

**TECNOLOGÍA INALÁMBRICA RADIO LAN DE ALTO RENDIMIENTO (HIGH
PERFORMANCE RADIO LAN - HIPERLAN), COMO UNA SOLUCIÓN
ALTERNATIVA A REDES CABLEADAS.**

REYNALDO RAFAEL MENDOZA IGLESIAS

JESSICA PAOLA OSORIO CABALLERO

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CARTAGENA DE INDIAS

2003

**TECNOLOGÍA INALÁMBRICA RADIO LAN DE ALTO RENDIMIENTO (HIGH
PERFORMANCE RADIO LAN - HIPERLAN), COMO UNA SOLUCIÓN
ALTERNATIVA A REDES CABLEADAS.**

Autores

REYNALDO RAFAEL MENDOZA IGLESIAS

JESSICA PAOLA OSORIO CABALLERO

Monografía, presentada para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director

ROBERTO CARLOS OSORIO CABALLERO

Ingeniero Electrónico

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CARTAGENA

2003

Nota de aceptación

Firma de presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

Cartagena, Noviembre de 2003

Cartagena, Noviembre de 2003

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

Facultad de Ingeniería Electrónica – CUTB.

La Ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **“TECNOLOGÍA INALÁMBRICA RADIO LAN DE ALTO RENDIMIENTO (HIGH PERFORMANCE RADIO LAN - HIPERLAN), COMO UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA A REDES CABLEADAS”** para su estudio y evaluación, como requisito fundamental para obtener el Título de Ingeniero Electrónico.

En espera que éste cumpla con las normas pertinentes establecidas por la Institución me despido.

Atentamente.

Reynaldo Rafael Mendoza Iglesias

Código: 9904900

Cartagena, Noviembre de 2003

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

Facultad de Ingeniería Electrónica – CUTB.

La Ciudad

Cordial saludo:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **“TECNOLOGÍA INALÁMBRICA RADIO LAN DE ALTO RENDIMIENTO (HIGH PERFORMANCE RADIO LAN - HIPERLAN), COMO UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA A REDES CABLEADAS”** para su estudio y evaluación, como requisito fundamental para obtener el Título de Ingeniero Electrónico.

En espera que éste cumpla con las normas pertinentes establecidas por la Institución me despido.

Atentamente.

Jessica Paola Osorio Caballero

Código: 9804030

Cartagena, Noviembre de 2003

Señores:

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO.

Facultad de Ingeniería Electrónica – CUTB.

La Ciudad.

Cordial saludo.

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **“TECNOLOGÍA INALÁMBRICA RADIO LAN DE ALTO RENDIMIENTO (HIGH PERFORMANCE RADIO LAN - HIPERLAN), COMO UNA SOLUCIÓN ALTERNATIVA A REDES CABLEADAS”**, para su estudio y evaluación, la cual fue realizada por los estudiantes REYNALDO RAFAEL MENDOZA IGLESIAS Y JESSICA PAOLA OSORIO CABALLERO, del cual acepto ser su director.

En espera que éste cumpla con las normas pertinentes establecidas por la institución me despido.

Atentamente.

ROBERTO CARLOS OSORIO CABALLERO

Ingeniero Electrónico

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H.

Yo **Reynaldo Rafael Mendoza Iglesias**, identificado con número de cédula 73180488 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

REYNALDO RAFAEL MENDOZA IGLESIAS

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D.T.C.H.

Yo **Jessica Paola Osorio Caballero**, identificada con número de cédula 45559491 de la ciudad de Cartagena, autorizo a la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

JESSICA PAOLA OSORIO CABALLERO

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	I
1. GENERALIDADES	1
1.1 FUNDAMENTOS BASICOS	1
1.2 CARACTERISTICAS	3
1.3 CONSIDERACIONES DE RADIO	3
1.3.1 Fenómenos de propagación	3
1.3.2 Perdida de camino	5
1.3.3 Tasa de errores	5
1.3.4 Seguridad	5
1.3.5 Desvanecimiento de Rayleigh	5
1.3.5.1 Diversidad espacial: una solución al desvanecimiento De Rayleigh	6
1.4 ELEMENTOS	6
1.5 TOPOLOGIA	7
1.5.1 Topología Ad hoc	7
1.5.2 Topología Infraestructura	7
2. FAMILIA DE ESTÁNDARES	9

3. HIPERLAN TIPO 1	11
3.1 CAPA FÍSICA	13
3.1.1 Características	13
3.1.2 Clases de equipos	14
3.1.3 Portadoras RF	14
3.1.4 CCA (Clear Channel Assessment)	15
3.1.5 Técnicas de modulación	19
3.1.5.1 FSK	19
3.1.5.2 GMSK	20
3.2 SUBCAPA CAC	21
3.2.1 Características	21
3.2.2 NPMA	22
3.2.3 HCQoS	24
3.2.4 Especificación del protocolo HIPERLAN CAC	25
3.3 SUBCAPA MAC	25
3.3.1 Características	25
3.3.2 Diferenciación HIPERLAN	27
3.3.2.1 Esquema de identificación HIPERLAN	28
3.3.3 Confidencialidad en la comunicación	29
3.3.3.1 Esquema de encriptación-desencriptación	30
3.3.4 HMQoS	31
3.3.4.1 Reporte de falla HMQoS	33

4. HIPERLAN TIPO 2	35
4.1 RADIO Y ESPECTRO	40
4.2 MODOS DE OPERACION	41
4.3 SEGURIDAD	42
4.4 CONSUMO DE POTENCIA	43
4.5 ARQUITECTURA	44
4.6 CAPA FÍSICA	44
4.6.1 Multicanalización OFDM	45
4.6.2 Técnicas de modulación	47
4.6.2.1 BPSK y QPSK	48
4.6.2.2 QAM	49
4.7 CAPA DE CONTROL DE ENLACE DE DATOS. DLC	50
4.8 CAPA DE CONVERGENCIA. CL	53
5. HIPERACCESS	57
5.1 ARQUITECTURA PUNTO – MULTIPUNTO (PMP)	58
5.2 MODELO DE REFERENCIA HIPERACCESS E INTERFACES	59
5.3 BANDAS NOMINALES DE FRECUENCIAS	60
5.4 ANTENAS Y EIRP	61
5.4.1 APT	61
5.4.2 STA	62
5.5 ESQUEMAS DUPLEX	63
5.5.1 FDD	63

5.5.2 H-FDD	64
5.5.3 TDD	66
5.6 MODOS PHY ADAPTABLES	67
5.7 TECNICA DE MULTIPLEXACION Y ESTRUCTURA DE TRAMA	68
6. HIPERLINK	73
7. COMPARACIÓN ENTRE LAS TECNOLOGÍAS HIPERLAN	74
8. REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES	76
8.1 ETAPAS	78
8.2 CONSIDERACIONES	79
9. APLICACIONES Y SERVICIOS	82
10. DISPOSITIVOS	85
10.1 PRODUCTOS	86
11. CONCLUSIONES	89
12. RECOMENDACIONES	91
ANEXOS	92
GLOSARIO	96
BIBLIOGRAFÍA	98

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Desvanecimiento de Rayleigh	6
Figura 2. Topología Ad hoc	7
Figura 3. Topología Infraestructura	8
Figura 4. Modelos de referencia HIPERLAN 1 y OSI	12
Figura 5. Operación del umbral adaptativo	18
Figura 6. Ciclos de acceso al canal NPMA	23
Figura 7. Ruteo Multisaltos	26
Figura 8. Esquema de encriptación – desencriptación	31
Figura 9. Arquitectura HIPERLAN 2	44
Figura 10. Multicanalización OFDM	46
Figura 11. Subcapas de la capa DLC	50
Figura 12. Trama MAC	52
Figura 13. Capa LC y tipos	54
Figura 14. Configuración celular (4x90°)	58
Figura 15. Modelo de referencia HIPERACCESS	59
Figura 16. FDD	64
Figura 17. H-FDD	65
Figura 18. TDD	66

Figura 19. Trama downlink y multiplexación	69
Figura 20. Trama uplink y multiplexación	71
Figura 21. Software Breezenet Manager	79
Figura 22. Modelo del servicio HIPERLAN CAC	93
Figura 23. Actividades del EY-NPMA	95

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Combinaciones permitidas entre las clases de TxS y RxS	14
Tabla 2. Frecuencia central de portadoras	15
Tabla 3. Parámetros para medida del nivel de señal	17
Tabla 4. Frecuencias nominales para modulación FSK	20
Tabla 5. Valores permitidos de prioridad de acceso al canal	24
Tabla 6. Valores validos de identificador HIPERLAN	29
Tabla 7. Valores validos de prioridad del usuario	32
Tabla 8. Valores validos de tiempo de vida MSDU	32
Tabla 9. Valores validos de tiempo de vida residual MSDU	33
Tabla 10. Especificaciones de HIPERLAN 2	38
Tabla 11. modulación HIPERLAN 2	48
Tabla 12. Función de las subcapas de la capa DLC	51
Tabla13. Clases de APT, Ganancia de la antena y EIRP	61
Tabla 14. Ganancias de las antenas en STA y EIRP	63
Tabla 15. Tabla comparativa de las tecnologías HIPERLAN	75
Tabla 16. Grado de atenuación según los materiales de la estructura	81
Tabla 17. Productos	86
Tabla 18. Valores válidos de LBR-HBR	94

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	92
ANEXO B. HIPERLAN CAC definición de servicios	92
ANEXO C. Elimination-Yield Non-Pre-Emptive Priority Multiple Access (EY-NPMA)	94

INTRODUCCIÓN

Los impulsores clave en la demanda de redes de acceso de banda ancha basadas en radio son el crecimiento masivo en la comunicación inalámbrica y móvil, la aparición de aplicaciones multimedia, demandas de acceso a Internet de alta velocidad, y la eliminación de las reglas de la industria de las telecomunicaciones.

Las redes de telecomunicaciones inalámbricas de hoy, que son principalmente de banda angosta, son usadas principalmente para servicios de voz. La evolución de sistemas de segunda generación y el desarrollo de sistemas inalámbricos móviles de tercera generación tienen como objetivo de permitir a las redes de dar tasas de bit instantáneas de hasta 2 Mbps por canal de radio. Esta capacidad mejorará de modo significativo las aplicaciones de datos en paquetes y de multimedia móvil.

Además se pueden obtener tasas de datos aún más altas para redes de área local usando nuevas tecnologías inalámbricas de corto alcance. Los servicios multimedia interactivos de tiempo real e interactivos que usan mucho ancho de banda, tales como distribución de video de alta calidad, aplicaciones cliente/servidor, y acceso de datos, son aplicaciones típicas de esta tecnología. Por esto se están buscando nuevas redes inalámbricas con capacidades de banda ancha para dar servicios integrados de alta velocidad (datos, voz y video) con apoyo rentable para calidad de servicio (QoS).

Se han dedicado muchos esfuerzos de investigación y normalización para concebir tecnologías apropiadas de transmisión y de redes. La Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet (IETF), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y el Foro ATM están definiendo el núcleo de la red fija. Del mismo modo está trabajando el proyecto de Redes de Acceso de Radio de Banda Ancha (BRAN) del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) en normas para distintos tipos de redes inalámbricas de acceso de banda ancha. Una de estas normas, que se denomina *red de radio de área local de alto rendimiento*, (HIPERLAN) dará acceso de comunicaciones de alta velocidad a distintos núcleos de la red de banda ancha y terminales en movimiento (portátiles al igual que móviles).

En esta investigación, el lector tendrá acceso a los estándares publicados y a otra información de interés complementaria acerca de la tecnología HIPERLAN por medio de hipervínculos disponibles en el CD-ROM anexo (los hipervínculos se reconocen porque están subrayados).

1. GENERALIDADES

1.1 FUNDAMENTOS BÁSICOS

Las redes inalámbricas es una tecnología que se desarrolló gracias a las necesidades de movilidad y que por sus numerosas aplicaciones y ventajas cada día está creciendo más su demanda en el mercado; la idea de las WLAN (LAN Inalámbrica) no es sustituir a las redes con infraestructura cableada sino ser un complemento de ellas, de tal manera que al momento de instalar una red, se pueda optar por redes con o sin cable dependiendo de las necesidades requeridas. Por ejemplo si se requiere una red con alta velocidad de transmisión se optará por implementar redes cableadas, mientras que si lo que se desea es instalar una red en un edificio antiguo o difícil de cablear la mejor opción será una red inalámbrica.

En una Wireless Local Area Network (WLAN) la transmisión de datos es independiente de la ubicación, entre dispositivos de cómputo, usando ondas de radio en lugar de infraestructura cableada permitiendo manejar velocidades de transmisión de datos iguales a algunas de la infraestructura cableada.

Las WLAN se encuentran en el mercado desde 1990. Se desarrollaron de tecnologías propietarias por parte de los fabricantes NCR, AT&T. La reunión de

los diferentes fabricantes dio lugar al estándar IEEE 802.11, aprobado en Junio de 1997. Se pronostica un crecimiento masivo en el uso de tecnologías inalámbricas y comunicaciones móviles, así como la demanda de ancho de banda debido a la popularización del Internet y los nuevos servicios multimedia.

Los sistemas de acceso fijo inalámbricos están destinados a proporcionar un alto rendimiento, un rápido despliegue y una gran competitividad frente a otros medios de acceso basados en cable.

El Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo (ETSI) ha desarrollado el estándar GSM para la telefonía celular digital. Durante los años 1991 a 1996 llevaron a cabo el proyecto HIPERLAN (High Performance Radio Lan - Radio Lan de Alto Rendimiento), en el cual su objetivo primordial era conseguir una tasa de transferencia mayor que la ofrecida por la especificación IEEE 802.11 que trabaja en la frecuencia 2.43GHz y a 2Mbps; según los estudios realizados por ETSI, HIPERLAN incluye cuatro estándares.

Para medir la claridad del canal en HIPERLAN, se usa un sistema que se basa en la medida de la potencia de la señal recibida únicamente. Se emplea un nivel que sirve para determinar si un canal está ocupado o libre. Las medidas de la potencia se expresan como el SLN (Signal Level Number).

1.2 CARACTERÍSTICAS

- ▶ Red de área local por radio de alto rendimiento.
- ▶ Etapa 1: 23.5 Mbps
- ▶ Cobertura típica de 35 a 100 m
- ▶ Espectro: Especificada para trabajar en la banda ISM (Instrumentation, Scientific, Medical) entre los 5150 y 5250 / 5300 MHz. En la banda SHF (Super High Frequency) que comprende el rango de 3 a 30 GHz
- ▶ Potencia: para 10mW, 100 mW y 1000 mW
- ▶ Soporte para servicios de tiempo real y asíncrono
- ▶ Mecanismo de acceso al canal dinámico por prioridad
- ▶ Seguridad equivalente a una red cableada
- ▶ Soporte para re- envío (multi- hop delivery)
- ▶ Soporte para conservación de energía

1.3 Consideraciones de radio

1.3.1 Fenómenos de propagación

Reflexión y Refracción: Cuando una onda llega a la superficie de separación de dos medios se producen dos ondas que cambian su dirección de propagación, así

parte de la energía penetra en el nuevo medio y la restante permanece en el primero.

Difracción: Cuando una onda puede bordear obstáculos, este fenómeno permite que las ondas de radio o luz se propaguen o “asomen” a la vuelta de las esquinas

Interferencia: Ocurre cuando dos o mas ondas electromagnéticas se combinan de tal forma que el funcionamiento del sistema se degrada. Por ejemplo una determinada cantidad de dispositivos que trabajan la interfaz de radio... celulares, microondas, etc.

ISM --> 2.4 Ghz

Interferencia de Canal Adyacente: Se puede sufrir interferencia del propio sistema de WLAN, de otros transmisores que estén en el mismo edificio o entre edificios, esto se puede evitar con técnicas de coexistencia

1.3.2 Pérdida de Camino

- Temperatura. Ruido Térmico
- Potencia del receptor es función de la del transmisor.

- En interiores se deben tener en cuenta las personas y los muebles y las reflexiones que producen. Afecta a la Topología Ad Hoc (limitada con respecto a Infraestructura)

1.3.3 Tasa de Errores

Para las redes cableadas los errores son eventos infrecuentes, pero en el mundo de radio, la tasa de errores es más susceptible de aumentar.

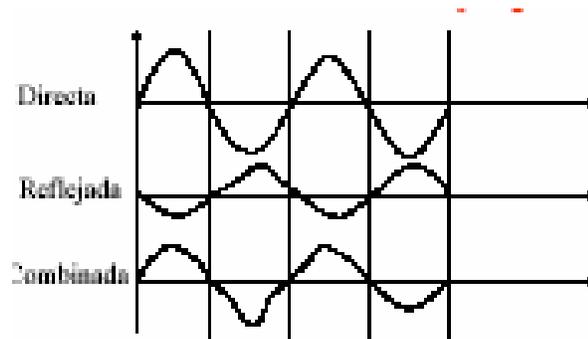
1.3.4 Seguridad

Las ondas de radio no se limitan en espacio fácilmente por lo cual son susceptibles a interceptores e interferentes, requiriéndose métodos de codificación (protección).

1.3.5 Desvanecimiento de Rayleigh

Se producen cambios de fase en las señales y estas se restan de la señal de camino directo llegando en el extremo a eliminarla

Figura 1. Desvanecimiento de Rayleigh



1.3.5.1 Diversidad espacial: Una solución al desvanecimiento de Rayleigh

Con objeto de superar el efecto de desvanecimiento es común usar dos antenas con una separación física entre ellas. Por tanto la señal recibida de ambas antenas permite determinar la mejor señal originalmente transmitida.

1.4 Elementos

STA (Station): Cualquier PC, móvil, portátil o fijo

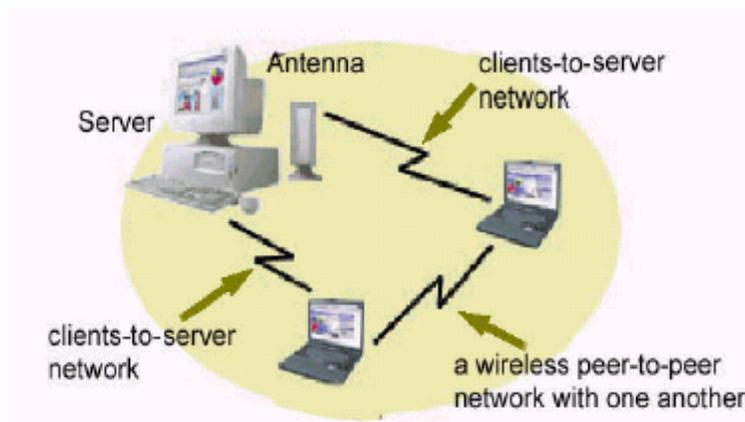
AP (Access Point): Permite la entrada a una red cableada; no son móviles y forman parte de la infraestructura cableada

1.5 Topología

Al igual que 802.11, HIPERLAN presenta dos topologías.

1.5.1 Topología Ad hoc (por si solo) ó IBSS (Independence Basic Service Set): Cada estación puede comunicarse con cualquier otra estación, no hay estructura para la red.

Figura 2. Topología Ad hoc

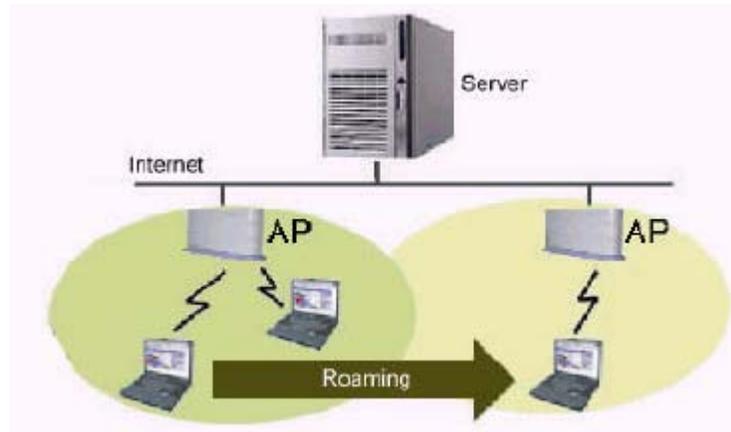


1.5.2 Topología infraestructura: los “Access Points” (AP), son el puente a una infraestructura cableada o un sistema de distribución de recurso de radio.

Las estaciones móviles se comunican a través del AP.

Extended Service Set (ESS): consiste de una serie de BSS (Basic Service Set) que se traslapan (Cada uno con un AP). Estos BSS se conectan por medio de un Distribution System (DS)

Figura 3. Topología Infraestructura



2. FAMILIA DE ESTÁNDARES

HIPERLAN tipo 1 es un estándar Radio LAN diseñado para suministrar comunicaciones de alta velocidad (23.5 Mbps) entre dispositivos portátiles en el rango de los 5GHz. Tiene el objetivo de permitir la creación de redes de datos inalámbricas sin la necesidad de existir infraestructura cableada. Además puede ser usada como extensión de una LAN cableada. El soporte de aplicaciones multimedia es posible. La especificación funcional de HIPERLAN 1 se encuentra especificada en [EN 300 652](#).

ETSI trabajó sobre redes por radio conocidas bajo el nombre genérico de HIPERLANs (High Performance Radio Local Area Networks) iniciando a finales de 1991 resultando en HIPERLAN 1, especificación funcional [EN 300 652](#). Las especificaciones para la conformación de pruebas entre redes fueron publicadas como las series **[ETS 300 836](#)**:

- Parte 1: aprobación del tipo de radio y conformación de radio frecuencia (RF)
- Parte 2: Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)
- Parte 3: Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP)
- Parte 4: Abstract Test Suite (ATS).

Continuando con el trabajo realizado sobre HIPERLAN 1, ETSI BRAN ha estado desarrollando estándares para acceso de redes de radio de banda ancha (Broadband Radio Access Networks), en la que incluye los siguientes estándares:

▶ HIPERLAN 2: Este estándar está pensado como un mecanismo complementario de acceso a sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) como también para LAN inalámbricas. Ofrece altas velocidades de acceso (54Mbps) para una variedad de redes incluyendo UMTS, ATM (Asynchronous Transfer Mode) y redes basadas en IP. El espectro adjudicado para este estándar es el de 5GHz.

▶ HIPERACCESS: está pensado para enlaces punto-multipunto, alta velocidad de acceso para pequeños usuarios residenciales y de oficina incluyendo redes UMTS, ATM y redes basadas en IP.

▶ HIPERLINK: Utilizado para obtener enlaces de alta velocidad punto a punto, se conoce también como HIPERLAN Tipo 4; en distancias muy cortas se tiene una velocidad muy alta para la interconexión de HIPERLANs e HIPERACCESS, se puede obtener 155 Mbps a 200 m. El espectro para HIPERLINK está disponible en el rango de 17 GHz.

3. HIPERLAN TIPO 1

Define un modelo LAN compatible con la familia de IEEE 802- Ethernet, para obtener Wireless Ethernet. Dado que existen otras especificaciones de arquitecturas para LAN y WAN, se requería otro tipo de especificación.

La velocidad de transmisión es de 23,5 Mbps, que es superior a los 11 Mbps de la norma IEEE 802.11b. Entre sus características tenemos; una cobertura de 35 a 100 m con un espectro entre los 5.150 y 5.250 / 5.3 GHz, tiene 5 canales de 23.5 MHz, posee diferentes soportes como servicios de tiempo real y asíncrono, conservación de energía y tiene la seguridad equivalente a una red cableada.

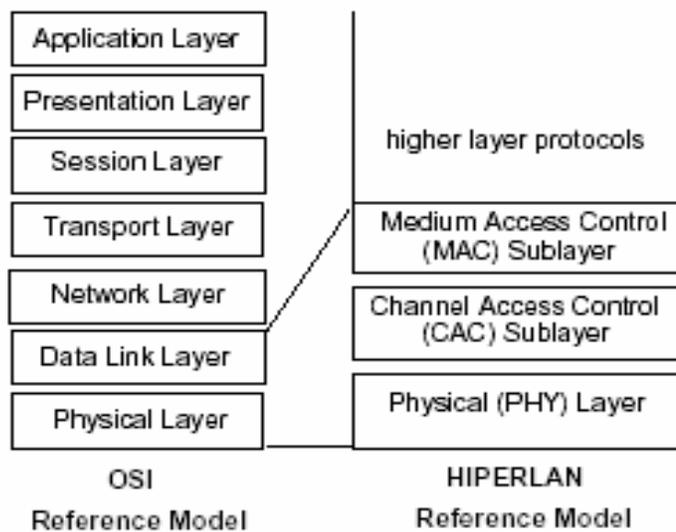
El modelo de este estándar era el de tener un controlador central de recursos para garantizar la calidad del servicio entre la estación móvil y la infraestructura de red.

Modelo de Referencia

El modelo de referencia HIPERLAN esta compuesto por una subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC), una subcapa de Control y Acceso al Canal (CAC) y la capa física. La figura 4 muestra un modelo de referencia de HIPERLAN. En este

modelo, las aplicaciones HIPERLAN son esquematizadas como capas de protocolos por encima de las capas de HIPERLAN.

Figura 4. Modelos de referencia HIPERLAN 1 y OSI



HIPERLAN 1 es compatible con ISO/IEC 15802-1MAC definición de servicio e ISO/IEC 15802-3 MAC especificaciones de puentes. Este puede proveer una cobertura fuera del radio limite de un único nodo al transmitir vía multihop y soportando movilidad del nodo. Los componentes de HIPERLAN 1 operan en Europa en el rango de frecuencia 5.15 – 5.30GHz estas frecuencias han sido trabajadas y publicadas por la **CEPT/R 22-06**. HIPERLAN 1 tiene 5 canales distribuidos en el rango de frecuencia en que opera. Los canales 0, 1, 2 son

obligatorios, son canales por defecto. La accesibilidad de los canales esta sujeto a la administración.

La capa MAC abarca las funciones de administración HIPERLAN, información del mantenimiento de redes, dispositivos de control de funciones, y funciones del Control de Acceso al Canal

3.1 CAPA FÍSICA

El protocolo físico de HIPERLAN suministra los medios para la transmisión y recepción a la subcapa CAC; especifica, para un conjunto particular de uno o más canales de radio compartidos, las técnicas de transmisión, recepción, y valoración de canal en uno dado.

3.1.1 Características

Las funciones de la capa física son: modular y demodular la portadora de radio con un chorro de bits definidos por una razón instantánea para formar una comunicación RF, obtener y conservar el bit de sincronización entre transmisores (Tx) y receptores (Rx), mantener una secuencia de sincronización, transmitir o recibir un número definido de bits en un tiempo requerido y en una portadora de frecuencia particular, codificar y decodificar el envío del Esquema de Corrección y Error, medir la potencia de la señal recibida y decidir si un canal esta ocupado o

desocupado, con la finalidad de postergar el intento de acceder al canal y de mantener un límite de retraso.

3.1.2 Clases de Equipos

Todos los transmisores serán clase A, B o C. Todos los receptores serán clase A, B o C. La tabla 1 muestra la combinación permitida entre las clases de los transmisores y receptores. Los valores en paréntesis indican la potencia nominal transmitida o sensibilidad del receptor asociado con cada una de las clases

Tabla 1. Combinaciones permitidas entre las clases de TxS y RxS

	Transmitter class A (+ 10 dBm)	Transmitter class B (+ 20 dBm)	Transmitter class C (+ 30 dBm)
Receiver class A (- 50 dBm)	Permissible	Not permissible	Not permissible
Receiver class B (- 60 dBm)	Permissible	Permissible	Not permissible
Receiver class C (- 70 dBm)	Permissible	Permissible	Permissible
NOTE: The figures in parentheses indicate the nominal transmitted power (EIRPEP) or receiver sensitivity associated with each class.			

3.1.3 Portadoras RF.

La banda de frecuencia nominal de radio esta localizada entre 5.150 MHz y 5.300 MHz (Ver la recomendación [CEPT/R 22-06](#)).

La frecuencia nominal de cada portadora, correspondiente a su número de portadora se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Frecuencia central de portadoras

Carrier number, c	Centre Frequency, F(c) MHz
0	5 176,468 0
1	5 199,997 4
2	5 223,526 8
3	5 247,056 2
4	5 270,585 6

Toda transmisión estará centrada sobre una portadora de frecuencia nominal de F(0) a F(4). Todos los equipos de HIPERLAN operarán sobre todos los 5 canales.

Las portadoras 0, 1 y 2 son designadas portadoras por defecto.

NOTA: Las transmisiones sobre las portadoras 3 y 4 pueden ser ilegales en algunos países.

3.1.4 CCA (Clear Channel Assessment)

Para medir la claridad del canal, en HIPERLAN se usa un sistema que se basa en la medida de la potencia de la señal recibida únicamente. Se emplea un nivel que sirve para determinar si un canal está ocupado o libre. Es importante tener en cuenta que la potencia de la señal cambia con el tiempo. Las medidas de la potencia se expresan como el SLN (Signal Level Number). Como la interferencia presenta un nivel de potencia, sólo se considera un canal ocupado cuando está por encima del SLN.

El cambio con el tiempo conlleva a un sistema de nivel adaptativo. Este nivel de adaptación utiliza un algoritmo de probabilidad geométrica que pretende aumentar el umbral por encima del nivel de cualquier señal continua sobre el canal. Incluso en presencia de señales ruidosas.

Los parámetros para la medición de potencia de la señal son expresados en Número Nivel De La Señal (SLN) y se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. Parámetros para medida del nivel de señal

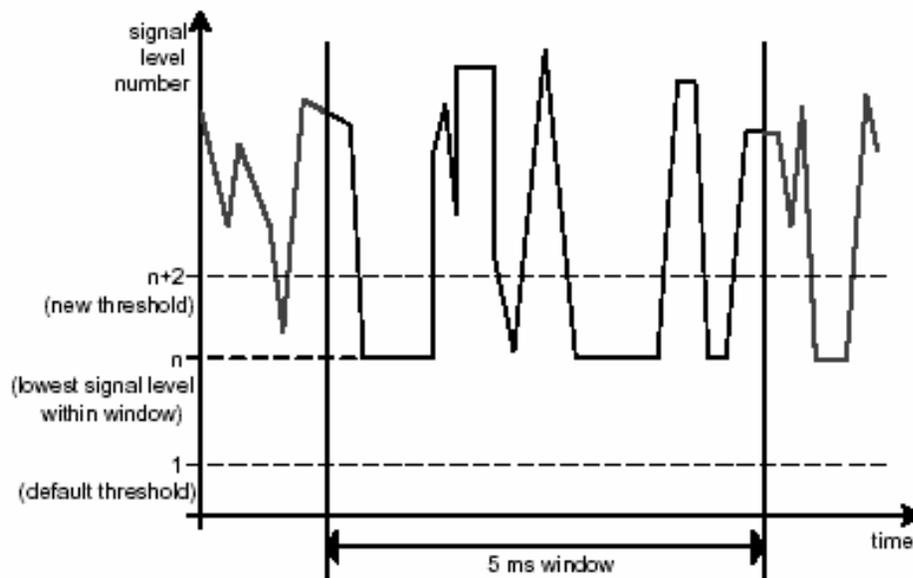
Signal Level Number (SLN)	Value dBm	Tolerance
0	lower than SLN 1	
1	-75,0	+3, -5 dB
2	-73,3	+4, -5 dB
3	-71,7	± 5 dB
4	-70,0	± 5 dB
5	-68,3	± 5 dB
6	-66,7	± 5 dB
7	-65,0	± 5 dB
8	-63,3	± 5 dB
9	-61,7	± 5 dB
10	-60,0	± 5 dB
11	-58,3	± 5 dB
12	-56,7	± 5 dB
13	-55,0	± 5 dB
14	-53,3	± 5 dB
15	-51,7	± 5 dB
16	-50,0	± 5 dB
17	-48,3	± 5 dB
18	-46,7	± 5 dB
19	-45,0	± 5 dB
20	-43,3	± 5 dB
21	-41,7	± 5 dB
22	-40,0	± 5 dB
23	-38,3	± 5 dB
24	-36,7	± 5 dB
25	-35,0	± 5 dB
26	-33,3	± 5 dB
27	-31,7	± 5 dB
28	-30,0	± 5 dB
29	-28,3	± 5 dB
30	-26,7	± 5 dB
31	-25,0	± 5 dB

El canal será considerado libre cuando reciba un SLN menor que el valor umbral. Si el umbral no es predeterminado, el umbral por defecto es SLN 1; pero si es predeterminado se puede usar uno mayor que el SLN 1 (por defecto) pero teniendo en cuenta que sea menor o igual que la dilatación máxima del umbral adaptativa (MADT). El MADT no debe ser mayor que SLN 22. El MADT son 2

niveles mas altos que el SLN mas bajo medido en una ventana de 5ms como se muestra en la figura 5.

NOTA: SLN 22 corresponde a una señal recibida con un nivel de aproximadamente -40 dBm.

Figura 5. Operación del umbral adaptativo



3.1.5 Técnicas de Modulación

Se emplea el FSK (Frequency Shift Keying) como el esquema de modulación de baja velocidad y el Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK) como el esquema de modulación de alta velocidad.

3.1.5.1 FSK (Frequency Shift Keying)

Transmisión por desplazamiento de frecuencia, es una técnica de modulación digital de bajo rendimiento; es una forma de modulación angular de amplitud constante, similar a la modulación en frecuencia convencional, excepto que la señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía, entre dos niveles de voltaje discreto, en lugar de una forma de onda analógica que cambia de manera continua. Con el FSK hay un cambio en la frecuencia de salida, cada vez que la condición lógica de la señal de entrada binaria cambia; por lo que la razón de bit y de baudio son iguales. Cada razón de bit baja esta asociada a una frecuencia transmitida, esta es mostrada en la tabla 4 f_c . es la frecuencia central

Tabla 4. Frecuencias nominales para modulación FSK

Bit value	Nominal frequency
0	$f_c - 368 \text{ kHz}$
1	$f_c + 368 \text{ kHz}$

3.1.5.2 GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)

GMSK es un esquema de modulación binaria simple; en GMSK, los lóbulos laterales del espectro de una señal MSK (transmisión de desplazamiento mínimo del FSK) se reducen pasando los datos modulantes a través de un filtro Gaussiano de premodulación, el filtro GMSK se puede definir completamente por B (ancho de banda del filtro) y por T (duración de un símbolo en banda base). También se suele definir GMSK por su producto BT. El filtro Gaussiano aplanar la trayectoria de fase de la señal MSK y por lo tanto, estabiliza las variaciones de la frecuencia instantánea a través del tiempo. Esto tiene el efecto de reducir considerablemente los niveles de los lóbulos laterales en el espectro transmitido. El filtrado convierte la señal (donde cada símbolo en banda base ocupa un periodo de tiempo T) en una respuesta donde cada símbolo ocupa varios periodos. Sin embargo, dado que esta conformación de pulsos no cambia el modelo de la trayectoria de la fase, GMSK se puede detectar coherentemente como una señal MSK, o no coherentemente como una señal simple FSK. En la práctica, GMSK es muy

atractiva por su excelente eficiencia de potencia y espectral. El filtro de premodulación, por tanto, introduce interferencia intersimbólica (ISI) en la señal transmitida, y la degradación no se considera grave si el parámetro BT del filtro es mayor de 0.5.

En MSK cuando se presenta un cambio en la señal de entrada de uno lógico a cero lógico, y viceversa, no existe una discontinuidad abrupta de fase en la señal de salida analógica y el demodulador no presentará problemas para seguir el desplazamiento de frecuencia y por consiguiente no ocurrirá un error.

3.2 SUBCAPA CAC

Es la subcapa entre la subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC) y la capa física en el modelo de referencia HIPERLAN como se muestra en la figura 4.

3.2.1 Características

Como un nivel intermedio en HIPERLAN 1 el CAC (*Channel Access and Control*), se ha introducido en la arquitectura para tratar la señalización de acceso al canal, la operación protocolar necesaria para soportar el control de la prioridad de paquetes. EL subnivel CAC define como tener acceso a un canal dado, se

realizará dependiendo: si el canal está en uso o no, y a que nivel de prioridad se hace el intento, si es necesaria la Contención.

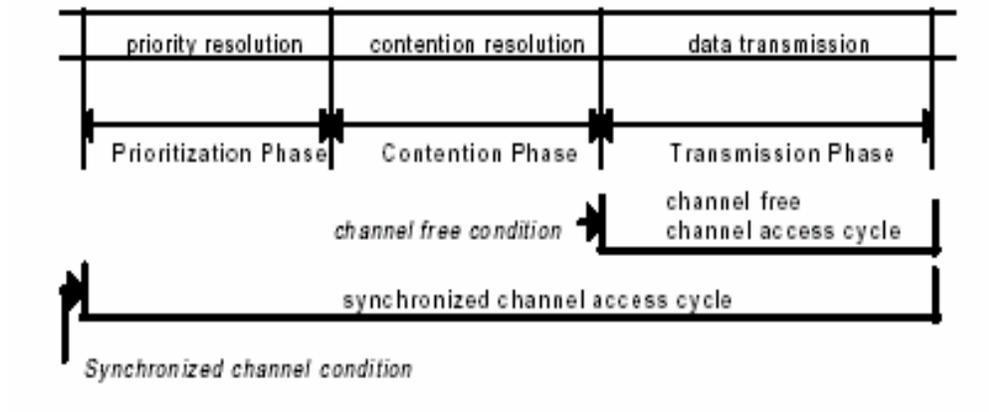
3.2.2 NPMA

Non-Pre-emptive Priority Multiple Access, es el principio del mecanismo de acceso al canal que brinda independencia jerárquica de rendimiento por medio de la prioridad de acceso al canal. NPMA define tres fases: La priorización de fase, la contención de fase y la transmisión de fase.

1. En la priorización se selecciona la transmisión con más alta prioridad (Esta se basa en la prioridad de Usuario).
2. Se inicia una transmisión inicial con una duración de acuerdo a un algoritmo de probabilidad geométrico, al cabo de la cual si todavía hay una estación transmitiendo espera a ver si hay algo en el medio. Si lo hay se espera hasta el próximo ciclo, si no se empieza a transmitir.
3. Se transmiten los datos en la fase correspondiente.

NPMA funciona en ciclos de acceso al canal. Esto es ilustrado en la figura 6, allí se encuentran dos ciclos de acceso al canal: el ciclo de acceso al canal “canal libre” y el ciclo de acceso al canal sincronizado.

Figura 6. Ciclos de acceso al canal NPMA



El ciclo de acceso al canal "canal libre", comprende solo la transmisión de fase, toma lugar en la condición de canal libre cuando el medio es considerado libre. El ciclo de acceso al canal sincronizado comprende series de priorización, contención y transmisión de fases, toma lugar en la condición de canal sincronizado cuando la sincronización al final del ciclo de acceso al canal previo es realizada, cada intento de acceso al canal es asociado con una prioridad de acceso al canal.

Durante la fase de priorización, la resolución de prioridad es ejecutada de acuerdo a un esquema de resolución de prioridad que garantiza que aquellos datos con la prioridad de acceso al canal mas alto "sobrevivan" esta fase. Luego en la fase de contención los datos "compiten" por el derecho a la resolución de acuerdo a un

esquema de resolución de contención que garantiza que los datos tienen la misma oportunidad de acceder a la transmisión. Finalmente, si una transmisión de datos obtiene el derecho a transmitir en la fase de contención, esta transmite sus datos en la fase de transmisión.

3.2.3 HCQoS

Define el siguiente parámetro HIPERLAN CAC Quality of Service: Prioridad de acceso al canal.

La prioridad de acceso al canal se definió en NPMA. La tabla 5 muestra un resumen de los valores permitidos en los parámetros de prioridad de acceso al canal

Tabla 5. Valores permitidos de prioridad de acceso al canal

Parameter	Valid range of value	Default value
Channel access priority	0 - 4 (see note)	4
NOTE: The numerically lower value indicates higher channel access priority.		

All values are integer

3.2.4 Especificación del protocolo HIPERLAN CAC.

Suministra el servicio HIPERLAN CAC y asume los recursos de la capa física. Soporta un tamaño máximo de HCSDU (unidad de datos HCS) de 2422 octetos y especifica las operaciones de EY-NPMA; función de autorización del canal, función de transferencia de datos al usuario y la función de transferencia de HCPDU.

NOTA: Para ver más información acerca EY-NPMA ver Anexos.

3.3 Subcapa MAC

3.3.1 Características

El nivel MAC de HIPERLAN define características de topología, bajo consumo, seguridad y ruteo Multi-Hop.

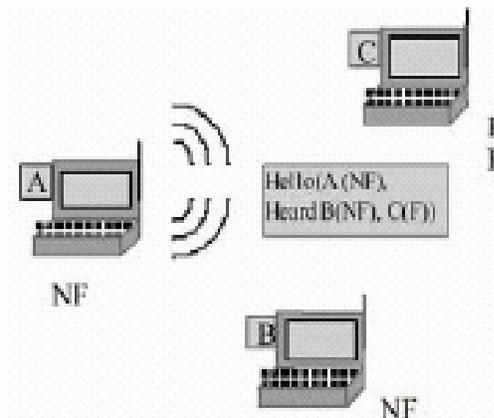
Prioridad: A diferencia de IEEE 802.11 donde la prioridad está inmersa en el Espacio entre Tramas (ISF), por lo que es fija, en HiperLAN la prioridad cambia dinámicamente y se utilizan los siguientes parámetros para calcularla:

Tiempo de Vida de los paquetes y Prioridad de Usuario.

Como el tiempo de vida de los paquetes se actualiza constantemente, la prioridad se incrementa con el tiempo; cuando el paquete esta a punto de expirar, su prioridad se incrementa al punto más alto.

Ruteo Multi- Hop (Multi- saltos): Periódicamente cada estación Dice “Hola” a las demás, para descubrir la red. Ciertos tipos de mensajes tienen la lista de los “vecinos”, estos mensajes son enviados por los “Forwarders” que son estaciones encargadas de construir el mapa completo de la HIPERLAN. De esta manera se pueden re-enviar paquetes. Esto se muestra en la figura 7

Figura 7. Ruteo Multisaltos



Ahorro de Energía: En HIPERLAN las estaciones acuerdan un periodo en el cual se “despiertan” para solicitar los datos, algunos nodos pueden almacenar los datos hasta que se despierten los dueños. Se usan los roles de p-saver, una estación se despierta cuando va a recibir una HMPDU; y p-supporter, una estación se despierta cuando va a transmitir una HMPDU a sus p-savers.

3.3.2 Diferenciación HIPERLAN

Si un canal de radio de HIPERLAN es compartido, se puede presentar una situación de superposición, en la que múltiples radios de HIPERLANs se traslapan en el mismo canal de radio. Debido al limitado rango de radio, los nodos de HIPERLAN móviles y las condiciones de propagación adversas, se puede dar la fragmentación HIPERLAN, en la que una HIPERLAN es dividida en múltiples subconjuntos de comunicaciones. Por consiguiente, una HIPERLAN necesita ser identificable, así que una HIPERLAN fragmentada puede recombinarse automáticamente siempre que las condiciones de radio lo permitan.

La superposición HIPERLAN y las situaciones de fragmentación exigen una identificación HIPERLAN única o diferentes HIPERLAN pueden mezclar su comunicación. Desafortunadamente, la identificación HIPERLAN única requiere inevitablemente alguna clase de ordenación administrativa que hace las redes ad-hoc imprácticas. En contraste, aunque las comunicaciones HIPERLAN mezcladas

pueden aumentar la preocupación acerca de la confidencialidad, esto no introduce un nuevo problema porque la confidencialidad es siempre un problema por el entorno del radio.

Por consiguiente, el protocolo de HIPERLAN MAC usa un esquema de identificación HIPERLAN que no obliga una identificación HIPERLAN única. Esto implica que pueden ocurrir comunicaciones HIPERLAN mezcladas e HIPERLANs indistinguibles, pero el esquema de identificación HIPERLAN asegura que esto puede ser estadísticamente improbable.

3.3.2.1 Esquema de identificación HIPERLAN

En este esquema, cada HIPERLAN es asignada a un identificador numérico y un carácter basado en el nombre de la HIPERLAN.

El identificador es usado por el protocolo MAC para distinguir la comunicación HIPERLAN MAC perteneciente a las diferentes HIPERLANs. Si el identificador se asigna dinámicamente para hacer parte en la superposición, es menos probable que ocurran comunicaciones HIPERLAN MAC mezcladas e HIPERLANs indistinguibles. Un identificador especial, Any_HIPERLAN, está reservado para permitir la comunicación con estaciones pertenecientes a cualquier HIPERLAN y

no serán asignados como el identificador de una HIPERLAN específica. La tabla 6 muestra los valores validos del identificador HIPERLAN.

Tabla 6. Valores validos de identificador HIPERLAN

All values are integer

HIPERLAN identifier	Valid range of value or reserved value	Description
Any_HIPERLAN	0	It identifies any (non-specific) HIPERLAN and shall not be assigned as the HIPERLAN identifier of a specific HIPERLAN.
-	$1 - (2^{31}-1)$	It identifies a specific HIPERLAN, which does not apply the HIPERLAN encryption-decryption scheme and therefore never encrypts data.
-	$2^{31} - (2^{32}-1)$	It identifies a specific HIPERLAN, which applies the HIPERLAN encryption-decryption scheme and therefore may encrypt data.

El nombre de la HIPERLAN puede identificar una HIPERLAN y es usado solamente por usuarios HMS (HIPERLAN MAC Service) como medio para explorar las HIPERLANs disponibles. Es práctico colocar el nombre de la HIPERLAN de acuerdo al propósito de esta; y es una trama de longitud fija de 32 bits con implementación nivel 3 de acuerdo a ISO/IEC 10 646-1

3.3.3 Confidencialidad en la comunicación

Como un canal de radio es ilimitado y disponible, la confidencialidad de la comunicación es una preocupación porque no alcanza el mismo nivel que en una

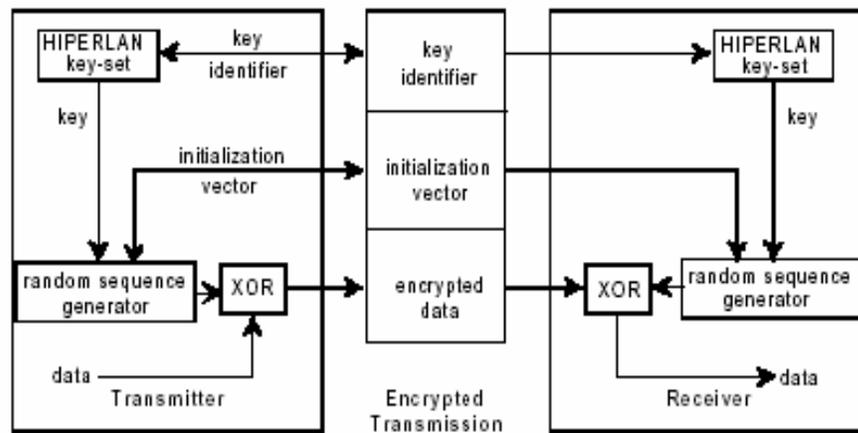
red cableada. Por consiguiente, el protocolo de HIPERLAN MAC usa un esquema de encriptación-desencriptación para suministrar la comunicación con un mínimo de medida contra captación por estaciones ú otras HIPERLANs. Sin embargo, el esquema de encriptación-desencriptación no requiere necesariamente que los datos sean encriptados.

3.3.3.1 Esquema de encriptación-desencriptación

Este esquema usa un algoritmo sencillo que requiere una clave idéntica y un vector de inicialización idéntico para las operaciones de encriptación y desencriptación correspondientes. En este esquema, todas las estaciones usan un conjunto común de cero ó más claves, referidas como el conjunto de claves HIPERLAN, para las operaciones de encriptación y desencriptación. Este esquema permite una operación de encriptación-desencriptación para ser aplicada con cualquier clave independientemente seleccionada del conjunto de claves de HIPERLAN. Cada clave en el conjunto de claves de HIPERLAN es identificada por un identificador de clave único y un identificador de clave especial es reservado para identificar las claves no solicitadas. El identificador de clave es transmitido con los datos encriptados al receptor, así que el receptor puede determinar la clave exacta del conjunto de claves de HIPERLAN para ser usado en la desencriptación.

Cualquier vector de inicialización puede ser independientemente seleccionado para usarlo en la operación de encriptación-desencriptación. Si la operación de encriptación-desencriptación no se solicita, el vector de inicialización no es requerido. El vector de inicialización también es transmitido con los datos encriptados al receptor para la desencriptación. La figura 8 muestra las operaciones del esquema de encriptación-desencriptación

Figura 8. Esquema de encriptación – desencriptación



3.3.4 HMQoS

Se definen los siguientes parámetros HIPERLAN MAC Quality of Service prioridad del usuario, tiempo de vida MSDU, tiempo de vida residual MSDU,

Prioridad del usuario: Especifica la importancia relativa de una MSDU con respecto al uso de recursos compartidos en el proveedor HMS. La tabla 7 muestra un resumen de los valores validos del parámetro de prioridad del usuario.

Tabla 7. Valores validos de prioridad del usuario

<i>All values are integer</i>		
Parameter	Valid range of value	Default value
User priority	0 - 1 (see note)	1
NOTE: The numerically lower value indicates higher user priority.		

Tiempo de vida MSDU: Especifica el máximo tiempo transcurrido entre una solicitud de transferencia MSDU en la fuente MSAP y la correspondiente entrega en el MSAP destino. La tabla 8 muestra un resumen de los valores validos del tiempo de vida MSDU

Tabla 8. Valores validos de tiempo de vida MSDU

<i>All values are integer, in milliseconds</i>		
Parameter	Valid range of value	Default value
MSDU lifetime	0 - 16 000	500

Tiempo de vida residual MSDU: Especifica la cantidad de tiempo que resta del tiempo de vida MSDU después del retardo de tránsito experimentado entre una solicitud de transferencia MSDU en la fuente MSAP y la correspondiente entrega en el MSAP local. La Tabla 9 muestra un resumen de los valores válidos del tiempo de vida residual MSDU.

Tabla 9. Valores válidos de tiempo de vida residual MSDU

All values are integer, in milliseconds

Parameter	Valid range of value
Residual MSDU lifetime	0 - 16 000

3.3.4.1 Reporte de falla HMQoS

Cuando una solicitud de transferencia MSDU no es soportada exitosamente por el proveedor HMS, la estación la cual sirve para enviar al usuario HMS no se puede dar por enterado. Sin embargo, si la estación detecta que la solicitud de transferencia MSDU por su usuario HMS ha fallado porque el tiempo de vida MSDU expira, deberá invocar el servicio de reporte de falla HMQoS para informar a su usuario HMS de la falla.

El servicio de reporte de falla HMQoS puede por consiguiente ayudar al usuario HMS a corregir las medidas HMQoS en solicitudes de transferencia MSDU subsecuentes.

4. HIPERLAN TIPO 2

Luego de la obtención del estándar HIPERLAN 1 se comenzó un proyecto para especificar una versión inalámbrica de ATM, la cual opera como un sistema controlado centralmente. El proyecto de "Wireless ATM" se denominó HIPERLAN Tipo 2 (HIPERLAN 2). La velocidad de transmisión es de 54 Mbps. Este aumento en la velocidad se logró gracias al esquema de canalización utilizado que es el OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Por lo que respecta a las conexiones que se pueden establecer bajo esta especificación, en una red de HIPERLAN 2 los datos se transmiten en conexiones entre el MT (Terminal Móvil) y el AP (Punto de Acceso). Hay dos tipos de conexiones, bidireccional punto a punto, y unidireccional punto a multipunto y siempre en sentido hacia el MT.

Características: Orientado a conexión; soporte de QoS (Quality of Service), esta característica es necesaria para soportar tráfico desde aplicaciones como navegación Web hasta teleconferencia; selección automática de frecuencia que evita problemas de ecos e interferencias; soporte para terminales en movimiento mediante protocolos de paso de testigo ("handover") entre distintos puntos de acceso; bajo consumo energético, por la regulación de potencia de emisión todas las señales de los terminales deben llegar con la misma potencia.

Las especificaciones de HIPERLAN 2 son desarrolladas por ETSI BRAN, responsable de la estandarización con ETSI para redes de acceso por radio de banda ancha.

HIPERLAN 2 es un estándar Radio LAN flexible diseñado para suministrar acceso de alta velocidad (hasta 54 Mbps en la capa física) a una variedad de redes incluyendo redes móviles 3G, redes ATM y redes basadas en IP; y también para uso privado como un sistema de LAN inalámbrica. Las aplicaciones básicas incluyen datos, voz y video, con parámetros específicos de calidad de servicio (QoS). Los sistemas HIPERLAN 2 pueden ser desarrollados en oficinas, salones de clases, casas, fábricas, áreas de exhibición y generalmente donde la transmisión por radio es una eficiente alternativa o una tecnología complementaría a la cableada.

ETSI Proyecto BRAN también pone su atención en el funcionamiento de las especificaciones de prueba para el estándar central de HIPERLAN 2, hasta asegurar la interoperabilidad de los dispositivos y productos producidos por diferentes vendedores. Las especificaciones de prueba incluyen tanto radio y protocolos de prueba. En desarrollo de estas especificaciones de prueba, ETSI es soportado por el Foro Global HiperLAN 2 (H2GF), un consorcio mundial de líderes en comunicaciones y de información tecnológica, que se han unido para asegurar la realización del estándar HIPERLAN 2 y promoverlo a nivel mundial.

EP BRAN estuvo trabajando con IEEE-SA (Grupo de trabajo 802.11) y con MMAC en Japón (Grupo de trabajo en Acceso de Alta Velocidad en Redes inalámbricas) para convenir los sistemas desarrollados por tres asociaciones en 5 GHz.

Después de completar los reportes técnicos (TRs) que contienen los Requerimientos (**TR 101 031**) y los sistemas de visión general (**TR 101 683**), la primera versión del estándar HIPERLAN/2 fue publicado en Abril del 2000. Este incluye las especificaciones:

Tabla 10. Especificaciones de HIPERLAN 2

Numero ETSI	Titulo
TS 101 475	Capa Física
TS 101 761-1	Capa Control de Enlace de Datos (Data Link Control (DLC)); Parte 1: Funciones Básicas De Transporte De Datos.
TS 101 761-2	Capa Control de Enlace de Datos (Data Link Control (DLC)); Parte 2 : Sub-Capa Control de Enlace de Radio (Radio Link Control (RLC))
TS 101 493-1	Capa De Convergencia Basado En Paquetes; Parte 1: Parte general
TS 101 493-2	Capa De Convergencia Basado En Paquetes; Parte 2: Sub-Capa Convergencia Especificaciones de Servicio Ethernet (SSCS)
TS 101 763-1	Capa de Convergencia Basadas en Celda; Parte 1: Parte General
TS 101 763-2	Capa de Convergencia Basadas en Celda; Parte 2: Parte de Especificaciones de Servicio UNI.

La primera versión fue seguida por la publicación para el entorno de utilizaciones en hogares (**TS 101 761-4**) en Junio del 2000. HIPERLAN 2 usa conexiones de multiplexación por división de tiempo, es orientado a conexión, ya sea bidireccional punto a punto o unidireccional punto-multipunto. Hay también un canal broadcast dedicado a través del cual el tráfico de un AP alcanza todas las terminales.

El punto de acceso HIPERLAN 2 tiene un soporte integrado para la fijación automática del cambio de frecuencia dentro del área de cubrimiento de los AP's. Esto es realizado por la función Dinámica Frequency Selection (DFS). Un canal apropiado del radio es seleccionado basado en dos canales del radio que están ya en uso por otro AP y el de minimizar la interferencia con el ambiente. Así, no hay necesidad de que se establezca una frecuencia de forma manual para redes celulares como GSM.

A diferencia de otros sistemas basados en radios, el tráfico en una LAN es intrínsecamente aleatorio. Esto puede causar serios problemas con relación al rendimiento específico, porque el desempeño es uno de los factores más importantes de las LANs inalámbricas. En HIPERLAN 2, a cada conexión le es asignado un nivel relativo simple de prioridad o un QoS específico en términos de ancho de banda, delay, tasa bit de error, etc.

4.1 RADIO Y ESPECTRO

El estándar puede soportar muchas antenas para mejorar el presupuesto de enlace y reducir la interferencia dentro de la red. Esto también define un conjunto de protocolos (mediciones y señalización) para suministrar soporte a un número de funciones de la red, como Selección de Frecuencia Dinámica (DFS), adaptación del enlace, handover, y control de potencia. El sistema localizará automáticamente la frecuencia a cada punto de acceso para las comunicaciones. Esto es ejecutado por el DFS, el cual permite que varios operadores compartan el espectro disponible evitando el uso de frecuencias interferidas.

Para hacer frente a la variación del radio enlace (condiciones de interferencia y propagación), se utiliza un esquema de adaptación del enlace. Esto es con la finalidad de mantener el enlace de comunicaciones con una relación de señal a ruido baja, para QoS. Basado sobre las mediciones de la calidad del enlace, la razón de datos en la capa física es adaptada hasta la calidad del enlace en uso. El Control de potencia en el transmisor es soportado tanto en el terminal móvil (uplink) como en el punto de acceso (downlink). El Control de potencia uplink es principalmente usado para simplificar el diseño del punto de acceso receptor evitando el control automático de ganancia en el punto de acceso. El principal objetivo del control de potencia downlink es satisfacer la requisitos normativos en

Europa para disminuir la interferencia a otros sistemas usando la misma banda de 5 GHz.

4.2 MODOS DE OPERACION

Para cumplir sus objetivos, HIPERLAN 2 cuenta con una topología de red celular combinada con una capacidad de red Ad hoc. Soporta dos modos básicos de operación: modo centralizado y modo directo. *El modo centralizado* es usado en la topología de Red Celular donde cada célula ó celda de Radio es controlada por un punto de acceso cubriendo una cierta área geográfica. En este modo, un terminal móvil “habla” con otro terminal móvil o con una Red central por medio de un punto de acceso. Este modo de operación es principalmente usado en aplicaciones empresariales, tanto interior y exterior (indoors y outdoors), donde una área mucho mas grande que una célula de radio tiene que ser cubierta. *El modo directo* es usado en topología redes ad-hoc, principalmente en el hogar donde una celda de radio cubre toda el área de servicio. En este modo, los terminales móviles en una red de celda única pueden intercambiar datos directamente.

4.3 SEGURIDAD

Dado que las señales inalámbricas viajan a través de un medio compartido, este medio puede ser accedido y se podría interceptar las comunicaciones que se están llevando a cabo; por ello, se debe utilizar un mecanismo de autenticación y encriptación cada vez que se implemente un sistema inalámbrico de transmisión de datos. La autenticación puede ser en sistema abierto o por clave compartida. En el primer caso, una estación puede solicitar autenticación y de este modo aceptará o rechazará solicitudes que provenga de otras estaciones. El AP y los MT pueden autenticar para asegurar el acceso a la red o para un operador válido de la red. En el caso de clave compartida, solamente las estaciones que poseen una clave secreta y encriptada, podrán ser autenticadas. La encriptación puede ser usada sobre conexiones ya establecidas para protección. En HIPERLAN, En cada comunicación lo nodos reciben un HIPERLAN ID (HID) y un nodo ID (NID). La combinación de estos dos IDs excepcionalmente identifica cualquier estación, y restringe la manera que puede asociar a otros nodos HIPERLAN. Todos los nodos con el mismo HID pueden comunicarse con otro usando un enrutamiento dinámico mecanismo que denota totalmente el reenvío de la Intra-HIPERLAN.

El soporte handover posibilita la movilidad de los MTs. El esquema handover es iniciado en MT, o sea el MT utiliza el AP con la mejor señal que ya es medido por ejemplo para la relación S/N (señal/ruido), y como el usuario se mueve alrededor,

todos las conexiones establecidas se mueven al AP con el mejor desempeño de radiotransmisión, mientras los MT se quedan asociados a la red de HIPERLAN 2.

4.4 CONSUMO DE POTENCIA

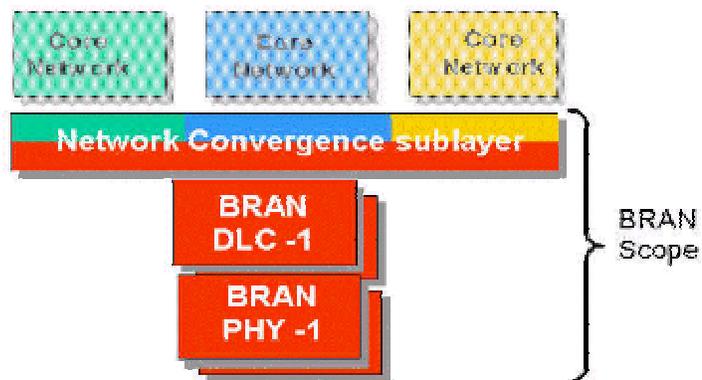
Reducir el consumo de potencia que consiste en entrar en estados de bajo consumo ó de consumo nulo en caso de haber transcurrido un cierto tipo de inactividad puede ocasionar problemas, ya que puede perderse información durante estos periodos de reposo; para solucionar esto, los puntos de acceso tienen buffers que les permiten almacenar colas de mensajes que vayan hacia estaciones que están 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.

El mecanismo de conservación de potencia en HIPERLAN 2 se basa en negociación de periodos de reposo iniciada en MT. EL MT solicita al AP, para un estado de baja potencia y un período específico de reposo. En la expiración del período de reposo, los MT sondean para una indicación de retorno a partir del AP, y en la ausencia de estos periodos de reposo el pasa al siguiente período, y así sucesivamente. Los MT reciben cualquier dato pendiente como el período de reposo expirado. Los diferentes períodos de reposo son soportados dependiendo de lo requisitos.

4.5 ARQUITECTURA

HIPERLAN 2 puede ser usado con una variedad de redes. Esto es posible debido a la flexibilidad de la arquitectura aplicada por todos los estándares BRAN, en el cual define una capa física (PHY) y una capa de control de enlace de datos (DLC) y un conjunto de especificaciones de las capas de convergencia (CL) en la parte superior de la capa DLC (Ver figura 9).

Figura 9. Arquitectura HIPERLAN 2



4.6 CAPA FÍSICA

La capa física traza un mapa de las MAC PDUs hasta PHY PDUs y adiciona señalización física como parámetros de sistema y el encabezamiento para la señal de sincronización RF. La modulación de la señal esta basada en la

Multicanalización por División Ortogonal De Frecuencia (OFDM) con varias sub-portadoras moduladas y envío de corrección de error que permiten poner varias configuraciones en el canal. Los principales parámetros tienen los siguientes valores:

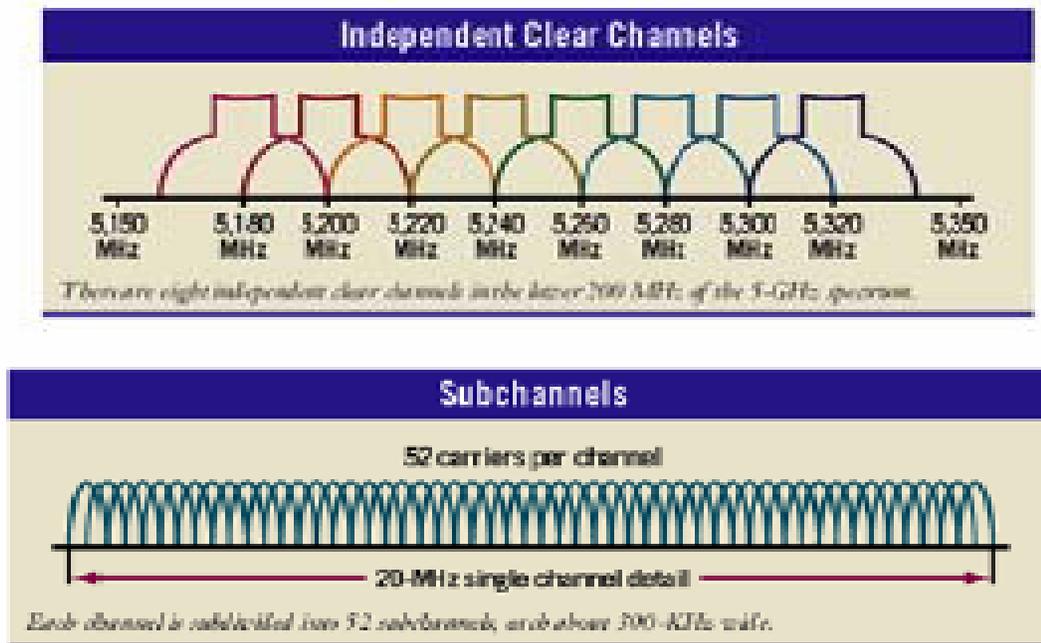
- ▶ Número de sub-portadoras usadas: 52, donde 48 sub-portadoras son usadas para datos y el resto para corrección de errores.
- ▶ Espacio de canal: 20 MHz.
- ▶ Rata de muestreo: 20 Muestras/s.
- ▶ Modulación de la sub-potadora: BPSK, QPSK, 16QAM y 64QAM.
- ▶ Soporte de razón de datos: 6, 9, 12, 18, 27, 36, 54 Mbps.
- ▶ Interpolación: Bloque de interpolación con el tamaño de un símbolo OFDM (4 microsegundos).

4.6.1 Multicanalización OFDM

Es un esquema de canalización que ofrece ventajas sobre el espectro ensanchado en cuanto a disponibilidad del canal y tasa de datos. La disponibilidad del canal es significativa porque hay más canales independientes disponibles, así la red se vuelve más escalable.

La alta tasa de datos se logra combinando muchas sub-portadoras de baja velocidad para crear un canal de alta velocidad. Con OFDM se define un total de 8 canales sin traslapamiento de 20 MHz; cada uno de estos canales se divide en 52 sub-portadoras, de aproximadamente 300 KHz de ancho como se muestra en la figura 10

Figura 10. Multicanalización OFDM



Las sub-portadoras se transmiten en "paralelo ", significando que se envían y se reciben simultáneamente. El dispositivo receptor procesa estas señales individuales, cada una representa una fracción de los datos totales que, juntos,

crean la señal real. Con estas múltiples sub-portadoras abarcando cada canal, una enorme cantidad de información puede ser enviada de una vez.

4.6.2 Técnicas de modulación

BPSK, usado para codificar 125 Kbps de datos por canal, es decir, una velocidad de datos de 6 Mbps; con QPSK se dobla la cantidad de datos codificados produciendo una velocidad de datos de 12 Mbps; usando 16-QAM se logra una tasa de datos de 24 Mbps (codificando 4 bits por hertz) y con 64-QAM se obtiene una velocidad de datos de 54 Mbps, (produce 8 bits por ciclo o 10 bits por ciclo).

OFDM provee flexibilidad considerando la realización de las diferentes alternativas de modulación. Siete diferentes modos de la capa PHY (modos PHY) son especificados en la tabla 11:

Tabla 11. Modulación HIPERLAN 2

Mode	Modulation	Code rate	PHY bit rate	Bytes/OFDM
1	BPSK	$\frac{1}{2}$	6 Mbps	3.0
2	BPSK	$\frac{3}{4}$	9 Mbps	4.5
3	QPSK	$\frac{1}{2}$	12 Mbps	6.0
4	QPSK	$\frac{3}{4}$	18 Mbps	9.0
5	16QAM	$\frac{9}{16}$	27 Mbps	13.5
6	16QAM	$\frac{3}{4}$	36 Mbps	18.0
7	64QAM	$\frac{3}{4}$	54 Mbps	27.0

4.6.2.1 BPSK y QPSK: Con la transmisión por desplazamiento de fase binaria (BPSK) son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia de portadora. Conforme la señal digital de entrada cambia de estado, la fase de la portadora de salida se desplaza entre dos ángulos que están 180° fuera de fase; una fase de salida representa un 1 lógico y la otra un 0 lógico; en BPSK la razón de baudios es igual a la razón de cambio de entrada y el ancho de banda de salida más amplio ocurre cuando los datos de entrada son una secuencia alternativa de 1/0. A diferencia de BPSK, en la transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria

(QPSK) son posibles cuatro fases de salida, para una sola frecuencia de portadora; por tal motivo es necesario que existan cuatro condiciones diferentes de entrada, esto se logra con dos bits (dibits). Por tanto, para cada dibit de 2 bits introducidos al modulador, ocurre un solo cambio en la salida, entonces se tiene que la razón de baudio es la mitad de la razón de bit de entrada. La separación angular entre cualquiera de dos factores adyacentes, en QPSK es de 90° , de aquí que una señal QPSK pueda experimentar un cambio en fase de $+45^{\circ}$ o de -45° , durante la transmisión y, todavía, retener la información correcta codificada al demodular en el receptor.

4.6.2.2 QAM: En la modulación de amplitud en cuadratura (QAM) la información digital esta contenida, tanto en la amplitud como en la fase de la portadora transmitida; para alcanzar 54 Mbps, HIPERLAN 2 utiliza la modulación 64QAM para colocar la máxima cantidad de información posible (permisible por el estándar) en cada subportadora. A diferencia de PSK, la señal de salida de un modulador de QAM no es una señal de amplitud constante. En 16QAM los datos de entrada binaria se dividen en cuatro canales; y hay un cambio en la señal de salida (en fase, amplitud o ambos), para cada 4 bits de datos de entrada, en consecuencia se obtiene una razón de baudio cuatro veces menor que la razón de bits de entrada

4.7 CAPA DE CONTROL DE ENLACE DE DATOS. DLC

La capa de Control de Enlace de datos (DLC) incluye funciones de acceso al medio y transmisión (plano de usuario) así como también terminal/user y manipulación de conexión (controlplane). Consta de las siguientes subcapas (ver Figura 11): el protocolo de Control de Error (o Logical Link Control, LLC), Protocolo de control de acceso al medio (MAC) y El protocolo de Control de radio enlace (también conocido como RCP) con la asociación de (DLC Connection Control, el radio Resource Control (RRC) y Association Control Function (ACF)

Figura 11. Subcapas de la capa DLC

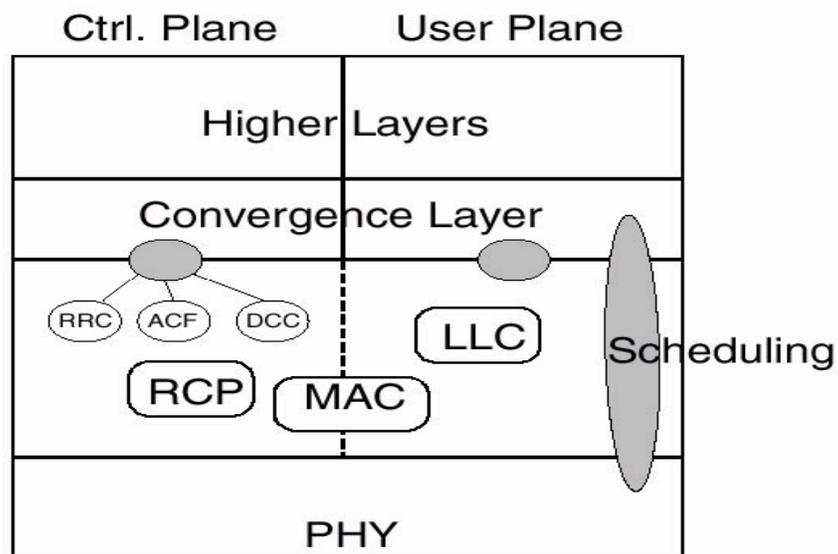


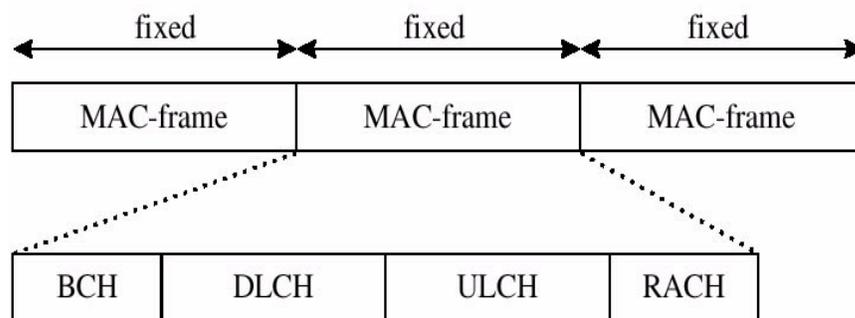
Tabla 12. Función de las subcapas de la capa DLC

LLC	Logical Link Control	Cuando el radio enlace no es confiable. Este provee los medios para lograr el enlace por medio de los protocolos de Retransmisión y detección de error.
MAC	Médium AccessControl	Se encarga de distribuir la capacidad del radio enlace entre los diferentes MT's y sus conexiones. Los AP son los encargados de hacer esta distribución.
RCP	Radio link Control Protocol	Suministra las siguientes funciones:
DCC	DLC Connection Control	Se encarga del control de conexión DLC, por ejemplo el procedimiento de instalación de una conexión y monitoreo de la misma
RRC	Radio Resource Control	Se encarga de la manipulación del recurso de radio, monitoreo del canal, selección del canal, etc.
ACF	Association Control Function	Se encarga del procedimiento de asociación como del procedimiento de reasociación

El protocolo MAC es usado para el acceso al medio (el radio enlace). El control está centralizado para el AP, el cual informa a los MTs, cuándo tengan permiso de enviar datos. La interfaz se basa en time-division duplex (TDD) y dynamic time-division multiple access (TDMA), lo que permite comunicación simultánea en ambos sentidos downlink y uplink dentro del mismo límite de tiempo.

El formato de la trama MAC consta de cuatro elementos: Channel Broadcast (BCH), Down Link (DL), Up Link (UL), y Random Access (RA). Excepto por el control broadcast, la duración de los campos está dinámicamente adaptada para la situación actual de tráfico. El DLC esta basado sobre la organización eficiente de la trama MAC (Ver figura 12). La trama MAC y los canales de transporte forman la interfaz entre el DLC y el PHY.

Figura 12. Trama MAC



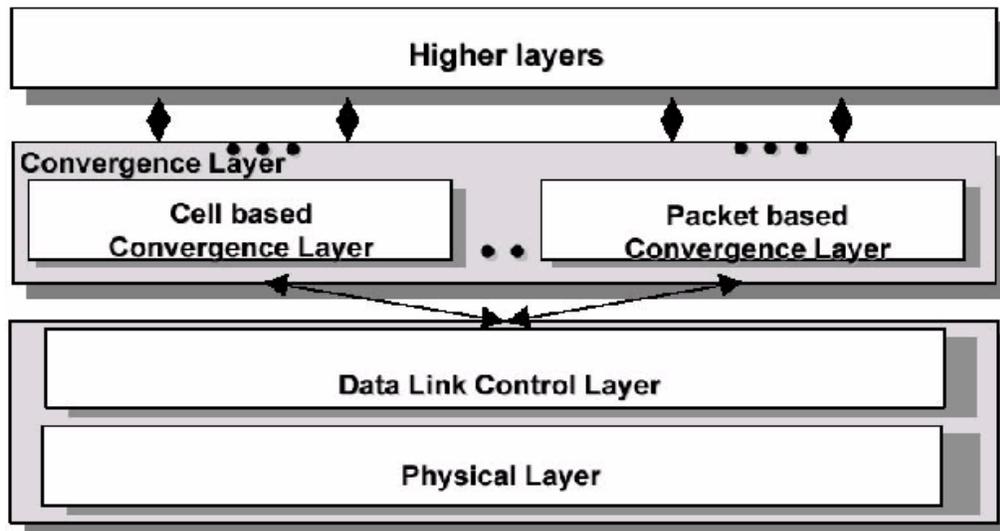
4.8 CAPA DE CONVERGENCIA. CL

La CL tiene dos funciones principales: Adecua solicitudes de servicio de las capas superiores a los servicios ofrecidos por el DLC y convierte los paquetes de capas superiores en paquetes de tamaño fijos usados en la DLC. Esta función hace posible implementar a DLC y PHY que son independientes de la red fija para la cual la red del HIPERLAN 2 está conectada.

La capa de Convergencia esta bien desarrollada por aplicaciones Ethernet (basado en IP), centro de redes basadas en celdas como ATM y por IEEE1394 protocolos y aplicaciones.

Hay actualmente dos tipos de CLs definidos: basada en células o celdas y basada en paquetes. Lo anterior es para lograr la interconexión a redes ATM, y el otro es usado en una variedad de configuraciones dependiendo del tipo de red. La figura 13 muestra la capa LC y sus tipos.

Figura 13. Capa LC y tipos



QoS

HiperLAN 2 implementa la calidad de servicio por medio de ranuras de tiempo (slots). Los parámetros del QoS incluyen ancho de banda, tasa de error de bits, latencia, y jitter. La petición original por un terminal móvil para enviar datos usan los time slots que son ubicados para el acceso aleatorio. Las colisiones de otras terminales móviles pueden ocurrir en este canal de acceso aleatorio, pero como estos mensajes son breves esto no representa un problema.

Los AP's ganan acceso ubicando time slots específicos para una duración específica, los cuáles son llamados canales de transporte. La terminal móvil

entonces envía datos sin interrupción de otras terminales móviles operando en esa frecuencia. Un canal de control provee retroalimentación para el remitente, indicando si los datos fueron recibidos con error y sí es necesario ser retransmitido.

Soporte de audio y video

Si se analizan las aplicaciones que puede soportar esta tecnología, podríamos por empezar la velocidad que maneja. Dado que se basa en la tecnología OFDM teóricamente se alcanzan 54Mbps. Esto hace que se pueda soportar las aplicaciones de video y audio.

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 esta condición es la posible anulación de las señales en el trayecto; para ello, el procesador de banda base discrimina 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.

Se reduce la interferencia con la confirmación de los mensajes ACK a nivel de la capa MAC lo cual hace mas 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 secuencia.

5. HIPERACCESS

ETSI Project Broadband Radio Access Networks (EP BRAN) ha aprobado las especificaciones técnicas (para la capa física y capa DLC) para este estándar. El desarrollo de la capa de convergencia para soportar diferentes redes, como protocolo internet (IP), Ethernet y ATM, será completado posteriormente.

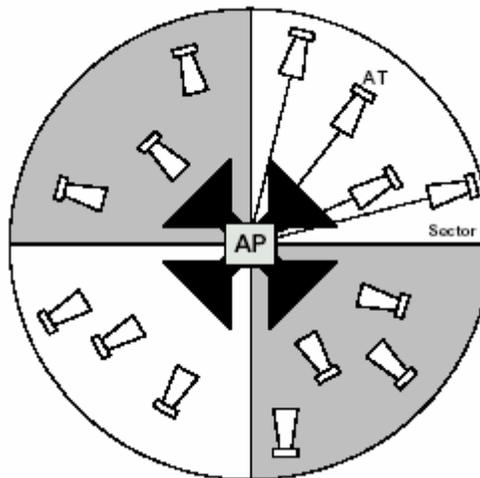
HIPERACCESS es un estándar interoperable diseñado para ofrecer acceso de banda ancha tanto al hogar como a PYMES, también para suministrar servicios a sistemas móviles como UMTS. HIPERACCESS es verdaderamente un sistema de banda ancha, y soporta tasas de bits de aproximadamente 100 Mbps.

Mr Jamshid Khun-Jush, presidente de ETSI Project BRAN, comenta: 'La realización de este estándar marca un hito significativo en el desarrollo de acceso inalámbrico de banda ancha. Esto brinda a los operadores de redes una importante herramienta para ofrecer banda ancha IP y servicios multimedia a sus clientes'. La especificación física de HIPERACCESS se encuentra en ETSI [TS101999](#); la especificación de la capa DLC no esta disponible aún.

5.1 ARQUITECTURA PUNTO – MULTIPUNTO (PMP)

Las redes **HIPERACCESS** cubren grandes áreas (por ejemplo ciudades). Una red típica consiste de un número de celdas, cada una cubriendo parte de un área. Cada celda operará en un modo PMP, donde un AP localizado generalmente en el centro de la celda, se comunica con un número de STAs (AT) que están dispersas en la celda; el número de STAs por portadora no debe ser mayor a 254 y por sector 256.

Figura 14. Configuración celular (4x90°)



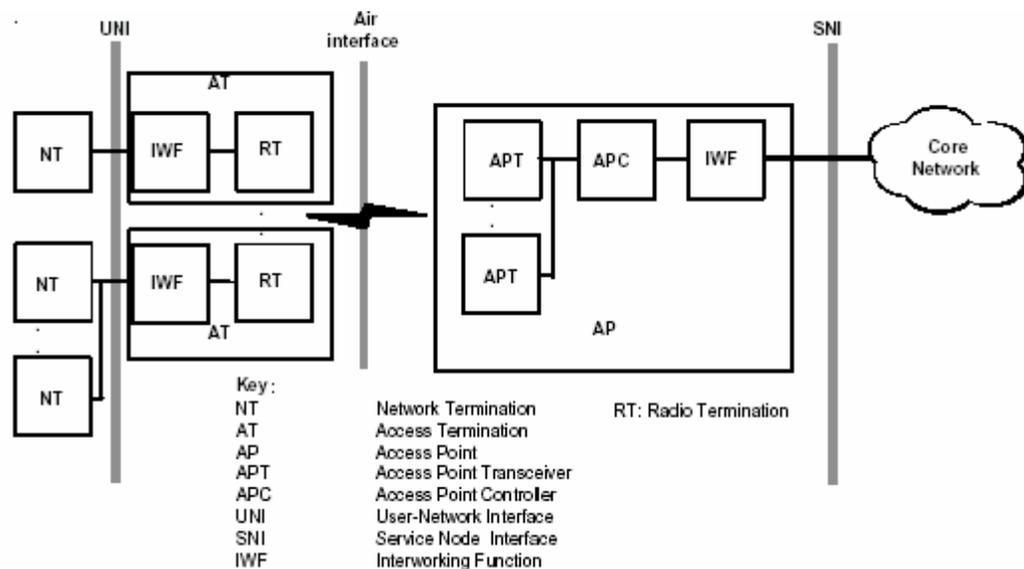
La figura 14 muestra una celda fraccionada en un número de sectores (por ejemplo 4) haciendo uso de antenas en el AP, incrementando la eficiencia del

espectro por la posibilidad de re-utilizar canales RF disponibles. Las condiciones de línea de vista son esenciales para la comunicación, las celdas pueden superponerse en la cobertura de las otras.

5.2 MODELO DE REFERENCIA HIPERACCESS E INTERFACES

El sistema de acceso al radio de HIPERACCESS conecta las interfaces de usuario (UNIs) a una interface de nodo de servicio (SNI) de una red de banda ancha (IP, ATM, LL)

Figura 15. Modelo de referencia HIPERACCESS



Como se muestra en la figura 15 el AP administra la comunicación de más de un sector. Para cada sector una o más antenas son colocadas para cubrir la región. La antena de la STA es direccional, apuntada al AP. En el lado de la STA, la interface de terminación de red (NT) conecta la STA con el usuario local de red (por ejemplo una LAN).

5.3 BANDAS NOMINALES DE FRECUENCIAS

HIPERACCESS esta destinada para operar en las siguientes bandas de frecuencias. El espectro disponible para HIPERACCESS en estas bandas dependerá de la frecuencia asignada en los países:

- 40,5 GHz a 41,5 GHz / 41,5 GHz a 43,5 GHz y 40,5 GHz a 42 GHz / 42 GHz a 43,5 GHz.
- 38,6GHz a 39,3 GHz / 39,3GHz a 40 GHz.
- 31,8 GHz a 32,6 GHz / 32,6 GHz a 33,4 GHz.
- 31,0 GHz a 31,3 GHz / 31,5 GHz a 31,8 GHz.
- 31 GHz a 31,075 GHz / 31,225 GHz a 31,300 GHz.
- 29,10 GHz a 29,25 GHz / 31.075 GHz a 31,225 GHz.
- 27,5 GHz a 28,5 GHz / 28,5 GHz a 29,5 GHz, y 27,5 GHz a 27,925 GHz / 27,925 GHz a 28,35 GHz.

- 24,5 GHz a 25,5 GHz / 25,5 GHz-26,5 GHz.
- 24,25 GHz a 24,45 GHz / 25,05 GHz a 25,25 GHz.

5.4 ANTENAS Y EIRP (potencia radiada isotrópica efectiva)

5.4.1 APT

En caso de los APT, diferentes clases son previstas dependiendo del tipo de antena en uso, como se muestra en la tabla 13. Cada clase de APT corresponde a un valor dado de EIRP. Las clases de APT son independientes de la banda de frecuencia y del ángulo del sector. La exactitud de ganancia de la antena debe ser ± 1 dB. La exactitud global EIRP será la suma de ganancia de la antena y la exactitud de la potencia de salida del Tx. El EIRP es reportado usando niveles nominales de valores máximos de potencia.

La clase APT 1 es la clase predeterminada, correspondiente a la ganancia mínima del sistema

Tabla13. Clases de APT, Ganancia de la antena y EIRP

APT class	Nominal antenna gain	Tx maximum output power	Nominal EIRP	Maximum EIRP
1	18 dBi	+15 dBm	+33 dBmi	+36 dBmi
2	21 dBi	+15 dBm	+36 dBmi	+39 dBmi
3	24 dBi	+15 dBm	+39 dBmi	+42 dBmi

5.4.2 STA

En caso de la STA, las diferentes ganancias de la antena están previstas dependiendo de la frecuencia de banda en uso, como se muestran en la tabla 14.

Los diferentes valores nominales (y máximo) EIRP estarán disponibles en cada frecuencia de banda.

La exactitud de la ganancia de la antena debe ser ± 1 dB. La exactitud global del EIRP será la suma de ganancia de la antena y la exactitud de la potencia de salida del Tx. El EIRP es reportado usando niveles nominales de potencia de salida en valores máximos.

Tabla 14. Ganancias de las antenas en STA y EIRP

Frequency band	Nominal antenna gain	Tx maximum output power	Nominal EIRP	Maximum EIRP
42 GHz	37 dBi	+14 dBm	51,0 dBmi	54,0 dBmi
32 GHz	35,5 dBi	+14 dBm	49,5 dBmi	52,5 dBmi
28 GHz	34,5 dBi	+14 dBm	48,5 dBmi	51,5 dBmi
26 GHz	33,5 dBi	+14 dBm	47,5 dBmi	50,5 dBmi

5.5 ESQUEMAS DUPLEX

Como el canal de comunicación entre la STA y el AP es bidireccional, se pueden establecer dos rutas de acceso, **downlink** (AP a STA) y **uplink** (de STA a AP).

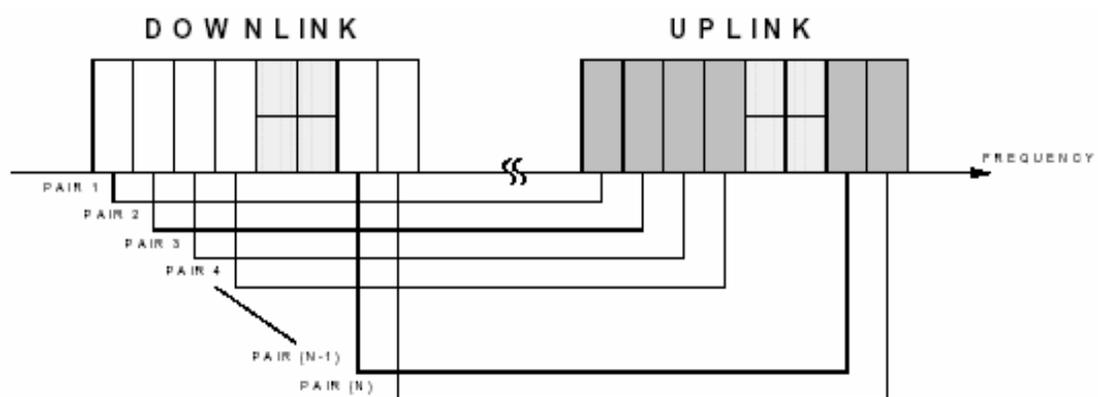
Dos esquemas duplex están disponibles, uno es basado en el dominio de la frecuencia y otro en el dominio del tiempo.

5.5.1 FDD

Frequency Division Duplex (FDD). Se divide el espectro disponible en un bloque de frecuencias downlink y otro grupo uplink (Ver figura 16). Un canal RF es en realidad un par de canales (uno del bloque downlink y otro del bloque uplink), por lo tanto transmisiones downlink y uplink son establecidas en canales de radio separados e independientes.

En HIPERACCESS los canales downlink y uplink deben ser de igual tamaño, 28 MHz de ancho. Por el espectro asignado, los canales downlink y uplink son separados equitativamente simplificando la arquitectura de radio requerida. En algunos casos se suministra una banda de guarda entre los bloques downlink y uplink.

Figura 16. FDD

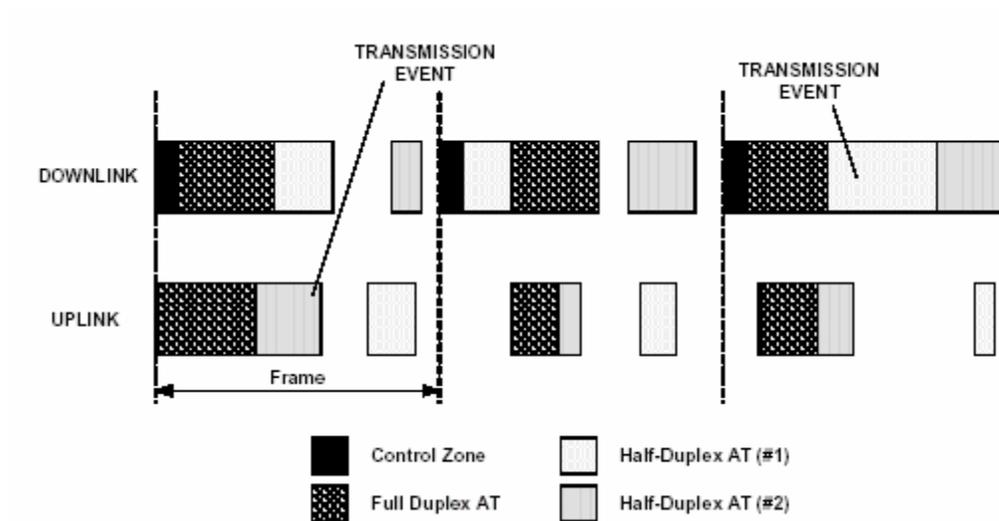


5.5.2 Half-FDD

En el caso FDD, si una STA está limitada a trabajar en half-duplex es posible que algunos parámetros de diseño dejen de trabajar correctamente (por ejemplo la comunicación) por tanto el costo de la STA disminuye. El reconocimiento de la capa DLC de las limitaciones de la STA pueden programar la recepción downlink y

la transmisión uplink. Además, el AP reconoce que la conmutación de la operación de transmisión a la de recepción (y viceversa) en la STA no es inmediata. La operación half-duplex es una característica solo de la STA.

Figura 17. H-FDD



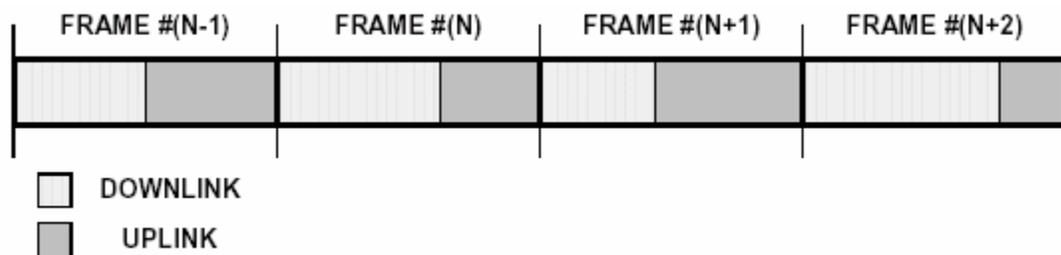
En HIPERACCESS la operación half-duplex en la STA es una característica opcional. Sin embargo, el AP debe soportar la STA, en la que se ha implementado esta característica.

5.5.3 TDD

En contraste a FDD, **Time Division Duplex (TDD)** hace uso de un solo canal RF para comunicación downlink y uplink(Ver figura 18). Las transmisiones downlink y uplink son establecidas compartiendo 'el tiempo' del canal y las transmisiones downlink y uplink no se traslapan. El tamaño del canal es de 28 MHz.

En TDD tanto el AP como la STA son half-duplex. El AP establece una trama basada en transmisión y asigna parte de esta trama para propósitos downlink y el resto para propósitos uplink. La razón entre el tiempo asignado para transmisiones downlink y uplink es configurable.

Figura 18. TDD



La operación TDD puede usar parámetros idénticos a los de FDD.

5.6 MODOS PHY ADAPTABLES

Cuando una portadora es compartida por más de una STA, los parámetros de modulación y codificación son establecidos de acuerdo a la STA la cual tiene la pérdida de ruta mas grande o es expuesta a la mayor cantidad de interferencia. El hecho que el operador desee maximizar el cubrimiento, la modulación y codificación en este caso será robusta, aunque el espectro sea ineficiente (por ejemplo 4QAM). En HIPERACCESS, el formato de modulación es basado en QAM.

Incluso si el tamaño de la celda es extremadamente reducido, se deben usar esquemas de modulación de un orden mayor (64QAM), las condiciones de auto interferencia (debidas a las multiceldas) dominaran e impedirán el servicio a un gran numero de STAs (punto muerto de cubrimiento)

HIPERACCESS hace uso de modos PHY adaptables para resolver estos problemas. Un modo PHY es una combinación preddefinida de parámetros de modulación y codificación. En contraste con otros sistemas de transmisión donde un solo modo PHY domina toda la transmisión, en el caso de HIPERACCESS se usa mas de un modo PHY empleando diferentes partes de la trama downlink. En uplink diferentes STAs usan diferentes modos PHY de acuerdo a las condiciones de su enlace individual.

El AP controla el uso de un modo PHY específico. Por ejemplo, si las condiciones del enlace se deterioran (por ejemplo la lluvia) entonces es de esperar que a más STAs se asignaran más modos PHY. Si en enlace se recupera, entonces las STAs tendrán más espectro. Aunque algunas veces las transmisiones uplink pueden emplear técnicas similares a las de downlink, habrá algunos casos donde será útil limitar la selección de los modos PHY para uplink debido a un comportamiento de interferencia, especialmente cuando el espectro disponible es reutilizado.

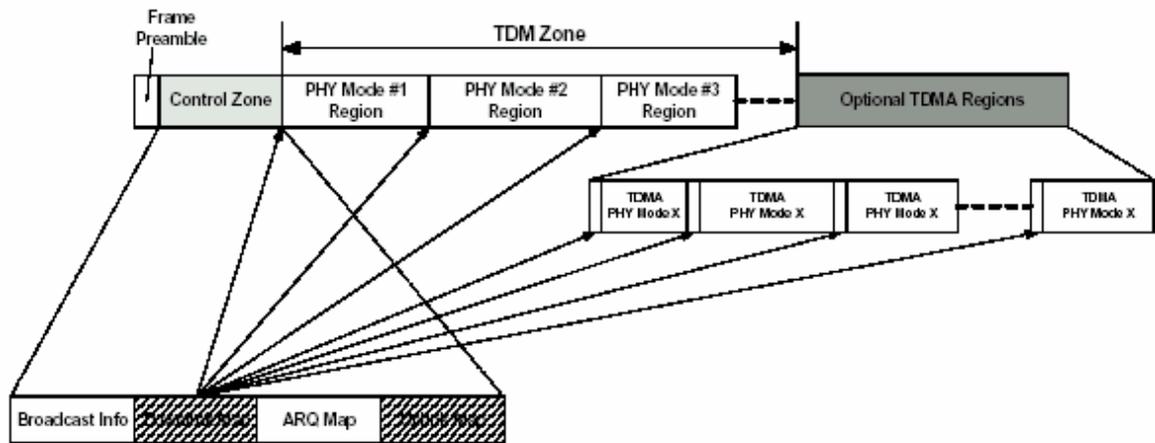
5.7 TECNICA DE MULTIPLEXACION Y ESTRUCTURA DE TRAMA

Downlink

Los datos transmitidos downlink a los diferentes STAs son multiplexados en el dominio del tiempo. Como HIPERACCESS hace uso de modos PHY adaptables, una trama consiste de varias regiones TDM (Ver figura 19). Cada región TDM es asignada con un modo específico PHY. Solo las STAs con la capacidad de recibir el modo PHY asignado pueden encontrar sus datos downlink multiplexados en la región TDM asociada. Para simplificar el proceso de demodulación, las regiones TDM son designadas en orden descendiente. Por ejemplo, una STA con excelentes condiciones de enlace, el cual es asignado a un modo PHY, comienza su proceso de recepción en el inicio de la trama y continua a través de todas las regiones TDM (usando un modo PHY mas robusto), finalizando su proceso de

recepción con la región TDM asociada. Una STA con peores condiciones de enlace, le será asignada un modo PHY más robusto y su proceso de recepción finalizara antes que la STA del ejemplo anterior.

Figura 19. Trama downlink y Múltiplexación



Las transmisiones TDMA son opcionales en downlink. En este esquema, una STA puede ser asignada para recibir transmisiones downlink. Sin una opción TDMA downlink, una STA half duplex tiene limitadas las oportunidades para transmitir y esta obligada a demodular el downlink continuamente desde el inicio de la trama y una vez transmite debe esperar por la próxima trama downlink para resincronizar.

Con la opción TDMA downlink la STA puede buscar las oportunidades de recepción inmediatamente después cesa la transmisión uplink por la trama downlink actual.

La duración de la trama en FDD es de 1ms, en TDD puede ser menor.

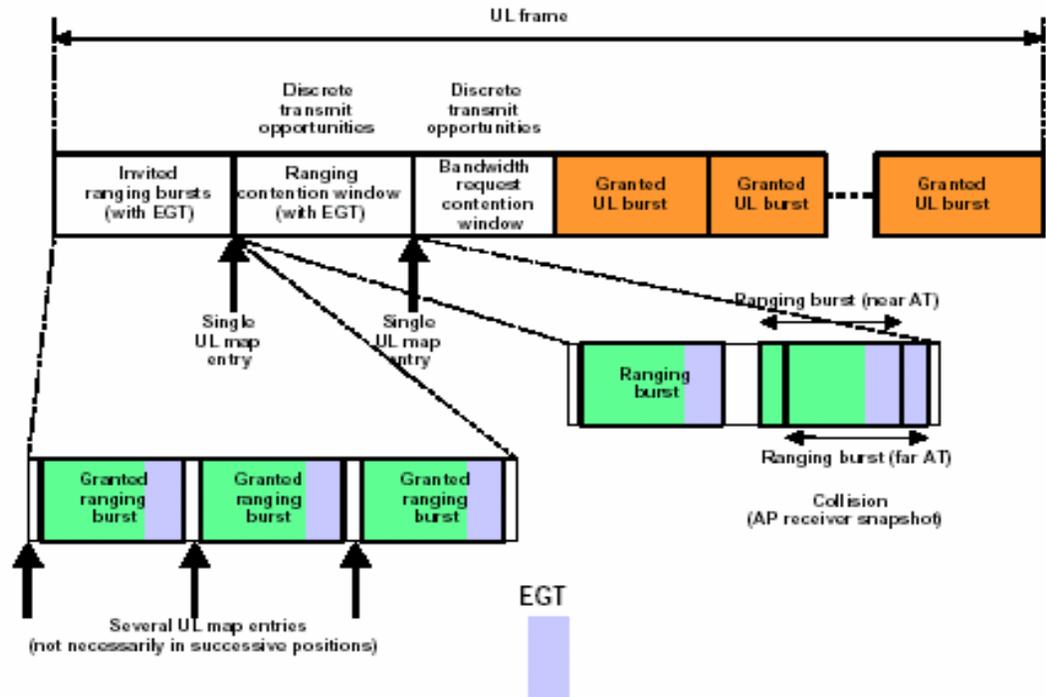
Uplink

Como más de una STA esta compartiendo el mismo canal RF, el AP debe emplear técnicas para controlar el acceso de las STAs. En el caso uplink, se debe usar TDMA. Después que una STA ha sido registrada con el sistema, sus tramas uplink son organizadas por el AP. Las transmisiones organizadas tienen tiempos coordinados en los cuales únicamente definen cuando la STA debe iniciar y terminar su transmisión. Un STA puede transmitir sin solicitud de acceso, solo en los siguientes 2 casos:

- a) Para el propósito de la primera inicialización.

- b) Para responder a solicitudes multicast o broadcast (para la petición del ancho de banda).

Figura 20. Trama uplink y Múltiplexación



- NOTE:
- . Not all windows are present in all frames.
 - . The order of windows is just an example.
 - . Arbitrary positions in case of several granted ranging bursts are possible.

En el primer caso se asume que el AT ha recibido transmisiones downlink del AP y ha establecido sus parámetros de radio (como la sincronización) pero no tiene necesariamente que calibrar su alineación de tiempo (debido a los retrasos de propagación), por lo tanto el largo de la ventana de tiempo se debería acomodar usando un tiempo de guarda extendido (EGT) para comunicarse con el usuario mas lejano que le esta prestando servicio el AP. La alineación de tiempo es

realizada a través del proceso de inicialización. En el segundo caso se asume que el AT se ha registrado en el sistema.

6. HIPERLink

Esta Variante se proveerá en rango corto pero con interconexión de muy altas velocidades entre HIPERLANs e HIPERACCESS, se espera que sean por encima de los estándares anteriores hasta 155 Mbps sobre distancias por encima de 150 m. El espectro para HIPERLINK esta accesible en el rango de 17 GHz. El trabajo de la estandarización de HIPERLINK todavía no ha sido publicado por ETSI. Se espera que sea a mediados del 2004.

7. COMPARACIÓN ENTRE LAS TECNOLOGÍAS HIPERLAN

Todos los estándares presentados por ETSI, presentan diferencias desde la banda de frecuencia que manejan e incluso hasta las subcapas que tienen (modelo de referencia) ya sea capas intermedia entre la capa física y la de enlace de datos o subcapas dentro de la capa de enlace de datos. Una semejanza entre ellas es que el direccionamiento de la MAC es de 48 bits. A continuación se presenta un cuadro con las respectivas características de cada tecnología HIPERLAN.

Tabla 15. Tabla comparativa de las tecnologías HIPERLAN

CAPAS	CARACTERISTICAS	HIPERLAN 1	HIPERLAN 2	HIPERLAN 3	HIPERLAN 4
CAPA FISICA	BANDA	5.150 – 5.3 GHz	5GHz	24.25-43.5GHz	17GHz
	VELOCIDAD DE Tx	23.5Mbps	54Mbps	100Mbps	155Mbps
	COBERTURA	35 – 100m	35 – 100m	< 2Km	>100m
	CANALES	5 de 23.5MHz; una portadora por canal	8 de 20MHz; 52 portadoras por canal (48 de datos y 4 de detección de error)	FDD 2 Canales de 28MHz. TDD 1 Canal de 28MHz.	
	MODULACIÓN	GMSK – FSK	BPSK – QPSK – 16QAM – 64QAM	DL:4QAM, 16QAM Y 64QAM(opcional) UL: 4QAM Y 16 QAM(opcional)	
	TOPOLOGÍA	AD-HOC, infraestructura	AD-HOC, infraestructura	Multipunto	Punto a punto
	INSTALACIONES	INDOOR	INDOOR – OUTDOOR	Outdoor	Outdoor
	COMPATIBILIDAD		802.11a		
CAPA DE ENLACE	DIRECCIONES MAC	48 bits	48 bits	48 bits	48 bits
	SERVICIOS	Wireless Ethernet	Wireless ATM	Wireless Local-loop	Wireless Point to Point
	SUBCAPAS	CAC (Subcapa entre la capa física y la MAC) Control de Acceso al Medio (MAC)	DLC se divide en LLC, MAC y RCP. CL, capa de convergencia	DLC Y CL NO ESTÁN DISPONIBLES	

8. REQUERIMIENTOS Y CONSIDERACIONES

El conocimiento de los tipos de requerimientos ayuda a enfocar y reunir la mejor información acerca de las necesidades del usuario y requerimientos del sistema.

La cobertura por lo general es de 50m

Movilidad del usuario: 1.4m/s

Redes con y sin infraestructura

Soporte de tráfico isócrono: audio 32kbps, 10ms latencia; video 2Mbps, 100ms latencia.

Soporte de tráfico asíncrono: datos 10Mbps, acceso inmediato.

Requerimientos de Desempeño

- **Confiabilidad:** el porcentaje de tiempo en que el sistema está disponible. La mayoría de vendedores lo refieren como MTBF (Mean Time Before Failure).
- **Disponibilidad:** la probabilidad de no bloqueo
- **Retardo:** la longitud de tiempo que el usuario o el sistema espera por un despacho

Requerimientos de Flujo de Información

- Flujos de información entre personas y sistemas, tipos y formatos, intensidad de la transmisión de información, y máxima tasa de errores permitida.
- Es de gran importancia conocer el tráfico que será manejado por los usuarios de redes inalámbricas, ya que el número de usuarios por celda depende de la cantidad de tráfico de datos

Requerimientos de Movilidad

- La movilidad periódica se refiere a la portabilidad y no al desplazamiento del usuario mientras está en una sesión de comunicación.
- La movilidad es continua cuando el usuario o los componentes de red tienen la capacidad de usar los recursos de la red mientras están físicamente en movimiento.

Requerimientos de Seguridad

- Bloqueo
- Autenticación
- Encriptación
- Tarificación

Requerimientos Ambientales

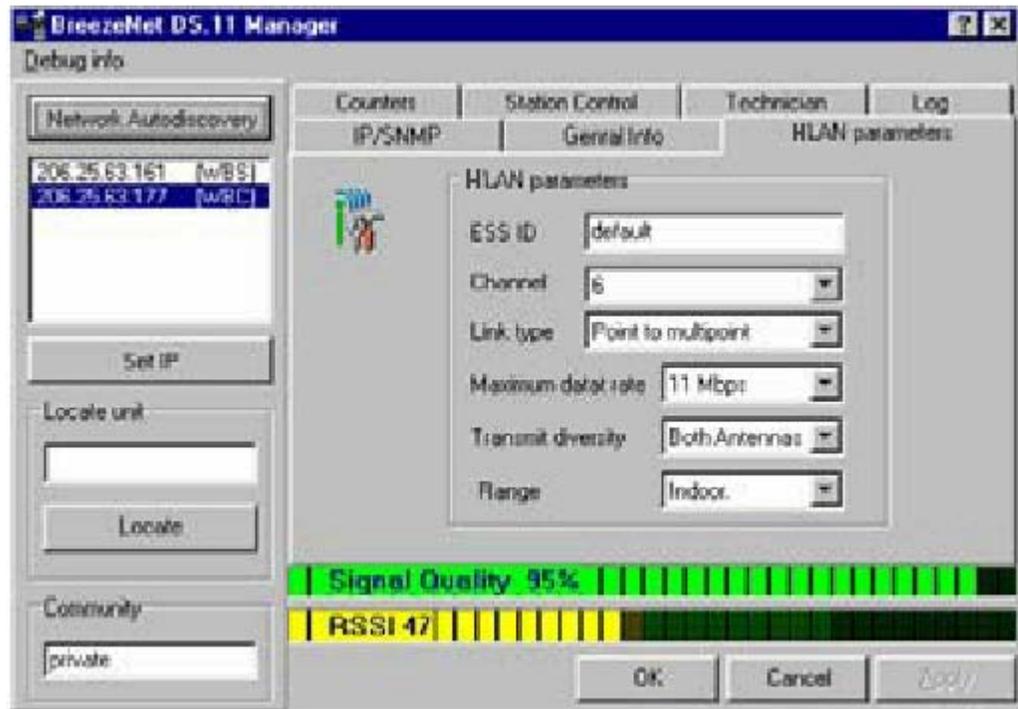
- Establecen condiciones ambientales, tales como los climáticos, por ejemplo las HIPERLANs generalmente operan entre rangos de 0°C a 40°C de temperatura y 10% a 90 % de humedad
- La presencia e intensidad de las ondas electromagnéticas preocupa por que pueden llegar a afectar la salud, según el estándar la máxima potencia a que estas redes deben trabajar es a 100mW

8.1 Etapas

- ▶ Definición de elementos de red
 - Identificación
 - Valoración
- ▶ Identificación de Productos
- ▶ Ubicación de Puntos de Acceso
 - Herramientas de Cálculo Gráfico

Existen software que miden los parámetros básicos de una red HIPERLAN (HLAN) como el mostrado en la figura 21.

Figura 21. Software Breezenet Manager



8.2 Consideraciones

- ▶ Rango de Cobertura
- ▶ Facilidad de Instalación
 - Análisis de Intensidad de Campo
 - Potencia sobre Ethernet
 - Facilidad de configuración de NIC

▶ AP

- Facilidad de Gestión
- Integridad y Confiabilidad
- Movilidad
- Compatibilidad con la Red existente
- Consumo de Potencia
- Interoperabilidad de los dispositivos inalámbricos
- Licenciamiento
- Protección Humana
- Costo
- Escalabilidad
- Cumplimiento de Estándares

Facilidad de instalación: se deben instalar y configurar tanto los AP como las tarjetas de red inalámbrica. Para los AP es necesario hacer un análisis del sitio para poder registrar la intensidad y calidad de la señal mientras se desplaza dentro del rango de cobertura deseado.

Cuando un terminal móvil quiere iniciar una conexión, necesita un conjunto de parámetros de la red, describiendo: Lo que puede soportar y lo que necesita, como el tipo de MODEM, la rata de transferencia de datos, la codificación del

canal, el número máximo de canales de tráfico, tasa de transferencia de datos a través de la interfaz aire deseada.

Se debe implementar la recomendación P1238 por la ITU, esta recomendación contiene datos de propagación y modelos de predicción para sistemas de comunicaciones indoor, esto requiere detalles del sitio, disposición de los muebles, configuración de los salones y la geometría del edificio. El modelo de propagación es el modelo picocelular. Se divide en dos tipos: línea de vista y obstruido, se consideran para propagación en interiores de edificio, industrias y centros comerciales; tienen en cuenta las pérdidas por partición en el mismo piso y entre pisos.

Tabla 16. Grado de atenuación según los materiales de la estructura

Barrera de radiofrecuencia	Grado relativo de atenuación	Ejemplos
Aire	Mínimo	
Madera	Bajo	Particiones en oficinas
Yeso	Bajo	Paredes interiores
Material sintético	Bajo	Particiones en oficinas
Asbestos	Bajo	Techos
Vidrio	Bajo	Ventanas
Agua	Mediano	Acuarios
Ladrillos	Mediano	Paredes interiores/exteriores
Mármol	Mediano	Paredes interiores
Papel	Alto	Papel de colgadura
Concreto	Alto	Pisos y paredes exteriores
Vidrio blindado	Alto	Sitios de seguridad
Metal	Muy alto	Escritorios, particiones en oficinas, concreto reforzado, caja de ascensores

9. APLICACIONES Y SERVICIOS

Las diferentes HIPERLAN analizadas anteriormente tienen diversas aplicaciones en diferentes campos como:

Educación: Proporcionar conectividad de Campus a estudiantes, docentes, Investigadores; flexibilización del uso de aulas.

Finanzas: Tener acceso a la información en tiempo real en un mundo variable como el de las finanzas, acceso en cualquier punto de la oficina

HIPERLAN en el mundo:

LANs en sitios remotos: Cuando múltiples oficinas remotas usan una misma configuración de red. Ejemplo:

- Centura Bank (USA): más de 2000 terminales financieras inalámbricas en 160 sucursales, ahorros de US \$ 200,000 por año en reconfiguraciones
- Synoptik (Dinamarca): 115 negocios con puntos de venta inalámbricos, ahorros de US \$3000 en instalación.

Instalación Rápida: Necesidad de conexión inmediata. Ejemplo:

- Restaurante Operadora VIPs (México): Registradoras inalámbricas en restaurante abierto las 24 horas
- Las nuevas LAN son instaladas en cuestión de horas (antes días)

Difícil Cableado: Edificios Históricos. Ejemplo:

- Observatorio Sydney (Australia)

Oficinas con PCs inalámbricas

- Alpina Sede Principal

Cambios Frecuentes: Necesidad de movimientos, cambios, crecimiento en las redes. Ejemplo:

- Tienda de Departamentos Younkers (USA): 2500 puntos de venta inalámbricos en más de 50 tiendas.
- Flexibilidad ante cambios de temporada; se instalaron los 50 sitios en sólo 6 meses

Redes LAN de Back-up: Se utilizan en caso de caída general de las redes cableadas. Ejemplo:

– Autoliv Manufacturing (Sweden): PCs inalámbricas como back up para casos de incendios en los tendidos de cables

Puntos Móviles de Atención a Pacientes

– Grandview Hospital

Puntos Móviles de Venta

– Mayor Cadena de Restaurantes de los EEUU: Toma de la Orden en la mesa

Campus Universitario

– Politécnico Gran Colombiano: Campus radiado y Backbone Inalámbrico, toma de datos Móvil

10. DISPOSITIVOS

AP: Son controlados por un software que regula la conectividad de las estaciones de trabajo inalámbricas con las redes cableadas. Contienen una NIC inalámbrica PCMCIA internamente conectada, la cual tiene la salida a una antena de una ganancia relativamente pequeña (para cortas distancias). Son de naturaleza autoajustables y varían dependiendo de las condiciones de conexión con las estaciones de trabajo inalámbrico.

Con estos dispositivos no es necesario disponer de una licencia para operar en la frecuencia de transmisión, lo cual disminuye notablemente el costo final de la adquisición y puesta en marcha.

Para la configuración se consideran 5 elementos:

1. AP NAME, nombre del punto de acceso: Se refiere al nombre o identificación de un AP en una red. Si en la red hay varios AP cada uno debe de identificarse para poder hacer el llamado respectivo.
2. El ESSID: Es una identificación numérica del AP.
3. Canal: Es el canal de conexiones del AP, las estaciones deben coincidir este canal.

4. RTS THRESHOLD: Es un mecanismo mediante el cual se controla las colisiones en un AP producidas por la petición de comunicación de dos estaciones inalámbricas.
5. Umbral de fragmentación: Mecanismo usado para aumentar la eficiencia cuando existe alto nivel de tráfico dentro del rango de la red inalámbrica.

10.1 Productos

Tabla 17. Productos

IMAGEN	MODELO	DESCRIPCION
 <p data-bbox="375 1409 659 1444">Tarjeta Inalámbrica</p>	<p data-bbox="781 1287 954 1323">SMC2735W</p>	<p data-bbox="995 1178 1474 1724">Soporta la mejor conexión posible, a través de un sistema de soporte que ayuda a recuperar la información que se perdió, éste se conecta automáticamente a 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 y 72 Mbps. Operando en un espectro de 5 GHz, esta tarjeta tiene la capacidad de funcionar sin interferencias de otros dispositivos como 802.11b y teléfonos inalámbricos, los cuales comunican a un rango de 2.4 GHz.</p>

 <p>Tarjeta Inalámbrica</p>	<p>SL-5354-CB-DUAL</p>	<p>Alcanza velocidades de datos: hasta 108 Mbps utilizando el modo turbo SENA0. Capacidad de roaming sin desconexiones. Trabaja a 11Mbps en la banda de 2,4Ghz y a 54Mbps tanto en la banda de 2,4 como de 5Ghz. Soporta Win98/2000/ME/NT 4.0/XP.</p>
 <p>Access Point</p>	<p>XV-5800</p>	<p>El modelo XV-5800 es un Access Point desde 6Mbps hasta 108Mbps, para una conexión de 54Mbps su potencia de salida es de 22.4mW. Las coberturas:</p> <p>Indoor range: 40 ft (12m) @54Mbps 300 ft (91m) @6Mbps</p> <p>Outdoor Range: 100 ft (30m) @54Mbps 1000 ft (305m) @6Mbps</p> <p>Su frecuencia de trabajo es 5.15GHz a 5.25GHz (lower band) para US/Canadá, Japón 5.25GHz a 5.35GHz (middle band) for US/Canadá.</p>
 <p>Access Point</p>	<p>SMC2755W</p>	<p>Al tener integrada una interfase basada en Web, se puede configurar y administrar este Access Point integrando su conexión inalámbrica de alta velocidad con su red cableada existente. Soporta simultáneamente hasta 64 conexiones de red inalámbricas,</p>

		<p>y es lo suficientemente rápido para reemplazar una conexión cableada. El Access Point provee conexiones de gran velocidad, además de manejar aplicaciones de video, comunicación de voz y otros programas de banda ancha.</p>
 <p>BridgeLINK</p>	<p>Familia RMG-503</p>	<p>Basado en un puente inalámbrico Ethernet operando a velocidades hasta de 108 Mbps con una cobertura de 2Km.</p>
 <p>Antena direccional</p>	<p>RMG-377-S90 or -S120</p>	<p>Para arquitecturas Multipuntos y coberturas mayores. Las antenas se colocan para tener un cubrimiento total del área.</p>

Nota: Para mayor información sobre la configuración e instalación de los equipos como AP o tarjetas inalámbricas, revisar los vínculos: [WIRELESS VALLEY](#), [CREWAVE](#), [REQUIREMENTS FOR EQUIPMENTS](#).

11. CONCLUSIONES

HIPERLAN es una tecnología costosa, pero esta inversión se ve reflejada en todos los beneficios que presta; hay que tener claro que la idea de las HIPERLAN no es sustituir a las redes cableadas sino ser un complemento de ellas. Esta tecnología se desarrolló en Europa y está teniendo un gran auge y aceptación en América, debido a que brinda mejores prestaciones que el estándar americano 802.11.

Los estudios muestran que se puede alcanzar un comportamiento muy alto en la mayoría de los ambientes. Para operar en ambientes con condiciones de propagaciones variables e interferencia severa, tiene la norma como característica el control centralizado (apoyo QoS), arquitectura selectiva, la adaptación de enlace, y la selección dinámica de frecuencias. También apoya la interoperabilidad con distintos núcleos de la red de banda ancha.

HIPERLAN 1 apoya principalmente la transferencia de datos asíncrona y aplica un mecanismo de acceso múltiple de la familia de acceso múltiple que detecta al portador (CSMA) con la prevención de llamadas confluyentes (CA). Usando la técnica CSMA / CA para resolver emulación, comparte el modelo la capacidad de radio disponible entre usuarios activos que tratan de transmitir datos durante un período de tiempo superpuesto. A pesar de que HIPERLAN 1 da un medio de transportar servicios limitados en tiempo, no controla o garantiza la calidad de

servicio QoS en el enlace inalámbrico. Por lo que se considera como un sistema de entrega de datos de “mejor esfuerzo”. HIPERLAN 2 apoya datos asíncronos y servicios críticos en lo que se refiere a tiempo (por ejemplo, voz y video empaquetados) que están limitados por retardos de tiempo específicos.

La norma HIPERLAN/2 es un complemento a los sistemas de acceso inalámbrico de hoy, que dan altas tasas de datos (capacidad y rendimiento total) a usuarios finales en zonas de tráfico intenso. La movilidad al aire libre de HIPERLAN 2 es limitada, al comparar con otros sistemas celulares. Los ambientes de aplicación típicos son oficinas, hogares, salas de exposiciones, aeropuertos, estaciones de tren, etc. HIPERLAN 2 ofrece en estos ambientes un acceso inalámbrico a terminales (ordenadores portátiles, VCRs, etc.). Los usuarios obtienen acceso a su red por medio de HIPERLAN 2, por ejemplo a la Internet, una Intranet, u otro dispositivo apto para HIPERLAN 2. Por contraste se usa la tecnología Bluetooth principalmente para enlazar dispositivos de comunicaciones individuales dentro de la red de área personal.

HIPERACCESS e HIPERLINK a diferencia de las dos anteriores pero guardando la arquitectura flexible que es característica principal de la HIPERLAN han sido desarrolladas para trabajar en un espectro mayor para adquirir una mayor velocidad de transferencia de datos y movilidad de los usuarios dentro del área de trabajo e incluso brindando una mayor cobertura.

12. RECOMENDACIONES

Para los siguientes trabajos se debe realizar una investigación exhaustiva sobre programas de simulación de esta tecnología. Si se requiere hacer un montaje, en este trabajo encontrará la base teórica y requisitos mínimos para la realización de este.

ANEXOS

Anexo A. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

Alta velocidad de Transmisión

Serán nominalmente de 23,529 Mbps y serán exactas hasta dentro del rango de ± 235 bps. La trayectoria de la fase de error es medida por la diferencia calculada entre la fase transmitida de la onda y la fase esperada.

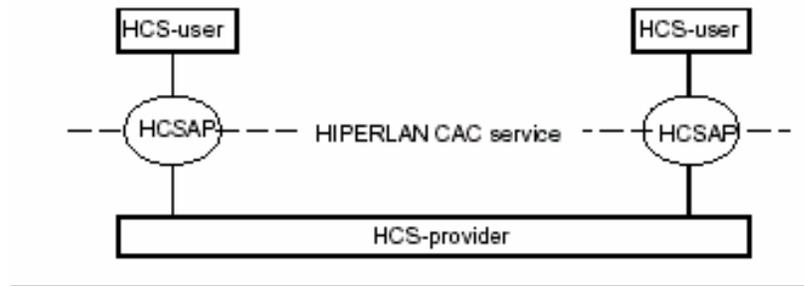
Baja velocidad de Transmisión

Serán nominalmente de 1,470 Mbps y serán exactas hasta dentro del rango de ± 15 bps. La velocidad de una trama de bits tendrá una transición máxima de "1" a "0" o de "0" a "1" de 50 ns.

Anexo B. HIPERLAN CAC definición de servicios

El modelo de servicios HIPERLAN es ilustrado en la figura 22.

Figura 22. Modelo del servicio HIPERLAN CAC



Los servicios son suministrados por la HCS que son usados en un HCSAP.

Los HCSDU definen los siguientes servicios:

- Los HCSDU están delimitados y transferidos desde una fuente HCSAP a una destinación simple o grupo de destino
- Los HCS son relevados, con excepción los (HCQoS) calidad de servicio estimando las mediciones usadas por el proveedor de HCS
- Los HCS- pueden usar identificadores y especificaciones de grupos o individuales HCSAP en cual estos son transferidos

La transferencia de control de servicio es definida por el proveedor HCS

Elementos de Operación.

HCPDU

Su estructura, tiene 2 partes: el bit mas bajo (LBR-part) y el bit mas alto (HBR-part). Los LBR HCPDU, contiene solo el LBR y Los LBR-HBR HCPDU, contienen a ambos los LBR-part y los HBR-part.

Las definiciones de LBR-HBR HCPDU son mostrados en la tabla 18:

Tabla 18. Valores válidos de LBR-HBR

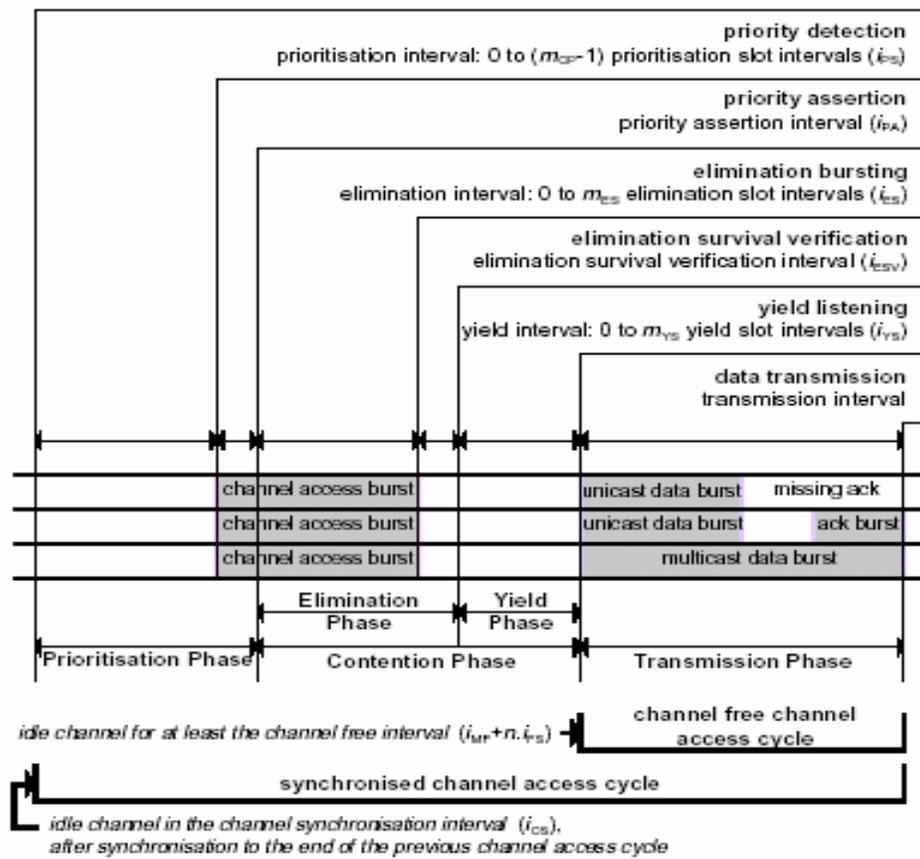
LBR-HBR HCPDU	Description	Defined HMPDU type value
CP-HCPDU	channel permission HCPDU	0
DT-HCPDU	data HCPDU	1

ANEXO C. Elimination-Yield Non-Pre-Emptive Priority Multiple Access (EY-NPMA)

Es una NPMA específica, usada para acceder al canal HIPERLAN

Los EY-NMPA están basados en NPMA: Esto define la priorización, contención y transmisión de fases, acceso al canal por ciclo, y la sincronización del canal. En contención de fase, la EY-NPMA usa una combinación del esquema de eliminación y produce un esquema para resolución de contención. El objetivo de esto es cuando diferentes nodos empiezan a transmitir simultáneamente lo que se tiene un máximo número de nodos.

Figura 23. Actividades del EY-NPMA



GLOSARIO

Access Point: dispositivo que transporta datos entre una red inalámbrica y una red cableada (infraestructura).

Ad Hoc: son redes que no requieren predefinición o planeación como con una red estándar.

Baudio: rapidez de cambio en la salida de un modulador

Encriptamiento: secuencia de códigos generada para dar seguridad a la información.

Espectro de Radio: se refiere al rango de frecuencia en el cual se está trabajando.

ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones): organización profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de estándares de comunicaciones y redes.

IEEE (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica): organización profesional cuyas actividades incluyen el desarrollo de estándares de comunicaciones y redes.

Modulación: proceso a través del cual las características de las señales eléctricas se transforman para representar información.

Razón de bit: rapidez de cambio en la entrada del modulador

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

Sincronización: establecimiento de una temporización común entre emisor y receptor.

Transmisión asíncrona: término que describe las señales digitales transmitidas sin sincronización precisa.

Transmisión síncrona: término que describe las señales digitales que se transmiten con sincronización precisa.

BIBLIOGRAFÍA

J. Torsner, G. Malmgren. Radio Network Solutions for HIPERLAN/2. Proc. of VTC '99 Spring (Houston).

J. Medbo, H. Hallenberg, J-E Berg. Propagation Characteristics at 5 GHz in Typical Radio- LAN Scenarios. Proc. of VTC '99 Spring (Houston).

TOMASI, Wayne. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Editorial Prentice Hall segunda Edición, 1997.

G. Agredo, H. Romo. Sistemas Inalambricos en Comunicaciones de Datos. Proc de la Universidad del Cauca-2000

A. Rajaniemi. HIPERLAN Overview, 10.3.1999 [referenced 1.11.1999]
< <http://www.cs.tut.fi/~mr/opetus9899/chapter7.pdf> >

Johnsson, M. HIPERLAN/2 -- The Broadband Radio Transmission Technology Operating in the 5 GHz Frequency Band, 14.9.1999 [referenced 1.11.1999]
< <http://www.hiperlan2.com/site/specific/whitepaper.exe> >

Rune, T. HIPERLAN: Closing in on the Airwaves, 6.8.1999 [referenced 1.11.1999]

< <http://www.globalcomms.co.uk/interactive/technology/dct/192.html> >

Requirements and architectures for HIPERACCESS fixed networks, ETSI document

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

Taylor, *HIPERLAN Type 1 Technology Overview*, tech report, TTP Communications Ltd., Melbourn Royston, UK, 1999.

<http://www.comnets.rwth-aachen.de/report96/node24.html>

Rajaniemi, A. HIPERLAN Overview, 10.3.1999 [referenced 1.11.1999]

< <http://www.cs.tut.fi/~mr/opetus9899/chapter7.pdf> >

< <http://www.cs.tut.fi/~mr/opetus9899/chapter7.pdf> >

Rune, T. HIPERLAN: Closing in on the Airwaves, 6.8.1999 [referenced 1.11.1999]

< <http://www.globalcomms.co.uk/interactive/technology/dct/192.html> >

< <http://www.globalcomms.co.uk/interactive/technology/dct/192.html> >

Rune, T. Wireless Local Area Networks, 30.3.1998 [referenced 1.11.1999]

< <http://www.netplan.dk/netplan/wireless.htm> >

http://www.wi_fiplanet.com