



José Morales Barroso
Socio-Director de L&M Data Communications

“The Intelligent Grid” La red convergente de electricidad y telecomunicaciones

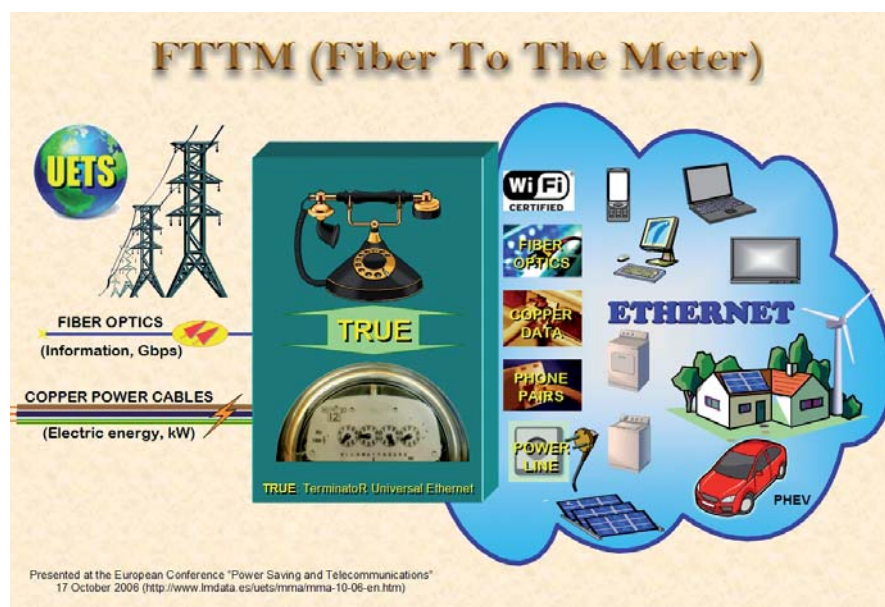
El volumen 61 del Annual Review of Communications, libro de referencia que publica el IEC (International Engineering Consortium) desde 1945, incluye tres capítulos sobre la tecnología UETS (Universal Ethernet Telecommunications Service). Uno de ellos, “The Intelligent Grid: Electric Power Grid and Telecomm Convergence”, fue la referencia del “IEC Newsletter”, que reciben más de 700.000 ingenieros de todo el mundo, en octubre de 2008, y ha servido de base para este artículo en castellano. La sencillez del modelo UETS con su servicio extremo a extremo a través de la red y su seguridad inherente, hacen de esta tecnología una opción obvia para desarrollar la infraestructura de comunicaciones digitales de la nueva “Red Inteligente” evolución de las actuales redes eléctrica y de telecomunicaciones. Esta es la clave para utilizar la energía más conscientemente y con eficiencia como una manera viable de reducir el consumo, mejorando a la vez nuestra calidad de vida.

► Infraestructura compartida de electricidad y telecomunicaciones

La convergencia de infraestructuras de energía y telecomunicaciones hará posible un sistema distribuido y controlado para el cambio de paradigma del sistema energético, apoyado en el cambio de paradigma, que ya se ha producido, en el sistema de comunicaciones, que dará forma a la red de energía del futuro. Esto es lo que he dado en llamar “Red Inteligente” en español o “Intelligent Grid” en inglés, una evolución del “Smart Grid” y la “Internet Eléctrica”. Llevando los cables de fuerza en paralelo con las fibras

ópticas hasta el contador de electricidad inteligente “TRUE” (Terminador de Red Universal Ethernet), éste se convertirá en el

dispositivo de acceso de telecomunicaciones, constituyendo el sistema FTTM (Fiber To The Meter).



Hacia un nuevo modelo energético

La necesidad del ahorro de energía es algo fuera de toda duda, pero éste implica, inevitablemente, automatizar todo el proceso de control mediante una red convergente de energía – telecomunicaciones – información. La nueva tecnología UETS permite crear una única infraestructura física inherentemente segura, multipunto a multipunto, para la distribución de energía e información, siendo una base fundamental para la estrategia futura de la convergencia y el ahorro.

Después de siglos de una economía energética cada vez más centralizada, controlada por una reducida élite de empresas, la producción de energía puede volver a ser un asunto local, o incluso individual. En lugar de la ineficiente mezcla de gaseoductos, oleoductos, refinerías, líneas de alta tensión y centrales eléctricas, tendríamos “micro-redes”, sistemas autónomos, con una combinación de tecnologías renovables y convencionales, que permitan a individuos, comunidades y empresas generar su propia electricidad y vender los excedentes a la red principal. Cuando las necesidades de electricidad son bajas, el administrador del sistema, conectado a la “Red Inteligente” mediante fibras ópticas, recoge la electricidad generada localmente y la envía, a través de los cables de fuerza, a la red eléctrica. Por la noche, cuando la demanda de electricidad regional es baja, el administrador de sistema comprueba las tarifas, que varían según la demanda, y, si son lo bastante bajas, compra automáticamente el excedente y lo almacena en las baterías del vehículo híbrido.

Por qué la convergencia debe estar basada en Ethernet, y no en IP

Es casi un milagro que Internet, con la pila de protocolos TCP/IP, siga funcionando en la actualidad, pues estas técnicas muestran claros signos de envejecimiento. Fueron desarrolladas en el periodo de 1974 a 1983, y se enfrentan hoy a problemas impensables hace treinta años, por lo que no son capaces de ofrecer los servicios que requiere la red integrada del siglo XXI. Internet no se diseñó para facilitar la puesta en marcha de los equipos, identificar los fallos y problemas de la red, ni tampoco para soportar un alto grado de gestión. Esta limitación es aplicable tanto a los grandes operadores de red como a los usuarios residenciales.

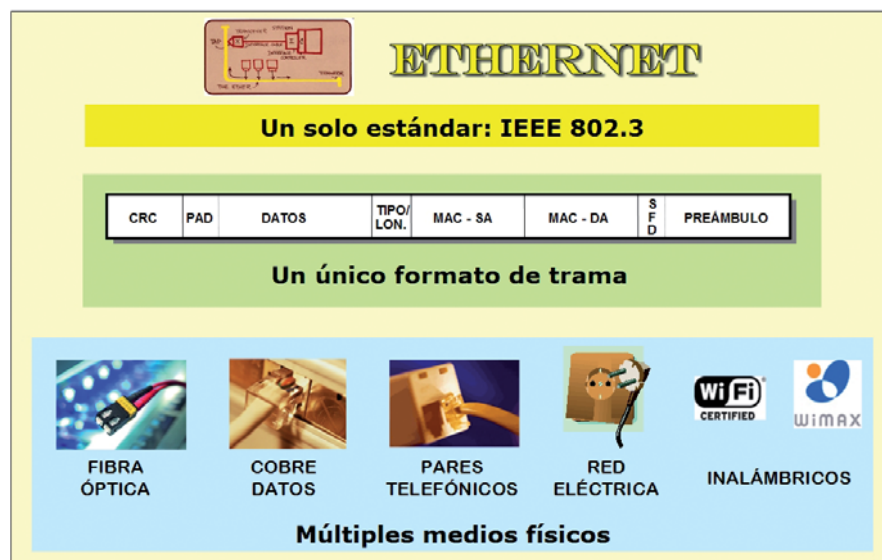
Los problemas de seguridad que se han detectado a principios de 2009 en el despliegue de la “Smart Grid” en Estados Unidos han demostrado la necesidad de una nueva arquitectura de comunicaciones. La seguridad que hay que

añadir a las redes IP es lo más complejo de la historia de las comunicaciones (firewalls, IDSs, spam, spoofing, troyanos, virus, suplantación de identidad,...).

En la infraestructura convergente UETS, la parte de telecomunicaciones es “una única red física extendida” basada en Ethernet, y no una “confederación de redes en cooperación” basada en IP. Curiosamente, Ethernet es todavía más antigua que IP, pues data de 1973. Definida por la Norma Internacional ISO/8802-3 - IEEE 802.3, sus tradicionales ventajas son bien conocidas de todos: sencillez, interoperabilidad, y alta eficacia, con una sobrecarga de protocolo mínima.

El “estado de la técnica” de Ethernet lo podemos resumir en los siguientes puntos:

- Fibra óptica hasta 100 Gigabits por segundo, probado en un enlace de 4.000 kilómetros
- Cables de cobre “data grade” (XBASE-T), hasta 10 Gigabits por segundo a 100 metros
- Pares de teléfono (EFM), hasta 10 Megabits por segundo a 700 metros



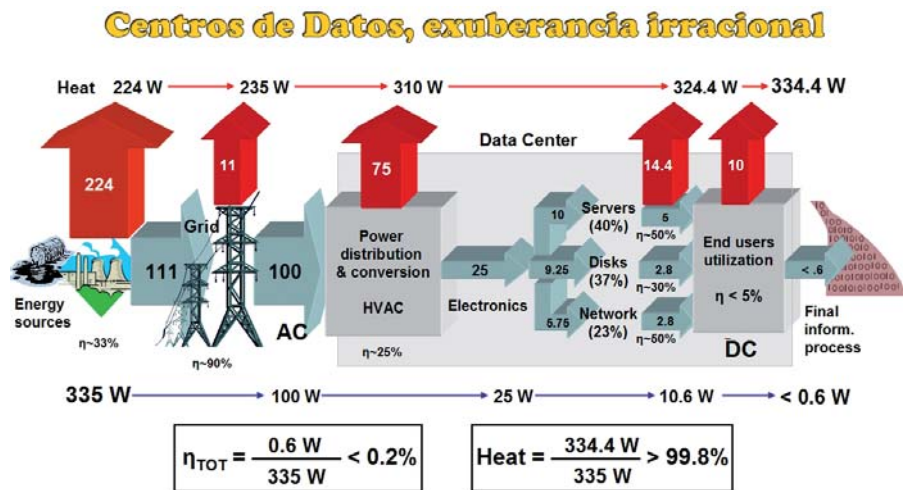
- Cables de energía eléctrica (PLC/BPL), hasta 400 Megabits por segundo “in-building”
- Red de área local inalámbrica (WiFi), hasta 600 Megabits por segundo, hasta 100 metros
- Red de área metropolitana inalámbrica (WiMAX), hasta 70 Megabits por segundo, hasta 50 km.

► UETS: La Red para la Convergencia y la Internet del Futuro

La nueva Arquitectura de Comunicaciones UETS, de Nivel 2 End-to-End Ethernet-Only, es sumamente sencilla, y opera sobre una sola red, siguiendo el “Paradigma Ethernet”, en lugar de muchas redes interconectadas, según el “Paradigma IP”. Sus características principales son:

- Uso de Ethernet (IEEE 802.3) como medio principal para transportar tráfico de datos, voz/audio/vídeo, y soporte de movilidad;
- Uso de la capacidad de distribución de energía de Ethernet para alimentar los equipos, con mecanismos de control para el ahorro y la eficiencia;
- EFR (Ethernet Fabric Routing), mecanismo de conmutación física de tramas Ethernet que emplean direccionamiento jerárquico, administrado a nivel local; y
- La sustitución, cuando las circunstancias lo aconsejan, del transporte de Internet y la pila de protocolos TCP/IP ó UDP/IP por una pila de protocolos de nivel de enlace, llamada UETS-DL/Ethernet, basada en el estándar IEEE 802.2 Logical Link Control.

UETS incorpora en su diseño aspectos clave para el futuro: una



arquitectura de red basada en Ethernet y una radical simplificación de los protocolos de comunicaciones. Sólo dos protocolos, combinados según diversos patrones hacen, esencialmente, todo: **Ethernet**, la tecnología más sencilla y económica de las existentes, transporta la información y el protocolo **LLC** (*Logical Link Control*, o Control de Enlace Lógico) realiza el control. Las conexiones se establecen a través de toda la red Ethernet, extremo a extremo, utilizando direcciones MAC locales (bit U/L=1) organizadas jerárquicamente, lo que hace innecesarias las técnicas de *bridging* (IEEE 802.1) o *routing* (IETF), pues emplea el modelo de la numeración y la conmutación pura de la red telefónica clásica, inherentemente seguro al no ser posible su falsificación.

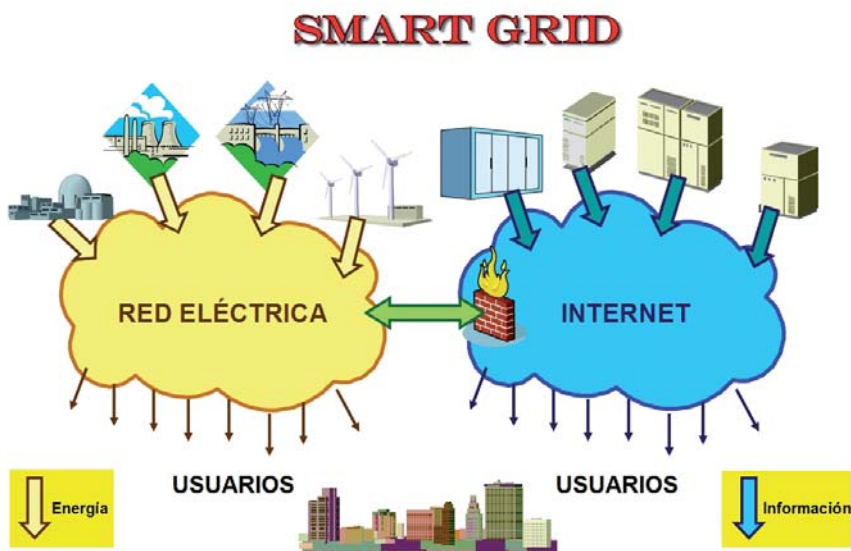
► Centros de Datos

La tecnología de UETS corresponde al nivel de enlace, por lo que soporta cualquier tipo de red al ser multiprotocolo *per se*, y es un medio adecuado para conectar terminales a través de una sola red (net), formando un sistema de múl-

tiples procesadores débilmente acoplados, es decir un “Ordenador en Red”, y no un conjunto de ordenadores que se comunican a través de un conjunto de redes interconectadas (IP de Internet). Los centros de datos de empresa, unas de las instalaciones más intensivas en energía que existen, son especialmente interesantes para aplicar estas técnicas para el ahorro de energía. Actualmente, la eficiencia neta para el recorrido completo de la electricidad, desde las fuentes de energía hasta el proceso final de información, es inferior al 0,2%. ¡Esto quiere decir que cada vatio empleado para el proceso de información necesita más de 500 vatios de energía primaria!

► De “Smart Grid” a “Intelligent Grid”

Las tecnologías de energía inteligente pueden ofrecer beneficios excepcionales, permitiendo comunicar a los proveedores y los clientes, abriendo el camino para ajustar el consumo a las condiciones y los precios en tiempo real. Esta “respuesta a la demanda” contrasta con el sistema tradicional en el



que el suministro debe cubrir la demanda.

La "Smart Grid" está basada en el uso de tecnologías de energía inteligente, la puesta en práctica del control de alimentación por medio de sistemas de información digitales (medidores y aplicaciones inteligentes) que se comunican a través de Internet con los proveedores de energía eléctrica, para optimizar el sistema. Este modelo lleva consigo el uso de dos infraestructuras separadas e independientes. La visión de una

Infraestructura compartida de Comunicaciones y Energía es, sin lugar a dudas, el ideal del futuro, pero la "Smart Grid" es solamente la mitad del camino hacia la "Intelligent Grid", o "Red Inteligente", infraestructura compartida de energía e información eficiente y segura, que convierte la visión en realidad.

La combinación del sistema de medición eléctrica y el dispositivo de acceso a las telecomunicaciones, a través del contador conectado por fibra (Fiber To The

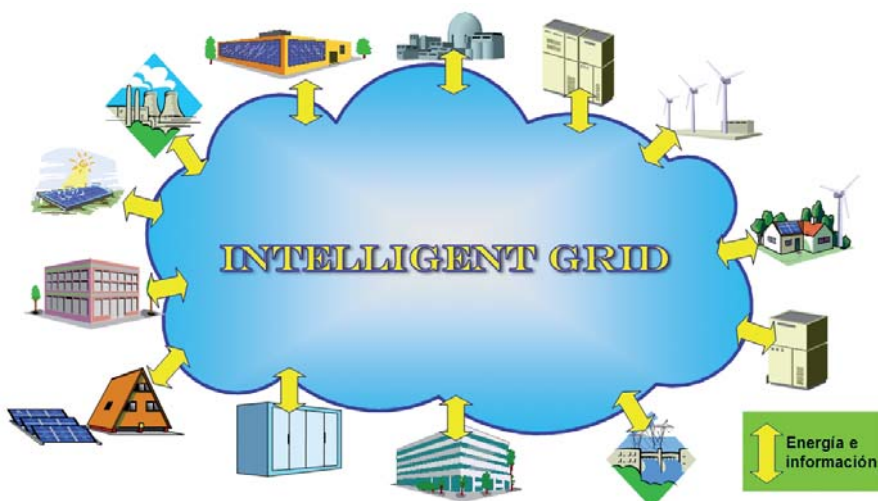
Meter), será utilizada para intercambiar información entre usuarios y proveedores para adaptar las necesidades de energía a la disponibilidad. El control de carga reducirá significativamente la necesidad de costosas centrales para picos de carga y la infraestructura de cables de fuerza, que ya no será necesario que soporte esos picos.

Control de Demanda

Uno de los aspectos más importantes de los sistemas de generación basados en energías renovables es la correlación temporal entre la demanda y la generación, porque cambian los conceptos básicos de los sistemas de generación convencionales. La clave para aprovechar estos recursos es la adaptación de la demanda al suministro (control de demanda) y no al contrario. Aquí reside el alto potencial de un acercamiento integrado o convergente a las redes de electricidad y telecomunicaciones. Los nuevos medidores inteligentes FTTM informan en tiempo real, a través de la red UETS, de las tarifas continuamente variables, proporcionando incentivos económicos para cambiar el consumo de energía entre períodos de alta y baja demanda. Para conseguir este objetivo es imprescindible que los operadores de telecomunicaciones y las compañías eléctricas trabajen en conjunto para estandarizar y certificar los dispositivos de energía inteligente y los interfaces de comunicaciones para control del uso de energía.

Los coches híbridos conectados a la red

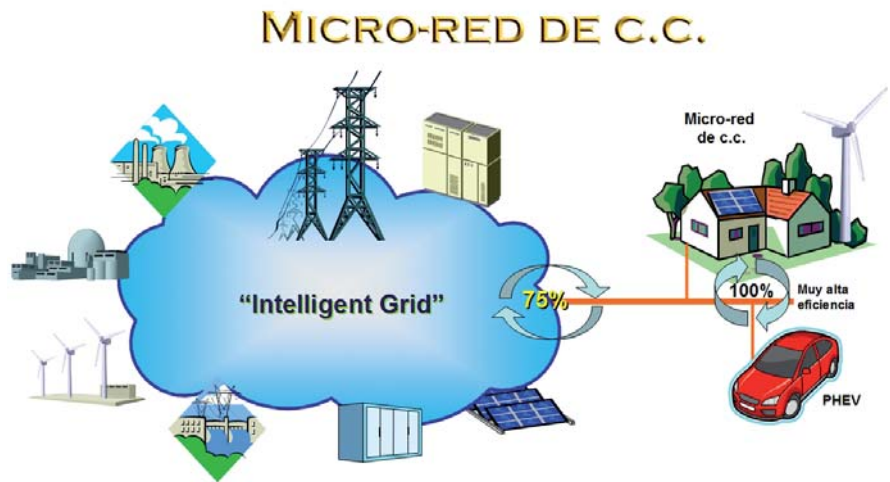
Los coches eléctricos híbridos conectados a la red eléctrica se



denominan “Plug-in Hybrid Electric Vehicles” (PHEVs). Si los conectamos a la red “telecoléctrica”, se resuelve el déficit de los sistemas renovables en ciertos momentos a lo largo del año, y permite que el sistema combinado sea más económico y eficiente. Lo ideal sería un “Vehículo Ultraligero Híbrido conectable a la Red”, con un diseño modular, simple y “abierto”, de modo que sus componentes pudieran fabricarse libremente, lo que crearía una industria parecida a la de los PCs clónicos, se podrían reparar en cualquier sitio y tener una duración indefinida, cambiando los elementos que se fueran desgastando. Un vehículo de este tipo, que sería extremadamente sencillo y por ello ligero, podría consumir 1 litro/100 km de combustible.

Los coches híbridos conectados a la red no son sólo medios de transporte, son generadores móviles; no les importa si la electricidad que producen va a parar a sus propias ruedas o a cualquier otra parte. Cuando los coches híbridos aparcen junto a las viviendas, los lugares de trabajo o el supermercado, se podrían conectar a la microrred local y suministrar electricidad a sus aparatos eléctricos o a las compañías a tarifas diurnas de alta demanda. Los generadores automotrices proporcionarían así una fuente de energía eléctrica que haría posible la integración de dos de los mercados más importantes del mundo: los automóviles y la electricidad.

Una vivienda con una microrred de c.c. controlada por UETS, paneles fotovoltaicos solares, aerogeneradores y un PHEV conectado al circuito de fuerza de la casa como fuente de energía complementaria, es el modelo



perfecto de un sistema energéticamente autosuficiente.

► Mover información en lugar de personas o cosas.

El aumento en el consumo de energía hace aconsejable invertir en el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. El teletrabajo representa el fin de la distancia. El trabajo no es un lugar, los teletrabajadores “conducen” la información, no los coches al trabajo, salvando así vidas en accidentes de tráfico, viajando a la velocidad de la luz, reduciendo los gastos de transporte, combustible y la contaminación, elevando la calidad de vida y reduciendo el estrés. Pero teletrabajo no significa “trabajar en casa”, sino descentralizar la oficina y usar las comunicaciones para llevar el trabajo a los trabajadores. La mejor solución no es “la oficina de casa”, sino “la oficina cerca de casa”, en un lugar accesible andando. Las ventajas del teletrabajo para la economía y el medio ambiente deben ser enfatizadas,

porque permite a las personas trabajar sin entrar en las grandes ciudades y evita el abandono del entorno rural.

► Conclusiones

Durante los próximos años se va a invertir una ingente cantidad de dinero para desarrollar tecnologías para la nueva red energética, requiriéndose un estudio de campo exhaustivo antes de extender la integración. La crisis actual es realmente una oportunidad para invertir en nueva tecnología para el ahorro de energía y la eficiencia, convirtiéndose el desarrollo de la “Red Inteligente” en una oportunidad excepcional. Este trabajo proporciona la base y aporta los fundamentos para muchos temas de investigación, que nos permitirán poner a trabajar a las tecnologías de la información y las comunicaciones en nuestra infraestructura energética. El resultado será un suministro de energía e información asequible, seguro y fiable, esencial para la economía de conocimiento del siglo XXI. ♦