como son los: IP networking, Non – IP Peer to Peer, Bluetooth, Peripheral Interconnect (WUSB).

CAPITULO V

WUSB

5.1 Introducción:

La original motivación para el USB viene de varias consideraciones, dos de los mas importantes, son:

- **Fácil de uso:**

La escasez de flexibilidad en la reconfiguración de la PC ha sido reconocido como el talón de Aquiles para su desarrollo mas adelante. La combinación de interfaces gráficas de usuario amigables y los mecanismos de hardware y software asociados con nueva generación de arquitectura de bus han hecho de las computadoras menos conflictiva y más fácil de reconfigurar. Sin embargo del punto de vista del usuario las interfaces de entrada y salida de las PC's tales como los puertos seriales y paralelos, interfaces de Jostick / Mouse y teclados, etc no tuvieron los atributos de Plug and Play.

- **Expansible de puerto:**

La adición de periféricos externos continuó limitada por la disponibilidad de puertos. La escasez de un bus de periféricos de baja a media velocidad, bajo costo y bidireccional detuvo la creativa proliferación de periféricos, tales como dispositivos de almacenamiento , Scanners, PDA's, teclados, mouses.

Inicialmente el USB brindó dos velocidades (12 Mbps y 1.5 Mbps) que los periféricos podrían usar. Pero como las PCs se volvieron increíblemente potentes y capaces de procesar varias cantidades de data, los usuarios necesitaron conseguir más y más data dentro y fuera de su PCs. USB 2.0 fue definido en el 2000 para proveer una tercera velocidad de transferencia de 480 Mbps mientras mantiene compatibilidad a las versiones anteriores.

5.2 Arquitectura WUSB:

Esta sección presenta un panorama de la arquitectura Wireless USB. Wireless USB es un bus lógico que soporta intercambio de data entre un Dispositivo Host (típicamente una PC) y un amplio rango de periféricos accesibles simultáneamente. Los periféricos unidos comparten el ancho de banda a través de un protocolo basado en TDMA. El bus permite a los periféricos a ser insertados, configurados, usados y desconectados mientras el Host y otros periféricos están en operación. Las definiciones de seguridad, son provistas para asegurar las asociaciones de seguridad entre Hosts y dispositivos, y para asegurar una comunicación privada.

5.2.1 Descripción del Sistema WUSB:

Un USB consiste de un Host y algún número de dispositivos todos operando juntos en la misma base de tiempo y la misma interconexión lógica. Un sistema USB puede ser descrito mediante tres áreas definidas:

- Interconexión USB.
- Dispositivos USB.
- Host USB.

La interconexión WUSB es la manera en la cual los dispositivos WUSB son conectados para comunicarlo con el Host. Este incluye los siguientes:

- Topología : modelo de conexión entre dispositivos WUSB y el Host.
- Modelo de flujo de datos: la manera en la cual la data se mueve en el sistema sobre el USB entre productores y consumidores.
- USB Schedule: el USB provee una interconexión compartida. El acceso a la interconexión es programada para soportar transferencias de data asíncrona y para eliminar Sobrecabecera (Overhead).

La especificación WUSB versión 1.0 da un profundo y de tallado análisis a los estándares y protocolos que rigen el USB inalámbrico y por lotito lo usamos como referencia bibliográfica [6].

5.2.2 Topología:

El USB Inalámbrico conecta los dispositivos USB con el Host USB usando un modelo “Hub and Spoke”, mostrado en la figura 5.1. El USB Wireless Host es el “Hub” en el centro, y cada dispositivos se ubica al extremos de un “Spoke” (radial). Cada “Spoke” es una conexión punto a punto entre el Host y el dispositivo. Los Host USB Wireless pueden soportar hasta 127 dispositivos y debido a que Wireless USB no tiene puertos físicos no es necesario, por un definición provista, la existencia de dispositivos Hub para proveer la expansión de puertos.

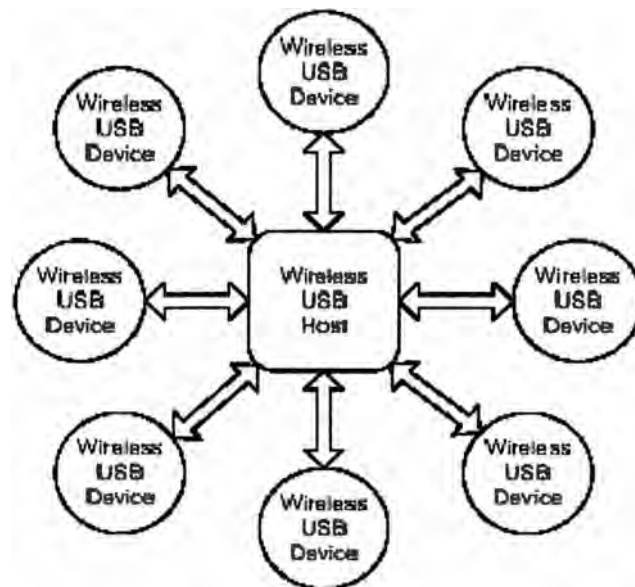


Figura 5.1 Topología Física de La Tecnología WUSB

USB HOST: existe un solo Host en un sistema USB. La interfase USB para el sistema de Host es referido como el Host Controller. Los Host Controllers son típicamente conectados a las PC's a través de un bus interno tal como el PCI. El Host Controller puede ser implementado en una combinación de hardware, Firmware o Software.

La especificación del WUSB define otra manera en la que un Host Controller puede ser conectado a una PC. Este es el caso de un adaptador cableado que permite al Host la funcionalidad a ser conectado a una PC a través de una conexión USB (tanto cableado como inalámbrico)

5.2.3 Dispositivos USB Wireless:

Se denomina así a los siguientes:

- Funciones, el cual provee capacidades al sistema, tales como impresora, una cámara digital o parlantes.
- Dispositivo Adaptador Cableado: el cual provee un punto de conexión para dispositivos USB cableados.

Los dispositivos WUSB presentan una interfase USB estándar en términos de lo siguiente:

- Su comprensión del protocolo WUSB.
- Su respuesta a las operaciones USB estándar, tales como configuración y reset.
- Se estándar capacita información descriptiva.

5.2.3.a Interfase Física:

La capa física del USB inalámbrico está descrito en la especificación MBOA UWB PHY. La PHY soporta velocidades de información de data de 80, 160, 320, 400 y 480 Mbps y múltiples canales. La PHY provee también un apropiado esquemas de detección y corrección de error para mantener un canal robusto lo mejor posible.

Para dispositivos Wireless USB, el soporte de transmisión y recepción de data a velocidades de 53.3 , 106.7 y 200 Mbps es obligatorio. El soporte para las velocidades de datos remanentes de 80, 160, 320 400 y 480 Mbps es opcional. Los HOSTS WUSB son requeridos para soportar todas las velocidades de datos tanto para transmisión como para recepción.

5.2.3.b Administración de Energía:

Un HOST WUSB podría tener un sistema de administración de potencia que es independiente del USB. el software del sistema USB interactúa con el sistema de administración de alimentación del host para administrar los eventos de potencia del sistema como “suspensión “ y “reinicio”.

5.2.3.c Protocolo del Bus:

Lógicamente, el WUSB es un protocolo basado en TDMA, consultado, similar al USB cableado. El Host Controller inicia todas las transferencias de datos. Como USB cableado, cada transferencia consiste de tres paquetes: Token, Data y Handshake. Sin embargo para incrementar la eficiencia del uso de la capa física, los Hosts combinan múltiples Token de información dentro de un solo paquete (MMC) (Figura 5.2), eliminando así las transiciones entre el envío y recepción. En ese paquete el Host indica el tiempo específico de cuando los dispositivos apropiados deberían tanto escuchar para un paquete de data OUT o transmitir un paquete de data IN o Handshake .

La figura 5.2 muestra de una primera vista, las diferencias que van a existir entre la transacción hasta ahora clásica del USB 2.0 y el WUSB. Como apreciación podemos decir que en el WUSB no se producirá los retardos de cambio de dispositivo en la comunicación entre Host y dispositivo esclavo (Propagation delays plus Device Turn Time), además se enviará una sola vez un Token que solicitara el envío de data por parte del periférico (o esclavo).

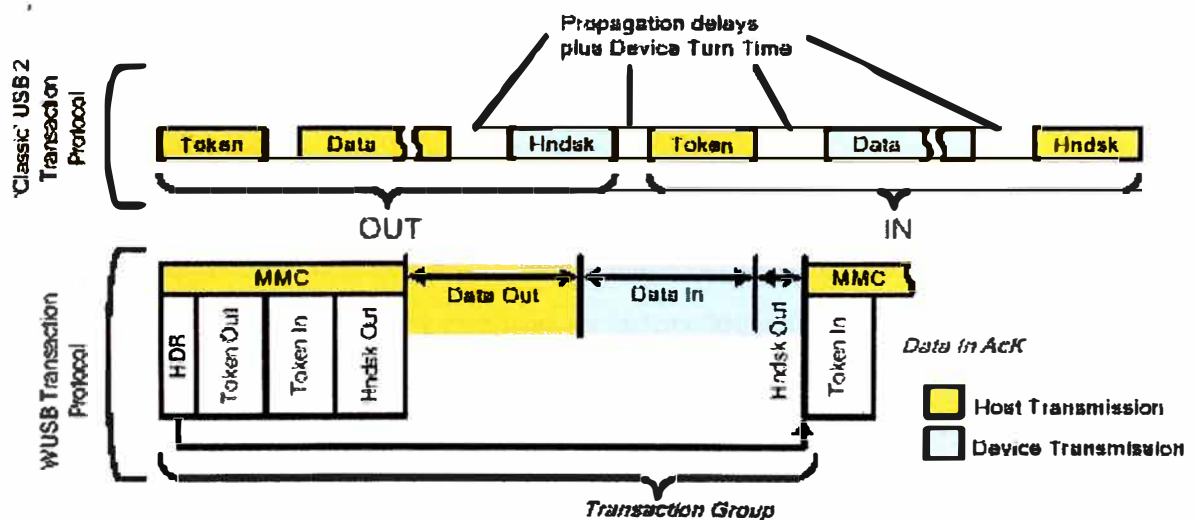


Figura 5.2. Comparación entre los protocolos de transacción del USB 2 clásico (Arriba) y el WUSB (Abajo)

5.2.3.d Robustez:

Existen varios atributos del Wireless USB que contribuye a su robustez:

- La capa física, es diseñada para una comunicación confiable y una detección y corrección de error eficiente.
- La detección de la conexión y desconexión y una configuración a nivel del sistema de los recursos.
- Auto – Recuperación en protocolo, usando timeouts para paquetes corrompidos o perdidos.
- Control de Flujo, buffering, reintento de asegurar isocronía y administración de buffer de hardware.

5.2.3.e Seguridad :

Todos los Hosts y todos los dispositivos deben soportar seguridad Wireless USB. Los mecanismos de seguridad aseguran que tanto los Hosts y los dispositivos son capaz de autenticar su pareja de comunicación (evitando ataques intermedios) y que las comunicaciones entre host y el dispositivo sean privadas. Los mecanismos de seguridad están basadas en la encriptación AES – 128 / CCM suministrando chequeo de integridad tanto como encriptación.

5.2.3.f Sistema de Configuración:

Como los USB cableados , WUSB soporta la conexión de dispositivos hasta la desconexión del host en cualquier momento. Consecuentemente, el software del sistema debe adecuarse dinámicamente a los cambios en la topología física del bus.

- Conexión de dispositivos WUSB: a diferencia del USB cableado, los dispositivos Wireless USB se unen al host enviando al host un mensaje en un tiempo bien definido. El host y los dispositivos luego se autentican uno a otro usando su único ID y las claves de seguridad apropiada. Tras el dispositivo ha sido autenticado y autorizado, el host asigna una única dirección USB al dispositivo y notifica al host software el dispositivo unido.

- **Desconexión de dispositivos WUSB:** los dispositivos pueden ser desconectados explícitamente tanto por el host y el dispositivo usando mecanismos de protocolo. La desconexión del dispositivo también ocurre cuando un Host no es capaz de comunicarse con el dispositivo por un largo periodo de tiempo.
- **Enumeración de Bus:** la enumeración de bus es la actividad que identifica y asigna una única dirección a los dispositivos conectados a un bus lógico. Debido a que WUSB permite a los dispositivos conectarse o desconectarse del bus lógico en cualquier momento, la enumeración de bus es una actividad continua para el software del sistema USB.

5.2.4 Tipos de Flujos de Datos:

Wireless USB soporta los mismos tipos de transferencia de datos y tipos de Pipes como el USB cableado. Debido a la característica de alta tasa de error de bits de las comunicaciones inalámbricas, el protocolo WUSB define diferentes mecanismos para realizar transferencia de datos isócrona. Estos mecanismos incluyen Handshake sobre el envío de data tanto como a un dispositivo cantidades específicas de buffering para permitir a los dispositivos alguna medida de control sobre un pipe isócrono.

El ancho de banda concedido por el WUSB es muy similar al dado por USB.

5.2.5 Wire Adapter:

Tanto como el USB cableado, los dispositivos WUSB están divididos dentro de clases tales como : interfases humanas, impresora, o dispositivos de almacenamiento masivo. Los dispositivos WUSB están requeridos a llevar información para su propia identificación y configuración genérica. Ellos también son requeridos a mostrar el comportamiento consistente con los estados de los dispositivos USB definidos.

Notablemente, los Hubs no son una clase de dispositivos WUSB soportados. Debido a que los Hosts WUSB pueden soportar la arquitectura límite de 127 dispositivos, no existe la necesidad por los Hubs. Sin embargo una nueva clase llamada Wire Adapter esta definida. Esta clase de dispositivo define una manera de estándar para un dispositivo de un tipo USB (inalámbrico o no) a otros dispositivos de otro tipo. Un Wire Adapter USB 2.0 conectado

(conocido como Host Wire Adapter), actúa como el Host para un sistema WUSB y provee una manera de actualizar una PC existente a que tenga acceso WUSB.

Un WUSB Wire Adapter (conocido como Device Wire Adapter) mostrado en la figura 5.3 actúa como un host para un sistema USB cableado y permite los dispositivos USB cableados a ser conectados inalámbricamente a un Host PC. Una mayor explicación lo podríamos encontrar en las documentaciones entregadas por Intel al forum WUSB – Bibliografía [7].

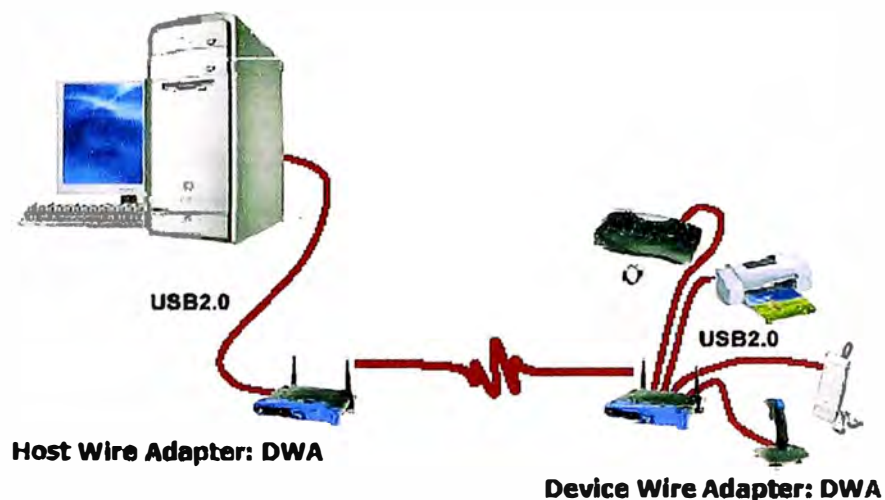


Figura 5.3 Ubicación del Wire Adapter dentro de un entorno de uso común

5.2.6 Acceso al Medio y Comunicación:

Tal como el USB cableado, todos los dispositivos WUSB son accedidos mediante una dirección USB que es asignada cuando el dispositivo está conectado y enumerado. Cada dispositivo Wireless USB adicionalmente soporta uno o mas “pipes” a través del cual el Host se pueden comunicar con el dispositivo. Todos los dispositivos WUSB deben soportar un pipe diseñado especialmente en el Endpoint Cero para el cual el pipe de control del dispositivo USB será conectado. Todos los dispositivos USB soportan un mecanismo de acceso común de acceso por acceso de información a través de este “pipe” de control.

Asociado con el Pipe de control en el Endpoint cero está la información requerida para que el WUSB se describa completamente. Los descriptores de estándares para los dispositivos WUSB han sido aumentados (mas allá de los requeridos por el USB 2.0) para incluir la información necesaria para soportar comunicación inalámbrica.

5.3 Resumen

La necesidad de trasladar mayor cantidad de información tal y como lo hace el USB 2.0 empujo a los investigadores a poder imaginar una nueva manera de traslado de información inalámbrica en grandes cantidades. Es así como aparece el WUSB basado en una tecnología relativamente antigua como es el Ultra Wide Band . El WUSB brinda todas las facilidades de conexión como lo hace el USB 2.0 a baja potencia pero a distancias cortas. La topología física que presenta es del tipo estrella. El modo de comunicación que utiliza es igual que en la tecnología USB osea usando los denominados paquetes Token, Data y Handshake, para el establecimiento y finalización de una comunicación. La tecnología WUSB no ha venido a reemplazar todas las tecnologías inalámbricas o cableadas sino ha llegado para complementarlas, es por eso que existe los dispositivos Wire Adapter, justo como intermediario entre las redes cableadas y las redes WUSB.

Como es posible deducir el acceso al medio de cada elemento en la tecnología WUSB, los dispositivos son enumerados para que la data correspondientes vaya al dispositivo indicado y solo a este.

En pocas palabras la tecnología WUSB es una simple fusión entre la tecnología UWB como la base para transmisión inalámbrica y la tecnología USB como el modo de comunicación lógica.

CONCLUSIONES

1. A diferencia de los otros buses que existen para la comunicación de datos el USB es uno de los buses mas revolucionarios y que cuya utilización cada vez masiva va a estandarizar, tanto lógicamente como física las interfaces de computadoras personales, equipos de automatización, y equipos portátiles, que actualmente ya están en uso.
2. Las investigaciones realizadas sobre el UWB han hecho que el punto de vista que se tenia de las comunicaciones inalámbricas de un nuevo giro y pase el limite que tenia hace un tiempo que eran las barreras físicas, el bajo consumo de potencia.
3. El espectro ensanchado permite la transmisión de información de una forma múltiple y segura a comparación de las otras técnicas existentes en el mercado inalámbrico.
4. En referencia a la tecnología UWB se menciona algunas de sus características mas importantes:
 - a. Propiedades de las Señales UWB:
 - i. Comunicaciones de Alta Velocidad
 - ii. Puede penetrar las paredes y el suelo.
 - iii. No presenta un gran índice de pérdida por propagación.
 - iv. No presenta atenuación por efecto de señales con multitrayectoria.
 - b. Permite comunicaciones de múltiple acceso.
 - c. La real capacidad que pueda transportar el UWB dependerá de las técnicas de modulación que se emplee.
5. WUSB utilizará el rango de 3.1 GHz hasta 10.6 GHz, con esto se evitará la interferencia con otras tecnologías.
6. WUSB realizará un bajo consumo de energía, por lo que permitirá la utilización de baterías , con larga vida de duración y con bajo efecto de interferencia.
7. La implementación de esta tecnología no requerirá de mucha complejidad, como en el caso de la construcción de los transmisores y receptores de banda angosta.

8. Lo ventajoso de la tecnología UWB , es la fácil compatibilidad que va a presentar con los equipos USB cableados, ya que toda la parte lógica y aplicativa de la comunicación es idéntico al del Bus USB 2.0.
9. La fácil migración de una celda a otra, es otra propiedad que posee esta nueva tecnología WUSB, tan idéntico como el Roaming que realizan los equipos celulares.
10. La modulación OFDM o Modulación Multitono, es actualmente utilizado en varias aplicaciones inalámbricas y cableadas. En el lado no inalámbrico es usado como una variante DSL.

ANEXO A

OTRAS NUEVAS APLICACIONES QUE SE DA AL UWB

UWB esta siendo usado para desarrollar varias aplicaciones inalámbricas, incluyendo dispositivos de comunicación de consumidores, servicios de imagen y radar vehicular. Estas aplicaciones son consideradas en las siguientes secciones:

A.1 Sistemas de Radar de Imagen:

Las necesidades de la armada por sistemas que puedan identificar objetos sepultados o camuflados o instalaciones donde han sido el principal motivo en el desarrollo de los sistemas de imagen UWB. El uso de estos sistemas ahora se ha expandido del uso militar a propósitos de protección y seguridad pública. Por ejemplo, los sistemas de radar UWB podrían ser usados para localizar personas escondidas bajo tierra o detrás de objetos o en situaciones de crisis o en situaciones de rescate.

Las frecuencias en la parte mas baja del espectro de radio (menor que un Gigahertz) podrían penetrar la tierra y las superficies de las paredes y ser útiles en la detección de objetos escondidos tanto como cuerpos y proveer un monitoreo de seguridad a través de las paredes.

La tecnología UWB ha sido usada algunas veces para aplicaciones de radar penetrante en tierra y está actualmente siendo desarrollada en nuevos tipos de sistemas de imágenes para diagnostico médico y uso industrial. Los dispositivos de imágenes UWB están también comenzando a ser usados en la construcción de edificios e industria de mantenimiento para localizar y medir el reforzamiento de las barras en concreto y cableado eléctrico y tuberías dentro de las paredes.

La banda de frecuencias considerado por imágenes son: debajo de 960 MHz, 1900 a 10600 MHz, 3100 a 10600 GHz

A.2 Sistemas de Radar Vehicular:

Los Sistemas de Radar Automotor o Vehicular son actualmente promocionados como la primera tecnología UWB expandida para uso civil. Estos sistemas ayudan para un alto rango y adecuada posición y podría ser usado para mejorar la seguridad en el parque automotor mediante los sistemas de evite de colisión, desarrollo seguro de Airbag, control del sistema de armas, y asistencia de parqueo.

UWB es considerado a ser mas efectivo en costo que la tecnología convencional para sistemas de radares de alta precisión, haciéndolo mas adecuado y económico para usar y mejorar las características de seguridad de los vehículos en el futuro.

UWB en la aplicación para radar vehicular esta visionado para operar cerca de los 24 GHZ. Como estos dispositivos podrían volverse masivos y su operación mayormente móvil y exterior. El potencial para interferir con otros servicios podrían incrementarse con el tiempo.

En el caso de Nueva Zelandia, una alianza de fabricantes de vehículos y fabricantes de electrónica está desarrollando un estándar internacional, conocido como Short Range Automotive Radar frequency Allocation (SARA), el cual utiliza una combinación de los dispositivos de radar UWB y dispositivos convencionales. El ministerio de comunicaciones fue consultado por los representantes de la alianza, permitir la implementación de este servicio en el 2005. su pedido incorpora el reciente estándar FCC UWB para radar vehicular.

Las emisiones normadas por la FCC de emisiones intencionales del radar ehicular UWB abarca el rango de 22 GHz y 29 GHz. Estos limites dentro y fuera de la banda son reproducidos en mas detalle en la siguiente tabla

Tabla A.1 Lista de Emisión para Sistemas de Radar Vehicular

Limites de emisión para Sistemas de Radar Vehicular	
Frecuencia (MHz)	E.I.R.P
960 -1610	-75.3 dBm/MHz
1610 -22,000	-61.3 dBm/MHz

Límites de emisión para Sistemas de Radar Vehicular	
Frecuencia (MHz)	E.I.R.P
22,000-29,000	-41.3 dBm/MHz
29,000-31,000	-51.3 dBm/MHz
Above 31,000	-61.3 dBm/MHz

Las emisiones enmascaradas de emisiones del radar Vehicular traslaparía con la internacionalmente asignada banda Radio Astronómica de 23.6 a 24 GHz al cual la regulación de Radio Internacional lo aplica. Este regulación establece que todas las emisiones están prohibidas en esta banda. Por lo tanto operando un vehículo operando con un radar de 24 GHz en Nueva Zelanda actualmente estaría violando la IRR.

A.3 Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas:

El uso de la tecnología UWB en los sistemas de comunicaciones se involucró hace años durante 1980 para satisface las necesidades de las agencias de gobierno americanas, especialmente para sistemas de comunicación con una baja probabilidad de interceptación y detección. Hoy en día el interés por los dispositivos UWB se extiende al uso civil. Una mayor ventaja del UWB es que data a muy alta velocidad a bajos niveles de potencia

A.4 Radares UWB en medicina:

El conceptual modo de trabajo de un sistema de radar UWB se parece a los transductores ultrasónicos usados en varias aplicaciones de las cámaras de autoenfoco hasta detectores de proximidad. La principal y fundamental diferencia es que al contrario del ultrasonido los pulsos electromagnéticos pasan a través de las paredes, suelo, hielo, lodo, concreto y el cuerpo humano también.

Aunque varios investigadores han estado trabajando acerca de la tecnología UWB por varios años, un gran interés sobre el radar UWB surgió en 1993 cuando es reportado que un ingeniero del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore (LLNL), Tomas McEwan descubrió una nueva implementación original de un radar UWB. Mientras trabajando en una nueva muestreador de bajo costo y alta velocidad para investigar el laser de pulsos,

McEwan desarrollo un sistema el cual fue llamado MIR (Micropower Impulse Radar, Radar de Impulso de Micropotencia).

Los pulsos electromagnéticos viniendo de un radar UWB son capaz de examinar el cuerpo humano. En una aplicación desarrollada en la LLNL, un radar UWB fue capaz de detectar, los movimientos de las paredes del corazón. Esto es porque existe una diferencia definida en la magnitud de reflexión entre el músculo del corazón y la sangre que este empuja dentro del árbol vascular.

A continuación es una leve descripción del principio físico de operación está dado. Como la impedancia del músculo cardiaco está en el orden de los 60 Ohm y la impedancia de la sangre es aproximadamente 50 Ohm puede ser esperado una leve reflexión aproximada del 10 % de la energía de Radio Frecuencia en la frontera músculo / sangre. De acuerdo a la patente de Mc Ewan la impedancia del músculo del corazón es $Z_{\text{corazón}} = 60 \text{ Ohm}$, mientras que la impedancia de la sangre es 49 Ohms. El coeficiente de reflexión definido como $(Y-1)/(Y+1)$ donde $Y = Z_{\text{(corazón)}} / Z_{\text{(sangre)}}$ le da un 9.9% retorna un 9.9% de la fracción del pulso radiado.

La misma regla debería ser aplicada por reflexión en la interfase (aire / pecho) o la interfase pecho / pulmón e incluso las fronteras de las venas. Tras varios estudios realizados se obtuvo un libro de datos con las propiedades dieléctricas de los tejidos:

Tabla A.2 Características de los medios por los cuales puede penetrar una señal UWB

	Impedancia	Atenuación	Velocidad	penetración
	Ω	1/m	m/s	m
Aire	376.7	0.00	2.998×10^8	1.00×10^{-2}
Grasa	112.6	8.96	8.958×10^7	0.96×10^{-2}
Musculo	49.99	31.67	3.978×10^7	1.35×10^{-2}
Cartilago	58.16	31.93	4.628×10^7	1.16×10^{-2}
Pulmon	52.86	29.62	4.206×10^7	5.78×10^{-3}
Corazon	49.17	38.71	3.912×10^7	-

La data obtenida por los calculo del retardo de tiempo de ecos con la atenuación lineal y los coeficientes de reflexión en las fronteras.

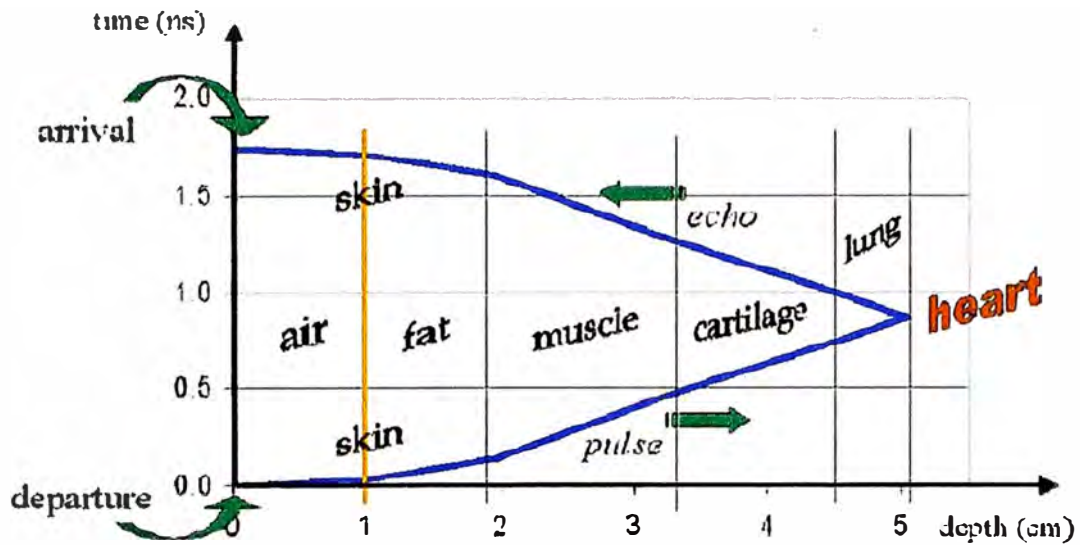


Figura A.1 Grafico que representa el grado de penetración de la señal UWB y el tiempo de retardo en el Toráx Humano

Aunque parezca mas adecuado desde un punto de vista fisico, el nuevo modelo del comportamiento del eco del pulso en el toráx es casi todo correcto (Figura A.1). Como las propiedades dieléctricas son aquellas medidas sobre los tejidos vivientes reales usando ondas continuas a 1500 Mhz, el modelo permanece intrínsecamente erróneo.

Además para tener un modelo efectivo a ser desarrollado, necesitamos las propiedades dieléctricas del UWB, sin aquellas bandas angostas (aunque en la región de microondas). Esto significa que un método de convolución , o de técnica en el dominio del tiempo de diferencias finitas como el que ya fue empleado en el cálculo de la antena UWB, debería ser usado.

Además tanto la parte real como la parte imaginaria de los coeficientes de reflexión de las fronteras deben ser considerados. Esto es porque el elemento de correlación de recepción UWB trabaja en el dominio del tiempo, es , mediante el diseño fuertemente sensitivo a la fase de errores.

En resumen: sabemos que la señal relacionada con el movimiento del corazón es obtenida fuera de un radar UWB apuntado en el tórax , pero qué realmente estamos midiendo, que tanto afectará las funciones del elemento de correlación, la forma del pulso y las propiedades del tejido afectará la intensidad y la morfología de la señal recuperada.

Estos problemas requieren algunas respuestas claras para alcanzar el entendimiento físico del radar médico UWB y una subsiguiente y clínica viabilidad y aceptación de la técnica. El modelamiento adecuado del fenómeno con las medidas electromagnéticas corregidas y extendidas debería ayudar el avance de la ciencia en este campo.

Esta evidencia abre una nueva área amplia, de las medidas “No - Invasivas” y monitoreo de las funciones del cuerpo humano. En la práctica cualquier objeto de un adecuado tamaño puede ser monitoreado. Las cuerdas vocales, venas, intestinos, corazón, pulmones, pecho, vejiga y feto son buenos candidatos para el análisis del radar UWB.

**CUADRO RESUMEN DE LAS DIFERENTES APLICACIONES EN DONDE SE
APLICA EL UWB**

Sistema	Aplicación	Descripción
<p>Sistema de Radar de Imágenes .-</p> <p>Los sistemas Ultra Wide Band pueden ser usados tanto en exteriores “al aire libre” como que puede penetrar paredes o terreno y reproducir imágenes detrás de estos.</p>	Sistemas de Radar Penetrante a Suelos (GPR) – Ground Penetrating Radar	Los sistemas UWB tienen la capacidad de operar como un instrumento de radar con la capacidad de penetrar el suelo o terrenos. Tal que un sistema podría ser empleado en el uso de detección de un yacimiento de minerales
	Sistemas de imágenes de Radar de Pared	Detección de las rupturas o de tuberías dentro de una pared
	Sistemas de radar de imagen (atraviesa – paredes)	Detección de personal o de objetos al otro lado de las paredes
	Sistemas de Sospecha	Detección de Intrusión
	Sistemas Médicos	Usado en el diagnóstico de Cáncer de mama y otras enfermedades dentro del cuerpo
Sistemas de Radar Vehicular		Asistencia de parqueo de autos y evite de colisión entre vehiculos
Sistemas de Medición UWB		UWB también puede ser usado para crear medidas adecuadas entre los tranceptores. Esto podría ser usado en vehículos industriales automatizados para control y tracking.

<p>Sistemas de Comunicaciones UWB</p>	<p>Comunicaciones Seguras</p>	<p>Como los niveles de potencia son muy bajos y dispersos a través de la banda de 7.5 GHz. Las comunicaciones inherentemente provee una baja probabilidad de interceptación / detección.</p>
	<p>Alto Tráfico de Datos</p>	<p>Alta velocidad de datos está disponible para un corto alcance. Múltiples entornos de usuarios</p>
	<p>Redes de Área Personal Inalámbrica (WPAN)</p>	<p>El entorno WPAN permitirá a las estaciones de trabajo a estar totalmente integradas usando UWB para comunicar entre PC, monitor, teclado y Mouse.</p>

ANEXO B

TERMINOLOGÍA USADA EN EL INFORME

ACCESS POINT: es una estación base en una LAN inalámbrica. Los puntos de accesos son típicamente dispositivos Stand – Alone que se conectan a un Hub Ethernet o Switch. Como un sistema de teléfono celular los usuarios pueden desplazarse alrededor con su dispositivo móvil y ser llevados de un punto de acceso a otro.

ALGORITMO DE ENCRIPCIÓN RC4: es un cifrador de tramas de información, el cual usa claves de longitud variable.

CALIDAD DE SERVICIO (QoS): Es un nivel de rendimiento definido en los sistemas de comunicación de datos. Por ejemplo para asegurar que el video y la voz sea enviado en tiempo real sin molestosas interrupciones, una garantía de ancho de banda es requerido. El viejo sistema telefónico ha enviado la más alta calidad por años, porque existe un canal dedicado entre las partes.

Sin embargo cuando la data es particionada en paquetes que viajan a través los mismos routers en la LAN o WAN con toda la otra data, los mecanismos de la calidad de servicio son una manera de garantizar la calidad dando prioridad de data en tiempo real sobre la data que es de tiempo-real (conmutación de paquetes).

La calidad de servicio se refiere a los mecanismos en el software de la red que hace la determinación real de cuales paquetes tiene prioridad,

ENCRIPCIÓN: Es el proceso y alteración de la data tal que solo el receptor interesado pueda leer o usarlo. El recipiente de la data encriptada debe tener la clave de descifrado apropiada y programa para descifrar la data de nuevo a su forma original.

ETHERNET: Es el método de acceso a redes de área local más ampliamente usado, definido por la IEEE como el estándar 802.3 Ethernet permite la conexión a la red de una compañía o de una casa tanto a los cable módem como a los módem DSL para el acceso a Internet.

Hoy en día casi todas las PC's y MAC's (Apple) vienen con puertos Ethernet de 10 / 100 con el cual conecta internamente al adaptador de red (NIC) que es típicamente construido en la mainboard

La tecnología Ethernet se puede visualizar de varios aspectos, desde el tipo de cable (aspecto físico) o desde el modo de comunicación (aspecto lógico).

HOST : Elemento principal de una red que particularmente esta encargado del control y del establecimiento de una comunicación entre varios elementos de la red, incluso la comunicación consigo mismo.

IEEE: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

INTERNET: La más grande red del mundo conformada por más de 100 millones de computadores y mas de 100 países cubriendo asuntos gubernamentales , comerciales, académicos y de entretenimiento.

INFRARROJO – INFRARED: Es una banda invisible de radiación en el extremos más bajo del espectro visible. Con longitudes de onda de 750 nm a 1mm, los rayos infrarrojos inician en el extremo del espectro de microondas y termina al comienzo de la luz visible. Las transmisiones infrarrojas típicamente requieren una línea de vista sin obstáculos entre el transmisor y receptor.

ISP (Internet Service Provider): (Proveedor de servicio de Internet) es una organización que provee servicio de Internet. Pequeños ISPs proveen servicio vía módem, mientras que los mas grandes también ofrecen líneas privadas (T1 o T1 fraccional). Los consumidores están generalmente obligados a pagar un monto fijo por mes por otros cargos pueden sumarse.

LAN (Local Area Network) – Red de Área Local : Red de dispositivos de comunicación que geográficamente ocupa un área de radio entre 10m y 1 Km.

MAN (Metropolitan Area Network) – Red de Área Metropolitana: Red que geográficamente abarca un radio entre 1 Km y 10 Km.

ROAMING: es la capacidad que tiene un dispositivo utilizado en comunicaciones inalámbricas para moverse de una zona de cobertura a otra. Esto significa que un dispositivo cliente puede desplazarse e ir registrándose en diferentes bases o puntos de acceso.

SSID Service Set Identifier: Identificador de un conjunto de Servicio o Nombre de red es usado dentro de las redes 802.11 para identificar una red en particular. Este es usualmente puesto por el administrador que configure la WLAN y será único en un BSS (Basic Service Set) o ESS (Extended Service Set).

TRANCEPTORES: es un dispositivo electrónico o circuito que transmite y recibe señales tanto analógicas como digitales. Este se puede presentar en diversas formas o equipos: en el Transponder de un satélite, un adaptador de red en la computadora o los circuitos de un teléfono celular.

USB: Universal Serial Bus (Bus serial universal); El Bus de Serie Universal (USB -de sus siglas en inglés Universal Serial Bus) provee un estándar de bus serie para conectar dispositivos a una computadora (usualmente a una PC). Un sistema USB tiene un diseño asimétrico, que consiste en un solo servidor y múltiples dispositivos conectados en una estructura de árbol utilizando dispositivos Hub especiales. Se pueden conectar hasta 127 dispositivos a un solo servidor, pero la suma debe incluir a los Hubs también.

UWB: UltraWideBand (Banda Ultra Ancha) Es una tecnología que usa menos potencia y provee más altas tasas de velocidad que el 802.11 o Bluetooth. Esta diseñado para proveer transmisión de video inalámbrico para sistemas Home Theater, TV por cable, Seguridad Automotor y Navegación, Imágenes Médicas y Casos de Seguridad, etc.

WLAN: Wireless Local Area Network (Red de Área Local Inalámbrica) red de área local que transmite sobre el aire típicamente en la banda de frecuencia no licenciada. Este tipo

de red no requiere línea de vista directa entre el transmisor y receptor. Las estaciones de base inalámbricas (Access Point) son cableadas a la Red Ethernet y transmiten una frecuencia de radio sobre un área de varios cientos de pies a través de paredes y otras barreras no – metálicas.

WPAN: (Wireless Personal Area Network) Red de Área Personal Inalámbrica: Red cuyos dispositivos se encuentran a poca distancia (1m – 10m), las tecnologías que funcionan sobre este tipo de redes son: Bluetooth, IrDA (Tecnología Infrarroja).

WAN (Wireless Area Network) - Red de Área Amplia: Red geográficamente mayor que comunica ciudades en incluso países (pasa de los 10 Km).

802.11: es una familia de estándares de la IEEE para las redes de área local inalámbricas que fueron diseñadas para extender el 802.3 (Ethernet cableado) dentro del dominio inalámbrico. El estándar 802.11 es más ampliamente conocido como “Wi – Fi” porque la alianza Wi – Fi, una organización independiente de la IEEE provee certificaciones para los productos que conforman al 802.11.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Tanenbaum, Andrew S. “ Redes de Computadoras” – Cuarta Edicion – 2003.
- [2] NEC ELECTRONICS AMERICA. “Wireless USB” White Paper September 2004
MBOA-SIG. “UltraWideBand: High Speed, Short Range Technology “ White Paper September 1, 2004.
- [3] USB Implementers Forum. “Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification”, February 21, 2005.
- [4] Fontana, Robert. Multispectral Solutions. Inc. “Ultra Wide Band Technology. The Wave of The Future?”
- [5] Wilson, James. Intel Research & Development “ UltraWideBand a Disruptive RF Technology” September 10, 2002.
- [6] USB Implementers Forum. “Wireless USB Specification 1.0 ”, May 2005.
- [7] Intel Technology and Research. “WUSB”
<http://www.intel.com/technology/comms/wusb>