

**ANEXO A. TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS
DE CORTO ALCANCE**

TABLA DE CONTENIDO

ANEXO A	TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE CORTO ALCANCE	1
A.1	IEEE 802.11b 1	
A.1.1	Introducción	1
A.1.2	Velocidad	2
A.1.3	Manejo de Interferencia	3
A.1.4	Aplicaciones	4
A.1.5	Productos	4
A.1.6	Roaming	4
A.1.7	Costos	5
A.1.8	Beneficios	5
A.1.9	Modelos de Operación	5
A.2	IEEE 802.11^a 5	
A.2.1	Introducción	6
A.2.2	Velocidad	6
A.2.3	Seguridad	7
A.2.4	Soporte de Audio y Vídeo	8
A.2.5	Manejo de Interferencia	8
A.2.6	Aplicaciones	8
A.2.7	Productos	9
A.2.8	Roaming	9
A.2.9	Potencia	9
A.2.10	Costos	9
A.2.11	Modelos de Uso	10
A.3	HomeRF 11	
A.3.1	Historia	11
A.3.2	Descripción General	11
A.3.3	Topología	12
A.3.4	Protocolo	13

A.3.5	Velocidad	16
A.3.6	Seguridad	17
A.3.7	Roaming	18
A.3.8	Gestión de Potencia y modos de consumo	18
A.3.9	Modelos de uso	19
A.3.10	Aplicaciones y Productos	20
A.3.11	Mercado	21
A.3.12	Costos	21
A.3.13	Chip	22
A.3.14	Futuro	22
A.4	IrDA	23
A.4.1	Historia	23
A.4.2	Descripción General	23
A.4.3	Topología	24
A.4.4	Protocolo	25
A.4.5	Velocidad	28
A.4.6	Seguridad	29
A.4.7	Gestión de Potencia	29
A.4.8	Modelos de uso	30
A.4.9	Mercado	31
A.4.10	Costos	32
A.4.11	Chip	32
A.4.12	Futuro	33

ANEXO A TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS DE CORTO ALCANCE

Se describen aquí los aspectos más relevantes de las tecnologías inalámbricas de corto alcance que según el trabajo investigativo realizado se han considerado de mayor importancia y de mayor relación con Bluetooth; se explicará primero el estándar 802.11 y sus dos derivaciones en orden cronológico comenzando con la que apareció primero; posteriormente se hará lo mismo para HomeRF y la tecnología de transmisión de datos por Infrarrojos IrDA. Ésta última guarda gran relación con Bluetooth dado que algunos de los protocolos de IrDA fueron adoptados por Bluetooth.

A.1 IEEE 802.11b

A.1.1 Introducción

El estándar 802.11b es una tecnología de LAN Inalámbrica que fue ratificada en septiembre de 1999 y declarada inicialmente como de “alta velocidad”, respecto a lo establecido por 802.11 y a una conectividad más robusta. Hace uso de las técnicas de espectro ensanchado en la banda de 2.4GHz llamadas Saltos de Frecuencia FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) y Secuencia directa DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).

Para todo 802.11 existe un control de acceso al medio (MAC) igual. En 802.3 se establece el protocolo de acceso al medio por detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD Carrier Sense Medium Access / Collision Detection), la cual permite el acceso de múltiples usuarios a un medio común (Cable) por medio de la detección de colisiones al transmitir información. Pero en una red LAN inalámbrica, la detección de las colisiones no es posible, puesto que la estación debe estar capacitada para “escuchar” y transmitir al mismo tiempo, pero en los sistemas de radio la capacidad de transmitir deshabilita la capacidad de escuchar el medio de transmisión. Por ello, 802.11 utiliza un protocolo modificado denominado CSMA/CA (Carrier Sense Medium Access / Collision Avoidance), el cual pretende evitar una posible colisión entre señales en el medio en lugar de detectar cuando

ésta ya ha ocurrido. Para evitar las colisiones se utiliza una forma específica de ACK con el fin de que se sepa si el lado receptor recibió en realidad los datos. También se escucha el medio antes de transmitir con el fin de detectar una posible desocupación del medio de transmisión.

A.1.2 Velocidad

Las velocidades que se establecen en la especificación, gracias a las técnicas de espectro ensanchado son:

A.1.2.1 Técnica de Saltos de Frecuencia

La técnica de espectro ensanchado de Saltos de Frecuencia (FHSS) consiste en dividir la banda de 2.4GHz (2.4GHz – 2.483GHz) en 75 subcanales de 1MHz cada uno. De esta manera el transmisor y el receptor establecen previamente un patrón de saltos definido y entonces la información es transmitida sobre los subcanales en el orden dado por el patrón. Como el receptor conoce también el patrón de saltos, la información puede recuperarse nuevamente. Las comunicaciones que se establezcan simultáneamente en la cercanía tendrán entonces un patrón distinto con el fin de que cada estación pueda discriminar las diferentes comunicaciones. Existe la probabilidad de que en algún momento dos comunicaciones con patrones de salto distintos se encuentren transmitiendo justamente en la misma frecuencia y por ello, se interfieran las dos señales. Esta probabilidad es muy baja, ya que los patrones de salto están diseñados estadísticamente para brindar la menor probabilidad de colisión.

Es de esperar que al aumentar la cantidad de estaciones transmitiendo con FHSS aumenta la probabilidad de que exista interferencia; en este caso el error deberá ser corregido ó deberá retransmitirse el mensaje de nuevo (causando que el rendimiento de la red en conjunto disminuya).

Con la Técnica de saltos de frecuencia, se logra un máximo de 2Mbps. Este es el límite para quedar de conformidad con las normas de regulación establecidas por la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC), la cual establece que los subcanales de salto que se establezcan deben ser de máximo 1MHz. A pesar de esto, la ventaja de este tipo de

técnica radica en la relativa simplicidad en el diseño de los radios. Ventaja que es aprovechada en la miniaturización de dichos radios, por ejemplo, en el caso de Bluetooth.

A.1.2.2 Técnica de Secuencia Directa

La técnica de Secuencia Directa divide la banda de 2.4GHz en 14 canales de 22MHz cada uno; estos canales se traslapan unos con otros parcialmente, pero existiendo tres de ellos que no se traslapan con ningún otro. Los datos se transmiten a través de alguno de estos canales pero antes de esto se les aplica un proceso llamado "chipping" que consiste en convertir cada bit de datos en un patrón de bits llamado "chip"; este procedimiento introduce redundancia a la señal transmitida, y combinando esto con la cantidad de espectro que utiliza (22MHz) se hace fácil la recuperación de posibles errores en el receptor; es por esta razón que los canales pueden traslaparse, la información redundante hace que cualquier error pueda recuperarse en el receptor sin necesidad de retransmisión.

La modulación empleada se hace por medio de QPSK (Qadrature Phase Shift Keying) para introducir una mayor cantidad de bits por símbolo transmitidos y se aplica la codificación complementaria (CCK) que utiliza 64 palabras de 8 bits; esta última codificación permite que las palabras sean matemáticamente reconocibles unas de otras en presencia de ruido ó interferencia por multitrayecto.

Con la técnica de Secuencia Directa se logran velocidades de 5.5Mbps (utilizando una codificación CCK para 4 bits por portadora) y 11Mbps (cuando se usa una codificación de 8 bits por portadora). Una importante contribución que se ha hecho al estándar 802.11b es que se establece la Secuencia Directa como la única técnica que deba soportar la especificación; esto implica el hecho de que los dispositivos que trabajen con DSSS soportarían las velocidades de 1 y 2Mbps implementadas también en DSSS; pero por el contrario serian incompatibles con dispositivos de 1 y 2Mbps implementados en FHSS. Las velocidades máximas se obtienen en ambientes óptimos, sin interferencia apreciable y a cortas distancias; a medida que una estación experimenta un decremento en la calidad de la señal, la velocidad se ajusta para disminuir la tasa de errores producidos.

A.1.3 Manejo de Interferencia

802.11 en general posee un mecanismo de control de errores a nivel MAC. Se trata del método de CRC (Cyclic Redundancy Check), que se calcula para cada paquete, y se coloca en los encabezados. Esto asegura que los datos no han cambiado durante su transporte. Esto es especialmente útil si se piensa en ambientes de radio donde puede haber gran cantidad de ruido, motivo por el cual se implementó esta característica en un nivel más bajo donde los paquetes ya están fragmentados en trozos más pequeños (y con baja probabilidad de corrupción), evitando que la detección de errores se realice en niveles superiores de la pila de protocolos, como en el caso de ethernet cableada, en la cual el chequeo de errores se hace por TCP.

A.1.4 Aplicaciones

Las aplicaciones que se han implementado usando tecnologías de redes locales inalámbricas han sido las aplicaciones industriales, facilidades en procesos de manufactura, bodegas ó distribuidores de mercancías. Se espera que una gran parte de estas aplicaciones en el futuro sean aplicaciones en centros de salud, instituciones de educación, y oficinas corporativas.

A.1.5 Productos

Puntos de acceso, como el Actiontec para Linux, y con características adicionales de Software de seguridad, traducción de direcciones (NAT), protocolo de configuración del equipo dinámica (DHCP) y acceso y gestión remotas.

Apple computer ha sacado al mercado el AirPort, un punto de acceso para utilizar en el hogar con protección mediante Firewall; trabaja a 11 Mbps y se puede conectar a la línea telefónica ó a una LAN por medio de puertos ethernet.

A.1.6 Roaming

El conjunto básico de servicio estableciendo celdas está a cargo de la capa de control de acceso al medio MAC, cuando una estación cliente empieza a funcionar, ésta se asocia a un determinado punto de acceso. Si existieran en la cercanía otros puntos de acceso, el cliente periódicamente estará verificando los canales disponibles para ver si esos otros puntos de

acceso brindan un mejor desempeño. Esto permite que la carga de tráfico LAN inalámbrico esté mejor distribuida.

A.1.7 Costos

La especificación, en el caso de 802.11b en su parte de radio, permite la fabricación más sencilla de dispositivos de Radio FHSS. Los dispositivos que trabajan bajo este estándar salieron al mercado primero que los del 802.11a; también se ha masificado su producción, y esta es una razón para que su costo sea bajo. El precio de un punto de acceso típico 802.11b está alrededor de 150 dólares.

A.1.8 Beneficios

Con las redes locales inalámbricas los usuarios móviles pueden obtener niveles de desempeño similares a los ofrecidos por Ethernet, aunque teniendo en cuenta las restricciones de velocidad que introduce la lejanía física de los dispositivos.

Por otro lado, los beneficios de estas tecnologías empezando por su parte física, están en la banda de trabajo. La banda ISM, que está en todo el mundo reservada para trabajar sin licencia. Dado que las técnicas de espectro ensanchado distribuyen la potencia de radio por todo el ancho de banda disponible, la posibilidad de interferencia de este sistema a otros es mínima.

Podría pensarse que la técnica de saltos de frecuencia provee seguridad adicional a la comunicación, dado que no es constante el camino físico de la señal, siendo difícil de interceptar, pero esto no es del todo cierto si se tiene en cuenta que los patrones de salto son conocidos por cualquier dispositivo que trabaje bajo el estándar, y de todas formas pueden sintetizarse si el aparato “escucha” el medio de transmisión por un corto tiempo.

A.1.9 Modelos de Operación

Se tienen los dos modelos de operación descritos para 802.11a.

A.2 IEEE 802.11^a

A.2.1 Introducción

El instituto de Ingenieros eléctricos y electrónicos IEEE ha desarrollado esta especificación que representa a una generación de redes inalámbricas de área local. Está diseñada para trabajar en la banda no licenciada de 5GHz, llamada Banda Nacional de Infraestructura de Información (U-NII). Utiliza 300 MHz de esta banda dados por la FCC, está dividida en 3 bandas de 100 MHz, dos de las cuales son contiguas; para cada una de estas bandas se restringe la potencia RF máxima de transmisión.

Tabla A. 1. Distribución de las bandas de frecuencia

Potencia Máxima de Salida	50mW		250mW		1W			
	Baja		Media		Alta			
Frecuencia (GHz)	5.15	15.20	5.25	5.30	5.3	5.725	5.775	5.825

5

En esta distribución, de bandas de frecuencia se ha establecido que las aplicaciones variarán desde las aplicaciones entre edificios (building to building) para la banda alta hasta las aplicaciones en interiores (in building). Los productos que utilizan la banda baja siempre deben usar antenas integradas según la especificación.

El esquema de modulación que utiliza es OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) con el fin de optimizar la disponibilidad de canales respecto a la tecnología de espectro ensanchado que utiliza 802.11b.

A.2.2 Velocidad

Los dispositivos que trabajen bajo éste estándar soportan velocidades de 6, 12 y 24Mbps; opcionalmente existen velocidades de 9, 18, 36 y 48Mbps; estas velocidades se soportan gracias a las técnicas de modulación y niveles diferentes de corrección de errores (Se utiliza

el esquema FEC ó Forward Error Correction). Se puede lograr una velocidad máxima de hasta 54Mbps utilizando el mecanismo de modulación 64QAM para poder montar la mayor cantidad de información posible permitida por el estándar en cada subportadora.

De acuerdo a la distancia a la que se encuentre un dispositivo del punto de acceso, la velocidad efectiva a la que éste puede transmitir información con calidad se decrementa; en la siguiente gráfica se puede observar una comparación de este efecto en 802.11a y 802.11b (cuya velocidad se ve mas disminuida con la distancia entre las estaciones).

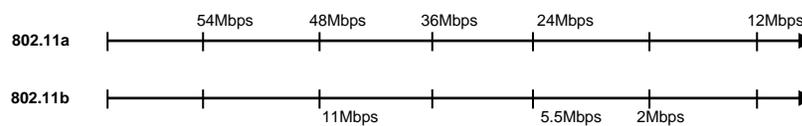


Figura A.1 Gráfica comparativa del alcance de 802.11 a y b

A.2.3 Seguridad

Dado que las señales inalámbricas viajan a través de un medio compartido, este medio puede ser accedido y se podrían interceptar las comunicaciones que se están llevando a cabo; por ello, se deben utilizar mecanismos de Encriptación y de autenticación cada vez que se implemente un sistema Inalámbrico de transmisión de datos. El ideal es lograr que las señales sean tan seguras como lo son las de las redes cableadas; esto lo logra 802.11 gracias al protocolo de privacidad equivalente sobre cable (WEP). La implementación de este protocolo en los dispositivos es opcional en la especificación 802.11.

La autenticación puede ser en Sistema Abierto ó por Clave Compartida. En el primer caso, una estación puede solicitar autenticación y de este modo aceptará ó rechazará solicitudes que provengan de otras estaciones (de acuerdo a una lista de estaciones predefinidas por el usuario). En el caso del sistema con clave compartida, solamente las estaciones que poseen una clave secreta y encriptada, podrán ser autenticadas para poder establecer comunicaciones.

A.2.4 Soporte de Audio y Vídeo

Si analizamos las aplicaciones que puede soportar esta tecnología, podríamos empezar por las velocidades que soporta. Dado que se basa en modulación OFDM, teóricamente se lograrán 54Mbps; (aunque si extraemos la transferencia efectiva de información de usuario ó “throughput” sería de aproximadamente 31Mbps). Este hecho hace que se puedan soportar varias instancias de aplicaciones de vídeo, y de audio.

A.2.5 Manejo de Interferencia

La especificación prevé el efecto de interferencia por multitrayecto, cuando una señal abandona la antena, es susceptible de tomar muchos caminos, incluso reflejarse, antes de llegar al receptor; el resultado de ésta condición es la posible anulación de las señales en el trayecto; para ello, el procesador de banda base debe discriminar las señales divergentes. Pero cabe la posibilidad de que una señal reflejada se retrase lo suficiente como para interferir con la siguiente transmisión; por ello la modulación OFDM especifica una velocidad de símbolos baja con el fin de reducir la probabilidad de colisión de estas señales con nuevas transmisiones.

Dado que la especificación de 802.11a y 802.11b son diferentes en su nivel físico, (puesto que trabajan en frecuencias de 5GHz y 2.4GHz respectivamente) son incompatibles en este sentido y no se interfieren sus señales.

Otra característica que reduce la interferencia es que utiliza una clase de mensajes ACK a nivel de la capa MAC (Media Access Control) lo cual la hace más robusta frente a las fallas y aumenta al máximo el uso del ancho de banda del canal de radio. También realiza control de secuencia de mensajes, identificando a cada uno con un número de secuencia determinado que servirá después para llevar un control de toda la comunicación.

A.2.6 Aplicaciones

Para 802.11a existen aplicaciones típicas de varios tipos: extensiones de LANs existentes cableadas cuando no es posible instalar infraestructura, puntos de acceso a la red en campus universitarios, y como puentes para conexiones entre LANs remotas en edificios diferentes (llamadas típicamente aplicaciones “building to building”).

A.2.7 Productos

Para Octubre de 2001, la compañía Sony anunció que va a empezar a incorporar este estándar en sus productos para PC (como por ejemplo, la serie de tarjetas LAN inalámbricas para PC) y para Electrodomésticos del hogar (como el caso de puntos de acceso diseñados para línea de productos VAIO).

También se encuentran Chipsets que incorporan el radio, el procesamiento de banda base y MAC; es el caso de los AR5000 de la compañía Atheros; soportan hasta 54Mbps e implementan técnicas opcionales para poder alcanzar hasta los 72Mbps.

A.2.8 Roaming

El estándar define los formatos de mensajes que deben utilizarse para soportar el roaming. Los mecanismos que se utilicen para hacer roaming están bajo responsabilidad de los fabricantes de los dispositivos de red; por esto, las compañías Aironet, Lucent y Digital Ocean crearon el IAPP (Inter Access Point Protocol).

A.2.9 Potencia

Existe un mecanismo empleado para reducir el consumo de potencia (generalmente en dispositivos con baterías) y que consiste en entrar en estados de bajo consumo ó de consumo nulo en caso de haber transcurrido un cierto tiempo de inactividad. Esto puede ocasionar problemas, ya que puede perderse información valiosa durante estos periodos de adormecimiento; para solucionar esto, los puntos de acceso tienen buffers que les permiten almacenar colas de mensajes que vayan hacia estaciones que estén en periodos de bajo consumo. Las estaciones periódicamente tendrán que despertar y recibir dichos mensajes, de lo contrario, los puntos de acceso podrán descartarlos luego de cierto tiempo.

A.2.10 Costos

Dado que la especificación es bastante complicada, y la granularidad de sus requerimientos es considerable, los fabricantes han demorado mucho en su implementación, y tenido que aplazar la incorporación de características opcionales (tales como la encriptación y características de potencia). Los costos de implementación empezaron siendo muy altos.

A.2.11 Modelos de Uso

Estos modelos de uso son igualmente válidos para ambos estándares: 802.11a y b. Se definen dos tipos de equipos; una *Estación Inalámbrica*, que usualmente es un PC equipado con una tarjeta de interfaz de red (NIC) inalámbrica y los *Puntos de Acceso* que hace las veces de puente entre las redes inalámbricas y las redes cableadas normales, dando acceso a las demás estaciones hacia la red cableada.

Un *Punto de Acceso* está constituido por una interfaz de red inalámbrica, una interfaz de red para cable (como la establecida en 802.3) y un software de puentado de conformidad con el estándar 802.1d.

Las *Estaciones Inalámbricas* pueden ser tarjetas para PC compatibles con 802.11 ó aplicaciones empotradas en clientes diferentes de PCs, como en el caso de maquinaria industrial ó teléfonos basados en 802.11.

Existen dos modelos de trabajo según el estándar: el modelo de infraestructura y el modelo *ad hoc*.

A.2.11.1 Modelo de Infraestructura

Este modelo consiste en un punto de acceso y varias estaciones base accediendo a través de él a una red cableada. Esto se denomina un conjunto básico de servicio (BSS). Cuando una red está formada por varios puntos de acceso, ésta se denomina conjunto extendido de servicio (ESS).

A.2.11.2 Modelo Ad Hoc

Este modelo, también denominado conjunto Básico Independiente de Servicio (IBSS), está conformado por estaciones que forman una red entre sí comunicándose directamente unos con otros. En este caso se forma una red independiente donde no se necesitaría tener acceso a una red cableada. Se diría entonces que la red Ad Hoc se forma cuando se establece comunicación entre dos ó más estaciones.

A.3 HomeRF

A.3.1 Historia

HomeRF fue desarrollada por el *Home Radio Frequency Working Group (WG)*. Este grupo se creó en Marzo de 1998 con el fin de trabajar en la creciente necesidad de conectar dispositivos en ambientes domésticos y dar soporte al desarrollo de nuevos dispositivos, aplicaciones y servicios inalámbricos. Actualmente el número de miembros que componen el grupo, asciende a 50 compañías entre las cuales se encuentra la industria de PC's, electrónica de consumo, periféricos, comunicaciones, software, control doméstico y semiconductores. Este grupo tiene como objetivo adicional, la elaboración y construcción de productos que cumplan principalmente con requisitos de seguridad, confiabilidad, simplicidad y bajo costo.

A.3.2 Descripción General

HomeRF es un tipo de Networking Inalámbrico de bajo costo para el hogar, que permite la conexión de PC's, periféricos, teléfonos inalámbricos y muchos otros dispositivos de electrónica de consumo, de manera que puedan comunicarse unos con otros, compartir recursos y tener acceso a Internet.

La especificación define cómo estos dispositivos pueden comunicarse y compartir datos, voz y flujos de datos (música en formato mp3 por ejemplo), alrededor de la casa y proporciona además, la descripción de las características técnicas, los aspectos de seguridad y simplicidad propios de la tecnología.

HomeRF opera en la banda de los 2.4GHz y utiliza la técnica de Frequency-Hopping Spread Spectrum para entregar velocidades de hasta 1.6 Mbps, cubriendo una distancia de 150 pies (en su primera versión). Combina además tecnologías de estándares mundiales para ofrecer un alto cumplimiento de los requerimientos del mercado; ofreciendo en un mismo sistema, tecnología para trabajo en red fundamentada en CSMA/CA del estándar 802.11 y tecnología para telefonía inalámbrica basada en TDMA, adoptada de DECT (Digitally Enhanced Cordless Telephone).

HomeRF tiene la capacidad de ofrecer simultáneamente, acceso a Internet, compartición de recursos, múltiples sesiones para intercambiar flujos de datos y conexiones de voz “*toll-quality*”.

A.3.3 Topología

HomeRF puede operar como una red *Ad-Hoc* o como una red bajo el control de un Punto de Conexión. En el primer caso, donde solo se da soporte a comunicación de datos, todas las estaciones son iguales y el control de la red se distribuye entre todas ellas.

Para algunos tipos de comunicación crítica como transmisión de voz interactiva, se requiere la presencia de un punto de conexión que esté en capacidad de coordinar todo el sistema. Solo HomeRF, soporta múltiples conexiones simultaneas Cliente-Servidor y operaciones Peer-Peer. La topología de red típica de HomeRF se ilustra en la siguiente figura:

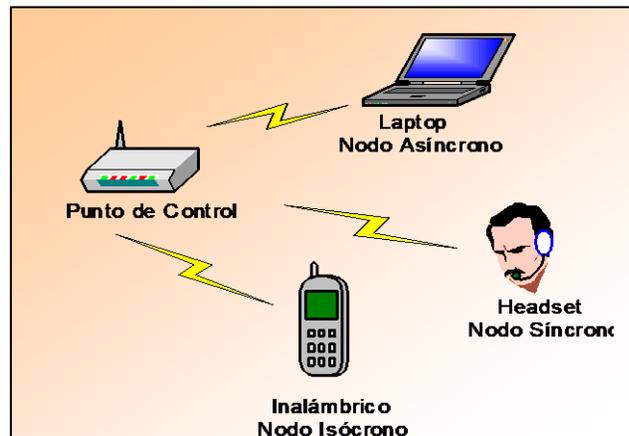


Figura A.2 Topología HomeRF

Los componentes principales de una red HomeRF son:

Punto de Conexión (A connection point CP): El punto de conexión constituye la Gateway para acceder a la PSTN; puede ser conectado al PC por medio de una interfaz USB para habilitar la prestación de servicios de voz y de datos. El punto de

conexión puede usarse también para realizar gestión de potencia, a fin de preservar la batería de los dispositivos.

Nodos Síncronos (Synchronous nodes S-nodes): Dispositivos como Headsets.

Nodos Isócronos (Isochronous nodes I-nodes): Dispositivos digitales para voz, como teléfonos inalámbricos y walkie-talkies.

Nodos Asíncronos (Asynchronous nodes A-nodes): Dispositivos para procesamiento de datos como laptop, *Web Tablets* y Asistentes Digitales Personales PDA's.

Nodos Combinados (Asynchronous-Isochronous nodes AI-nodes): HomeRF es capaz de establecer una conexión hasta con un máximo de 127 nodos.

A.3.4 Protocolo

El protocolo de red para HomeRF se llama SWAP (Protocolo de Acceso Inalámbrico Compartido). SWAP fue desarrollado y optimizado para satisfacer las necesidades de ambientes domésticos y pequeñas áreas de oficina. Está diseñado para transportar tráfico de voz y datos e interoperar con la PSTN haciendo uso del estándar DECT. La interfaz de aire trabaja con FHSS e incluye un servicio TDMA para soportar el tráfico de voz y un servicio de CSMA/CA derivado del estándar WLAN para soportar entrega de datos multimedia.

La capa física de SWAP proporciona las siguientes características:

- Soporte para voz y datos gracias al uso de mecanismos de acceso como TDMA y CDMA/CA
- Soporte para cuatro conexiones de voz de alta calidad usando modulación ADPCM a 32 kbps.
- Velocidades de 1.6Mbps para transmisión de datos.
- Mecanismos de seguridad para transmisión de datos, basados en algoritmos de encriptación.
- Gestión de Potencia tanto para nodos asíncronos como síncronos.
- Identificador de red de 24 bits.

El protocolo SWAP es por lo tanto un híbrido si se aprecia de la siguiente manera: Las transacciones de voz se presentan a través de la conmutación de circuitos TDMA, mientras que las transacciones síncronas se presentan por conmutación de paquetes CSMA/CA. En esta dualidad, radica la gran ventaja que este protocolo presenta sobre otras tecnologías para trabajo en red inalámbrico. Con este esquema HomeRF destina un ancho de banda de gran eficiencia para la transmisión de datos, aún en presencia de transmisiones de voz o interferencia de hornos microondas. La transmisión de datos entre nodos puede llevarse a cabo paralelamente con cuatro conexiones de voz.

La siguiente figura ilustra las capas de la pila de protocolos:

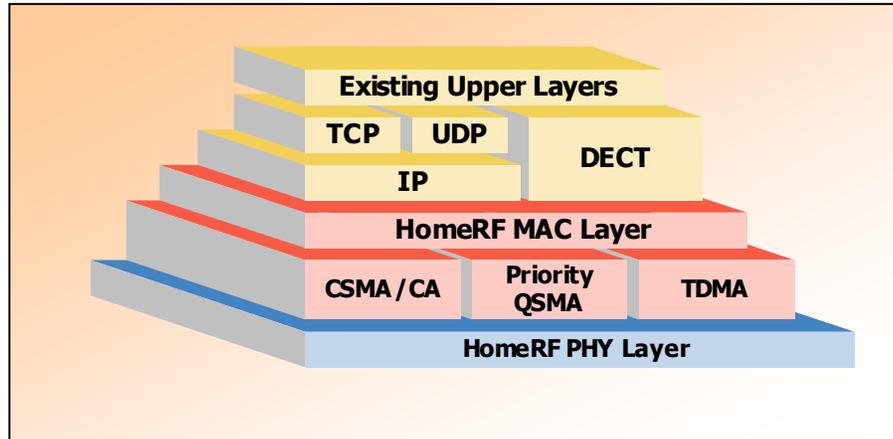


Figura A.3 Pila de Protocolos de HomeRF

La especificación se refiere fundamentalmente las 2 capas inferiores del modelo de referencia OSI. La capa inferior describe características como la velocidad, cobertura, potencia y costos. La segunda capa DLC Data Link Control también llamada MAC, define los tipos de servicios como transmisión de voz así como los aspectos relacionados con seguridad, Roaming y el mapeo hacia capas superiores del estándar.

A.3.4.1 Capa Física

La capa física de HomeRF es común para todos los flujos de datos y servicios, y establece las características de velocidad y cobertura para el sistema. HomeRF trabaja en la banda de los 2.4Ghz y hace uso de las ventajas propias de los saltos en frecuencia, característicos del trabajo en esta banda (FHSS a 50-100 saltos/sg). La especificación de esta capa se desarrolló basándose en el estándar 802.11 al cual se realizaron modificaciones sustanciales con el fin de reducir costos y hacerla mas apropiada para los ambientes domésticos en los que debía trabajar. Algunas de las características que la capa física especifica son:

Potencia de transmisión: hasta +24 dBm (100 - 250mW).

Sensibilidad del receptor en 2FSK: 80dBm.

Modos opcionales de transmisión de potencia: 0 a +4dBm.

Tiempo entre saltos: 300us

La combinación entre potencia del transmisor y sensibilidad del receptor hace que se supere fácilmente el rango de cobertura de 50 metros en ambientes domésticos. En el modo de bajo consumo de potencia, el rango de cobertura esperado es de 10 a 20 metros.

A.3.4.2 Capa MAC

La capa MAC provee tres clases de servicios:

- Servicio de transmisión de paquetes de datos no orientado a conexión (Asíncrono), principalmente para tráfico TCP/IP.
- Servicios priorizados y repetitivos orientados a conexión usados para el establecimiento de sesiones con flujo UDP/IP.
- Servicios de voz full duplex, asíncronos y simétricos destinados para mapear múltiples conexiones de voz *toll-quality*, de acuerdo con la definición de DECT.

Una descripción básica acerca de cómo opera la capa MAC de HomeRF se representa por medio de la siguiente figura:



Figura A.4 Temporización de HomeRF

En cada cuadro de 10 o 20ms, dependiendo de la presencia de voz, el ancho de banda está disponible para la transmisión de datos asíncronos.

Sin embargo, para este periodo la primera oportunidad para enviar paquetes está reservada secuencialmente para la transmisión de sesiones de transmisión multimedia que tienen prioridad. Está permitido transmitir secuencialmente hasta 8 sesiones simultáneas de prioridad, pero si se presentan menos de 8, la reserva se cancela y el ancho de banda se destina por completo para la transmisión de datos asíncronos. La última parte de la secuencia de *slots* está dividida en series de tamaño fijo que forman pares full-duplex para dos comunicaciones bidireccionales de voz *toll-quality* basadas en las capas superiores del protocolo DECT.

El tiempo reservado para transmisiones de voz es directamente proporcional al número de conexiones activas y se ajusta dinámicamente según las llamadas que entran y salen; por lo tanto el ancho de banda disponible para comunicación de datos, siempre se maximiza.

La figura también ilustra el periodo utilizado para la retransmisión de voz. Esta característica está presente únicamente en HomeRF y proporciona una calidad excelente en la transmisión de voz; aún en presencia de interferencia puesto que la retransmisión se lleva a cabo en una frecuencia diferente.

A.3.5 Velocidad

Los productos de HomeRF disponibles en el mercado actual trabajan a una velocidad de 1.6Mbps, lo cual es bastante para compartir líneas telefónicas y suficiente para trabajar con otras tecnologías como el Cable y DSL. En cuanto a los dispositivos de segunda generación de HomeRF 2.0, estos alcanzan velocidades de

10Mbps al mismo costo de los dispositivos de la primera versión. Con esto se consigue llegar a velocidades como las que se emplean en TCP/IP. A esta velocidad HomeRF tiene la oportunidad de soportar un número mayor de líneas telefónicas (de 4 a 8) y dar cabida a la prestación de nuevos servicios como el de televisión de alta definición, música digital y incluso *Roaming*. Así mismo, HomeRF ha preparado ya el camino para rebasar el umbral de los 20Mhz, el cual puede ser alcanzado además, con un amplio rango de cobertura, costos extras mínimos y por supuesto, sin cambios en las regulaciones de la banda de trabajo, lo cual garantiza su compatibilidad con los dispositivos de hoy en día. Se espera que los productos estén listos para la segunda mitad del año 2002.

A.3.6 Seguridad

La seguridad es una característica muy importante cuando se habla de comunicación inalámbrica. Existen tres aspectos que HomeRF describe alrededor de esta característica:

Protección de los Datos: para los usuarios es de suma importancia, asegurar que los datos que se envían o reciben no sean revelados a desconocidos o puedan ser vistos por personas sin la autorización debida. HomeRF define un poderoso mecanismo de encriptación de datos con una clave de 128 bits. También define un identificador de red *NWID* de 24 bits y adhiere otras características de seguridad a su tecnología de FHSS, la cual fue desarrollada por el ejercito norteamericano precisamente con el fin de evitar que sus enemigos tengan acceso a sus comunicaciones de radio.

Acceso Autorizado: Los usuarios deben conocer si otros usuarios no autorizado pueden ingresar al sistema e interceptar paquetes de datos con el fin de modificarlos o ejecutar otras operaciones no deseadas. En HomeRF, todos los dispositivos hacen uso de un identificador *ID*, sin el cual no puede establecerse comunicación. Ya que HomeRF usa saltos de frecuencia en su capa física, un dispositivo debe sincronizar su frecuencia de saltos con la del punto de acceso para poder recibir los datos. Para poder sincronizarse el cliente debe poseer el mismo

NWID (Network ID) del punto de acceso. Sin este parámetro un dispositivo jamás podrá tener acceso a la red por lo cual, la tecnología garantiza que un tipo de receptor que no es HomeRF no puede capturar la información transmitida.

Negación del servicio: Esta operación está diseñada para bloquear o causar disturbios en la actividad normal de una red. La forma más fácil de atacar una red de este modo es apagándola. HomeRF emplea saltos de frecuencia auténticos, cuya secuencia debe ser conocida, para inyectar o detectar tramas de control. Si un atacante, desea enviar mensajes de control dañinos, primero debe determinar cuál es la secuencia de saltos de frecuencia que usa el punto de acceso, lo cual no es posible; mas aun, si existen varios puntos de acceso en el mismo campo y se tiene en cuenta que la capa MAC de HomeRF ignora cualquier comando que venga de Identificadores de red foráneos.

A.3.7 Roaming

Muchos dispositivos de la primera generación de HomeRF soportan *Roaming* en ambientes deferentes al del hogar, como en empresas, campus escolares, hoteles y aeropuertos; sin embargo no existen procedimientos estandarizados para hand-off y resolución de conflictos en direccionamiento múltiple.

La especificación de HomeRF 2.0 agrega explícitamente soporte para Roaming a bajo costo, con lo cual estarían disponibles los siguientes servicios entre dispositivos:

- *Hand-off* móvil
- Transferencia de datos *peer-to-peer*
- Número ilimitado de puntos de acceso por Identificador de red

A.3.8 Gestión de Potencia y modos de consumo

HomeRF opera con bajo consumo de potencia, a través de facultades especiales del control central y las funciones de sincronización de la capa física.

En Stanby, un dispositivo esta vinculado a la red pero no transmite o recibe señales, de modo que su consumo de potencia es menor. En el caso de dispositivos portátiles con capacidades limitadas de potencia, por ejemplo, la capa PHP de HomeRF permite su operación en el modo baja de potencia (*modo stanby*) el cual tiene un nivel de salida de 0 a +4 dBm. En este modo de operación, el rango de cobertura esperado está entre 10 y 20 metros.

HomeRF 2.0 ha sido diseñada para dispositivos **aún más** pequeños que laptops y computadores. El chip de HomeRF es muy pequeño y opera a un nivel de potencia reducido (100mW) lo cual permite incorporarlo en Webpads, teléfonos inalámbricos, PAD's y otros.

A.3.9 Modelos de uso

Existen tres tipos de casos de uso para HomerRF:

- Introducción del PC en servicios de telefonía inalámbrica.

Hoy en día no hay teléfonos inalámbricos digitales soportados en estándares donde la interoperabilidad de múltiples vendedores esta habilitada. HomeRF define un estándar para interoperabilidad de telefonía inalámbrica digital.

La especificación SWAP incluye un método estándar para conectar teléfonos inalámbricos a los computadores del hogar. Así muchos nuevos servicios pueden ser posibles. Por ejemplo, la información de una llamada podría ser enviada a un PC para conocer el nombre del llamante y entonces enrutarse hacia un *Headset* específico. Para llamadas salientes, el Pc podría interpretar el nombre del destinatario que ha sido pronunciado por el usuario, por medio de un mecanismo para reconocimiento de voz y entonces basándose en la fecha y la hora determinar el número mas acertado de la persona y enrutar la llamada de la manera mas económica (por ejemplo usando telefonía IP). El *Headset* puede ser usado para escuchar los mensajes de voz desde un centro recolector de llamadas emulado por el Pc doméstico.

- Dispositivos para despliegue móviles.

Fundamentalmente consiste en un despliegue de color (como un computador para notebook) con algunas características limitadas de su entrada (un lápiz) y una conexión a la red. Por ejemplo un dispositivo de estos podría ser una extensión para el PC de la casa o simplemente una extensión para búsquedas en el web.

- Compartición de recursos.

Este modelo de uso hace referencia a la compartición de recursos entre múltiples PC's de un mismo hogar. El recurso a compartir podría ser una impresora de alta calidad, un dispositivo para almacenar copias de seguridad, un servidor de archivos o una conexión a Internet. Otra posibilidad para este caso es el acceso a juegos con múltiples participantes.

A.3.10 Aplicaciones y Productos

En adición a los beneficios que ofrece el *Networking*, HomeRF abre paso a una serie de aplicaciones basadas en el soporte para datos y voz de alta calidad. Entre los servicios que HomeRF estaría en capacidad de soportar está el entretenimiento familiar, la automatización del hogar y las aplicaciones de telemedicina.

Algunos ejemplos concretos de aplicaciones y servicios son:

- Establecimiento de redes domésticas inalámbricas para compartición de voz y datos entre PC's, periféricos, teléfonos inalámbricos y nuevos dispositivos portátiles.
- Acceso a Internet desde cualquier lugar alrededor de la casa, a través de dispositivos de despliegue móviles.
- Compartición de una sola conexión ISP entre PC's y otros dispositivos.
- Direccionamiento inteligente de llamadas hacia *Headsets*, fax o buzones de correo.
- Activación y control de electrodomésticos a través de comandos hablados empleando *Headsets*.
- Juegos para múltiples participantes, juguetes y consolas de juego basadas en recursos de computador o Internet.

Los productos que se encuentran disponibles, han sido certificados por medio de una serie de procesos que llevan a cabo las empresas productoras y además por ramas de consumidores designados para esta tarea.

Los productos tienen disponible para su conexión, puertos USB o tarjetas que pueden acoplarse al computador. La comunidad de dispositivos HomeRF se ha expandido mas allá de la transmisión de datos y se cuentan entre sus productos: televisores, stereos, *headsets*, teléfonos, mientras que la nueva especificación, HomeRF 2.0 habilita por completo nuevos tipos de productos, aplicaciones y servicios.

A.3.11 Mercado

HomeRF ha logrado establecerse en una posición favorable en el mercado actual ya que ha sido diseñada desde el comienzo para sus consumidores; así que sus productos son simples, seguros, fiables, interoperables y asequibles para sus compradores.

El mercado de los productos para *Networking* doméstico que comparten conexión a Internet y proporcionan otros beneficios, alcanzara la cifra de 5 billones de dólares en el año 2005 y el mercado para Gateways en el hogar, agregará otros 5 millones. Considerando estas proyecciones HomeRF, espera convertirse en el líder de ventas en tecnologías inalámbricas para *Networking* doméstico.

A.3.12 Costos

HomeRF estima precios de 100 dólares por un nodo PC y no necesita un punto de acceso adicional que agregue costos. Un PC puede actuar como Gateway y compartir su modem con los demás dispositivos. Si además, el usuario desea tener un equipo que le proporcione la seguridad de un *Firewall*, tiene la oportunidad de adquirirlo por solo 499 dólares. La baja complejidad de HomeRF representa una ventaja en cuanto a costos se refiere, pues tiene una demanda reducida de

semiconductores y componentes pasivos, como también son menos complejos y más baratos los componentes digitales para procesamiento de banda base.

A.3.13 Chip

La implementación física de HomeRF se logra con el módulo de Micro Design, la tarjeta más pequeña del mercado actual. Su consumo de voltaje se limita a 3.3v, el consumo de corriente es de 120mA para recepción, 250mA para transmisión y tan solo de 3mA en Standby. En adición tiene soporte para el protocolo inalámbrico OpenAir. Sus características más importantes se resumen en la siguiente tabla:

A.3.14 Futuro

Mientras el futuro de *Networking* domestico se abre paso, HomeRF evolucionará para hacer frente a los cambios en sus necesidades urgentes. Las novedades tendrán que ver con el aumento en el ancho de banda para dar soporte a un número mayor de servicios.

En la próxima generación, HomeRF será capaz de soportar hasta 20MHz y aún más. Hay muchos métodos propuestos para alcanzar estas velocidades, incluyendo el uso de modulación FSK o el uso de técnicas de modulación lineal.

La disponibilidad de un ancho de banda mayor, permitirá entre otros beneficios, dar soporte a un número elevado de conexiones QoS y extender su cobertura mediante la aplicación de un protocolo para Roaming que pueda usarse en servicios de datos asíncronos.

La segunda especificación de la tecnología con su desempeño en los 10Mbps, supone el soporte para servicios de banda ancha, clave en tecnologías para *Networking* doméstico.

A.4 IrDA

A.4.1 Historia

Desde su formación en junio de 1993, la Asociación de Datos por Infrarrojos (Infrared Data Association – IrDA) ha trabajado en el establecimiento de un estándar abierto para comunicación de corto alcance, usando luz infrarroja. Con la presencia de 80 miembros, la tecnología estará disponible en casi la mayoría de las plataformas de comunicación móvil. Los usuarios estarán en capacidad de intercambiar, imprimir y compartir la información de documentos, recortes de periódico o incluso tarjetas de negocios. Todo esto se podrá hacer sin la necesidad de tender cables y sin la dificultad de los procesos de configuración tan comunes en este tipo de situaciones. Las metas claves para el desarrollo de esta tecnología se centran por lo tanto en interoperabilidad, bajo costo y facilidad de uso.

A.4.2 Descripción General

IrDA es un estándar de interconexión a través de luz infrarroja, interoperable y a bajo costo que soporta un modelo de comunicación punto a punto sin conexión cableada.

IrDA desarrolló un conjunto de especificaciones para soportar a la transmisión inalámbrica de datos entre dos dispositivos, con velocidades de 9.6Kbps hasta 4Mbps. En los últimos años, IrDA han tenido un gran éxito con la introducción de sus módulos en un gran número de computadores tipo notebook. La especificación inicial detalla un sistema asíncrono, serial, y half-duplex con velocidades que van desde 115,2 b/s hasta 2400 b/s en el rango de un metro con un ángulo medio de visión entre 15 y 30 grados. Recientemente IrDA ha extendido la especificación de la capa física para permitir comunicación de datos a una velocidad de 4Mb/s.

IrDA escogió el modelo de comunicación infrarrojo de corto alcance, básicamente por dos razones: primero porque se percibió que el objetivo inicial del mercado al introducir dispositivos que soportaran IrDA, sería la movilidad. IrDA apunta

hacia esta meta proporcionando un estándar de acceso ubicuo para cualquier dispositivo. Y en segundo lugar, porque este modelo de comunicación reducía costos. El uso de solo un LED y un fotodiodo en el transeiver hace que los costos de implementación se reduzcan enormemente. Las razones para lograr este éxito están relacionadas con un conjunto de requerimientos que incluyen:

- Estándar para la Industria.
- Dispositivos compactos, livianos y de bajo consumo de potencia.
- Simplicidad y Facilidad de uso
- Libre de interferencias.
- Bajo costo del Hardware.

Con base en estos requerimientos el comité de la IrDA desarrolló una serie de estándares, los cuales proporcionaban ubicuidad, bajo costo y comunicación infrarroja directa para toda clase de dispositivos de computación móvil.

A.4.3 Topología

En un entorno como el de IrDA, las dos partes de una conexión reciben los nombres de estación primaria y estación secundaria según sea su papel.

A la *Estación Primaria* le corresponde:

- El envío de comandos de control de conexión: Iniciar conexión y transferencias.
- La organización y el control de los flujos de datos.
- Solucionar los errores del enlace que hacen que los datos no puedan recuperarse.

Ejemplos de una estación primaria son: Computadores, Asistentes Digitales Personales, cámaras entre otros.

Así mismo, a la *Estación Secundaria* le corresponde enviar las tramas de respuesta a la estación primaria. Entre los dispositivos que pueden actuar como estación secundaria se cuentan las impresoras y demás periféricos.

Solamente uno de los dispositivos puede tener el rol primario en una conexión. Una vez se ha establecido la conexión las dos partes tienen su turno para “hablar”.

Ninguna de las dos puede tomar más de 500ms para comunicarse sin que la contraparte haya tenido ya, una oportunidad para transmitir.

A.4.4 Protocolo

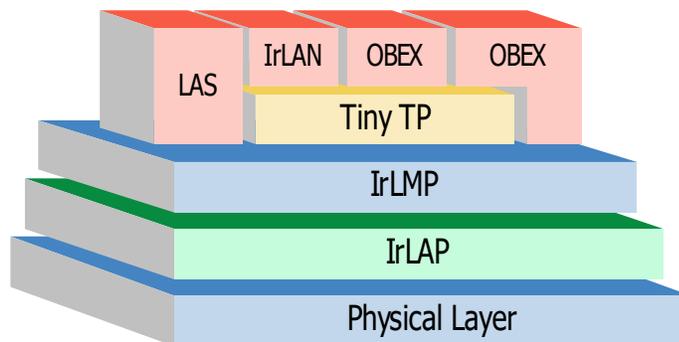


Figura A.5 Pila de protocolos IrDA

El stack de protocolos de IrDA proporciona el soporte para comunicación infrarroja punto a punto y las aplicaciones que corran en este ambiente.

Las capas del stack pueden dividirse en dos grupos:

A.4.4.1 Capas Obligatorias

Capa Física:

La capa física se compone del transeiver óptico y un controlador, comúnmente un UART para velocidades de 115.2 Kbps o un controlador especializado para velocidades superiores. Se encarga además del manejo de la forma y demás características de las señales infrarrojas, incluyendo aspectos como la codificación de datos, *Framing*, y métodos para corrección de errores como CRC.

Con el fin de aislar al resto del stack de posibles cambios de software, se han creado dos entidades llamadas *Framer* y *Driver*. La primera tiene la responsabilidad de aceptar las tramas que provienen del hardware y presentarlas al IrLAP. El *Framer* también está encargado del cambio de velocidad del hardware según las órdenes de la capa IrLAP.

La segunda maneja directamente el controlador óptico, inicializa el hardware del sistema infrarrojo, recibe y entrega datos hacia y desde el transeiver.

Protocolo de Acceso al Enlace Link Access Protocol IrLAP:

Esta capa permite la transferencia de datos a través de mecanismos de retransmisión, control de flujo de bajo nivel y detección de errores. IrLAP puede alertar a las capas superiores acerca de la interrupción en el flujo de datos, de modo que pueda también, alertarse al usuario y este proceda para remediar el problema sin que se interrumpa la conexión o se pierdan los datos transmitidos hasta el momento. Los servicios más importantes que esta capa presta son:

- Control de problemas en el terminal.
- Descubrimiento de dispositivos.
- Conexión y desconexión de dispositivos.
- Negociación de QoS.
- Transferencia de datos.

Protocolo de Gestión de Enlace Link Manager Protocol IrLMP:

Esta capa proporciona las siguientes funcionalidades:

- Multiplexación: LMP permite que múltiples clientes IrLMP corran sobre un solo enlace IrLMP.
- Resolución de Direcciones para Descubrimiento IrLAP. Comunica a múltiples dispositivos que tienen la misma dirección IrLAP, la necesidad de generar nuevas y distintas direcciones.
- Información de Acceso al Servicio IAS: Es como un directorio de páginas amarillas que describe los servicios disponibles en un dispositivo.

A.4.4.2 Capas opcionales

Protocolo de Transporte "diminuto". Tiny Transport Protocol TinyTP:

En TTP se llevan a cabo dos clases de funciones:

- Control de flujo adyacente en una conexión LMP: El control de flujo adyacente es el uso más importante de TTP. Si se establece una conexión

LAP que usa las capacidades de multiplexación de LMP y una de las partes que se están multiplexando cambia la dirección de su flujo, el flujo de datos en la conexión LAP se corta completamente y la otra parte no podrá continuar con su transferencia de datos satisfactoriamente. Por esta razón se agrega el mecanismo de control de flujo de TTP, además del que se realiza en la capa IrLAP. Usando estas capacidades, una de las partes de una conexión multiplexada puede detener su transferencia de información sin afectar a las demás.

- Segmentación y Re-ensamble *SAR*: La idea básica es que TTP rompa grandes paquetes de datos en piezas más pequeñas, para que estas puedan transmitirse al otro lado, y una vez transmitidas todas ellas, el paquete se re-ensamblen a su forma inicial.

IrOBEX:

Es una capa de aplicación opcional que habilita los sistemas para el intercambio de una amplia variedad de datos y comandos, en forma sensible al recurso.

Una de las aplicaciones más comunes que proporciona OBEX en PC's o sistemas embebidos es la de tomar un objeto de datos arbitrario, un archivo por ejemplo, y enviarlo a otro dispositivo, sin tener que entenderse con el proceso de comunicación mismo.

IrCOMM:

Esta capa define tres tipos de servicios en IrDA:

- Emulación serial y paralela simple de 3 cables: Para envío de datos solamente, no hay control de canal.
- Emulación serial y paralela de 3 cables: Uso mínimo del canal de control. Usa TTP.
- Emulación serial y paralela de 9 cables: Uso del canal de control con el estándar RS-232

IrLAN:

Su servicio primordial es ofrecer a los computadores portátiles, acceso LAN corporativas. IrLAN ofrece tres tipos de operaciones:

1. Habilitar un computador para que se conecte a una LAN por medio de un *Punto de Acceso al Servicio*, llamado comúnmente adaptador infrarrojo para LAN.
2. Permitir a dos computadores comunicarse entre si, como si hicieran parte de una LAN y tuvieran por lo tanto acceso a los directorios de otras máquinas y demás capacidades de la LAN.
3. Permitir a un computador conectarse a una LAN a través de un segundo computador que ya se encuentra conectado a la red.

A.4.5 Velocidad

IrDA cubre un rango de velocidades de transmisión que van desde los 9.9 Kbps hasta los 16Mbps. Hay tres esquemas principales dentro de los cuales se pueden enmarcar los diferentes rangos de velocidad.

El esquema original *SIR* (9900bps a 115.2Kbps) compuesto por un procesador, un UART, el codificador/decodificador y el transeiver. Los bytes de datos del procesador se convierten a un flujo de datos serial por medio del UART. Ya que muchos sistemas incluyen un UART para comunicación RS-232 no hay costo extra para el usuario.

El esquema *MIR* de 1.152Mbp que suprime el UART y agrega un elemento en su lugar, llamado *Packet Framer*, este tiene como finalidad realizar las tareas de "encuadre" (framing) de paquetes y verificación de errores; tareas que antes estaban a cargo del procesador. Por último el esquema de 4Mbps *FIR* que usa modulación 4PPM y framing de paquetes con secuencia de violación de código. Adicional a estos tres rangos de velocidad, IrDA trabaja en su nuevo esquema denominado VFIR (Very Fast Infrared) el cual alcanzará velocidades superiores a los 16Mbps.

La siguiente tabla resume los esquemas que IrDA soporta:

Tabla A. 2 Velocidades alcanzadas por IrDA

Esquema IrDA	Rango de Velocidades
SIR Serial IR	9.6 to 115.2 Kbps
MIR Medium IR	0.576 and 1.152 Mbps
FIR Fast IR	4.0 Mbps
VFIR Very Fast IR	16.0 Mbps

A.4.6 Seguridad

La naturaleza unidireccional de IR implica una forma de nivel de seguridad, ya que se requiere línea de vista entre el transmisor y el receptor. Sin embargo, es posible espiar una conversación detectando la luz que se refleja y filtrándola del ruido del ambiente. IrDA no provee seguridad al nivel de enlace, en su lugar IrDA delega a los protocolos de nivel superior y sus aplicaciones las funciones de autenticación y encriptación.

A.4.7 Gestión de Potencia

IrDA presenta tres modos de operación, los cuales se describen a continuación:

Modo 0 o Sleep: Es el estado por defecto para cualquier *Host*, en el cual no se consulta o interroga ningún periférico. Si un *Host* en este modo, recibe una petición de un periférico para “despertar” (*WakeUp*), este cambiará su estado al Modo 1 con el fin de adjuntar o asociar a la red, el nuevo dispositivo y de este modo iniciar su comunicación.

Si el Host activa una comunicación de datos para IrDA versión 1.1 (SIR), entrará en el Modo 2, también llamado Modo de coexistencia IrDA..

Para pasar desde cualquier otro modo al Modo 0, es necesario que se presenten las siguientes condiciones:

- El Host en modo 1 no recibe peticiones de ninguno de los periféricos NCL, durante 5 segundos o por periféricos CL durante 30 segundos.
- El Host en estado 2 ha finalizado su transferencia de datos y no recibe peticiones de comunicación durante 5 segundos.

Modo 1 Normal: Este modo brinda soporte para la comunicación con periféricos que tienen requerimientos de latencia variables. El Host realiza un sondeo para conocer la presencia de dispositivos CL a la *Velocidad De Consulta De Latencia Crítica*. Por lo menos cuatro enlaces de tipo CL pueden ser soportados en este modo. El número máximo de conexiones soportadas, depende de la cantidad de información que se transmita. Después de realizada esta consulta, el Host inicia nuevamente un sondeo, pero esta vez con el fin de conocer qué dispositivos de tipo NCL desean conectarse. Si el host no encuentra uno de estos periféricos, repetirá su búsqueda durante los ciclos siguientes.

Para pasar desde cualquier otro modo al Modo 1, es necesario que se presenten las siguientes condiciones:

- El Host en modo 0 recibe peticiones WakeUp desde un periférico.
- El Host en estado 2 finaliza su transferencia de datos pero recibe peticiones desde un periférico NCL.

Modo 2 o de Coexistencia IrDA: Este modo está disponible para soportar coexistencia y co-operatividad entre IrDA SIR e IrDA Control. Estas últimas señales usan la misma longitud de onda en el infrarrojo y por lo tanto sus frecuencias pueden traslaparse unas con otras. En el modo “ el tiempo se comparte entre IrDA SIR e IrDA Control, de modo que las dos pueden operar simultanea e independientemente.

Para pasar desde cualquier otro modo al Modo 2, pueden presentarse las siguientes situaciones:

- El Host activa una aplicación para comunicación de datos de IrDA SIR.

A.4.8 Modelos de uso

Algunos de los modelos de uso para IrDA se describen a continuación:

- Teléfonos celulares o teléfonos inteligentes, Beeper, PDA's
Sincronización de datos (contactos, calendario, bases de datos) entre PDA y PC.
Intercambio de tarjetas electrónicas comerciales entre un PDA y un teléfono inteligente.
Realización de pagos electrónicos.
- Módem IR
Acceso a Internet y LAN desde salas de reunión, teléfonos públicos entre otros (servicio ya difundido en Japón).
- Impresoras
Impresión y copia de documentos de su computador portátil, PDA, teléfono, o cámara mientras camina hacia una copiadora o una impresora.
- Cámaras Digitales:
Envío una fotografía digital de una cámara a un PC, copiadora, visor de diapositivas, o kiosco de desarrollo.
- Terminal de datos industrial, Instrumentación y medición, Dispositivos para monitoreo médico
Reparación de maquinaria electrónica en campo, mediante el uso un computador portátil como consola para servicio de depuración.

A.4.9 Mercado

Con una base mundial por encima de 150 millones de unidades y con un crecimiento anual del 40%, IrDA ha sido ampliamente difundida y se encuentra disponible en computadores personales, periféricos, sistemas embebidos y dispositivos de todos los tipos. En adición, su uso extenso, la pronta aceptación de las normas IrDA y la implementación de soluciones robustas, han acelerado la adopción de las especificaciones de IrDA por otras organizaciones de estandarización. La adopción universal y la aplicación mundial de especificaciones

de IrDA garantiza la penetración de un hardware global, y el rápido desarrollo de software para interoperabilidad.

A.4.10 Costos

Implementar IrDA en dispositivos de consumo es muy simple. Algunos fabricantes disponen de paquetes de IR completamente integrados. Los controladores de IrDA son muy sencillos también. Los fabricantes de dispositivos pueden conseguir soluciones IrDA completas por aproximadamente \$1dolar. El costo de integrar IR en un dispositivo puede ser de \$2 dólares solamente.

A.4.11 Chip

El diagrama en bloques del chip para comunicación infrarroja se presenta en la siguiente figura:

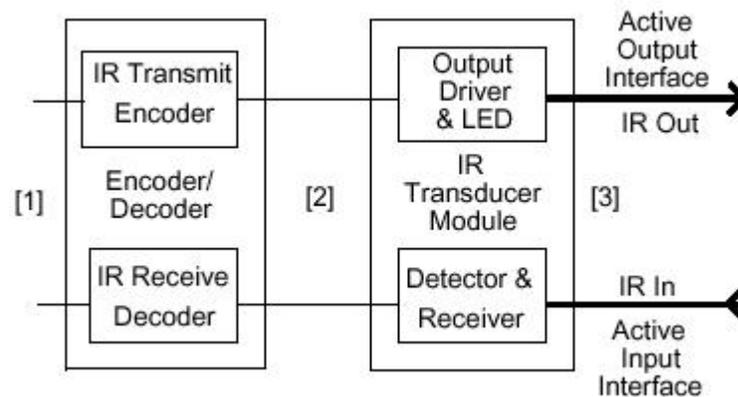


Figura A.6 Módulo IrDA

En el diagrama las señales eléctricas a la izquierda del Codificador/Decodificador son cadenas de bits. Para velocidades que incluyen hasta los 1.152Mbps las señales ópticas son cadenas de bits con un 0 como pulso y un 1 como no pulso. Para los 4Mbps se usa un esquema de codificación 4PPM con un 1 como pulso y un 0 como no pulso. Las señales eléctricas que se muestran en el punto 2 son señales analógicas de las señales ópticas en el punto 3. Para velocidades que

hasta los 115.2Bbps, adicional a la codificación, la señal se parte en tramas que contienen bytes asíncronos que tienen un bit de inicio y uno de fin. Para velocidades superiores a los 115.2Mbps los datos se envían a tramas sincrónicas que contienen muchos bytes.

A.4.12 Futuro

El futuro de las comunicaciones de los datos infrarrojas de corto alcance parece ser prometedor. Con unas 80 compañías miembro la tecnología desarrollada con IrDA estará disponible en cada una de las plataformas de computación móvil. Los usuarios finales serán capaces de realizar intercambio e impresión de cualquier tipo de documento sin la molestia de los cables y sin tener que lidiar con procedimientos de configuración típicos de la comunicación serial o en red. El futuro de la norma IrDA no estará limitado por la tecnología. La tecnología de IREDs implementada en el transceiver es capaz de transmitir a velocidades que alcanzan los 30 Mbit/s. La tecnología láser tiene disponibles tasas de bits en el rango de 100 Mbit/s. Así mismo, el ancho de banda del diodo detector puede aumentarse más allá de los requisitos de las normas de IrDA existentes.