

# Soporte IMS para Pasarelas Residenciales en Redes de Acceso de Banda Ancha

C. Guerrero, J. Garcia, F. Valera, A. Azcorra  
Universidad Carlos III de Madrid  
Departamento de Ingeniería Telemática  
Avda. de la Universidad, 30. E-28911 Leganés (Madrid)  
Tfno: +34 91 624 8745, Fax: +34 91 624 8749  
E-mail: {guerrero,jgr,fvalera,azcorra}@it.uc3m.es

## Resumen

*QoS management is nowadays a mandatory feature in current broadband residential gateways developments. The interconnection between different QoS domains has to be treated into different steps in order to provide a reliable end-to-end QoS solution. The scenario analyzed in this paper is the mapping between QoS requirements for residential users connected to a broadband access network across a multiservice broadband access gateway. An architecture of a gateway, based on IMS (IP Multimedia Subsystem) as SIP-based signaling domain for multimedia services, is presented with the corresponding adaptation to a broadband fixed access scenario according to Next Generation Networks (NGN) standardization body. A prototype of a QoS-enabled gateway using the Click! platform allows us to demonstrate the feasibility of the proposed residential gateway architecture. The work presented in this paper has been developed within the framework of the 6<sup>th</sup> Framework Programme IST MUSE project.*

## 1. Introducción

Las redes de nueva generación NGN (Next Generation Networks) se basan en desplegar redes multiservicio con conmutación de paquetes IP. Un primer ejemplo de arquitectura de red NGN ha sido IMS (IP Multimedia Subsystem) en el escenario de las redes móviles, estandarizado por 3GPP Release 6 [3]. Podemos encontrar otro ejemplo de arquitectura NGN, pero en este caso en un entorno fijo, en las redes de acceso multiservicio de banda ancha. IMS, aunque originalmente para un entorno móvil, se ha convertido rápidamente en un estándar de facto para el despliegue de servicios de comunicaciones multimedia en redes fijas y móviles. IMS define interfaces abiertas para la gestión de sesiones, control de acceso, gestión de movilidad, control de servicios y tarificación. IMS utiliza como protocolo de señalización SIP [4] lo que permite un amplio despliegue de servicios de nueva generación.

Hay muchas experiencias en el despliegue de IMS en entornos móviles, sin embargo nuestra contribución presentada en este trabajo se centra en un escenario residencial con acceso fijo a una red de banda ancha, donde el nodo de pasarela residencial, a partir de ahora RGW (Residencial Gateway) juega un importante papel a la hora de adaptar la arquitectura de IMS a este nuevo escenario. ETSI-TISPAN [5] está actualmente estandarizando dentro de una arquitectura NGN la adaptación de IMS a un escenario de red de acceso fijo.

Este artículo presenta, partiendo de las labores llevadas a cabo hasta el momento en este marco de estandarización del TISPAN-NGN, una arquitectura

para la provisión extremo a extremo de QoS en acceso fijo de banda ancha, centrándonos principalmente en el soporte de QoS en la pasarela residencial que separa la gran diversidad del segmento residencial, del segmento de la red de acceso, cuya arquitectura futura se está diseñando en el proyecto europeo MUSE [2].

Es importante no olvidar la percepción que tiene el usuario final de la calidad del servicio que está utilizando. El papel asumido por el usuario es el de pagar por un determinado servicio o aplicación (p.e. VoIP, video bajo demanda, navegación por Internet) en lugar de por una determinada clase de servicio (p.e. ancho de banda garantizado). Cabría esperar que el modo de facturar un servicio se enfocara más a la dinámica de uso de dicho servicio en lugar de al uso estricto que se hace de la red, de ese modo la disponibilidad de recursos ha de hacerse en cada invocación de servicio y no sólo durante el proceso de suscripción al mismo.

En el siguiente apartado se recogen diferentes modelos de provisión de QoS considerando aspectos como cuál es la entidad que hace una petición de necesidades, cómo se proveen y contabilizan los recursos asociados y todo ello en el marco de estandarización del NGN para acceso fijo a banda ancha para usuarios residenciales. En la sección 3, partiendo del marco de estandarización descrito en la sección anterior, se presenta un escenario innovador de despliegue de IMS en un escenario de acceso fijo, centrándonos en la RGW que interconecta los usuarios finales residenciales con los correspondientes proveedores de servicios. Se hace referencia al desarrollo de un prototipo de RGW que

nos permite experimentar con una arquitectura software modular de RGW basada en la plataforma Click! sobre la que se implementan algunos de los escenarios de QoS con soporte IMS descritos en este trabajo.

## 2. Estandarización en redes de acceso fijas de banda ancha

El principal organismo de estandarización que está contribuyendo a la definición y diseminación de las redes de telecomunicaciones de banda ancha es el ETSI-TISPAN dentro del proyecto NGN, apoyando la convergencia de redes y servicios tanto en escenarios fijos como móviles. NGN distingue diferentes modelos de negocio en distintos segmentos: acceso, red y proveedor de servicios. Como base para la estandarización NGN ha seleccionado el protocolo SIP para señalización al igual que lo hizo en su momento 3GPP Release 6 de IMS. Proporciona acceso IP tanto al núcleo de IMS (Core IMS) como al resto de subsistemas desde diferentes dominios (residencial, móvil y corporativo). Igualmente se tiene en cuenta la interconexión entre los sistemas tradicionales de telefonía (Subsistema PTSN/ISDN). Los proveedores de servicios, a través de la arquitectura NGN, ofrecen diferentes servicios de comunicaciones con configuraciones peer-to-peer y cliente-servidor.

La Fig. 1 nos muestra un esquema de la arquitectura TISPAN-NGN en su Release 1 [5] donde se han introducido elementos clave para el caso de escenario de acceso fijo que no estaban contemplado en la estandarización propia de IMS del 3GPP Release 6. Algunos de estos elementos son *Access*

*Node (AN)*, nodo que interconecta la red del usuario residencial con la red de acceso. El *IP Edge Node (IP-EN)* es el nodo frontera entre la red de acceso y el Core Network y termina las conexiones de nivel 2 de la red de acceso. El nodo que proporciona los mecanismos de petición y reserva de recursos se denomina *Resource and Admisión Control Subsystem (RACS)* y el encargado de los servicios de autenticación y autoconfiguración es el *Network Attachement Subsystem (NASS)*.

Para proporcionar QoS en el despliegue de servicios NGN se han considerado dos mecanismos para el control dinámico de QoS. El primero de ellos denominado *Modelo QoS Garantizado* y se caracteriza por la reserva previa de los recursos antes de proporcionar el servicio. El RACS se encarga del control de admisión en la red de acceso adaptando el tráfico a la reserva efectuada. El otro modelo, denominado *Modelo QoS Relativo* implica una diferenciación de tráfico (DiffServ) mediante diferentes colas para cada tipo de clase de tráfico, estableciendo una priorización de estas colas en la red de acceso y en el IP-EN. RACS no considera otros modelos como best effort o reservas estáticas. La arquitectura soporta ambos modelos (relativo y garantizado) facilitando al proveedor de servicio la selección del modelo más adecuado según sus necesidades en cada caso. En el caso de QoS relativo, se lleva a cabo un proceso de marcado DiffServ del tráfico en el nodo IP-EN. La RGW también puede hacer marcado del tráfico uplink, considerando que el operador de red controla la RGW en la red del cliente. Por el contrario, en el caso de QoS garantizada, se han de tomar decisiones de control de admisión de tráfico en el IP-EN y en la

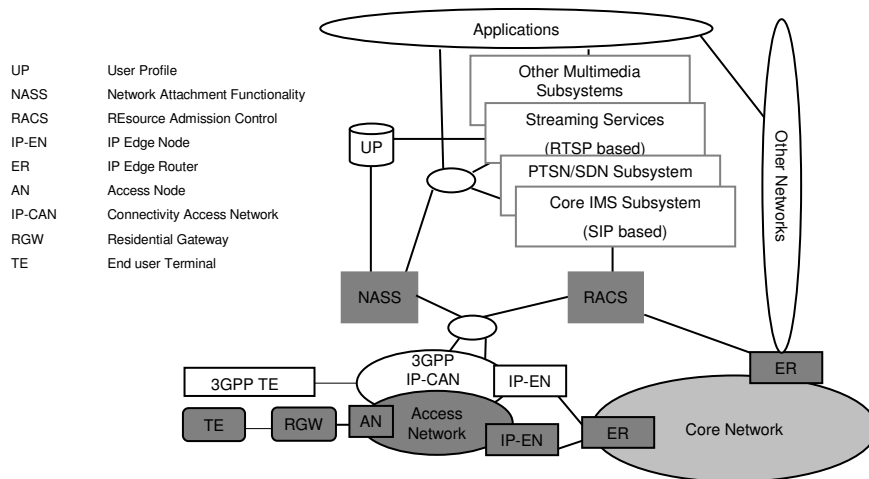


Fig. 1 Arquitectura TISPAN-NGN en acceso fijo y móvil de banda ancha.

RGW. En este punto, es importante remarcar que la estandarización en el TISPAN-NGN no entra en aspectos de control de QoS en la RGW en estos momentos, pero sí lo tiene en consideración como aspecto importante a tratar en el futuro [6], [7] y [8].

Otro aspecto importante recogido en los estándares son los diferentes mecanismos de reserva de recursos que define: *proxied QoS reservation request with policy push* y *CPE-request QoS reservation with policy pull*. La principal diferencia entre estos dos mecanismos es si el Terminal del Usuario (TE) (o la RGW en su nombre) es capaz o no de enviar peticiones de QoS explícitas. En el primero de ellos, el TE no soporta ningún mecanismo de señalización de QoS. Cuando el usuario final invoca un determinado servicio haciendo uso de señalización basada en SIP, el RACS es el responsable de autorizar una QoS asociada y de reservar los recursos asociados. Mientras que el TE del usuario en el segundo mecanismo es capaz de enviar peticiones QoS a través de un canal específico de señalización en el plano de usuario. El RACS envía un token de autorización al TE a través del mismo canal de señalización.

Como conclusión en este apartado, es importante hacer hincapié en que el estado actual de los estándares está aún en una fase inmadura en aspectos de control de QoS desde el segmento del usuario final en el escenario de acceso de banda ancha fijo y por tanto, el trabajo que se presenta en este artículo de diseño e implementación de una RGW con soporte de QoS es una enfoque innovador que nos permite demostrar la posibilidad de implementar en un escenario real arquitecturas que están actualmente estandarizándose en el marco de las redes de nueva generación NGN.

### 3. Arquitectura de la pasarela residencial

El diseño de la RGW se enmarca dentro de las arquitecturas de redes de acceso que se están desarrollando en el proyecto MUSE [2]. A continuación se describe el escenario de acceso fijo a banda ancha considerado en el proyecto MUSE haciendo énfasis en conceptos como las entidades de red involucradas, los modelos de negocio y de QoS. Una descripción de varios escenarios con soporte de QoS en la RGW se presenta finalmente en esta sección.

#### 3.1. Escenario en MUSE

En el proyecto MUSE se está diseñando una arquitectura de red de acceso multiservicio de banda ancha y está en fase de estudio la adopción del marco de estandarización de TISPAN-NGN para soporte de QoS. La Fig. 2 representa el escenario de acceso banda ancha en MUSE donde podemos identificar los principales elementos. Hay tres segmentos de red: *Home Network* donde la provisión de QoS no está tratada en MUSE ni en la estandarización de TISPAN. Sin embargo este segmento es crítico en un escenario extremo a extremo y la RGW es el elemento clave en este segmento y en el que nos centramos en este trabajo. El A-RACS situado en el segmento de Access Network juega un papel importante en la provisión de QoS. Hay que destacar que las interfaces (“Ra” y “Re”) entre el A-RACS y el AN y el EN están aún en una fase preliminar de definición en los estándares del TISPAN.

Otras dos interfaces relevantes desde el punto de vista de la provisión de QoS en la red de acceso son “Rq”, “Gq” e “Ia” que interconectan el tercer segmento, correspondiente al *Service Provider Network*, con el de la red de acceso. El AF/CSCF (*Applications Function/Call and Session Control*

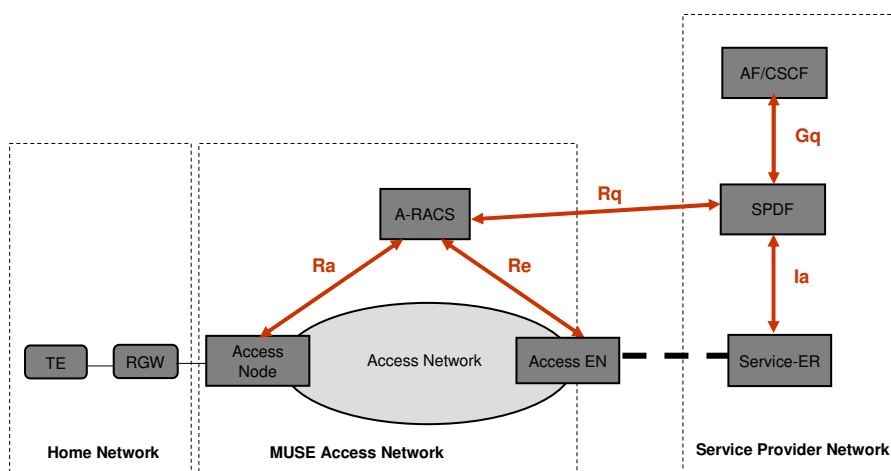


Fig. 2 Escenario en MUSE

*Function*) es el elemento que proporciona a la aplicación los recursos necesarios. El *SPDF* (*Service Policing Decision Function*) aplica políticas según la información obtenida del AF/CSCF vía la interfaz “Gq” y se encarga de autorizar los recursos solicitados tanto al AF como a los routers frontera (Service-ER y Access-ER) vía las interfaces “Rq” e “Ia”.

Teniendo en cuenta que el modelo de QoS de la red de access es conforme a la estandarización de TISPAN-NGN según la Fig. 2, y que a su vez el trabajo de estandarización no se centra en soporte de QoS en la RGW, se proponen a continuación varios escenarios en los que se proporciona soporte de QoS en la RGW.

En el proyecto MUSE se están considerando otros modelos de provisión de QoS no contemplados actualmente por los estándares, como por ejemplo, el caso en el que el proveedor de servicio es el encargado de pedir los recursos al proveedor de la red de acceso, y en consecuencia, el responsable de configurar la RGW y/o el TE.

Otro modelo, considerado tanto en MUSE como por el TISPAN-NGN es el basado en señalización a nivel de aplicación, donde el usuario final es capaz de enviar al proveedor de servicios mensajes estándares de señalización basados en SIP con el fin de hacer peticiones de servicios. En este modelo se pueden considerar dos variantes en función de si las peticiones de servicio basadas en SIP soportan información de QoS vía extensiones SDP o no [9].

### 3.2. Soporte de QoS en la RGW

Partiendo del modelo de gestión de QoS basado en señalización estándar a nivel de aplicación (basada en SIP y en la arquitectura IMS) vamos a describir diferentes escenarios de soporte de QoS en la RGW.

La versatilidad que proporciona el protocolo de señalización SIP a la hora de invocar peticiones de servicio con soporte de QoS y el masivo uso de este protocolo en una gran variedad de terminales nos permite considerar el modelo de QoS basada en la señalización estándar de SIP como arquitectura para el prototipo de RGW construido, el cual nos permitirá testear la viabilidad de dar soporte IMS al acceso fijo en banda ancha. Se han identificado dos escenarios posibles de soporte IMS en la RGW:

**SRS (*Signalling Relay Scenario*)** en el que la RGW detecta y reenvía de manera transparente la señalización basada en SIP procedente del usuario final y que tiene como destino el correspondiente nodo IMS (AF/CSCF) en el segmento del proveedor de servicio. En este caso, la RGW trata de manera transparente los flujos SIP como si fueran cualquier otro tipo de flujo de datos, mapeándolo a la clase de servicio correspondiente y previamente preconfigurada en la fase de autoconfiguración de la RGW.

La Fig. 3 representa este escenario donde podemos identificar (1) que el TE envía directamente señalización SIP para invocar un servicio al AF/CSCF para iniciar la negociación extremo a extremo de una sesión. La RGW detecta este tráfico y de manera transparente la trata como un flujo más reenviándola a la red de acceso. (2) El AF/CSCF a través de la interfaz “Gq” indica al SPDF/RACS los recursos asociados a la petición de servicio efectuada. En (3) y (4) se chequea por parte del SPDF/CSCF si la petición de QoS negociada por el usuario puede ser satisfecha en la red de acceso.

Este proceso de chequeo se basa en varias fuentes de información: visión de todos los recursos de la red (preconfigurados y en uso), el perfil del usuario e información de suscripción. Si la red de acceso no puede atender la petición demandada, el SPDF puede modificar el perfil de QoS para adecuarlo al estado de la red.

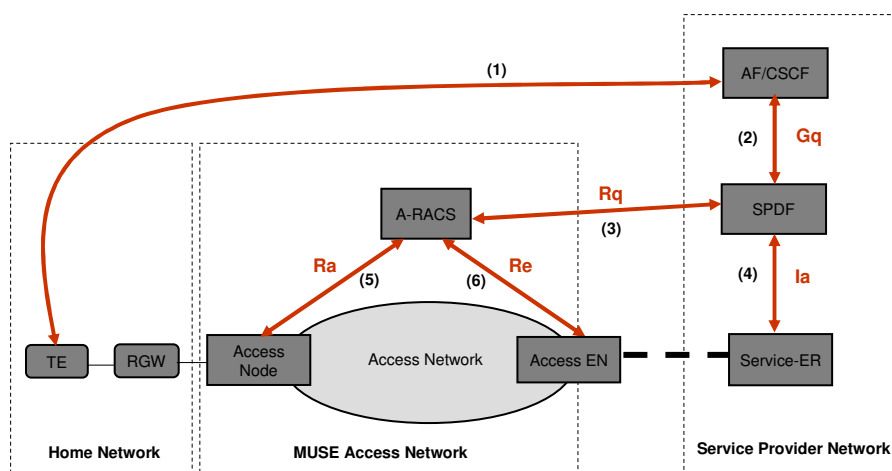


Fig. 3. Escenario SRS

Una vez ha finalizado la negociación extremo a extremo, el SPDF/CRACS autoriza el uso de los recursos para esa sesión, configurando los nodos correspondientes en la red de acceso completando los pasos (4), (5) y (6) en la Fig 3. Finalmente, se establece el flujo de datos IP teniendo en cuenta los recursos reservados en los pasos previos en todos los nodos de la red pertenecientes a diferentes segmentos e involucrados en la comunicación extremo a extremo.

**SPS (Signalling Proxy Scenario (SPS))** es el otro escenario identificado en el que la RGW soporta señalización SIP en lugar de los TE del usuario en el segmento del hogar. En este caso, la RGW actúa como un nodo proxy de señalización para los terminales de la casa que no soportan señalización SIP, haciendo las peticiones de recursos asociados a la QoS requerida en nombre de los terminales.

La RGW es capaz de identificar los flujos de los usuarios y según las necesidades de cada flujo, hacer la petición correspondiente al nodo del proveedor de servicio. Este escenario es útil en el caso de tener terminales en el segmento residencial que no soportan la señalización basada en SIP que utiliza la red de acceso y los proveedores de servicio para implementar el control y provisión de la QoS. De esta manera se independiza el diseño del core de la red independientemente de las características de los terminales situados en el hogar. Esto nos permite tener terminales no-IMS en la casa o incluso terminales que soporten SIP pero no con todas las funcionalidades de la arquitectura de QoS para que sea conforme con los estándares IMS para redes fijas.

En todos estos casos, la RGW es un proxy de señalización que actuará en función de las capacidades SIP de los terminales. La Fig. 4 nos muestra este escenario donde un TE propietario (no conforme con los estándares de IMS) envía una petición de sesión (1a) que es detectada por la RGW

que se encarga de traducirla a un petición con señalización SIP, actuando la RGW en nombre del Terminal, y remitirla a la AF/CSCF (1b). Los siguientes pasos son similares al escenario anterior de la Fig. 3. Ambos escenarios soportan una importante carga de tratamiento de mensajes de señalización en la RGW, es por ello que consideramos un punto clave el poder medir las prestaciones o la carga que soporta la RGW en el caso del tratamiento de estos mensajes de señalización en cada uno de los dos escenarios identificados. La siguiente sección describe la implementación de un prototipo de RGW con el que poder experimentar con la arquitectura de soporte QoS descrita.

### 3.3. Prototipo de RGW

Con el fin de poder validar la arquitectura propuesta, se ha diseñado e implementado un prototipo de RGW basado en la plataforma de software router modular Click! [1] que nos permite de manera flexible extender el soporte de QoS que ha de proporcionar la RGW en los diferentes escenarios propuestos.

Click! es una plataforma software para implementar modularmente funcionalidades de routing, desarrollada conjuntamente por el MIT, ICSI e UCLA. En [10] y [11] se estudian diferentes alternativas de diseño de la RGW utilizando la plataforma Click! y se presentan medidas de prestaciones que nos han permitido seleccionar la arquitectura software de la RGW sobre la que se van a implementar funcionalidades de soporte de QoS siguiendo los estándares de IMS y TISPAN-NGN.

### 4. Conclusiones y trabajo futuro

El soporte de QoS en una pasarela residencial que da acceso a una red de banda ancha multiservicio es un elemento clave a la hora de proveer QoS extremo a extremo a los usuarios residenciales. La arquitectura

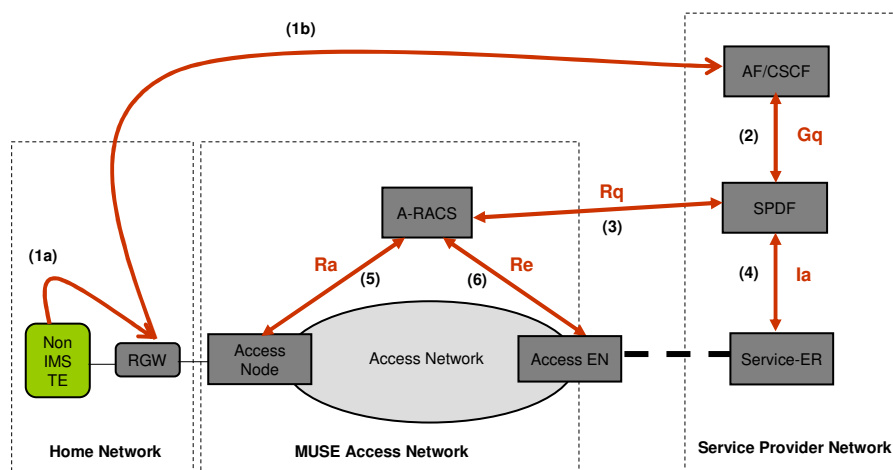


Fig. 4. Escenario SPS

IMS se ha centrado en redes móviles, sin embargo existe la voluntad de desplegar IMS en redes de acceso fijas por lo que el TISPAN en el marco de las redes NGN está adaptando IMS a otros escenarios y redes. En este artículo se describe los elementos claves de una RGW con soporte de QoS siguiendo los preliminares esfuerzos de estandarización llevados a cabo hasta la fecha. El prototipado de esta arquitectura de RGW nos permitirá experimentar en un escenario real como el de la red de acceso de banda ancha que se está diseñando en el marco del proyecto MUSE

Como trabajo futuro cabe destacar la implementación de la arquitectura de QoS propuesta en el prototipo de RGW basado en el plataforma Click! para crear un banco de pruebas en el que validar los diferentes escenarios propuestos.

Igualmente y en paralelo a este trabajo de implementación se contribuirá en las labores de estandarización de la arquitectura IMS en el escenario de acceso fijo de banda ancha en el marco del TISPAN-NGN y del proyecto europeo MUSE.

#### **Agradecimientos**

El trabajo presentado en este artículo se ha llevado a cabo en el marco del proyecto europeo MUSE del 6º Programa Marco.

#### **Referencias**

- [1] The Click Modular Router Project. [www.pdos.csail.mit.edu/click](http://www.pdos.csail.mit.edu/click).
- [2] MUSE (Multi-Service Access Everywhere). IST European Project. [www.ist-muse.org](http://www.ist-muse.org).
- [3] 3GPP TS 23.228: IP Multimedia Subsystem, Stage 2, Release 6, January 2003.
- [4] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Shooler. IETF RFC 3261. SIP: Session Initiation Protocol. June 2002
- [5] [DES/TISPAN-02007-NGN-R1](#) NGN Functional architecture for NGN Release 1
- [6] [DES/TISPAN-02021-NGN-R1](#). NGN Functional Architecture; Network Attachment. Draft 2005.
- [7] [DES/TISPAN-02020-NGN-R1](#). Functional Architecture; Resource and Admission Control Subsystem (RACS). Stable Draft 2005.
- [8] [DTS/TISPAN-05002-NGN](#) Interface Protocol Req. Definition; QoS Control in Access Networks. Draft 2005.
- [9] M. Handley and V. Jacobson. IETF RFC 2327. SDP: Session Description Protocol. April 1998.
- [10] "Estudio de un Router Software para la implementación de una Pasarela Residencial". J. García Reinoso, F. Valera, D. Díez, H. Gascón, C. Guerrero, A. Azcorra. JITEL 2005. Vigo, España. Septiembre 2005.
- [11] "Designing a Broadband Residencial Gateway using Click! Modular Router". H. Gascón, D. Díez, J. García, F. Valera, C. Guerrero, A. Azcorra. EUNICE 2005. Colmenarejo. España, Julio 2005.