

De las “Redes de Ordenadores” al “Ordenador en Red” La Convergencia de Internet, la Banda Ancha y la Red Telefónica en los Estándares IEEE 802

Por José Morales Barroso, L&M Data Communications

En el próximo futuro, los usuarios finales, organizaciones, empresas, operadoras de telecomunicaciones y fabricantes necesitarán cambiar las actuales tecnologías de red en algo mucho más rápido, más económico, con más capacidades y que ofrezca servicios integrados sobre una infraestructura de red única y compartida. Sin embargo, si las redes de comunicaciones se siguen desarrollando basándose exclusivamente en la tecnología, existe un grave peligro de que cada vez se hagan más y más complicadas e ineficientes.

Según lo expuesto por E.F. Schumacher en su famoso libro *Lo Pequeño es Hermoso* (1973): “Cualquier ingeniero o investigador de tercera categoría podría incrementar la complejidad, pero se requiere un conocimiento real y profundo para poder hacer las cosas simples otra vez.” Debemos, por ello, aplicar el método científico para hacer las cosas simples y a la vez más eficientes. Hoy en día, casi todo el mundo parece que está de acuerdo en que el futuro de las redes es “todo IP” - sin embargo, debemos preguntarnos si este futuro no debería ser realmente “todo Ethernet”.

Para reducir la “*división digital*”, la mejor solución es desarrollar la red telefónica existente. Según dijo Sean Maloney, vicepresidente ejecutivo de Intel, en la primavera de 2004: “no hay dinero suficiente en la industria para llevar la fibra óptica a los hogares de más de mil millones de personas.”

Esto significa que deben ser reutilizados los 1.250 millones de líneas telefónicas que hay actualmente en el mundo, con una solución integrada que ofrezca el servicio de llamada de emergencia. También debe soportar los 3.000 millones de teléfonos móviles, así como todos los terminales que dispongan de conexión sobre fibras ópticas, Wi-Fi/WiMAX, PLC (Power Line Communications) o módems de cable para el acceso a la red.

La tecnología de conmutación de paquetes es esencial para la conectividad. El modelo de Internet ha demostrado que la complejidad debe encontrarse exclusivamente en el exterior de la red, manteniendo el núcleo lo más simple que sea posible sin comprometer las prestaciones.

El Modelo de Referencia: Aplicando los conceptos de “Ethernet” e “Internet”

Entre las redes actuales de comunicaciones existen dos claros modelos de referencia: Ethernet, de Robert Metcalfe, e Internet, de Vinton Cerf. Ambos, junto con la experiencia acumulada por la red telefónica tradicional, sirven como fundamento al *Servicio Universal de Telecomunicaciones Ethernet*¹ o “UETS.”

Desde su invención en 1973 por Robert M. Metcalfe, Ethernet ha alcanzado un uso generalizado. La relación precio-prestaciones, o coste por bit transmitido, es mejor en Ethernet que en cualquier otra tecnología. Ethernet es también la solución más madura, flexible, escalable y robusta de las disponibles en el mercado. Adicionalmente, Ethernet tiene la ventaja de ser un estándar internacional IEEE 802.3.

El Dr. Metcalfe describe Ethernet como “un sistema de comunicaciones para transportar paquetes de datos digitales ... para construir sistemas, que pueden ser vistos como ... **multiprocesadores débilmente acoplados**. El medio de comunicaciones compartido de Ethernet, su Éter, es un ... medio sin control central. La conmutación de los paquetes a su destino en el Éter es distribuida ... utilizando el reconocimiento de la dirección de los paquetes.”

La Internet está basada en el concepto de *catenet*, una “*confederación de redes en cooperación*” como Vinton Cerf describe en el IEN 48. Junto con Robert Kahn, Cerf desarrolló en 1973 el TCP, “para interconectar esas redes de tal modo ... que permita interoperar a esas redes y también a los ordenadores en cada una de ellas.” Kahn y Cerf describieron también la comunicación entre procesos: “dentro de cada host, consideramos que existen **procesos** que deben comunicarse con **procesos** en el mismo o en otros hosts”.

Kahn y Cerf introdujeron “el concepto de **puertas** con objeto de permitir a los procesos distinguir entre múltiples flujos de mensajes,” y definieron un *esquema uniforme de direccionamiento*. También hicieron hincapié en la simplicidad indicando: “tanto las consideraciones técnicas como las económicas nos llevan a preferir una interfaz tan simple y fiable como sea posible”. La inteligencia reside en el exterior de la red, en los *hosts* conectados a múltiples redes físicas que forman una única red lógica IP.

¹ La descripción completa del servicio está disponible online en: <http://www.LMdata.es/uets.htm>.

El Servicio Universal de Telecomunicaciones Ethernet

El modelo de red ha cambiado desde la aprobación del estándar IEEE 802.3ah EFM para el acceso a redes de telecomunicaciones. El Servicio Universal de Telecomunicaciones Ethernet, UETS, amplía las actuales redes de área local a escala metropolitana, o incluso planetaria, extendiendo el concepto de Ethernet.

La *clave del sistema*, según se describe en la figura 1, consiste en utilizar técnicas de conmutación física, como las empleadas en ATM, con las direcciones MAC *locales* (bit U/L=1) de las tramas Ethernet como direcciones de red. Este mecanismo hace posible conmutar a más de 70 billones (10^{12}) de direcciones en cada dominio local Ethernet –más que suficientes para construir una red planetaria.

Esto abre al mundo una nueva aproximación a la revolución digital, simplificando radicalmente la operación de los conmutadores de red. Al mismo tiempo, es 100% acorde con los estándares IEEE 802, 802.2 y 802.3, tiene la potencia de los conmutadores ATM, es muy rentable desde al punto de vista económico y tiene una mínima complejidad. Los nodos de red UETS se pueden fabricar utilizando la electrónica de los actuales puentes 802.1, switches de nivel 3, routers IP o conmutadores ATM. Al utilizar el **<port id>** en la dirección MAC local como indicador de conmutación se elimina la necesidad de tablas internas.

En el núcleo de esta red se pueden emplear las técnicas MPLS (*Multiprotocol Label Switching*.) Con encapsulado Ethernet, que es por sí multiprotocolo, y las direcciones MAC como *etiquetas extremo a extremo*, a este modo particular de operación le podemos denominar ELS (*Ethernet Label Switching*.)

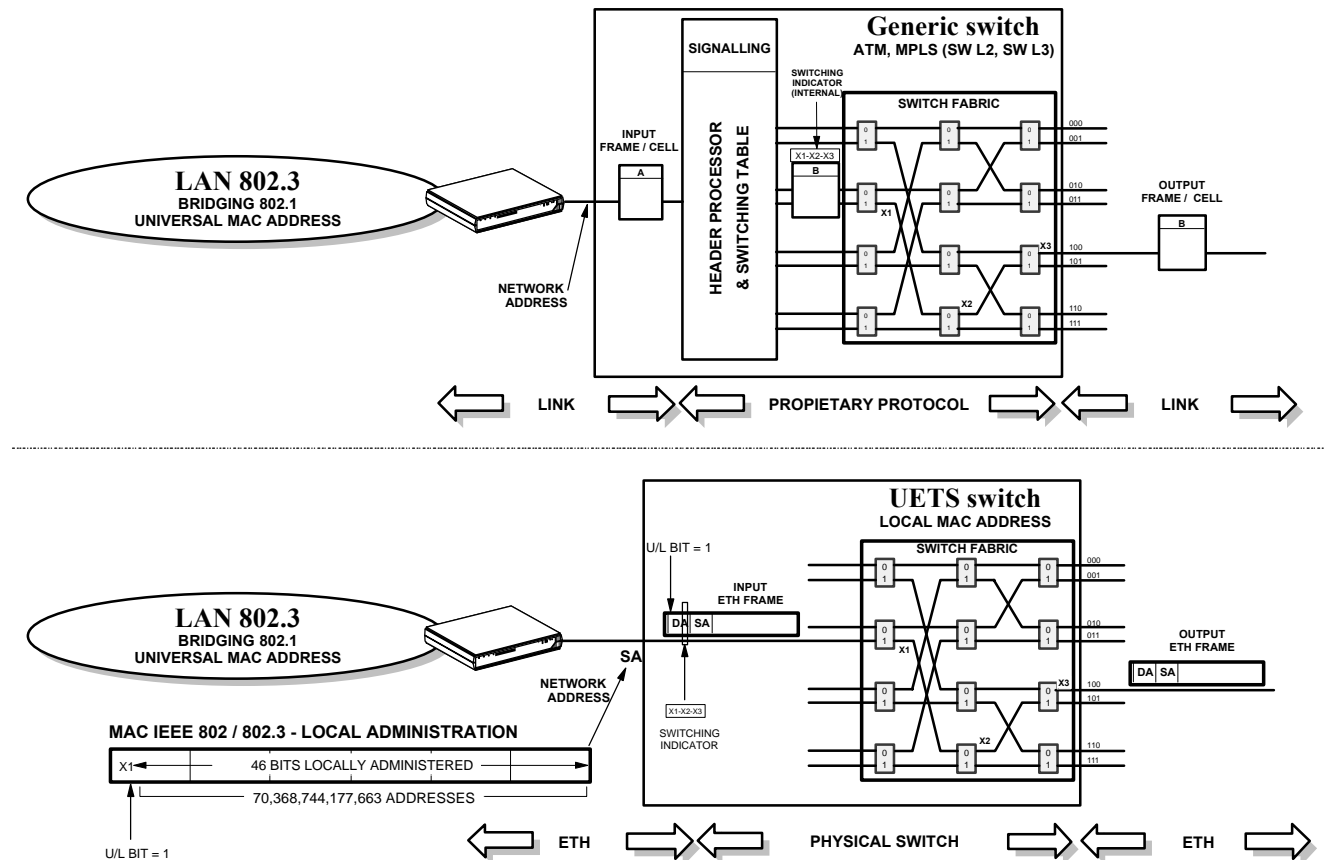


Figura 1 El nodo de red UETS: CUE (Central Universal Ethernet)

Aplicaciones Internet sobre IEEE 802.2 LLC/802.3 Ethernet

Este nuevo paradigma de red global, al que denominamos *Inthinternet*, se basa en la idea de desarrollar el modelo de Internet de modo que se reduzca drásticamente la sobrecarga de proceso del TCP/IP. En éste, se disminuyen los niveles OSI de manera que, en lugar de los niveles 3 (IP) y 4 (TCP), sólo es necesario el nivel 2 (ETH/LLC) para el transporte multiprotocolo, multiplexado, control de flujo, detección de errores, identificación de puertas origen / destino, etcétera.

La Internet TCP/IP se compone de una *red lógica* (IP) sobre *múltiple redes físicas* (ETH, FRL, ATM, SDH /SONET.) En la nueva *Inthetnet* basada en UETS, las *redes física y lógica coinciden*. En realidad, cuando los hosts TCP/IP se comunican dentro de un dominio Ethernet, no emplean las direcciones lógicas IP, sino las direcciones MAC, obtenidas mediante ARP (*Address Resolution Protocol*).

Ethernet también ofrece una perfecta interoperabilidad y una total adaptación a los requerimientos cambiantes. Las tecnologías Ethernet e IP, diseñadas para las comunicaciones de ordenadores, comparten un conjunto de características de importancia fundamental. Ambas están basadas en la técnica de conmutación de paquetes, operan en el modo no conectado y proporcionan el multiplexado estadístico necesario para compartir eficazmente los recursos de red. Sin embargo, los servicios proporcionados por Ethernet sobre *una sola red* son los mismos que los proporcionados por IP sobre la *Internet*.

La figura 2 describe el modo de suministrar los mismos servicios utilizando dispositivos de nivel 2 basados en hardware, rompiendo así los límites de los hosts colapsados por las conexiones TCP/IP de muy alta velocidad (Ver: "TCP Onloading for Data Center Servers," *Computer*, noviembre del 2004, pp. 48-58.) El protocolo LLC (*Logical Link Control*) es mejor que el TCP/UDP para ofrecer servicios extremo a extremo, pues está optimizado para la operación en hardware, teniendo a la vez menor sobrecarga y mayor control del bucle.

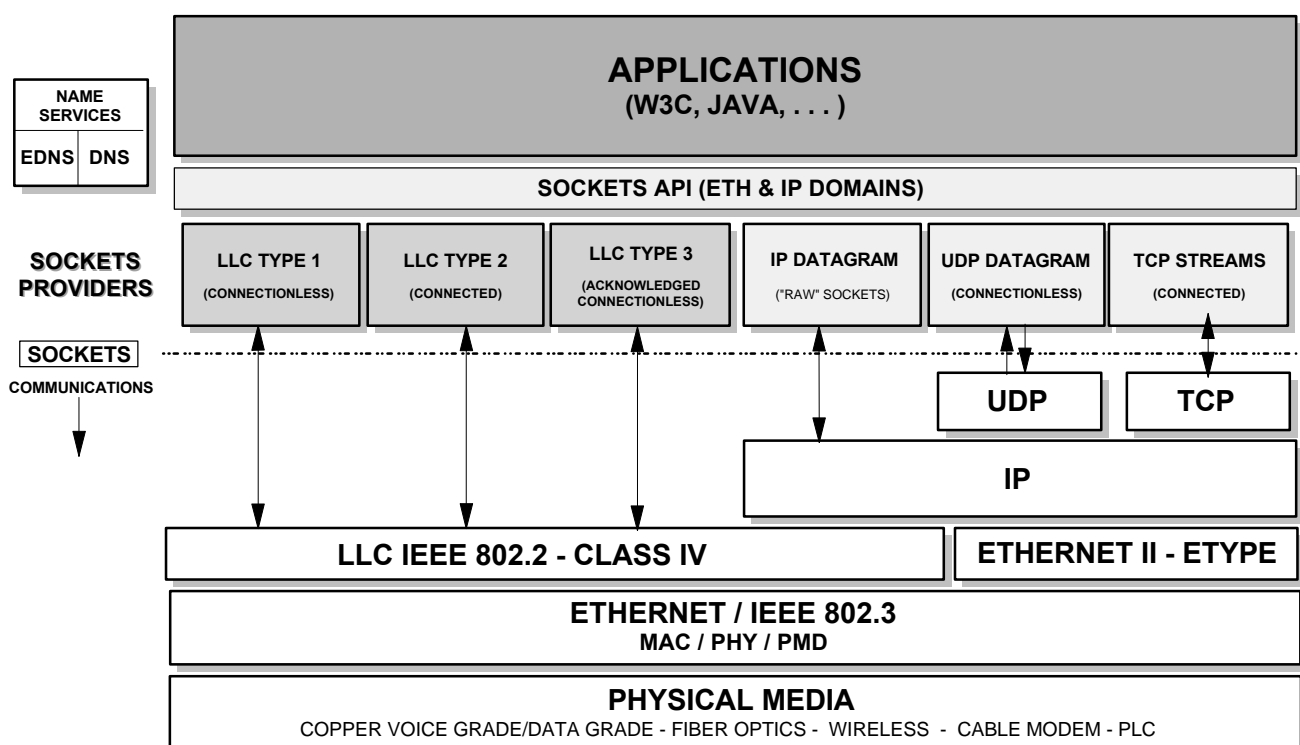


Figura 2 . *Arquitectura de Comunicaciones UETS: El Modelo de Referencia.*

Conclusiones

Esta nueva aproximación marca la evolución de las *Redes de Ordenadores* al *Ordenador en Red*. Manteniendo la idea original y el "espíritu" de Ethernet e Internet, extiende el sistema de multiprocesadores débilmente acoplados a escala global. Según George Gilder: "Cuando la red es tan rápida como los enlaces internos del ordenador, la máquina se desintegra a través de toda la red en un conjunto de dispositivos de propósito especializado."

La nueva arquitectura y simplificación del servicio, junto con la técnica de *Voz sobre Paquetes* (VoP), hace posible la convergencia de Internet, la Banda Ancha y la Red Telefónica. Opera como la red telefónica tradicional, pero utiliza tramas IEEE 802.2/802.3 para la comunicación de las aplicaciones. Por ello, mantiene total compatibilidad con las aplicaciones Internet, utilizando cualquiera de los protocolos TCP/IP o LLC/ETH.

Este nuevo modelo también resuelve los problemas de inseguridad del IP, pues resulta imposible burlar las direcciones dentro del dominio Ethernet. Las operadoras de Telecomunicaciones tienen la ventaja adicional de que la nueva arquitectura puede utilizar el esquema de numeración de la red telefónica internacional. Esto, además, reduce radicalmente la utilización de los servidores de DNS.