

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**PROTOCOLO DE ACCESO AL MEDIO MAC
PARA UNA RED ATM INALAMBRICA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

EDMUNDO TARAZONA ALVARADO

**PROMOCIÓN
1990- I**

LIMA – PERÚ

2006

**PROTOCOLO DE ACCESO AL MEDIO MAC PARA UNA RED ATM
INALAMBRICA**

A mi familia y en
especial a mi Madre
quien siempre estará a
mi lado.

SUMARIO

La tecnología ATM es decisiva en el desarrollo de las redes de 4ta generación pues permite obtener altas velocidades de transferencia. Esto ha causado el estudio y desarrollo de la tecnología ATM inalámbrica.

El presente informe de suficiencia trata sobre el estudio del protocolo de acceso al medio MAC para una red ATM inalámbrica y sus posibles implementaciones y aplicaciones prácticas pues como se sabe la próxima generación de redes inalámbricas es la promesa de los servicios multimedia de alta velocidad.

INDICE

CAPITULO I

TRANSMISION POR UNA RED ATM

1.1.	ATM	2
1.1.1	Características	3
1.2.	WATM	6
1.2.1.	Características	7
1.2.2.	Estándares	8
1.2.3.	Watm vs. Wlan	8
1.2.4.	Modelo de referencia	9

CAPITULO II

SOLUCIONES MAC DISPONIBLES PARA REDES ATM INALAMBRICAS

2.1.	Requerimientos	11
2.2	Mecanismos de acceso al medio	14
2.2.1.	Tdma	14
2.2.2.	Csma/ca	16
2.2.3.	Polling mac	17
2.2.4.	Reservation protocols and watm	17
2.2.5.	Cdma	18
2.2.6.	Mascara	19

CAPITULO III**PROPUESTA DE SOLUCION MAC PARA UNA RED ATM INALAMBRICA**

3.1. Mascara MAC	20
3.2. Técnicas de rendimiento	21
3.2.1. Retransmisiones	21
3.2.2. Fragmentación	21
3.2.3. Rts/cts	22
3.2.4. Reservation and service slots	22
3.3. Topología de red	23
3.3.1. Ad-hoc	23
3.3.2. Access points and roaming	23
3.3.3. Radio mac forwarding	24
3.4. Throughput	24
3.4.1. Bit-rate vs. máximo throughput	24
3.4.2. Multirate	25
3.4.3. Shared throughput vs. individual throughput.	25
3.4.4. Contención y congestión	26
3.4.5. Perdidas de paquetes	26
3.4.6. Throughput agregado	26
3.5. Aplicaciones	26

CONCLUSIONES **29****ANEXO A** **31**a.1 Acrónimos **32****BIBLIOGRAFÍA** **33**

PROLOGO

La tecnología de redes inalámbricas, públicas y privadas, está cambiando rápidamente de una orientación inicial de transmisión de voz y video a una orientación de transmisión de datos. A principio de los 90's aparecieron las primeras redes LAN inalámbricas con una velocidad de 1-2 Mbits/s la cual satisfacía la demanda de esa época, pero la demanda proyectada de requerimientos de transmisión de datos esta creciendo rápidamente hasta poder soportar comunicación multimedia en tiempo real, esto significa un gran requerimiento de alta velocidad de transmisión de hasta 25Mbits/s.

Uno de los objetivos de la próxima generación de redes inalámbricas es la promesa de los servicios multimedia de alta velocidad. La tercera generación de los sistemas, tal como el IMT-2000 conocido como FPLMTS (Future Public Land Mobile Telecommunication System) y el UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) ofrecerán los primeros servicios multimedia pero tienen una limitante en la velocidad de transmisión lo cual no les permitirá ofrecer servicios verdaderamente multimedia (tales como transferencia de archivos de imágenes, video en tiempo real, etc.), los cuales requieren de velocidades mucho mayores (similares a las redes LAN). Estos servicios multimedia de alta velocidad serán cubiertos por la tecnología de 4ta generación la cual no vendrá a sustituir a la de 3era sino a complementarla.

La tecnología ATM es decisiva en el desarrollo de las redes de 4ta generación pues permite obtener altas velocidades de transferencia. Esto ha causado el estudio y desarrollo de la tecnología ATM inalámbrica ó WATM. Esta tecnología es nueva y es producto del esfuerzo de muchas organizaciones. El concepto de WATM fue propuesto en 1992 y hoy por hoy es considerado la tecnología a ser usada en el futuro inmediato.

La tecnología ATM es muy compleja y la modalidad inalámbrica lo es más aun, el presente trabajo solo analizará el acceso al medio (MAC) que implementa y utiliza el ATM Inalámbrico.

CAPÍTULO I

TRANSMISION POR UNA RED ATM

1.1 ATM

El trabajo inicial del desarrollo del ATM se remonta a finales de los años 60, cuando científicos de los laboratorios Bell empezaron los trabajos con la conmutación de celdas. La idea era combinar la conmutación basada en etiquetas (label switching), que es la base de las redes de conmutación de paquetes, con el multiplexaje por división de tiempo (TDM).

El TDM es un mecanismo para combinar múltiples canales en uno solo. Este utiliza ranuras ó intervalos (slots) de tiempo y sincronización para identificar a los trenes de tráfico en un canal. En la tecnología PCM/TDM, un periodo de tiempo llamado “una trama” es dividido en un número fijo de intervalos (slots) de igual duración.

El multiplexaje por división de tiempo es eficiente para tráfico de voz, asignando a cada usuario un intervalo del canal. El ancho y la velocidad de repetición del intervalo de tiempo están diseñados para soportar las características de la voz promedio con una razonable fidelidad. Si se le da a un usuario dos intervalos no se mejorará apreciablemente la calidad de la comunicación. Sin embargo, en las comunicaciones de datos las fuentes de tráfico varían enormemente en requerimientos y es ineficiente el tratar de acomodar a todos los tipos en un intervalo de longitud fija. Esta técnica asigna un intervalo de tiempo a cada usuario, sin tener en cuenta si lo necesita o no. Las tecnologías de conmutación de paquetes y celdas intentan asignar el ancho de banda más democráticamente, dando a los usuarios acceso al canal de comunicaciones completo cuando ellos lo necesitan, por el

tiempo que ellos lo requieran. Por otro lado, si el canal está en uso, un nuevo usuario tendría que esperar para ganar el acceso.

Lo que hace más atractivo a las tecnologías de conmutación de paquetes es su adaptabilidad para la comunicación de datos. Para tales aplicaciones, las celdas hacen un uso más eficiente de los canales de conmutación que las tecnologías TDM.

El concepto de conmutación de celdas consiste en poner un indicador corto – un identificador de canal virtual – al inicio de cada intervalo (slot) de tiempo. Esto permite a determinada fuente generadora de tráfico colocar un tren de bits dentro del canal agregado asincrónicamente. Los dispositivos transmisores emplean intervalos con etiqueta conforme sea necesario en lugar de estar restringidos a usar un conjunto de intervalos sincrónicos.

1.1.1 Características

ATM es un conjunto de normas, definidas originalmente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T), que establecen las especificaciones básicas para los protocolos e interfaces ATM. Las normas ITU-T para ATM especifican la estructura, el tamaño de la celda y la interfase usuario a red (User-to-Network Interface UNI). Nótese que hay dos clases de UNI: una para acceder a redes públicas y otra denominada Private UNI (P-UNI) para acceder a redes privadas ATM (especialmente a un hub, router o switch). Para la UNI pública la capa física está definida para velocidades de 1.544 Mbps, 2.048 Mbps, 45 Mbps y 155 Mbps y para la P-UNI se definen diferentes velocidades y medios (UTP, STP, fibra monomodo y fibra multimodo).

El ATM puede describirse como un modo de transferencia de conmutación de paquetes basado en un multiplexaje por división de tiempo asíncrono y el uso de pequeñas unidades de datos de longitud fija conocidas como celdas. ATM provee un servicio orientado a la conexión (aunque en teoría éste puede ser usado para soportar servicios no orientados a la conexión). Nótese que una red LAN, tal como Ethernet, Token ring o FDDI soportan un servicio no orientado a la conexión (ConnectionLess service – CL). Cada conexión ATM tiene asignado su propio conjunto de recursos de transmisión, sin embargo estos recursos han sido tomados de un medio compartido que es generalmente menor que la máxima necesidad requerida para soportar a la población completa de usuarios.

Por esta razón se habla mucho del problema de administración de tráfico de ATM, el cual, sin embargo, permite compartir ancho de banda a través de un multiplexaje estadístico, con

el que se transporta la carga (se transmiten múltiples mensajes sobre el mismo circuito físico). Se pueden soportar también múltiples canales virtuales en el enlace de acceso y el ancho de banda agregado de estos canales (la sumatoria de estos canales, puede ser sobrecargado).

Dentro de la red, los costosos recursos se racionalizan y el ancho de banda se asigna dinámicamente. De esta manera, ATM es capaz de maximizar la utilización del ancho de banda. Se establece una conexión a través de la preasignación con el portador o dispositivos privados, es decir, estableciendo canales virtuales permanentes (Permanent Virtual Channels – PVC) o a través de mecanismos de señalización, estableciendo de esta manera canales virtuales conmutados (Switched Virtual Channel- SVC). Las conexiones soportadas por estos canales (PVC o SVC) permiten a los computadores u otros sistemas conectados a la red comunicarse unos con otros. Un circuito virtual puede ser conmutado o permanente.

Cuando se establece una conexión se solicitan: recursos de red, ancho de banda, calidad de servicio, capacidad de multipunto, etc. Una conexión se establece si la red es capaz de cumplir con esta solicitud; si no es así, ésta es rechazada. Una vez que el circuito virtual está definido, el control de conexión de llamada asigna un identificador de canal virtual específico (Virtual Channel Identified – VCI) y un identificador de trayectoria virtual (Virtual Patch Identified – VPI) para identificar a esta conexión. Estas etiquetas sólo tienen significado para una interface específica. Dos conjuntos de VPI/VCI se asignan a los puntos extremos de la conexión. Para los usuarios finales es invisible la cantidad de circuitos virtuales y trayectorias virtuales que utilizan la red.

Mientras la conexión se mantiene activa, los VCI y VPI asignados representan punteros válidos dentro de las tablas de enrutamiento de la red (Accedidos via VPI/VCI), las que se usan para hacer el enrutamiento de las celdas a través de la red.

El ATM se basa en el concepto de arquitectura de capas similar al usado por la ISO en su modelo de 7 capas de interconexión de sistemas abiertos (OSI). Usa el concepto del modelo OSI para revisar o cambiar una capa sin impactar a la capa superior ó inferior. Sin embargo, no hay correspondencia uno a uno entre las capas BISDN y OSI. Estas capas son gruesamente equivalentes a la capa 1 (capa física) y parte de la capa 2 (capa de enlace) del modelo OSI. Aunque el ATM opera dentro de la capa física puede hacer direccionamiento de circuitos virtuales y enrutamiento.

A continuación se detalla las principales características:

1. Las redes ATM utilizan la tecnología de "cell-switching" y multiplexación.
2. Particionan y empaquetan la data en celdas de 53 bytes y donde cada celda posee 5 bytes de información de control (header) y 48 bytes de información.

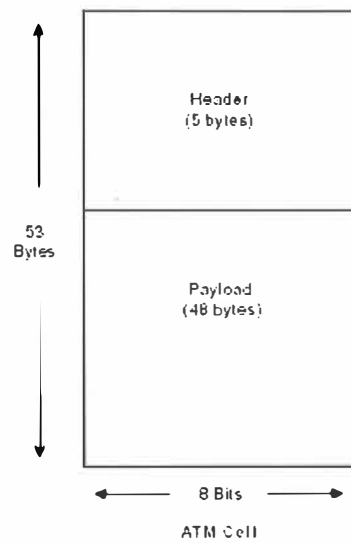


Figura 1.1: Celda ATM

3. Velocidad de transmisión de 155 a 622 Mbps.
4. Utilizan el siguiente modelo de referencia OSI:

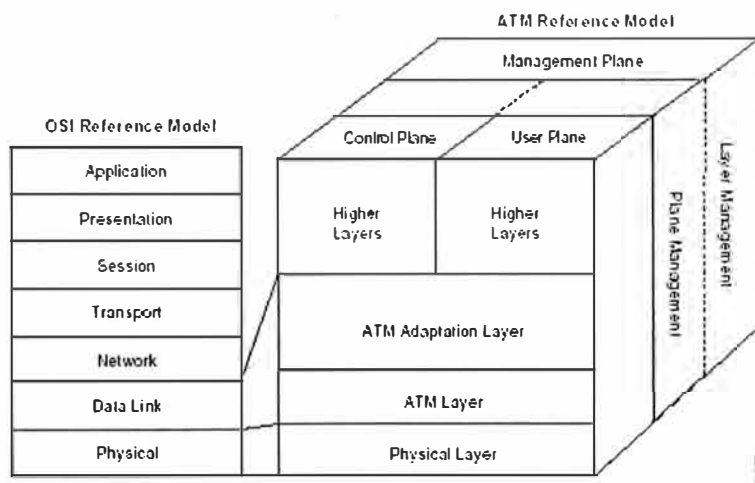


Figura 1.2: Modelo OSI ATM

5. Orientado a la conexión.
6. Usan la fibra óptica como medio de transmisión

7. Estándares de ITU y ATM Forum

8. Definen enlaces virtuales:

Circuito virtual: conexión punto a punto (VC)

Ruta virtual: un conjunto de circuitos virtuales (VP)

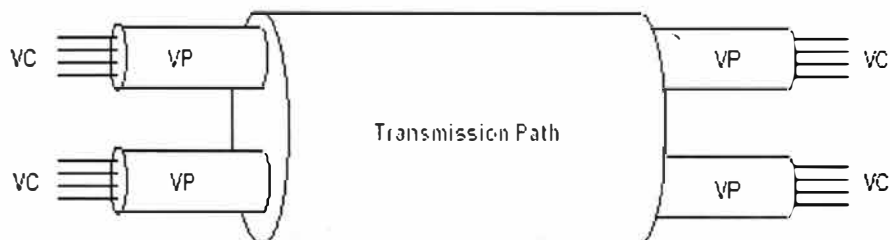


Figura 1.3: Enlaces virtuales

1.2 WATM (Wireless ATM)

El wireless ATM es considerado el marco referencial para la próxima generación de las redes inalámbricas.

El medio que utiliza el ATM (wireline ATM) es la fibra óptica la cual tiene muchas ventajas, como prácticamente no tener ninguna restricción de ancho de banda, muy baja tasa de error y el establecer un enlace punto a punto. Pero el medio usado por la comunicación inalámbrica es muy diferente pues tiene una limitación inherente de ancho de banda, una tasa mayor de error y es de tipo "broadcast". Es necesario por tanto un protocolo de acceso al medio adecuado que pueda eficientemente utilizar y compartir esta limitación ya descrita, usando pequeñas celdas y usando ondas de radio en la banda de los gigahertz la limitación del ancho de banda puede ser superado, logrando hasta 30Mbps por celda.

Mediante una avanzada codificación y esquemas de ARQ en la capa LLC (Logical Link Control) se puede manejar los altos valores de tasas de error, y mediante los protocolos de acceso al medio (MAC) puede administrarse el uso del medio "broadcast", entonces la comunicación ATM inalámbrica si es posible.

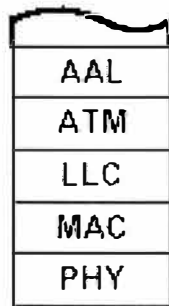


Figura 1.4: Las capas AAL y ATM con similares al ATM wireline (soporte móvil tiene que añadirse). Las capas MAC y LLC son específicos para el ATM wireless

1.2.1 Características

1. Es una tecnología emergente por tanto falta ver la respuesta del mercado.
2. Permitirá aplicaciones multimedia de alta velocidad.
3. Permitirá pasar todo tipo de tráfico manteniendo la calidad del servicio (QoS)
4. Sus usuarios serán los dispositivos móviles:

Example of a WATM NETWORK

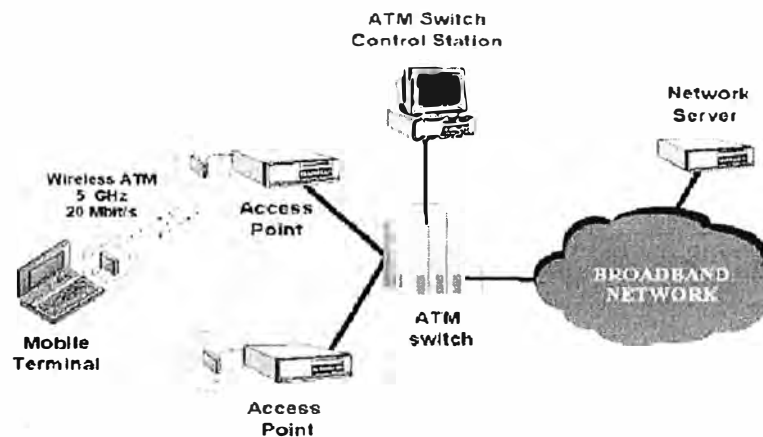


Figura 1. 5: Red WATM

5. Tasa de error de 10^{-3} , para el caso de ATM fijo es de 10^{-9} .
6. Manejo flexible del ancho de banda y de la selección del tipo de servicio.
7. Eficiente multiplexación

8. Fácil interconexión con redes B-ISDN.
9. Reduce la complejidad de la red

1.2.2 Estándares

A continuación se muestra los estándares existentes:

- IEEE 802.11a

Utiliza el protocolo CSMA/CA, define una velocidad máxima de 2Mbps a 2.4Ghz y existen 3 subclases:

- 802.11 y 802.11b para WLAN (wireless LAN)
- 802.11a para WATM (wireless ATM)
- WATM Working group, producido por ATM Forum en Octubre/1995
- ETSI's HIPERLAN standard, define una velocidad máxima de 24Mbps a 5GHz y Hiperlan 2 llega hasta 54Mbps.

1.2.3 WATM vs. WLAN

A continuación se muestra una comparación entre ambos:

Wireless LAN:

- Tecnología madura
- Servicio privado.
- Usa el standard IEEE 802.11
- Soporta aplicaciones TCP/IP
- Usado en distancias cortas

Wireless ATM:

- Tecnología nueva
- Servicio público
- Provee conectividad punto a punto con calidad de servicio (QoS)
- Usa el standard ATM Forum's
- Usado por aplicaciones multimedia y telefonía inalámbrica.
- Usado para grandes distancias
- Será usado como "backbone" de las redes

1.2.4 Modelo de Referencia

El modelo de referencia para WATM se obtiene modificando el modelo del ATM standard.

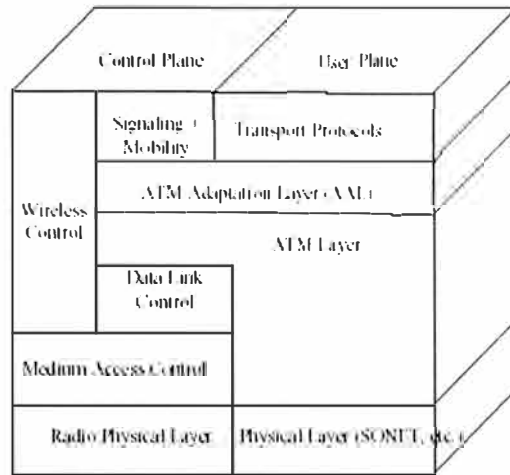


Figura 1.6: Modelo Referencia WATM

- Radio physical layer : interactúa entre las estaciones móviles y la estación base
- MAC : administra el uso compartido de los canales de radio por parte de los terminales móviles.
- Data/Logical link control : detecta y corrige los errores y mantiene la calidad (QoS).
- Wireless control : administra las funciones de radio y movilidad.

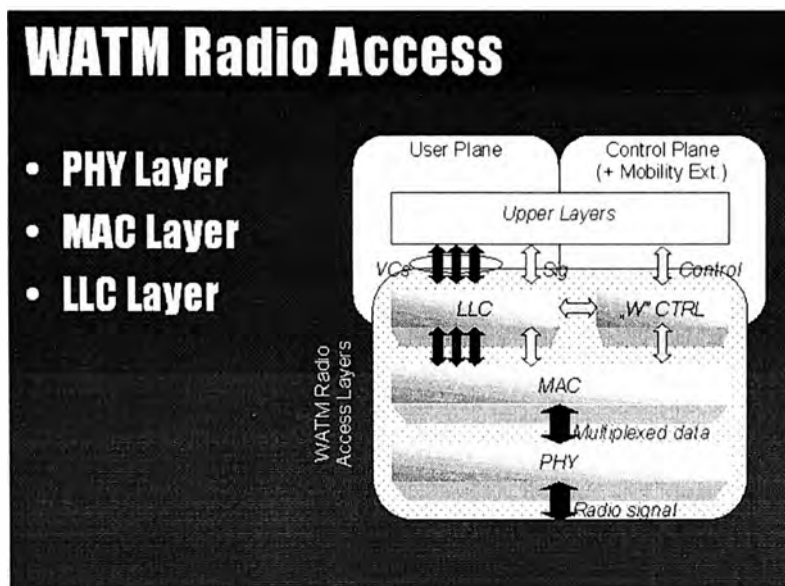


Figura 1.7: Capas WATM

El modelo permite la interconexión entre las redes inalámbricas ATM y las redes fijas ATM de una manera muy simple:

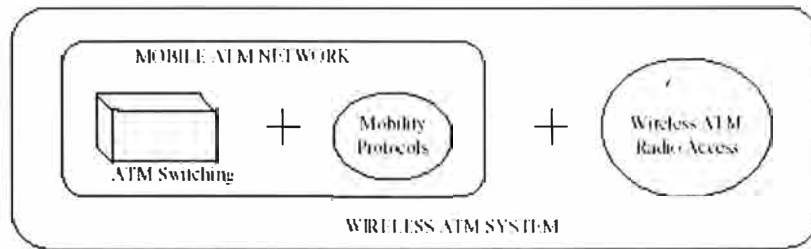


Figure 1.8: Arquitectura modular del WATM

CAPÍTULO II

SOLUCIONES MAC DISPONIBLES PARA REDES ATM INALAMBRICAS

El acceso al canal debe ser compartido por múltiples usuarios. La demanda de ancho de banda son generados por los usuarios activos, nuevos usuarios y usuarios que vienen de otras estaciones vía handover. A diferencia de las redes tradicionales de voz ó datos que solo tienen un solo tipo de tráfico, las redes WATM deben poder manejar tráfico multimedia con diferentes características y QoS. Entonces el protocolo MAC del WATM debe ser selectivo para poder dar un QoS a los requerimientos y mantener una eficiencia aceptable de canal.

2.1 Requerimientos

La capa MAC debe asegurar la eficiencia en el acceso al canal compartido, dar garantía al tráfico asíncrono y asíncrono, soportar eficientemente el handover, etc. A continuación se indican algunos requerimientos a nivel MAC:

Topologías

Hay 3 posibles topologías de red, las Access Point, las Ad-hoc y la radio mac forwarding, la más eficiente, segura y predecible en la Access Point pues cada terminal móvil tiene un punto de acceso a la red fija. Las topologías Ad-hoc no son recomendadas pues no son eficientes y no podrían ofrecer QoS.

Calidad del servicio (QoS)

Una de las principales ventajas del ATM es la posibilidad de proporcionar un QoS el cual garantiza la conexión y soporte a todo tipo de tráfico. Dependiendo de la

categoría elegida (CBR, rt-VBR, nrt-VBR, UBR y ABR) y de los parámetros elegidos, se tendrá diferentes técnicas de control de error por ejemplo.

Celdas y Multiceldas

Por experiencia se sabe que la mayor carga en el tráfico de una red LAN se presenta en forma aleatoria, esto se acentúa en un ambiente multimedia. Por tanto la distribución del tráfico entre la subida y la bajada es generalmente asimétrica y esta distribución cambia constantemente. Para minimizar la latencia y maximizar la utilización del canal, el MAC necesita reservar el suficiente ancho de banda de una manera flexible y dinámica. Los protocolos MAC deben ser capaces de transmitir celdas unitarias y multiceldas, pues en algunos casos es más eficiente transmitir celdas unitarias.

Direccionamiento

Para permitir el registro e identificación es necesario un mecanismo de identificación único para cada dispositivo móvil. Una solución obvia es emplear la dirección MAC que consta de 48bits y es usado en las interfases Ethernet.

Ahorro de energía

Muchos dispositivos usan baterías las cuales tienen una limitación de energía, por tanto es importante considerar técnicas de ahorro de energía en todos los accesos a la capa de radio enlace. La habilidad de bajar el consumo de energía durante periodos de inactividad ó mientras espera algún evento es algo importante. Estas técnicas deben incorporarse en la capa MAC. Los protocolos MAC son más eficientes si las celdas son enviadas en forma continua que enviados por grupos.

TABLA 2.1

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS MAC

Topología	El soporte de aplicaciones con access point es muy importante para garantizar el QoS y en forma opcional los ad-hoc.
Independencia de la capa física	Los protocolos MAC deben no ser influenciados por la capa física.

Robustez	Una falla local no debe afectar a toda la red.
Escalabilidad	Los protocolos MAC deben ser usados por varios nodos diferentes en tamaño y lugar.
Procesamiento	Un mínimo de procesamiento debe ser definido y garantizado.
Retardos	Los protocolos MAC deben tener una función que controle los retardos en la transferencia de las celdas. Una solución sería tener un esquema de prioridades.
Direccionamiento	Para la identificación, registro y enrutamiento la dirección MAC es requerido.
Ahorro de energía	Modo ahorro de energía recomendable
Soporte handoff/roaming entre áreas de servicio	Handoff entre micro celdas adyacentes y el roaming entre sistemas y operadoras debe ser soportado..
Soporte al tráfico asimétrico	El enlace de bajada generalmente tiene mayor tráfico que el de subida.
Imparcialidad en el acceso	La posibilidad de acceso no debe ser influenciado por la ubicación del dispositivo.
Soporte al broadcasting/ Multicasting;	Los modos Broadcasting y multicasting deben ser soportados.
Simplicidad	Los protocolos MAC no deben ser muy complejos.
Detección de Error	La detección de errores en MAC PDU (Ej. MAC Layer CRC) es necesario.

2.2 Mecanismos de acceso al medio

El objetivo principal de los protocolos MAC es regular el uso del medio y esto es realizado por un mecanismo de acceso al canal. El mecanismo de acceso al canal es un modo de dividir entre los nodos el canal de radio y regulando el uso de él. El mecanismo de acceso al medio es el corazón del protocolo MAC. A continuación se muestran los mecanismos de acceso al medio.

2.2.1 Tdma

El TDMA es bien simple. Un nodo específico (estación base) tiene la responsabilidad de coordinar con el resto de nodos de la red. El tiempo del canal es dividido en time slots, el cual es generalmente de tamaño fijo. Cada nodo de la red dispone de un cierto número de slots para transmitir. Los slots son generalmente organizados en un frame.

Los frames son organizados en downlink (estación base a nodo) y uplink (nodo a estación base) las cuales generalmente usan frecuencias diferentes. Un slot de servicio permite a un nodo requerir una conexión. A continuación se muestra dicho esquema:

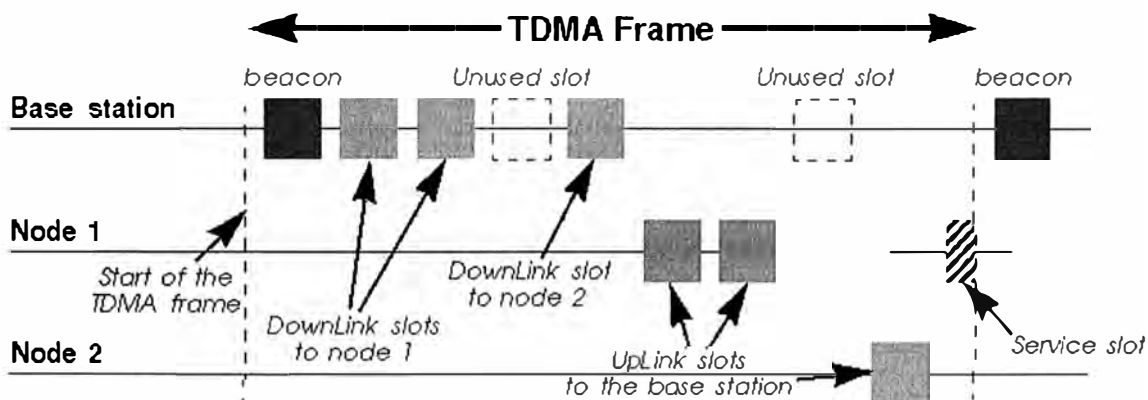


Figura 2.1: Esquema TDMA

El TDMA funciona muy bien con aplicaciones telefónicas, porque estas aplicaciones tienen necesidades bien predecibles. Por eso es muy usado en la telefonía celular (Ej. GSM en Europa, TDMA y PCS en USA) y telefonía inalámbrica (DECT en Europa). TDMA tiene muy poca latencia y ancho de banda asegurado (a diferencia del CSMA/CA).

El TDMA no es muy bueno para redes de datos, porque es muy estricto e inflexible. El tráfico IP no es orientado a la conexión y genera “flujos” de tráfico lo cual lo convierte en impredecible, a diferencia del TDMA que es orientado a la conexión y es simétrico.

El TDMA es muy dependiente de la calidad de la banda, es decir necesita una banda “limpia”.

El protocolo MAC trabaja como un multiplexador con un scheduler dentro de la estación base, adicionalmente existe colas (queues) en cada dispositivo móvil y en la estación móvil.

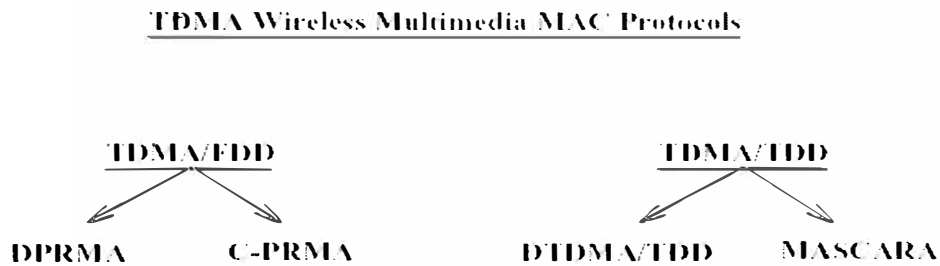


Figura 2.2: Variantes TDMA

Se observa que el TDMA tiene 2 variantes : FDD (Frecuency Division Duplex) y TDD (Time Division Duplex). El FDD provee dos frecuencias diferentes para el uplink y el downlink. El TDD provee solo una frecuencia pero utilizan slots diferentes. A continuación se muestra lo indicado:

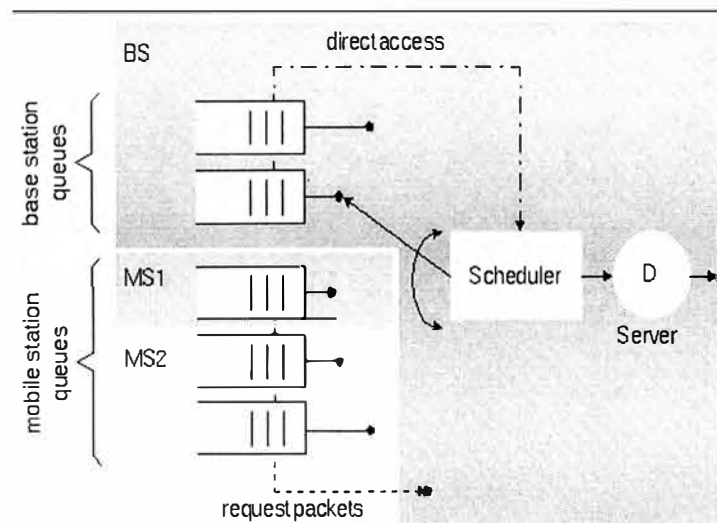


Figura 2.3: TDMA TDD

2.2.2 Csmaca

El CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) es el mecanismo de acceso al canal muy usado en las redes LAN inalámbricas. Con este mecanismo se especifica cuándo un nodo usa el medio, cuando escucha y cuando transmite.

El principio básico del CSMA/CA es “escuchar antes de hablar y tener conflicto”. Es asíncrono (no orientado a la conexión), transmite con el mejor esfuerzo pero no garantiza ancho de banda ni latencia. Su principal ventaja es que se adapta muy bien con el TCP/IP. El CSMA/CA es derivado del CSMA/CD el cual es la base del Ethernet, la principal diferencia es que evita la colisión. En un medio alámbrico el transceiver tiene la habilidad de escuchar mientras transmite y entonces detectar colisiones. Pero en un medio inalámbrico esto no es posible pues puede afectar al resto. A continuación se muestra lo indicado.

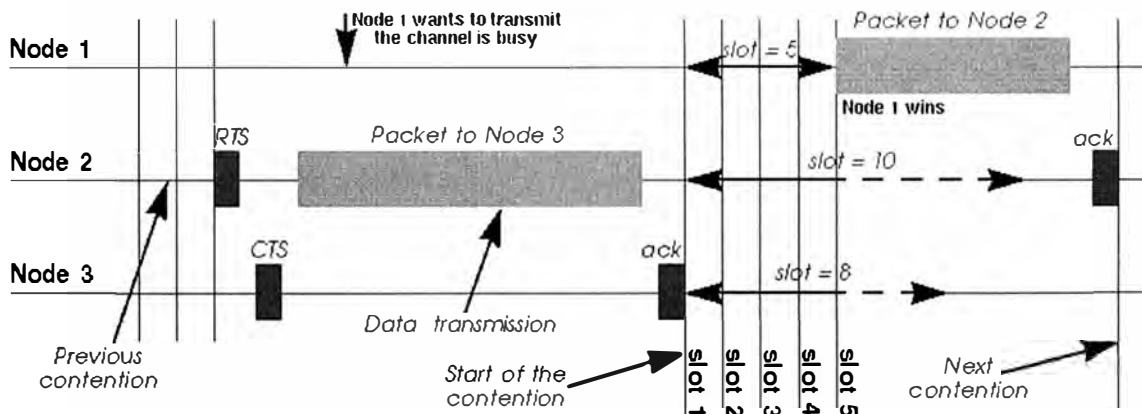


Figura 2.4: CSMA/CA

El protocolo empieza escuchando el canal (carrier sense), y si está inactivo envía el primer paquete por la cola de transmisión. Si está ocupado (por otro nodo) entonces espera que termine de transmitir el otro nodo y empieza una etapa de contención (esperar por un tiempo aleatorio) luego del cual nuevamente escucha el canal si ya está libre.

2.2.3 Polling mac

El Polling es el tercer mayor mecanismo usado después del TDMA y CSMA/CA. Este mecanismo está entre el TDMA y el CSMA/CA, la estación base tiene el control total del canal pero el frame no es fijo, permite un tamaño variable de paquetes a ser enviado. La estación base envía un paquete específico (poll packet) para disparar la transmisión de un nodo. El nodo solo espera recibir el poll packet y cuando le llegue enviar lo que tenía para enviar.

El Polling puede ser implementado orientado a la conexión (muy parecido al TDMA) pero con flexibilidad en el tamaño del paquete, ó no orientado a la conexión (paquetes asíncronos). La estación base puede hacer poll en forma permanente a todos los nodos solo para ver si tienen algo que enviar (esto es posible si son pocos nodos) ó el protocolo usa un slot reservado donde cada nodo indica que requiere una conexión ó tiene paquetes que transmitir (dependiendo si está en modo orientado a la conexión o no)

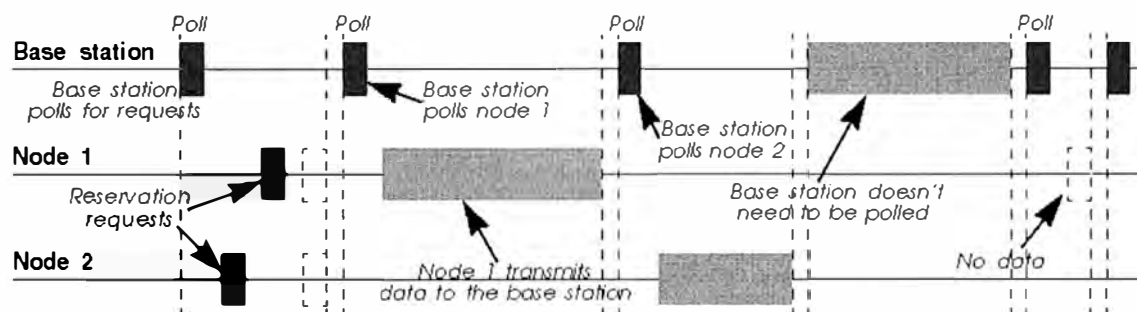


Figura 2.5: Polling MAC

2.2.4 Reservation protocols and wdm

La característica más importante de los protocolos basados en TDMA y Polling es que la estación base tiene el control absoluto del tráfico y puede garantizar un ancho de banda y latencia para las aplicaciones que lo requieran.

La garantía de ancho de banda es importante para las personas que desarrollan WDS (wireless distributions systems) ó LMDS (last mile delivery systems) reemplazando el

cable entre su casa y su proveedor ISP por un wireless. El estandar HiperLAN2 esta ayudando en ese sentido.

La idea básica de este método es colocar ATM sobre radio, la red es administrada centralizadamente (TDMA y polling con slots reservados), la estación base implementa un control de admisión (acepta y rechaza nuevos circuitos ATM) y de scheduler (prioriza el envío de celdas) para garantizar la calidad del servicio.

Desafortunadamente, la transmisión por radio tiene valor alto de overhead lo cual es incompatible con las pequeñas celdas ATM. El principal beneficio de las pequeñas celdas ATM es el permitir un switch muy eficiente lo cual no es necesario en radio. ATM usa canales independientes para cada nodo y es asíncrono, WATM usa un canal común y es asíncrono.

2.2.5 Cdma

El CDMA es una técnica de acceso al medio donde todos los terminales transmiten usando todo el ancho de banda del canal en forma simultánea. Actualmente la tecnología CDMA tiene nuevos cambios al nivel MAC para no solo compartir eficientemente los recursos sino también para garantizar la estabilidad del sistema. Actualmente existe 2 tipos, la híbrida TDMA/CDMA y la CDMA pura.



Figura 2.6: CDMA

A continuación se resume las características de estos 4 subtipos:

Tabla 2.2: Características subtipos CDMA

MAC protocol	Slot/Code	Acceso Contención	QoS	Prioridad	Complejidad
MDPRM A BB	En función a la clase de tráfico y velocidad requerido	Full size	Velocidad trafico y retardos	Diferentes transacciones	Alto
WISPER	En función al BER y clase de tráfico requerido	Slots por demanda	BER y retardo requeridos	Prioriza transmisión del paquete	Alto
CDMA puro	En función a la clase de tráfico y velocidad requerido	Paquetes de información	Velocidad de tráfico y retardo	Diferentes transacciones y tamaños de paquetes	mediano
WCDMA	En función a la carga, clase de tráfico y velocidad	Demanda de paquetes	BER y retardo requerido	Diferentes transmisiones y formatos específicos	Alto

2.2.6 Mascara

Este protocolo es una variante del TDMA, fue propuesto por el proyecto WAND (Wireless ATM Network Demonstrator) y refleja la combinación del esquema basado en reservas y el esquema basado en contención, tal como se muestra en la figura 15.

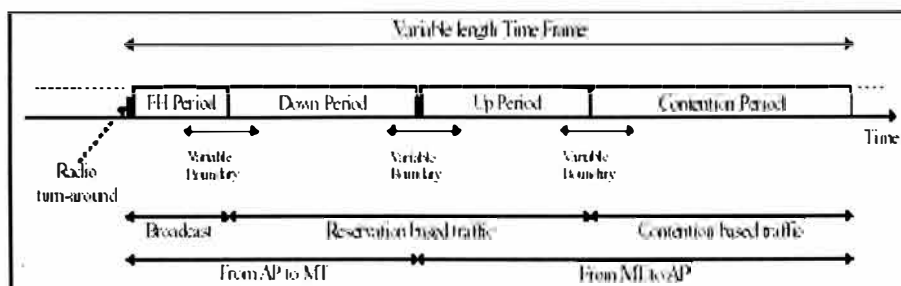


Figura 2.7: Mascara

El tiempo en MASCARA es partido en slots fijos, cada slot puede acomodar una celda ATM, cada slot consta de 54bytes. En la figura 16 se observa que la longitud del frame varía en función del tráfico en curso.

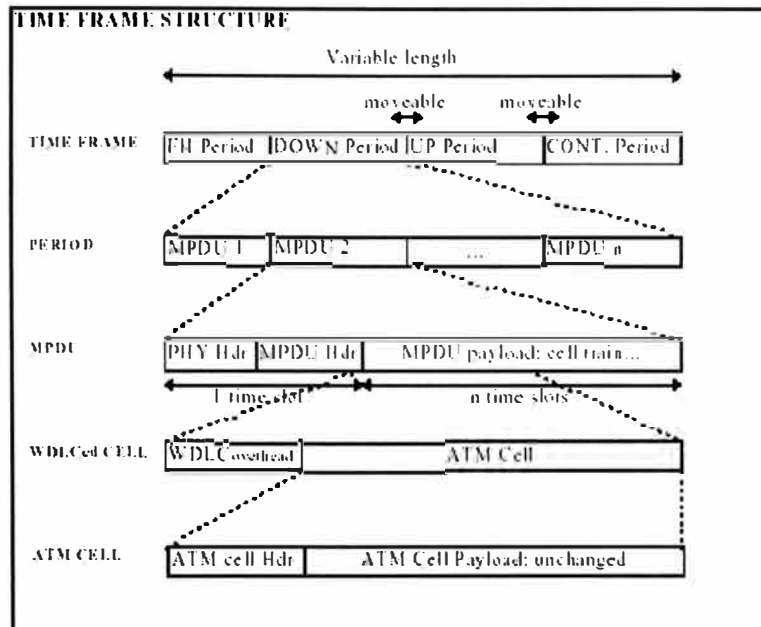


Figura 2.8: Estructura del frame

CAPÍTULO III
PROPUESTA DE SOLUCION MAC PARA UNA RED
ATM INALAMBRICA

3.1 Mascara Mac

De todos los métodos de acceso al medio MAC el protocolo MASCARA que fue propuesto por el proyecto WAND es el más adecuado pues toma lo mejor del método TDMA (orientado a la conexión) y refleja la combinación del esquema basado en reservas y el esquema basado en contención, en la figura 17 se muestra su uso:

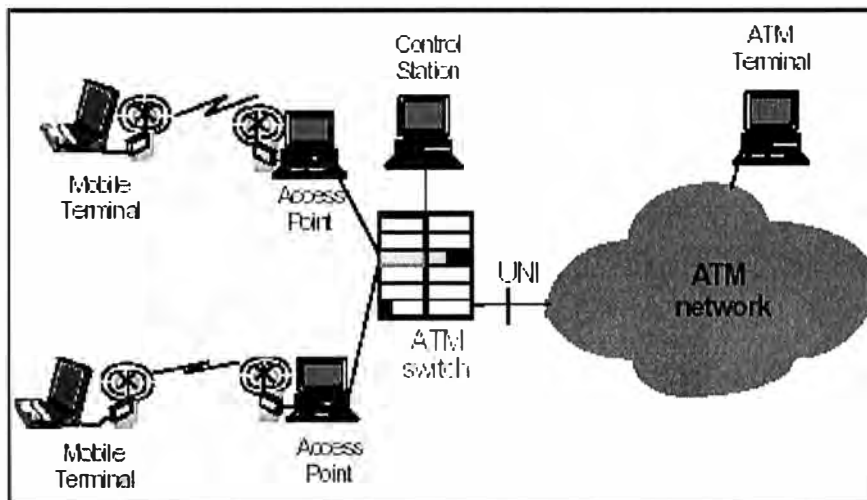


Figura 3.1: Arquitectura Mascara

3.2 Técnicas de rendimiento

A continuación se muestran algunas técnicas para mejorar el rendimiento de los protocolos MAC.

3.2.1 Retransmisiones

El principal problema del protocolo es que el transmisor no puede detectar colisiones en el medio. Entonces hay un alto grado de error en el aire comparado con el cable y una alta probabilidad que los paquetes lleguen corruptos. El TCP no ayuda mucho en la capa MAC, por tanto los protocolos MAC deben implementar un procedimiento de **acknowledgement** y retransmisiones a nivel MAC para evitar estas pérdidas. El principio es simple, cada vez que recibe un paquete envía un ACK al transmisor, pero si éste no recibe ningún ACK entonces significa que el paquete se perdió y lo retransmite. En la Figura 18 se observa lo indicado:

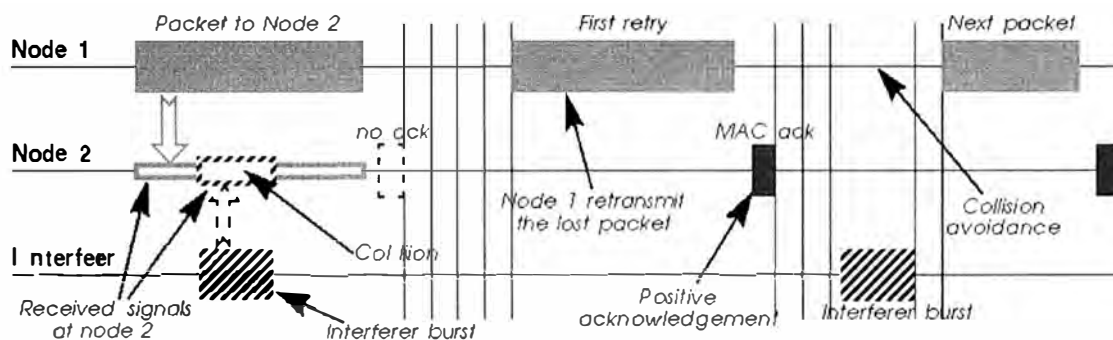


Figura 3.2: Retransmisiones

El ACK está “embebido” en el protocolo MAC lo cual garantiza que no generara colisiones, este ACK es diferente al TCP ACK

3.2.2 Fragmentación

El aire tiene una tasa de error más alta que un cable, por ello se tiene las retransmisiones a nivel MAC lo cual soluciona el problema, pero no es eficiente. Si el paquete a ser retransmitido es muy largo el costo de retransmitirlo es alto. Una solución es fragmentar los paquetes grandes en varios más pequeños, así cada paquete más pequeño es chequeado y retransmitido si fuera necesario, esto es más rápido y la probabilidad que falle es menor.

3.2.3 Rts/cts

Uno de los problemas de la comunicación inalámbrica es la atenuación esto causa que algunos nodos se oculten. Este problema viene por el hecho que algunos nodos no pueden escuchar por la atenuación. Una solución elegante es el uso del RTS/CTS (Request to send/Clear to send). Antes de enviar un paquete el transmisor enviara un RTS y esperará un CTS del destino con lo cual procede con la transmisión, el resto de nodos escucha el CTS con lo cual se inhiben. Un dato importante es que el CTS contiene el tamaño de la transmisión. En la figura 19 se muestra lo indicado:

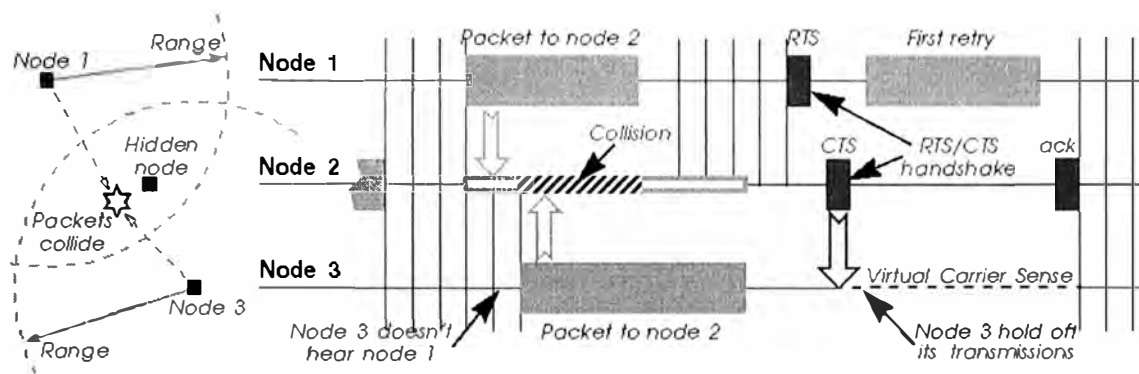


Figura 3.3: RTS/CTS

Con el RTS/CTS se baja bastante las colisiones, finalmente solo debe usarse si los paquetes son grandes ó la red presenta mucha carga.

3.2.4 Reservaciones y service slots

Uno de los principales problemas del TDMA y polling es que la estación base determine cuando un nodo desea transmitir. En CSMA/CA simplemente cada nodo espera ganar una contención por tanto no hay tal problema. Sin embargo, TDMA y Polling tienen un mecanismo de un slot de servicio ó slot reservado el cual puede ser usado de la siguiente manera, cada nodo tendrá la oportunidad de competir y enviar a la estación base su requerimiento de transmisión (un paquete de requerimiento de reserva) el cual será procesado y modificar el algoritmo de schedule. Si el MAC tiene orientación a la conexión entonces la cantidad de nuevas conexiones será bajo y un solo service slot es suficiente.

Pero si el MAC no esta orientado a la conexión (paquetes) entonces la cantidad será alta entonces se requerirá mayor cantidad de service slots.

3.3 Topologías de red

La topología de un wireless LAN es bien diferente a un LAN tradicional. La conectividad esta limitado por el rango, entonces no se cubre todo (algunos nodos no se ven entre sí) esto rompe algunas suposiciones. Por tanto la red se divide en celdas manejadas por un access point ó el uso de MAC level forwarding.

3.3.1 Ad-hoc

Esta topología es bien simple y esta compuesta por algunos nodos sin bridges ni capacidad de reenvió. Todos los nodos son iguales en el acceso al medio. Es muy parecido a Ethernet, se puede añadir y remover nodos a discreción. Su uso es para casas ó pequeñas oficinas pues solo se dispone de una sola celda.

3.3.2 Access points y roaming

Las redes inalámbricas son algunas veces aisladas (ad-hoc), pero la mayoría de las veces tienen que estar conectadas al resto del mundo.

Esto se realiza con el Access Point, el cuál es simplemente un bridge conectado por un lado a la red inalámbrica y por el otro lado a Ethernet, pasando paquetes entre ambas redes. Un bridge trabaja a nivel MAC.

El uso de access point permite dividir la red en celdas, cada access point esta en el centro de la celda y tiene un canal diferente. Adicionalmente se provee el control al acceso, el roaming y el reenvió por fuera de rango.

Un nodo necesita registrarse a un access point, generalmente al más cercano ó el que tenga señal más fuerte. Si el nodo se mueve éste cambiará a otro access point para mantener el enlace (roaming). Si el nodo desea comunicarse con otro nodo fuera del alcance el access point lo reenviara por la red fija hasta el access point donde el nodo destino este registrado (out of range forwarding).

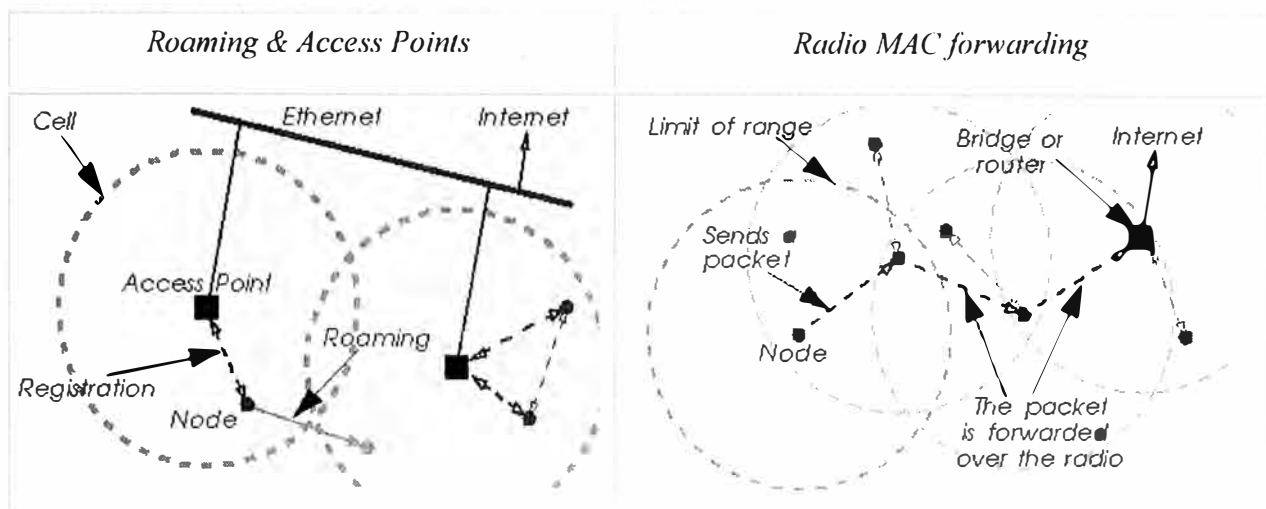


Figura 3.4: Roaming

3.3.3 Radio Mac Forwarding

El mecanismo de reenvío del Access Point requiere una infraestructura alámbrica (fija), esto es adecuado para la mayoría pero no para las redes ad-hoc.

Algunos protocolos proveen el MAC level forwarding (HiperLan) por el cual cada nodo reenvía el paquete. Ahora surge la pregunta, ¿que camino usar para el reenvío? Cada nodo ahora deberá calcular el óptimo camino, para eso usa unas tablas de enrutamiento.

Algunos Access point pueden ser configurados como repetidores wireless.

3.4 Throughput

El parámetro de medición de la capa MAC es el throughput, por tanto vamos a analizar los distintos factores que lo afectan:

3.4.1 Bit-rate vs Máximo Throughput

En los productos para redes alámbricas los vendedores solo indican el bit-rate ó signalling rate, ejm : Ethernet 10Mb/s. El valor de signalling rate es la velocidad al cual los bits son transmitidos por el medio, pero por razones de overhead la velocidad en la práctica es menor. Los protocolos de redes inalámbricas tienen usualmente un alto overhead comparado con el fijo, esto debido:

- La tecnología de radio: los receptores de radio requieren una buena sincronización, la radio de por sí es lenta en reaccionar (para recibir a enviar), por tanto requiere largos slots en la ventana de contención y entre los paquetes.
 - La adición de características necesarias para el protocolo ha hecho que el header del paquete MAC sea grande, existen varios tipos de paquetes (sincronización, autenticación, etc).
 - Existen trade-off (compensaciones) con la finalidad de dar fiabilidad, Ej. Podemos partir los paquetes grandes en varios más pequeños para disminuir la probabilidad de error. Existen los ACK y RTS/CTS que también añaden overhead.
- Como resultado de lo anterior se tiene un bajo throughput alrededor de 50 a 70% del signalling rate en comparación con el 80 y 95% logrado en un medio fijo.

3.4.2 Multirate

La mayoría de los vendedores ofrecen sistemas multirate, baja velocidad para cubrir grandes áreas y alta velocidad pero áreas cortas y además indican que el nodo puede detectar las condiciones del medio y adaptarse, básicamente cuando un paquete falla el nodo reduce su velocidad.

Por supuesto se hace benchmark entre nodos cercanos, cuando en la realidad las distancias son mayores donde muy probablemente el sistema escoja una menor velocidad.

Sin embargo esta estrategia no es muy buena, si existe una interferencia en la banda y se baja la velocidad la probabilidad de que pasen los paquetes aumenta pero marginalmente pero al tomar mas tiempo en transmitir la probabilidad de encuentre colisiones aumenta más, por tanto la facilidad de reducir la velocidad no es buena solución.

3.4.3 Shared Throughput vs. Individual Throughput

A veces ocurre que el máximo throughput entre nodo a nodo es menor que lo esperado, generalmente esto es causado por la implementación. Ej. Una interfase lenta entre una PC y un dispositivo móvil, la razón es porque la interfase serial ó paralela es más lenta que un bus ISA ó PCMCIA y ese puede ser el cuello de botella. Otro ejemplo es que los dispositivos solo cuentan con un solo buffer lo degrada la performance pues el acceso simultáneo al buffer genera un cuello de botella. En general se observa que el throughput compartidos es mayor que el throughput individual.

3.4.4 Contención y congestión

Cuando el nivel de contención aumenta en la red el numero de reintentos aumenta entonces la performance de la red decae hasta el punto de congestión. La solución es usar RTS/CTS pues evita al máximo las colisiones y permite que la red soporte más nodos, su única contraparte es que evita tener mayores velocidades.

3.4.5 Perdidas de paquetes

El TCP fue desarrollado para redes LAN fijas donde la pérdida de paquete es mínima y si ocurre es porque un router ó bridge lo eliminó por congestión y el TCP se pone bien lento. En un medio inalámbrico las colisiones no pueden ser detectadas y el ratio de error es alto, existen muchos paquetes perdidos, TCP cree que es congestión y reduce su throughput y no utiliza todo el ancho de banda.

Ahora esto se soluciona a nivel de MAC mediante las retransmisiones haciendo creer al TCP que todo esta bien.

3.4.6 Throughput Agregado

Es una práctica común de los vendedores decir que sus productos tienen throughput agregado. Esto indica el máximo throughput que es posible transmitir a banda completa sobre una red ideal. Obviamente un usuario nunca tendrá este throughput

3.5 Aplicaciones

A continuación se detallan las principales aplicaciones de WATM:

- Trabajo/Oficina:
 - i. Terminales móviles multimedia
 - ii. PDA
 - iii. Video cámaras
 - iv. Micrófonos
 - v. Pantallas grandes
 - vi. Parlantes de sonido

- Hogar
 - i. Television

- ii. Telefonía inalámbrica
- iii. Internet
- iv. Audio

Servicio de transmisión pública

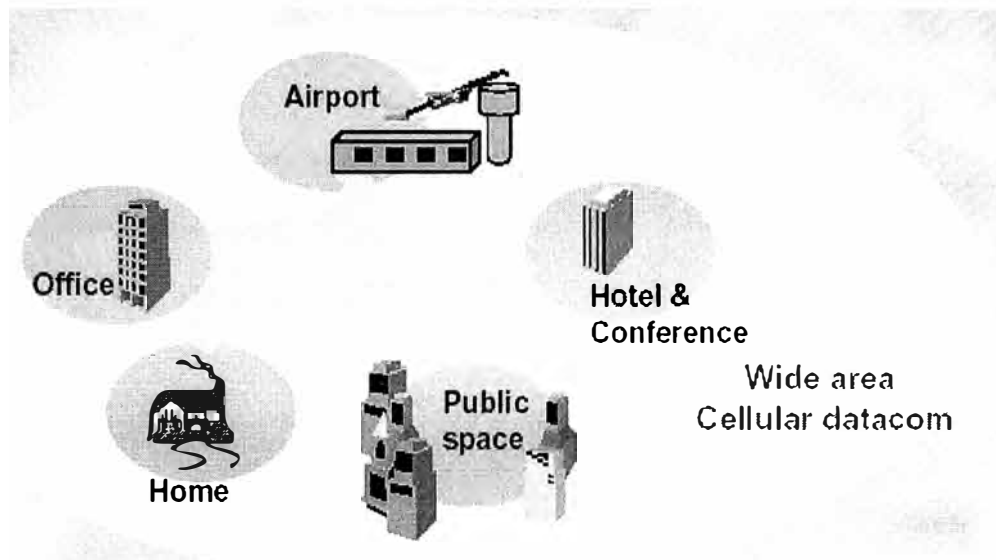


Figura 3.5: Aplicaciones WATM

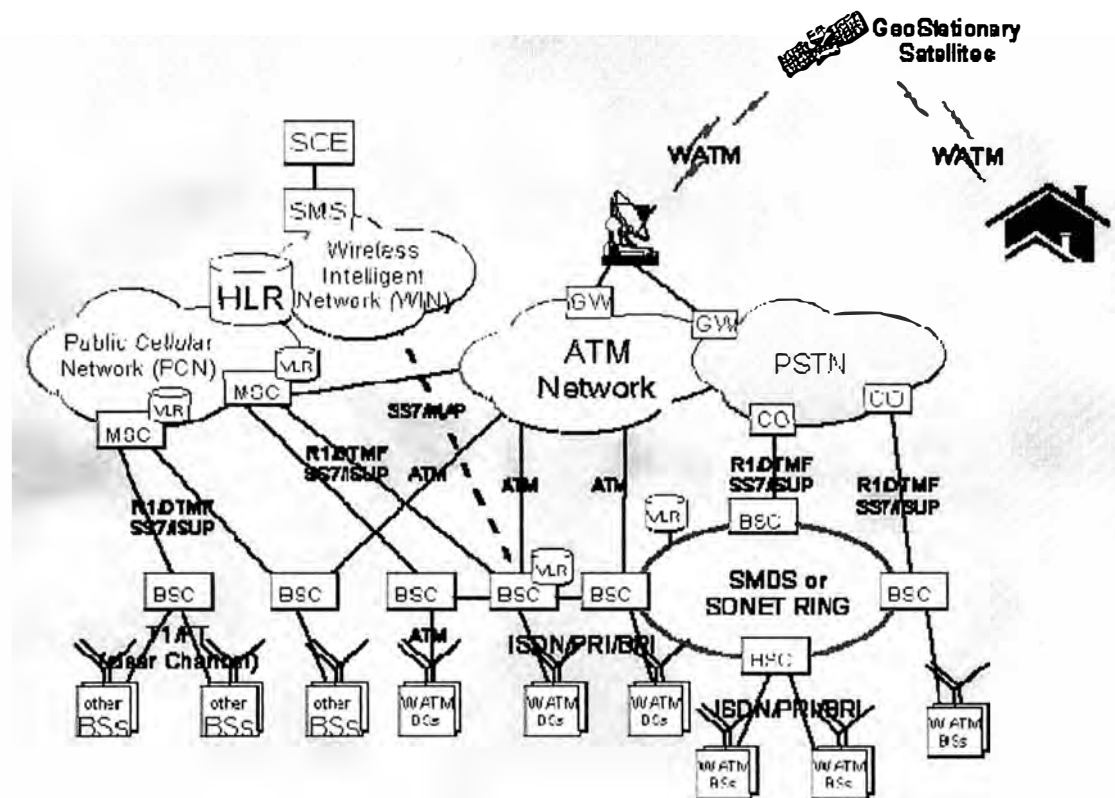


Figura 3.6: Integración de WATM con otra redes

CONCLUSIONES

1. La tecnología WATM aún esta madurando.
2. Hay varios standares, falta unificarlos.
3. El éxito de WATM depende mucho del éxito que tenga el ATM.
4. El ATM conjuntamente con WATM son una alternativa muy buena para las redes del futuro, pues permitirá unificar redes fijas con las inalámbricas, a través de las cuales se podrían pasar todo tipo de tráfico generado por todo tipo de dispositivo como son las : PCs, celulares, Internet, Intranet, Satelite, PDAs, etc.
5. Las redes WATM permitirá tener una velocidad de transferencia mucho mayor a las actuales.
6. El ATM fue diseñado para un medio (fibra óptica) totalmente diferente al medio que usa el WATM (aire), esto obligó a modificar el modelo de referencia OSI así como la adición de nuevas funcionalidades a las capas ya existentes.
7. En el medio inalámbrico se presenta con frecuencia la perdida de paquetes, cosa que no ocurre en un medio alámbrico (fijo), esto es solucionado implementando un esquema de acknowledgement y retransmisión en la capa MAC.
8. Adicionalmente los paquetes muy grandes se dividen en varios más pequeños con la finalidad de evitar retransmitir todo el paquete grande.
9. En el medio inalámbrico es fuerte la atenuación, adicionalmente las colisiones no pueden ser detectadas el cual llegado un valor alto llega a congestionar la red, la solución en implementar un esquema de RTS/CTS.
10. El protocolo TDMA es muy bueno cuando se trasmite un solo tipo de tráfico, en este caso el telefónico pues es un tipo de tráfico que es predecible. Pero no sirve para un tráfico multimedia.

11. El protocolo CSMA/CA es muy bueno si el tráfico a pasar es de tipo TCP/IP pues se acoplan muy bien. Pero tiene el problema de las colisiones que son pocas pero se da.
12. El protocolo Polling tiene la ventaja que el control del medio lo tiene la estación base y puede transmitir todo tipo de tráfico. Es una muy buena alternativa.
13. El protocolo MASCARA tiene como origen el TDMA y también ya puede transmitir todo tipo de tráfico. Es otra buena alternativa.
14. El protocolo CDMA luego de algunos cambios sobre todo en lo referente al QoS también puede transmitir todo tipo de tráfico y es otra buena alternativa.

ANEXO A

a.1 ACRÓNIMOS

ATM	Asynchronous Transfer Mode
BROADCAST	Radiodifusión
BPS	Tasa de Bit por Segundo
HANDOFF	Es el proceso de transferencia de una llamada de una celda a otra
IEEE	Institute of Electric and Electronic Engineers
IMT-2000	International Mobile Telecommunication
IP	Protocolo de Internet
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local Área Network
MAC	Médium Access Method
PC	Personal Computer
QoS	Quality of Service

BIBLIOGRAFIA

- [1] Paracha Asad, Bentabet Faroudia, “Wireless Asynchronous Transfer Mode (WATM)”, 2002.
- [2] Ian F. Akyildiz, Loren Carrasco, “Medium Access Control Protocols for Multimedia Traffic in Wireless Networks”, IEEE Network Magazine, 2002.
- [3] Jaime Sanchez, “Comunicaciones Inalámbricas de 4ta generación”, Instituto Tecnológico de Chihuahua, 2002.
- [4] Ayse Yasemin Seydim, “Wireless ATM (WATM) an overview”, Southern Methodist University, 2002.
- [5] ACTS Proyect, “Wireless ATM Network Demonstrator”, 2001.
- [6] Jean Tourrilher, “Linux Wireless LAN”, HP, 2001.