

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1182-1*

**Integración de los sistemas de comunicaciones móviles
terrenales y por satélite**

(Cuestión UIT-R 112/8)

(1995-2003)

Cometido

Esta Recomendación define cinco niveles de arquitectura diferente para la integración de los sistemas del servicio móvil por satélite (SMS) con la red telefónica pública conmutada (RTPC) terrenal o celular. En el Anexo 1 se expone el concepto de dicha arquitectura, y el Anexo 2 describe un ejemplo de un sistema de comunicaciones móviles terrenales y por satélite de banda ancha muy integrado.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que están estableciendo diversos sistemas móviles por satélite;
- b) que algunos sistemas móviles por satélite interfuncionan con sistemas terrenales;
- c) que la capacidad de tránsito mundial es factor clave para las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000) y que la componente de satélite definida en la Recomendación UIT-R M.687 es uno de los elementos importantes que fomentan dicha capacidad;
- d) que la componente de satélite resulta eficaz para atender las zonas con población dispersa y bajo volumen de tráfico;
- e) que el interfuncionamiento del sistema móvil por satélite con el sistema terrenal puede mejorar la satisfacción del usuario, no sólo dentro de las IMT-2000 sino también en el SMS en general;
- f) que la capacidad de canales de la componente de satélite es relativamente limitada en comparación con la componente terrenal;
- g) la Cuestión UIT-R 112/8,

recomienda

1 que al considerar la integración de sistemas terrenales y por satélite se tengan en cuenta los niveles indicados a continuación y explicados en el Anexo 1.

Niveles de integración:

- Nivel 1: integración geográfica
- Nivel 2: integración de servicios
- Nivel 3: integración de redes

* La Comisión de Estudio 8 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2004 de conformidad con la Resolución UIT-R 44.

- Nivel 4¹: integración de equipos
- Nivel 5: integración de sistemas;

2 que los terminales móviles de un sistema integrado tengan la posibilidad de elegir el componente más adecuado, ya sea terrenal o por satélite, en función del nivel de señal recibido y de la disponibilidad de la red a fin de mantener una determinada calidad de servicio dentro de una gran zona de servicio ininterrumpida;

3 que si la integración con el sistema móvil terrenal se efectúa en el nivel de integración 3 indicado más arriba o en un nivel superior, el sistema integrado tenga de preferencia capacidad de tránsito con identificador de usuario/abonado único en los sistemas terrenal y por satélite;

4 que el traspaso entre los componentes móviles terrenal y por satélite de un sistema integrado se efectúe en la medida en que no vaya en detrimento en un grado considerable de la capacidad del sistema ni aumente su complejidad.

Anexo 1

Niveles de integración de los sistemas móviles por satélite con los sistemas móviles terrenales

1 Conceptos

Existen distintas relaciones y enfoques apropiados para la elaboración de conceptos de integración entre sistemas móviles terrestres por satélite y sistemas móviles terrenales. La Fig. 1 ofrece una representación general de los conceptos globales.

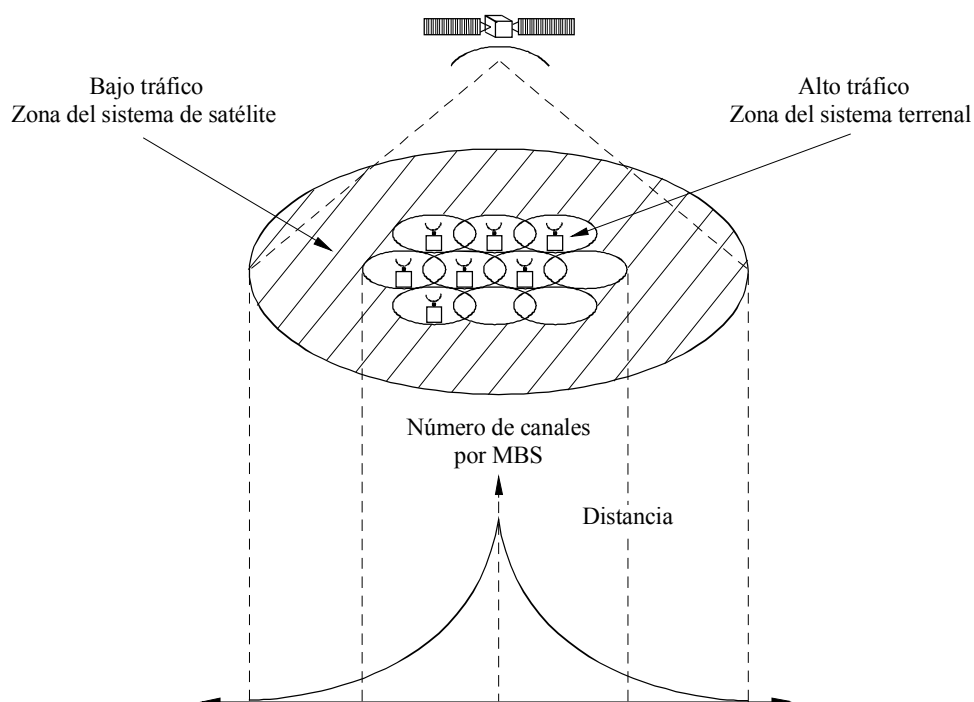
2 Enfoques

Pueden considerarse diversos niveles de integración entre la coexistencia independiente y la integración total. En la siguiente exposición se examinan cinco niveles, ordenados conforme a una integración creciente, en el sentido de que cada nivel incluye las características fundamentales del anterior:

- Nivel 1: integración geográfica
- Nivel 2: integración de servicios
- Nivel 3: integración de redes
- Nivel 4: integración de equipos
- Nivel 5: integración de sistemas.

¹ En el Anexo 2 se da un ejemplo de integración entre sistemas terrenales y por satélite que crea una red de acceso de múltiples segmentos con integración de Nivel 4. El contenido de este Anexo informativo refleja el resultado del Proyecto SUITED (*multi-segment System for broadband Ubiquitous access to InTErnet services and Demonstrator*) y por tanto hace referencia a los conceptos desarrollados dentro de SUITED, que sólo son válidos en ese contexto. En particular, este Anexo es un ejemplo de integración de componentes de satélite y terrenales en el marco del proyecto SUITED y como tal no afecta a la arquitectura ni a ninguno de los elementos de las IMT-2000 ni de los sistemas ulteriores.

FIGURA 1
Concepto de sistema integrado



1182-01

2.1 Integración geográfica

Se trata de la situación en la que el sistema terrenal y el sistema de satélite están concebidos independientemente, de modo que se basan en técnicas distintas y no proporcionan necesariamente servicios iguales o compatibles.

En lugar de hablar de «integración» entre los dos sistemas, probablemente sería más correcto decir que el sistema de satélite «complementa» al terrenal, ofreciendo servicios de comunicaciones a los usuarios que se desplazan por zonas geográficas no atendidas por el sistema terrenal. En la Fig. 2 se halla una representación de este caso.

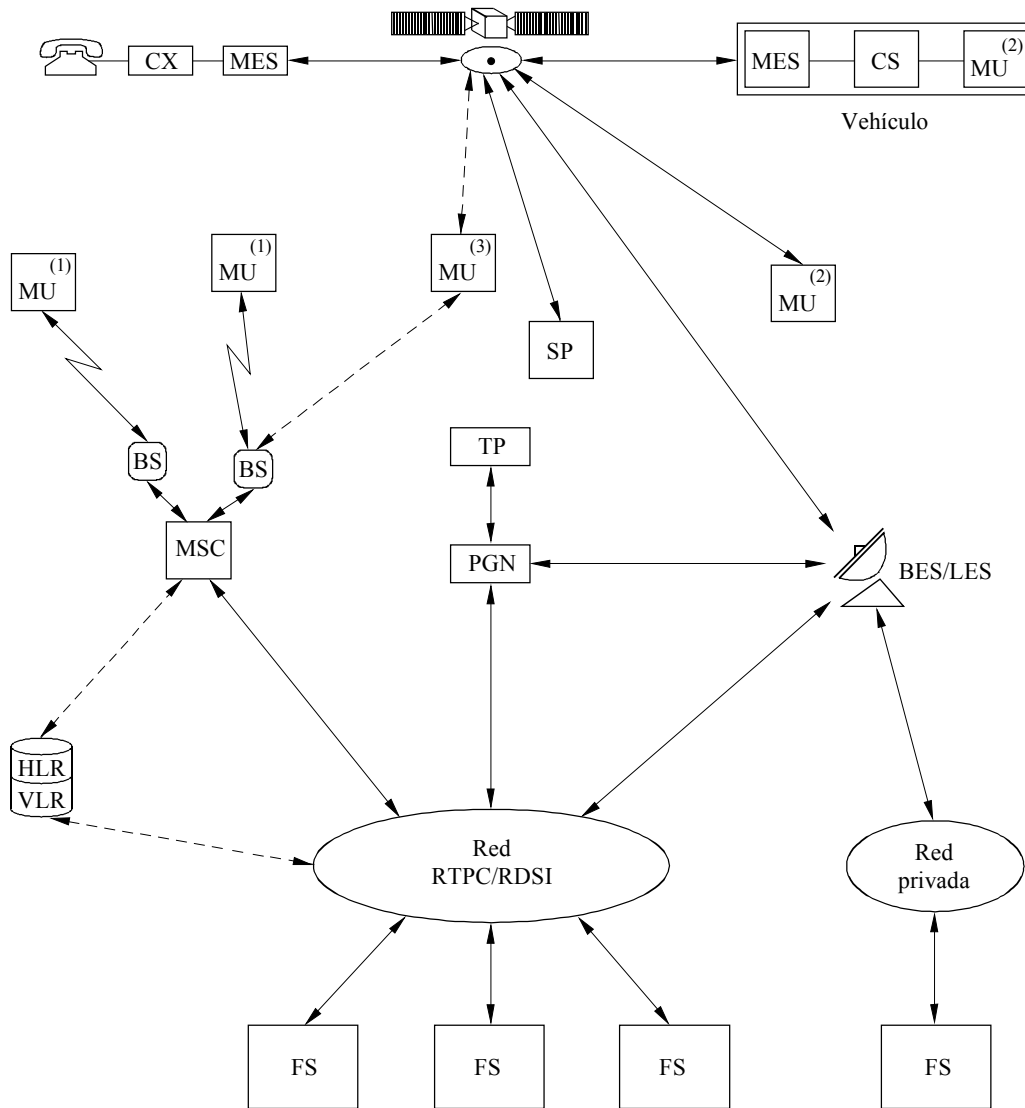
El usuario móvil (MU) de la estación móvil (MS) o de la estación personal (PS) podrá elegir entre la compra de un terminal de sistema terrenal, un terminal de satélite o un terminal de modo doble, en función de sus necesidades especiales; en este último caso, utilizará para las llamadas que origine el terminal que considere más apropiado en ese momento.

El abonado fijo (FS) que desee dirigir una llamada al usuario móvil tendrá que seleccionar el sistema terrenal o de satélite, marcando el número del sistema terrenal o el número que le proporcione acceso a la estación terrena (BES) de satélite o terrena en Tierra (LES) más cercana. Esto significa que el abonado fijo deberá conocer el tipo de terminal (y de autorización de servicio) de que dispone el usuario móvil.

Si el usuario móvil tiene una doble autorización de servicio y una estación terminal de modo doble, el abonado fijo puede verse obligado a repetir su llamada por el sistema de satélite si falla la primera tentativa por intermedio del sistema terrenal. En esta situación puede suceder muy bien que, por ejemplo, un abonado fijo que trate de efectuar una llamada telefónica necesite aceptar un servicio de mensajería, que sólo puede proporcionar el sistema por satélite.

FIGURA 2

Concepto de integración geográfica y de servicios
(la parte llamante selecciona el encaminamiento)



- (1) Terminal terrenal (estación móvil (MS) o estación personal (PS))
 (2) Terminal de tipo satélite
 (3) Terminal de modo doble
 --- Encaminamiento seleccionado por el abonado fijo

BES: estación terrenal de base
 BS: estación de base
 CS: estación de base personal
 (emplazamiento de célula para estaciones personales)
 CX: central rural pequeña, etc.
 FS: abonado fijo
 HLR: registro de emplazamientos de domicilio
 LES: estación terrenal en Tierra

MES: estación terrenal móvil
 MSC: centro de conmutación de servicios móviles
 MU: usuario móvil
 PGN: red de radiobúsqueda terrenal
 RDSI: red digital de servicios integrados
 RTPC: red telefónica pública con conmutación
 SP: radiobuscador de satélite
 TP: radiobuscador terrenal
 VLR: registro de emplazamientos visitados

Una ventaja de la integración geográfica es la posibilidad de optimizar por separado las características de los dos sistemas, utilizando para cada uno una solución técnica adaptada, teniendo en cuenta las importantes y diferentes limitaciones que afectan a los dos casos.

Puede llegarse a la conclusión de que, mediante este planteamiento, el sistema de satélite cumple su función de ampliar la zona de cobertura.

2.2 Integración de servicios

La configuración de la red es fundamentalmente la misma que en el caso 1 (véase la Fig. 2). En este caso, en la fase de diseño del sistema de satélite se seleccionan los parámetros del sistema de modo que los enlaces de satélite puedan admitir servicios compatibles con los ofrecidos por el sistema terrenal, en el sentido de que los terminales locales (terminales normalizados por el UIT-T o cualquier terminal futuro) utilizados por el usuario para el servicio deseado puedan emplearse con independencia de que se seleccione un enlace terrenal o de satélite. Esto no significa que las soluciones técnicas (por ejemplo, esquema de acceso) adoptadas para los dos sistemas sean iguales.

Cabe prever que el sistema de satélite sólo admitirá un subconjunto de los servicios proporcionados por el sistema terrenal, debido a las limitaciones en el trayecto de radiocomunicación. Además, la calidad de servicio puede no ser igual en ambos casos.

La armonización de los servicios también es importante para que los usuarios móviles del sistema por satélite puedan interfuncionar con los del sistema terrenal, es decir, para las comunicaciones entre usuarios móviles.

2.3 Integración de las redes

Este concepto es esencial pues representa el primer nivel de integración que permite que los sistemas espacial y terrenal compartan sus prestaciones.

2.3.1 Arquitectura de la red

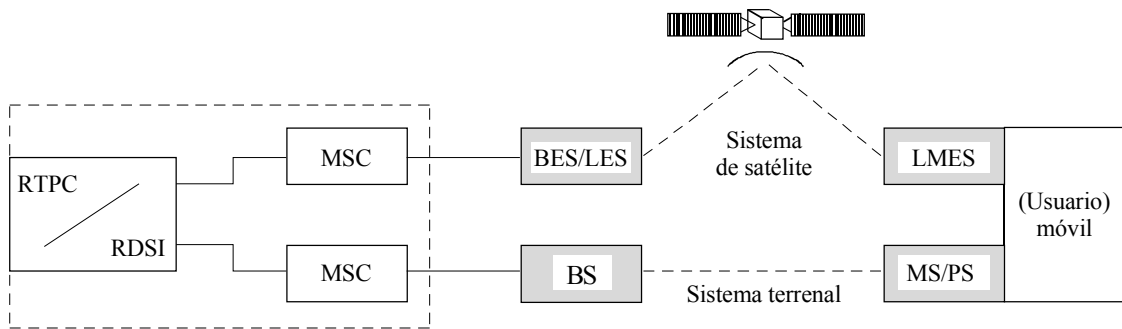
El objetivo consiste en utilizar en la mayor medida posible los mismos equipos y protocolos en las redes por satélite y terrenal celular, es decir, los mismos soportes físicos, soportes lógicos e instalaciones, para reducir al mínimo los costes. Sin embargo, debido a los retardos de propagación, las frecuencias, etc., que son diferentes en la red por satélite y en la red terrenal celular, algunos elementos difieren. La Fig. 3 muestra la arquitectura global del sistema.


A continuación, y conforme se ilustra en la Fig. 4, se presenta un ejemplo de la arquitectura de red integrada con el sistema GSM.

La arquitectura global constaría de:

- una constelación de satélites,
- estaciones móviles,
- estaciones de cabecera,
- instalaciones de red móvil: centros de conmutación, registros de emplazamientos y centros de autenticación.

FIGURA 3
Concepto de comunidad para las instalaciones móviles
y de estación de base



 Posibilidad de soporte físico común

BES: estación terrenal de base
 BS: estación de base
 LES: estación terrenal en Tierra
 LMES: estación terrenal móvil terrestre
 MS: estación móvil
 MSC: centro de conmutación de servicios móviles
 PS: estación personal

1182-03

Las interfaces serían:

- la interfaz «aérea» que define los intercambios entre la MS y la GS;
- la interfaz X que define los intercambios entre la GS y el MSC;
- la interfaz MM (mobility management – gestión de movilidad) que define el protocolo entre el MSC, el HLR y el VLR.

Todas estas interfaces deberían permitir una reducción de los costes de desarrollo del segmento terreno del sistema por satélite.

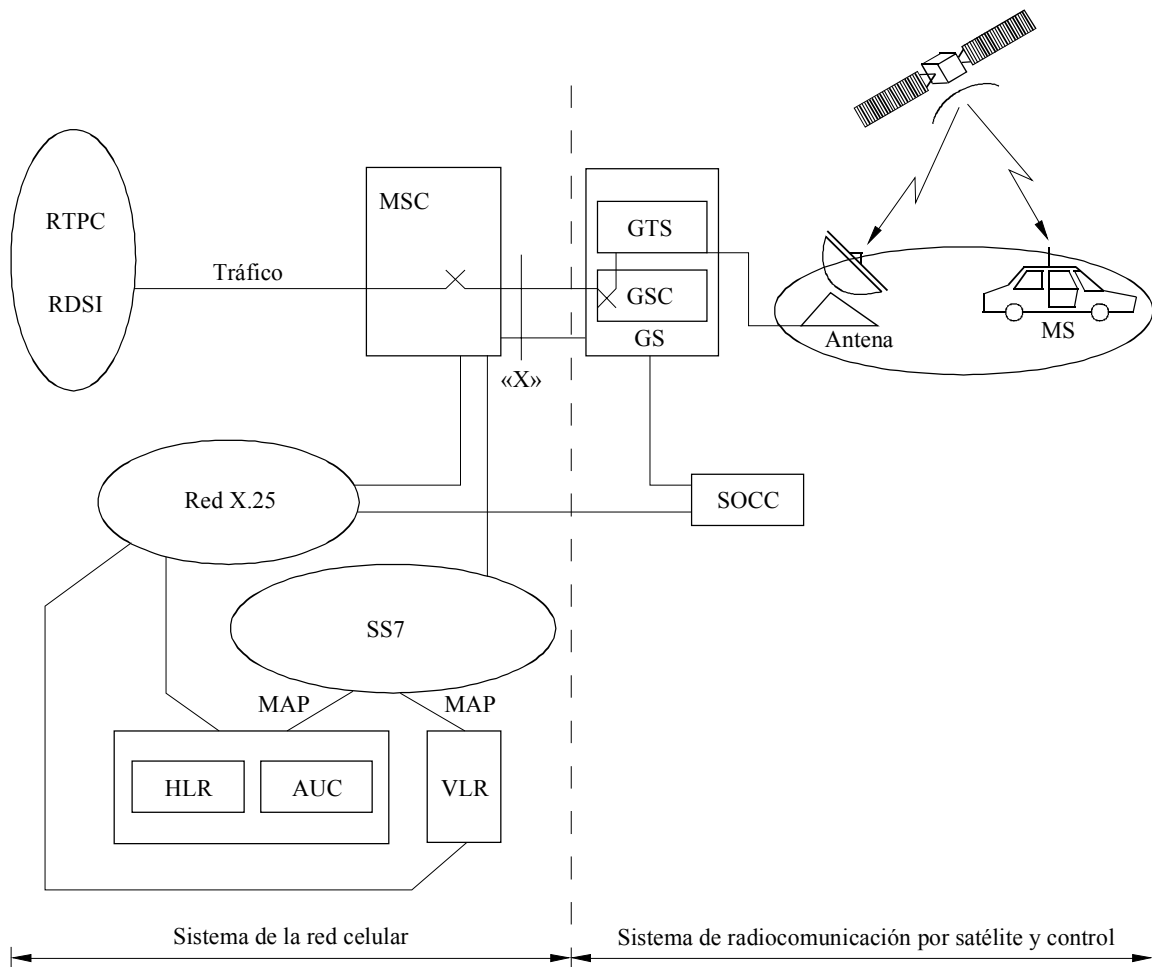
La información de señalización entre las diferentes unidades funcionales (exceptuada la MS) de la red terrenal se transmitiría por medio del sistema de señalización N.º 7 (SS N.º 7) del UIT-T.

Los mensajes de datos entre la estación cabecera y las demás entidades (y en especial entre el MSC, el HLR y el VLR) se transmitirían mediante el protocolo X.25.

El enlace MS-GS utilizaría su propio sistema de señalización.

La elección de X como interfaz A del GSM y de MAP como interfaz MM tendría las siguientes consecuencias en el caso de una red móvil del tipo GSM: habría que modificar la red a la que estaría conectada X, facilitar a la GS las funciones vinculadas con el sistema por satélite (traspaso), y reutilizar en la mayor medida posible los protocolos y las entidades MM (MSC, HLR, VLR y AUC) de las redes celulares terrenales.

FIGURA 4



- AUC: centro de autenticación
- GS: estación terrestre
- GSC: controlador de estación terrestre
- GTS: estación transceptora terrestre
- SOCC: centro de control de operaciones del satélite
- SS7: sistema de señalización por canal común N.º 7

1182-04

2.3.2 Aspectos de protocolo

En lo que precede se supone que en el sistema por satélite y en el sistema terrenal celular se utilizarán en la mayor medida posible los mismos protocolos. Por ejemplo, se podrían adoptar los mismos tipos de canales (las mismas funcionalidades) para los enlaces terrenales y por satélite.

En el sistema por satélite sería necesario considerar un canal de sincronización especial para determinar y compensar el retardo y los efectos Doppler del enlace móvil por satélite. La reducción de los errores de frecuencia y de los errores de posición de la estación móvil permitiría reducir los preámbulos y aumentar la eficacia de la trama.

El procedimiento de determinación de la posición es peculiar de los sistemas por satélite, pero los otros procedimientos, como los de registro, establecimiento, liberación y gestión de movilidad, podrían considerarse iguales a los del sistema GSM.

A continuación se describen brevemente las tres capas que intervienen en la definición de los protocolos de satélite.

Capa 1

Capa física (estructura de trama) únicamente en el trayecto radioeléctrico entre la MS, el satélite o la constelación de satélites y la GS.

Capa 2

Especifica los procedimientos de acceso al enlace que han de utilizarse en los canales de control para transmitir información entre las entidades de la capa 3 a través de la interfaz radioeléctrica GSM. El protocolo de la capa 2 es un protocolo de acceso al enlace Dm (LAPDm).

Capa 3

Esta capa efectúa el encaminamiento dinámico de la información relacionada con la posición de la MS cuando está en reposo y el encaminamiento dinámico de las llamadas en curso cuando la MS sale de la célula o de la zona cubierta por un VLR. Esta capa está subdividida entre tres partes: control de llamada con conmutación de circuitos (establecimiento, liberación, etc.), gestión de movilidad, y gestión de la transmisión radioeléctrica.

La primera capa de la red (capa 1) requiere modificaciones importantes (canal de sincronización especial, modulación, entrelazado, codificador, estructura de canales). La capa 2 no necesita modificaciones, sino sólo la adaptación de unos pocos parámetros (temporización debido a los retardos de propagación, etc.). La capa 3 (la parte de gestión de la transmisión radioeléctrica) tiene que sufrir modificaciones para efectuar la determinación inicial de posición y los traspasos. Las otras subcapas (gestión de movilidad y control de llamada) no necesitan mayores cambios.

2.4 Integración de equipos

Este planteamiento es equivalente desde el punto de vista arquitectural al de la integración de redes, siendo la diferencia principal que las técnicas (parámetros de acceso, velocidades binarias, protocolos, etc.) adoptadas para el sistema de satélite son análogas (soporte físico común) o incluso las mismas que las del sistema terrenal (véase la Fig. 3).

Las ventajas de este planteamiento se refieren fundamentalmente a la simplificación de la ejecución del terminal móvil de modo doble, pues puede utilizarse un núcleo común (soporte lógico, banda de base y posiblemente equipo de modulación) para los modos de funcionamiento terrenal y por satélite.

Ahora bien, conviene señalar que debido a la utilización de distintas bandas de frecuencias para las comunicaciones terrenales y por satélite, la mejora de un terminal terrenal para que funcione también con el sistema de satélite exigirá probablemente equipo adicional.

Pese a que este enfoque parece estar muy cerca de la integración total de los dos sistemas, hay que observar que el sistema terrenal ve todavía al sistema de satélite como un encaminamiento alternativo en los casos en que es incapaz de admitir una petición de llamada debido a limitaciones de la cobertura, y no como parte de su sistema.

2.5 Integración de sistemas

Esta última solución ofrece el máximo nivel concebible de integración de la red de satélite con el sistema terrenal, en el sentido de que la cobertura o coberturas proporcionadas por el sistema de satélite se consideran como una (o más) «células grandes» del sistema celular.

Todas las características de un sistema avanzado, como el traspaso de llamadas en curso de una célula a otra, se aplican también a las células grandes. (El traspaso a través de los haces estrechos de satélite puede no ser indispensable, teniendo en cuenta el tamaño de los mismos.) Obviamente, el procedimiento de traspaso sistema terrenal-satélite sólo se permitirá si el usuario móvil tiene un terminal de modo doble (información disponible en el registro de emplazamientos de domicilio).

3 Conclusión

Se están llevando a cabo actualmente varios proyectos para proporcionar servicios mundiales, regionales o nacionales a terminales móviles por medio de diferentes constelaciones de satélites. Estos sistemas podrían servir de complemento a los sistemas terrenales celulares, lo que pone de relieve el interés que revisten los terminales que funcionan en el modo doble.

Sería deseable un cierto grado de integración entre los sistemas espaciales y terrenales a fin de reutilizar en la medida de lo posible las instalaciones existentes. En el ejemplo de integración del sistema GSM descrito en el § 2.3 se podría reutilizar una gran parte de los protocolos de las capas 2 y 3 de interconexión de sistemas abiertos (OSI).

Anexo 2

Arquitectura de un sistema de comunicaciones móviles terrenales y por satélite de banda ancha muy integrado (Proyecto SUITED)

1 Introducción

El Proyecto de sistema de múltiples segmentos para acceso ubicuo de banda ancha a los servicios Internet y demostrador (SUITED, *multi-segment System for broadband Ubiquitous access to InTErnet services and Demonstrator*) es un proyecto aprobado por la Comisión Europea para definir, diseñar y demostrar un sistema móvil de banda ancha mundial (GMBS, *global mobile broadband system*) basado en una infraestructura integrada de redes de satélite/terrenales, en la que todos los componentes de red están totalmente fusionados entre sí para lograr al menos la «integración de nivel 4», y hacer la demostración de tal sistema.

2 Componentes de sistema y arquitectura de sistema SUITED/GMBS

La prestación de servicios ubicuos de banda ancha sólo se puede asegurar considerando una zona de cobertura de servicio mundial. Sin embargo, ni las redes terrenales inalámbricas ni los sistemas de satélite que funcionan por ellas pueden garantizar esta cobertura mundial. La única solución es

aprovechar las características complementarias de diferentes clases de redes creando una red de acceso de múltiples segmentos que permita a un usuario genérico seleccionar el sistema más adecuado dependiendo de varios factores, tales como el entorno, tipo de servicio, costo, etc. Ésta es la solución propuesta por SUITED.

Las redes de acceso previstas en SUITED, denominadas también «segmentos», son las siguientes:

- *Sistema de satélite basado en procesamiento a bordo (OBP, on board processing)* en 20-30 GHz: Segmento de satélite de banda ancha que funciona en la banda Ka con capacidades avanzadas de procesamiento a bordo, por ejemplo, conmutación rápida de circuitos, asignación dinámica de anchura de banda. Este segmento admite una amplia gama de topologías de terminal adaptadas a diferentes entornos de servicio (transportable y móvil, individual y colectivo) con velocidades de servicio apropiadas como se resume en el Cuadro 1. El sistema de satélite tiene también capacidades de conectividad avanzadas que pueden proporcionar capacidades de red de acceso y capacidades de red básica, así como funciones optimizadas de interfuncionamiento con muchas redes terrenales, por ejemplo, Internet, con soporte de calidad de servicio (QoS), seguridad y soporte de movilidad de servicio.
- *Sistema del servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS, general packet radio service)*: Sistema móvil terrestre, que a corto plazo proporcionará servicios portadores que permitan un acceso inalámbrico eficaz a redes de datos en paquetes. Este segmento admite topologías de terminal móvil individual y colectivo con las velocidades de transmisión de datos indicadas en el Cuadro 1; el concepto de terminal colectivo se basa en la agrupación de un conjunto de terminales individuales. Este segmento tiene capacidades de red específicas para interfuncionar con redes de datos en paquetes terrenales, por ejemplo Internet, con soporte de QoS, seguridad y soporte de movilidad de servicio.
- *IMT-2000² terrenales*: Sistema móvil terrestre que, a mediano plazo, proporcionará servicios portadores que admiten un acceso inalámbrico eficaz a redes de datos por paquetes que representan la solución deseada destinada a complementar/sustituir el sistema GPRS. Este segmento admite una amplia gama de topologías de terminal adaptadas a diferentes entornos de servicio (transportable y móvil, individual y colectivo) con velocidades de servicio apropiadas como se indica en el Cuadro 1.
- *Sistema de red de área local inalámbrica (W-LAN)*: Red de acceso para complementar el segmento de satélite para entornos dentro de edificios y en exteriores a corta distancia, donde la disponibilidad de satélite es deficiente o no existe. Este segmento admite topologías de terminal móvil con las velocidades de transmisión de datos indicadas en el Cuadro 1. Este segmento no tiene capacidades de red específicas, aparte del acceso al nodo de terminación del satélite, por ejemplo, estación terrena fija de satélite (FES, *fixed earth station*).

La velocidad de datos de servicio es un requisito crítico importante que se ha de satisfacer. Cabe señalar la fuerte compatibilidad de las velocidades de datos de servicio de los segmentos GMBS indicadas en el Cuadro 1, para los diferentes entornos de servicio y diferentes clases de utilización del terminal de usuario.

² El Proyecto SUITED se centra en la arquitectura y protocolos del sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS, *universal mobile telecommunication system*).

CUADRO 1
**Comparación de las velocidades de datos del terminal
de usuario de segmentos SUITED**

Segmento		Móvil			Transportable
		< 10 km/h	< 120 km/h	< 250 km/h	
Satélite	Individual	Enlace ascendente: 160 kbit/s Enlace descendente: 6 Mbit/s	Enlace ascendente: 160 kbit/s Enlace descendente: 6 Mbit/s	No aplicable ⁽³⁾	Enlace ascendente: 160 kbit/s Enlace descendente: 6 Mbit/s
	Colectivo	Enlace ascendente: 0,512/2 Mbit/s Enlace descendente: 16 Mbit/s	Enlace ascendente: 0,512/2 Mbit/s Enlace descendente: 16 Mbit/s	Enlace ascendente: 2 Mbit/s Enlace descendente: 16 Mbit/s	Enlace ascendente: 0,512/2 Mbit/s Enlace descendente: 16 Mbit/s
GPRS	Individual	150 kbit/s	150 kbit/s	150 kbit/s	150 kbit/s
	Colectivo	$N \times 150$ kbit/s ⁽¹⁾	$N \times 150$ kbit/s ⁽¹⁾	$N \times 150$ kbit/s ⁽¹⁾	$N \times 150$ kbit/s ⁽¹⁾
IMT-2000	Individual	2 000 kbit/s	384/512 ⁽²⁾ kbit/s	144/384 ⁽²⁾ kbit/s	2 000 kbit/s
	Colectivo	$N \times 2\,000$ kbit/s ⁽¹⁾	$N \times 384/512$ ⁽²⁾ kbit/s ⁽¹⁾	$N \times 144/384$ ⁽²⁾ kbit/s ⁽¹⁾	$N \times 2\,000$ kbit/s ⁽¹⁾
W-LAN	Individual	11/5,5/2/1 Mbit/s	No aplicable ⁽³⁾	No aplicable ⁽³⁾	11/5,5/2/1 Mbit/s
	Colectivo	11/5,5/2/1 Mbit/s	No aplicable ⁽³⁾	No aplicable ⁽³⁾	11/5,5/2/1 Mbit/s

⁽¹⁾ El terminal colectivo se obtiene agrupando N terminales individuales.

⁽²⁾ Proyectado.

⁽³⁾ El uso actual de la red W-LAN está limitado a aplicaciones de baja velocidad, por ejemplo, zona de estacionamiento.

Se supone que la red Internet considerada en el sistema SUITED/GMBS esté formada por subredes explotadas por una federación de proveedores de servicios Internet (ISP, *internet service provider*). El término federación indica un conjunto de ISP que tiene acuerdos de servicio de pares definidos para proporcionar aplicaciones Internet con QoS a una comunidad de usuarios.

La integración de los segmentos de acceso prevista en el sistema GMBS/SUITED permite la cobertura de cualquier entorno de usuario posible:

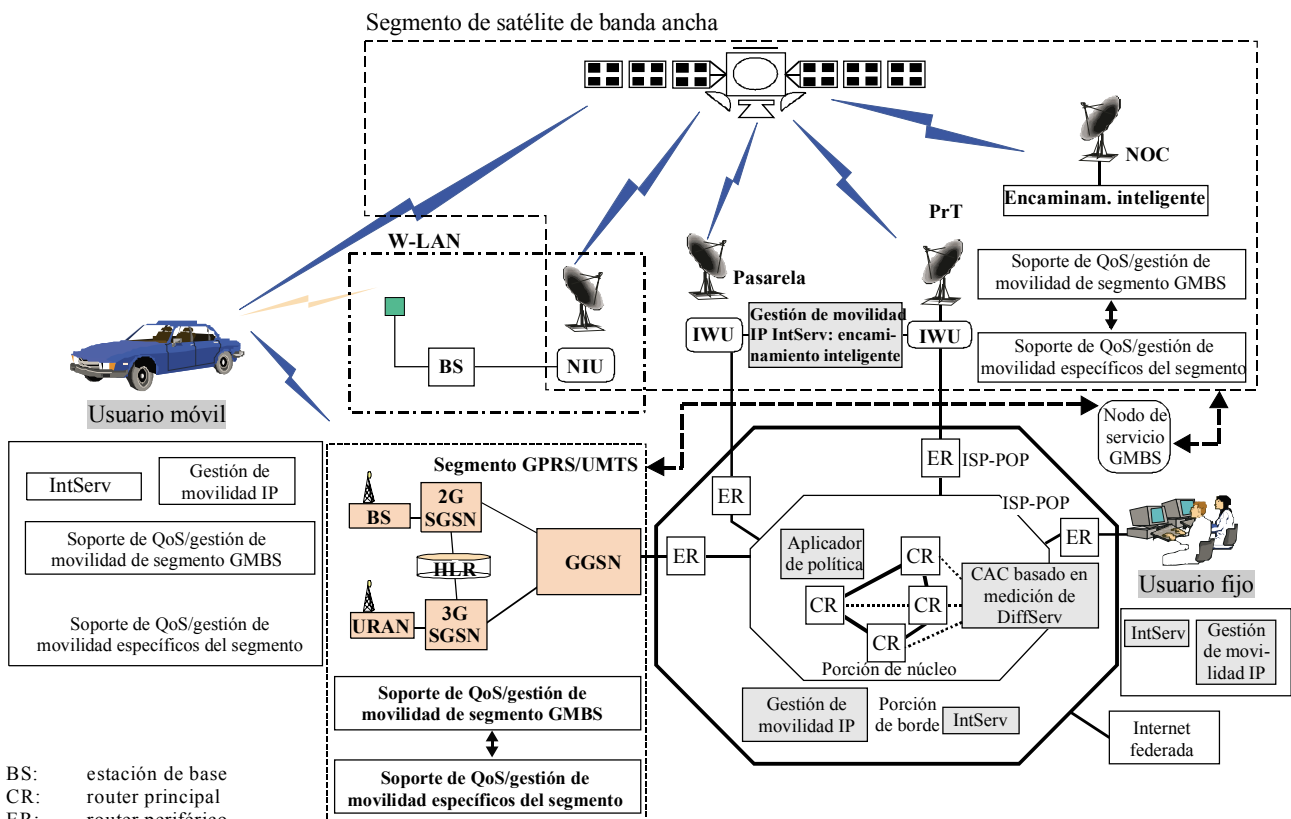
- *entornos de zonas abiertas/rurales/suburbanas* servidas por un satélite geostacionario regenerativo que sustenta aplicaciones sensibles al retardo/no retardo/seguridad) que funciona en 20-30 GHz con asignación de recursos a petición y dinámica de anchura de banda;
- *entorno urbano* servido por GPRS o IMT-2000, con algunas limitaciones, por el satélite (para aplicaciones no sensibles al retardo que admiten frecuente sombreado del enlace);
- *entorno dentro de edificios* servido por los segmentos GPRS e IMT-2000, y también por la W-LAN; se prevén servicios basados en satélite para el tráfico W-LAN combinado de modo que, considerando también el uso de terminales colectivos, se mejore significativamente la QoS ofrecida a los usuarios finales comerciales.

Una red de acceso de múltiples segmentos formada por los componentes descritos anteriormente no cubriría las zonas polares, debido a la incapacidad de la órbita OSG de proporcionar visibilidad a las regiones polares. Para remediar esta situación, en el sistema SUITED/GMBS la cobertura de servicio proporcionada por los satélites geoestacionarios puede ser complementada por las constelaciones en órbita terrestre baja/órbita muy elíptica (LEO/HEO). Esta solución es útil, no sólo para resolver el problema de la ausencia completa de la huella OSG en determinadas zonas (como las zonas polares), sino también para abarcar zonas donde el funcionamiento de los satélites OSG no es óptimo o donde no sería económicamente conveniente utilizar haces puntuales.

La Fig. 5 ilustra esquemáticamente la arquitectura del sistema SUITED/GMBS. La Figura muestra una red de acceso de múltiples segmentos formada por:

- el segmento de satélite de banda ancha;
- el segmento GPRS;
- el segmento IMT-2000; y
- el componente W-LAN.

FIGURA 5
Arquitectura del sistema SUITED



BS: estación de base
 CR: router principal
 ER: router periférico
 GGSN: nodo de soporte GPRS de pasarela
 ISP: proveedor de servicio Internet
 IWU: unidad de interfuncionamiento
 NIU: unidad de interfaz de red
 PoP: punto de percepción
 PrT: terminal de proveedor de servicio
 SGSN: nodo de soporte GPRS servidor
 VRAN: red de acceso radioeléctrico IMT-2000

Se supone que el sistema IMT-2000 desempeñe un cometido estratégico en la fase final de la realización del sistema GMBS, porque estará encargado de complementar el componente de satélite. En la perspectiva corto plazo, la zona de cobertura de servicio mundial se obtendrá complementando el segmento de satélite con el sistema GPRS. Habida cuenta de que la red básica IMT-2000 puede evolucionar a partir de la red GPRS, y de acuerdo con los requisitos definidos por las autoridades encargadas de conceder las licencias de IMT-2000 a los operadores de telecomunicaciones, en la arquitectura del sistema SUITED/GMBS se prevé una red básica IMT-2000/GPRS única. De acuerdo con esta hipótesis, es posible considerar que la evolución del sistema IMT-2000 pasará a través del desarrollo del terminal GPRS/IMT-2000 que funciona en modo doble, es direccionable por el mismo número RDSI de estación móvil (MSISDN, *mobile station ISDN*) y está directamente asociado con la identidad internacional de estación móvil (IMSI, *international mobile subscriber identity*) del abonado que utiliza el terminal en modo doble en un momento determinado. Por tanto, una red básica GPRS/IMT-2000 única caracterizada por un HLR único es la solución capaz de satisfacer estas necesidades.

En lo que concierne al sistema GPRS/IMT-2000, como se muestra en la Fig. 5, el nodo de soporte de la pasarela GPRS (GGSN, *gateway GPRS support node*) está vinculado físicamente con el encaminador de borde de una subred de borde. Se prevé la asignación de dirección dinámica para el usuario IP que accede a Internet a través del sistema GPRS/IMT-2000. Esto supone que los paquetes IP dirigidos a este usuario IP son siempre transmitidos hacia la subred conectada al GGSN. Las diferentes redes móviles terrestres públicas (RMTP) GPRS están conectadas por una red de base entre las RMTP representada por cualquier red de datos por paquetes (por ejemplo, la propia Internet).

El segmento de satélite de banda ancha está caracterizado por múltiples puntos de unión a la red Internet, cada uno representado por una estación terrena fija. Una unidad de interfaz de red (NIU, *network interface unit*) apropiada colocada entre una estación terrena fija y un encaminador de subred de borde, permite el interfuncionamiento entre el protocolo IP y los protocolos específicos del satélite. El centro de operaciones de red (NOC, *network operation centre*) de satélite representa una entidad centralizada, encargada de ejecutar los procedimientos de sincronización, registro, autenticación y control de admisión de conexión. En el sistema GMBS proyectado en SUITED, el NOC está conectado directamente con la red Internet. Aunque esta solución entraña una mayor complejidad para el NOC, permite el diseño de procedimientos optimizados que requieren un intercambio de información de señalización por enlaces terrenales. En cuanto a la selección de la estación terrena fija más adecuada que se ha de utilizar para apoyar la comunicación, es posible prever varias estrategias, cada una caracterizada por una repercusión diferente desde el punto de vista de la ejecución de la arquitectura de red y de los procedimientos de gestión de la movilidad.

El segmento W-LAN está destinado principalmente a proporcionar una conectividad de corta distancia para entornos en exteriores e interiores. El tráfico combinado reunido puede alcanzar la red Internet a través de dos trayectos diferentes:

- puede ser transmitido a un encaminador de borde de subred por líneas terrenales; o
- puede ser entregado a una estación terrena fija de satélite directamente conectada al segmento W-LAN y transmitido después por el radioenlace del satélite.

La arquitectura del sistema GMBS en el lado red prevé un nodo de servicio GMBS que, mediante la interacción con la unidad de interfuncionamiento de terminal (T-IWU) en el lado terminal, ejecuta tareas específicas para la gestión de la movilidad entre segmentos y la provisión de QoS por la red de acceso de múltiples segmentos.

3 Provisión de QoS y soporte de movilidad en una infraestructura IP de múltiples segmentos

3.1 Provisión de QoS de extremo a extremo

Uno de los objetivos más difíciles del sistema SUITED GMBS es sustentar servicios sensibles a la QoS, que proporcionen a los usuarios garantías de QoS de extremo a extremo.

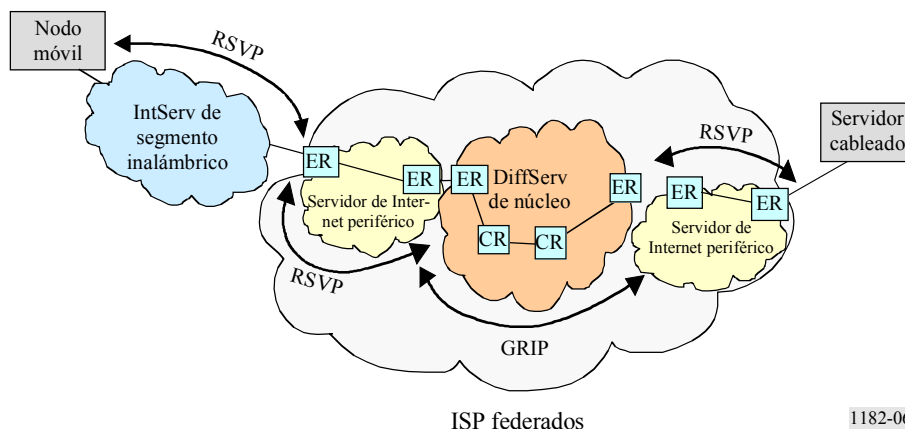
En los últimos años, los trabajos realizados por el organismo de normalización Grupo Especial sobre Ingeniería Internet (IETF, Internet Engineering Task Force) para proporcionar a la red Internet la capacidad de QoS, han culminado en dos enfoques distintos:

- la arquitectura de servicios integrados (IntServ) con el correspondiente protocolo de reserva de recursos (RSVP, *resource reservation protocol*); y
- la arquitectura de servicios diferenciados (DiffServ).

Considerando que la arquitectura IntServ y la arquitectura DiffServ pueden ser consideradas como tecnologías complementarias en la consecución de la QoS de extremo a extremo de IP, la solución adoptada en el sistema SUITED se basa en el enfoque híbrido denominado IntServ-DiffServ. El motivo es aprovechar en un lado la posibilidad de que los anfitriones pidan recursos cuantificables a lo largo de trayectos de datos de extremo a extremo, posibilidad proporcionada por la arquitectura IntServ, y por otra parte, las propiedades de escalabilidad proporcionadas por la arquitectura DiffServ.

El método híbrido IntServ-DiffServ de SUITED, que se muestra conceptualmente en la Fig. 6, prevé que todos los segmentos inalámbricos, que actúan como redes de acceso, proporcionen garantías de QoS adoptando la solución IntServ, mientras que en lo que respecta a la red Internet terrenal (red de ISP federados) se prevé que algunas subredes adopten el método IntServ y otros la solución DiffServ. Más precisamente, las subredes en el borde de la red de ISP federados aplican el protocolo de señalización RSVP mediante el cual se pueden proporcionar garantías estrictas de QoS, mientras que en el núcleo de la red de ISP federados, se adopta el modelo DiffServ escalable.

FIGURA 6
Método híbrido IntServ-DiffServ SUITED para el soporte de QoS IP



Además, como el método DiffServ proporciona niveles de servicio distinguidos y «predecibles» (tráfico «mejor que de mejor esfuerzo») pero no proporciona garantías estrictas de QoS de extremo a extremo, en la porción central de la red de los ISP federados para mejorar la QoS percibida por el usuario, se aplica una solución innovadora, denominada reserva de calibre y puerta con sondeo independiente (GRIP, *gauge & gate reservation with independent probing*). Esta solución, basada en esquemas de control de admisión distribuidos, prevé que cada encaminador sustente un comportamiento por tramo definido desde el punto de vista de la prioridad de servicio entre dos clases de paquetes: los paquetes activos, que corresponden a los paquetes de información, con prioridad de servicio más alta y los paquetes de sondeo, con prioridad de servicio más baja, que son entregados para determinar si la conexión considerada puede ser admitida en la red a la vez que mantiene la QoS de las conexiones ya admitidas y de la nueva. Si se supone que todo el tráfico que entra en la red está regulado por dos contadores dinámicos, la técnica GRIP permite proporcionar garantías más sólidas a las conexiones admitidas, de modo que se mejore la QoS con respecto a una red DiffServ simple.

Es importante observar que otras topologías de red Internet que consideran una extensión de la porción del núcleo DiffServ a toda la arquitectura Internet o una IntServ completa, sólo representan casos particulares que no impiden utilizar el método mencionado. La topología de referencia mostrada en la Fig. 6 es el caso más general que permite definir una arquitectura Internet adecuada para evolucionar hacia soluciones arquitecturales de QoS predecible.

Además, la topología Internet propuesta, por medio de las subredes de borde que aplican el protocolo RSVP, brinda la oportunidad de establecer un trayecto de comunicación de extremo a extremo compatible totalmente con IntServ (por ejemplo, desde un nodo móvil a un anfitrión cableado) pasando por la red central de los ISP federados. Un escenario típico en el que se puede establecer un trayecto de comunicación de extremo a extremo compatible totalmente con IntServ está representado por el segmento de satélite basado en OBP de 20-30 GHz que actúa como una red de acceso a la red Internet terrenal y que aplica la funcionalidad de encaminamiento inteligente. Por ejemplo, en el caso de comunicaciones originadas en móviles entre un nodo móvil y un anfitrión cableado, cuando el segmento de satélite se selecciona como una red sustentadora, la funcionalidad de encaminamiento inteligente/aterrizaje selectivo permitirá seleccionar la FES directamente conectada al encaminador de borde de la subred de borde a la cual está conectado el anfitrión cableado, de modo que se minimiza el trayecto terrenal y tiene lugar solamente dentro de la subred de borde que aplica el protocolo SRVP.

El interfuncionamiento entre el protocolo RSVP y los mecanismos GRIP ocurren dentro de pasarelas adecuadamente diseñadas colocadas en las fronteras entre las porciones de borde y central de la red Internet. Esta solución IntServ/DiffServ híbrida del sistema SUITED es particularmente atractiva por varios motivos. En primer lugar, resuelve los problemas de escalabilidad porque en la parte central de la red, que tiende a aumentar continuamente, se prevé un mecanismo similar a DiffServ. Además, habida cuenta de que los mecanismos IntServ están previstos también en los segmentos de acceso inalámbrico, en el caso de trayectos que sólo abarcan la porción de borde de la red Internet, donde funciona el protocolo RSVP, es posible gestionar completamente la provisión de QoS, y en consecuencia garantizarla, con un método de servicio integrado. Por último, cabe señalar que la estructura híbrida para la gestión de QoS permite tratar fácilmente las evoluciones futuras de la red Internet hacia una solución completamente basada en DiffServ o completamente basada en IntServ (lo que realmente no es muy probable).

Cada segmento de acceso está conectado a la porción de borde de la red Internet, es decir, está conectado a una subred Internet de borde que aplica el protocolo RSVP.

3.2 Soporte de movilidad

El sistema GMBS se obtiene integrando una red de acceso de múltiples segmentos, formada por varios componentes de satélite/terrenales, con la red Internet. El esquema de gestión de movilidad SUITED global ha sido diseñado teniendo en cuenta que cada segmento GMBS se caracteriza por una arquitectura y manera de funcionamiento adecuadamente definidas. El enfoque metodológico seguido en SUITED es reducir al mínimo posible las modificaciones de los componentes del sistema, pero garantizando al mismo tiempo una cooperación eficaz entre segmentos. El objetivo final es que, desde la perspectiva del usuario, el sistema GMBS sea percibido como una sola red capaz de proporcionar servicios Internet dondequiera y en cualquier momento con una QoS garantizada.

Para sustentar la movilidad global, se ha diseñado un esquema adecuado de gestión de movilidad (MM, *mobility management*) del GMBS. Considerando las principales características arquitecturales del sistema, el esquema MM de GMBS ha resultado de la armonización de los tres niveles siguientes de gestión de movilidad:

- *Gestión de movilidad IP*: basada en el protocolo IP móvil de la red Internet. Se ha tomado como base IPv6 móvil, aunque se ha tenido también en cuenta la plena compatibilidad con IPv4 móvil.
- *La gestión de movilidad entre segmentos*: diseñada para que el usuario GMBS pueda moverse de un segmento de acceso a otro.
- *Gestión de movilidad dentro del segmento*: completamente manejado por las entidades del segmento de acceso que da servicio en un determinado momento al terminal multi-modos GMBS (GMMT, *GMBS multi-mode terminal*) mientras el GMMT permanece dentro de su cobertura radioeléctrica; se ha de considerar como perteneciente a esta clase el procedimiento concebido en el marco del proyecto con el fin de garantizar un traspaso dentro del segmento para cobertura en exteriores/interiores de corta distancia y el aprovechamiento del segmento W-LAN como una prolongación de la conexión de satélite.

Un usuario GMBS genérico que tiene un GMMT puede conectar con cada uno de los componentes de red de acceso de múltiples segmentos. Desde el punto de vista de Internet, el GMMT puede ser considerado como un nodo móvil. Un nodo puede cambiar su punto de unión de un enlace a otro, permaneciendo alcanzable por su dirección de base. Para acceder a la red Internet, el nodo móvil representado por el GMMT puede seleccionar uno de los componentes de acceso que, de acuerdo con los resultados de un algoritmo apropiado, es el más adecuado. Como los diferentes componentes de la red de acceso de múltiples segmentos GMBS conectan con encaminadores de borde pertenecientes a dominios Internet que, en el caso general no son coincidentes, el punto de acceso a Internet dependerá de la red de acceso elegida para sustentar la transmisión de paquetes. Se asignará al GMMT una dirección a cargo diferente (CoA, *care of address*) dependiendo del segmento seleccionado, por lo que un cambio en el segmento de acceso (movilidad entre segmentos) supone un cambio de CoA (movilidad IP). Al mismo tiempo, mientras el GMMT permanece en el mismo segmento de acceso, no se requiere ningún cambio de CoA y la movilidad es gestionada completamente por las entidades específicas del segmento de acceso (movilidad dentro del segmento).

4 Terminal multimodos GMBS

Los segmentos de acceso de satélite de banda ancha, GPRS/IMT-2000 y W-LAN se complementan entre sí para permitir a un usuario genérico acceder a servicios Internet con QoS garantizada con independencia de su ubicación en cada momento. Este usuario estará dotado de un GMMT, donde el componente de satélite está complementado por un componente terrenal inalámbrico que está representado, en la primera fase de la realización del GMBS, por el GPRS, mientras que en la evolución ulterior del sistema, estará representado por las IMT-2000. Se prevé también que el GMMT tendrá una tarjeta W-LAN que permite el traspaso dentro del segmento de satélite para cobertura en exteriores/interiores de corta distancia. De acuerdo con varios factores, tales como las características de cobertura, las consideraciones económicas, el tipo de servicio, etc., el segmento de acceso más adecuado para sustentar la transferencia de paquetes IP será seleccionado automática o manualmente.

Se prevén varias soluciones optimizadas en vehículos y portátiles para entornos diversificados. En particular, las perspectivas muy prometedoras del mercado de terminales de satélites de banda ancha móviles han inducido a seleccionar tres configuraciones de terminal básicas que han de ser diseñadas y los prototipos confeccionados en el marco del proyecto SUITED:

- *Tipo A: Configuración de terminal de antena plana (no protuberante) para vehículos*, para uso individual, provisto de una antena activa diseñada específicamente para que no afecte la estética de un vehículo.
- *Tipo B: Terminal con antena protuberante para vehículos*, para un entorno de uso colectivo (por ejemplo, trenes, autobuses, camiones, etc.) con una antena de satélite protuberante basada en soluciones de antenas pasivas.
- *Tipo C: Terminal transportable*, concebido específicamente para el transporte fácil y la activación rápida de los servicios, como los que se necesitan para las obras de construcción, la protección civil e instituciones, viajeros comercial, etc., que utilizarán una antena transportable telecontrolada con puntería manual gruesa y puntería automática afinada.

La técnica de acceso al satélite es AMDT-MF (enlace ascendente) y MDT (enlace descendente).

Se usa la MDP-4 en ambos enlaces ascendente y descendente porque presenta características de funcionamiento adecuado desde el punto de vista de:

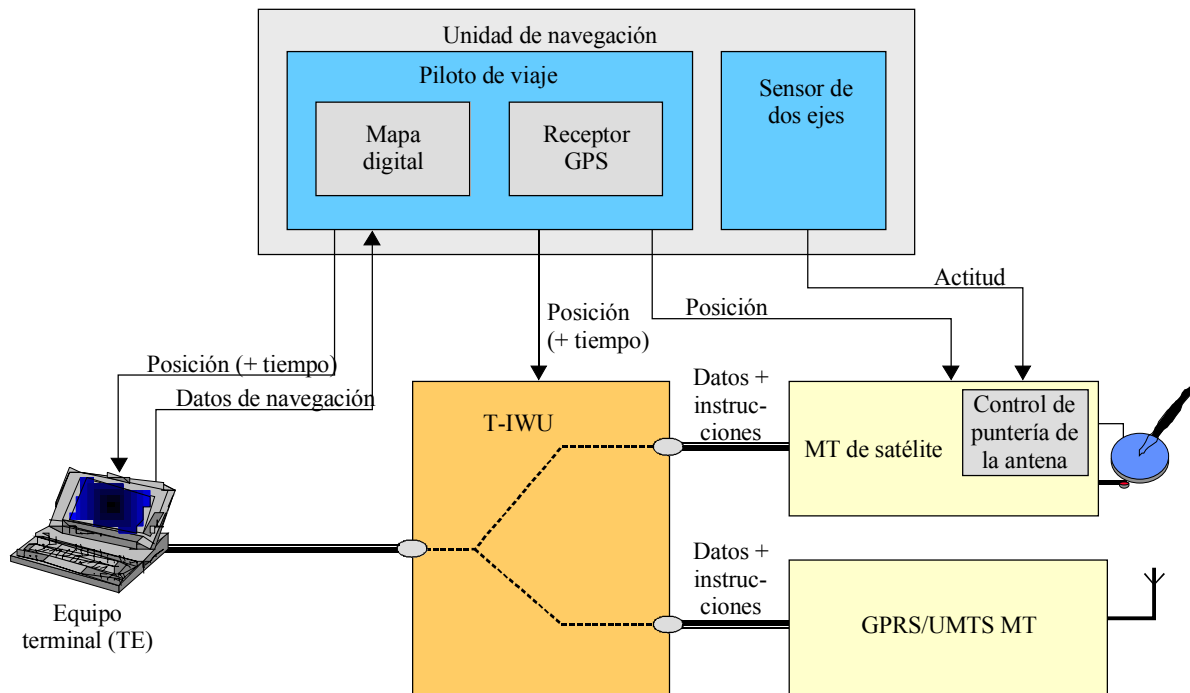
- el uso eficaz del espectro;
- la robustez contra errores de sincronización debidos a fluctuación de fase temporal, ruido de fase, etc.;
- la poca complejidad de realización.

En cuanto a la codificación, se adopta la codificación FEC codificación de Reed Solomon 76, 60 + prueba de paridad 10/9 en el enlace ascendente y codificación DVB-S en el enlace descendente.

La Fig. 7 muestra la estructura interna del GMMT, en la cual los terminales móviles (MT, *mobile terminal*) GPRS e IMT-2000 tienen que ser considerados como soluciones alternativas para el componente terrenal inalámbrico y el componente W-LAN se omite para simplificar. El Cuadro 2 enumera los bloques principales que componen el GMMT, describiendo la funcionalidad que tienen a su cargo. Se prevé una versión para vehículos y una versión transportable del GMMT, que difieren en las características de algunos bloques constitutivos.

A continuación se presenta la estructura del GMMT considerando los componentes de satélite y de GPRS de banda ancha.

FIGURA 7
Estructura interna del GMMT



1182-07

CUADRO 2

Funcionalidad de los bloques componentes del GMMT

Acrónimo	Componente	Funcionalidad
BSAT-MT	Terminal móvil de satélite de banda ancha	Terminal de satélite que funciona en la banda 20-30 GHz. Se han definido tres clases: <ul style="list-style-type: none"> – Tipo A (para uso individual); – Tipo B; y – Tipo C (ambos para uso individual y colectivo)
GPRS-MT	Terminal móvil GPRS	MT GPRS, es decir, el módem que funciona en la banda 900/1 800 MHz y proporciona el acceso a los recursos radioeléctricos del GPRS
IMT-2000-MT	Terminal móvil IMT-2000	MT IMT-2000, es decir, el módem que funciona en la banda 2 GHz y proporciona el acceso a los recursos radioeléctricos de las IMT-2000
W-LAN-MT	Terminal móvil W-LAN	Módem IEEE 802.11 que funciona en 2,4 GHz

CUADRO 2 (Fin)

Acrónimo	Componente	Funcionalidad
T-IWU	Unidad de interfuncionamiento del terminal	Acomoda la funcionalidad específica de GMBS para la gestión de la movilidad entre segmentos y QoS en los segmentos de acceso. Realiza también la función de encaminamiento para dirigir paquetes IP hacia el terminal móvil específico del segmento seleccionado (es decir, hacia el componente de satélite o terrenal inalámbrico)
TE	Equipo terminal	Equipo normal común (por ejemplo, un PC, un computador portátil, etc.) que aplica el protocolo IP móvil. En la versión para vehículos del GMMT, varios equipos terminales estarán conectados a través de una LAN a la T-IWU
NU	Unidad de navegación	Proporciona datos de posición a: <ul style="list-style-type: none"> – la T-IWU para sustentar procedimientos de selección de segmento y traspaso; – al módulo de puntería, captura y seguimiento para facilitar el cálculo del acimut y elevación de la antena del satélite; y – a las aplicaciones Internet (es decir, al equipo terminal) para la realización de servicios basados en ubicación

Los Cuadros 3 y 4 muestran las principales características de los terminales de usuario transportables y de los terminales de usuario móviles terrestres, respectivamente.

CUADRO 3

Características de los terminales de usuario transportables

Terminal	Tipo A	Tipos B, C
Caja estuche	Computador portátil	Maletín
Movilidad en funcionamiento	No	
Volumen de cobertura	Acimut 360°, elevación 20-90°; ±10° desde el eje después de prepuntería manual	
Velocidad de información máxima del enlace ascendente (kbit/s)	160	512 (B), 2048 (C)
Velocidad de información máxima del enlace descendente (Mbit/s)	6	16
Frecuencia de recepción (GHz)	20	
Frecuencia de transmisión (GHz)	30	
Tipo de antena	Plana, desmontable	
Dimensiones de antena máximas (cm)	≈ 20 × 30	≈ 30 × 40
Diseño eléctrico de la antena	Antena impresa pasiva	

CUADRO 4

Características del terminal de usuario móvil terrestre

Terminal	Tipo A	Tipo B	Tipo C
Tipo móvil	Automóvil	Tren, autobús, camión	
Uso	Individual	Individual/grupo	Grupo
Requisitos de puntería	Automática (puntería electrónica, haz completamente ágil)	Automática (puntería mecánica)	
Distancia de elevación del objetivo (grados)	10–80		
Corrección de efecto Doppler	Sí		
Velocidad de la información máxima del enlace ascendente	160 kbit/s	512 kbit/s	2 Mbit/s
Velocidad de información máxima del enlace descendente (Mbit/s)	6	16	
Frecuencia de recepción (GHz)	19,7-20,2		
G/T (dB/K)	5,1	11,7	
Frecuencia de transmisión (GHz)	29,5-30,0		
p.i.r.e. (dBW)	39,8	42,8	48,8
Tipo de antena	No protuberante	Protuberante aceptable	
Dimensiones máximas de la antena (cm)	Hasta $\approx 32 \times 32$	Hasta $\approx 25 \times 70$	
Diseño eléctrico de la antena	Antena de elementos radiantes activos planares	Antena pasiva	

La antena instalada en automóviles para uso individual es la más crítica, porque se requiere el diseño de una nueva antena de elementos radiantes en fase activos para solucionar las restricciones de espacio del automóvil. El sistema de puntería es otro aspecto innovador del terminal, dado que la antena ha de ser adecuada para seguir la posición del satélite en un entorno crítico, teniendo en cuenta la velocidad de un automóvil (más de 80 km/h) y las condiciones de estabilidad de la ruta.

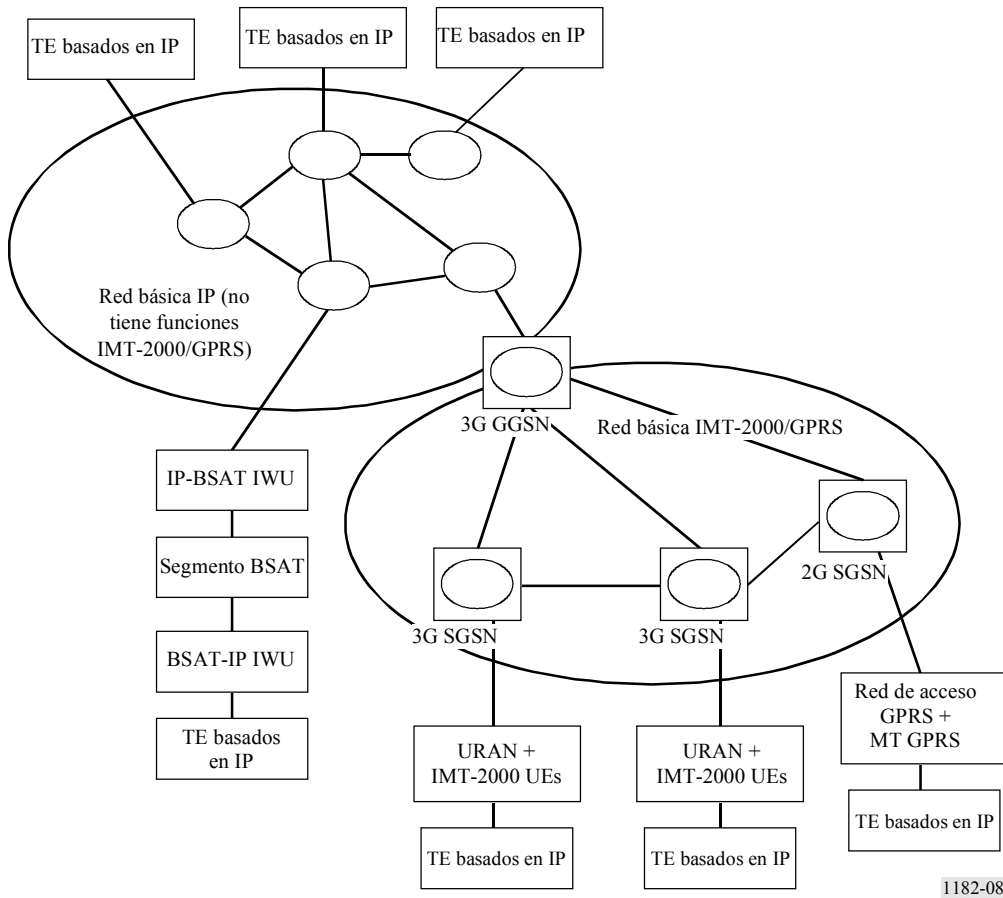
5 Posibles escenarios para la integración entre sistemas móviles terrenales y por satélite

La finalidad de la integración entre sistemas móviles terrenales y por satélite es lograr un sistema celular de banda ancha mundial formado por múltiples componentes de sistemas (de satélite y terrenales) (segmentos) con características diferentes y mutuamente complementarias.

En el escenario de integración seleccionado por SUITED, el segmento de red de acceso al satélite de banda ancha (BSAT) se considera como una red de acceso directamente enlazada con los enrutadores IP. Como se explica a continuación, el escenario seleccionado prevé una integración natural con la red IP y permite que el segmento de satélite aproveche las características de movilidad IP.

La Fig. 8 muestra el escenario de integración propuesto. En esta Figura, los óvalos representan los encaminadores IP; en particular, los óvalos están dentro de rectángulos cuando los encaminadores IP son proporcionados con funciones IMT-2000/GPRS; en este caso, se convierte en nodo soporte GPRS pasarela (GGSN) o nodo soporte GPRS servidor (SGSN) de la segunda generación (es decir, GPRS) o de la tercera generación (es decir, IMT-2000). Los GGSN son los encaminadores IP proporcionados con las funciones GPRS/IMT-2000, que interconectan con los encaminadores IP no GPRS/IMT-2000. De este modo, los GGSN interconectan la red básica GPRS/IMT-2000 con la red básica IP no GPRS/IMT-2000 (la Fig. 8 muestra un GGSN).

FIGURA 8
Escenario de integración propuesto



1182-08

Como un ejemplo, la Fig. 8 muestra las siguientes redes de acceso: dos redes de acceso IMT-2000 (denominadas red de acceso radioeléctrico IMT-2000 (URAN)), una red de acceso GPRS y una red de acceso por satélite (segmento BSAT). Por último, la Fig. 8 muestra algunos equipos terminales basados en IP enlazados directamente con encaminadores IP, o enlazados a alguna red de acceso. Los equipos terminales son anfitriones normales (es decir, pueden ser simples computadores personales).

Como se muestra en la Fig. 8, el segmento BSAT se considera como una red de acceso conectada a la red básica IP. En particular, se necesita la presencia de una IWU de IP-BSAT en el lado red y de una IWU BSAT-IP en el lado terminal para proporcionar una interfaz apropiada con la red central IP. Por ejemplo, la IWU IP-BSAT tiene que comportarse en el lado red central IP como un encaminador IP, mientras que en el lado segmento de satélite tiene que interfuncionar con los protocolos específicos del satélite.

La Fig. 8 considera un escenario avanzado de GPRS/IMT-2000 en el cual sólo están presentes los SGSN/GGSN con conmutación de paquetes (y ningún equipo con conmutación de circuitos). Se supone que cada SGSN puede interconectar, como máximo, con una red de acceso.

Se ha supuesto que está presente el protocolo IPv4 móvil. No obstante, los conceptos expuestos pueden ser ampliados incluso al caso en el cual está presente el IPv6 móvil.

En cuanto a las relaciones entre la movilidad IP y la movilidad IMT-2000 (3G), se proyectan tres fases:

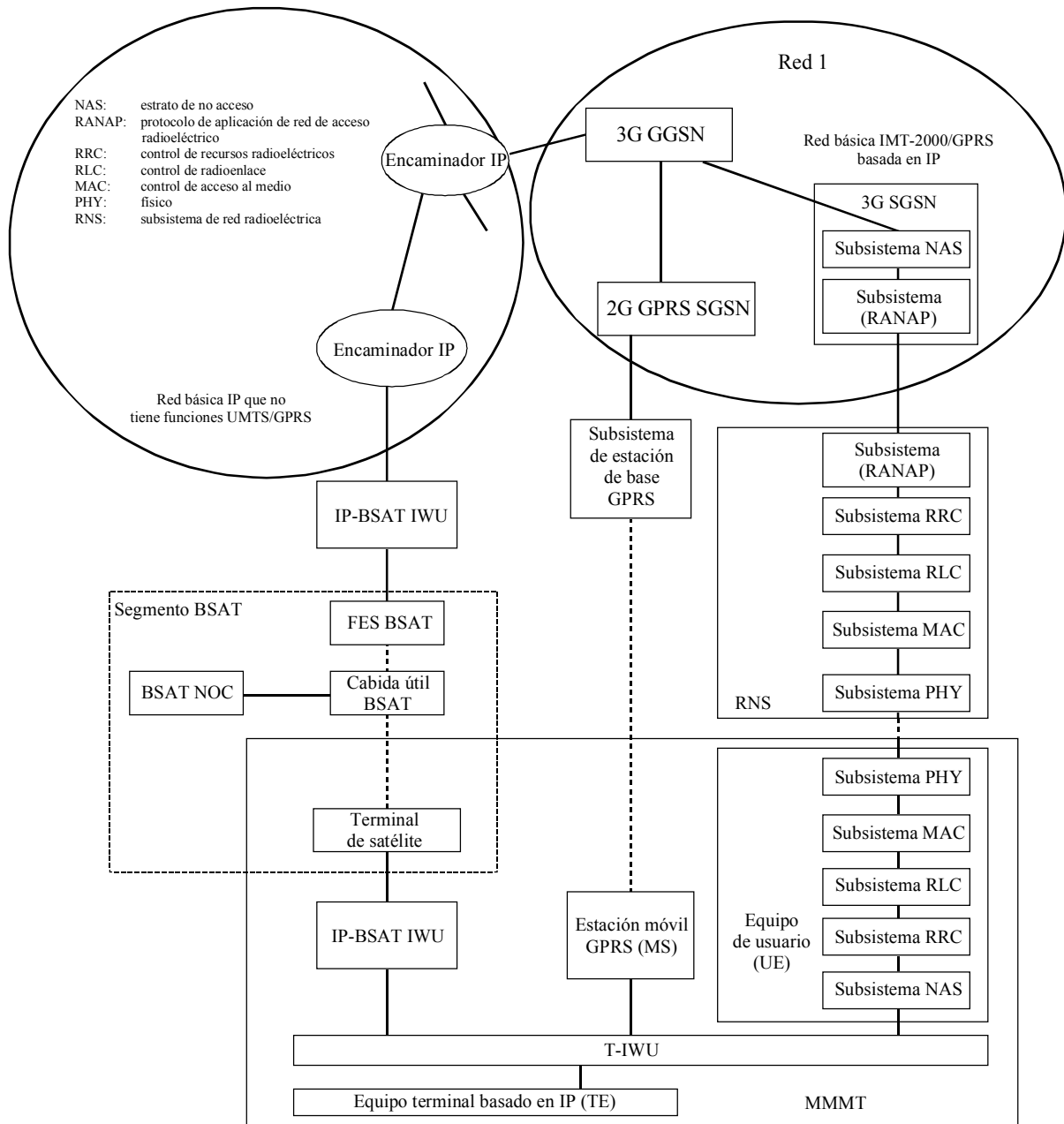
- En la primera fase, un determinado usuario móvil IMT-2000/GPRS tiene asignado permanentemente su GGSN de referencia (es decir, el GGSN a través del cual se encamina todo el tráfico dirigido al usuario); esto significa que cuando el usuario móvil está itinerante, en todos los casos, el tráfico dirigido a él será encaminado a través del GGSN de referencia permanentemente asignado al usuario; en esta fase, una conexión terminada en el MT GMBS es encaminada hasta el GGSN de referencia permanentemente asignado al MT GMBS por medio del IP móvil y después es encaminada hasta el SGSN que da servicio al MT GMBS (denominado en adelante SGSN servidor) por medio de las características de movilidad IMT-2000.
- En la segunda fase, para un determinado usuario móvil IMT-2000/GPRS, será posible variar (no en tiempo real y no con una conexión en curso) la referencia GGSN. Esto permitirá al usuario móvil utilizar el GGSN de referencia más próximo a la posición donde está itinerando en ese momento; en esta fase, una conexión terminada en un MT GMBS es encaminada hasta el GGSN de referencia actualmente asignado al MT GMBS por medio del IP móvil y después es encaminada hasta el SGSN que da servicio al MT GMBS (denominado SGSN servidor) por medio de las características de movilidad de IMT-2000.
- En la tercera fase, se prevé que los GGSN y SSGN se fusionen en una sola entidad; en esta fase, una conexión terminada en un MT GMBS es encaminada directamente hasta el SGSN servidor asignado al MT GMBS por medio del IP móvil.

En el escenario de integración propuesto se considera la segunda fase; de hecho, la primera fase podría ser demasiado corta, mientras que la tercera fase entraña modificaciones de varios mecanismos IMT-2000 (por ejemplo, los túneles del protocolo de túneles de GPRS (GTP)) que no están aún definidos. En esta segunda fase, se supone que todos los GGSN 3G estén dotados de funciones de agente extranjero de IPv4; por tanto, los GGSN 3G serán un extremo del túnel que establecen los procedimientos IPv4 móviles entre el agente de base y el agente extranjero. Además, el GGSN 3G será también el extremo de otro túnel, el denominado túnel GTP, que los procedimientos IMT-2000 establecen entre el GGSN de referencia y el SGSN servidor.

La Fig. 9 puede ser considerada como un detalle de la parte de la Fig. 8 que incluye las redes de acceso BSAT, GPRS e IMT-2000. Además, la Fig. 9 considera un terminal móvil multi-modos (MMMT) capaz de acceder a los segmentos BSAT, IMT-2000 y GPRS.

FIGURA 9

Arquitectura de un terminal móvil multimodos (tres modos: GPRS, IMT-2000, BSAT) con las redes de acceso correspondientes



1182-09

Esta Figura destaca que el sistema de satélite y la red IMT-2000/GPRS tienen accesos independientes a la red básica IP.

Un MMTT (tres modos: BSAT, GPRS, IMT-2000) como el mostrado en la Fig. 9 se proporciona con tres terminales móviles específicos de segmento (a saber, una MS GPRS, un equipo de usuario IMT-2000, un terminal de satélite), con una T-IWU a cargo del interfazamiento de los tres segmentos y de un TE. Los terminales móviles específicos de segmento son los terminales normalizados pertenecientes a los segmentos GPRS, IMT-2000 y de satélite, respectivamente; la T-IWU es un equipo apropiado que permite el interfazamiento entre los tres segmentos; el TE es el anfitrión normal basado en IP.

Un aspecto esencial es que el equipo terminal basado en IP conectado al MMT es considerado por la red IP como un usuario móvil, es decir, puede ser alcanzado por medio de una dirección IP con independencia del segmento que le da servicio en ese momento. A este respecto, el escenario de integración propuesto prevé una interacción eficaz entre los procedimientos IP móviles y los procedimientos de movilidad específicos del segmento.

La T-IWU tiene un cometido fundamental en el MMT, pues realiza todos los procedimientos de movilidad entre segmentos. De hecho, está encargada de seleccionar la red de acceso más conveniente (entre las tres). Por ejemplo, si en el instante t , la T-IWU mostrada en la Fig. 9 selecciona la red de acceso IMT-2000, esto significa que, en el instante t , todos los datos dirigidos al terminal móvil multimodos son encaminados a través del SGSN – Red 1 (véase la Fig. 9). En otras palabras, en un determinado instante t , la red básica IP «ve» el TE unido al MMT como un TE asociado a una red de acceso, a saber, la red seleccionada, en el instante t , por la T-IWU. Además, la T-IWU tiene una función esencial en el procedimiento de traspaso entre segmentos (es decir, el paso de una conexión en curso de un segmento a otro).

La posible evolución del escenario descrito en esta sección es un escenario basado totalmente en las IMT-2000, en el cual la red de acceso de satélite (el segmento BSAT) es considerada como una red de acceso directamente conectada a la red básica IMT-2000/GPRS; esto significa que, en este caso, la IWU IP-BSAT está conectada a un SGSN 3G. Sin embargo, este escenario sólo podrá realizarse efectivamente cuando las IMT-2000 alcancen su pleno funcionamiento. La ventaja y la motivación esenciales de este escenario avanzado es que debe permitir que el segmento BSAT aproveche las características de movilidad ya proyectadas para las IMT-2000. Es decir, la finalidad es que el segmento BSAT pueda aprovechar (gratuitamente) las características de movilidad de las IMT-2000.
