



Red de 10 Gb/s basada en fibra oscura de la Universitat de València

10 Gb/s Dark Fiber Based Network of the University of Valencia

◆ J. M. Femenia, R. Montañana, J. Redondo y J. A. Vázquez

Resumen

La Universitat de València está formada principalmente por tres campus que se interconectan mediante dos redes paralelas: por un lado la red de datos que utiliza enlaces 10 Gigabit Ethernet y por otro la red telefónica con enlaces ATM de 155 Mb/s. Ambas redes utilizan servicios de fibra oscura. Esta configuración es el resultado de un proyecto recientemente desarrollado gracias a la financiación de la Comisión Europea. En el artículo se describe la situación inicial de la red, las alternativas que se barajaron, los aspectos que se tomaron en consideración y las decisiones que finalmente se adoptaron.

Palabras clave: MAN, Fibra Oscura, 10 Gigabit Ethernet, ATM

Summary

The University of Valencia is formed mainly by three campuses interconnected by two parallel networks: on the one hand the data network that uses 10 Gigabit Ethernet links and on the other the telephone network with ATM 155 Mb/s links. Both networks use dark fiber services. This setup is the result of a project developed recently with economical support from the European Commission. The paper describes the initial situation, the alternatives that were considered, the aspects taken into account and the decisions that were adopted.

Keywords: MAN, Dark fiber, 10 Gigabit Ethernet, ATM

1.- Introducción

La Universitat de València (UV), una de las mayores de España con unos 50.000 alumnos, se extiende por el área metropolitana de Valencia en tres campus: Burjassot, Blasco Ibáñez y Tarongers, además de 23 dependencias menores, la mayoría situadas también en el área metropolitana. Desde hace bastante tiempo todas estas ubicaciones se encuentran interconectadas, de forma que el servicio IP es ubicuo en la universidad.

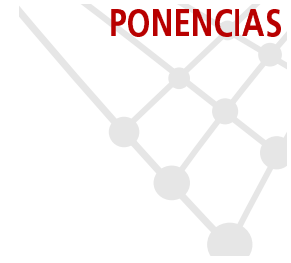
2.- Antecedentes

A finales de los años 80 se estableció la primera red local en la Universidad de Valencia. Dicha red, basada en Ethernet coaxial, sólo abarcaba el campus de Burjassot, extendiéndose a principios de los 90 al campus de Blasco Ibáñez y conectándolo con Burjassot mediante una línea de 2 Mb/s.

En 1995, gracias a una financiación especial de la Generalitat Valenciana, se instaló una línea de 34 Mb/s entre Burjassot y Blasco Ibáñez y se conectaron los campus mediante ATM y LAN Emulation. El uso de ATM no formaba parte del plan inicial, sino que fue consecuencia de la ausencia de productos IP capaces de utilizar líneas de 34 Mb/s sin recurrir a ATM. Presumiblemente ATM permitiría en el futuro integrar los datos, la telefonía y el vídeo en una sola red. El uso de LAN Emulation ofrecía flexibilidad en la configuración y ubicación de las redes locales virtuales.

En 1999 se aumentó la velocidad de la línea Burjassot-Blasco Ibáñez a 155 Mb/s y se instaló otra línea, también de 155 Mb/s entre Burjassot y el nuevo campus de Tarongers. Simultáneamente se definieron circuitos virtuales E1 a través de la red ATM para interconectar las centralitas telefónicas de los diferentes campus. De esta forma la red ATM ya no sólo se utilizaba para datos sino también para tráfico de voz, lo cual requirió fijar niveles más estrictos en lo relativo a la disponibilidad y fiabilidad

◆
La Universitat de València está formada principalmente por tres campus que se interconectan mediante dos redes paralelas y ambas utilizan servicios de fibra oscura



de la red. Así ATM posibilitó la migración en la WAN a una única red para voz y datos, con el consiguiente ahorro de costes.

Sin embargo en 1999 estaba ya bastante claro que el futuro no apuntaba hacia ATM, sino a otras opciones como POS (Packet Over SONET) o Ethernet. Se decidió por tanto restringir la red ATM a los enlaces WAN basados en circuitos SONET/SDH. Así, a la vez que se instalaron los enlaces de 155 Mb/s entre los campus se inició un proceso de evolución de la red local en cada uno de ellos hacia Ethernet conmutada, utilizando 1 Gb/s para las conexiones troncales y 100 Mb/s para el acceso de los usuarios finales. Desgraciadamente la necesidad de mantener ATM en los enlaces WAN obligaba a mantener toda la infraestructura LAN Emulation con sus inconvenientes: complejidad, baja eficiencia y elevado costo.

3.- Planteamiento del proyecto

Con el fin de mejorar la red intercampus y prepararla para el futuro se planteó en el año 2003 la adquisición de fibra oscura propia de la universidad, con los siguientes objetivos:

- Cobertura en los tres campus, más el edificio histórico
- Prestaciones de al menos 1 Gb/s entre los campus
- Redundancia de rutas (topología en anillo) para obtener alta disponibilidad
- Reducción de los costes respecto a los enlaces actuales

Este proyecto quedó estructurado en dos subproyectos complementarios:

3.1.- Superestructura de fibra óptica oscura

Para abordar este subproyecto, se iniciaron conversaciones con diversas empresas sobre la posibilidad de contratar servicios de fibra oscura y realizar la interconexión de los campus directamente con equipos propiedad de la Universitat. Las primeras estimaciones indicaban que esto era técnicamente viable y que podía ser económicamente rentable. Con el objetivo de conseguir un mayor rendimiento y menor costo se pretendía migrar la red de datos de ATM a Gigabit Ethernet.

Para el tráfico de telefonía se barajaban tres alternativas:

- a) Utilizar multiplexores que permitan simular un enlace E1 a través de una red IP. Diversos fabricantes (RAD por ejemplo) tienen equipos que desarrollan esta función de forma bastante transparente, siempre y cuando la red no esté saturada y soporte Calidad de Servicio.
- b) Mantener la telefonía por ATM y multiplexar, mediante equipos WDM, el enlace Gigabit Ethernet y el enlace ATM sobre las mismas fibras.
- c) Utilizar dos pares de fibras, de forma que se pueda disponer del enlace Gigabit Ethernet para los datos y del ATM para la telefonía.

A partir de las estimaciones económicas preliminares se consideró que la opción C era la más conveniente, lo cual quedó confirmado al recibir las propuestas del correspondiente concurso. La opción B era la menos interesante puesto que los equipos WDM que permiten mezclar canales Ethernet y canales ATM son de alta densidad (DWDM) y sus precios (de compra y mantenimiento) son actualmente muy elevados.

3.2.- Infraestructura de electrónica de red 10 Gbit

En paralelo con el subproyecto de fibra se iniciaron los estudios sobre los equipos a utilizar para la conexión inter-campus en la red de datos. Aquí se barajaron también tres alternativas:

◆

En 1999 estaba ya bastante claro que el futuro no apuntaba hacia ATM, sino a otras opciones como POS (Packet Over SONET) o Ethernet



Los enlaces de fibra se establecen entre los 3 campus y edificio histórico, con un mínimo de 4 fibras (2 para voz y 2 para datos)

- A) Un enlace Gigabit Ethernet
- B) Múltiples enlaces Gigabit Ethernet utilizando una sola fibra mediante CWDM
- C) Un enlace 10 Gigabit Ethernet

La opción A estaba disponible de forma inmediata con el equipamiento que la Universitat utiliza en su red local, por lo que esta opción requería una inversión mínima.

La opción B permitía llegar a un rendimiento máximo de 8 Gb/s, agregando ocho enlaces. Esta opción tendría la ventaja de permitir un crecimiento gradual, a medida que las necesidades lo requiriesen. Sin embargo al ser el costo linealmente proporcional al número de canales utilizados no es interesante cuando el número de canales es superior a 4, por el costo y la complejidad de la instalación. Por otro lado el uso de CWDM es incompatible con DWDM, opción que aunque ha sido descartada de momento por su elevado costo podría adoptarse en un futuro.

La opción C, aunque era a primera vista la más cara, resultaba más barata que la B si esta última evolucionaba por encima de los 4 Gb/s. Además esta opción tenía la ventaja de su sencillez, rendimiento y compatibilidad con la posible adopción futura de DWDM.

4.- Ejecución del proyecto

A finales de 2002 se redactaron sendos proyectos de las dos partes descritas (superestructura e infraestructura), que fueron presentados para la obtención de financiación con fondos europeos. En julio del 2003 se obtuvo la aprobación y a lo largo del mes de septiembre se promovieron los correspondientes concursos públicos para la adquisición de los productos y servicios asociados a los citados proyectos, que pasamos a describir a continuación:

4.1.- Superestructura de enlaces de fibra oscura

Los enlaces de fibra se establecían entre los 3 campus y edificio histórico, con un mínimo de 4 fibras (2 para voz y 2 para datos) con las siguientes características:

- Los enlaces debían utilizar fibra monomodo estándar de 9/125 μm (recomendación ITU-T G.652)
- La fibra debía ser de uso exclusivo de la Universidad de Valencia en todas sus longitudes de onda, sin la intervención de equipos activos (transmisor, receptor, repetidor o amplificador) por parte del operador. Se trataba pues del servicio comúnmente denominado fibra oscura.

El presupuesto de licitación fue de unos 480.000 euros incluyendo un periodo de garantía mínimo de 5 años (valorando un máximo de 15 años).

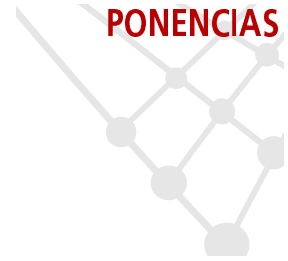
Al concurso se presentaron las siguientes empresas: Colt, Inabensa, NeoSky, ONO y Telefónica

Todas las ofertas proponían un anillo entre los tres campus. Sin embargo en algún caso el anillo estaba parcial o totalmente colapsado, es decir el trazado era común en todo o en parte, de forma que la redundancia era más aparente que real.

Todas las ofertas proponían cuatro fibras (o más) en cada enlace, de forma que se podían establecer enlaces independientes para la telefonía (ATM) y para los datos (Gigabit o 10 Gigabit Ethernet).

Al valorar las ofertas se tomaron en consideración diversos aspectos, tales como:

- Importe económico



- Período de garantía ofrecido
- Redundancia del trazado, es decir la existencia de una ruta alternativa entre dos puntos y en qué medida dicha ruta alternativa era diferente en su trazado.

La estructura del doble anillo de la fibra entre los tres campus permite que el servicio se mantenga intacto en caso de fallo de alguno de los enlaces (salvo en el caso del edificio histórico donde el acceso es único). En caso de fallo de algún enlace los protocolos de routing (EIGRP para los datos, PNNI para la telefonía) se encargan de reencaminar el tráfico por la ruta alternativa.

4.2.- Infraestructura de conmutación 10 Gbit Ethernet

En el momento de elaborar el pliego de especificaciones técnicas para el concurso de conmutación (octubre de 2003) se identificaron 9 fabricantes que disponían de equipamiento con interfaces Ethernet 10 Gigabit. Concretamente los equipos que soportaban este tipo de interfaces eran:

- Alcatel: 7750 SR-1, SR-4 y SR-12
- Avaya: P580 y P882
- Cisco: Catalyst 6503, 6506, 6509 y 6513
- Enterasys: Matrix N3, N7 y X-Pedition ER16
- Extreme: BlackDiamond 6804, 6808 y 6816
- Force 10: E-600 y E-1200
- Foundry: BigIron 4000, 8000, 15000 y MG8
- HP: Procurve 9304m, 9308 y 9315
- Nortel: Passport 8603, 8606 y 8610

En todos los casos se trataba de chasis modulares. Las arquitecturas se basaban todas en la conmutación descentralizada (a nivel 2 ó a nivel3) realizada por hardware.

Además de unas prestaciones elevadas se querían equipos que permitieran un número elevado de interfaces por chasis. Los que admitían mayor número de interfaces eran los de Cisco, Force 10 y Foundry. Al concurso se presentaron 15 empresas, todas ellas con equipamiento Cisco.

La oferta mejor valorada, por ofrecer más equipamiento, fue la de Nextira One. La propuesta incluía ocho conmutadores (dos 6509 y seis 6506) con un total de 52 interfaces de 10 Gb/s y 246 de 1 Gb/s.

4.3.- Resolución de los concursos

La adjudicación y puesta en marcha de ambos concursos discurrió en paralelo, de forma que la instalación de las fibras y los conmutadores se llevó a cabo entre marzo y mayo, entrando en funcionamiento la nueva red el 20 de mayo de 2004.

La nueva red troncal de la UV, con una longitud total de 38.784x4 metros de fibra oscura, fue bautizada como R.A.P.I.D.A.: Red de Altas Prestaciones Intercampus en Doble Anillo, constituyendo una de las redes universitarias metropolitanas de mayores prestaciones en todo el mundo.

5.- Servicios actuales y futuros

Como ya hemos explicado la nueva red está formada en realidad por dos redes paralelas. Por un lado la antigua red ATM, ahora sobre fibra oscura, que básicamente soporta la telefonía. Por otro la nueva red de datos, también sobre fibra oscura, basada en enlaces 10 Gigabit Ethernet. Con estas

La estructura del doble anillo de la fibra entre los tres campus permite que el servicio se mantenga intacto en caso de fallo de alguno de los enlaces



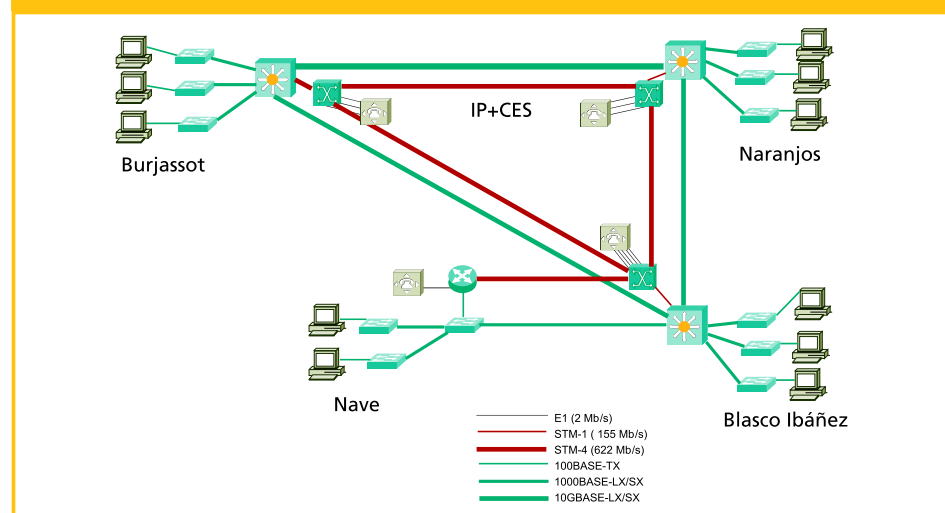
prestaciones es posible ofrecer prácticamente cualquier servicio imaginable en la red. Un ejemplo de dichos servicios es el hosting de servidores, que consiste en acoger en el servicio de informática servidores departamentales, con lo que se mejora la fiabilidad y seguridad de estos equipos.

Cuando el tráfico de telefonía entre los campus utilice paquetes IP se podrá dismantelar por completo la red ATM con lo que se podrá disponer del segundo par de fibras para otro enlace 10 Gb Ethernet, u otros servicios que puedan requerirse en el futuro como podrían ser los de Disaster Recovery, consistente en la replicación de sistemas informáticos críticos en ubicaciones separadas e interconectadas con replicación de datos, garantizando así su disponibilidad en caso de catástrofe o accidente.

Por otro lado, aun cuando en estos momentos resulta difícil imaginar que los enlaces de 10 Gb/s puedan saturarse, está abierta la posibilidad de utilizar WDM para incrementar la capacidad de los enlaces intercampus. De momento esto sólo es posible, en el caso de 10 Gb Ethernet, mediante equipos DWDM cuyo costo es considerable. Pero es de esperar que, siguiendo la misma evolución que ha habido en Gigabit Ethernet, aparezcan pronto equipos CWDM que a un costo razonable permitan establecer múltiples enlaces (hasta 18) de 10 Gb por la misma fibra.

Aunque en estos momentos resulta difícil imaginar que los enlaces de 10 Gb/s puedan saturarse, está abierta la posibilidad de utilizar WDM para incrementar la capacidad de los enlaces intercampus

ESQUEMA DE LA RED DE FIBRA OSCURA DE LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA



José Miguel Femenia
(jose.m.femenia@uv.es)
Rogelio Montaña
(rogelio.montanana@uv.es)
Jaime Redondo
(jaime.redondo@uv.es)
José Antonio Vázquez
(j.antonio.vazquez@uv.es)
Servicio de Informática
Universidad de Valencia