



DESARROLLO DE UN TERMINAL HIBRIDO GPRS-WLAN

Oscar García Alcoceba

RESUMEN

Internet está presente en prácticamente todos los lugares gracias al uso de los sistemas celulares como GPRS, UMTS, o redes de área local sin hilos (WLAN). Es lo que podemos considerar, de forma genérica, como Mobile Internet, pero debajo de esta denominación se esconden diferencias entre las diferentes formas de acceso. Mientras que unas, las WLAN, están optimizadas para dar servicio en interiores con baja movilidad las soluciones celulares atienden de forma satisfactoria los dominios públicos con movilidad. No parece que a corto plazo un tipo de acceso sin hilos se vaya a imponer sobre los otros. Más bien lo que tendremos es una complementariedad. Ante tal situación un usuario que quiere beneficiarse al máximo deberá disponer de un dispositivo móvil (PC portátil o PDA) que disponga de dos interfases. Con esta solución podremos crear una sesión en una red y mantenerla mientras que sigamos bajo la cobertura de la misma. Si lo que queremos es mantener la sesión a pesar de nuestra movilidad entre redes debemos usar una solución de IP móvil. Con esta solución podremos efectuar descargas de ficheros o estar disponibles en una aplicación de mensajería instantánea sin ninguna interrupción a pesar de nuestra movilidad.

diferentes con IP móvil (figura 1). El software desarrollado debe trabajar de forma transparente al usuario ofreciendo la mejor conectividad en todo momento. El diseño realizado usa interfaz WLAN IEEE802.11b y GPRS, pero es perfectamente generalizable a otros tipos de WLANs o incluso a UMTS.

1 INTRODUCCIÓN

Gracias a la generalización de los accesos de banda ancha en la red fija (ADSL, Cable,...), se ha extendido el uso de nuevos servicios, que aprovechan la disponibilidad de mayor velocidad. Paralelamente, existe un creciente interés en que estos servicios estén disponibles en cualquier lugar y a través de cualquier terminal. Esta motivación es la que ha dado lugar al nacimiento de la Internet Móvil. Algunos estudios, como los del operador Telia [1], ponen de manifiesto esta tendencia y a la vez la imposibilidad de que una única tecnología pueda atender toda la demanda futura. En este mismo estudio se propone disponer de coberturas solapadas que permitan repartir los usuarios de acuerdo a sus requerimientos entre los diferentes sistemas radio. Atendiendo a esta situación futura es razonable pensar en terminales multisistema, capaces de no sólo de comunicarse usando diferentes banda de frecuencia, sino con diferentes protocolos. En los «Hot spots» o puntos de alta densidad de usuarios móviles ya se empiezan a adoptar esta solución descrita. La capacidad de los sistemas celulares GPRS o incluso UMTS puede llegar a resultar insuficiente, ofreciéndose cobertura complementaria con sistema WLAN. Esta situación tiene su reflejo también en los organismos de estandarización, como el 3GPP, que ya está trabajando para la integración a nivel de red fija de los sistemas de acceso basados en WLAN con los de UMTS.

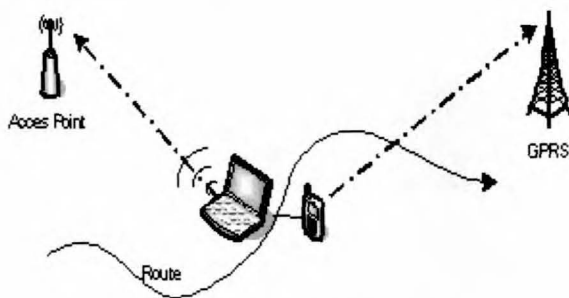


Figura 1.- Visión del concepto de terminal híbrido como aquel que dispone de dos interfases y permite alternar la comunicación entre redes dependiendo de su disponibilidad

Considerando el entorno descrito previamente se planteó un trabajo de investigación consistente en el desarrollo de un software que permita a un ordenador funcionando con el sistema operativo Linux soportar movilidad entre redes

Disponer de terminales con dos o más interfases se justifica también por otro interés bastante diferente al presentado en los párrafos anteriores. En la actualidad se dispone de un sistema de televisión digital terrestre (TDT) que permite la difusión de contenidos en práctica totalidad del territorio. Algunos fabricantes de equipos y operadores de servicios han visto la posibilidad de usar los canales de TDT para la difusión de tráfico IP, en lo que se denomina datacast [10]. Se puede difundir paquetes IP en modo multicast a terminales móviles y usar los canales ofrecidos tradicionalmente por los sistemas móviles como canales de retorno (figura 2). Entre las realizaciones de este concepto

destacar la descrita en [2], que a su vez esta basado en el proyecto europeo MEMO [8] (que utilizaba DAB- GSM) del cual incluso se realizo un prototipo de terminal. Todas estas propuestas se han encontrado con diversos problemas para su aplicación practica en el mercado, la principal dificultad , es el hecho de que son fuertemente dependientes del éxito de las tecnologías DVB-T o DAB. Estas tecnologías están encontrando más dificultades de las esperadas debido al alto coste de los receptores, y la poca cuota de mercado existente hasta el momento. Para aliviar este problema se ha llegado a plantear el uso de repetidores de canales datacast que usen una interfaz WLAN para llegar a los usuarios. Esta propuesta consistente en sustituir el último tramo de la distribución de la señal procedente de DVB-T y hacerlo mediante WLAN incrementa el número de terminales que podrían recibir el flujo de paquetes IP.

Las soluciones datacast son interesantes para ofrecer aplicaciones de televisión interactiva, en la que un colectivo de usuarios esta recibiendo un mismo flujo de información y que se precisa un canal de retorno para poder interactuar (pago de contenidos, respuesta a concursos, encuestas). Se puede observar que nuevamente se requiere el uso de dos interfaces, en este caso simultáneamente, para poder soportar la funcionalidad descrita.

Ante las posibilidades que ofrece un terminal móvil con dos interfaces se ha visto interesante realizar un prototipo de terminal híbrido que alternara la comunicación a través de los interfaces WLAN y GPRS , en función de los datos sobre el estado de los mismos, Esta idea no es del todo novedosa ya que otros proyectos como el descrito en [3] persiguen el mismo objetivo. En una primera aproximación se seleccionará el interfaz en función de su disponibilidad, pero en una

evolución futura se plantea el elegir el tipo de interfaz en función de del tipo de datos o incluso la dirección de los mismos..

La realización del prototipo requiere profundizar en algunos aspectos clave a los que se dará mas detalle en las siguientes secciones. Se explicará las particularidades de la comunicación vía un MODEM GPRS, lo mismo para la comunicación y obtención de estadísticas de un interfaz WLAN. Por ultimo veremos algunos conceptos relacionados con Mobile IP. Esta solución nos permitirá mantener la misma IP durante toda la comunicación, evitando la perdida de la conexión al realizar un cambio entre redes.

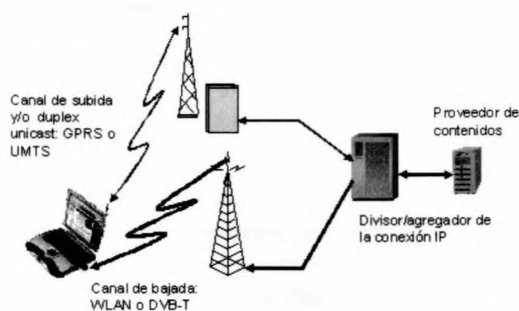


Figura 2.- Esquema de una solución datacast cambiando con un acceso móvil

2 COMUNICACIÓN VIA GPRS

La comunicación a través de un modem GPRS, para un usuario, puede parecer igual a la que tiene lugar cuando utilizamos un modem de 56K; aunque en realidad hay grandes diferencias. El modem GPRS establece con el terminal de datos una comunicación PPP, este adapta los

CAPAS OSI

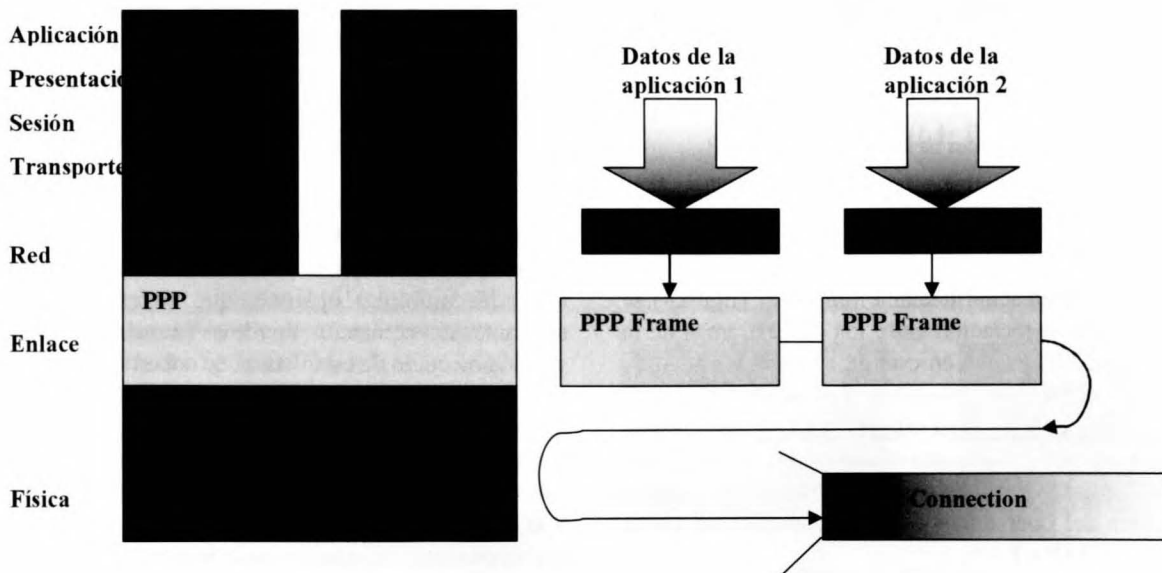


Figura 3.- Pila de protocolos PPP

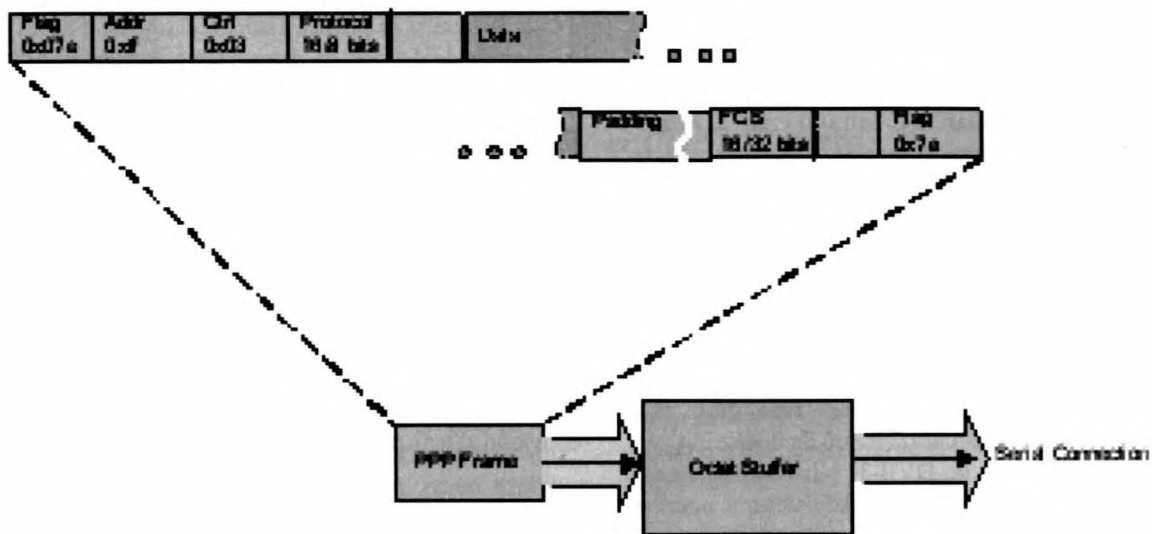


Figura 4.-Trama PPP

datos de la comunicación, a los protocolos y recursos GPRS, que será los que utilizará desde él hasta la red IP. Por el contrario en una comunicación a través de un modem de 56K la comunicación PPP se establece entre los dos terminales de datos extremos.

La finalidad del protocolo PPP, es adaptar los datos al puerto serie así como constituir el nivel de enlace de la pila de protocolos que se forma para esta comunicación. Los diferentes campos de la trama PPP, nos indicaran la longitud de esta, el tipo de paquete que contiene y nos permitirán verificar la integridad del paquete.

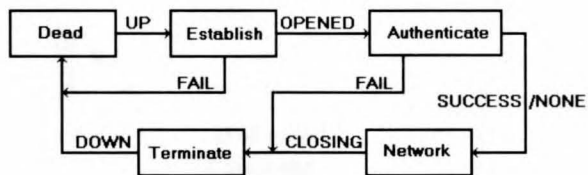


Figura 5.- Estados de la comunicación PPP

Previa a la comunicación mediante tramas PPP (figura 4), se establece una negociación entre los dos extremos de la comunicación PPP, que en este caso son el terminal de datos y el modem GPRS, mediante el protocolo LCP (Link Control Protocol), es aquí cuando podemos realizar el intercambio de los diferentes mensajes que servirán para autentificarnos. El protocolo utilizado para autentificarnos dependerá del operador, ya que disponemos de varias opciones CHAP o PAP.

Dentro de la negociación, pasamos por toda una serie de

estados previo al inicio de la comunicación. En la figura 5, podemos ver el diagrama de estados por los que debemos pasar al establecer una comunicación PPP. Después de la posible autentificación se establecerá la negociación NCP (Network Control Protocol), de modo que se establece la negociación de los parámetros entre los extremos de la comunicación para los diferentes niveles de red.

En nuestro caso será importante que a la hora de negociar los parámetros del nivel IPCP, nuestro operador GPRS nos asigne una IP pública. Esto resultará fundamental para un correcto funcionamiento del cliente de Mobile IP, y nos marcará el tipo de acceso que ofrecerá nuestro proveedor GPRS, que será en modo transparente.

Desde el modem hasta la red IP pública nos moveremos en los protocolos GPRS (figura 6). Básicamente para establecer una comunicación GPRS, necesitaremos tener activado un contexto PDP. El contexto PDP indicará entre otras cosas el tipo de datos que enviaremos, el punto de salida de la red GPRS o APN, así como otros parámetros que podemos fijar, como puede ser la QoS, etc., dependiendo de las funciones admita el operador.

El dialogo del terminal con el modem GPRS se realiza mediante una extensión de los conocidos comandos Hayes. Entre las múltiples opciones que podemos controlar mediante estos comandos, una de las que más nos interesará será la obtención de estadísticas de cobertura, para poder realizar con estos datos las decisiones de encaminamiento, de forma similar a como se propone en [3]. Dentro de los parámetros que podemos obtener será importante que nos basemos en la BER (Bit Error Rate) calculada a través de la RXQUAL, más que en RSSI. Hay múltiples opciones más que se pueden controlar a través de los comandos Hayes desde obtener el nivel de carga de la batería, la identidad de la celda a la que estamos conectados, etc.

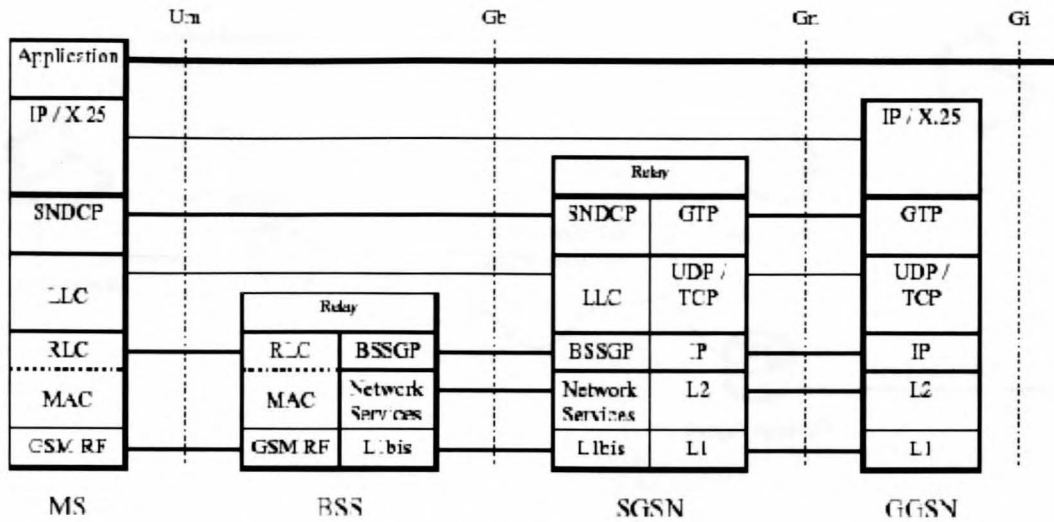


Figura 6.- Pila de protocolos GPRS

3 RED WLAN

La comunicación a través de la tarjeta wireless 802.11b, en general no presenta demasiadas complicaciones a nivel de funcionamiento, más que instalar o encontrar el driver adecuado para hacer funcionar y controlar la tarjeta WLAN en Linux. Una vez instalada, la comunicación a través de la tarjeta WLAN usa la misma pila de protocolos que con una tarjeta Ethernet. Del trabajo realizado con la WLAN lo más relevante es el método utilizado para recoger las estadísticas de cobertura y estado del enlace de la tarjeta. Esta tarea resultará complicada puesto que cada fabricante utiliza un método diferente para realizar esta función, y por tanto hay que utilizar estructuras de datos diferentes dependiendo de la identidad de la tarjeta.

Ante la heterogeneidad de métodos que utilizaban los diversos fabricantes en sus drivers para recoger estadísticas, se impuso la necesidad de definir una especie de API Wireless. Esta tenía por finalidad permitir al usuario manipular los dispositivos de red de una forma estándar y uniforme, sin importar el fabricante de la tarjeta, o el interfaz de comunicación de esta. Esta estandarización afecta a los métodos utilizados, ya que debido a la diferente naturaleza de cada tarjeta los valores serán diferentes. Necesitamos que esta interfaz sea flexible a la par que extensible, para poder ir adaptando diferentes fabricantes. La principal necesidad que se busca cubrir con esta herramienta era la configuración de dispositivos, aunque también interesaba la recogida de estadísticas y las posibilidades que abría para el desarrollo de aplicaciones que puedan aprovecharse de las capacidades wireless. Para conseguir esto, se debían realizar una serie de modificaciones, tanto en el sistema operativo, como en los drivers de los diferentes dispositivos. Las variaciones en el sistema no suponían más que una pequeña modificación o extensión de la pila de red de Linux, por lo cual se decidió

darle el nombre de «Wireless Extensions», el impulsor de las cuales es Jean Tourrilhes.

La herramienta «Wireless extensions», tendrá definidos tres niveles de ejecución o abstracción diferentes. Desde el nivel más externo al más cercano al hardware tenemos, en primer lugar, el interfaz de usuario, que es un conjunto de herramientas que nos permiten las extensiones; la segunda parte es la modificación del kernel de Linux para definir y soportar las extensiones, y por último el interfaz hardware y su implementación en cada driver de red, con el que se mapean las extensiones a las opciones disponibles por el hardware

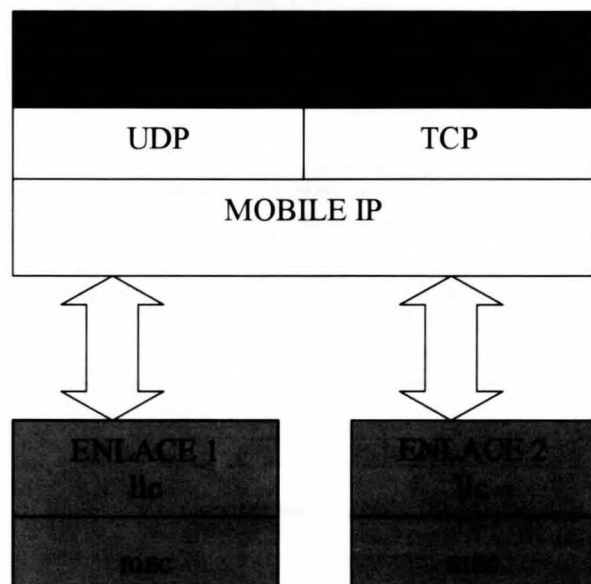


Figura 7.- Pila Mobile IP

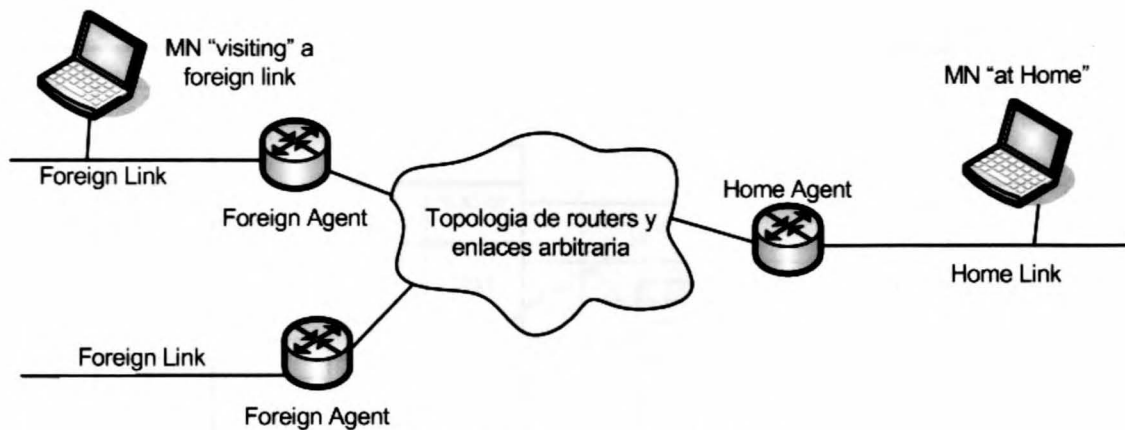


Figura 8.- Esquema de comunicación Mobile IP

4 MOBILE IP

De la necesidad de poder mantener la comunicación, aun cambiando de punto de conexión, surgió un grupo de trabajo dentro de IETF, el *IP Routing for Wireless/Mobile Host working group* que fue el que origino el estándar Mobile IP.

Mobile IP es una de los protocolos definidos por el IETF para Internet. Los dos objetivos fundamentales de este protocolo son, por un lado garantizar la continuidad de la comunicación aun cuando estemos cambiando de red, y por otro lado mantener la disponibilidad del equipo para el resto de equipos de la red. Esto hace que sea un protocolo independiente del nivel de enlace, de manera que nos permitirá cambiar nuestro punto de conexión a la red, manteniendo la misma dirección IP.

En el fondo el estandar Mobile IP no es más que una extensión del protocolo IP (figura 7), adaptandolo a las nuevas necesidades de movilidad. Debido a las condiciones de diseño del protocolo Ipv4, deberemos añadir tres entidades funcionales en nuestra red, para proporcionar las funciones del estandar Mobile IP. En la figura 8 podemos ver representadas las diferentes entidades, asi como la estructura de una red que implementa las funciones de Movilidad.

Mobile IP define tres entidades funcionales donde tienen que estar implementados los protocolos de movilidad. El *Mobile Node(MN)*, será el nodo que cambia de punto de acceso a la red, manteniendo sus comunicaciones de salida y usando solo su dirección home permanente para ello. Esto es precisamente una de las funcionalidades que buscamos en nuestro terminal híbrido.

El *Home Agent(HA)*, será un enrutador con una interfaz en el home link, el cual realizará diversas funciones: estar informado de la localización del mobile node y su dirección en la red local, interceptar los paquetes destinados al MN y entunelarlos hasta su localización actual.

El *Foreign Agent(FA)*, suele ser un enrutador en la red visitada (foreign link). Esta es la única entidad que es opcional, su presencia depende en gran medida, del modo de funcionamiento del sistema de movilidad.

El sistema tiene dos modos de funcionamiento fundamentales. El modo *FADecapsulation*, en el que al crear el tunel entre la red local y la visitada, para redireccionar los paquetes, este finaliza en el FA, y los paquetes son reenviados por el FA al MN que estará identificado en una tabla interna del FA. Y el modo *MNDecapsulation*, en el cual el tunel finaliza directamente en el MN, en este modo

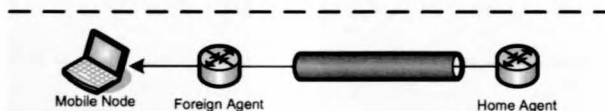
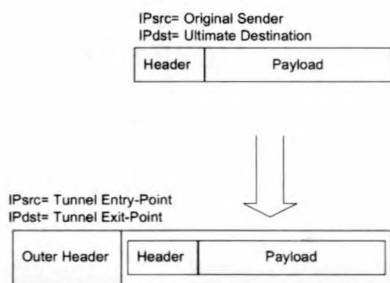


Figura 9.- Entunelado FADecapsulation

será el HA el que tendrá identificado directamente en su tabla al MN. En este último modo el FA, no suele utilizarse.

Existen diferentes alternativas de funcionamiento o modos, además del original definido en el primer RFC, han aparecido muchos más en los siguientes RFCs. Un ejemplo de esta evolución la tenemos en la definición de Mobile IPv6, realizada a la vez que se definían las características IPv6. Al contrario de lo que pasa en IPv4, en el que hemos de definir estas entidades funcionales, en IPv6 el estándar Mobile IP ya viene integrado en los mecanismos y campos asignados a este protocolo.

El modo original de funcionamiento, era FADecapsulation con Triangle Tunneling (figura 9); de modo que la comunicación del MN al Host de destino se realizaba en claro por el mismo camino que lo haría en una comunicación normal, en cambio al responder el Host al MN, estos paquetes irán el Home Link donde serán recogidos por el HA y entunelados hasta el FA que los extraerá del túnel y los entregará al MN.

Entre los diferentes modos definidos a posteriori, el modo MNDecapsulation Reverse Tunneling, que tal vez sea el más interesante para el desarrollo de nuestro terminal. En este modo la información va entunelada hasta el MN, que además envía sus paquetes por el mismo túnel y es el HA quien los desentunela y envía a su destino. Para que este modo sea posible necesitamos que el MN tenga una IP pública.

Por último, es interesante destacar que, la IP móvil nos aporta los beneficios ya citados, pero tiene algunos inconvenientes que debemos tener en cuenta. Una de las principales desventajas, en nuestro caso, será que, nos limitará la velocidad efectiva de comunicación debido al encapsulado de los paquetes IP, que atraviesan el túnel, lo que penalizará especialmente la comunicación a través de la conexión más lenta, ya que verá reducida aún más su velocidad.

5 CONCLUSIONES

Finalmente después de ver el funcionamiento de nuestro prototipo de terminal, podemos obtener toda una serie de observaciones y conclusiones, que nos pueden ser de utilidad en un futuro.

El principal defecto que tiene el prototipo será la comunicación vía GPRS, debido a la lentitud y los retardos que presenta. Esto es debido al entunelado en modo reverse, que hace que todos los paquetes que circulan por el enlace, tanto en subida como en bajada, vayan entunelados, se podría solucionar si en lugar de desentunelar en terminal lo hiciéramos en el FA, utilizando el modo FADecapsulation de modo que por el canal radio viajaran los paquetes sin encapsular. Para lo cual necesitaríamos modificar la infraestructura del operador

de telefonía móvil para que proporcionara Mobile IP, tal y como prevé el propio estándar; otra solución sería usar el Triangle tunneling de esta manera los paquetes de subida no irían encapsulados aunque esto puede provocarnos otros problemas con el enrutamiento en la red. Un tema también interesante podría ser adaptar el diseño a otra tecnología que nos ofrezca un canal de comunicaciones con un ancho de banda mayor, este podría ser el caso de la tecnología UMTS.

REFERENCIAS

- [1] Karlsson, Peter; *Integration of WLAN and Cellular Networks*. Telia Research AB. Malmö, Suecia.
- [2] Rauch, Christian; Kellerer, Wolfgang; Sties, Peter; *Hybrid Mobile Interactive Services combining DVB-T and GPRS*.
- [3] *EURESCOM P1013 FIT-MIP. Test objectives, scenarios and results .Part 2: GPRS-WLAN handover and TCP*
- [4] Stevens, W. Richard; Wright, Gary R.; *TCP/IP Illustrated, Volume 2: The implementation*; Editorial Addison-Wesley professional computing series. Febrero 2002.
- [5] Rubini, Alessandro; Corbet, Jonathan; *LINUX Device drivers. 2nd edition*; Editorial O'Reilly, 2002.
- [6] Sun, Andrew; *Using and Managing PPP*; Editorial O'Reilly. Sebastopol, marzo del 1999.
- [7] Salomon, James D.; *Mobile IP: the internet unplugged*; Editorial Prentice Hall, 1998.
- [8] <http://MEMO.lboro.ac.uk>
- [9] www.ietf.org
- [10] Paila, T.; *Mobile Internet over IP data broadcast*; Telecommunications, 2003. ICT 2003. 10th International Conference on, Volumen: 1, 23 de Febrero al 1 de Marzo de 2003, paginas: 19 - 24 vol.1

AUTOR

Oscar García Alcoceba



Ha estudiado en el ETSETB y actualmente está finalizando el PFC «Estudio de implementación de un sistema híbrido WLAN, GPRS» en el departamento de Telemática.