



E-Learning Multimedia: aplicación práctica mediante redes IP Vía Satélite

Rafael García Tamarit

Javier Herrero Sánchez

Área de Consultoría y Servicios de Telecomunicación Avanzados de Infoglobal S.A.

Introducción

La formación en línea, o la formación electrónica, están siendo una de las áreas con mayor futuro dentro de las aplicaciones de Internet y los sistemas de telecomunicación IP entre empresas (intranets, extranets etc.). Pero si hay un conjunto de tecnologías que está contribuyendo al desarrollo del e-learning, estas son las tecnologías multimedia, entendiendo estas como las diferentes tecnologías que nos permiten disfrutar de Vídeo y audio multimedia en nuestro PC a través de las redes IP. Nadie duda del enorme avance que supone la utilización de imágenes, vídeo y audio, tanto en la elaboración de contenidos educativos en formato electrónico como en los sistemas de telecomunicación y trabajo colaborativo entre profesor y alumnos. La experiencia del INAP en la utilización de estas tecnologías en su Master en Dirección de sistemas y Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, explota las dos áreas, la comunicación multimedia remota en tiempo real entre el profesor y los alumnos (como en una clase presencial) y la creación de contenidos multimedia que pueden ser consultados o accedidos por los alumnos bajo demanda ó descargados en sus equipos.



El proyecto tiene por tanto dos áreas bien definidas:

- El sistema de E-learning con capacidad multimedia, en el que se utilizará el sistema IG-Class
- La infraestructura de telecomunicaciones basada en una Red IP Multiservicio de Banda Ancha Vía Satélite, con soporte IP Multicast.

E-learning Multimedia

El primer desafío que se plantea es mejora de los sistemas de soporte On-line que inicialmente se utiliza en el Master impartido por el INAP. El Master se realiza principalmente a distancia ya que los alumnos están distribuidos a lo largo de toda la geografía española y pueden seguir el curso desde el PC en su puesto de trabajo o desde sus casas. Adicionalmente, los alumnos tienen una serie de sesiones presenciales (que incluyen exámenes) en la sede de INAP en Madrid. Los alumnos están obligados a disponer de una cuenta de acceso a Internet durante el desarrollo del Master (dos años), con la que acceden a un “campus virtual” vía Internet desde el que se comunican con profesores, alumnos etc., y acceden a contenidos de los diferentes módulos que forman el master con las herramientas generales de Internet (Navegador WWW, E-mail, foros, etc).

Por lo tanto se plantea la incorporación de un sistema de comunicación que permita a los profesores impartir una clase virtual, pero en las mejores condiciones de calidad audio/vídeo que sea posible, considerando que los alumnos utilizarán un PC como terminal de comunicación.

Podemos enumerar los principales objetivos del sistema de tele-enseñanza multimedia:

- Mejorar la comunicación profesor alumno del master, acercándolo a los master enteramente presenciales pero con alumnos geográficamente dispersos.



- Permitir la inclusión de clases magistrales de otros profesores o ponentes, ya sea en directo (con la posibilidad de participación de los alumnos mediante audio, vídeo o chat) o en diferido (contenidos ya grabados).
- Aumentar la participación de los alumnos y sensación de grupo de trabajo entre los alumnos del master, tarea nada fácil en entornos no presenciales y semi-presenciales.
- Mejorar la comprensión y aprovechamiento por parte de los alumnos de los diferentes módulos

Teniendo en cuenta estos objetivos, aparece una primera batería de requerimientos funcionales a cubrir por el sistema de tele-enseñanza multimedia:

Requerimientos funcionales básicos

Interactividad de vídeo y audio entre profesor y alumnos: no solo el profesor será emisor de información, sino que los alumnos también podrán que participar con audio y vídeo de la misma forma que ocurre en una clase presencial.

- Facilidad de uso, tanto del sistema en el profesor como en los alumnos.
- Utilizar como terminal del alumno el propio PC de alumno (bien en su puesto de trabajo o bien en su casa).
- Alta calidad de imagen y sonido de emisión desde el profesor, que permita al alumno seguir las sesiones con el mínimo esfuerzo.
- Chat u otros sistema de comunicación entre los propios alumnos
- Posibilidad de utilizar material complementario al vídeo y el audio, como gráficos ó transparencias (por ejemplo en formato Powerpoint) y una pizarra electrónica
- Realización de test o preguntas a los alumnos que estos tienen que contestar en tiempo real
- Disponibilidad de ancho de banda variable. La calidad de las clases puede variar según el tipo de contenido multimedia a utilizar (por ejemplo, incluir en una clase un documental en vídeo, comentado por el profesor)



- Garantía de mantenimiento de la calidad de recepción durante toda la sesión en todos los alumnos
- Disponibilidad de recibir la clase en cualquier parte de España

El sistema de Tele-enseñanza IG-Class de INFOGLOBAL

Como plataforma de E-learning multimedia se instaló el sistema de Educación a Distancia IG-Class, que constituye una solución completa de Teleenseñanza Multimedia Interactiva en tiempo real, utilizando redes de datos IP, siendo adecuado tanto para centros educativos como para la formación de trabajadores en empresas. El sistema ha sido desarrollado íntegramente en España por la empresa Infoglobal S.A..

El sistema funciona sobre una arquitectura Estación de Profesor – Servidor – Estación de alumno, funciona tanto en redes de banda ancha (ADSL, Cable, Satélite, LMDS, Intranets.etc.) como de banda estrecha (Internet) , con una arquitectura Estación de Profesor – Servidor – Estación de alumno:

El sistema IG-Class proporciona la herramienta que permite difundir una clase en directo, en la cual los alumnos pueden participar con audio y vídeo (dependiendo de la velocidad de su conexión a la red de datos: RDSI proporciona más calidad que el acceso con módem telefónico).

Características generales del sistema IG-Class

Entre las características técnicas del sistema IG-Class podemos destacar las siguientes:

- Formato de codificación de vídeo sobre IP: MPEG4, con soporte hasta 2 Mbps
- Integración con otras plataformas Web de formación asíncrona
- Los alumnos pueden participar e interactuar en la clase mediante Chat, audio ó vídeo/audio
- Control total de la clase desde la estación del profesor con Interfaz de usuario extremadamente sencillo e intuitivo.
- Capacidad de grabación de las sesiones/clases de forma simultánea a su realización/emisión en directo. Esto permite su distribución posterior al PC de alumno (por ejemplo mediante CDROM ó descarga por Internet) o su almacenamiento en el servidor para su acceso bajo demanda.



- Soporte de difusión Multiplataforma (UNICAST / MULTICAST): Internet, Satélite, Cable, ADSL, LMDS, Televisión Digital Terrestre, Radio digital.
- Número de alumnos simultáneos ilimitados en redes con soporte IP Multicast

Funcionalidades principales

- Difusión de Clases en Vivo para un número ilimitado de alumnos (sobre redes IP multicast) .
- Reproducción del audio y vídeo del Profesor.
- Reproducción del audio y vídeo de los Alumnos intervinientes.
- Visualización de Diapositivas.
- Pizarra electrónica, con buffer de 4 páginas.
- Chat interactivo entre Alumnos y Profesor (global y privado).
- Exámenes interactivos. El profesor lanza una serie de preguntas que aparecen como formularios tipo test la pantalla de los alumnos. Las respuestas de los alumnos son recogidas por el servidor central y enviadas a la estación de profesor en gráficos de barras (porcentajes de respuesta por alumnos) ó de forma independiente por alumno.
- Reproducción de otras fuentes de vídeo (vídeo VHS, televisión, y cámara documental), con selección por medio de una mesa de mezclas, con dos selectores para las diversas fuentes de audio y vídeo.
- Visualización remota de aplicaciones software. Es posible ejecutar una aplicación en el visualizador remoto, y que todos los alumnos estén recibiendo la salida de pantalla de ese PC, junto a los comentarios del profesor.
- Reproducción bajo demanda de Clases Pregrabadas, lo que posibilita una auténtica libertad de horario.



Elementos del sistema

Conforme a la arquitectura de IG-Class, el sistema se compone de los siguientes elementos:

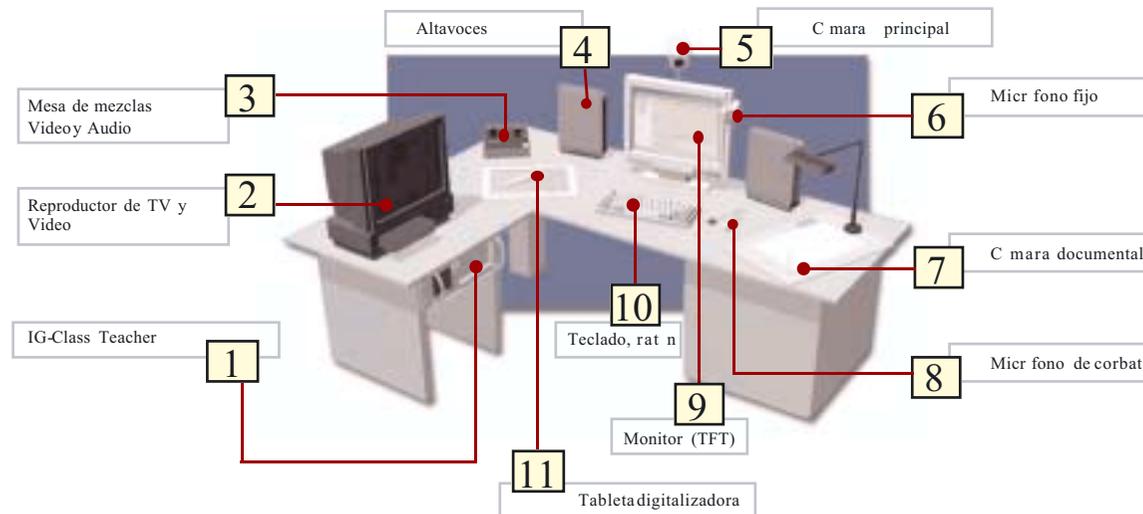
Sistema Servidor: Se encarga entre otras cosas, de la gestión de la validación de los usuarios en el sistema, la difusión de las clases (en vivo, o pregrabadas), el registro de actividad de uso del servicio, así como de cualquier evento ocurrido. Almacena toda la información relativa a Centros Educativos, Cursos, Profesores, y Alumnos, así como las diapositivas a utilizar por los profesores, las licencias de profesor y alumno autorizadas, etc. También permite la monitorización en tiempo real del número de sesiones en vivo o pregrabadas que se están difundiendo.

Estación del Profesor: Es el sistema que necesita el Profesor para poder impartir las clases en vivo, con todos los elementos multimedia asociados. En la figura siguiente se muestra el aspecto del Interfaz de Usuario del Sistema Profesor y una estación de profesor con algunos elementos adicionales (tablero gráfico, vídeo, mezclador audio, Cámara documental). Durante la clase, el profesor solo tiene que manejar un único botón del interfaz para seleccionar las transparencias a enviar a los alumnos.



Pantalla de la estación de profesor

Estación de profesor con elementos adicionales



Descripción de elementos del sistema profesor:

1. IG-Class Teacher: Es la Unidad Central de Proceso del sistema profesor; da soporte a todas las funcionalidades del sistema.
2. Reproductor de TV y Vídeo: Es una de las posibles fuentes de audio y vídeo y permitirá mostrar vídeos formativos.
3. Mesa de Mezclas de Audio y Vídeo: permitirá elegir la fuente de vídeo (entre tres disponibles) y la de audio (entre dos posibles).
4. Altavoces: permitirá al profesor escuchar cualquier fuente de audio durante la clase de formación.
5. Cámara principal: Fuente de vídeo la cual captura la imagen del profesor.
6. Micrófono Fijo: Micrófono que recoge el sonido de la sala del profesor.
7. Cámara documental: posible fuente de vídeo que permite mostrar al profesor pequeños objetos para apoyar su explicación.
8. Micrófono de corbata: recoge el audio del profesor.
9. Monitor TFT: Muestra al profesor la clase y todos los eventos que se producen en ella, tal y como los ve el alumno.
10. Teclado, ratón: dispositivos periféricos de entrada de datos que permiten interactuar con el sistema.
11. Tableta digitalizadora: Permitirá al profesor realizar gráficos que aparecerán en la pizarra del interfaz del alumno.



Sistema del Alumno:

Es el sistema que necesita el Alumno, para poder asistir tanto a clases en vivo, como acceder a clases o cursos pre-grabados.

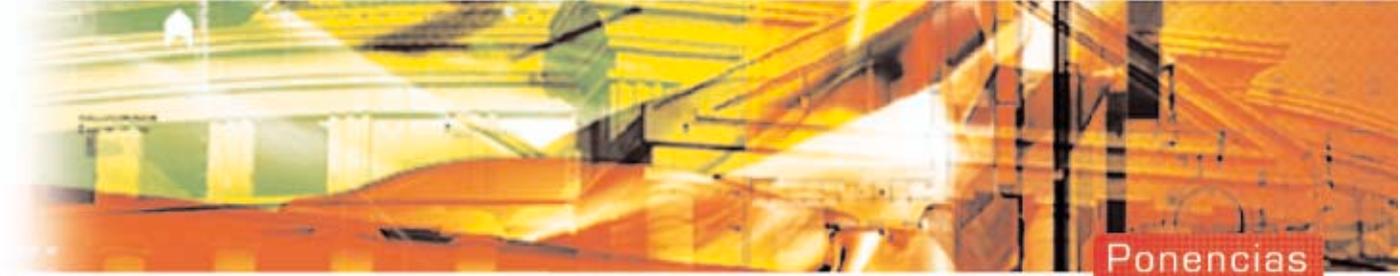
En la figura siguiente se muestra el aspecto del Interfaz de Usuario del Sistema Alumno.



Pantalla de alumno

Pantalla de alumno con visualización remota de una aplicación





En la figura siguiente se muestra el aspecto y posibles componentes del Sistema Alumno.



Descripción de elementos del sistema Alumno:

Adicionalmente al PC disponible en el alumno, se pueden incorporar al PC diferentes elementos:

1. Cámara: Captura el vídeo del alumno y en el caso de una intervención permitirá que todos los asistentes al curso junto con el profesor lo vean.
2. Micrófono: Captura el audio del alumno y esto le permitirá intervenir en la clase de forma oral.
3. Altavoces: Reproducen el audio asociado a una clase.
4. Teclado y ratón: dispositivos periféricos de entrada de datos que permiten interactuar con el sistema alumno.



Instalación en alumno

Para la instalación del sistema IG-Class en los alumnos solo es necesario el software de instalación y la versión 5 o superior del navegador web Explorer de Microsoft.

La infraestructura de telecomunicaciones: Red IP de Banda Ancha Vía Satélite con soporte IP Multicast

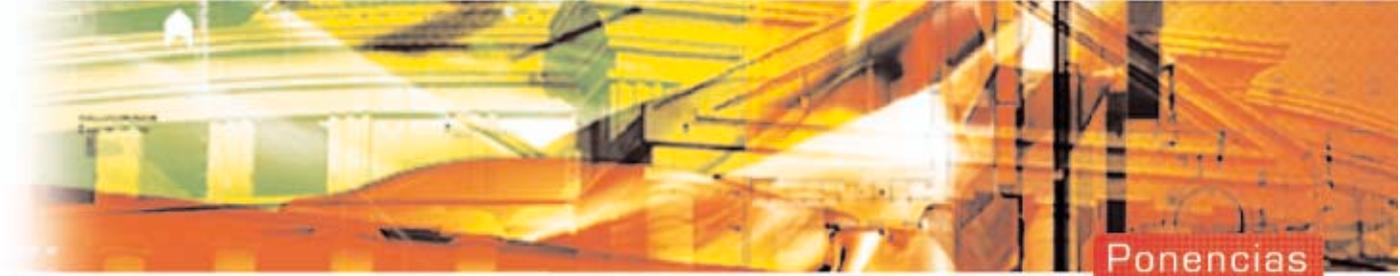
Hasta ahora hemos descrito los elementos y funcionalidades del sistema IG-Class de tele-enseñanza, sin entrar en las infraestructuras de telecomunicaciones necesarias para cubrir algunas funcionalidades descritas en el sistema, como el ancho de banda en la conexión de los alumnos que nos permita trabajar de verdad con calidad Multimedia.

Según los requerimientos básico del sistema de tele-enseñanza que enumeramos en el punto 2, necesitaremos un sistema de comunicaciones IP que permita:

- **Disponibilidad de banda ancha.** La calidad de las clases puede variar según el tipo de contenido multimedia a utilizar (por ejemplo, incluir en una clase un documental en vídeo, comentado por el profesor) pero para alcanzar un nivel de calidad adecuado el ancho de banda requerido estará entre los 256 Kbps y los 2 Mbps.
- **Garantía de mantenimiento de la calidad de recepción durante toda la sesión en todos los alumnos.** No podríamos utilizar Internet para la transmisión de las clases, ya que no podemos garantizar que en un momento determinado la velocidad de acceso a Internet de un usuario no sufre un cuello de botella.
- **Disponibilidad de recibir la clase en cualquier parte de España.** El sistema elegido tiene que estar disponible en cualquier parte de España, ya que un alumno del INAP podría ser, por ejemplo, un funcionario de un ayuntamiento en un pueblo remoto sin acceso a infraestructuras de banda ancha.

A estos requerimientos podemos añadir algunos requerimientos de tipo económico:

- **Coste solo por utilización, no por disponibilidad.** El coste no debe ser fijo, ya que la programación de las clases es bastante variable a lo largo del master (por ejemplo en Agosto no hay clases programadas).
- **Sin coste directo para el alumno por el servicio de comunicaciones.** El sistema no debe grabar al alum-



no con un coste más allá del coste de acceso a Internet vía teléfono ó ADSL, en el caso de acceder desde su casa, o utilizar las infraestructuras disponibles en su centro de trabajo.

- **Coste independiente del la ubicación geográfica del alumno**, idealmente el coste de un alumno en Sevilla debería ser igual que el coste de un alumno en Madrid (aunque su distancia a la sede del INAP en la que se realizan las clases sea muy diferente).
- **Coste independiente del número de alumnos participantes en cada clase.**

Red IP de Banda Ancha Vía Satélite con soporte IP Multicast

Hasta hace unos años las tecnologías de transmisión de datos vía satélite se basaban en los sistemas VSAT, con transmisión de datos bidireccional, y por su elevado precio, orientados a su utilización en lugares donde no existía ninguna otra tecnología de telecomunicaciones. Sin embargo, desde la introducción de la televisión digital por satélite, el grupo de estandarización DVB (Digital Video Broadcasting, encargado de definir y proponer la normativa de Televisión Digital, siendo la normativa utilizada actualmente en España y Europa para TV Digital por Cable, Satélite y Terrestre) , cerró en 1998 un estándar para la transmisión de datos sobre TV Digital. Esto permite enviar datos IP dentro de un servicio de TV Digital, “encapsulando” esta información IP dentro de los paquetes MPEG2 en vez del contenido de vídeo y audio en el caso de un canal de televisión. Tenemos así un “canal de datos”, con velocidades de hasta 50 Mbps, que se puede recibir con unos equipos similares en sus componentes a los receptores de televisión digital y la misma antena parabólica (por ejemplo las antenas de Vía Digital), lo que supone una reducción del coste ya que se pueden aplicar las enormes economías de escala de los fabricantes de receptores de TV Digital Vía Satélite, con más de 75 millones de usuarios solo en Europa.

A diferencia de las estaciones VSAT tradicionales, en los sistemas de transmisión IP sobre DVB el sistema puede ser unidireccional, es decir, podemos diferenciar el canal de recepción de la información del canal de envío. Esto nos permite utilizar el satélite para la recepción de los datos en banda ancha, y sin embargo utilizar nuestra conexión de MODEM a Internet para enviar la información de retorno. De hecho podemos utilizar cualquier red IP para realizar el retorno, incluso un teléfono GSM, y recibiremos los datos a través del satélite. El sistema se comporta como una “Ethernet IP en el AIRE”. La siguiente figura muestra la arquitectura del servicio:



Soporte IP multicast

Si bien el desarrollo inicial de servicios sobre las plataforma IP Vía satélite ha sido el acceso a Internet o Intranet de alta velocidad Vía Satélite, con soporte típico de 2 a 4 Mbps hasta 40 Mbps, el verdadero “motor” de servicios esta siendo el soporte del protocolo IP multicast, que permite la recepción simultánea de la misma información a un número indefinido de receptores sin necesidad de repetir el envío, por lo que el ancho de banda necesario para la transmisión, por ejemplo de una clase de tele-enseñanza, es independiente del número de usuarios que reciban la clase y solo dependerá de la calidad (en Kbps, por ejemplo 1024 Kbps) que hayamos solicitado. De esta forma, IP multicast se convierte en el sustituto del formato de difusión Broadcast de televisión (es indiferente el número de antenas que reciben la señal) pero a nivel de datos, obteniendo todo el rendimiento de la amplia cobertura geográfica de los sistemas de satélite. Internet no dispone de soporte IP multicast, por lo que se generan grandes atascos y cuellos de botella cuando transmitimos información multimedia, problema que no se dá en las transmisiones sobre satélite.

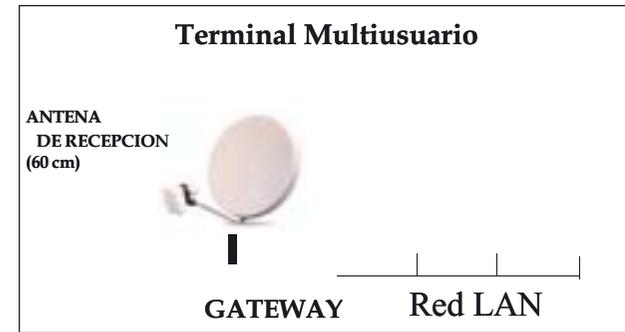
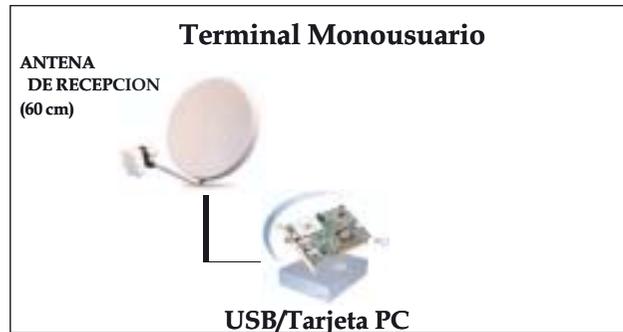
Equipamiento en alumnos

El equipamiento de alumno será diferente en función de si la conexión es directa a un único PC, (terminal monopuesto) o conectaremos el servicio de satélite a todos los PC's conectados a una red LAN (terminal multipuesto). Los elementos a instalar serán el equipo receptor de satélite y una antena parabólica orientada al satélite utilizado en la transmisión. En el caso del servicio de Infoglobal utilizado por el INAP, el satélite es el HISPASAT 1-C, por lo que las antenas son pequeñas, de 60 centímetros de diámetro (el sistema es compatible con las antenas de Vía Digital ya instaladas).

En el caso de terminal multipuesto, solo se instala una antena de recepción de satélite y un receptor gateway, cuya misión es “inyectar” los datos IP a la red LAN. De esta forma, cualquier usuario de la red podría recibir las clases del sistema IG-Class, sin necesidad de instalar una antena para cada PC que reciba las clases de tele-enseñanza.

En el caso de terminal monopuesto, la antena parabólica se instala en el lugar de trabajo o el domicilio del alumno, y el receptor de satélite (tarjeta PCI ó caja USB) se instala en el PC en el que se quieren recibir las clases.

El coste orientativo de una instalación individual completa (antena, receptor e instalación), es de 500 euros, y una instalación multipuesto completa ((antena gateway e instalación) es de 2300 Euros (coste fijo e independientemente del número de PC's en la red LAN).



¿Por qué IP sobre DVB Vía Satélite?

Las características del servicio IP sobre satélite, utilizando como retorno cualquier conexión IP ya existente en el alumno (por ejemplo el acceso a Internet), cumple los requerimientos tanto técnicos como económicos que hemos mencionado anteriormente:

- Banda Ancha: podemos transmitir hasta 50 Mbps en la dirección cabecera – usuario. Generalmente la estación de profesor del INAP transmitirá las clases a 512 Kbps por segundo, por lo que podemos transmitir muchas clases de forma simultánea si fuese necesario. El sistema permite variar dinámicamente el ancho de banda utilizado, por lo que podríamos difundir una clase con una velocidad, y una hora más tarde utilizar 2 Mbps porque se transmite un seminario y se quiere ofrecer con mayor calidad (por ejemplo para verlo en pantalla completa).
- Garantía de calidad de servicio: A diferencia de Internet, cuando transmitimos las clases de tele-enseñanza vía satélite, no hay redes intermedias en el lado del alumno que impliquen atascos o cuellos de botella en la recepción de la información . Añadiendo la característica de transmisión multicast, garantizamos que cuando realizamos una transmisión de una clase, por ejemplo a 512 Kbps, la información solo se envía una vez al satélite (solo se ocupan 512 kbps de la capacidad total) de forma independiente al número de alumnos que están recibiendo la clase (que puede llegar a ser ilimitado).



- Independencia Geográfica: La disponibilidad geográfica dependerá del satélite elegido para la transmisión. En el caso del INAP, el servicio IP Vía Satélite de Infoglobal utiliza el satélite Hispasat, por lo que se dispone de cobertura en toda la península y las Islas con antenas de 60 centímetros de diámetro, las mismas utilizadas por Vía Digital. Por supuesto para la comunicación de retorno, en sentido alumno profesor, será necesario la disponibilidad de una línea telefónica ó móvil GSM/GPRS en el peor de los casos.
- Despliegue rápido. Dada la sencillez de instalación del equipamiento, es muy fácil la incorporación de nuevos alumnos al sistema.

Al nivel de costes, el servicio Vía Satélite permite:

- Disponer de un coste por utilización, no disponibilidad.. El coste del servicio se produce cuando transmitimos una clase, y es un coste que asume el emisor, no el receptor (de forma análoga a lo que ocurre con la televisión). Si no se transmite no hay coste del servicio para el Emisor (la entidad que difunde las clases).
- Sin coste mensual para el alumno e independiente de la ubicación geográfica. El equipamiento de antena y receptor es inversión por usuario, y no hay ningún coste mensual por cada antena instalada.
- Coste independiente del número de alumnos. El coste de una clase de tele-enseñanza es el coste de ocupación del ancho de banda en el satélite (por ejemplo 512 kbps) durante la duración de la clase. Gracias a la transmisión IP multicast (y el soporte multicast de la aplicación IG-Class), este coste será fijo e independiente del número de alumnos que estén recibiendo la clase ó el seminario.

Utilizaremos por lo tanto la tecnología IP sobre satélite para la transmisión de la información en el sentido Profesor-alumnos, y la participación de los alumnos, sentido de la transmisión alumno-profesor, se realizará mediante el acceso a Internet que tengan accesible los alumnos, desde sus puestos de trabajo o desde sus hogares.

Arquitectura real del sistema de tele-enseñanza del INAP

El sistema de tele-enseñanza multimedia vía satélite de INAP tiene la siguiente arquitectura:

El INAP transmite las clases en directo desde una Estación de Profesor ubicada en su sede de la calle Atocha, en



Madrid, al servidor IG-Class ubicado en las oficinas de Infoglobal a través de una línea punto a punto. La señal se envía entonces al satélite Hispasat y es recibida por los alumnos a través de las antenas parabólicas, bien de forma individual o a través de las LAN. El retorno lo realizan los alumnos generalmente mediante un acceso a Internet, utilizando cualquier ISP y un MODEM telefónico.

Los alumnos reciben la información de las fechas y horarios de las distintas sesiones de tele-enseñanza a través del campús on-line del INAP. Una vez conectados a Internet y validándose en el sistema IG-class con nombre y clave de usuario, entran en la clase y comienzan a recibir las imágenes y presentaciones generadas por el profesor. Una vez validados, los alumnos pueden desconectar su MODEM telefónico si no desean participar (por ejemplo para dejar libre la línea telefónica). Seguirán recibiendo la clase a través del satélite, pero sin poder participar.

Las siguientes son algunas de ejemplo de sesiones de tele-enseñanza impartidas por el INAP:

Conclusiones

Desde sus inicios como piloto en el año 2000, el sistema ha pasado con éxito la fase de piloto , para ser utilizado habitualmente en los Masters desde el año 2001. Cada año se incorporan 80 nuevos alumnos , y está en estudio el extender el sistema a otros cursos, así como la difusión de nuevos seminarios y eventos organizados por el INAP que complementen el sistema. Actualmente el sistema de tele-enseñanza no solo se puede utilizar como herramienta para la realización de clases “tele-presenciales”, sino también como herramienta de generación de contenidos ya que estas clases pueden ser grabadas y almacenadas para su difusión posterior generando un fondo de material educativo en formato multimedia de una forma muy sencilla y con costes mínimos.

Respecto a la infraestructura de telecomunicaciones, resaltar que el satélite se ha confirmado como mejor solución técnica y económica, especialmente cuando existen estos requerimientos:

- 1- Necesidad de banda ancha-multimedia
- 2- Ubicaciones geográficas dispares en los alumnos
- 3- Bajo coste de equipamiento de alumno y operación



Podemos decir, a modo de conclusión final, que actualmente se dispone de soluciones comerciales e infraestructuras de telecomunicación, ya maduras, que nos permiten desarrollar nuestros planes de e-learning con todas las posibilidades que nos ofrece el soporte multimedia con total interactividad entre profesor y alumnos.