

Capítulo 1: Introducción a Bluetooth y Wi-Fi

1.1 Bluetooth

Dentro de las redes de área personal (PAN, Personal Area Networks) existen dos tecnologías que destacan principalmente: Bluetooth y aquella usada por los dispositivos de comunicación infrarrojos IrDA (Infrared Data Association). Cada vez se pueden encontrar más dispositivos que sean compatibles con alguna o ambas de estas tecnologías.

Bluetooth y los dispositivos IrDA pueden coexistir ya que ambos tienen características técnicas diferentes y ventajas sobre el otro, de las cuales se mencionarán a continuación las más importantes.

Los dispositivos infrarrojos ofrecen ventajas en cuanto a privacidad cuando se quiere intercambiar información punto a punto en un área con muchas posibles fuentes de interferencia debido a que la conexión en estos dispositivos debe tener línea de vista entre emisor y receptor y las distancias entre estos deben de ser de 1 metro o menores. Otra ventaja fundamental con respecto a Bluetooth es la tasa de transmisión, ya que los dispositivos infrarrojos pueden llegar a ofrecer 4 Mbps y mediante el uso del protocolo VFIR (Very Fast Infrared) estas velocidades pueden aumentar hasta 16 Mbps las cuales son ampliamente superiores a los 721 Kbps ofrecidos por Bluetooth [1].

Por su parte, Bluetooth tiene algunas características que lo hacen superior en otras aplicaciones. Si bien los dispositivos infrarrojos tienen una ventaja en cuanto a conexiones punto a punto (como se mencionó anteriormente), Bluetooth posee una capacidad omnidireccional que permite que exista comunicación entre dispositivos sin necesidad de que haya línea de vista, además esta tecnología posee la capacidad de formar picorredes entre dispositivos dentro del rango de operación. Bluetooth además tiene gran facilidad para penetrar objetos (algo muy difícil de lograr con dispositivos infrarrojos) y permite conexiones a distancias de hasta 10 metros (opcionalmente se pueden instalar repetidores para alcanzar distancias de hasta 100 metros) [1].

Es por la flexibilidad que exhibe Bluetooth para formar picorredes así como su naturaleza omnidireccional que en este trabajo se pensó en la fabricación de antenas para poder utilizar las ventajas de Bluetooth en diferentes aplicaciones posteriores. En la figura siguiente se presenta el logotipo oficial de productos que soportan la tecnología Bluetooth.

1.1.1 Tecnología Bluetooth

El nombre Bluetooth hace honor al vikingo Harald Bluetooth que llegó a ser rey de Dinamarca y durante su reinado unificó a esta nación y a Noruega e instauró el cristianismo en esas regiones [2].

El estándar Bluetooth surgió en 1994 creado por la compañía Sueca Ericsson y la idea fue concebida inicialmente para reemplazar los cables de las redes existentes, sin embargo, conforme el sistema se fue desarrollando y debido a sus características, una amplia gama

de aplicaciones sobrevivieron, de tal forma que al ver el potencial que se tenía la compañía decidió trabajar en toda una infraestructura que pudiera soportar dichas aplicaciones [2].

Para llevar a cabo un monitoreo de el desarrollo de la tecnología Bluetooth se formó en 1998, por parte de Ericsson, el Special Interest Group (SIG) el cual en un inicio estuvo conformado por las compañías asociadas Intel, IBM, Nokia y Toshiba. Este grupo sigue en operación y en la actualidad se ha extendido a las compañías 3Com, Ericsson, IBM, Intel, Lucent, Microsoft, Morotola, Nokia, Toshiba y muchas más [2].

El SIG siempre ha procurado que se tenga una interoperabilidad de los dispositivos Bluetooth de manera que sin importar el fabricante o el país donde se ocupen los diversos productos se pueda llevar a cabo la conexión sin problemas. Es por ello que los productos son sometidos a duras pruebas para garantizar que se tenga ubicuidad en toda la estructura de Bluetooth. Además, algunas de las características que todos los dispositivos deben de cumplir pueden ser expresadas en función de 3 principales rubros: Baja potencia (alrededor de 10 μ A en modo de espera y 50 mA para transmisión o recepción), tamaños reducidos (chips de silicon del alrededor de 9 mm²) y bajos precios [2].

En cuanto a productos se refiere, existen 2 importantes conceptos para los dispositivos Bluetooth: Modelos de utilización y perfiles. Los primeros se refieren a las propuestas de los productos y aplicaciones, mientras que los segundos hablan de cómo llevar a cabo los protocolos de Bluetooth de manera que se tenga la interoperabilidad deseada. 3 ejemplos típicos de modelos de utilización se nombran a continuación:

Acceso a Internet. Se espera lograr que conforme el cliente vaya moviéndose de lugar a lugar el dispositivo Bluetooth logre establecer una conexión a Internet ya sea por medio de terminales en teléfonos o en computadoras personales [2].

Máximo headset. Un dispositivo manos libres que no requiera de cables sin importar que el teléfono se encuentre en portafolios, bolsas, bolsillos etc [2].

Sincronización automática. Poder llevar a cabo la sincronización inmediata y automática entre agendas personales (PDA's), computadoras personales y demás dispositivos portables [2].

1.1.2 Asignación de espectro

Dentro de las especificaciones técnicas, la más importante para este trabajo es la localización de la banda en la cual trabaja Bluetooth. Las frecuencias a las cuales opera algún sistema son fundamentales en cuestiones de diseño para las antenas ya que dependiendo de dichas frecuencias las dimensiones de las antenas varían.

La tecnología Bluetooth trabaja en la banda mundial sin licencia ISM (Industrial Scientific and Medical) de 2.4 GHz [1], perteneciente a la banda de ultra altas frecuencias (UHF por sus siglas en inglés) la cual abarca de los 300 MHz a los 3 GHz. En la figura 1.1 se muestra el espectro de Radio Frecuencia.

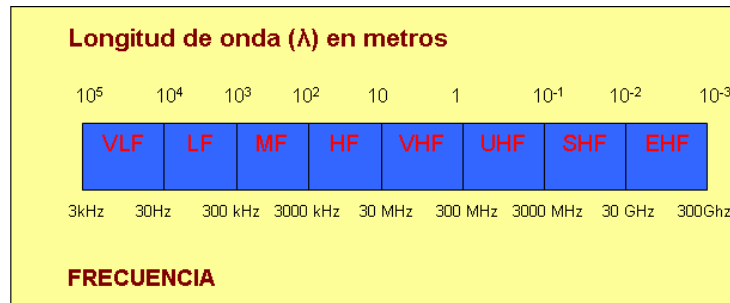


Figura 1. 1 Localización del espectro de Radio Frecuencia [3].

La banda ISM fue definida para los rangos de frecuencias de 902 a 928 MHz y para 2.4 a 2.484 GHz (la frecuencia máxima podría variar ligeramente entre algunos países dependiendo de sus regulaciones internas). Sin embargo, para el estándar Bluetooth en particular los rangos que se ocupan son los de 2.4 a 2.484 GHz [1]. Al operar en bandas que no necesitan licencia, la tecnología Bluetooth como se ha mencionado anteriormente puede ser muy barata debido a que no requiere pagar por la utilización de una parte del espectro electromagnético y al ser una banda definida mundialmente, ésta ventaja estará presente en cualquier parte a la que se vaya contribuyendo también a la ubicuidad buscada para este sistema. En la figura 1.2 se muestra la localización de la banda ISM tanto en los rangos de los 900 MHz como en los de 2.4 GHz.

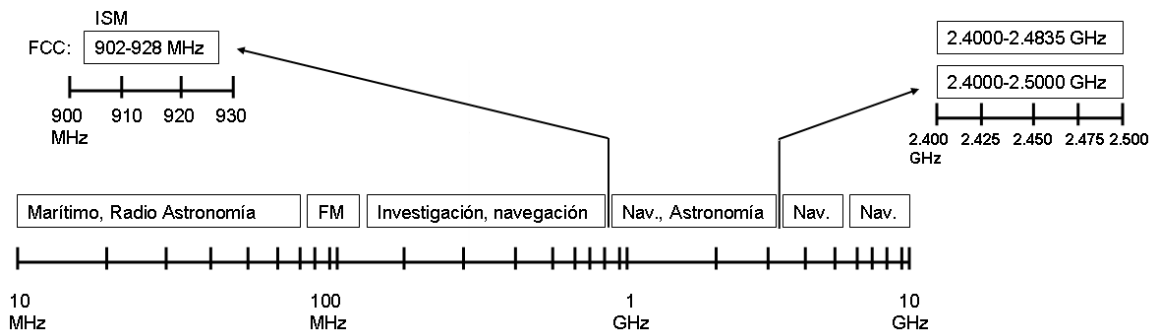


Figura 1. 2 Localización de la banda ISM de 2.4 GHz [3].

Dentro de esta banda, el número de canales podría variar en algunos países (en España por ejemplo se tienen solamente 23), sin embargo en la mayoría se tienen 79, cada uno de los cuales tiene un ancho de banda (o separación entre canal) de 1 MHz [1].

De manera general en las tablas 1.1 y 1.2 se resumen las características técnicas más importantes de Bluetooth.

Región	Rango Regulatorio	Canales
Estados Unidos, Europa	2.4 – 2.4835 GHz	79
España	2.445 – 2.475 GHz	23
Japón	2.4 – 2.4835	79

Tabla 1. 1 Localización de la banda de Bluetooth en regiones y por canales [2]

Modulación	GFSK
Tasa de datos pico	1 Mbit/s
Ancho de banda de RF	220 kHz (-3 dB), 1 MHz (-20 dB)
Banda RF	2.4 GHz banda ISM
Portadoras RF	23 (España) o 79 (Estados Unidos, Europa, Japón)
Espaciamiento de portadora	1 MHz
Potencia pico de transmisión	< 20 dBm

Tabla 1. 2 Detalles técnicos de Bluetooth [2]

1.2 802.11x (Wi-Fi)

Dentro de las redes de área local inalámbricas (WLAN) sin lugar a dudas la de mayor renombre e importancia es el protocolo IEEE 802.11x el cual define a una serie de estándares y es mejor conocido como *Wi-Fi* [4].

Con las tendencias modernas orientadas hacia lo inalámbrico en el mundo y con el pasar de los años se observa un enorme crecimiento en la cantidad de *hot spots* que se pueden encontrar. Un *hot spot* es una zona geográfica en la que se tiene un *access point* que ofrece el servicio de Wi-Fi. A su vez un *access point* es un ruteador inalámbrico que puede hacer posible la difusión del servicio de área local [4].

La gran flexibilidad de Wi-Fi hace posibles aplicaciones a distancias de hasta 100 metros alrededor del *access point* y ofrece la posibilidad de formar redes de área local y ubicuidad entre *hot spots* adyacentes.

La gran cualidad de Wi-Fi permite toda una gama de aplicaciones que pueden extenderse a prácticamente todas las áreas. Dentro de una oficina se puede establecer una red sin necesidad de cables que puedan ocupar espacio y limitar la movilidad de los ordenadores presentes en dicha red. Al ir viajando, las computadoras portátiles o dispositivos que puedan soportar la tecnología necesaria pueden detectar redes inalámbricas dentro del alcance ya sea que se viaje en tren, auto, avión u otro medio de transporte. Se pueden llevar a cabo conferencias sin necesidad de que las personas se encuentren en la misma área y puedan inclusive estar en movimiento. En lugares públicos se puede acceder a Internet y estar conectado para recibir cualquier tipo de información. En pocas palabras, las aspiraciones de Wi-Fi consisten en poder tener transparencia en cuestiones de movilidad y poder estar conectado todo el tiempo vaya a donde vaya la persona [4].

Desde su creación los grupos de interés de la IEEE se han preocupado por la compatibilidad de productos Wi-Fi, muestra de eso son las bandas en las que se trabaja (mencionadas posteriormente en las especificaciones técnicas), es por ello que los

dispositivos existentes certificados que pueden soportar la tecnología proporcionan la confianza de que podrán ser utilizados con otros productos Wi-Fi estando en cualquier lugar del mundo. La siguiente figura muestra el logotipo oficial de productos que soportan la tecnología Wi-Fi.

Con tantas aplicaciones que pueden llevarse a cabo utilizando Wi-Fi nació el interés por la creación de antenas eficaces y eficientes tanto en funcionamiento como en tamaño, objetivo principal de este trabajo.

1.2.1 Tecnología Wi-Fi

En 1989 nació el grupo IEEE 802.11 el cual tenía como meta la creación de estándares que pudieran constituir una red Ethernet inalámbrica. Fue hasta 1997 que el estándar IEEE 802.11 surgió como tal y desde entonces aparecieron otros grupos derivados de éste los cuales tuvieron designadas asignaciones específicas para la mejora de las características de la nueva tecnología creada [4].

Hasta la fecha, existen grupos de interés creados de IEEE 802.11 (cada uno con tareas específicas) y los más importantes en la actualidad que se han consolidado como estándares son el 802.11a, 802.11b y 802.11g [4].

En 1999 la IEEE publicó los estándares 802.11a y 802.11b como mejoras del estándar original publicado dos años antes. Posteriormente el 12 de junio de 2003 la IEEE publicó

el estándar 802.11g el cual surgió como una mejora en el ancho de banda de la versión 802.11b [4].

1.2.2 Asignación de espectro

A continuación se describen las especificaciones técnicas de asignación de espectro para los 3 estándares mencionados anteriormente. De igual forma como se mencionó en el tema de Bluetooth, el parámetro más importante a considerar para cuestiones de diseño es la frecuencia de operación para poder determinar dimensiones de las antenas.

1.2.2.1 802.11a

El estándar 802.11a de Wifi fue creado para lo operar a frecuencias en el orden de los 5 GHz es decir están presentes dentro de la banda de súper altas frecuencias (SHF, Super High Frequencys) la cual abarca de los 3 GHz a los 30 GHz. La banda que utiliza 802.11a es la denominada U-NII (Unlicensed National Information Infrastructure) la cual, al igual que la banda ISM no necesita licencia y por lo tanto se pueden reducir los costos al no necesitar pagar por su uso. Una ventaja de la banda U-NII, es que estas frecuencias no son tan utilizadas para otros sistemas como en el caso de ISM por lo que los problemas de interferencia son menores [4].

La banda UNII opera en los rangos de frecuencia de 5.15 a 5.25 GHz, 5.25 a 5.35 GHz, y 5.725 a 5.875 GHz (el estándar 802.11a trabaja en el segundo rango). Dentro de este espectro se pueden localizar 12 canales con un ancho de banda individual de 20 MHz, de

los cuales 802.11a utiliza 8. En la figura 1.3 se puede apreciar la localización del espectro de la banda UNII.

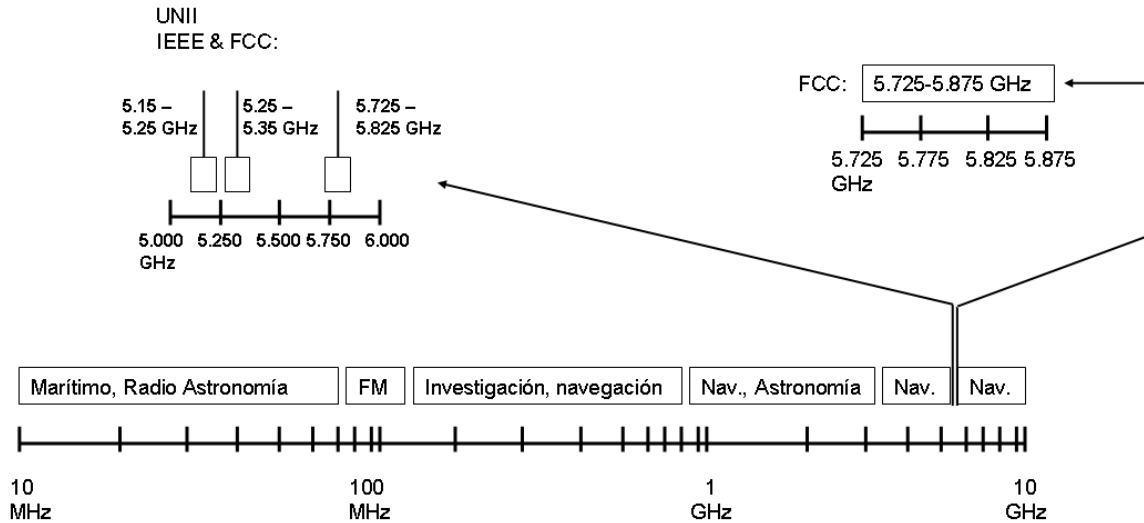


Figura 1. 3 Localización del espectro de la banda UNII [3].

1.2.2.2 802.11b

Al igual que la tecnología Bluetooth, el estándar 802.11b trabaja en la banda sin necesidad de licencia ISM centrada en 2.4 GHz y perteneciente a su vez a la banda de ultra altas frecuencias (UHF). Esta especificación divide el espectro disponible en 14 canales de los cuales se permite utilizar hasta 11. Sin embargo como la banda ISM tiene 83 MHz y el ancho de banda por canal para 802.11b es de 25 MHz, solamente se pueden usar 3 canales simultáneamente.

1.2.2.3 802.11g

El estándar 802.11g surgió como una mejora para los sistemas existentes 802.11b por lo que se requirió cumplir con ciertas especificaciones que pudieran hacer

compatibles a estos dos estándares. En el tema del espectro asignado, para el estándar 802.11g se utilizó la misma banda ISM centrada en 2.4 GHz en la cual trabaja 802.11b y de la cual ya se ha hablado con anterioridad [4].

En la tabla 1.3 se pueden apreciar algunas de las características generales del estándar 802.11, 802.11a y 802.11b.

	802.11a	802.11b	802.11
Fecha de aprobación	Septiembre de 1999	Septiembre de 1999	Julio de 1997
Banda de frecuencia	5.150 – 5.350 GHz, 5.725 – 5.825 GHz	2.4 – 2.4835 GHz	2.4 – 2.4835 GHz
Ancho de banda disponible	300 MHz	83.5 MHz	83.5 MHz
Número de canales sin traslape	12 (Interior/exterior)	3 (Interior/exterior)	3 (Interior/exterior)
Tasa de transmisión por canal	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbit/s	1, 2, 5.5, 11 Mbit/s	1, 2 Mbit/s
Tipo de modulación	OFDM	DSSS	FHSS, DSSS

Tabla 1. 3 Características técnicas de Wi-Fi: 802.11, 802.11a y 802.11b [2]