

La Red Inteligente:

Ahorro energético y Telecomunicaciones

Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Editores: Dr. José Morales Barroso
Dr. Ángel Gómez Moreno



Información adicional: jmb@ieee.org

**LA RED INTELIGENTE:
AHORRO ENERGÉTICO Y TELECOMUNICACIONES
CONVERGENCIA CON LA RED ELÉCTRICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE**



La Red Inteligente:
Ahorro energético y Telecomunicaciones
Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Jornada celebrada en el Ministerio de Medio Ambiente el 17 de octubre de 2006

Editorial L&M Data Communications, S.A.

La Red Inteligente: Ahorro energético y Telecomunicaciones
Ethernet Forum, 2006

Copyright © 2007, by the authors, L&M Data Communications

ISBN: 978-84-89416-45-1

Producida por: Ethernet Forum

Editorial: L&M Data Communications (<http://www.LMdata.es>)

e-mail: info@LMdata.es

Printed in Spain

Primera edición: marzo de 2007

Se permite la reproducción y distribución de esta obra completa sin modificar y sin ningún texto o cubierta adicional, con la autorización por escrito de los titulares del *copyright*, bajo los términos de la licencia GNU publicada por la *Free Software Foundation*. La copia de la licencia está disponible en la sección titulada *GNU Free Documentation License*: <http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>.

De la "Sociedad del Consumo y la Automoción" a la "Sociedad del Conocimiento y la Información"

Es objetivo de las administraciones públicas y algunas entidades privadas "iniciar el camino hacia un futuro libre de combustibles fósiles", para lo que se buscan nuevos modelos, promocionando proyectos para la puesta en práctica y demostración de fórmulas alternativas.

En línea con este fin, el Ministerio de Medio Ambiente tiene la voluntad de convertirse en referente social de cambio hacia un desarrollo sostenible, y es por ello que ha sido el anfitrión de una jornada en la que se explican las ventajas de adoptar el control de potencia y las técnicas de red avanzadas de la nueva tecnología de red UETS (Universal Ethernet Telecommunications Service), desarrollada íntegramente por un español. Dicha tecnología se incluye dentro de una futura y deseable estrategia de ahorro energético, debido a la relevancia que su interacción con la red eléctrica puede suponer para la preservación del medio ambiente, haciendo posible el desarrollo de una "Red Inteligente", base de un nuevo modelo energético sostenible.

Las implicaciones de la tecnología UETS en el campo de las telecomunicaciones son notables, y está teniendo gran repercusión, habiéndose interesado por ella, entre otros, Bob Metcalfe (inventor de Ethernet), Vinton Cerf (creador de Internet) y Bob Colwell (arquitecto jefe de los Pentium de Intel). También se ha presentado en eventos muy destacados, como la Conferencia Terabits Challenges del INFOCOM 2006, las reuniones mensuales de la ISOC, el Internet Global Congress 2006 o el eChallenges 2006, conferencia anual que organiza la Comisión Europea para compartir conocimientos entre industria y gobiernos. La lista de organismos y empresas nacionales y multinacionales interesadas sigue creciendo.

Sin embargo, aún no se habían dado a conocer las ventajas medioambientales del UETS, que en su origen tenía fundamentalmente un objetivo de ahorro energético. Por ejemplo, se ha calculado que, incorporando el control de potencia que propone en las redes de Banda Ancha de todo el mundo, se conseguiría un ahorro instantáneo equivalente a la producción de casi cincuenta reactores nucleares. Este es un tema poco tratado y que, de forma creciente, preocupa a muchos técnicos con sensibilidad medioambiental.

Por otra parte, uno de los aspectos más importantes de los sistemas de generación basados en energías renovables es el acoplamiento temporal de la demanda y la generación, pues cambian los conceptos básicos de los sistemas de generación convencionales. La clave para el aprovechamiento de estos recursos está en la adaptación de la demanda a la oferta (gestión de demanda) y no a la inversa, y es precisamente aquí donde puede desarrollar su mayor potencial un enfoque integrado de las redes eléctrica y de telecomunicación.

Con objeto de aprovechar las capacidades de esta tecnología, la Fundación Andrés Laguna está impulsando un proyecto para su aplicación práctica en el medio rural que apoye, de acuerdo con las estrategias definidas por la Unión Europea, «el despliegue de redes energéticas inteligentes, los ahorros de energía y el desarrollo del conocimiento para la formulación de políticas energéticas y las innovaciones tecnológicas incrementales o radicales».

No cabe ninguna duda de que el actual modelo basado en el crecimiento y el consumo no es sostenible, aunque se encontrase una fuente de energía gratuita e inagotable, debido a la degradación del entorno que dicho modelo provoca. Esta jornada propone un nuevo modelo, tecnológicamente viable, para el desarrollo sostenible, basado en la combinación de Redes de Comunicaciones Avanzadas, Energías Renovables y Ahorro Energético (NEGAVATIOS). En resumen, utilizar la tecnología al servicio del hombre y el medio ambiente para hacer la Tierra más habitable.

ÍNDICE

Agradecimientos	1
Política energética de la UE	5
D ^a Maija Lähteenmäki, Embajadora de Finlandia.	
Apertura de la Jornada	13
D ^a Cristina Narbona, Ministra de Medio Ambiente.	
Conclusiones de la Jornada.	15
Dr. Valeriano Ruiz Hernández, Director del Instituto Andaluz de Energías Renovables.	
Cierre de la Jornada.	17
D. Manuel Martín Ruiz, Subdirector Gral. Servicios Tecnológicos del M ^º de Medio Ambiente.	
Claves para el desarrollo ambientalmente viable	21
Dr. Manuel Toharia, Director del Museo Príncipe Felipe.	
El proyecto de la Fundación Andrés Laguna	29
Dr. Ángel Gómez Moreno, Catedrático de la Universidad Complutense.	
UETS/EFR: La "Red Inteligente"	33
Dr. José Morales Barroso, L&M Data Communications.	
Ordenador en Red, ventajas tecnológicas y medioambientales	59
D. Joaquín Herrero Pintado, M ^º de Medio Ambiente.	
Las energías renovables como opción de futuro	73
Dr. Xavier García Casals, Aiguasol Ingeniería.	
Las redes de telecomunicaciones ayer y hoy	111
Dr. Guillermo Ibáñez Fernández, Profesor de la Universidad de Alcalá de Henares.	
Necesidad de aplicar las nuevas tecnologías desde la demanda	135
D. Juan Luis Plá de la Rosa, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.	
Apéndices	145
<i>From "Computer Networks" to the "Computer on Net". IEEE Communications Magazine – GCN</i> 147	
<i>De las "Redes de Ordenadores" al "Ordenador en Red". (Versión en español).</i> 151	
<i>La Red del siglo XXI: convergencia de las Redes Eléctrica y de Telecomunicaciones. Anales.</i> 155	
<i>La Convergencia de Internet, la Banda Ancha y la Red Telefónica. Anales</i> 161	
<i>UETS: La Red de Nivel 2 de Nueva Generación. Global Communications</i> 169	
<i>UETS: Towards a new layer 2 based Internet. eChallenges 2006.</i> 173	

AGRADECIMIENTOS

A todos los que han hecho posible esta jornada, que presenta una propuesta radicalmente innovadora para el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Ahorro Energético: Maija Lähteenmäki, Embajadora de Finlandia, cuya presencia constituye todo un lujo en esta ocasión, por apoyar esta iniciativa que va en línea con los objetivos de la Unión Europea, presidida por su país en la fecha de la celebración de la jornada; Cristina Narbona, Ministra de Medio Ambiente, cuya sensibilidad respecto de esta iniciativa resulta altamente reveladora; Concepción Toquero, Subsecretaria, y Manuel Martín, Subdirector del Ministerio de Medio Ambiente, quienes han compartido el apoyo a este evento participando activamente en su preparación y Joaquín Herrero, técnico del Ministerio de Medio Ambiente, quien, conociendo las posibilidades tecnológicas del nuevo modelo de red UETS, supo ver sus ventajas para la preservación del medio ambiente y propuso la celebración de esta jornada.

También por su presencia activa en la jornada al moderador, Valeriano Ruiz, cuyo libro *El reto energético* es la obra de referencia en esta materia; y a los ponentes: Manuel Toharia, Director del Museo Príncipe Felipe; Xavier García, que ha dirigido el informe de Green Peace sobre energías renovables en España; Guillermo Ibáñez, profesor de la Universidad de Alcalá de Henares y Juan Luis Plá, del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

Queremos hacer una mención especial de Greenpeace por su *Proyecto Renovables 2050: El potencial de las energías renovables en la España peninsular*, que demuestra las posibilidades de las energías renovables, así como la necesidad, para su correcto aprovechamiento, de gestionar la demanda mediante una Red Inteligente como la que se propone en esta jornada.

Apertura y Conclusiones de la Jornada

Política energética de la UE

D^a Maija Lähteenmäki. Embajadora de Finlandia.

Gracias por ofrecer a Finlandia, como país Presidente de la Unión Europea, esta posibilidad de presentar los desafíos, retos y metas de la presidencia finlandesa, porque el tema de hoy coincide con una de nuestras prioridades: la energía. Todo, al fin y al cabo, tiene que ver con el ahorro de la energía, y hay que hacer algo en relación con el cambio climático y la competitividad, muy ligados al tema del ahorro y conservación de energía, porque ya saben Uds. que sin energía el mundo de hoy no puede funcionar. Una utilización más inteligente de la energía es una de las claves para la competitividad europea, y estaremos mejor preparados para afrontar todos estos retos si desarrollamos una política energética común de la Unión Europea.

Empezamos con el desafío de crear un mercado interior de energía, todavía no lo hay, y no sólo limitado a los países de la Unión Europea, que van a ser 27 a partir de Enero, sino también extenderlo a los países vecinos para que sea un mercado mas amplio. Eso significa también más eficacia energética, y para ello hay que aprovechar más que antes las energías renovables. Si tenemos un mercado interior en común estaremos más preparados y seremos más fuertes para afrontar y competir y para crear unas relaciones estratégicas de energía. Un claro ejemplo es Rusia, de donde procede casi el 50% de la energía importada por la Unión Europea.

Un mercado interior de energía significaría una estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura. Hay que tener seguridad en el suministro de energía, con unas fuentes y un uso sostenible. No podemos gastar, ser ricos hoy y mañana pobres, tenemos que ser competitivos con nuestra manera de aprovechar la energía, creando un mercado interior abierto y que funcione bien, que sirva al interés de todos nosotros, los consumidores. Para llegar a estas metas hay que diversificar las fuentes energéticas, y ya hemos hecho mucho dentro de la Unión Europea, pero todavía no hemos puesto en práctica las directivas, sobre todo en los mercados interiores de electricidad y gas natural, de primera importancia en este momento, así como la conexión entre el mercado eléctrico y el comercio de emisiones. En este asunto, el 8 de marzo de 2006 la Comisión Europea publicó el Libro Verde, que comenzamos con la presidencia austriaca, continuamos durante la presidencia finlandesa y seguirán los alemanes, porque todo esto es un proceso continuo, que no termina nunca.

Las emisiones de CO₂ están en fuerte crecimiento y, si no hacemos nada, serán un 60% más altas en el año 2030. Estas cifras son dramáticas, pero el potencial para aumentar la eficacia energética y las energías renovables es elevado, porque todavía faltan muchas cosas por hacer. Hay grandes diferencias entre los países, y lo que hace falta es investigación y desarrollo al servicio del ahorro energético. Investigación en el sentido no sólo de que haya maquinaria y

tecnología más eficaz, hay que pensar en el consumo de energía de cada casa, de cada hogar. Habría que concentrar los esfuerzos en el ahorro de energía a través de la innovación y de la diversificación de fuentes de energía, incrementando el uso de energías renovables: solar, eólica, hidráulica, bioenergía, y esto es muy importante. Yo puedo decir con mucho orgullo que en Finlandia estamos muy avanzados en comparación con el promedio europeo, donde alrededor del 6% del consumo se suministra de fuentes de energías renovables. En Finlandia la cifra es de un 25%, y nuestra meta es aumentar un 40% más en el año 2025.

También es muy importante alcanzar una política exterior de energía, y habría que unir las fuerzas para hablar con una sola voz, pero pensamos demasiado en nuestros intereses nacionales. El mundo es muy dependiente, y no podemos ignorar lo que pasa en China, por ejemplo, ni en Rusia, que es nuestro principal proveedor de energía. Si no hacemos nada, el consumo de gas se duplicará antes del 2020, y dentro de 20 o 30 años, el 70 o el 80% de la energía será importada. Esta dependencia es dramática, y la demanda mundial está creciendo, creciendo..., y dos tercios de ese aumento vienen de China e India. Piensen en esos grandes poderes, que todavía no están donde van a llegar, cuando empiecen a consumir de verdad energía. Son cifras que no podemos ni pensar en este momento. Todo esto tiene su efecto negativo en el cambio climático, pues la temperatura ya ha aumentado 0,6 grados. El máximo que se puede sostener, según los expertos, son unos 2 grados, pero si no hacemos nada pueden ser hasta casi 6 grados a finales de este siglo. Eso requiere que tomemos medidas en el consumo de energía, y todos sabemos que el precio de la energía casi se ha duplicado durante los dos últimos años. Ya mencioné que también hay que diversificar los países proveedores, donde Rusia tiene una posición sobresaliente, y para Uds. los españoles el gas de Argelia.

Por ello, la política exterior, la seguridad y la política energética de la Unión Europea van mano a mano, no son cosas separadas. Cualquier decisión que se tome tiene que ser coherente con la política energética en unos mercados mundiales abiertos, transparentes, en consonancia con las leyes del mercado. Todos entendemos que eso es muy importante y, aunque es más fácil de decir que de conseguir, esa es la meta. Los países productores, consumidores y de tránsito tienen que trabajar juntos con transparencia y los europeos tenemos que invertir juntos en las infraestructuras. Ya saben que el tránsito de energía es un punto clave y también un problema político, donde la política exterior y la política energética van mano a mano. Hay que cooperar con los terceros países y formar esta palabra, partenariado, que está muy de moda, y buscar un nuevo modo de cooperación y diversificación de los orígenes de suministro.

Durante nuestra presidencia hemos tenido varias cumbres como la ASEM, el 10 y 11 de septiembre; UE-China, el 9 de septiembre; UE-India, el 13 de octubre; UE-Ucrania, el 27 de octubre y UE-Rusia, el 24 de noviembre. Las relaciones exteriores y la política estratégica común sobre energía serán uno de los temas principales este viernes en Lahti, una ciudad a 100 km. de la capital Helsinki, donde el presidente de Uds., Rodríguez Zapatero, va a hablar de energía durante el almuerzo. Por la noche el presidente Putin de Rusia viene a cenar con los europeos, y se tiene como objetivo tratar la cooperación estratégica Unión Europea - Rusia sobre energía con el presidente de la Comisión Barroso. Esperemos que después del viernes demos un paso adelante hacia un mercado interior energético de la Unión Europea y que Finlandia pueda entregar a los alemanes una Unión un poco más unida acerca de este tema tan importante.



Política energética de la UE

**Prioridades de la Presidencia
finlandesa en temas de energía**



Retos energéticos

- Seguridad energética
- Ahorro energético
- Cambio climático
- Competitividad europea

Estaremos mejor preparados para afrontar estos retos si desarrollamos una política energética común de la UE.

3 16th Oct 2006/ML /



Prioridades energéticas durante la Presidencia finlandesa

Desarrollo de la política energética de la UE

- Mercado Interior de Energía
- Eficacia energética
- Energías renovables
- Relaciones exteriores de energía, por ej. Rusia



Mercado interior de energía

- Estrategia Europea para una energía sostenible, competitiva y segura
- Crear un mercado interior de la energía
- Un mercado abierto que funcione bien
- Diversificar las fuentes energéticas
- Puesta en práctica de las directivas sobre los mercados interiores de electricidad y gas natural
- Conexión entre el mercado eléctrico y el comercio de emisiones

5 16th Oct 2006/ML /



Eficacia energética y energías renovables

- Emisiones de CO2 en fuerte crecimiento
 - Un 60% más en el 2030
- El potencial para aumentar la eficacia energética es elevado
- Existen grandes diferencias entre los Estados Miembros
- Investigación y desarrollo al servicio del ahorro energético
- Diversificación de fuentes de energía
- Incrementar el uso de energías renovables
 - Energía solar, energía eólica, energía hidráulica

6 16th Oct 2006/ML /



Política exterior de energía – situación actual

- Creciente dependencia de la UE de las importaciones
 - Dentro de 20-30 años un 70-80% de la energía comprada al exterior
- Demanda mundial del petróleo
 - Aumenta un 1,6% anualmente
- Cambio climático
 - Las emisiones de CO₂ han aumentado globalmente la temperatura en 0,6 grados
 - En el 2100 el aumento será de 1,4-5,8 grados sin medidas preventivas
- El precio de la energía casi se ha duplicado en dos años
- Gran concentración de los países proveedores
 - Rusia

7 16th Oct 2006/ML /



Política exterior de energía - objetivos

- Política exterior de energía coherente con la política exterior y de la seguridad
- Mercados mundiales abiertos y transparentes en consonancia con las leyes del mercado
- Los países productores, consumidores y de tránsito
- Inversiones en las infraestructuras
 - Transportes y tecnología más eficientes
- Cooperación con terceros países
 - Nuevo partenariado
- Diversificación de los orígenes de suministro
 - África del Norte, Mar Caspio, Noruega, Cáucaso, Golfo Pérsico, América Latina

Política exterior de energía – foros de la Presidencia finlandesa

- La energía ha sido/será tratada, por ej., en las siguientes cumbres
 - ASEM 10-11 septiembre
 - UE-China el 9 de septiembre
 - UE-India 13 de octubre
 - UE-Ucrania 27 de octubre
 - UE-Rusia 24 de noviembre
- Las relaciones exteriores de energía serán uno de los temas principales en el Consejo Europeo informal en Lahti el 20 de octubre de 2006
 - El presidente Putin ha sido invitado a la cena



Inauguración de la Jornada

D^a Cristina Narbona. Ministra de Medio Ambiente.

Muchas gracias, querida embajadora. Enhorabuena por su castellano y también por el compromiso que transmite de parte de la Presidencia actual de la Unión Europea; pero sobre todo en representación de un país que para España, como otros países del Norte de Europa, es toda una referencia en cuanto al avance tecnológico y a las exigencias ambientales.

Tengo el honor de inaugurar esta jornada, cuyo contenido nos interesa enormemente, puesto que todo avance que pueda convertirse en un ahorro de energía, al tiempo que mejora el bienestar social y la comunicación como fuentes, sin ninguna duda, de un avance en la competitividad de nuestras empresas y de nuestras administraciones, merece el apoyo de este Ministerio.

Cuando se me hizo la propuesta de que el Ministerio de Medio Ambiente albergara esta reunión me preocupé de averiguar cuales eran esos avances tecnológicos que hoy se van a presentar aquí y que ciertamente ha suscitado el máximo interés por mi parte. El Ministerio de Medio Ambiente, como toda la Administración española, está en estos momentos embarcado en ese compromiso, en esa apuesta potente de introducir al máximo las Tecnologías de la Información y de la Comunicación para mejorar nuestra respuesta en términos de servicios públicos. No podría ser de otra manera, por lo tanto, que participando en ese esfuerzo colectivo de todos los Ministerios, a través de la implantación en nuestro Ministerio de las mejores tecnologías disponibles en materia de Información y de Comunicación.

Desde el año 1993, a partir del programa ALBERCA para el mejor conocimiento y gestión del dominio público hidráulico, hemos tenido ya una primera experiencia de Tecnologías de la Información y de la Comunicación con bajo consumo de energía, y tenemos que seguir, por supuesto, en esa dirección. Nos interesa extraordinariamente lo que nos transmite el Ministerio de Administraciones Públicas en cuanto a las posibilidades en nuestro país de aumentar el teletrabajo, y sé que hoy se va a hablar de teletrabajo y de posibilidades para el medio rural.

Quiero señalar que ésta es una de las facetas que más me interesa que quede constancia a lo largo del desarrollo de la jornada, puesto que nos encontramos en estos momentos en España ante la necesidad de ofrecer al medio rural nuevas oportunidades de actividad económica y de bienestar social, nuevas oportunidades que frenen la tendencia absolutamente negativa que se viene registrando en nuestro país de abandono del medio rural y que lleva a que, hoy en día, tres de cada cuatro españoles estén viviendo ya tan sólo en el tres por ciento del territorio nacional.

Una extraordinaria congestión de las grandes áreas metropolitanas, de los archipiélagos y del litoral, en particular del litoral mediterráneo, que contrasta también con ese abandono y con ese proceso de envejecimiento de la población en el medio rural, que al final tiene mucho que ver con problemas ambientales como es el elevado número de incendios forestales, la pérdida de biodiversidad y el avance de la desertificación en nuestros ecosistemas. Por lo tanto, si somos capaces a través del progreso tecnológico de ofrecer oportunidades de empleo en el medio rural para todas aquellas personas que a través de la telemática y del teletrabajo puedan desarrollar su actividad sin necesidad de incorporarse a las grandes urbes, a los espacios más congestionados, sin ninguna duda daremos un paso adelante del que nos podremos sentir satisfechos.

En un país que está empezando a hacer esfuerzos reales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, para cumplir con nuestros compromisos en materia de cambio climático, pero donde nos queda muchísimo por hacer, el esfuerzo que el Ministerio de Medio Ambiente y el conjunto del Gobierno está llevando a cabo en esta materia tiene que verse complementado con el esfuerzo que hagan el resto de las Administraciones, Comunidades Autónomas, y Ayuntamientos, así como también con una conciencia creciente por parte de todos los ciudadanos de lo importante que es hacer frente a los desafíos ambientales. Desde luego, al desafío de la necesidad de utilizar la energía con mucha más eficiencia y con mucha más responsabilidad social y colectiva. El ahorro energético es en España uno de los gravísimos problemas que, hasta ahora, nos ha venido alejando de la senda europea.

Por ejemplo, en lo que se refiere a la intensidad energética de nuestro modelo de crecimiento, hasta el año pasado, en el que se registró un ligero cambio de tendencia que esperamos ver confirmado este año, en España la demanda en consumo de energía ha venido creciendo por encima del crecimiento de nuestra economía, completamente al contrario de lo que sucede en otros países europeos. Desde luego, embajadora, en Finlandia, que como señalaba antes, es toda una referencia desde el punto de vista de la combinación de exigencias ambientales y de avances en términos de competitividad de las empresas.

Por eso, si somos capaces de expandir las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, produciendo al mismo tiempo un ahorro de la energía, sin ninguna duda será un avance extraordinariamente positivo. Por eso, quiero felicitar muy sinceramente a todos los que van a intervenir en esta jornada y muy en particular a su promotor, José Morales. Esperamos que en cooperación, lógicamente, con el Ministerio de Industria, no sólo la autoridad que nos acompaña, sino también con la Secretaria de Estado y Telecomunicaciones, a quienes hemos manifestado ya nuestro interés por las propuestas que hoy se van a debatir aquí, podamos pasar de los enfoques preliminares a las realidades. Así espero que sea, y muchas gracias a todos por su asistencia a esta jornada.

Conclusiones de la Jornada.

Dr. Valeriano Ruiz Hernández. Director del Instituto Andaluz de Energías Renovables.

Muchas gracias José, estoy asombrado y eufórico. Sorprendentemente me has contratado como moderador y no he tenido que moderar nada. Ya lo han visto, se han comportado todos estupendamente: no he tenido que separarlos en ningún momento. De modo que, ya que estoy aquí, voy a decir lo que pienso.

De los temas que han hablado estos señores no voy a decir ni palabra, porque no tengo ni idea: no paso de Internet y eso del IP me suena a algo en mi ordenador, pero poco más. Sin embargo, de energía sí llevo algo recorrido, y mi euforia viene por ahí justamente, porque todo lo que se ha estado aquí hablando llevo oyéndolo durante los últimos 30 ó 40 años y, asombrosamente, veo que lo que hemos sembrado esos años empieza a florecer. De lo que ha dicho el Sr. Toharia coincido con él en muchas cosas, pero quiero darle especial importancia a la plataforma solar de Almería, que él ha citado y yo conozco desde el principio, porque gracias a ella se han desarrollado nuevas tecnologías que ahora empiezan a dar sus frutos. Estamos a punto de conectar a la red la mejor central solar del mundo, al lado de Sevilla, que es resultado de la plataforma solar y de los muchos técnicos, españoles y extranjeros, que allí se han formado, y eso va a permitir el desarrollo que ahora viene. Por tanto, la plataforma de Almería ha sido muy importante, y hace palpable cómo las inversiones mantenidas en I+D en cualquier asunto tecnológico bien enfocado, no como lo del ITER, dan sus frutos, a la corta, a la larga y a pesar de ello, y esto quería decirlo porque, si no, no sería yo.

Lo segundo que quiero manifestar es que, realmente, creo que lo importante para mí de esta jornada ha sido encontrar plasmada una idea que yo llevaba barruntando por ahí en mi conciencia después de reflexionar mucho; y ahora me doy cuenta, al estar hoy aquí, que es más que una idea, que esto se puede hacer realidad.

Yo entiendo que no hay más remedio que cambiar el sistema energético, de manera lo más segura y eficiente posible, y en el más breve plazo de tiempo posible. Coincido en lo que se ha dicho hoy, que no basta con las energías renovables; aunque desde luego hay que insistir mucho más en las renovables: estamos en ello y esto no hay quien lo pare. No basta con el ahorro y eficiencia energética, por muy bien que se haga, por mucho que se impulse, por muy concienciados que estemos todos los consumidores. Es necesario un buen programa de gestión de la demanda en su sentido más amplio.

Los consumidores de energías convencionales no son conscientes del grave problema que se nos avecina, debido a los efectos medioambientales negativos y a veces catastróficos,

consecuencia del funcionamiento del sistema energético actual, extraordinariamente ineficiente, fuertemente contaminante y tremendamente insolidario. Muy importante también es el tremendo riesgo de falta de suministro de las fuentes energéticas primarias de las que se abastece nuestro sistema. Es pues necesaria la concienciación de los consumidores para que no derrochen energía como lo vienen haciendo. Piensen en lo que ha dicho el Sr. Toharia del rendimiento de un coche. Yo soy termodinámico y eso es lo que explico en la Escuela de Ingenieros: el rendimiento energético de un coche no llega al 15%, lo que es el vehículo. Si ahora multiplican por los 80 kilos que peso y dividen por los 1.000 que pesa mi coche, no llega al 1,2%. Ya me dirán cual es el rendimiento del transporte, hagan las cuentas: entre el 1% y el 2%, depende de lo que uno pese y lo que pese el coche. Esa es la verdad, por mucho que nos concienciamos, y eso va a seguir ahí.

Por tanto, es imprescindible también, sin duda alguna, un cambio radical, y el cambio radical en el ámbito del transporte francamente creo que es posible, y aquí se han ofrecido soluciones prácticas para “mover la información y no las personas”, aunque no voy a hablar de ello. Pero del ámbito eléctrico, para volver al tema que nos ocupa, sí. Ahí hace falta un cambio fundamental y ya va siendo hora de que lo dejemos claro. No se puede seguir produciendo electricidad de mil en mil megavatios, porque de mil en mil megavatios se tiran de dos mil en dos mil megavatios en el sitio donde se producen. Así de claro, pero si la producimos de megavatio en megavatio, podemos aprovechar los dos megavatios que hay que tirar al foco frío, por ejemplo, con cualquier sistema de cogeneración bien razonado. Si eso lo aplicamos con las renovables y lo gestionamos telemáticamente, informáticamente, no sé como, pero hoy lo he vislumbrado aquí, me he dado cuenta perfectísimamente de que eso que yo soñaba y pensaba es posible. Y ahí es donde tiene sentido la integración que decía Xavier de todo el sistema, y evidentemente en un proceso que yo sé que estamos en él, aunque de una manera tremendamente débil.

Bueno, prometí que iba a ser breve, pero no me voy sin decir dos ideas básicas: no hay solución con una EB³ — se me ha contagiado lo de las siglas —, que significa una energía buena, bonita y barata, y esto no es problema de los gobiernos ni de las empresas: es problema de todos. Ahí es donde está el asunto, y aquí está el milagro, el cambio de paradigma del sistema energético, apoyado en el cambio de paradigma, que ya se ha producido, en el sistema de comunicaciones. Esa es mi opinión, sinceramente.

Cierre de la Jornada

D. Manuel Martín. Subdirector Gral. de Servicios Tecnológicos M° de Medio Ambiente

En primer lugar, lamentar y disculpar la ausencia de la Subsecretaria, porque a ella le hubiera correspondido este hecho por su apoyo para la celebración de esta jornada. Aprovechando mi intervención, quiero expresar como responsable de la Unidad de Tecnología –en la que estamos siempre en tensión con las Unidades Gestoras para implantar las nuevas tecnologías–, mi gran satisfacción porque la máxima autoridad del Departamento nos haya permitido estar aquí un día, no para reflexionar sobre lo que hacemos, sino para ver como investigadores y catedráticos intuyen hacia donde debe ir la evolución. Para nosotros haber tenido la ocasión de escucharles y trasladar a la sociedad las opiniones expresadas aquí es un estímulo, porque superando las dificultades del día a día tenemos que estar abiertos a lo que ha de venir.

Quiero expresar el respaldo que ha dado la ministra a la jornada que, como ella bien ha dicho, se enmarca en lo que hoy es la gran preocupación de la Unión Europea: definir una estrategia energética común. Hoy el marco ha sido el aprovechamiento energético, y ha manifestado su preocupación y su gran expectativa por la mejora que la eficiencia en los temas de comunicaciones puede significar para los núcleos rurales, dadas las circunstancias que se están produciendo en todo el país. La otra gran expectativa es la posibilidad de que estas nuevas soluciones pueden proporcionar servicios de calidad al teletrabajo, una apuesta que desde el Ministerio de Administraciones Públicas se está planteado en la futura Ley de Administración Electrónica. Ambos son objetivos a alcanzar lo antes posible, y por ello desea que este sea el inicio de una relación más abierta con los competentes en la materia de Telecomunicaciones.

Por sintetizar las ideas que más fuerte han ido calando, quiero destacar en primer lugar la gran preocupación por la influencia del incremento de consumo, debido al modelo energético actual, en el cambio climático. Segundo, en relación con la estrategia europea para alcanzar un modelo energético común, es importante haber escuchado el mensaje optimista del potencial de las energías renovables que nos han manifestado en las ponencias. Es bueno enlazar alguna idea de los pensadores sobre la necesidad de revisar el modelo de desarrollo sostenible con la cita de Valeriano que “no habrá modelo sostenible si no revisamos el modelo energético”. Eso es lo que contextualiza que la jornada se haya producido en este Ministerio. Igualmente, creo que es muy importante haber puesto de manifiesto la incidencia del modelo de urbanismo, desarrollado en nuestro país en los últimos años, en la necesidad de desplazamientos y consumo de energía fósil, y de lo que ello significa de contaminación. Finalmente la idea del potencial de las energías renovables y su importancia para el cambio del modelo energético, el paradigma de comportamiento en el sentido de que hay que ahorrar y aplicar soluciones más eficientes,

procurando aprovechar todas las posibilidades del ahorro de energía pasivo, como ha quedado también de manifiesto en la sala esta mañana.

Y ya estrictamente en las tecnologías planteadas por José Morales, me quedo con algunos aspectos fundamentales de esta gran idea, como son la simplicidad que la solución aporta, el aprovechamiento de las infraestructuras, o el trasladar la seguridad de la red al administrador y no a los equipos. Desde luego, en el Ministerio de Medio Ambiente saludamos todo aquello que signifique avanzar un paso más en lo que es un consumo austero, sensible, sensato y razonable.

Conferencias

Claves para el desarrollo ambientalmente viable a partir del concepto de sostenibilidad.

Dr. Manuel Toharia. Director del museo Príncipe Felipe.

Es interesante, permítanme la reflexión de periodista viejo, que dos cargos políticos de altura — la representante del país actualmente Presidente de la Unión Europea y la ministra del ramo en España —, no se hayan andado con florituras políticas y hayan entrado de lleno en el problema técnico, y en el problema incluso científico, sobre el que tenemos que debatir. Porque, de alguna manera, esto significa que lo que estamos tratando aquí hoy, José, no es un tema banal que solamente interesa a un sector pequeño de la sociedad, pequeño pero importante, como podrían ser las telecomunicaciones, sino que afecta a la sociedad entera, y no solo a la española, sino seguramente a la sociedad entera del mundo desarrollado. Puede que no de todo el mundo, y ahí hay un primer dedo sobre la llaga que hay que empezar a poner. El problema de la sostenibilidad, que es una cuestión de la que yo puedo reflexionar o hablar, quizá pensar — a mi edad me gusta imaginarme como un pensador más que otra cosa —.

No soy un sabio, ni entiendo de casi nada de lo que aquí se va hoy a hablar, pero sí creo que tengo capacidad para reflexionar globalmente, y a lo mejor por eso me habéis invitado a estar aquí ahora. El de la sostenibilidad es un mundo extraordinariamente complejo de comprender, el *desarrollo sostenible* del que hablaba Gro Harlem Brundtland en aquel famoso informe *Our Common Future*, era un desarrollo en el fondo insostenible. Tú no puedes tener un desarrollo permanentemente creciente en consumo, en riqueza, en bienes de todo tipo o en lo que sea, en un sistema limitado como el Planeta Tierra, donde la población sigue creciendo sin parar. Eso es absolutamente insostenible. Antes me decía Arturo Gonzalo, somos viejos amigos, «lo que yo tengo claro es que el desarrollo sostenible es insostenible, y no te atreverás a decir eso en voz alta». ¡Como que no! Lo llevo diciendo hace muchos años: el desarrollo sostenible entendido como el desarrollo que hasta ahora conocemos, es decir, crecimiento permanente de todo aquello que supone que los ricos seamos cada vez más ricos y los pobres sigan siendo pobres, eso no es sostenible. Primera reflexión. Pues hay que pensar otra cosa. Gro Harlem Brundtland decía muy claramente algo parecido a eso, que después se tradujo mal, algunos dicen sustentable; da igual, son traducciones malas del inglés. Lo importante es que tengamos en cuenta que un desarrollo como el que hemos tenido hasta ahora no es sostenible, eso es verdad, pero no podemos convertirlo en sostenible de golpe y porrazo, tenemos que pensar otra cosa. Hay que inventarse un nuevo tipo de desarrollo Global, no hablo sólo de España o de la Unión Europea; sino Global, de todo el mundo, de todos los humanos, porque somos humanos todos, no los ricos somos más humanos por ser ricos. Un desarrollo que sea ambientalmente viable,

donde a lo mejor importe más el concepto de redistribución que el concepto de crecimiento permanente, donde, de alguna manera, tengamos en cuenta que ya somos muy ricos, y es difícil seguir siendo cada vez más ricos, y donde no se vea como un logro económico, que se pueda vender en un cartel electoral, el que ha crecido un 3,5% el consumo de electricidad en el país. Eso no puede ser un logro, el logro sería no crecer en el consumo de electricidad, pero en cambio tener mejores bienes y servicios, por ejemplo con ahorro y eficiencia de determinados sistemas, que permitirían tener un mejor reparto en medio rural de aspectos que solamente afectan hoy, por desgracia, al medio rico urbano.

Así es muy importante esta idea primera que quería transmitir, una idea de reflexión pura sobre lo de la sostenibilidad. La verdad es que esto implica, y lo han dicho las dos personas que representaban a altas instancias políticas aquí esta mañana, un cambio en el modelo energético y eso es fácil de decir pero no es nada fácil de entender. ¿Qué significa cambio en el modelo energético? Pues significa sencillamente que a las 10 de la mañana, en pleno día, estemos en un sitio completamente cerrado, con luces eléctricas. ¿De verdad entendemos que esto es racional? ¿Que estemos encerrados en una especie de cubículo que tiene que tener aire acondicionado, porque si no, nos ahogaríamos, que tiene que tener luz eléctrica, porque no hay ventanas, que tiene que tener micrófonos, porque sino Uds. no me oyen? Bueno a lo mejor, con otro tipo de recinto, otro tipo de acústica Uds. me oirían sin micrófono, pero nos parece normal, nadie piensa que esto sea insostenible. Ya sé que es un dato anecdótico, pero ¿cuántos datos anecdóticos están rodeándonos de este tipo de cosas? ¿Lo pensamos alguna vez? No, porque es lo que tenemos y porque nos parece, entre comillas, normal.

El cambio de modelo energético no sólo es tener más eólicas, más energía solar, por supuesto la plataforma solar de Almería cumple este viernes, si no recuerdo mal 25 años. Pero es que hay que pensar de otra manera, hay que cambiar el chip, y eso no es fácil. No por Uds. ni por mí, que los individuos cambiamos fácilmente de opinión, –hombre los del Madrid no se hacen de golpe del Atleti, pero hasta podría ocurrir–; ahora, que la sociedad entera cambie de modelo energético es muy complicado. Fijense en lo que decía la embajadora finlandesa, todas esas cosas que hay que coordinar las políticas en Europa y que hay que diversificar las fuentes: ni siquiera somos capaces de coordinar los que estamos dentro de la Unión Europea respecto a las fuentes energéticas. Francia tiene un 80% de energía nuclear, en otros países está prohibidísima, algo pasa en Europa que hace que no sea tan fácil esa Unión, de la que tanto presumimos, Europea. El cambio energético implica también qué significa la palabra “energía”, es decir, energía consumida, que es una palabra periodística inculta desde el punto de vista científico, porque la energía no se consume, solamente se transforma, pero bueno, la transformación de la energía para conseguir algún tipo de beneficio, por ejemplo luz o calor, esa transformación de la energía implica necesariamente comprender qué significa la energía. Los físicos lo tienen claro, a mí me enseñaron desde pequeño, y luego en la facultad, que energía es la capacidad de generar trabajo que es una definición preciosa que no significa nada.

En el fondo, el concepto de energía es muy complicado. El concepto de energía es simplemente la capacidad de poder conseguir algo a partir de algo. Que en esa transformación haya el menor impacto posible sobre el resto, no digo el ambiente o el entorno, también las personas somos resto y a veces las fuentes energéticas tienen impacto sobre las personas, que

somos el medio ambiente de las otras personas; no sólo el medio ambiente son los pajaritos de Doñana, las Marismas o la Selva Amazónica. El medio ambiente es esta habitación donde estamos encerrados hoy con luz eléctrica, con aire acondicionado, con micrófonos y con traje y corbata todos, menos las señoras que tienen la ventaja de vestirse de manera muy diferente que los hombres. En el fondo el problema es el mundo desarrollado; el mundo subdesarrollado no tiene problemas: se meten en pateras y si llegan estupendo, y si no llegan se mueren y si no se meten en las pateras se mueren también, de hambre y de sed, ya está, y es así de fácil. Viniendo hoy en el taxi para acá, desde el avión, oía una emisora en la que una señora protestaba vehementemente porque nos invaden los pobres de África. ¡Qué problema tan grave tiene España con la inmigración ilegal! ¡Que problema tenemos nosotros, que somos ricos, que estamos hasta el borde del colesterol y del infarto permanentemente porque estos pobres muertos de hambre nos invaden! Hay que darse cuenta de lo terrible que es este tipo de mensajes, que el mundo pobre nos invade porque quiere comer y porque si no hace eso se muere de todas las maneras. Este es el problema del desarrollo sostenible. Perdónenme, es molesto hablar de eso cuando luego vamos a hablar de Internet, de sistemas ahorradores de energía en aquello que todos utilizamos que son los ordenadores portátiles, los ordenadores de casa y las redes y ojalá eso llegue de la fundación Andrés Laguna, que lo está haciendo muy bien, a un medio rural que está todavía aún muy detrás, a otra escala. Es también un problema de desequilibrio, pero, al final, para el mundo pobre, la energía es la vida o la muerte. Para evitar la inmigración ilegal, lo que tenemos que hacer es darles energía, punto. Y una energía, si es posible, que tenga el menor impacto sobre el resto, sobre los hombres, sobre las cosas, sobre el medio ambiente, sobre la naturaleza. Este es un problema muy serio, no es aquella idea brillante de que «no hay que darles peces, sino enseñarles a pescar». Es mucho más grave que todo eso, pues eso es sólo para comer. Hay que enseñarles a obtener energía, de muchas maneras: en el desierto hay una cantidad de sol extraordinaria y nadie sabe qué hacer con ese sol, a lo mejor podría hacerse otra cosa con el desierto.

La energía hoy la consumimos básicamente en tres tipos de bloques, por una parte el carbón, la energía del siglo XIX que produjo todo el desarrollo industrial en Inglaterra, que era el líder del mundo mundial sobre el tema energético, sobre el tema económico, sobre el tema del desarrollo, con la Commonwealth. El imperio se desplazó después, en el siglo XX, a Estados Unidos, que descubrió el petróleo y su posibilidad terrible de conseguir muchas más cosas, que antes no se tenían, y en parte la electricidad. Probablemente, los dos grandes ejes del desarrollo industrial fueron Inglaterra a finales del siglo XVIII y XIX – antes también había sido Inglaterra el líder y algunos países de Europa con la revolución agrícola del XVIII –, pero en el XX empiezan el petróleo y la electricidad a ser los dueños del mundo, sin haber dejado por ello de usar el carbón. Y ahora tenemos tres grandes fuentes: el carbón, los otros combustibles fósiles, petróleo, gas natural y por otra parte la electricidad que no es en sí un combustible pero que es un producto de transformación de cualquiera de esas dos cosas o más. En el mundo en el que estamos hoy en día todo se distribuye en dos grandes cosas: por una parte el transporte y por otra parte el resto, que es casi todo electricidad. Eso es el mundo industrial, que ha dado lugar a un mundo post industrial, muy interesante, al que ha hecho una alusión muy interesante también la ministra, que es el mundo de las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Es interesantísimo, mucho más de lo que parece, y probablemente eso justifica

que esta jornada tenga importancia porque el mundo de las tecnologías está creando una nueva sociedad. Piensen sólo en ese ejemplo, que seguro que Uds. conocen tan bien como yo, de lo que ha pasado con el dinero. Es bastante divertido, piensen en Mesopotamia o en Egipto: el dinero era básicamente el trueque, dos barras de pan por un litro de leche o lo que sea, y eso se ha utilizado siempre, y todavía en algunos casos se hace trueque.

El trueque era incómodo, era difícil de valorar las cosas, era demasiado personal. Al final se acabó inventando algo que tuviera valor y que representara ese valor, y así aparecieron los metales preciosos y las monedas acuñadas con metal precioso, donde había una cierta garantía de la autoridad, del rey o el emperador. De la moneda metálica se pasó a algo más sutil. La moneda metálica pesa mucho, cuando se acuñaban aquellas expresiones como *la bolsa o la vida*, la bolsa estaba llena de doblones de oro, y pesaba un montón, con lo cual si tenías mucho dinero la bolsa era gorda y pesaba mucho, y te la robaban fácilmente. Si las monedas las sustituyes por papelitos, donde dice que vale lo mismo que esa bolsa de oro, pues los papelitos tienen valor y lo llamamos papel moneda, lo cual es una contradicción: o es moneda o es papel.

El papel moneda que todavía usamos, los billetes, representan el valor que a su vez representaban simbólicamente las monedas de oro o de plata. Por cierto, de oro o de plata porque eran metales raros y brillaban. Los humanos somos así de idiotas, si hubieran sido de espejo, pues monedas de espejito porque brillan. El oro brilla, es amarillo, es bonito. Como hay poco, pues vamos a hacerlo de oro como cosa representativa. El oro no vale nada como metal, es mas bien blanducho y muy maleable, es una pequeña bobada, pero es útil porque hay poco y decimos que es valioso, todo esto son convenciones, obviamente igual que el papel.

Pero del papel moneda hemos pasado al dinero de plástico, que ese sí que es fantástico, porque ahora yo no llevo casi monedas que, además, abultan mucho en el monedero. Lo que llevo aquí, básicamente, son tarjetas, debo de tener 8 o 10. Sin embargo, billetes tengo unos cuantos de 10 y por aquí debe de haber alguna moneda de un euro y algunos céntimos, punto. El dinero de plástico es fantástico; tu vas al cajero, metes una tarjetita y sacas el dinero o simplemente pagas en un restaurante, te dan un papelito lo firmas y ya has pagado. ¡Genial!

Y después, nos hemos inventado todavía algo mejor, el dinero virtual, y ese ya no existe por ningún lado, no tiene ningún soporte material, no son átomos, no non moléculas, son bits. Santa palabra, bits; el dinero virtual es con lo que me pagan a mí todos los meses mi nómina, que tengo domiciliada, como supongo todos, y cada mes alguien da una orden a través de un teclado, que son bits que pasan a otro sitio, que será el ordenador del banco correspondiente, que pasa a otros bits a otro banco, que es el mío y, de repente, aparecen apuntados unos números que son el dinero que me han pagado ese mes. Si yo no voy a un cajero automático a sacar ese dinero, ese dinero yo no lo veo nunca. Contra esa misma cuenta van domiciliados todos mis recibos de todas las cosas, con lo cual todo está por ahí danzando por la red en forma de bits.

Ya no hay dinero físico, hay solamente dinero virtual, y este mundo de lo virtual es un mundo poderosísimo. Las cifras no las conoce nadie, pero el otro día oí en Estados Unidos una conferencia un catedrático del MIT, que decía que en estos momentos el mundo desarrollado tenía más dinero virtual circulando que dinero real, y hemos pasado de un mundo de

mercancías reales, mercancías llenas de átomos y moléculas, a un mundo de mercancías virtuales, la información. La información lo es todo, no sólo lo que saben los periodistas para luego contarlo al día siguiente, no sólo la publicidad que nos invade por todas partes, la información es simplemente cualquier cosa que uno quiera comunicarle a alguien a través de un medio, el que sea. Si ese medio es virtual estamos utilizando las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, ¿para qué? Para dar conocimiento, transmitir conocimiento de una parte a otra. Esa mercancía se ha convertido en tan valiosa que hoy tenemos que hacer todos los esfuerzos para que, primero, como es valiosa, llega al mayor número de gente posible y, segundo, como es ahorradora de energía comparado con lo que había antes, —ahorrar materia siempre es ahorrar energía pues la materia hay que transformarla y eso requiere energía—, pues hay que extenderla para que eso sirva para ahorrar energía. Y un esfuerzo importante en ahorrar energía en ese sector es un esfuerzo importante, porque va a ser un esfuerzo generalizable a una nueva sociedad, la famosa Sociedad de la Información de la que tanto se habla pero que sigue entremezclada con la otra sociedad: la del carbón, las mercancías, los camiones, los aviones o lo que haga falta.

Es interesante darse cuenta de que, ante esta disyuntiva del desarrollo sostenible, uno siempre acaba pensando: bueno, entonces, ¿qué hago, ¿me doy golpes contra la pared, me echo a llorar, hacemos esfuerzos voluntariosos por mejorar? ¿Qué podemos hacer? Ante el problema de la energía global, que a su vez recae sobre el cambio climático —no se engañen, si cambiamos el modelo energético bajamos las emisiones de CO₂, y por lo tanto, de alguna manera, combatimos el cambio climático—, sea cual sea su incidencia en el futuro mucha, poca o demasiada o regular, lo primero sería, si es posible, buscar nuevas fuentes de energía. En estos momentos hay dos muy de moda, de las que se habla constantemente en los periódicos. No son las más importantes, pero los periódicos hablan siempre de lo que les parece más relevante socialmente y por eso hay que citarlas: por una parte el hidrógeno y por otra parte la fusión nuclear.

El hidrógeno no es una fuente de energía primaria, como saben es una molécula fuertemente reactiva, por tanto está siempre combinada a algo. No hay hidrógeno libre en la tierra, no existe, es demasiado ligero y se va al espacio. El hidrógeno libre no está, hay por tanto que fabricarlo, y fabricar hidrógeno libre significa romper cualquier molécula donde hay hidrógeno y eso cuesta mucha energía; no digo dinero, digo energía. Ya sé que energía es dinero, y cualquier cosa que implique producir hidrógeno para después a su vez volverlo a combinar con oxígeno y con ese calor de combustión mover cualquier máquina térmica cuesta mucha energía. Se puede hacer, sí, pero es caro, por lo tanto no es un buen sistema, no es interesante. Dicen que no es contaminante. Si tu quemas hidrógeno obtienes vapor de agua pero, ojo, el vapor de agua no es menos contaminante que el CO₂. Ambos son los gases que permiten que haya vida en la tierra y ambos son los gases de efecto invernadero, no sólo el CO₂. De hecho, si tenemos 33 grados más en la atmósfera de los que corresponderían a una atmósfera sin gases de efecto invernadero, más de 20 se deben al vapor de agua y sólo 8 al dióxido de carbono. Luego, si emitimos mucho vapor de agua por quemar mucho hidrógeno, suponiendo que esta tecnología fuera masiva y encontráramos algún sistema, que no es fácil, pues las leyes químicas son las que son, entonces tendremos un problema con el vapor de agua, pues su efecto invernadero es mucho más potente: ojo con el hidrógeno, no es la panacea.

La otra parte es la fusión nuclear. Todo el mundo está encantado gastando una pasta gansa en el ITER. A mí me parece una pasta gansa mal gastada, y se lo he dicho a mis amigos físicos, que están metidos incluso en ese proyecto, pero no me hacen caso porque yo no pinto nada. Hacen bien, a mí no me tiene que hacer caso nadie, me invitan a hablar y hablo. Pero la fusión es intentar unir dos protones, mejor dicho cuatro, bueno, unir hidrógeno para obtener helio. Eso es lo que hace el Sol constantemente y son miles de toneladas por segundo de hidrógeno las que se convierten en helio en el Sol.

Queremos crear soles pequeñitos, a muchos millones de grados confinados y con el calor resultante producir electricidad. Vamos a crear un sol, para luego mover una turbina con el vapor de agua correspondiente, cosa bastante absurda, y para eso pueden pasar 50 años, si es que algún día eso es viable. También se dice: no será más peligroso, porque al final es el hidrógeno juntado con el helio y el helio es más fósil. Sí, perdone, pero eso está a 100 millones de grados, y si apago la luz a algo que está a 100 millones de grados, que tiene un escape, hasta que se enfrían en una instalación industrial, ¿qué se llevan por delante? No tenemos ni idea de lo que es un plasma a 100 millones de grados, pero eso se llama bomba H, la bomba de hidrógeno. Es muy peligroso, y yo no viviría al lado de una central de hidrógeno de estos que se convierten en helio a 100 millones de grados. En cambio, no tendría inconveniente en vivir al lado de una central nuclear de las actuales. Yo en Alcaraz viviría tranquilo, porque la probabilidad de que eso ocurra no es cero, como no lo es en ninguna cosa, pero es muy pequeñita. Cuando a mí me preguntan eso, yo lo digo.

Por tanto no hay salidas claras al tema energético de manera masiva, al menos en los próximos 50 años. Eso creo que todo el mundo lo sabe, aunque algunos se obnubilen pensando en cosas. ¿Qué queda entonces? Pues queda algo muy sencillo, mejorar el uso actual de la energía, aumentar la eficiencia energética, en el carbón —y anda que no hay por hacer con el carbón, que encima queda para 300 años o más—, y por supuesto con el petróleo, que queda mucho menos, para medio siglo o un siglo como mucho. Aunque China e India se han puesto a consumir a lo bestia, y no va a quedar medio siglo de petróleo, por mucho que encontremos esquistos bituminosos. Gas natural puede que quede aún menos, sobre todo si empezamos a aumentar su consumo, porque contamina menos al quemarlo.

La conclusión es que hay que mejorar la eficiencia de consumo. Cualquier cosa que hagamos para mejorar la eficiencia es claramente un camino de futuro, pero no de futuro permanente, yo no me atrevo a vaticinar qué pasará en el siglo XXII, y como entonces estarán mis tataranietos, pues tampoco me preocupó mucho, francamente, me preocupan los próximos 50 años. Tengo ya nietos y quiero que vivan bien dentro de 50 años.

También hay que hacer algo muy importante, y es producir electricidad, que es una buena parte del consumo de energía actual, por otras vías, las renovables. Todo el mundo habla de renovables, pero no está mal. Ahora, una buena parte de la energía es eólica, aunque sea a través de mecanismos un poco espurios que algún día el mercado tendrá que corregir. Al mercado habrá que corregirle metiendo dentro los costes ambientales, no sólo energéticos, eso que llaman la internalización de los costes ambientales, de lo que hablaba mucho Arturo Gonzalo hace unos años, y es algo de lo que ya no se vuelve a hablar. Cuando hablamos de comparar costes, y ojo, que si no hacemos trampas, si internalizamos los costes, el viento y el sol

son rentables sin la necesidad de estos complementos, que de momento suponen un apoyo. La energía solar en España está muy retrasada, no lo ha dicho la ministra, pero siempre lo dice, aunque lo ha insinuado. Afortunadamente ahora parece que muy pronto se van a poner en marcha dos grandes centrales de producción de electricidad solar, térmica no fotovoltaica. Ese es un camino interesante, que todavía no hemos explotado suficientemente en España. El Sol era para los turistas, un buen recurso del que hemos sacado mucho dinero y se lo seguimos sacando. Pero hay otras formas de sacarle dinero al Sol. En suma, debemos buscar nuevas fuentes, si es posible, pero sobre todo y fundamentalmente, mejorar el consumo actual, aumentar la eficiencia energética.

Saben Uds. cuánta gasolina emplea en moverse un coche que consume gasolina, de los más modernos, no hablo de los antiguos, un coche de gasolina tiene un motor que se llama de ciclo Otto, pues lo inventó un señor que se llamaba Otto, así como los de gasoil tienen otro ciclo, el Diesel. Un motor de gasolina modernísimo de ciclo Otto, apenas saca un 30% de movimiento a partir del 100% de energía potencial contenida en la gasolina, el resto se va en calor, en ruido, en residuos químicos por el tubo de escape. [Además, toda esa energía frecuentemente mueve un coche de 2.000 kilos para transportar una señorita de 50 kilos, lo que da como resultado un rendimiento final menor del 1%]. Es terrible, imagínense que vamos a la compra y compramos un kilo de solomillo que mira que es caro el solomillo y nos dan 300 gramos de solomillo y 700 gramos de hueso, de nervios y de grasa [y que al cocinarlo se quedase en 7 gramos]. Se lo tiraríamos a la cara al tendero. Pero no hacemos eso con las gasolineras, al revés, vamos como corderitos todos a echar gasolina al coche, ya sé que no hay otro modelo, pero es que es terrible lo ineficiente que es el motor térmico de explosión.

Esto es ridículo, somos una civilización del desperdicio total, todo lo que tenemos nos sobra, lo tiramos, aunque tenga valor. No sabemos sacar lo mejor, o no queremos. Hay una vía ahí potentísima de mejora, que todavía no se ha explorado suficientemente. A mí el concepto de civilización del desperdicio me gusta mucho contraponerlo al concepto de desarrollo ambientalmente viable: no podrá haber un desarrollo ambientalmente viable si no somos capaces de combatir esta civilización auténticamente del desperdicio, donde la riqueza de los pueblos se mide por la cantidad de basura que emiten al día. El promedio de la riqueza está en un kilo por habitante y día, en España estamos en 1'7, en Estados Unidos pasan de 3, en Kenia 0'01. La riqueza se mide por la basura, es terrible

Uno tiene ganas de pensar que todos los esfuerzos que se hagan por convertir en virtual lo que es material significará necesariamente una mejora en la eficiencia de los procesos, y por eso saludo siempre con una enorme esperanza cualquier mejora que haga que las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, que en general el mundo de la tecnología, vaya encontrando vías cada vez más eficaces de expandirse, porque eso no puede ser más que beneficioso para el conjunto del mundo. No digo ya de la sociedad, que también la sociedad rural con respecto a la urbana, del resto del mundo donde podremos probablemente conseguir muchas más cosas por esa vía que por las vías más tradicionales del Banco Mundial y de los préstamos a los países, que luego se gastan los dictadores en armas o en lo que sea.

Yo creo que esta reflexión era importante, José, antes de empezar a hablar ya de cosas concretas como las que en esta jornada vamos a tratar, porque conviene situar el problema

donde estamos y, naturalmente, no podemos abarcarlo todo, ni solucionarlo todo. Habrá que buscar soluciones sectoriales y parciales, y esta que hoy se va a tratar aquí es una buena solución sectorial, que, sin duda alguna, se puede extender después a mejorar esa especie de interrelación, todavía muy desfasada, entre lo más pobre y lo más rico para poder igualar más y repartir mejor, en lugar de crecer más unos y seguir como están los otros. Todo eso tiene una repercusión inevitablemente positiva, y no solo en España.

Por tanto, permíteme que en tu nombre a todos yo, humildemente, os felicite porque este esfuerzo merezca la pena traerlo, no solo aquí, sino a la sociedad en pleno. Lamento que este tipo de cosas tengan poco eco en la prensa, los periodistas se hacen cargo de lo que ha dicho la ministra o la señora embajadora, pero no dirán muchas de las cosas interesantes de las que he oído hoy aquí, que en cambio son las que tienen relevancia. Se puede pensar: esto es un problema de las grandes corporaciones, de los ministerios, de las grandes empresas. No, perdone, usted también tiene algo que ver y puede hacer algo, poquito, pero si todos hiciésemos muchos poquitos, pues a lo mejor mejorábamos algo. Permítanme que mis últimas palabras sean de homenaje al IDAE y no solo a las personas, las personas van cambiando, a la filosofía que subyace detrás de un centro como ese, lástima que no sea más popular. Lástima que las conclusiones de esta jornada de hoy no sean más populares que lo que haya podido decir o no la ministra, que no quiero decir que no sea relevante, quiero decir que, periodísticamente hablando, aquello vende más, pero esto tiene mucha más trascendencia futura y, créanme, que participar en una jornada como ésta es un orgullo, sencillamente porque uno cree que está haciendo algo que puede ser útil.

El proyecto de la Fundación Andrés Laguna. Implantación de la red convergente y las energías renovables para el desarrollo del medio rural.

Dr. Ángel Gómez Moreno. Catedrático de la Universidad Complutense.

La Fundación Andrés Laguna es una sociedad sin ánimo de lucro, nacida, inicialmente, para dinamizar la vida económica y cultural de los pueblos segovianos situados entre Somosierra y la Tierra de Pinares. Aunque, de acuerdo con sus Estatutos, las puertas de la Fundación están abiertas para cualquiera que se interese por su proyecto, quienes la han impulsado han sido varios amigos pertenecientes al mundo académico y empresarial, y vinculados de diversa manera a Segovia y a su provincia.

El nombre dado a la Fundación revela sus propósitos, toda vez que el humanista segoviano, que acaba de atravesar –aunque con poco ruido– su quinto centenario, fue un gran médico, farmacéutico, naturalista, helenista y creador literario, en latín y romance; trabajó para Carlos V y para Felipe II, y acompañó a las tropas españolas en varias de sus principales campañas. Tenemos buena noticia de sus viajes profesionales y eruditos por Italia, Francia y Países Bajos; sabemos que estuvo atento a las novedades científicas llegadas desde el Nuevo Mundo, pues en su obra nos habla del tabaco, el palosanto o el funesto estramonio, peste de los campos españoles y veneno letal para los no avisados; tampoco se nos escapa su anhelo por viajar por tierras del Mediterráneo Oriental, prohibido a los cristianos desde un siglo antes.

Las noticias de que hoy disponemos (algunas cosechadas en nuestras propias investigaciones) presentan a Andrés Laguna no sólo como el intelectual converso que tradujo y glosó el Dioscórides, esa joya de la Botánica, la Medicina y la Farmacología; sus méritos tampoco se limitan a la redacción del Viaje de Turquía, obra cumbre del erasmismo español que le adjudicamos tras las brillantes pesquisas de Marcel Bataillon. Como digo, la figura del segoviano se agranda de continuo, al ofrecerse como uno de los primeros europeístas e irenistas (esto es, pacificistas) militantes. En su credo, sólo el Emperador podía unir a todos los europeos, superadas de una vez las guerras que, por aquel entonces, desangraban a las naciones cristianas.

Por interesante que les haya podido resultar, esta sucinta semblanza sirve para algo más; de hecho, ilumina nuestros perfiles individuales y revela claramente muchas de las ideas que nos mueven. Y es que, ya de entrada, la figura de Andrés Laguna permite casar, con toda naturalidad, los intereses de quienes trabajan en el ámbito de las Humanidades y en el de las Ciencias; en segundo término, justifica el énfasis que la Fundación pone sobre la naturaleza (y no sólo sobre la Botánica, ya que el Dioscórides, aunque fundamentalmente hable de plantas, se ocupa también de la zoología y la mineralogía); en fin, la empresa de Laguna, al igual que la nuestra,

nada tiene de localista: de su Castilla natal, en que se familiarizó con las especies y simples de origen vegetal, Laguna pasó a un ámbito superior, paneuropeo y, en último término, ecuménico o universal.

Bajo esta estampa de Laguna nos sentimos cómodos los profesores de las Universidades Complutense, Felipe II, Alcalá, Ginebra y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, instituciones que se hermanan a través de la Fundación; a nuestro lado, están también, y con toda naturalidad, los empresarios, profesionales y autoridades locales que comparten el credo lagunista. ¿Qué perseguimos? Por supuesto, no somos simples visitantes de fin de semana enamorados de las sabinas de los altozanos, las salgueras de las hoces, los robledales del monte o los pinares del arenal (y entre todos nos hemos quedado con el quercus pirenaica, el melojo o rebollo, cuya hoja otoñal aparece en nuestro logotipo). Tenemos un norte claro: revitalizar la zona y mostrar que es posible vivir "de otro modo", el único con un futuro cierto.

No creemos en el crecimiento sostenible tal y como se entiende y plantea; es más, estimamos que los derroteros seguidos en las últimas décadas, particularmente en años recientes, llevan inevitablemente al colapso: a la pura ruina, en términos económicos, culturales y paisajísticos. Admitámoslo: los problemas de nuestra tierra no son siempre comunes a todo Occidente; por ejemplo, la fulgurante degradación de España a causa del boom inmobiliario de los últimos ocho años es un mal endémico. Aterra comprobar que, en el último lustro, el porcentaje de nuevas construcciones en España oscila entre un 25 y un 60% del total de la UE. Sólo así se entiende la pérdida casi completa del litoral y la rápida degradación de nuestro interior en tan escaso margen de tiempo. Objetivamente, éste no es el camino; además, cada vez son más frecuentes las voces que, de manera preocupante, anuncian un final traumático para un ciclo económico con tan frágiles basamentos.

La riqueza derivada de esta actividad es efímera y lleva aparejada una factura imposible de satisfacer. Acaso demasiado tarde, serán las generaciones futuras las que abominen de una política irracional –en realidad, de una falta de planificación– que ha dilapidado el paisaje de pueblos y ciudades, y que ha arrasado literalmente una naturaleza hasta aquí bien preservada. No se ha tenido en cuenta que la propiedad de la tierra es contingente y anecdótica: que tenemos la obligación de conservar el rico patrimonio recibido de nuestros mayores. Como quiera que sea, se impone la reacción, y ésta pasa por diseñar una política coherente; para ello, sirven en parte los modelos de otras naciones europeas, aunque también caben iniciativas originales y ambiciosas, como la que se está presentando en esta jornada.

No, ni la economía española puede basarse sólo en la construcción, ni los pueblos ni los ayuntamientos pueden ver en ella la solución a sus problemas. En esa fórmula no cabe buscar ninguna sostenibilidad, ni siquiera a corto plazo. En el caso de los núcleos rurales, el problema no se limita a las segundas o terceras residencias, para el turismo vacacional o el fin de semana. El meollo del problema radica en que el boom ha provocado un incremento desmesurado del precio de la vivienda, que ha forzado a nuestros jóvenes a construir su hogar a una distancia que oscila entre los 20 y los 100 kms del lugar de trabajo, en pleno campo. Esta manera de vida es un puro dislate: supone un derroche formidable de energía y una suerte de esclavitud para quien castiga su bolsillo llenando el depósito de su coche y maltrata su cuerpo torturándolo una media de 3 a 4 horas diarias en desplazamientos.

No se trata de aportar arbitrios o soluciones genialoides: se impone la búsqueda urgente de formas de vida que eviten la hecatombe. En la medida de nuestras fuerzas, estamos dispuestos a aportar ideas, aunque la Fundación sea en realidad chica cosa y, más que nada, haga las veces de caja de resonancia en distintos foros. Lo que se necesita es una apuesta decidida en un marco mucho más amplio que el que podemos abarcar; para ello, habrá que hacer un uso adecuado de los caminos de la información (no un uso anecdótico o residual, el más extendido y, por desgracia, el menos beneficioso). El complemento imprescindible es una política inteligente y decidida, de rango local, autonómico y, a ser posible, nacional. Tarde o temprano, las soluciones eficaces acaban implantándose en el conjunto de Occidente e, inevitablemente, en el resto del mundo. Importa, eso sí, y mucho, no ir a la cola, no ser tardineros (como decía el Arcipreste de Hita). Las ideas que se cocinen en España deben tener en España su primer campo de pruebas, sobre todo cuando son económicamente viables y, ya de entrada, ofrecen plenas garantías.

No pasando mucho tiempo, la Fundación Andrés Laguna contará con una nueva sede en Valdesimonte. Desde ella, no sólo abordaremos asuntos culturales, casi indefectiblemente minoritarios, sino que trataremos de impulsar iniciativas de interés común, que alcancen a todo el vecindario, incluidos los habitantes de municipios próximos. Para ello, es imprescindible trabajar conjuntamente con el Ayuntamiento, cuyo Alcalde, aquí presente, preside también la Fundación. Aunque estamos dando vueltas a diversas ideas, tal vez las más interesantes son las relativas a la agricultura, ya que partimos de experiencias previas que han culminado de forma exitosa. Valga el ejemplo de la reproducción, por primera vez y en cadena, de la sabina, *Juniperus Thurifera*, que nos permitirá la reforestación de terrenos especialmente duros y difíciles, con escasa pluviometría y temperaturas extremas. Ahora, concretamente, consideramos la posibilidad de producir cardencha para generar biomasa, ya que el futuro de las herbáceas se antoja incierto, dada la progresiva reducción de las ayudas de la UE. También se llevará a cabo un extenso programa micológico, que pretende crear las condiciones idóneas para el cultivo de *pleurotus eryngii*, *lepista nuda*, *tricholoma equestre* o *coprinus comatus*, entre otras especies.

En fin, todo lo demás es una nonada en comparación con nuestro gran sueño, que pasa por desarrollar en Valdesimonte el proyecto de José Morales, patrono de la Fundación Andrés Laguna y alma de esta jornada. A él se deben algunos de los más importantes trabajos sobre redes de información, publicados en los principales referentes internacionales. Ahora, tras recibir el reconocimiento de las autoridades del mundo académico y empresarial, toca poner a prueba su experimento; a ese respecto, tanto él como todos nosotros creemos que la maqueta inicial podría desarrollarse precisamente en Valdesimonte. Para ello, habrá que enterrar el tendido eléctrico y acompañarlo de cable de fibra óptica. Una vez montado, será posible ofrecer todos los servicios imaginables y de manera gratuita (televisión de alta resolución, acceso centralizado a herramientas electrónicas, control domótico integral, etc.). ¿Qué es lo que ahora se precisa? Pues, la ayuda que, necesariamente, ha de darle algún organismo público, estatal o comunitario, y la colaboración –para nosotros, mucho más fácil de conseguir– de la iniciativa privada. Realmente, no nos importa quién pueda respaldar el proyecto; lo fundamental es que España no pierda esta magnífica oportunidad, pues la propuesta viene con todas las bendiciones, es perfectamente viable y supone una verdadera revolución tecnológica.

Consideremos por un momento los beneficios derivados de esta iniciativa, reforzada por otras medidas imaginadas o imaginables. En primer lugar, supondrá una reducción drástica en el

número de desplazamientos diarios por razón de trabajo, con la consiguiente mejora en la calidad de vida de cientos de miles, si no de millones, de personas. En segundo lugar, permitirá que los pueblos, cercanos o distantes respecto de los núcleos urbanos, resuciten literalmente; por aquí, y sólo por aquí, se entrevé la solución a los males de regiones enteras, hoy despobladas, en tierras de Soria, Huesca o Teruel, entre otras. En último término, la idea de José Morales implica tal ahorro energético en todos los órdenes que no sé por qué no hemos pasado ya de la fase experimental a la de plena aplicación.

El problema es éste y no otro, como he dicho al comienzo. Es imposible encarar el futuro del mismo modo que las sociedades industriales del siglo XIX. La evidencia nos muestra que no podemos -no debemos, de hecho- crecer de manera ininterrumpida y sin límites, pues ni el planeta ni nosotros lo soportaríamos. No entiendo la fe de algunos economistas en el crecimiento permanente, pues hasta un modesto catedrático de Humanidades como yo sabe que el crecimiento exponencial es un imposible matemático, por cuanto da en el infinito.

Entre otras cosas, *velis nolis*, Occidente está abocado a pasar de la megalópolis a núcleos menores, pero suficientes en términos productivos. No se trata de elevar a la categoría de fórmula el *down shifting* por el que apostaron algunos ejecutivos agresivos en los años ochenta y noventa, eso sí, tras enriquecerse. Tampoco supone la resurrección del viejo tópico del “menosprecio de corte y alabanza de aldea”; ni tan siquiera tengo en mente la ciudad ideada por los grandes intelectuales del Renacimiento, a la manera de Leon Battista Alberti. Me estoy refiriendo a algo mucho más concreto: al pasado inmediato, a lo que Europa ha sido hasta hace bien poco, a una fórmula que ha venido funcionando perfectamente durante siglos por no decir milenios.

UETS: La Red Inteligente. Aplicación de la convergencia y el ordenador en red, y sus ventajas tecnológicas y medioambientales.

Dr. José Morales Barroso. L&M Data Communications.

Es una satisfacción tener la oportunidad de presentar aquí la tecnología de la Red Universal de Telecomunicaciones Ethernet "UETS" (Universal Ethernet Telecommunications Service), caracterizada por su extraordinaria sencillez, que supone un cambio radical del paradigma de las redes de comunicaciones. Esa simplicidad permite aumentar las prestaciones, a la vez que disminuye drásticamente el consumo de energía, siendo una solución tecnológicamente viable que cumple con los requerimientos para el desarrollo de la red del futuro. Esta idea ha recibido comentarios favorables no solamente locales, sino también de personas relevantes en el ámbito internacional, como Bob Metcalfe, inventor de Ethernet; Vint Cerf, creador de Internet; Bob Colwell, Arquitecto Jefe de los Intel Pentium o Greg Jones, consejero de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

La clave fundamental del tema que nos ocupa ha sido expresada por Maija Lähteenmäki: «la necesidad de concentrar los esfuerzos en el ahorro de energía a través de la innovación y de la diversificación de fuentes de energía, incrementando el uso de energías renovables». Para ello, como demuestra Xavier García en su presentación, es imprescindible disponer de una "Red Inteligente", que integre las redes eléctrica y de telecomunicación y permita adaptar la demanda a la oferta (gestión de demanda) y no a la inversa, como ocurre en el modelo actual. También se plantean en la jornada los problemas de las redes actuales, que impiden el desarrollo práctico de las redes avanzadas necesarias para la convergencia.

La Comisión Europea dice que hay que invertir más en investigación, aunque actualmente ya se invierten cifras elevadas, pero lo más importante es preguntarse ¿qué resultados se obtienen? Ahora Europa tiene la oportunidad de desarrollar la *Red Inteligente* del siglo XXI, basada en la tecnología UETS/EFR, capaz de transportar la electricidad y la información sobre una infraestructura común. Es una ocasión única para España de liderar el paso de los enfoques preliminares a las realidades.

La obra *El reto energético* de nuestro moderador, Valeriano Ruiz, demuestra que del 100% de la energía primaria dedicamos al consumo final el 3 % y tiramos al medio ambiente el 97%. Para salir de esta situación sólo existe una solución: cortar el círculo vicioso en el que nos encontramos. Nuestro problema es el modelo, no la energía, y por ello no se puede plantear un futuro sostenible sin modificar radicalmente el sistema energético. Muchas de las ideas que se van a exponer no son algo que aparece de la noche a la mañana, sino que ya están en el

ambiente. Lo que aquí se pretende es dar una solución tecnológicamente viable, y a corto plazo, para un nuevo modelo eficiente y sostenible de generación y consumo de energía e información.

Guillermo Ibáñez ha planteado muy bien que Ethernet es el modelo de referencia, y es así por muchos aspectos. Es la red local más antigua, data del año 73, y a la vez el sistema más simple que existe, lo que constituye la clave fundamental de su éxito. Si la sociedad funcionara como Ethernet, otro gallo nos cantaría, y no estoy hablando de política, sino de tecnología. Este es un sistema totalmente igualitario, en el que todos tienen los mismos derechos; no hay ningún control centralizado, todo se basa en el respeto a los demás; si el medio está ocupado, la estación que quiere transmitir espera a que se quede libre; si dos estaciones colisionan, ambas se retiran y educadamente resuelven el problema entre ellos; eso sí, quien no respeta las reglas queda automáticamente desconecta de la red, y punto.

Esto es Ethernet, la red del éter. Desde el punto de vista de Normalización el estándar tiene unas 3.000 páginas, pero si buscamos lo esencial, Ethernet es el formato de transporte de información más sencillo que puede existir: una trama con la dirección de destino, la dirección de origen, la longitud del mensaje y los datos. Puede funcionar sobre cualquier medio físico, con fibras ópticas hasta 100 Gigabits por segundo (100.000 millones de bits por segundo), récord de velocidad en redes, habiéndose demostrado su funcionamiento a través de un enlace de 4.000 kilómetros. Sobre cables de cobre está aprobada la norma de 10 Gigabits por segundo, y existen sistemas para transmitir Ethernet sobre pares telefónicos (EFM), cables de energía eléctrica (PLC) e inalámbricos (WiFi, WiMAX).

El sistema UETS/EFR se basa en Ethernet, pero el conjunto de características que son la base de la invención lo diferencian radicalmente de todos los sistemas empleados hasta ahora. Los nodos de red (CUEs) utilizan para direccionamiento y encaminamiento tramas MAC con direcciones locales (bit U/L=1), que identifican directamente la dirección física, haciendo innecesaria su resolución. Las comunicaciones son "multipunto a multipunto", escalando hasta más de 70 billones (millones de millones) de direcciones locales por dominio.

El Terminal Universal Ethernet (TUE), utiliza el protocolo IEEE 802.2/LLC dentro del dominio Ethernet de UETS, ofreciendo así los servicios de red en el nivel de enlace, en lugar del nivel de transporte empleado en la arquitectura TCP/IP clásica, y realiza el control de flujo y congestión de red en colaboración con los nodos de red CUEs. El Terminador de Red Universal Ethernet (TRUE) facilita el acceso a la red y recibe alimentación de potencia desde la central en las conexiones a través de pares para garantizar el servicio de llamada de emergencia. Por último, el sistema en su conjunto está diseñado para que sea posible soportar, de manera sencilla, el control de potencia para ahorro de energía en todos sus elementos.

Veamos qué es eso de las direcciones jerárquicas. Mientras que en el mundo IP se utiliza el segundo bit de las direcciones de la trama Ethernet puesto a cero, a mí se me ocurrió ponerlo a uno, que es algo contemplado en los estándares. Ese pequeño detalle implica que, en vez de tener unas direcciones absolutamente aleatorias, se puedan administrar, de manera jerárquica hasta 46 bits; y elevando 2^{46} nos da como resultado que un dominio UETS puede tener más de 70 billones de terminales de red. Cada uno de estos terminales puede tener a su vez conectados

otros dominios, con más de 240 billones de direcciones cada uno. La escalabilidad, desde luego, es infinita en la práctica.

Hoy en día, todo el mundo dice que el futuro es IP, pero este protocolo tiene unos marcados signos de vejez, e importantes limitaciones, que impiden el desarrollo de las redes del futuro. En este nuevo contexto, podemos reseñar como principales problemas para la evolución de IP la seguridad, tema que es una verdadera pesadilla, no escala ni permite ingeniería de tráfico y que consume gran cantidad de energía. Eric Fries, un experto europeo en tecnología de redes, dijo en una conferencia el pasado mes de julio que «en países pobres, el problema número uno para el acceso a Internet es el consumo de energía de IP».

Los nodos de red son los encargados de encaminar las unidades de información o "paquetes" de datos. Todas las soluciones y propuestas actuales utilizan una arquitectura clásica con dispositivos basados en bridges IEEE 802.1 o routers IP y sus correspondientes tablas de encaminamiento. Con el protocolo IP de Internet el encaminamiento de los paquetes supone procesos que consumen mucha energía. Cuando en los años de la década de 1970 se trabajaba a 9.600 bits por segundo, el consumo de energía era irrelevante, pero cuando pasamos a los 100 Gigabits por segundo, es una misión imposible. Cada vez que llega un paquete IP, se pasa a una memoria, hay que mirar en una tabla y pasarlo a la etapa siguiente; todo eso es consumo de energía, que crece exponencialmente según va aumentando la velocidad, lo que tiene unas consecuencias desastrosas. Los procesadores más rápidos funcionan a 4 Gigahercios y parece que ahora los fabricantes van a soluciones de múltiples procesadores sin aumentar de velocidad, mientras que Ethernet está generalizado a 10 Gigabit por segundo y se ha probado a 100 Gigabits por segundo. Es decir, que la velocidad de las redes ha superado claramente a la de los procesadores. ¿Qué supone esto? Para que la conmutación se pueda hacer a las velocidades de la red se han desarrollado otras técnicas y protocolos como son GRE y MPLS, que no resuelven el problema de la escalabilidad para poder llegar a los millones de usuarios finales de los servicios de banda ancha.

El concepto UETS se basa en conmutación pura, utilizando la misma filosofía de la telefonía. Con este sistema, las tramas Ethernet tienen 70 billones de direcciones que podemos administrar, mientras que la actual Internet tiene 4.000 millones, lo que supone una ventaja de más de cuatro órdenes de magnitud. El mecanismo consiste en poner el destino en las tramas, que viajan así directamente a través de los conmutadores matriciales. Ya no necesito tablas ni tengo la inseguridad del IP, porque la seguridad no está controlada por los terminales, como ocurre en las redes IP actuales, sino por el proveedor del servicio. En lugar de tener procesos complicados, hace directamente conmutación, y las tramas entran y salen a la velocidad de la luz. Podemos considerar que esto es volver a los orígenes, pues es lo que hacían las centrales telefónicas en el siglo XIX, sólo que a las velocidades que correspondían a los relés electromecánicos, mientras que ahora vamos a la velocidad de la luz. Por esta razón podemos considerar el modelo UETS como un verdadero servicio de telecomunicaciones, pues las direcciones están controladas por el proveedor de servicio y no son unos valores aleatorios que aparecen como por arte de magia en los terminales, y que pueden ser fácilmente manipulados por los usuarios.

Cogiendo un catálogo de routers de muy altas prestaciones vemos que un equipo de gama alta, capaz de operar a una velocidad de 640 Gigabits por segundo, consume 13.600 vatios y pesa 750 kilos. Si quitamos la complejidad y utilizamos la técnica UETS con matrices de conmutación, un equipo de red utilizaría un chip que consume 12 vatios para ofrecer unas prestaciones equivalentes. Considerando que los interfaces de conexión a la red tienen un consumo de 500 ó 600 vatios, quiere decir que para la conmutación pasamos de 13.000 vatios a 12 vatios, *mil veces menos*. La ventaja es evidente no sólo desde el punto de vista de aumento de prestaciones y de velocidad, sino también de consumo de energía y de recursos.

Las redes del siglo XIX se diseñaron para consumir sólo la energía imprescindible. La necesidad se convertía en virtud: el telégrafo no consume energía cuando no transmite, el teléfono no consume energía cuando está colgado. Pero las redes del siglo XX, la era del despilfarro y la complejidad, consumen energía de manera continua. El ADSL es un claro ejemplo de esto, pues mantiene la antigua red telefónica, a la que se añaden equipos ATM, routers IP, conmutadores Ethernet, y un consumo constante de energía. El equipo de acceso a red típico gasta unos 15 vatios, considerando los dos extremos nos vamos a 30 vatios por conexión que están consumiéndose permanentemente. Estas soluciones no son solamente complejas, sino extraordinariamente glotonas de un recurso escaso, que es la energía, y sin embargo parece una cosa natural y un gran avance tecnológico. El ADSL, para colmo de males, al utilizar ATM es lo contrario de las ofertas que pagas dos productos y te regalan uno más, pues las sobrecargas suponen típicamente más de un 30% del total del ancho de banda, por lo que pagas tres y te dan dos. Como esto no se ve, es la virtualidad que decía Manuel Toharia, a todo el mundo le parece natural. Pero no solamente se come un tercio del ancho de banda, sino que es desequilibrado (la "A" primera viene de asimétrico), con lo cual en las conexiones entre dos usuarios finales de la red, la velocidad que manda es la baja, lo que impide aplicaciones avanzadas como servidores en red, teleconferencia de alta definición, videoconferencia, etc.

La idea del UETS es utilizar una sola red basada en tecnología Ethernet, muy austera en el uso de recursos, y consumir energía solamente cuando se utiliza el servicio, exactamente igual que lo que ocurre con la red telefónica clásica. Podemos hacernos una idea del ahorro que esto supone cuando el avance tecnológico lleve en el futuro a sustituir los teléfonos de todo el mundo por conexiones de banda ancha. Con un número aproximado de teléfonos fijos de 1.250 millones, un consumo de 30 vatios continuos por cada conexión de banda ancha, que está típicamente más del 95% de tiempo desocupada, serían necesarios 47 reactores nucleares a pleno rendimiento 24 horas al día, 365 días al año. Parece que ahora está de moda la energía nuclear, que aquí tiene una de sus áreas mejores de aplicación. Es una producción constante para un consumo constante, una perfecta adaptación de la demanda al consumo, para mantener todo eso, que no hace falta, funcionando. Magnífica solución a un problema inexistente.

Por otra parte, el protocolo IP era necesario cuando había que comunicarse a través de muchas redes de distintos tipos, pues con todas ellas construía la "internet". La evolución de la tecnología hace que, a lo largo del tiempo, la complejidad de la red se vaya reduciendo para poder aumentar la velocidad. De hecho, los antiguos sistema SNA y OSI, que eran arquitecturas de siete niveles, han sido sustituidos por el TCP/IP, que corresponde a una arquitectura de cuatro niveles. Hoy nos encontramos con que, siguiendo esta tendencia, el futuro nos lleva

irremisiblemente a Ethernet, que es una red de datagramas, lo mismo que IP, pero de dos niveles. Por ello, no tiene ningún sentido que sigamos usando la arquitectura TCP/IP sobre Ethernet, repitiendo dos veces lo mismo, para construir una internet (IP) sobre una sola red (Ethernet). La solución es quitar lo que sobra que, además, es lo que se come la energía, empleando un interface de nivel 2, que corresponde al modelo UETS, en lugar del interface de nivel 4 del TCP/IP. De este modo, al operar sobre una única red Ethernet, el que quiere usar IP lo usa y el que no quiere no lo usa.

Una consecuencia de esto es que mientras que IP implica interconexión de ordenadores en una "internet", con el modelo UETS podemos construir un Ordenador en Red. En un ordenador actual las interconexiones de sus distintos elementos van mucho más despacio que una red Ethernet, que permitiría conectarlos a 10 Gigabits por segundo. Se da la paradoja que el ordenador por dentro es mucho más lento que la red por fuera, lo que da lugar a la evolución de las Redes de Ordenadores al Ordenador en Red. *“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”*. Esto es algo de sentido común: consiste simplemente en coger todos los periféricos y, en lugar de meterlos dentro de una caja, interconectarlos a través de Ethernet, una red muchísimo más rápida, más austera en el consumo de recursos y más eficiente. Como resultado de la evolución a una red de nivel 2, desaparece el sistema operativo según se concibe hoy en día, que se sustituye por un supervisor o "microkernel" en cada uno de los dispositivos que se conectan a la red.

Una consecuencia importantísima del modelo UETS es que abre la posibilidad de la convergencia de las redes eléctricas y de telecomunicaciones. Ambas son redes de energía, en un caso energía eléctrica y en el otro de información, con infraestructuras independientes que hay que construir y mantener. Cuando vamos por la carretera y vemos los postes de madera de las redes de telecomunicaciones y los postes de hierro de las redes eléctricas, no se puede menos que pensar en utilizar las mismas infraestructuras, no solo para la red de transporte y transmisión, sino también para llegar con estos servicios integrados a las casas.

Lo que aquí se propone tiene un enorme sentido y es verdaderamente revolucionario, llevar los cables de la fuerza eléctrica junto a las fibras ópticas de datos y conectar ambos, cobre y fibra, al contador de la luz, que sería también el dispositivo de acceso a las telecomunicaciones. Una sola infraestructura que hace posible integrar la energía con la información, como requiere el modelo de la "Red Inteligente" que propone Xavier García. Esto es algo que no se le ha ocurrido hasta ahora a nadie, porque todo el mundo piensa que es IP el futuro, y con IP esto no se puede hacer, pues es necesaria una red de nivel 2.

Pero no es posible llevar de la noche a la mañana la fibra óptica a los hogares, por lo que habrá un periodo transitorio en el que se pueden utilizar los pares telefónicos según la norma 802.3ah, los cables coaxiales de las compañías de televisión por cable o las redes WiMAX, todos ellos con Ethernet para poder construir inmediatamente este modelo y poder migrar de forma gradual a una red realmente integrada.

Si queremos conseguir un futuro sostenible, nos tenemos que fijar en primer lugar en los principales consumidores de energía, que son las centrales eléctricas y los automóviles. Nuestro

objetivo, por lo tanto, va a ser la adaptación de la demanda a la oferta de energía eléctrica para poder utilizar las energías renovables, y por otra parte mover la información y no las personas para minimizar el consumo debido al transporte. El modelo actual se basa en los conceptos de los sistemas de generación convencionales, con una red eléctrica desequilibrada, en la que las centrales generan la electricidad que consumen los usuarios, y una red de telecomunicaciones basada en IP, también desequilibrada, en la que los servidores "generan" la información que "consumen" los clientes.

El nuevo modelo que se aquí se propone se basa en un enfoque integrado de las redes eléctrica y de telecomunicación, en el que los usuarios podrán ser productores o consumidores de energía e información, teniendo sus propios sistemas de generación basados en energías renovables, adaptando la demanda a la oferta gracias a la red integrada, clave para el aprovechamiento de estos recursos. Esta es la "Red Inteligente", una red convergente eléctrica y de telecomunicaciones, verdaderamente integrada, enormemente eficiente, con velocidades en la conexión de los usuarios finales que pueden llegar con el actual sistema EPON a 1 y 10 Gigabits por segundo. Estamos hablando de velocidades, que nada tienen que ver con las actuales redes ADSL, que van a permitir mover la información a través de la red, y no las personas en aviones o coches, ni la información (programas, música, películas) en soportes físicos digitales.

Jornada Europea

Ahorro energético y Telecomunicaciones Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Salón de actos de la sede central del Ministerio de Medio Ambiente - Madrid, 17 de octubre de 2006

UETS/ EFR: La Red Inteligente.

Aplicación de la convergencia y el "ordenador en red" y sus ventajas tecnológicas y medioambientales.

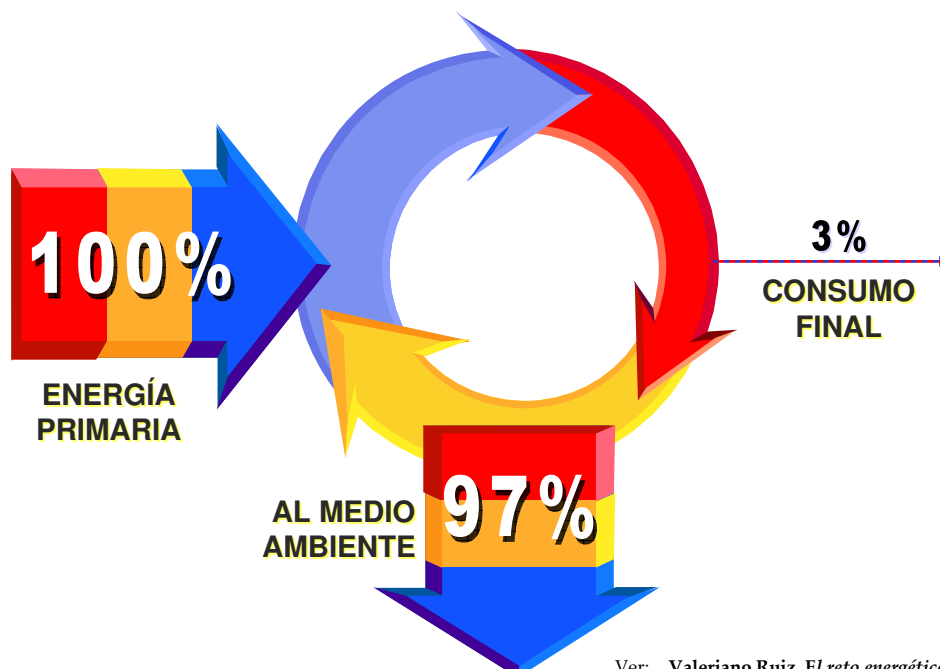
Dr. José Morales Barroso - jmb@ieee.org
L&M Data Communications



<http://www.LMdata.es/uets.htm>

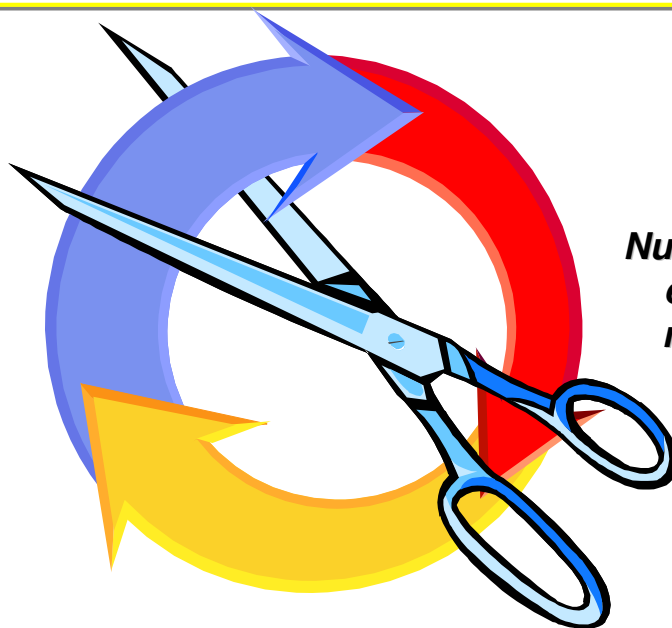
¿Cómo usamos los recursos?

Figura a escala



Ver: Valeriano Ruiz, *El reto energético*, pg. 17 y 18

La única solución



**Nuestro problema
es el modelo,
no la energía.**

“No se puede plantear un futuro sostenible sin modificar el sistema energético.”

Energía e Información

“Así pues, para crear, mantener y transmitir la información hay que consumir energía y, además, ésta se degrada.”

“El ahorro de energía y la eficiencia en el consumo final es mucho más eficaz que en cualquier otra parte del sistema.”

“Sería estupendo que hubiera un buen programa de gestión de los consumos con el objetivo de disminuirlos y también distribuirlos en el tiempo de forma inteligente.”

“El fuerte aumento de la movilidad es la causa principal del aumento del consumo de energía y de la correspondiente contaminación ambiental de origen humano.”

“El sistema energético del futuro será más distribuido, descentralizado eficiente, limpio, solidario y próximo al consumo.”

Valeriano Ruiz, *El reto energético*

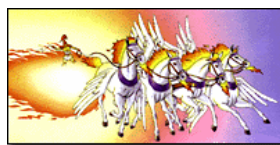
Ethernet: un modelo de referencia

- El sistema de red local más antiguo (1973) y más simple
 - Totalmente igualitario: todos tienen los mismos derechos,
no existe ningún control centralizado
 - Orden basado en un estricto respeto a los demás:
si el medio está ocupado, se espera a que quede libre,
si hay una “colisión”, las estaciones la resuelven
 - Quien no respeta las reglas queda desconectado de la red
-

Ethernet: la red del éter

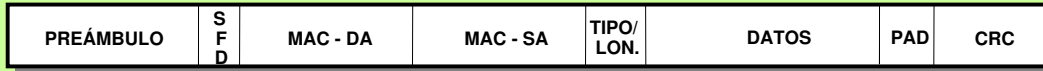
(Del lat. aether, y este del gr. αιθηρ)

Fluido sutil, invisible, imponderable y elástico que,
según cierta hipótesis, llena todo el espacio,
y por su movimiento vibratorio transmite la luz,
el calor y otras formas de energía.



¿Qué es Ethernet?

UN SOLO ESTÁNDAR, CON UNAS 3.000 PÁGINAS



UN ÚNICO FORMATO DE TRAMA



FIBRA
ÓPTICA



COBRE
DATOS



PARES
TELÉFONO



POWER
LINE



INALÁMBRICOS

MÚLTIPLES MEDIOS FÍSICOS

¿Qué es UETS/EFR?

- El conjunto de características de UETS, que son la base de la invención, lo diferencian radicalmente de todos los sistemas empleados hasta ahora.

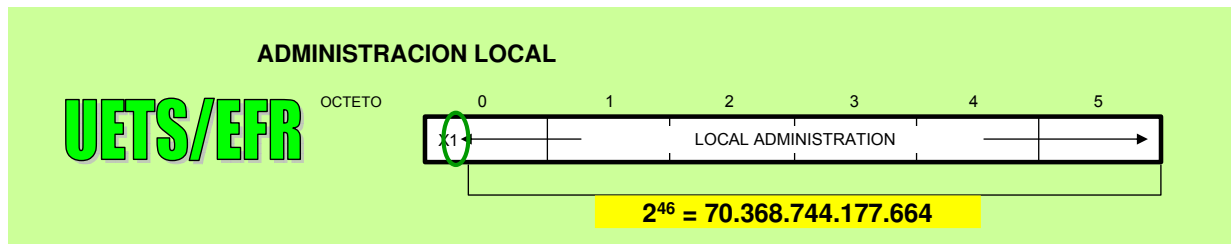
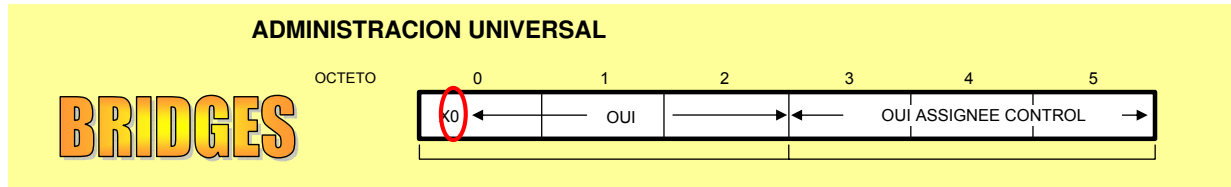
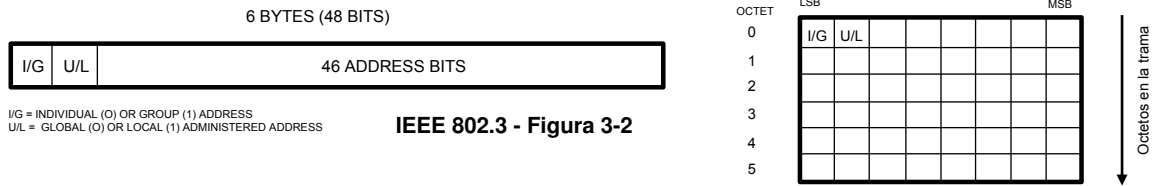
– Los nodos de red (CUEs) utilizan para direccionamiento y encaminamiento tramas **MAC con direcciones locales** (bit U/L = 1), que identifican directamente la dirección física, haciendo innecesaria su resolución. Las comunicaciones son "multipunto a multipunto", escalando hasta más de 70 billones (10^{12}) de direcciones por dominio.

– El Terminal Universal Ethernet (TUE), dentro del dominio Ethernet de UETS, utiliza el protocolo IEEE 802.2/LLC, ofreciendo así los **servicios de red en el nivel de enlace**, en lugar del nivel de transporte empleado en la arquitectura TCP/IP clásica, y realiza el control de flujo y congestión de red en colaboración con los nodos de red CUEs.

– El Terminador de Red Universal Ethernet (TRUE) facilita el acceso a la red y recibe **alimentación de potencia desde la central** en las conexiones a través de pares para garantizar el servicio de llamada de emergencia.

– El sistema en su conjunto está diseñado para que sea posible soportar, de manera sencilla, el **control de potencia para ahorro de energía** en todos sus elementos.

Las claves de UETS (1): MAC administrada localmente



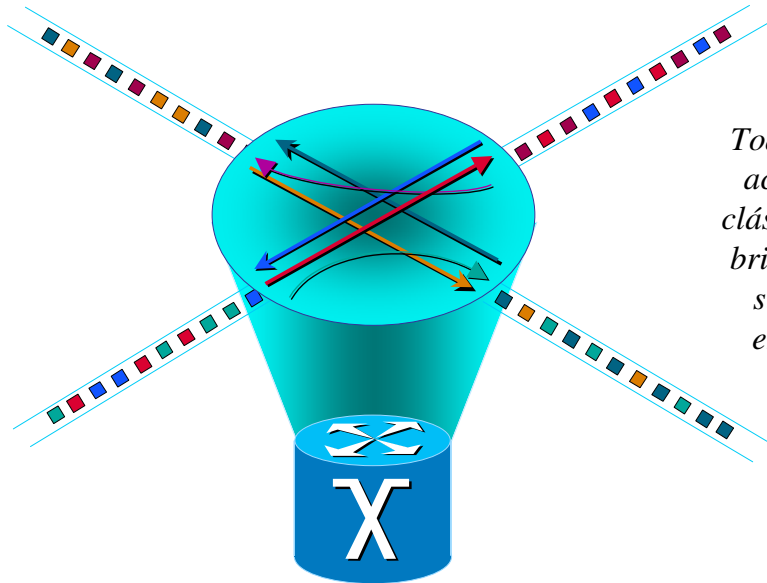
Límites del IP

- Consume gran cantidad de energía
- No escala ni permite ingeniería de tráfico
- La seguridad es extraordinariamente costosa

«En países pobres, el problema número uno para el acceso a Internet es el consumo de energía de IP.»

Eric Fries, conferencia 5/07/2006

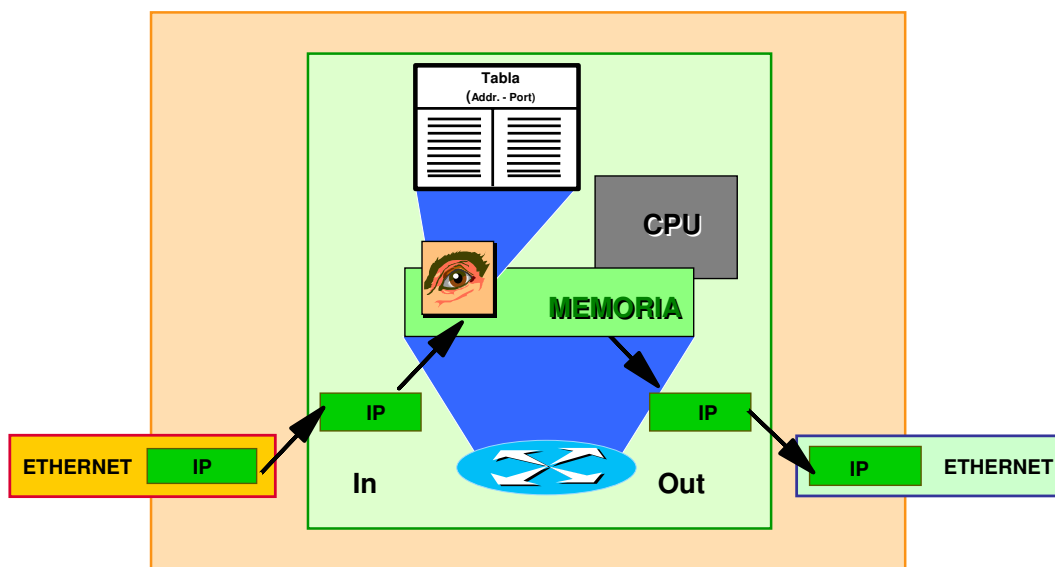
Los nodos de red



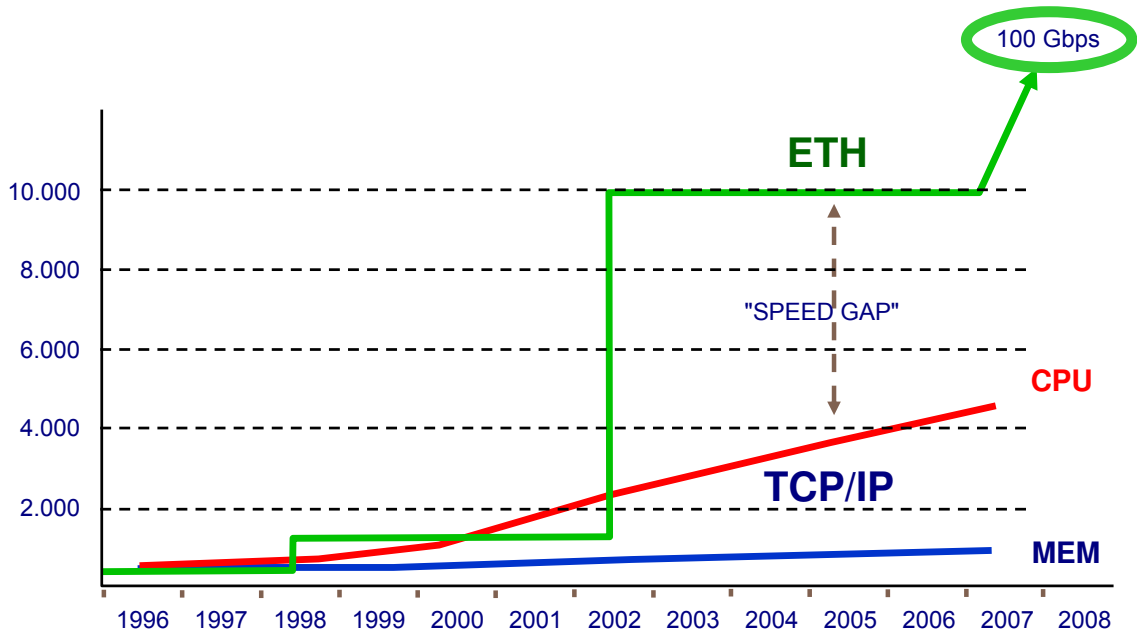
Todas las soluciones y propuestas actuales utilizan la arquitectura clásica con dispositivos basados en bridges IEEE 802.1 o routers IP y sus correspondientes tablas de encaminamiento, con servicios basados en VLANs.

IP: routing

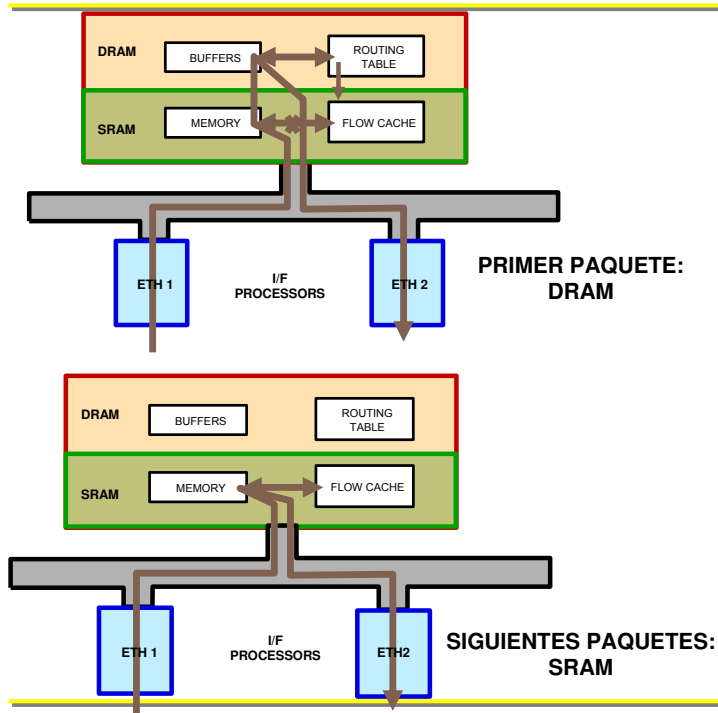
Las prestaciones son función del mecanismo de encaminamiento del nivel 3 (software)



“Speed gap”



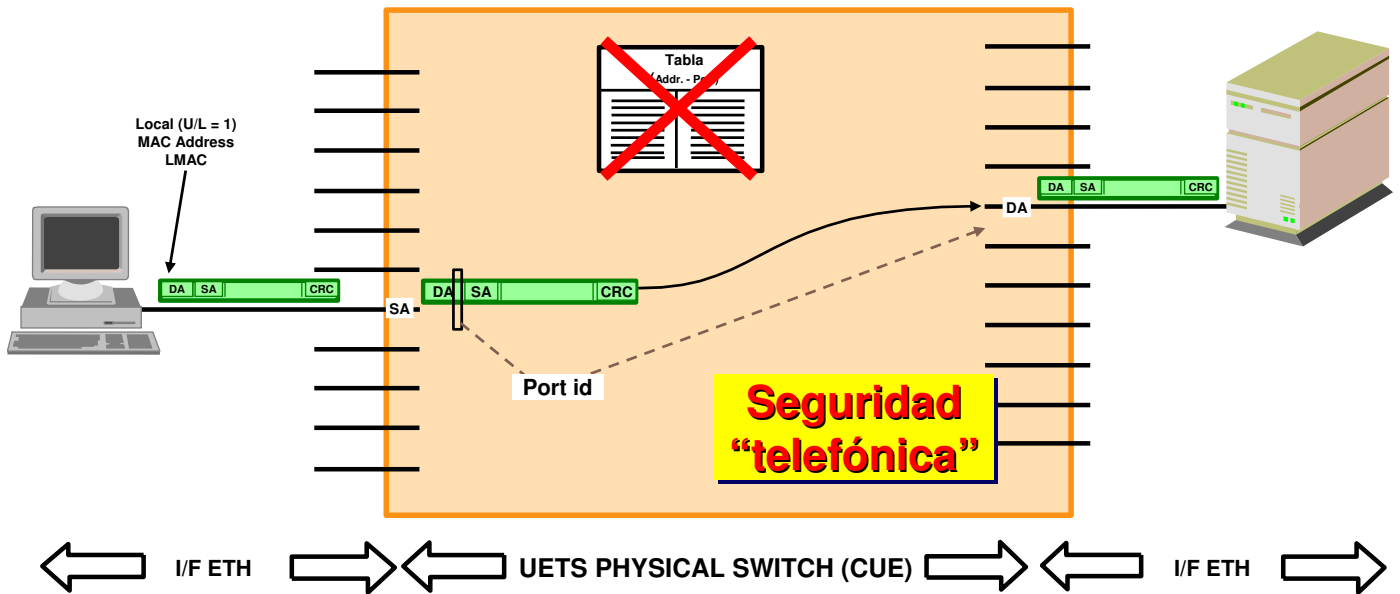
La Red adelanta a la CPU: año 2000



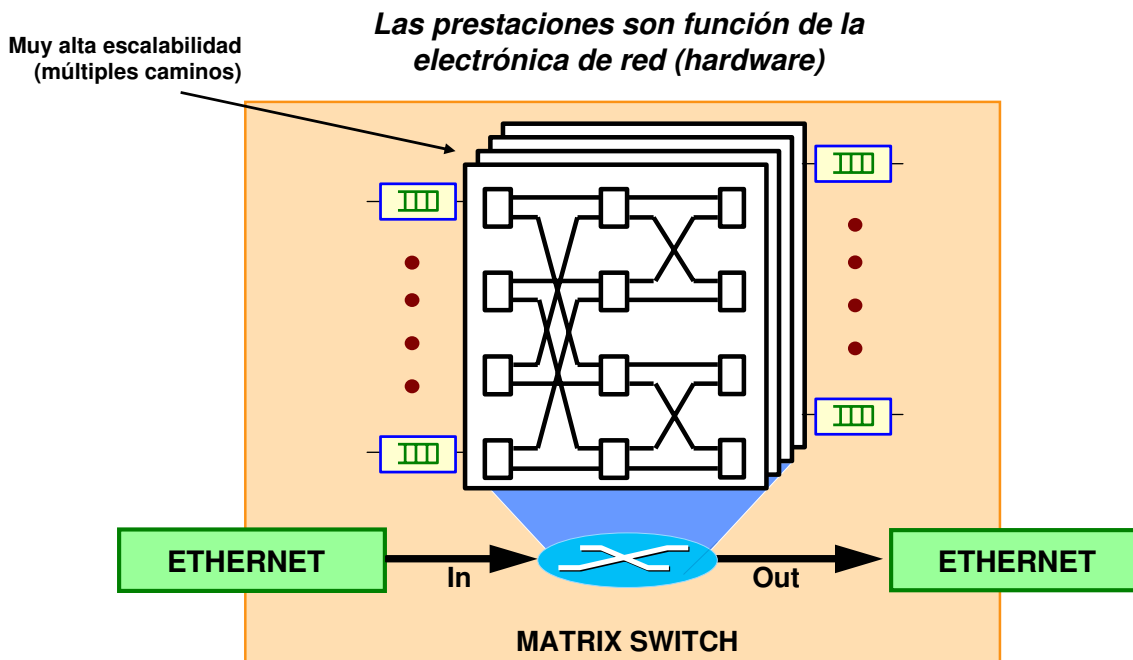
IP no escala y aparecen nuevas técnicas para aumento de prestaciones: Flujos, GRE, MPLS

*A velocidad de **memoria***

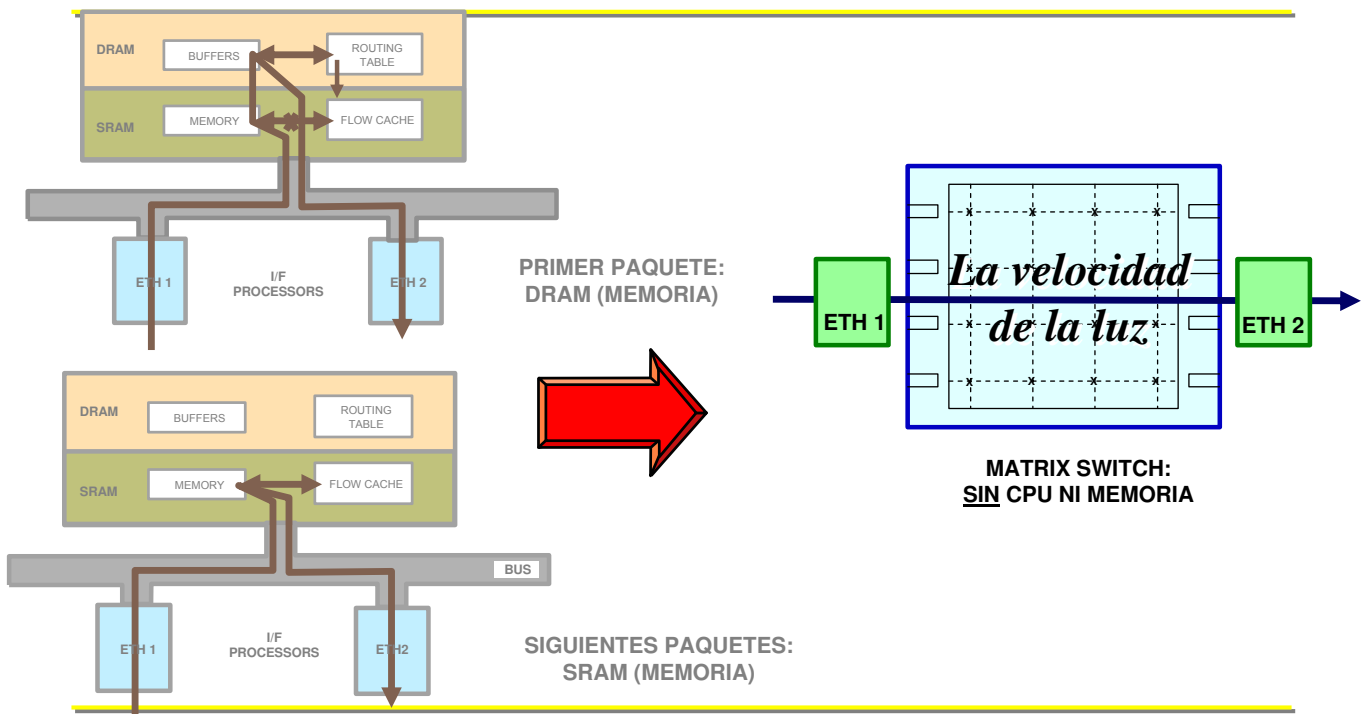
CUE: El conmutador UETS/EFR



UETS/EFR: conmutación



Se rompe la "Barrera de la Luz": UETS/EFR - 2004



17 de octubre de 2006

Jornada Europea "Ahorro energético y Telecomunicaciones"

19

Consumo de energía

•IP Router (Carrier Routing System)

–6-Slot Single-Shelf System

- Maximum DC = **13.6 kW**
@ 46,405 BTU/hr

- 1657 lbs (751 kg) maximum weight

Velocidad: 16 x 40 = 640 Gbps

Consumo: < **13.600 W**

Peso: < **750 kg**

Factor de mérito: $13.600 / 640 =$
21,25 W/Gbps

•UETS Banyan Crosspoint Switch

–M21151 144x144 3.2 Gbps

- The device consumes **12 W** (typical) with all channels operational. Dynamically scalable switch settings further reduce power consumption.

–Interfaces GE / 10 GE <> 500 W

Velocidad: 144 x 3,2 = 460 Gbps

Consumo: < **12 W + 500 W**

Peso: < **10 kg**

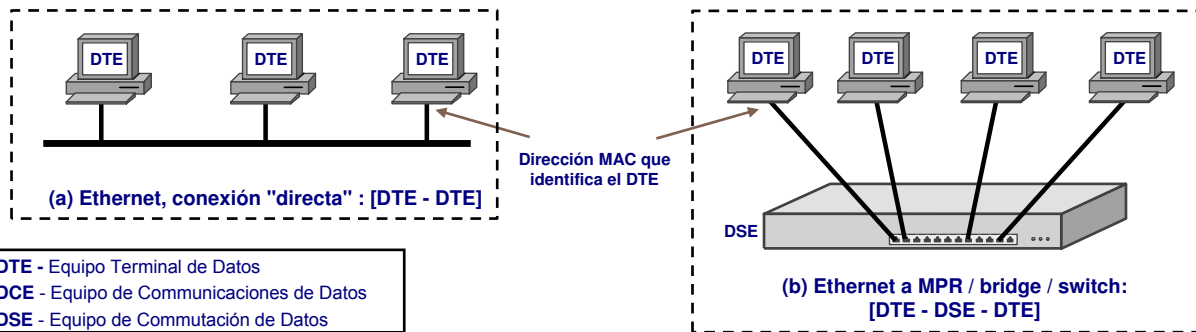
–Factor de mérito: $512 / 460 =$
1,1 W/Gbps

17 de octubre de 2006

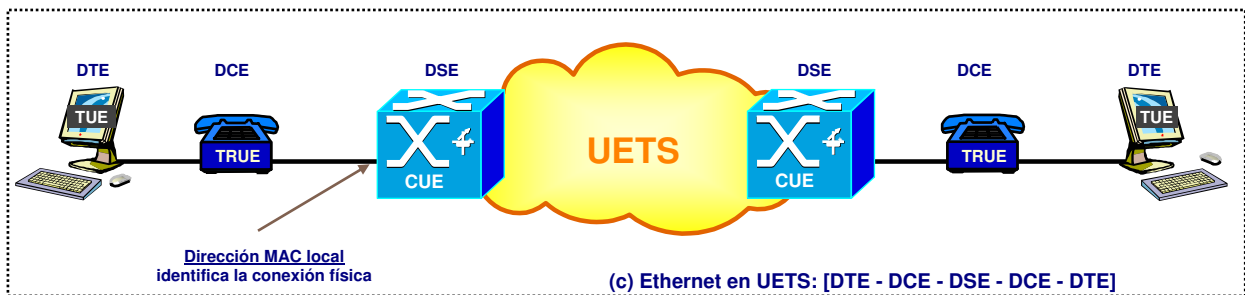
Jornada Europea "Ahorro energético y Telecomunicaciones"

20

Un verdadero Servicio de Telecomunicaciones



DTE - Equipo Terminal de Datos
DCE - Equipo de Comunicaciones de Datos
DSE - Equipo de Commutación de Datos



En el siglo XIX se diseñaba para no despilfarrar energía

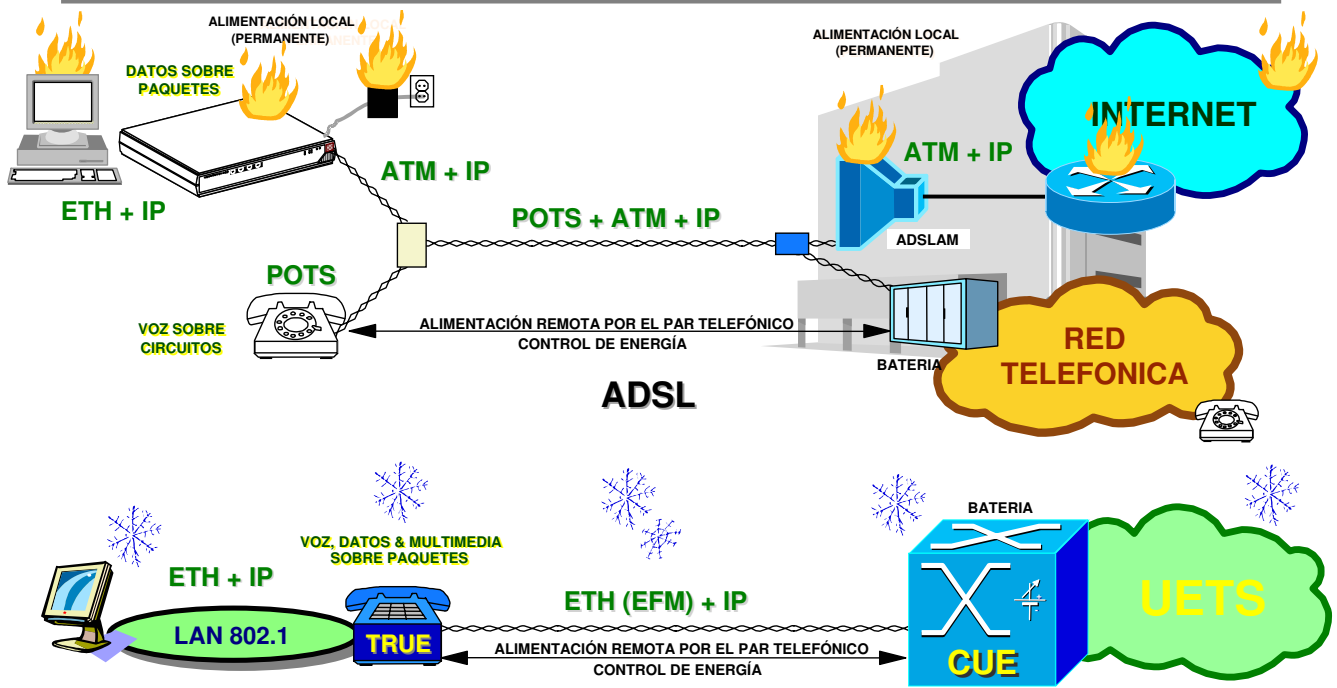
- El telégrafo sólo consumía energía al transmitir información



- El teléfono no consume energía cuando está colgado



Las redes del siglo XX consumen de manera continua



17 de octubre de 2006

Jornada Europea "Ahorro energético y Telecomunicaciones"

23

Cálculo de ahorro

• Datos, en todo el mundo:

- Número de teléfonos fijos: 1.250 MILLONES
- Conexión de Banda Ancha: \approx 30 VATIOS
- Utilización media de la Banda Ancha: $<$ 5%

• Ahorro potencial del control de energía:

- $1.250 \text{ M} \times 30 \times 0,95 \times 24 \times 365 = 312 \text{ TWh}$

• En España 9 reactores producen \approx 60 TWh al año

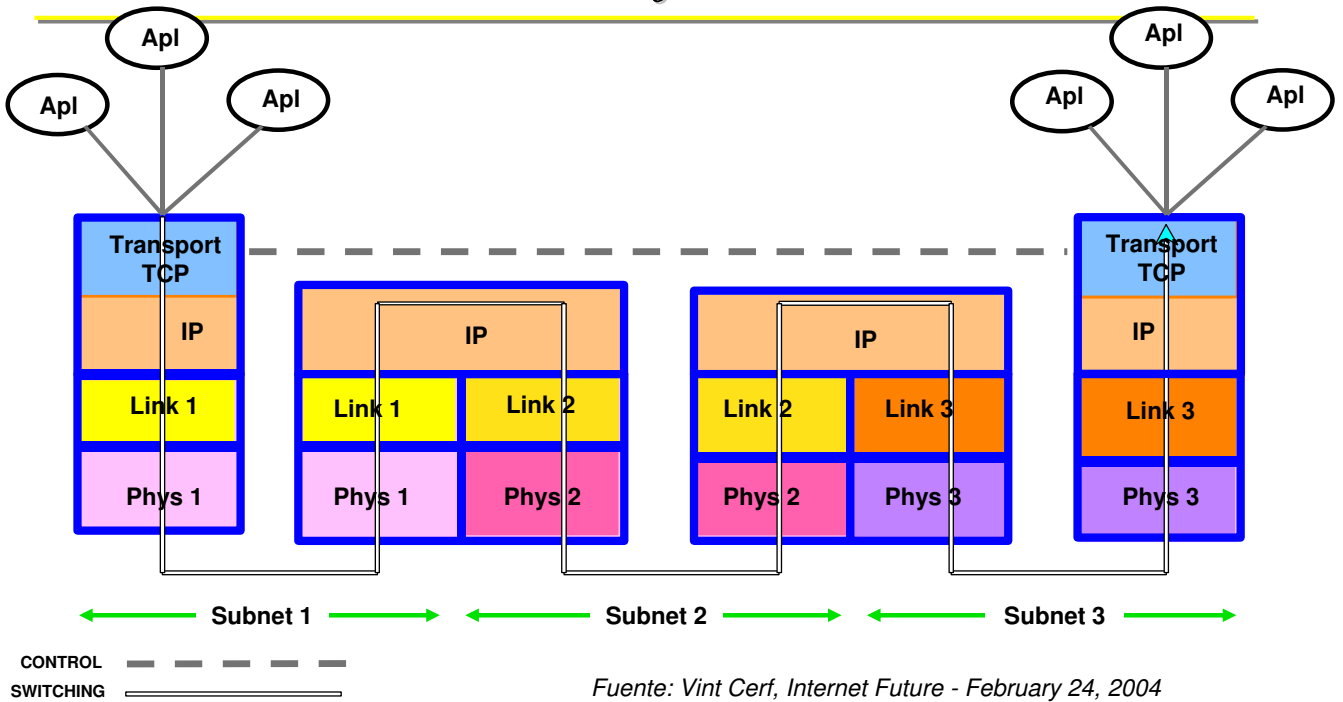
- $312 \times 9 / 60 \approx$ **47 REACTORES NUCLEARES**

17 de octubre de 2006

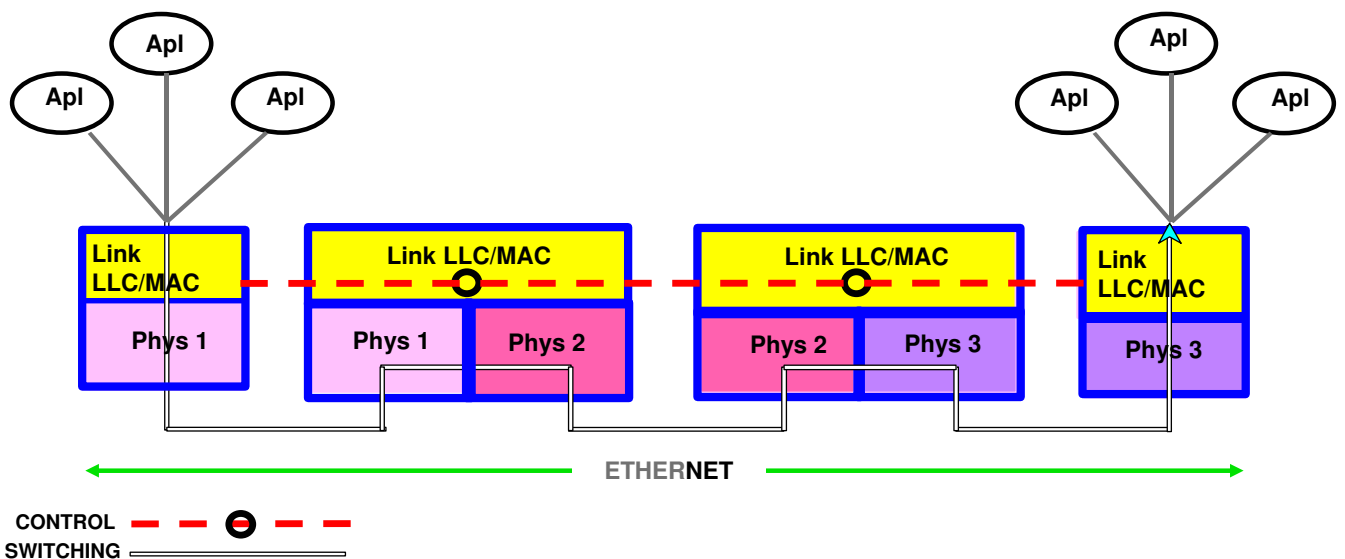
Jornada Europea "Ahorro energético y Telecomunicaciones"

24

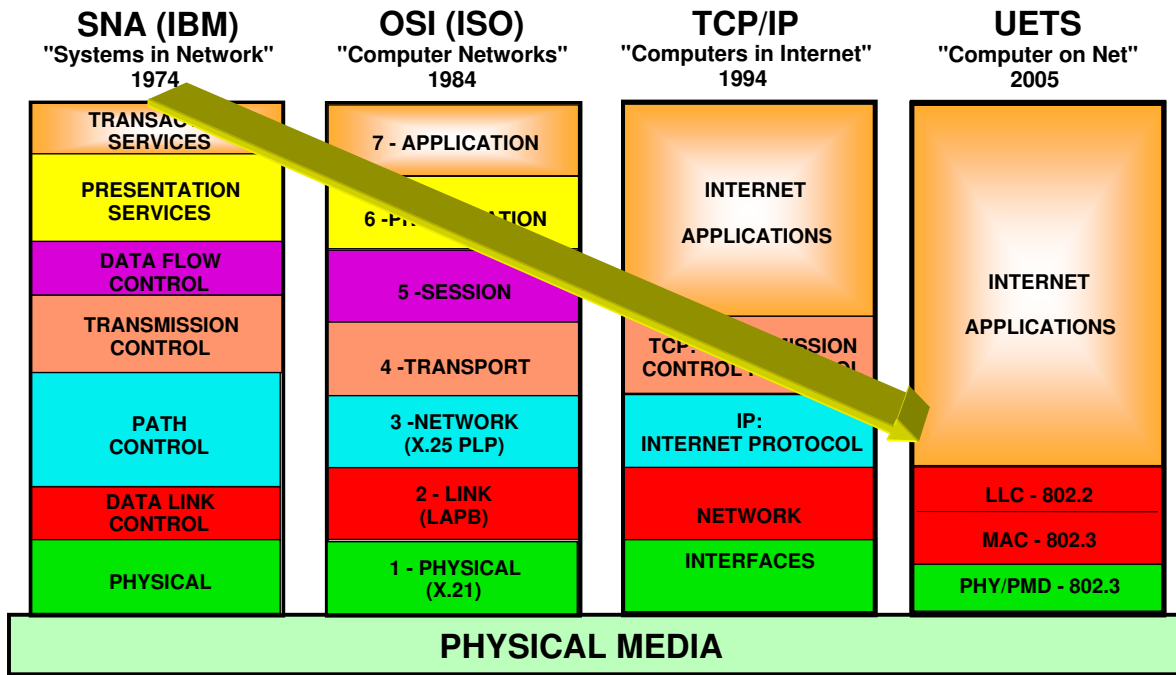
IP: the "Thin Waist" of the Earth's Internet



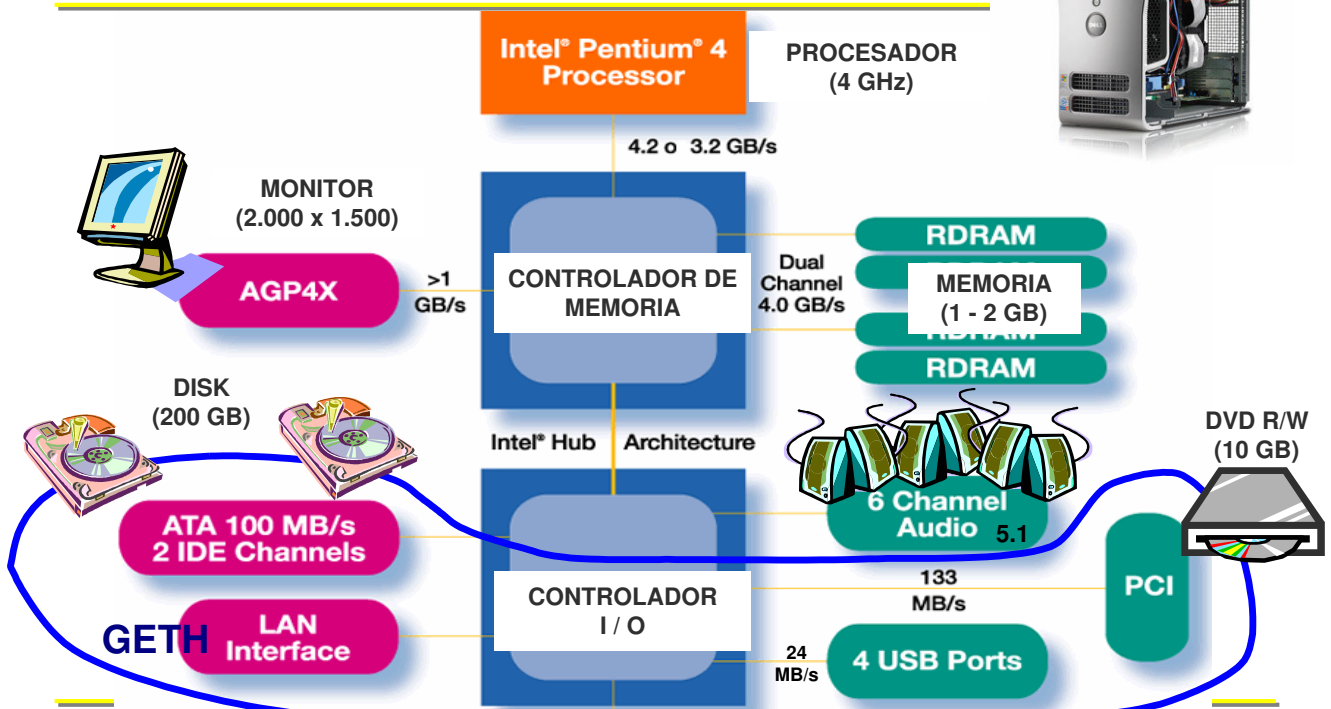
UETS: the "Thinnest Waist" of the Earth's Internet



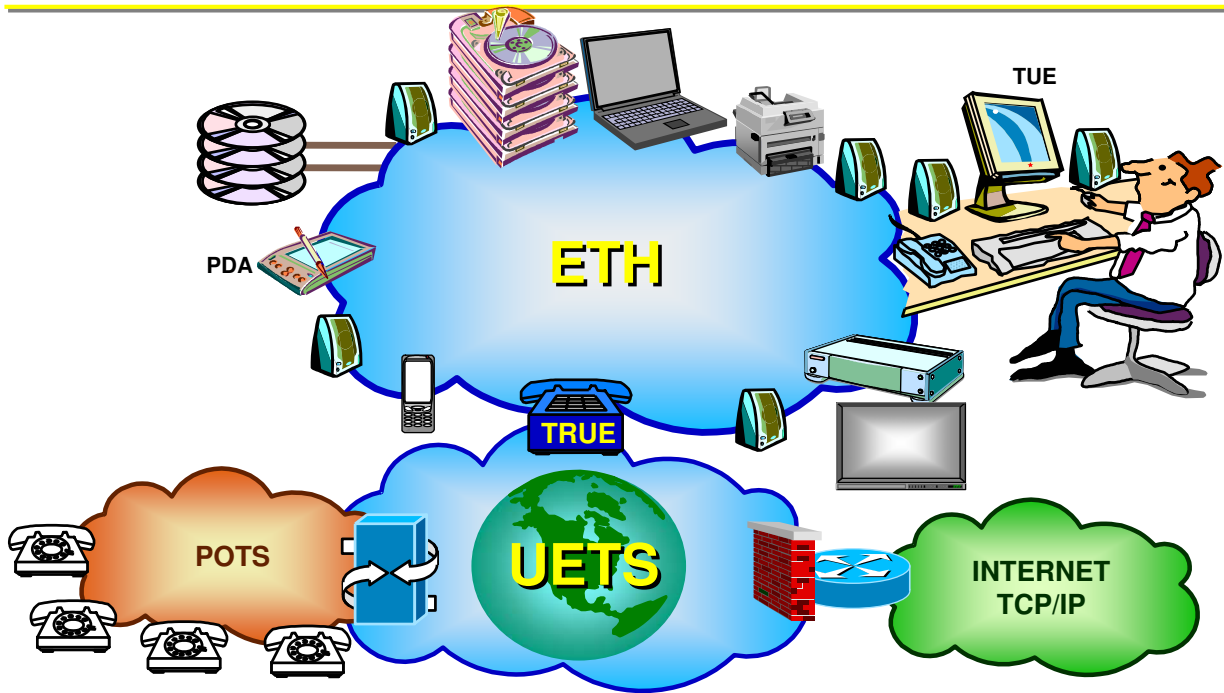
Las claves de UETS (2): la red de nivel 2



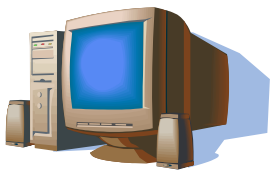
Ordenador Actual



UETS/EFR: el "Ordenador en Red"

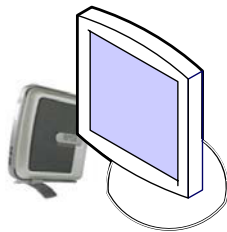


Evolución de los Ordenadores



PC
Ordenador

S.O. en PC
Proceso local
TCP/IP



Thin Client
Terminal

S.O. en servidor
Proceso local
TCP/IP



Ordenador en Red
Periféricos

Supervisor / Microkernel
Proceso distribuido
Ethernet

Convergencia de las Redes Eléctrica y de Telecomunicaciones



Las telecomunicaciones deben ser una “utility”, igual que la luz el agua o el gas

La convergencia de las infraestructuras tiene grandes ventajas de todo tipo

Permite un sistema energético distribuido y controlado

Para que esto sea posible, la red debe ser de nivel 2

El proceso de convergencia ya se ha iniciado



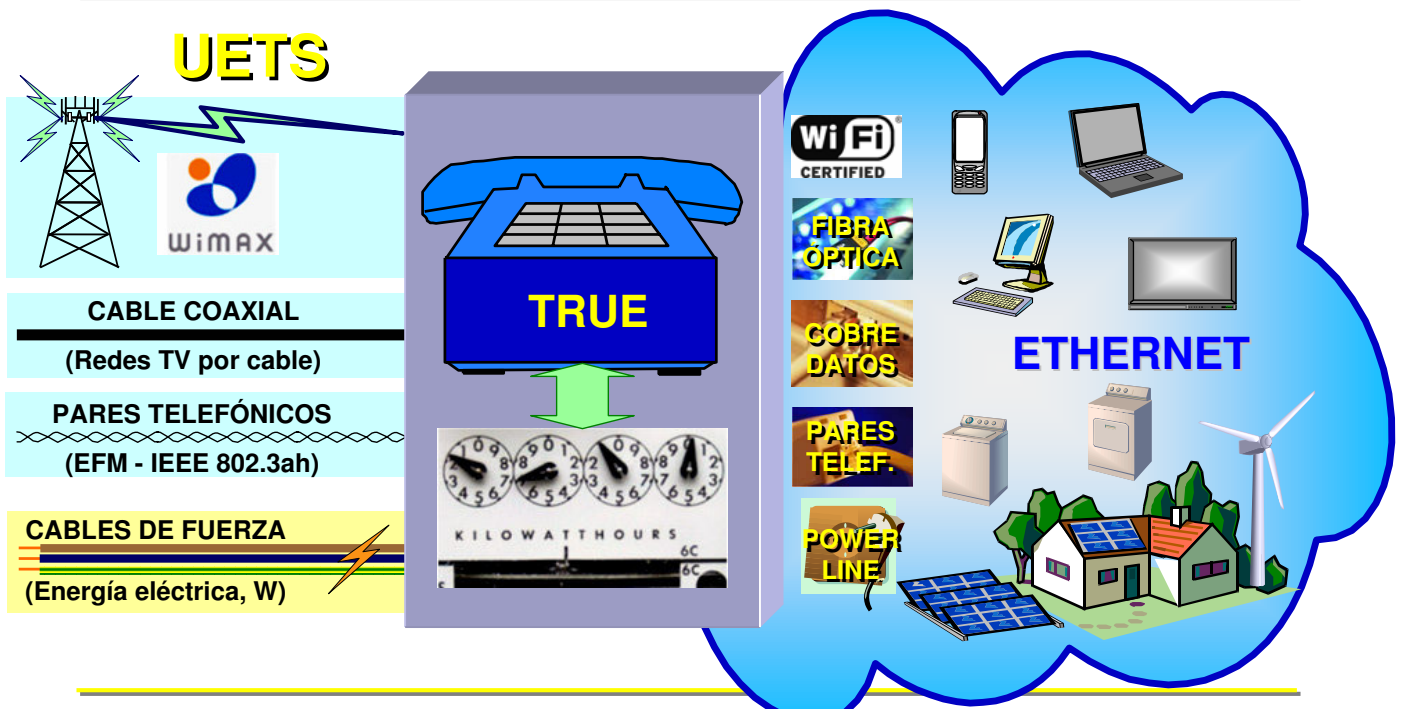
← *Energía eléctrica (cables de cobre)*

← *Energía de la información (fibra óptica)*

Contador de la luz con acceso de Telecomunicaciones



Periodo transitorio hasta la convergencia con la fibra



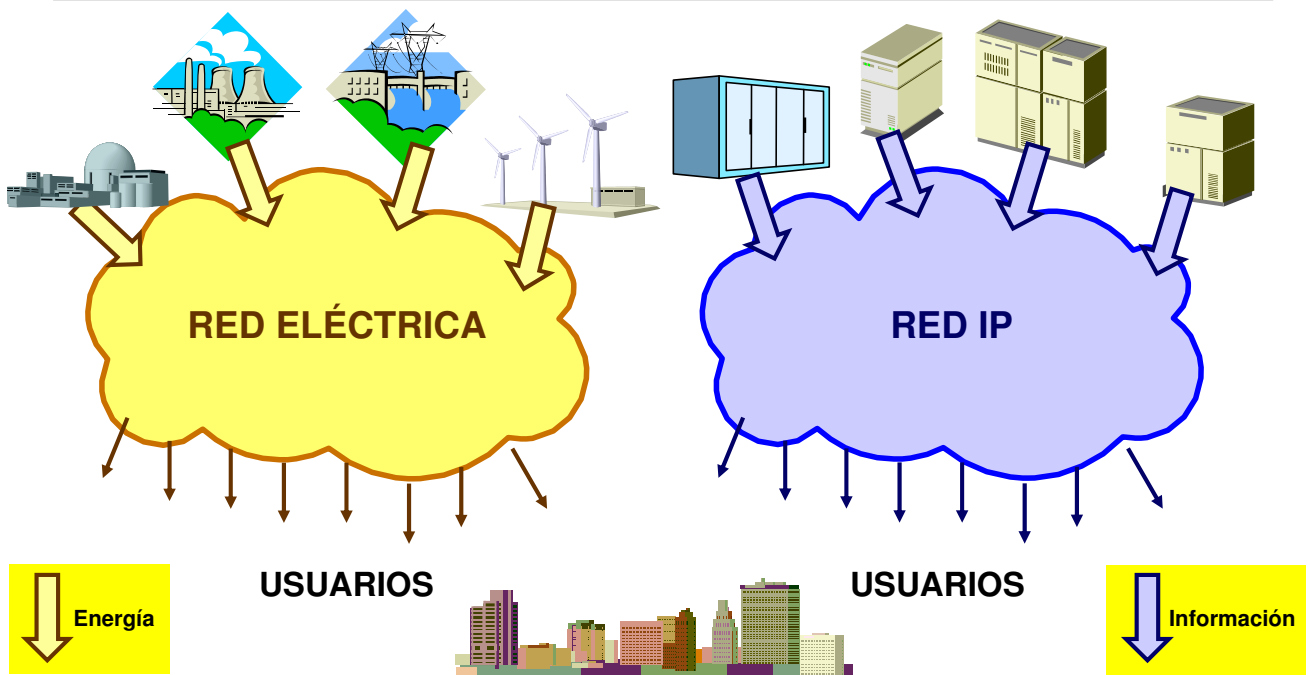
¿Dónde actuar?

Las centrales eléctricas y los automóviles son los principales consumidores de energía y generadores de contaminación.



Adaptación demanda/oferta para uso de energías renovables.
Mover la información y no las personas.

El modelo actual



Modelo distribuido: adaptación demanda/oferta



17 de octubre de 2006

Jornada Europea "Ahorro energético y Telecomunicaciones"

37

Mover la información



17 de octubre de 2006

Jornada Europea "Ahorro energético y Telecomunicaciones"

38

UETS EFR hereda:

- **La idea original, “espíritu” y funcionalidad de Ethernet e Internet**
- **El ahorro de energía y la seguridad de la red telefónica clásica**
- **Las prestaciones y la ingeniería de tráfico de ATM**

***“De la Sociedad del Consumo y la Automoción
a la Sociedad del Conocimiento y la Información”***

`http://www.LMdata.es/uets.htm`



Jornada Europea

Ahorro energético y Telecomunicaciones Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Salón de actos de la sede central del Ministerio de Medio Ambiente - Madrid, 17 de octubre de 2006

“Ordenador en Red, ventajas tecnológicas y medioambientales”

Joaquín Herrero, 



- ¿Qué es el “ordenador en red” ?



- Ventajas medioambientales



- Ahorro energético

Definición

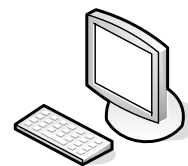
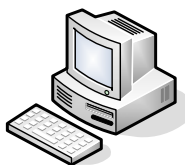
El **“Ordenador en Red”** se basa en una red de nivel 2 de muy altas prestaciones que, manteniendo la idea original y el **“espíritu”** de Ethernet e Internet, extiende el sistema de multiprocesadores débilmente acoplados a escala global:

“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”

George Gilder

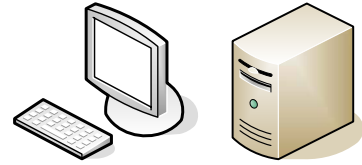
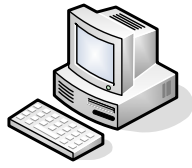
En la actualidad, el modelo computacional que más se aproxima al concepto de Ordenador en Red es el Terminal en Red **“Thin Client”** (Cliente Ligero)

PC vs “Thin Client”



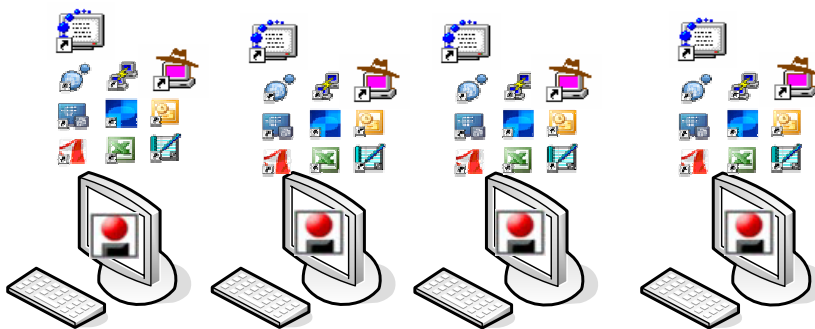
- Cada vez con más recursos
- Tiene instaladas aplicaciones
- No requiere de acceso remoto
- Dispositivo simple y barato
- No ejecuta aplicaciones
- Se conecta a un servidor de sesiones

PC vs “Thin Client”



- Deben ampliarse/cambiarse para ofrecer nuevos servicios
- Desaprovechamiento de recursos computacionales
- Se amplían servidores, no puestos cliente
- Compartición y aprovechamiento óptimo de recursos computacionales

Modelo “terminal en red”



- Las aplicaciones se instalan y mantienen **SOLO** en el servidor
- Los usuarios comparten los recursos del servidor

Modelos de Thin Clients



- Thin Client con sistema operativo XP para uso autónomo o mediante conexión a servidor (10 W)



- Thin Client de bajo consumo (5 W)



- Thin Client compacto, del tamaño de un enchufe de pared. Se alimenta por Ethernet (PoE)



- ¿Qué es el "ordenador en red"?

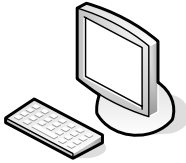


- Ventajas medioambientales



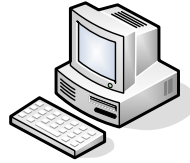
- Ahorro energético

Consumos



10 W

Thin Client + Servidor
16 W por usuario!!!



150 W

PC + Servidor
156 W por usuario



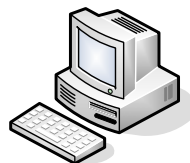
300 W

Servicio para 50 usuarios:
6 W por usuario

Renovación



Cada **6** años



Cada **4** años



Cada **4** años

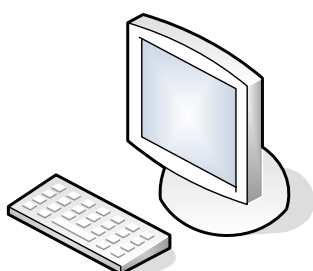
1 servidor por
cada 50 PCs

Renovación

- Los ordenadores y monitores suponen en EE.UU. solamente en 2003, el último año para el que la EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente) de los EE.UU. tiene datos completos, casi **3 millones de toneladas** de los 236 de basura electrónica.
- La fabricación de un ordenador personal, que pesa entre 7'5 y 12 kg, consume entre 8 y 14 toneladas de recursos no renovables. Es decir, un factor de más de mil.
- La basura acumulada desde la fabricación, sólo para ordenadores y monitores en EE.UU., supone **3.000 millones de toneladas al año**.



Thin Client



- Menos consumo $\approx 10\text{ W}$
- Menos ruido
No hay elementos mecánicos (ventiladores, discos,...)
- Menos calor
No hay dispositivos móviles, no requiere refrigeración
- Menos basura tecnológica
Renovación y potenciación de contenido digital



- ¿Qué es el “ordenador en red”?

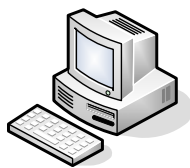


- Ventajas medioambientales



- Ahorro energético

Año 2005



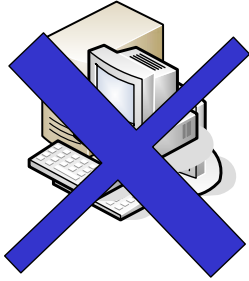
- Administración pública 342.467 PCs **150 GW.h***
- Total en España 3.982.174 PCs **1.745 GW.h***



- Administración pública 342.467 TCs **16 GW.h***
- Total en España 3.982.174 TCs **186 GW.h***

(*) Funcionando 8h al día

Ahorro energético



- Administración pública **134 GW.h***
- Total en España **1.559 GW.h***

(*) Funcionando 8h al día

Previsiones

- En el año 2010 España duplicará el número de PCs
- Debido al abaratamiento de las comunicaciones, el tiempo de funcionamiento se acercará a las 24h al día
- El consumo energético estimado será de

10.465 GW.h

Consecuencias



Si en el año 2005 se hubieran sustituido todos los PCs por TCs, el ahorro energético hubiera permitido

Pagar la factura eléctrica mensual de la ciudad de Madrid

Consecuencias



- En la actualidad hay 9 reactores nucleares en España
- La producción eléctrica nuclear en el año 2005 fue de **57.500 GW.h**

Si en el año 2010 se sustituyeran todos los PCs por Ordenadores en Red, el ahorro energético permitiría

apagar 1 de los reactores

Consecuencias

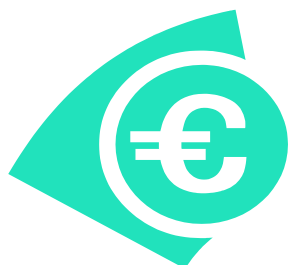


Si la Administración pública hubiera sustituido en 2005 todos los PCs por Thin Clients...

...se hubieran reducido las emisiones de CO₂ arrojadas por las centrales térmicas españolas en

135.000 Toneladas

Consecuencias



Si la Administración pública hubiera sustituido en 2005 todos los PCs por Thin Clients...

...el ahorro energético producido, se cifraría en más de

33 millones de Euros



Demostración de "Thin Clients" vs PC.





PC convencional, 113 W sin actividad,
160 W con procesos activos.



Las energías renovables como opción de futuro indispensable para un desarrollo a largo plazo: necesidades de adaptación demanda/oferta.

Dr. Xavier García Casals. Aiguasol Ingeniería.

Buenos días, voy a resumir la primera parte de un proyecto que, hace ahora un par de años, encargó Greenpeace al Instituto de Investigaciones Tecnológicas y la Universidad Pontificia de Comillas, y que en su primera parte iba a buscar básicamente una evaluación de cuáles son las condiciones de contorno a las que nos permitirían llegar las tecnologías renovables si quisiéramos basar en ellas el desarrollo. Aunque vamos a dar unas cifras muy grandes del potencial de las renovables, el mensaje no es "podemos seguir consumiendo como hasta ahora, porque las renovables lo cubren", sino "hay bastantes renovables, pero es necesario un cambio de enfoque". Esto coincide completamente con la ponencia de Manuel Toharia en cuanto a la prioridad de las actuaciones: el ahorro y la eficiencia energética tienen que ir por delante. No hay que pensárselo más, tenemos que empezar a andar por ese camino, pero, desde luego, hay que ir en paralelo con una reducción de la demanda de energía y una convergencia con el resto del mundo.

Urgencia de un nuevo modelo

Es muy urgente cambiar el paradigma del modelo energético actual para no superar los límites de la sostenibilidad. Mi punto de partida serían las condiciones de contorno que nos impone nuestro medio a la hora de implementar un proceso de desarrollo, no necesariamente de crecimiento, sino un desarrollo mantenido, donde podamos estar viviendo de forma prolongada.

El primer punto que surge ahora con fuerza es esa necesidad urgente, ya constatada, de limitar la probabilidad de superar un calentamiento que ya tiene un valor determinado, dos grados centígrados, con el único fin de evitar impactos grandes, irreversibles después, sobre el ecosistema terrestre. Ya no hay más dudas, es, simplemente, que a partir de entonces no sabemos si seremos capaces de reencauzar el proceso. Esa cuota de los dos grados centígrados, que no se deberían superar, implica estabilizar las concentraciones de dióxido de carbono en valores muy bajos en comparación a la tendencia que llevamos.

Esa estabilización, cuando estamos en el entorno del sistema Tierra, con las grandes inercias que tiene, y cuando estamos hablando del sector energético, también con unas inercias de cambio grandes y con unas limitaciones en cuanto a recursos importantes, supone un

incremento exponencial de la dificultad de realizar el cambio cuanto más lo retrasemos. Forzosamente nos lleva a tener que anular las emisiones en un plazo exageradamente corto. Estamos hablando de haber reducido prácticamente del todo las emisiones de dióxido de carbono de gases de efecto invernadero equivalentes en el 2050. Esto significa un cambio tecnológico al que nunca se ha enfrentado la especie humana, que no es un problema trivial, y probablemente como no se aplique alguna otra ayuda, como es la introducción de redes inteligentes que puedan gestionar esto de forma más eficiente, difícilmente podamos llegar a cumplir este plazo de tiempo tan corto.

Metodología empleada

En cuanto a la Metodología del estudio, en éste se han aplicado criterios conservadores, tanto en aplicación de las tecnologías como en el aumento de la demanda. Para ubicar un poco qué es lo que hicimos y hasta dónde llegamos, partimos de unos escenarios en los que nos marcamos como objetivo el 2050, un poco por ponerlo lejos, pero también porque coincidía con esa etapa donde el cambio ya tiene que estar consumado. Es una fecha significativa por ambos motivos, e hicimos unos escenarios de crecimiento de la demanda de energía y de la población. Por otra parte, vimos qué tecnologías renovables están disponibles hoy en día, aunque esas tecnologías se pueden mejorar mucho, por lo que en el futuro darán más de lo que ponemos en el informe.

La idea era poner una nota de realismo, dejando de lado el concepto de que hay seguir desarrollando las tecnologías renovables, y ver hasta dónde podríamos llegar con lo que tenemos hoy. Introdujimos restricciones ambientales, sociales, tecnológicas, de usos de suelo y vimos, con todas esas restricciones, qué es lo que cabía en el territorio con las distintas tecnologías renovables. El tema del territorio es importante, pues muchas veces está aparejado el concepto de una gran contribución renovable a tener una ocupación muy elevada del territorio. Lo que hicimos fue partir con la base de los usos actuales del territorio, excluir todos los requisitos de conservación ambiental, y ver en los que quedaban cuantas renovables nos entraban. Por ejemplo, dejamos toda la zona protegida ambientalmente, que supone el 28% del territorio peninsular, fuera del análisis. Al ser este un territorio muy rico en algunos recursos como la biomasa, ésta sale con poco potencial en el estudio.

En cuanto a las tecnologías que analizamos, son todas aquellas que veíamos ya viables y fácilmente extrapolables sin necesidad de inventarse nada en cuanto a la mejora de sus actuaciones. En todas ellas estamos seguros de que habrá mejoras muy importantes, pero consideramos simplemente las tecnologías representativas de lo que hay ahora mismo en el mercado con posibilidad de implementarse: la geotérmica de roca seca, la hidráulica, la biomasa en todas sus vertientes de residuos, cultivos forestales de rotación rápida y cultivos energéticos, exploramos las opciones de aprovechar el monte bajo con fines energéticos, buscamos el potencial de la tecnología de las olas, la eólica marina y terrestre, las chimeneas solares, la fotovoltaica, integrada o en centrales, y la solar térmica.

Demanda esperada en 2050

El primer punto para hacer una proyección era determinar la demanda esperada en 2050. El informe no pretende adivinar cuánto vamos a requerir de energía en el 2050, de hecho

esperamos que sea mucho menos de lo estimado, pero simplemente hicimos una extrapolación como referencia, para luego ubicar los valores que vamos a mostrar del potencial de las renovables. Cogimos escenarios tendenciales: para la población el del INE y para la demanda energética los escenarios de la Unión Europea, que sólo llegaban como mucho hasta el 2030, por lo que los proyectamos de forma tendencial al 2050.

En la práctica, deberíamos restringir drásticamente nuestras necesidades de consumo de energía, por lo que esas curvas deberían reducirse mucho al llegar al 2050. Los 28 kilovatios hora estimados por habitante y día de energía en forma de electricidad es una cantidad muy elevada, incluso con las referencias de los países de nuestro entorno en la Unión Europea. Aunque el objetivo es reducir ese valor, lo llevamos tendencialmente hasta ese punto tomando como referencia el 2003, que es cuando empezamos el estudio. Esto implica un incremento mantenido del 1,3% anual durante 47 años, un crecimiento que nos lleva a una demanda muy elevada, pero que nos va a servir como referencia a la hora de evaluar el potencial de las renovables.

Lo que sí que eliminamos es lo que obviamente tiene que evolucionar, como son los consumos eléctricos destinados a cubrir demandas energéticas de baja temperatura, que ya tendrían que estar totalmente eliminados en el contexto actual. Usar electricidad para calentar agua sanitaria, para calefactar e incluso para refrigerar, sin haber apurado antes al máximo las medidas de la ingeniería bioclimática de los edificios y el uso de otras renovables en origen, es algo obvio y que la legislación actual está imponiendo poco a poco. Extrayendo esos consumos de la demanda proyectada nos quedamos al final con *20 kilovatios hora por habitante y día*, que dan *280 Teravatios hora al año* como valor de referencia para el *consumo eléctrico*. En cuanto a la *energía total* que requeriríamos, de la misma forma tendencial, hablaríamos de unos *1.500 Teravatios hora anuales*, que incluyen los 280 Teravatios hora eléctricos.

Veamos ahora lo que nos pueden dar las tecnologías renovables.

Geotérmica

La geotérmica de roca seca sería la primera que analizamos, y la ventaja que tiene es que no requiere un acuífero confinado, por lo que es posible practicarla en cualquier lugar del planeta. En España no hay geotérmica desarrollada porque hay muy poco acuífero confinado con un nivel térmico adecuado, pero la geotérmica de roca seca puede generar electricidad con costes aceptables. El problema es que en España no hay ningún objetivo, ni tan sólo desarrollo, por lo que no hay mapas de conductividades ni de flujos de calor. Hicimos una primera aproximación a esos mapas para evaluar cual era el techo de esa tecnología, lo que dio como resultado que el máximo que podríamos desarrollar es de unos *2,5 Gigavatios* de potencia y *19,5 Teravatios hora anuales* de energía.

Este valor conviene compararlo en relación a lo que tenemos ahora instalado en el sistema eléctrico, unos 50 Gigavatios de potencia en régimen ordinario y otros 20 en régimen especial, es decir que 70 Gigavatios sería nuestro número de comparación. Esos 2,5 Gigavatios es una cantidad modesta, pero tiene la característica diferencial, respecto a otras renovables, de una producción continua las 24 horas del día, y ese es un aspecto importante cuando uno se plantea

que las renovables pasen a ser algo más que algo puntual en el sistema energético y cubran una cantidad importante de la demanda.

Hidroeléctrica

La Hidroeléctrica la mantuvimos con las proyecciones que hay en el plan de Fomento, unos *18,8 Gigavatios* de potencia y unos *37,6 Teravatios hora al año* de capacidad de generación. La hidroeléctrica, aunque sean cantidades pequeñas de potencia y energía en el contexto, nos aporta en el escenario de gran generación renovable la capacidad de regulación. La conclusión final es que ya está ahí esa aportación, que es importante, aparte de su papel de regular la generación.

Biomasa

La Biomasa también tiene el potencial de permitir regular, con lo cual intentamos explotar al máximo su aportación. Consideramos la utilización de los residuos y los cultivos energéticos, que están valorados; para los cultivos forestales de rotación rápida, que no estaban valorados, añadimos su valoración y luego, sobre todo, ese aprovechamiento del monte bajo que teníamos la incertidumbre de hasta dónde podríamos llegar en España.

El esquema tecnológico va buscando lo mismo que en las otras tecnologías, es decir, una central de explotación de la biomasa con inercias térmicas muy bajas y capacidad de respuesta muy rápida, porque le vamos a pedir que regule la generación y que, además, ese 60% de energía que se disipaba antes, como se nos comentaba en la presentación de Manuel Toharia, se use de forma térmica donde sea necesario. Hace falta separar en el concepto de la aplicación de la biomasa lo que es la producción del combustible y lo que es la producción energética. Con pequeños grupos de turbina de gas cogenerativos instalados cerca de la población donde hay demanda térmica y de refrigeración se hace un uso muy eficiente de esa energía y se tiene una capacidad de respuesta muy rápida. Estamos hablando de máquinas que trabajan con relaciones de compresión de 4 frente a lo que sería el gas convencional o industrial.

¿Cuánta biomasa tenemos? Si valoramos los cultivos energéticos, basándonos en un sistema de información geográfica para poder apreciar y separar los otros usos del territorio, se pueden distinguir los distintos tipos de regiones según pluviometría donde podría haber cultivo de biomasa. La biomasa de cultivos forestales estaría repartida de otra forma en la Península Ibérica, incidiendo más en el norte. La biomasa del monte bajo, una vez que se aplicaron todas las restricciones ambientales, resultó ser muy poca porque tenemos el monte bajo localizado cerca de los espacios protegidos y esos han sido excluidos del análisis. Todas estas biomásas se pueden gasificar cerca de donde se producen y distribuir las en la misma red de gas natural que tenemos ahora. A través de esa red pueden trasladarse a los centros de transformación energética, para producir electricidad, calor, refrigeración. En conjunto, con la biomasa estaríamos hablando de *19,5 Gigavatios* de potencia. Es algo relativamente modesto, pero con factores de capacidad elevados. La energía ya empieza a ser ya importante: *141,5 Teravatios hora al año*, la mitad de la demanda eléctrica proyectada en el 2050, con una ocupación del territorio, si lo desarrolláramos todo, de más del 20%, un porcentaje importante, pero que todavía es inferior a la del territorio protegido que era del 28%.

Olas

La energía de las olas la limitamos también, por temas de impacto ambiental, a las instalaciones mar adentro fuera de la costa, no costeras. En esas instalaciones tampoco había en España una evaluación detallada del potencial. Sin embargo, se están desarrollando actualmente varios proyectos en estados de demostración comercial o de implementación muy avanzados. Evaluamos cuánto podríamos sacar en el conjunto de la costa, lo que nos dio unos *84 Gigavatios* como capacidad de potencia instalada y *296 Teravatios hora al año* de energía. Esto es más que la demanda eléctrica proyectada para el 2050.

Esta tecnología tiene sinergias muy importantes con la eólica aplicada dentro del mar, pues toda la evacuación eléctrica de esos puntos de generación puede ser compartida entre las dos tecnologías, que usan recursos complementarios. La secuencia temporal es también complementaria, lo que es muy importante a la hora de acoplarse con la demanda eléctrica que se quiere satisfacer. Por lo tanto, es una tecnología a tener en cuenta, que ahora mismo está excluida de cualquier programa de apoyo público importante.

Eólica marina y terrestre

La eólica marina estaba ya valorada anteriormente, por ello hicimos una extrapolación con la tecnología y con las máquinas que hay actualmente en el mercado para llevarlas a máquinas de mayor altura, de mayor potencia y que van a mayores velocidades. Si hay muchas máquinas, se producen influencias de estela de unas sobre las otras, lo que es necesario descontar para calcular el techo de desarrollo eólico marino. Tendríamos que aplicar el espaciamiento óptimo, para sacar el máximo que tendríamos en la costa peninsular que son *165 Gigavatios*, muy por encima de los *70 Gigavatios* que habíamos dado de referencia en el sistema eléctrico de generación actual, con una capacidad de generación de *334 Teravatios hora al año*, bastante por encima de los *280* de demanda eléctrica. Implementando sólo esta tecnología, la eólica marina, hay varias comunidades que podrían ser directamente autosuficientes en balance energético neto de demanda de energía eléctrica.

La eólica terrestre, igualmente buscamos el espaciamiento que redujera las pérdidas e incorporamos esas pérdidas en la evaluación, tanto en terrenos llanos como en terrenos accidentados. El terreno llano permite máquinas más grandes, de *2'5 Megavatios*, y es más fácil instalarlas en esas condiciones, pero en España tenemos una geografía complicada, con lo cual son pocos los emplazamientos de ese estilo disponibles y tenemos un potencial limitado. En terrenos accidentados tenemos máquinas más pequeñas y de menor altura, lo que supone menor generación, pero con muchos más emplazamientos potenciales. En total, una potencia de *900 Gigavatios*, y *2.285 Teravatios hora al año* de generación de energía, muy por encima de la capacidad total de producción prevista para el 2050, y más de ocho veces la demanda eléctrica.

Chimeneas solares

Otra tecnología también muy útil son las chimeneas solares, por la gran inercia que tiene asociada a la captación en su base, pues generan continuamente, de día y de noche, aunque a distinta potencia. Considerando los emplazamientos disponibles, tenemos una potencia total de

320 *Gigavatios*, y una capacidad de generación de 836 *Teravatios hora al año*, más de la mitad de la demanda de energía total prevista para el 2050.

Fotovoltaica

Para la fotovoltaica integrada lo que hicimos fue extrapolar los edificios que habrá en el 2050, y calcular la disponibilidad de superficies en edificación que se pueden usar con fines energéticos, con la tecnología convencional, que nos llevaría a una capacidad instalada de 495 *Gigavatios* y una producción de 570 *Teravatios hora al año*.

La fotovoltaica con seguimiento azimutal, con mejor rendimiento y posibilidad de otros emplazamientos, pero ocupando territorio, nos daría una potencia instalable de unos 700 *Gigavatios* y una producción de 1.400 *Teravatios hora al año*, ya en el orden de esta demanda de energía total sólo con esta tecnología.

Solar termoeléctrica

La solar termoeléctrica es una tecnología que tenían que haber apadrinado para su desarrollo países como el nuestro, igual que la eólica la apadrinaron los países nórdicos con recursos eólicos hasta que ha llegado a su situación actual. Con objeto de conocer su potencial de generación en el conjunto de la península, se proyectaron las posibilidades tecnológicas de lo que hay ahora en el mercado llevándolo a los límites de funcionamiento conocidos e introduciendo una cantidad de almacenamiento térmico óptimo para tener el máximo factor de capacidad.

Esto nos llevaría a un total de 2.700 *Gigavatios* de potencia a instalar y prácticamente 10.000 *Teravatios hora al año*, con la gran ventaja de un sistema que ofrece una generación muy regular y un potencial tremendo de ser hibridado, por ejemplo, con la biomasa, para disponer de forma continua de toda esa potencia instalada. La potencia efectiva, que podría ser un problema para regular un sistema energético basada en tecnologías renovables, queda completamente resuelto con esta solución, en la que tanto el sistema como su explotación sería casi lo mismo que hay en la actualidad.

Conclusiones

Sumando todos los potenciales de las distintas tecnologías, estamos en 15.800 *Teravatios hora al año*, es decir, 56 veces la demanda eléctrica y 10 veces la demanda de energía total proyectada para el 2050, incluso en ausencia de contracción del consumo. Recordemos que esa demanda tendrá que reducirse, lo que supone un balance todavía más favorable. En España existen, por tanto, suficientes recursos para abastecerse totalmente a partir de energías renovables, que hacen posible una solución al cambio climático por la sustitución de los combustibles fósiles.

Lo ideal sería un sistema en el que se combinaran las distintas alternativas. Como un primer acercamiento a la realidad, buscamos un mix que pudiera cubrir la demanda eléctrica con esos 180 *Gigavatios*, bastantes para cubrir toda la demanda eléctrica hasta el 2050 ocupando sólo un 5% del territorio. La ocupación del territorio no es aparentemente un problema para basar nuestro sistema energético en las renovables, incluso si quisiéramos cubrir el 100% de la demanda de

energía total, pues con un mix de 1.600 Gigavatios tendríamos capacidad de dar cobertura a toda esa demanda *ocupando un 14% del territorio*. Podemos considerar que esta es una cantidad modesta, si el 28% era la parte que hemos dejado de lado en el informe, por motivos ambientales, de los espacios actualmente protegidos.

Como conclusiones de esta parte del estudio, lo primero es una evidencia: la urgencia de un cambio de desarrollo para no superar los límites de sostenibilidad, pues probablemente lleguemos tarde si no hay algo nuevo que acelere el proceso, ya que es algo que se tenía que haber hecho hace 15 ó 20 años.

La segunda conclusión es la abundancia y diversidad espacial y tecnológica de las energías renovables. Hay bastante con ellas para cubrir toda la demanda, están muy repartidas por el territorio y tienen una diversidad tecnológica importante, que al final nos lleva a tener una capacidad de generación mucho más homogénea, que hace viable plantearse cubrir ese 100% de la demanda de energía con renovables. Lo que sí que hay que afrontar son unos cambios de paradigmas, y uno de ellos es el papel que juegan las renovables: ya no hay que seguir viéndolas como una contribución marginal trabajando en punto de máxima potencia, sino que hay que evolucionar a pensar en ellas como unas tecnologías operando en modo de regulación.

La “Red Inteligente”

Actualmente acabamos de terminar la segunda parte del estudio, donde se hace un análisis del acoplamiento espacio-temporal para viabilizar todo lo expuesto y optimizar el parque generador, así como un análisis de costes para dar respuesta a todas esas dudas.

La cuestión principal para nosotros, a partir de los resultados expuestos, ya no es la posibilidad del cambio, sino cómo hacerlo con el menor coste y en el más breve plazo posible. Tenemos una gran responsabilidad nacional y planetaria, porque ese cambio tiene que estar disponible para que luego otros países que están creciendo lo puedan tomar como relevo, pues ellos no lo pueden desarrollar: hay que desarrollarlo aquí de alguna forma. Esa es la responsabilidad que tenemos adquirida y, al mismo tiempo, no hay que perder de vista ese tremendo volumen de mercados.

Vamos a centrar qué puede hacer una “Red Inteligente” en el proceso. Lo que tenemos ahora es una demanda que evoluciona a lo largo del tiempo de una cierta forma, y una capacidad de generación que es suficiente, pero con una secuencia temporal que evoluciona de una forma muy distinta, y eso hay que acoplarlo en el tiempo. Si no hacemos nada para ese acoplamiento, la diferencia entre generación y consumo es despilfarro de energía, es decir, es energía que estamos echando por la borda y que podríamos aprovechar para otras aplicaciones. Hace falta replantearse todo ese sistema energético para gestionar la evolución de la demanda, y esa es la primera herramienta que habría que desarrollar.

Hay que partir de dónde estamos, que es un sistema eléctrico en el que se ha hecho hasta ahora una inversión muy grande en infraestructuras. El sistema eléctrico de transporte habrá que adaptarlo y hacerlo evolucionar en un plazo corto de tiempo a un nuevo sistema con “inteligencia” que gestione la demanda para adaptarse cualitativa y cuantitativamente a la capacidad de generación. Esto nos exige una integración energética, un parque generador con

nuevas características y un transporte eléctrico inteligente, para eliminar ese desperdicio y poder llegar a cubrir el 100% de energía con las renovables, sin desperdiciar prácticamente nada.

Eso nos lleva a nuevas tasas en las infraestructuras de transporte, a introducir una mayor eficiencia, a gestionar de forma inteligente la demanda y la capacidad de generación, a acumular esa energía de forma distribuida. Y todo eso requiere que haya un ente adicional que pueda acelerar esos procesos, que los pueda optimizar y pueda hacer que lleguemos no solo a cubrir esa demanda, sino a cubrirla con un mínimo coste para nuestro sistema. Con eso cerraría lo que ha sido el informe y mi mensaje principal es que existe el potencial de las renovables, que es necesario acelerar el cambio y que hay herramientas que tienen que entrar en juego ya mismo.



1ª Jornada Europea

Ahorro energético y Telecomunicaciones Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Salón de actos de la sede central del Ministerio de Medio Ambiente - Madrid, 17 de octubre de 2006

**Las energías renovables como opción de futuro
indispensable para un desarrollo a largo plazo:
necesidades de adaptación demanda/ oferta.**

Dr. Xavier García Casals.



Resultados del primer informe del proyecto contratado por Greenpeace al IIT

Renovables 2050: El potencial de las energías renovables en la España peninsular

Xavier García Casals



Condiciones contorno a proceso de desarrollo:



- *Limitar probabilidad de superar sobrecalentamiento 2 °C a valores aceptables*



Limitar concentración atmosférica estabilizada de CO₂-equivalente

- *Gran inercia sistema planetario*
- *Importante inercia sector energético y limitación recursos inversión*
- *Incremento exponencial dificultad cambio cada año de retraso*
- *Responsabilidad y necesidad del Norte en encauzar desarrollo del Sur*



Prácticamente anular emisiones gases efecto invernadero antes de 2050

Desafío de dimensión histórica para la especie humana

2 Metodología

- Escenarios de población y demanda energética 2050
- Tecnologías renovables: Estado y evaluación actuaciones en 2050
- Restricciones ambientales, sociales y tecnológicas sobre zonas geográficas y tipos de suelo disponibles
- Máxima contribución de cada una: techos de potencia y generación

2 Metodología

Usos del suelo

- ➔ Disponibilidad terreno y usos del suelo (Sistema Información Geográfica)
- ➔ Imposición criterios técnicos (usos suelo, pendientes, orientaciones, agrupación, disponibilidad recurso,...)
- ➔ Restricciones ambientales:
 - Excluir 28% territorio peninsular
 - Areas excluidas con carácter general:
 - Red Natura 2000: ZEPA + LIC
 - Espacios naturales protegidos

Renovables
2050
GREENPEACE

2 Metodología

Restricciones ambientales (28 % territorio)



Total de espacios excluidos para los techos de potencia y generación por motivos medioambientales (LIC+ZEPA+ENP). Fuente Ministerio de Medio Ambiente. Elaboración: CIEMAT

Renovables
2050
GREENPEACE

2

Metodología

Tecnologías consideradas

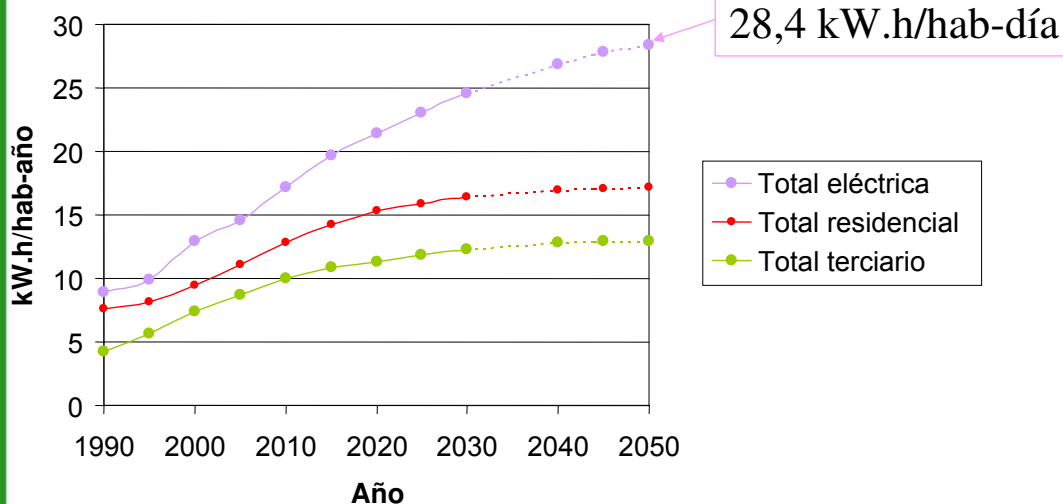
- Geotérmica roca seca
- Hidráulica
- Biomasa
 - Residual
 - Cultivos energéticos y CFRR
 - Monte bajo
- Olas
- Eólica
 - Marina
 - Terrestre
- Chimenea solar
- Fotovoltaica
 - Integrada
 - Centrales
- Termosolar

Renovables
2050
GREENPEACE

2

Metodología

Escenario Demanda Eléctrica



Ref. MINECO, Eurostat, UE, Eurelectric, IEA, IPCC, ...

Renovables
2050
GREENPEACE

2 Metodología

Escenario Demanda Eléctrica PENINSULAR

Año de partida: 2003

Demanda peninsular (bc) = 224,2 TW.h/a
Demanda per cápita = 15,46 kW.h/hab-día

Año 2050

Demanda per cápita = 28,4 kW.h/hab-día



¡Crecimiento promedio de 1,3% /año durante 47 años!

Renovables
2050
GREENPEACE

2 Metodología

Escenario Demanda Eléctrica

Reducción por uso renovables en origen:

- 80 % ACS *eléctrica*
 - 80 % calefacción *eléctrica*
 - 60 % refrigeración *eléctrica*
- ➔
- Solar térmica baja temperatura
 - Calderas de biomasa
 - Ingeniería bioclimática
 - Mejora aislamiento edificios
 - Refrigeración solar

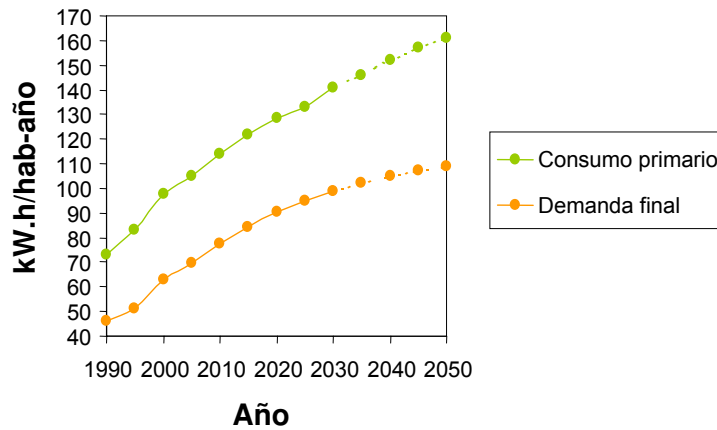
28,4 kW.h/hab-día → 20 kW.h/hab-día ➔ **280 TW.h/a**

Renovables
2050
GREENPEACE

ACS: Agua Caliente Sanitaria

2 Metodología

Escenario Demanda Total Energía Final



Ref. Shell, WEC, IEA, EC, ..., ...

109 kW.h/hab-día

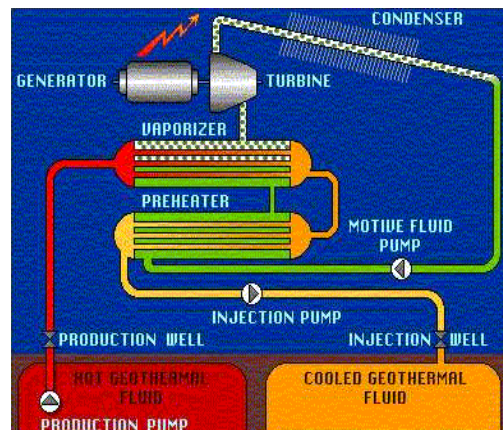
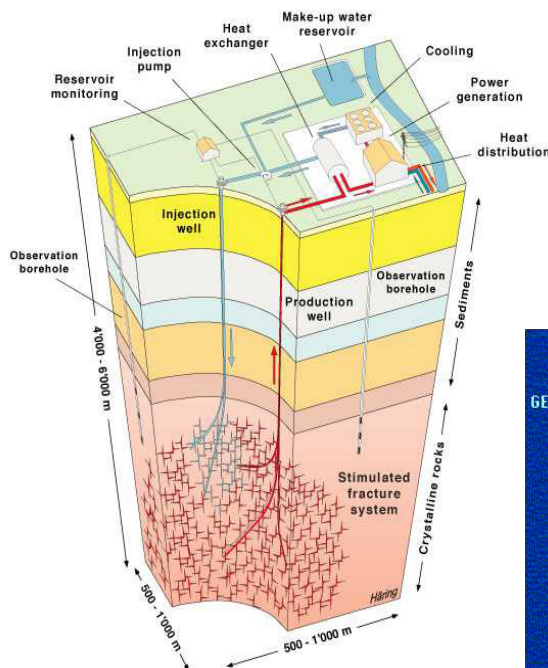


1.525 TW.h/a

Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Geotérmica HDR



Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Geotérmica HDR

Renovables
2050
GREENPEACE



3

Resultados por tecnologías

Geotérmica HDR

Renovables
2050
GREENPEACE



3 Resultados por tecnologías

BIOMASA

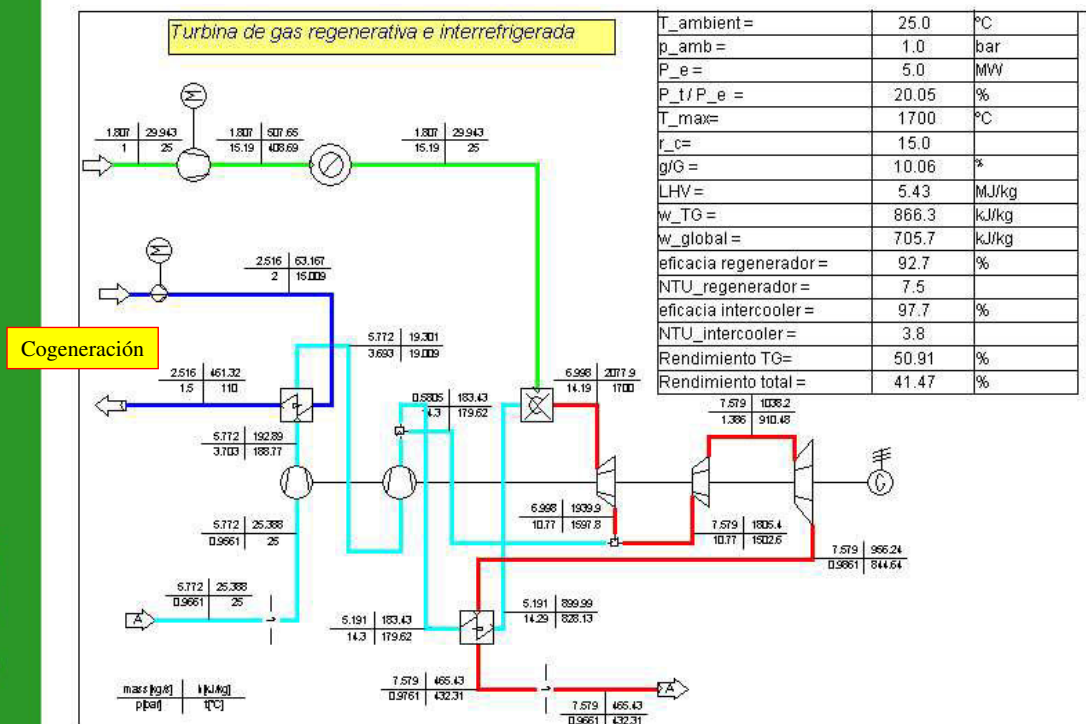
Buscamos explotar al límite sus posibilidades por capacidad regulación

- Residual
- Cultivos energéticos
- Cultivos forestales rotación rápida
- Aprovechamiento monte bajo

Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Gasificación Biomasa: enfoque integral

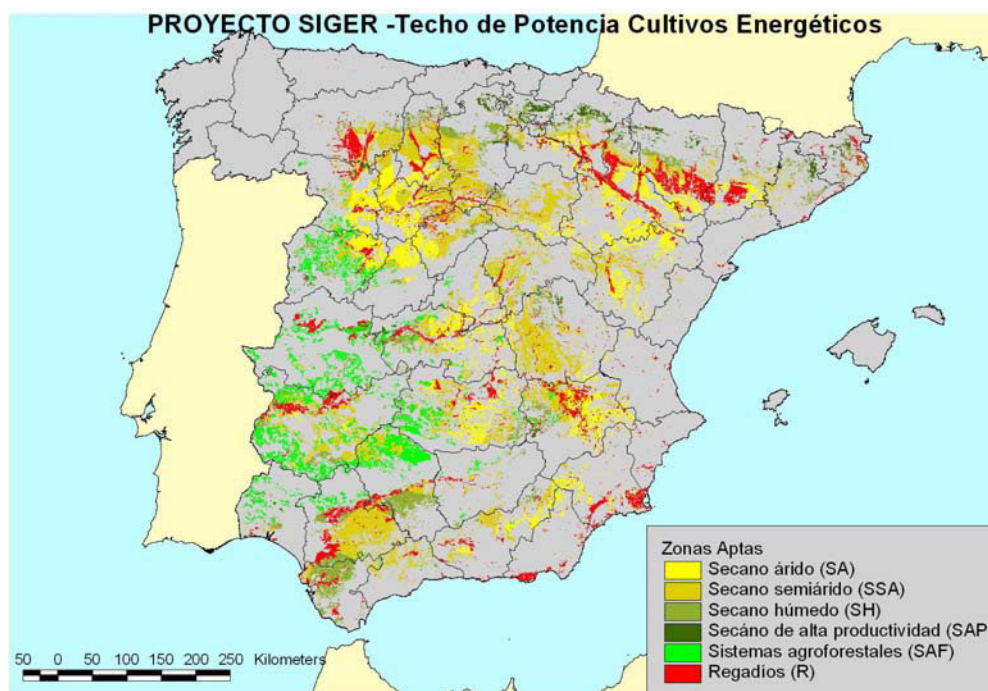


Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Biomasa: Cultivos energéticos



Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Biomasa: CFRR

CULTIVOS FORESTALES DE ROTACIÓN RÁPIDA
PROYECTO SIGER



Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Biomasa: Monte bajo

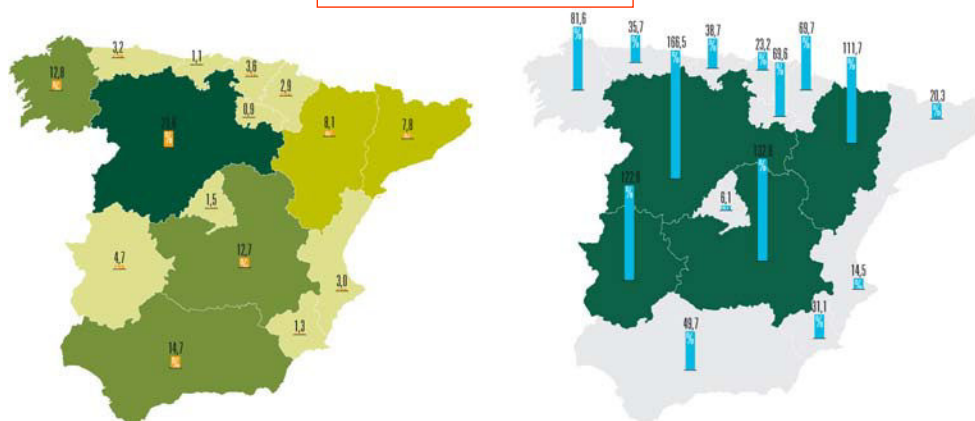


Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Biomasa

P = 19,46 GW
E = 141,47 TW.h/a
A = 21,50 %



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

▮ % en cada Comunidad del techo de potencia y generación eléctrica

- >20%
- 10%-20%
- 5%-10%
- <5%

% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

▮ % de la demanda de cada Comunidad

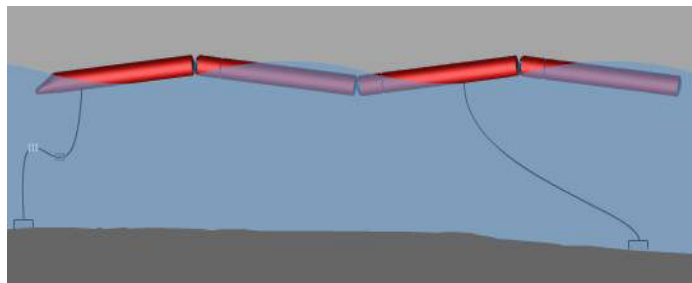
■ Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050

Renovables
2050
GREENPEACE

Total. Techo de potencia= 19,46 GW - Techo de generación eléctrica= 141,47 TWh/a (50,5% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

3 Resultados por tecnologías

Olas

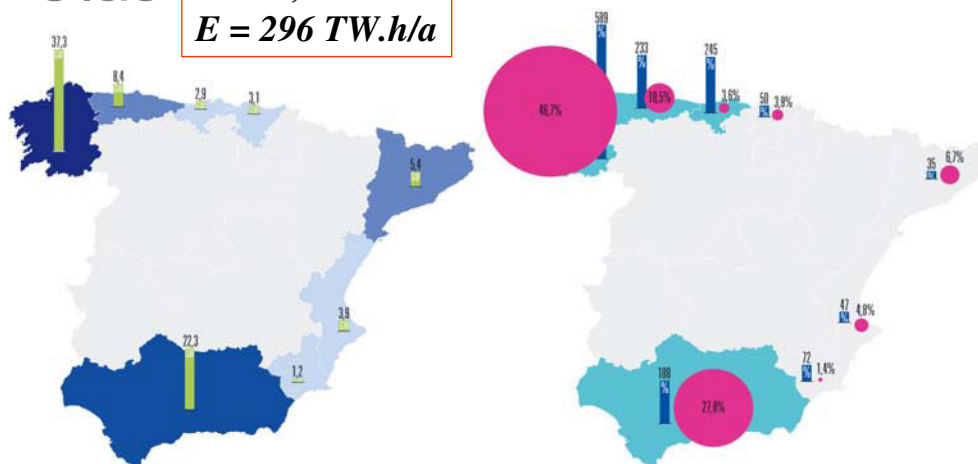


Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Olas

$P = 84,4 \text{ GW}$
 $E = 296 \text{ TWh/a}$



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

■ Potencia media anual (GW) en cada Comunidad

■ >30% ■ 20%-30% ■ 5%-20% ■ <5%

% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

■ % de la demanda de cada Comunidad

● % de la demanda peninsular

■ Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050

Total. Techo de potencia= 84,4 GW - Techo de generación eléctrica= 296 TWh/a (105,7% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Eólica marina



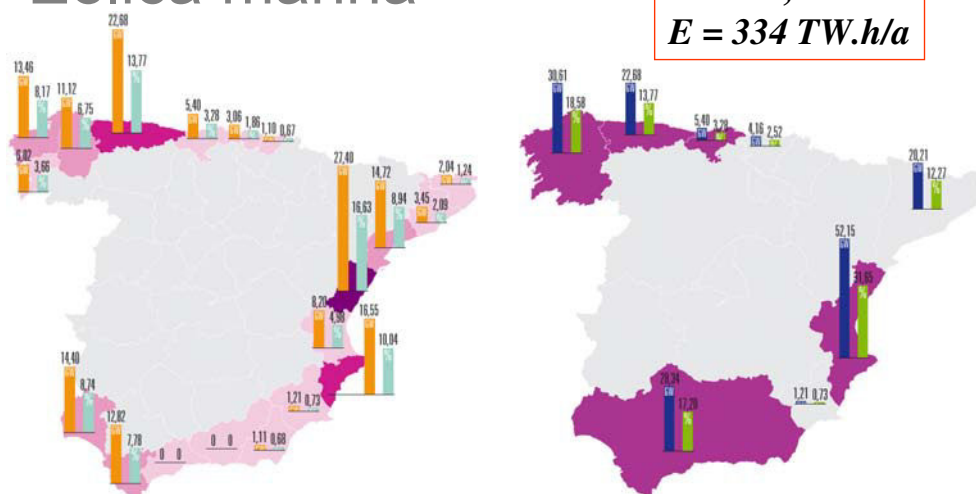
Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Eólica marina

P = 164,76 GW
E = 334 TWh/a



Reparto por provincias de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

- Barra naranja: Techo de potencia en cada provincia (GW)
- Barra verde: % en cada provincia del techo de generación eléctrica
- Color: % de generación eléctrica
 - >15% (rojo)
 - 10%-15% (naranja)
 - 5%-10% (amarillo)
 - <5% (verde)

Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

- Barra azul: Techo de potencia en cada Comunidad (GW)
- Barra verde: % en cada Comunidad del techo de generación eléctrica
- Color: Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050

Total. Techo de potencia= 164,76 GW - Techo de generación eléctrica= 334 TWh/a
(119,3% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Eólica terrestre

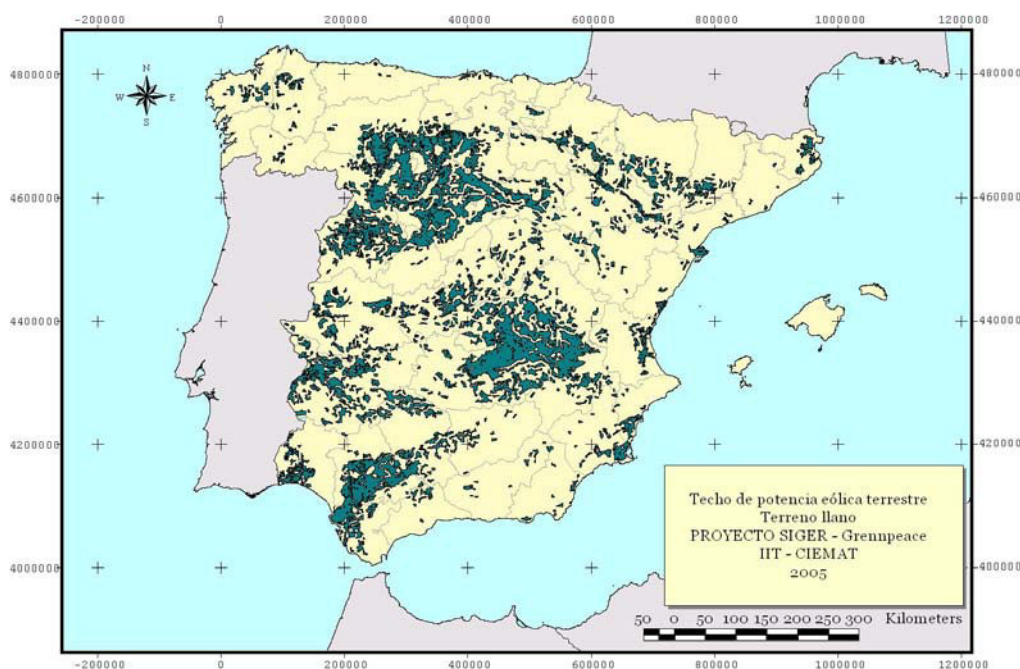


Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Eólica terrestre: *llano*

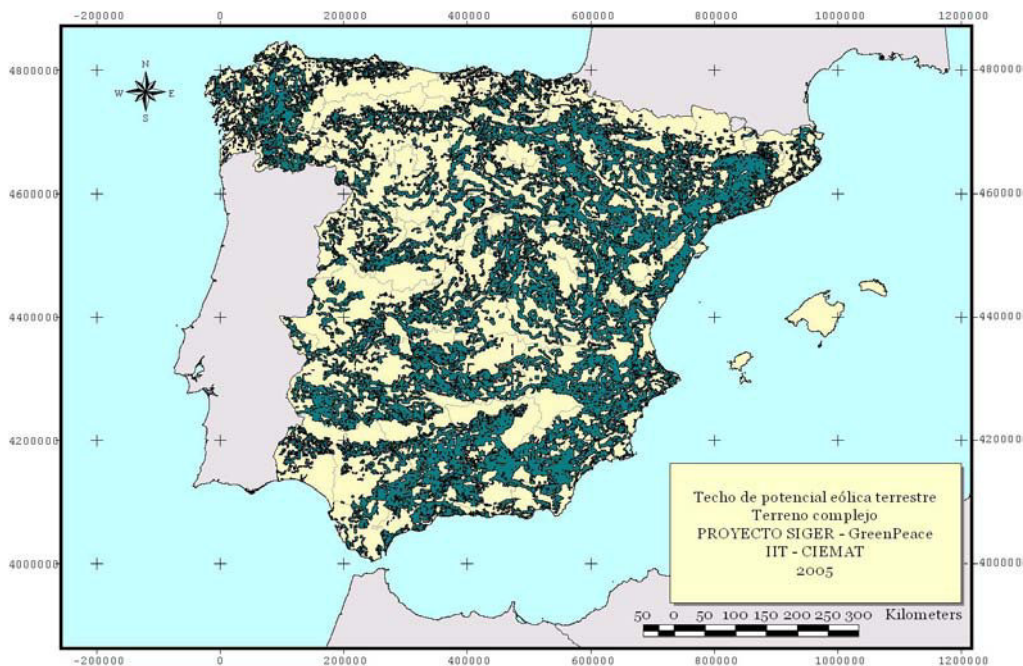


Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Eólica terrestre: *accidentado*



Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Eólica terrestre

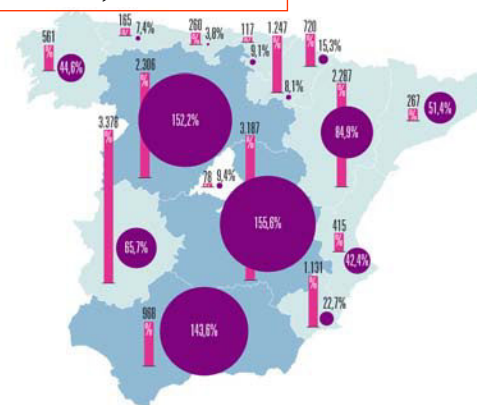
$P = 915 \text{ GW}$
 $E = 2.285 \text{ TWh/a}$
 $A = 56,64 \%$



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

- % en cada Comunidad del techo de potencia
- % en cada Comunidad del techo de generación eléctrica
- >15%
- 10%-15%
- 5%-10%
- <5%

Total. Techo de potencia= 915 GW
Techo de generación eléctrica= 2.285 TWh/a
(816,1% de la demanda eléctrica peninsular 2050)



% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

- % de la demanda peninsular
- % de la demanda de cada Comunidad
- Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050
- Comunidades que podrían generar toda la demanda eléctrica peninsular con esta tecnología

Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

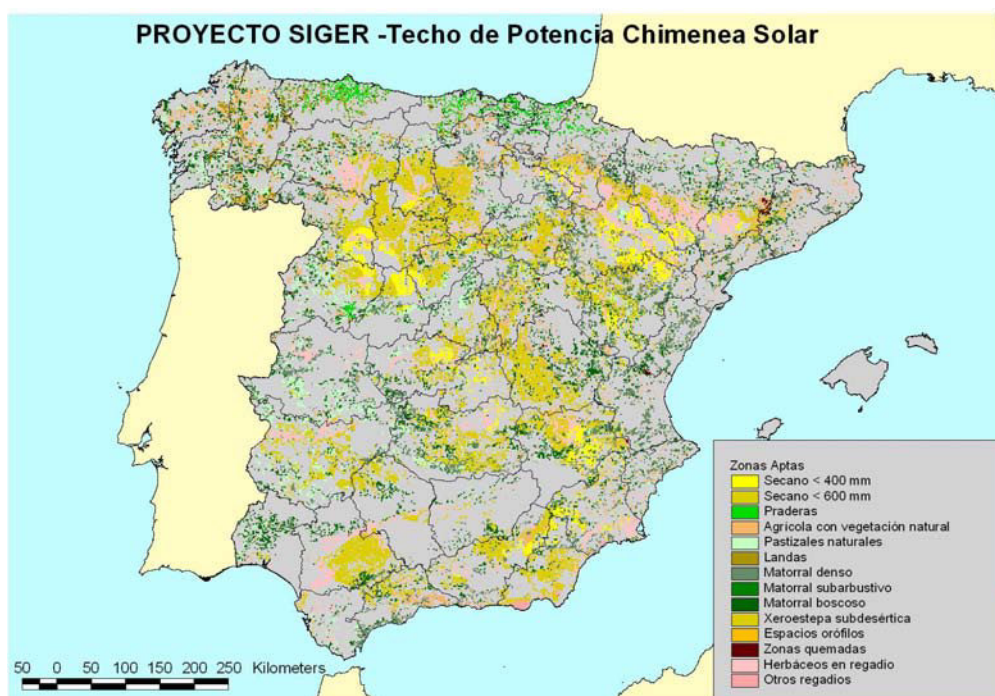
Chimenea solar



Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Chimenea solar

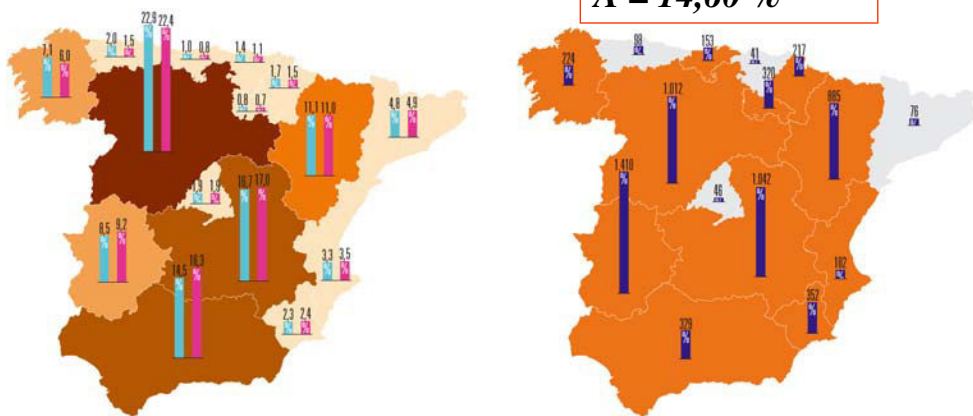


Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Chimenea solar

$P = 324,3 \text{ GW}$
 $E = 836,2 \text{ TW.h/a}$
 $A = 14,60 \%$



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

■ % en cada Comunidad del techo de potencia
 ■ % en cada Comunidad del techo de generación eléctrica
 ■ >20% ■ 15%-20% ■ 10%-15% ■ 5%-10% ■ <5%

% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

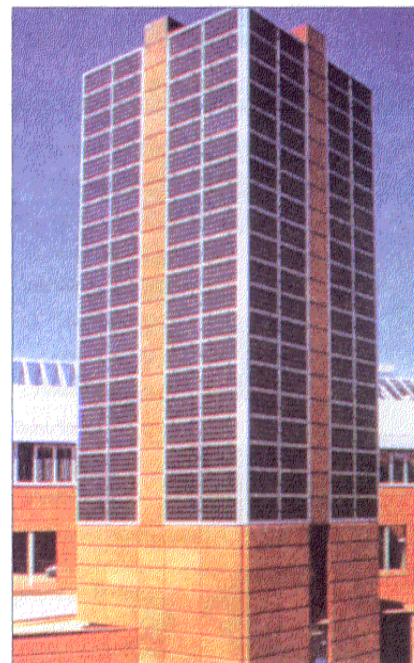
■ % de la demanda de cada Comunidad
 ■ Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050

Total. Techo de potencia= 324,3 GW - Techo de generación eléctrica= 836,2 TWh/a
 (298,6% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

Renovables
2050
 GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Fotovoltaica integrada

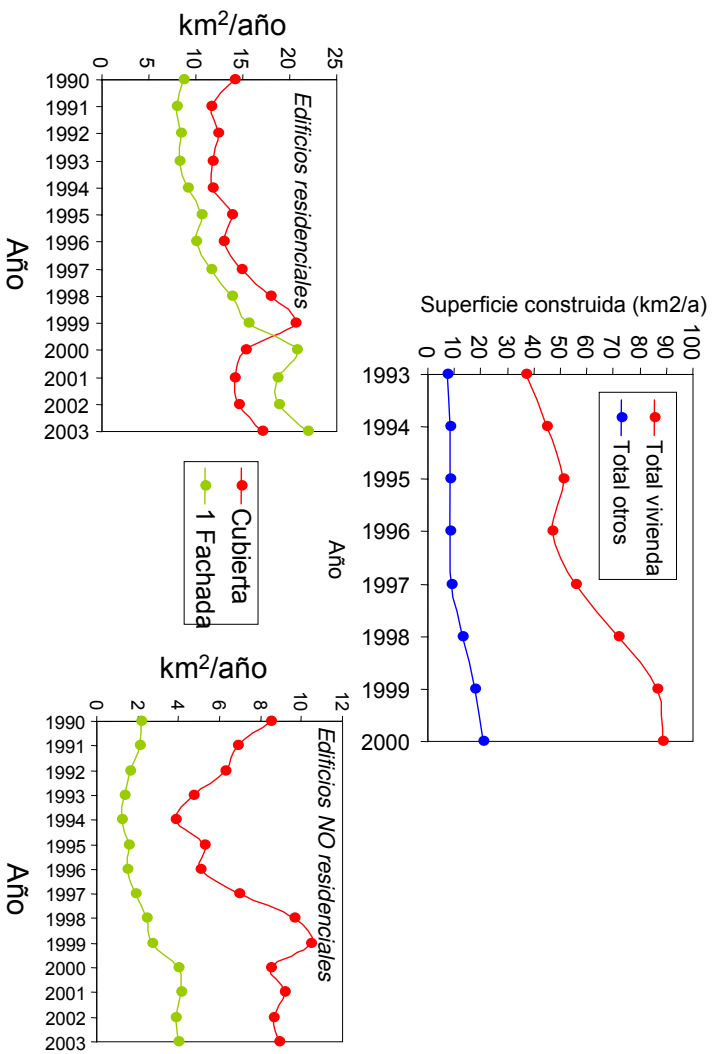


Renovables
2050
 GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Fotovoltaica integrada

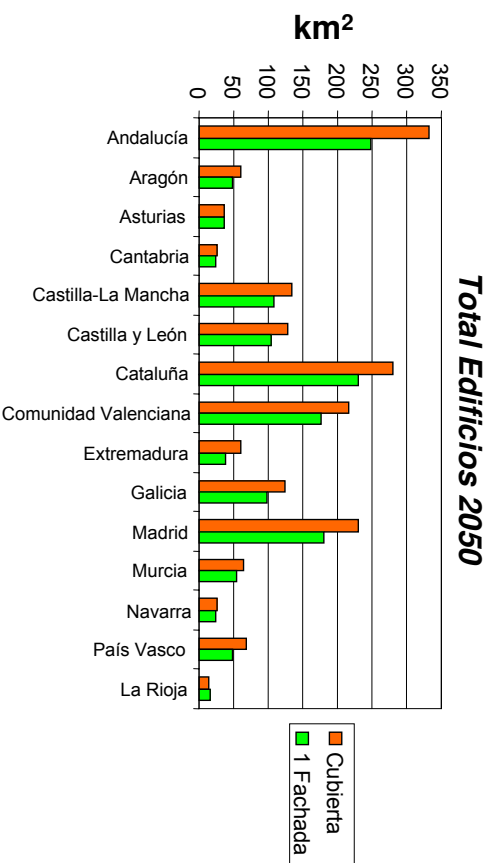


Renovables
2050
GREENPEAKS

3

Resultados por tecnologías

Fotovoltaica integrada



Renovables
2050
GREENPEAKS

3 Resultados por tecnologías Fotovoltaica integrada

$$\gamma = 0^\circ ; \beta = 30^\circ$$



Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías Fotovoltaica integrada

$$\gamma = 90^\circ ; \beta = 90^\circ$$

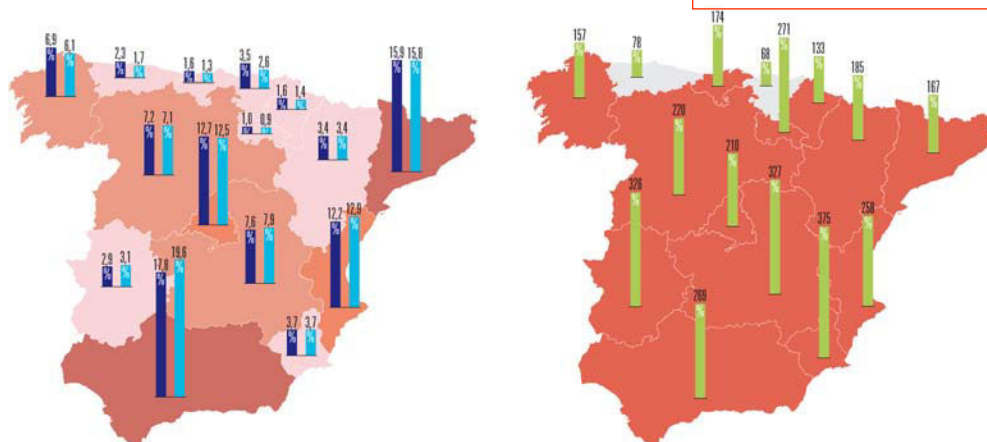


Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Fotovoltaica integrada

$P = 494,5 \text{ GW}$
 $E = 569,3 \text{ TWh/a}$



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

■ % en cada Comunidad del techo de potencia
 ■ % en cada Comunidad del techo de generación eléctrica
 ■ >15% ■ 10%-15% ■ 5%-10% ■ <5%

% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

■ % de la demanda de cada Comunidad
 ■ Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050

Total. Techo de potencia= 494,5 GWp - Techo de generación eléctrica= 569,3 TWh/a
 (203% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

Renovables
2050
 GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Fotovoltaica con seguimiento



Renovables
2050
 GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Fotovoltaica con seguimiento

Seguimiento azimutal

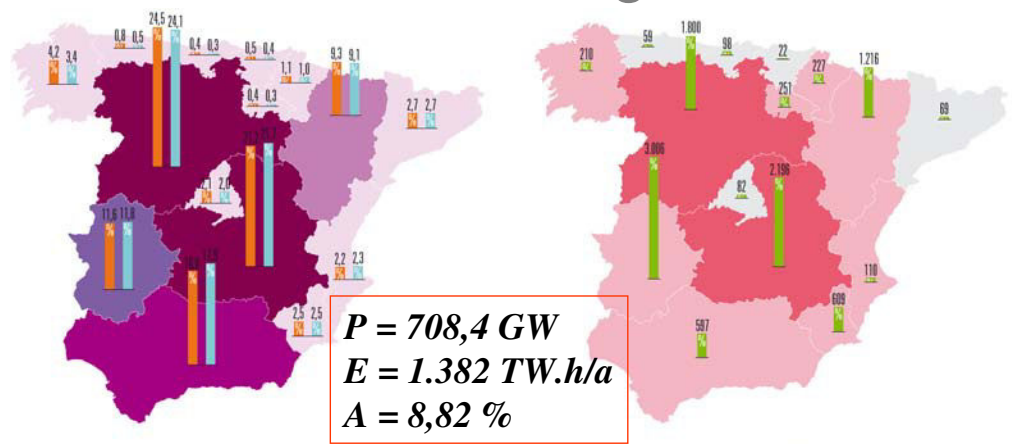


Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Fotovoltaica con seguimiento



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

- % en cada Comunidad del techo de potencia
- % en cada Comunidad del techo de generación eléctrica
- >20%
- 15%-20%
- 10%-15%
- 5%-10%
- <5%

% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

- % de la demanda de cada Comunidad
- Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050
- Comunidades que podrían generar toda la demanda eléctrica peninsular con esta tecnología

Total. Techo de potencia= 708,4 GWp - Techo de generación eléctrica= 1.382,2 TWh/a (494% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Solar termoeléctrica

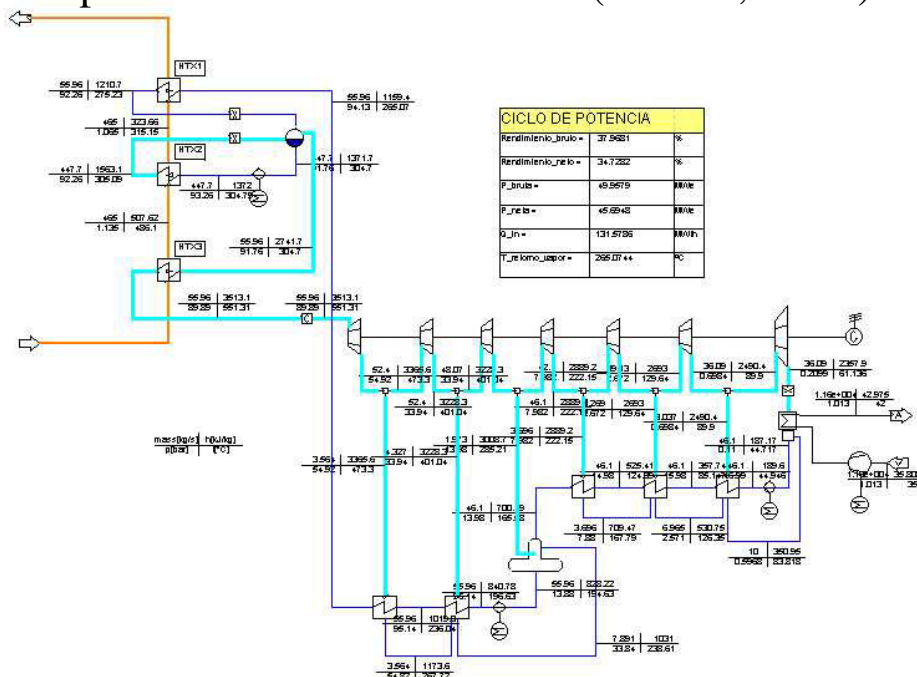


Renovables
2050
GREENPEACE

3 Resultados por tecnologías

Solar termoeléctrica

Ciclo adoptado en condiciones diseño (570 °C ; 35 °C)



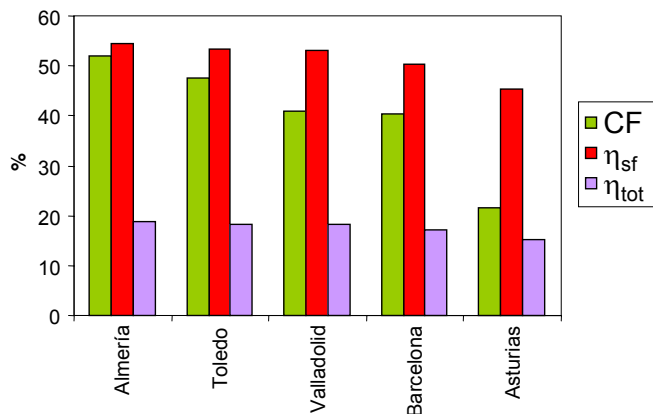
Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

Solar termoelectrica

SM = 3 ; Almacenamiento = 15 h



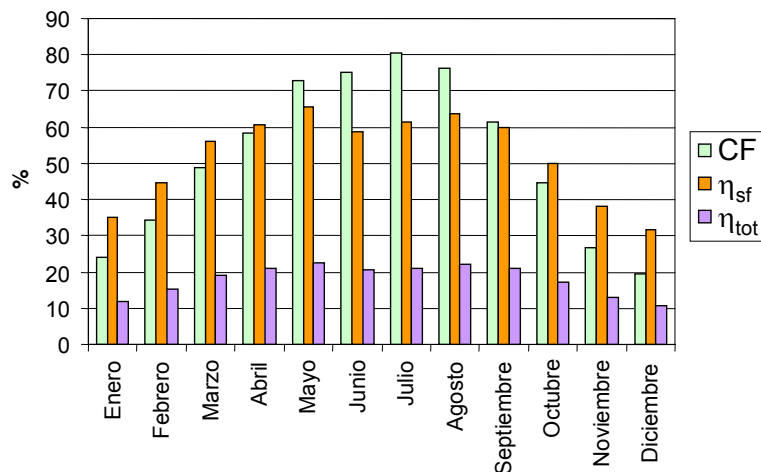
Renovables
2050
GREENPEACE

3

Resultados por tecnologías

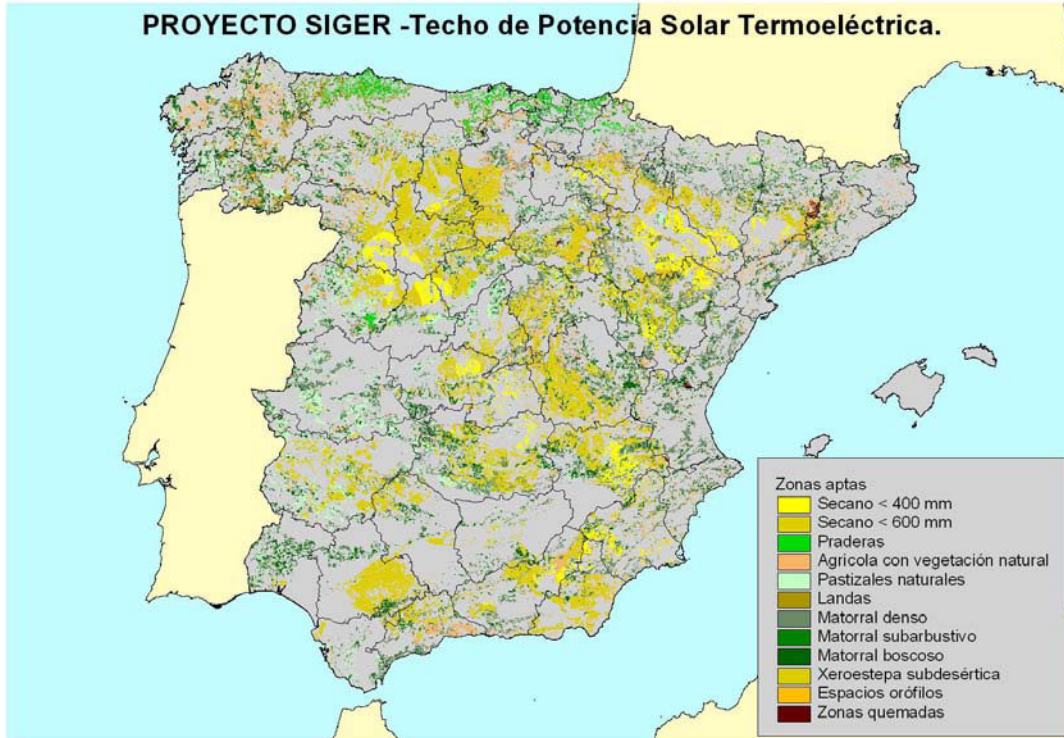
Solar termoelectrica

Almería

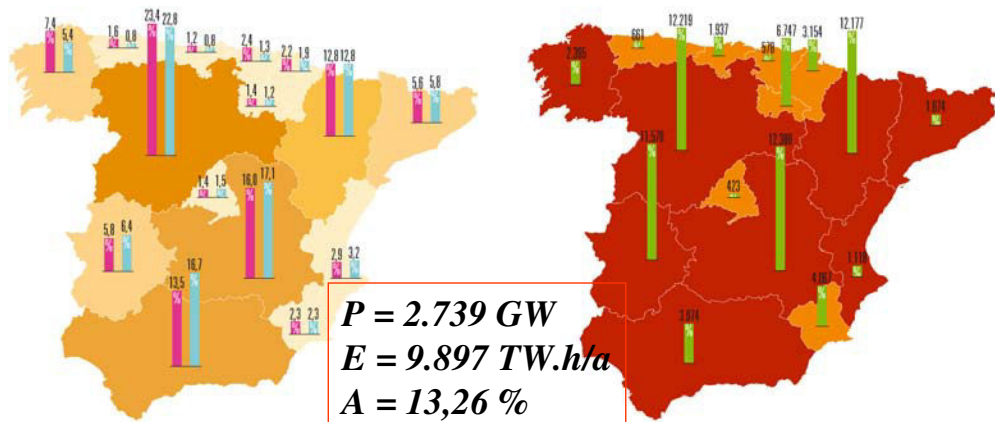


Renovables
2050
GREENPEACE

PROYECTO SIGER -Techo de Potencia Solar Termoelectrica.



3 Resultados por tecnologías Solar termoelectrica



Reparto por Comunidades Autónomas de techos de potencia y generación eléctrica en la península con esta tecnología

- % en cada Comunidad del techo de potencia
- % en cada Comunidad del techo de generación eléctrica
- >20%
- 15%-20%
- 10%-15%
- 5%-10%
- <5%

% de la demanda eléctrica en 2050 que se cubriría con esta tecnología

- % de la demanda de cada Comunidad
- Comunidades autosuficientes con esta tecnología para su demanda eléctrica 2050
- Comunidades que podrían generar toda la demanda eléctrica peninsular con esta tecnología

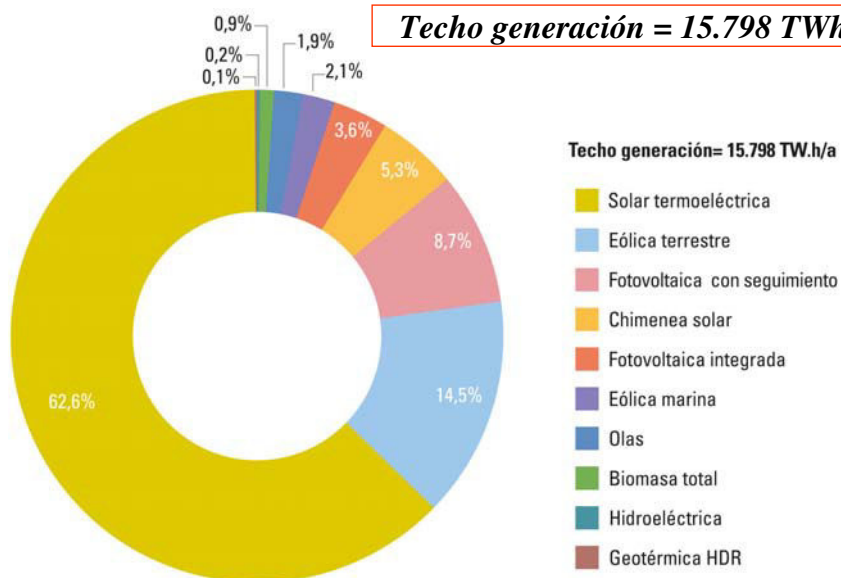
**Renovables
2050**

GREENPEACE

Total. Techo de potencia= 2.739 GW - Techo de generación eléctrica= 9.897 TW/h/a
 (3.534% de la demanda eléctrica peninsular 2050)

4 Síntesis de resultados

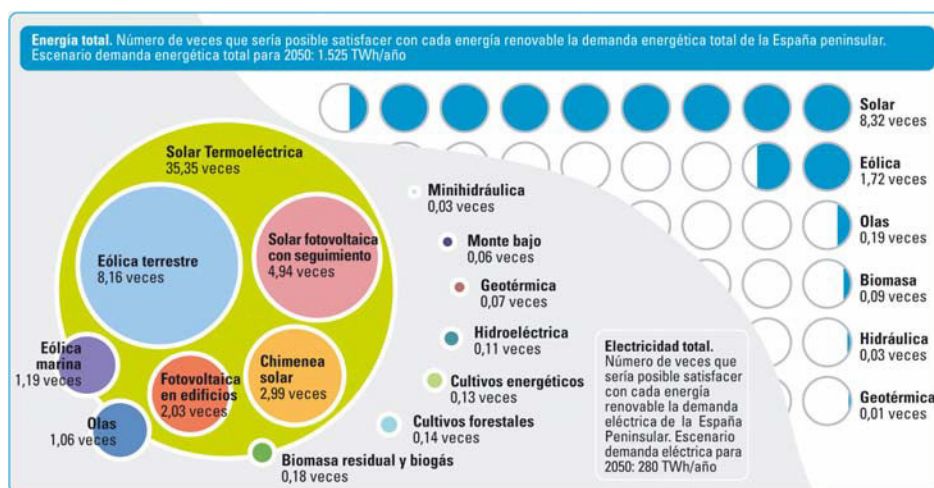
Reparto techo generación por tecnologías



Renovables
2050
GREENPEACE

4 Síntesis de resultados

Energía total y electricidad



Renovables
2050
GREENPEACE

Potencial: * 56,4 veces demanda eléctrica
* 10,4 veces demanda energía total

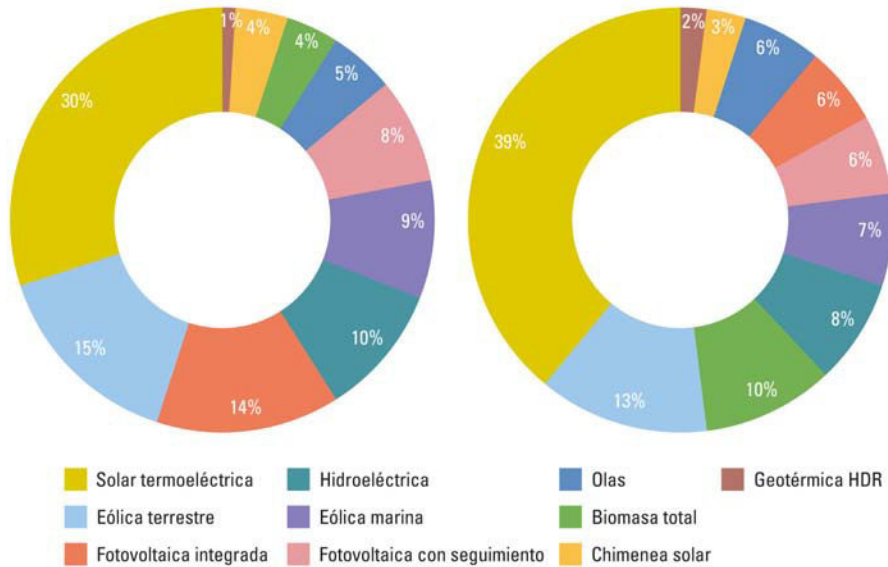
4

Síntesis de resultados

Posible mix eléctrico 100% renovable

Potencia instalada= 180 GW

Capacidad generación= 500 TW.h/a



Renovables
2050
GREENPEACE

4

Síntesis de resultados

Posible mix eléctrico 100% renovable

Propuesta preliminar de un mix tecnológico para abastecer el 100% de la demanda eléctrica peninsular (suponiendo un sistema de regulación y transporte con 56% de rendimiento).

Reparto porcentual de potencia instalada y capacidad de generación de las distintas tecnologías

Tecnología	Potencia GWp	Generación TW.h/año	Desarrollo potencial (%)	Ocupación territorio (%)
Solar	100	271	2	0,7
Solar Termoeléctrica	55	198	2	0,3
Solar Fotovoltaica con seguimiento	14	28	2	0,2
Chimenea Solar	7	17	2	0,3
Fotovoltaica integrada	25	29	5	
Eólica	44	102	4	1,7
Eólica terrestre	28	69	3	1,7
Eólica marina	17	33	10	
Olas	8	30	10	
Biomasa	7	53	37	2,8
Biomasa residual y biogas	6	41	80	
Cultivos energéticos	1	7	20	1,3
Cultivos forestales de rotación rápida*	0,4	3	20	0,5
Monte bajo*	0,3	2	20	1,1
Hidráulica	19	38	100	
Hidroeléctrica (P> 10 MW)	17	31	100	
Minihidráulica (P< 10 MW)	2	7	100	
Geotérmica roca seca caliente	1	8	40	
Total renovables	180	500	3	5,3

* Se presentan los techos mínimos.

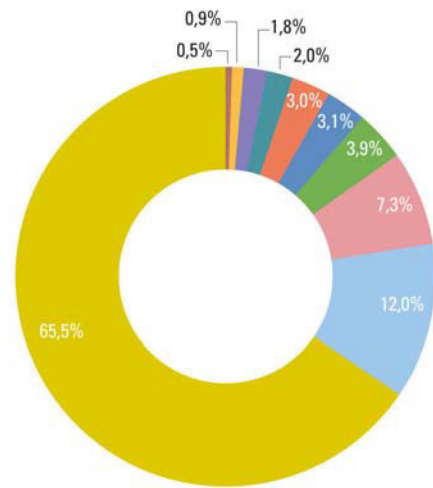
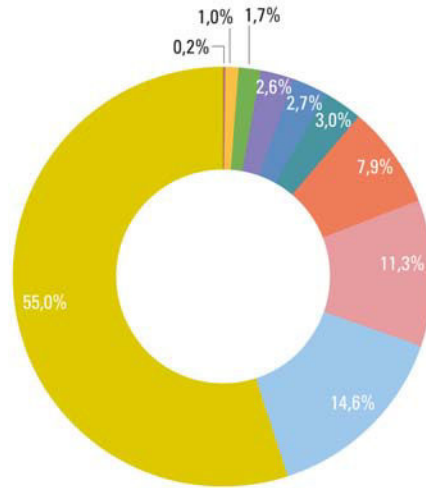
Ocupación 5,3 % superficie peninsular

Renovables
2050
GREENPEACE

4

Síntesis de resultados

Posible mix 100% renovable para demanda de energía total



Potencia instalada= 627 GW

Capacidad generación= 1.900 TW.h/a

- Solar termoelectrica
- Fotovoltaica integrada
- Eólica marina
- Geotérmica HDR
- Eólica terrestre
- Hidroeléctrica
- Biomasa total
- Fotovoltaica con seguimiento
- Olas
- Chimenea solar

Renovables
2050
GREENPEACE

4

Síntesis de resultados

Posible mix 100% renovable para demanda de energía total

Propuesta preliminar de un mix tecnológico para abastecer el 100% de la demanda de energía total peninsular (suponiendo un sistema de regulación y transporte con 80% de rendimiento).

Reparto porcentual de potencia instalada y capacidad de generación de las distintas tecnologías

Tecnología	Potencia GWp	Generación TW.h/año	Desarrollo potencial (%)	Ocupación territorio (%)
Solar	471	1.457	11	2,8
Solar Termoelectrica	345	1.245	13	1,7
Solar Fotovoltaica con seguimiento	71	138	10	0,9
Chimenea Solar	7	17	2	0,3
Fotovoltaica integrada	50	57	10	
Eólica	108	262	10	5,7
Eólica terrestre	92	229	10	5,7
Eólica marina	17	33	10	
Olas	17	59	20	
Biomasa	11	75	53	5,6
Biomasa residual y biogás	7	51	100	
Cultivos energéticos	2	14	40	2,5
Cultivos forestales de rotación rápida	0,8	6	40	0,9
Monte bajo	0,5	4	40	2,2
Hidráulica	19	38	100	
Hidroeléctrica (P> 10 MW)	17	31	100	
Minihidráulica (P< 10 MW)	2	7	100	
Geotérmica roca seca caliente	1	10	50	0,0
Total renovables	627	1.900	12	14,1

Ocupación 14,1 % superficie peninsular

Renovables
2050
GREENPEACE

- *Urgencia cambio modelo desarrollo para no superar límites sostenibilidad*
- *Abundancia y diversidad espacial y tecnológica de recursos renovables*
- *Aparente viabilidad técnica sistema 100 % renovable*
- *Cambio paradigma tecnologías renovables:*

Contribución marginal operando en modo MPP



Contribución mayoritaria operando en modo regulación

- *Actualmente finalizada segunda fase proyecto:*
 - *Análisis acoplamiento espacio-temporal*
 - *Optimización parque generador y despacho*
 - *Análisis costes*



En España hay recurso renovable sobrado para cubrir demanda, incluso en ausencia de ‘contracción’

La cuestión ya no es si es posible el cambio, ...
... sino el cómo hacerlo con el menor coste.

- **Responsabilidad nacional y planetaria (‘convergencia’)**
- **Potencial de apertura de mercados globales**

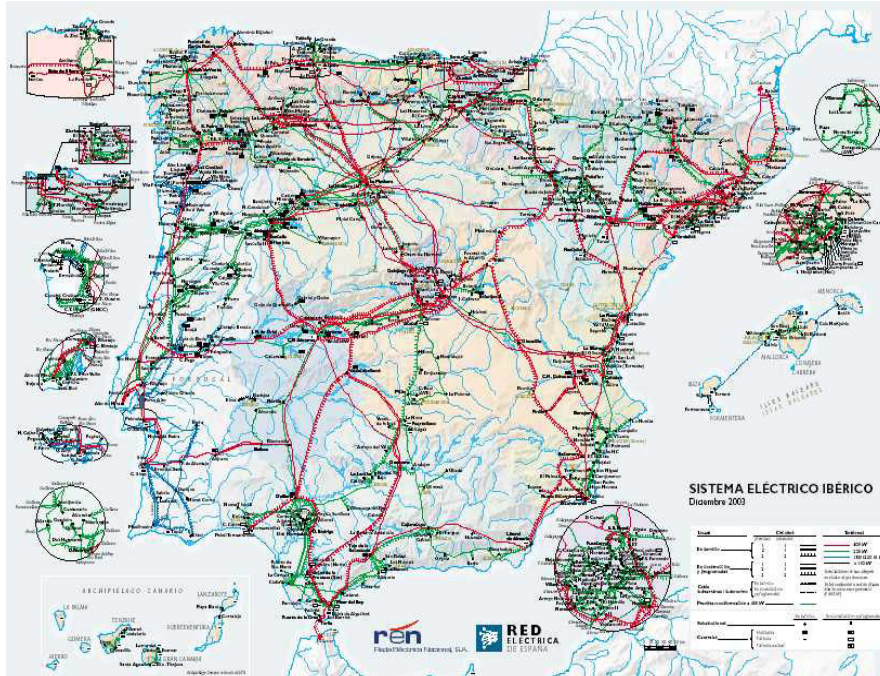
El camino se demuestra andando ...

Informe disponible en www.greenpeace.org



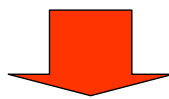
Sistema transporte actual

- *Inversión infraestructura (33.400 km de líneas de transporte)*
- *Evolución para adaptarse a nuevo sistema generación cualitativa y cuantitativamente (integración, nuevo parque generador, requerimiento 'inteligencia', ...)*



Requerimientos modificación sistema energético:

- Integración sistema energético
- Adaptar infraestructuras transporte
- Eficiencia uso energía
- Gestión inteligente de demanda & capacidad generación (limitar costes)
- Acumulación distribuida (térmica, eléctrica, ...)



Red inteligente

Herramienta adecuada para ayudar a implementar cambio con recursos temporales y económicos disponibles



Las redes de telecomunicaciones ayer y hoy. Problemas a resolver para una red global y ventajas tecnológicas de su aplicación.

Dr. Guillermo Ibáñez Fernández. Universidad de Alcalá de Henares.

Buenos días. En primer lugar, quiero dar las gracias al Ministerio y a los organizadores por la oportunidad de presentar esta ponencia. Voy a dar una panorámica de la encrucijada actual de las redes desde una perspectiva del pasado de las redes de telecomunicaciones y de Internet, y aventuraré unos requisitos y problemas a resolver para disponer de una hipotética red global en el futuro. No incido en los aspectos medioambientales, que quedarán explicitados suficientemente en otras ponencias. Como el tema de la ponencia es muy ambicioso, intentaré ser breve en el tratamiento y no entraré en la discusión de detalle. Deseo que sirva para estimularles a indagar en la problemática actual, tan compleja y dinámica.

Las redes de comunicaciones ayer

Las predicciones en tecnologías de las comunicaciones tienen una consistentemente alta tasa de equivocaciones sobre la tecnología "definitiva" para las redes (ISDN, ATM, vídeo bajo demanda sobre ADSL, UMTS), por lo que está muy lejos de mi intención hacer profecías hoy. Voy simplemente a transmitir una visión personal, que creo se va corroborando por algunas opiniones que voy pulsando. Trato de ilustrar la situación de la encrucijada actual de las telecomunicaciones, en la permanente búsqueda de una mítica red única, que se ha buscado mucha otras veces y que no sabemos si se va a encontrar ahora. Pero la presión continúa, quizás más fuerte que nunca, porque el éxito de IP refuerza la creencia de que ahora puede ser posible tenerlo todos los servicios a la vez, de calidad y baratos. Veremos los posibles requisitos de esa red. Para ello es importante echar un vistazo hacia atrás y reflexionar de dónde venimos y a dónde podemos llegar, así que miraré un poco hacia el pasado, con una visión muy simplificada, a fin de entender lo que está ocurriendo hoy e intentar ver lo que puede suceder en el inmediato futuro.

Las redes de ayer: prehistoria e historia

A veces no recordamos que el telégrafo seguramente fue una de las primeras redes de comunicaciones y todo el trabajo que costó, por ejemplo, la primera transmisión trasatlántica y lo que significó en EEUU y Europa. El telégrafo es quizás el gran ausente de nuestra memoria histórica de las telecomunicaciones. El telégrafo fue un precedente a partir del cual empieza una de las futuras dos líneas maestras comenzadas por la ITU (Unión Internacional de

Telecomunicaciones). Desde 1865 se fueron desarrollando en el seno de la ITU diferentes estándares que dieron paso sucesivamente a los servicios de telefonía, datos, télex, redes de datos etc., que todos conocemos. ITU es desde entonces una organización orientada a la normalización en la que participaban operadoras, países y fabricantes.

La segunda línea maestra la marca la conmutación de paquetes, de desarrollo muy posterior, que arranca en 1964. La ya mítica red Arpanet, que luego dio lugar a la red Internet que conocemos hoy, evolucionó en paralelo con el espectacular desarrollo de Ethernet, cuya explosión estamos viviendo actualmente.

Las redes de ayer: caminos paralelos de la interconexión de redes

Los dos paradigmas de redes que conocemos se han desarrollado en dos vías paralelas: las Redes de Telecomunicación en el sentido tradicional, generalmente más orientadas a datos, con redes propiedad de los operadores, muy reguladas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, frente al mundo del IETF de Internet, en el que se crearon redes con mínimas exigencias de calidad que permitieran esa difusión y el nacimiento de la Internet que conocemos hoy, sobre la base de plantear las mínimas exigencias a la red, mínima supervisión, los mínimos requisitos en todos los aspectos. Esto es lo que ha hecho posible que esta red exista, porque si hubiéramos tenido que esperar a que la ONU o la ITU crearan una red universal en la que se pusieran todos de acuerdo, seguramente estaríamos más atrasados. El entorno de estandarización ha sido de fabricantes actuando en competencia y las redes formando la Internet propiedad de organizaciones independientes.

Las redes ayer y hoy: dispositivos conmutadores

Los progresos tecnológicos clave son tanto de la transmisión como de la conmutación. No voy a hablar hoy de la transmisión, pero no puede separarse de la conmutación al estar combinada cada vez más en los propios dispositivos conmutadores.

Los conmutadores primitivos son los de las centrales telefónicas electromecánicas Rotary.... que algunos veteranos conocerán; después la multiplexación en tiempo en las centrales digitales, que supuso en la telefonía la digitalización PCM; los conmutadores ATM, que crearon una gran expectativa de convergencia de datos, voz, video y multimedia que no llegó a materializarse y se quedaron para aplicaciones de datos como el ADSL actual; finalmente los routers IP y los conmutadores Ethernet, descendientes de los primitivos *bridges* basados en software, que es lo que vivimos actualmente en plena ebullición.

La reflexión que quiero plantear es cómo deben ser los conmutadores en el futuro para realmente avanzar. ¿Deben ser exactamente como los conmutadores Ethernet actuales a base de repetir el modelo o tenemos que ir pensando en cosas diferentes o complementarias como la que plantea José Morales?

Las redes de comunicaciones hoy

La situación de las redes hoy podemos caracterizarla en pocas palabras por un estancamiento de la inversión en redes fijas (telefonía fija) dado que los operadores buscan la rentabilidad y

ésta se encuentra, hoy por hoy, en la telefonía móvil. Además, la amenaza de la voz sobre IP (VoIP), que banaliza el coste del servicio de voz (Skype), que era en el pasado la principal fuente de ingresos de las operadoras, completa la disuasión respecto a la telefonía fija.

MPLS como tecnología está teniendo bastante éxito debido a su gran capacidad de servicio, pero principalmente en el núcleo de la red. Es una tecnología cara que nació inicialmente para aprovechar la conmutación ATM, utilizando los conmutadores hardware desarrollados para ATM, y que hoy está viviendo su momento de esplendor.

Ethernet ha tenido un éxito arrollador en todos los aspectos, tanto en el de transmisión, debido a las distancias alcanzadas, como en otros ámbitos en los que se aplica actualmente. Empezó siendo sólo una tecnología de red de área local con medio compartido y se está convirtiendo en una tecnología de conmutación a gran escala. Hoy se habla mucho del *Carrier Ethernet*, que identifica el esfuerzo de conseguir con redes Ethernet una calidad de servicio similar a la que se está ofreciendo por los operadores de telecomunicación con tecnologías más costosas, como SDH y otras. El aspecto anecdótico es que, aunque siempre ha habido confluencia en los estándares y coordinación entre la UIT, el IETF y el IEEE, existía bastante separación entre todos ellos, mientras que actualmente (dado el predominio de Ethernet, MPLS e IP) están especificando los mismos temas. Mientras que antes las coincidencias eran temporales y puntuales, actualmente están volcados en especificar los servicios basados en Ethernet, IP y MPLS y en buscar alternativas de futuro.

El dilema básico de la evolución de las redes continúa vigente entre el modelo de circuitos físicos orientado a conexión y el modelo de conmutación de paquetes sin conexión. Cada uno presenta sus ventajas e inconvenientes, pero el de conexión nos ofrece una predecibilidad y una calidad asegurada en el servicio, dado que se establece el circuito y ya podemos usarlo, a cambio de una menor eficiencia de la red y una más baja utilización del medio.

Evolución de las tecnologías LAN y WAN

Aquí tenemos una muestra de la evolución de son las tecnologías de área amplia o de área local y como se interconectan actualmente a través de líneas dedicadas E1, E3. Las tecnologías están evolucionando ya a un predominio de Ethernet y otras tecnologías de transporte que no se mencionan aquí. Ethernet ya es una tecnología no sólo de conmutación sino de transporte, con lo cual está incidiendo de múltiples maneras. No hay que ignorar las tecnologías ópticas (WDM, CWDM) también de gran importancia en el tema de transporte.

Protocolo IP: creador de Internet

La base del éxito de IP es la interconexión de redes (internetworking) y la interoperabilidad. Es un protocolo que permitió crear Internet uniendo redes muy distintas, de diferentes tecnologías, operando coordinadamente de forma simple e independiente. Precisamente por esas escasas exigencias de requerimientos de calidad a la red, se suplen esas carencias mediante protocolos por encima de IP como TCP y esto es lo que se ha ilustrado a veces como el **modelo de reloj de arena** de IP. Se visualiza IP como una capa delgada. Por ser un protocolo simple es fácil crear

interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes que lo ejecuten, ésa ha sido la base del éxito de IP.

Las redes mañana

Vamos a ver la situación cara al futuro hacia dónde vamos y los problemas que hay que resolver. Como se puede comprobar, las profecías son muy arriesgadas: algunos de ustedes conocerán que en el 1978 se afirmó que la pila de protocolos OSI iba a ser la adoptada universalmente, y luego resultó que fue la del TCP/IP, menos seria pero más práctica. También ISDN fue inicialmente una gran esperanza para las redes de datos; después fue ATM que tampoco se materializó como red universal; GSM se pensó que podía ser demasiado complejo y que los propios terminales podían ser grandes y sin embargo no lo fueron; SMS fue un servicio subvalorado incluso por los propios que lo crearon; en el año 98 se pensaba que el ADSL iba a tener éxito porque la gente lo que quería era video bajo demanda en su casa, y lo que ha ocurrido es que la gente lo tiene para acceder a Internet y que el tráfico en Internet es predominantemente peer-to-peer, que antes no se conocía; UMTS se pensó que iba a ser un éxito como GSM, pero no ha sido así, o por lo menos de momento, y ahora estamos viviendo las expectativas de los sistemas IMS (IP Multimedia Subsystem) o la IPTV (televisión vía IP), que no sabemos en qué acabarán. Por eso es muy arriesgado hacer profecías: yo me abstendré de hacerlas y simplemente expondré criterios.

Problemas a resolver para una Red Global

El objetivo que se está buscando, como he dicho antes, es una red que sustituya a todas las redes de telecomunicación actuales, pero que esté basada en IP, porque el router da multiplicidad de servicio y en teoría está muy bien, pero lo que pasa es que se están sumando requisitos de servicios como Triple-Play o Cuádruple-Play, muy exigentes en ancho de banda, retardos máximos, etc., lo cual es fácil anunciar, pero muy complicado y costoso garantizar.

Por otra parte, el modelo IP está pensado justamente para lo contrario: no garantizar la calidad y ser un sistema descentralizado. Este “descontrol” de las redes IP, que no están supervisadas por una determinada compañía, lo mismo que hizo triunfar a IP, puede estar limitando su futuro.

Ethernet gana en LANs: ¿Cuál es/debe ser la capa de interconexión?

Con el éxito de Ethernet lo que ha ocurrido es que las redes, que eran de tecnología distinta, son Ethernet actualmente y una posibilidad, que están buscando muchas organizaciones de estandarización, es cómo se escala eso con Ethernet, porque evidentemente con IP (con o sin MPLS) es más costoso. También irrumpen con fuerza las comunicaciones inalámbricas relacionadas con Ethernet (WiFi, WiMAX) y que también hay que integrar. Me permito la reflexión de si no estamos ante una nueva capa de interconexión como puede verse en el diagrama del IEEE (transparencia 20) con las diferentes tecnologías de acceso físico radio y demás, en la que la capa que llamamos del *bridging*, está siendo actualmente el eje.

Un síntoma es que en el IEEE actualmente el grupo 802.1 (interworking) está en ebullición y trabaja en muchos diferentes estándares (802.1ad, 802.1ah, 802.1aq,...) para extender Ethernet. Esta multiplicidad se debe a que no se ha afrontado el problema de la escalabilidad de Ethernet en su raíz, sino mediante arreglos *ad hoc*.

¿Podrá ser Ethernet la nueva capa delgada del modelo de reloj de arena?

Surge, pues, la cuestión de si Ethernet puede realizar esa capa de interconexión que pedíamos en IP y, digamos de alguna forma, se está pidiendo en la Ethernet Global. Se empieza a hablar de las virtudes que tiene Ethernet, su difusión casi universal y que es simple. El problema es que Ethernet también tiene sus restricciones, la principal, y creo que es importante que lo entiendan, es que actualmente Ethernet no se utiliza como un protocolo jerárquico, pues el sistema de direcciones, tal como se emplea hoy, no es jerárquico. Eso impide la escalabilidad y el poder plantearse cualquier tipo de encaminamiento en tamaños medianos o grandes. Es un aspecto básico que creo esencial en la aportación de José Morales: proponer un sistema de direccionamiento jerárquico Ethernet de longitud fija, empleando para ello las propias direcciones existentes.

Utilizar las VLAN para escalar presenta la limitación de que su número está limitado a 4.096, y se están intentando utilizar las VLAN en muchas funcionalidades para las que no fueron pensadas. Hay propuestas basadas en protocolos de expansión (*spanning tree*) que también tienen una serie de restricciones y que tampoco escalan a los tamaños que buscamos y finalmente muchas de las propuestas actuales se basan en encapsulados adicionales como las de Provider Backbone Bridges (802.1ah), ver la transparencia 23, en la que la simple trama Ethernet va aumentando con encapsulado secuencial y de VLANs dentro de VLANs. Como ven, se riza el rizo de la complejidad en cuanto a encapsulado, y creo que este modelo no tiene muchas perspectivas de futuro y no soy el único que opina al respecto así.

Funcionalidad en niveles sub IP: MPLS, GMPLS, T-MPLS

La otra alternativa, dado que IP tiene carencias, es movernos debajo de la capa de IP, y ahí se sitúan las opciones de MPLS y GMPLS. GMPLS es una generalización de MPLS. Ambos están basados en conmutación de etiquetas, el principal problema que veo para estas tecnologías es la dependencia de IP: hacen falta equipos que hagan encaminamiento IP y ejecuten protocolos de intercambio de etiquetas, lo que hace que el coste aumente y no nos permite prescindir de IP en la funcionalidad, o por lo menos seguimos dependiendo de equipos más costosos. Su escalabilidad también está limitada por las etiquetas.

Hay una propuesta reciente de la ITU, denominada T-MPLS, que es un MPLS simplificado orientado a conexión que creo es de interés, pero que mantiene la conmutación por etiquetas.

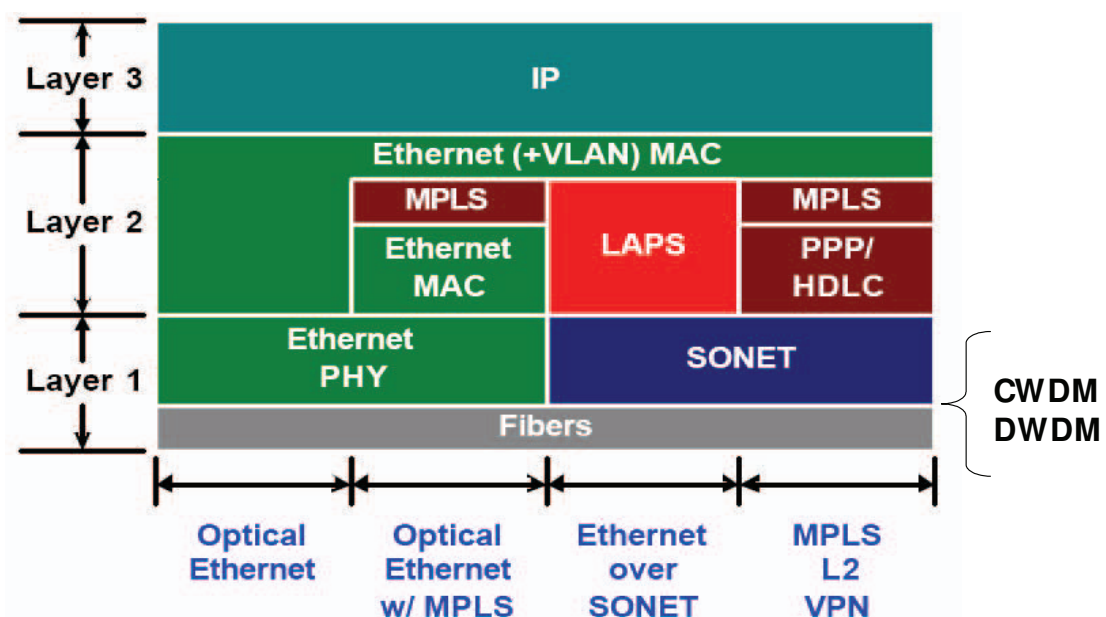
Problemas a resolver: limitaciones de la Ethernet actual

Así que tenemos una serie de retos en cuanto a la escalabilidad de Ethernet, que es el tema básico que habrá que afrontar, a esto se suma el que se quiere una calidad *Carrier*, es decir, una calidad de proveedor de telecomunicaciones, a unas redes que no está pensadas para ello, tanto

IP como Ethernet. Por ello se están estandarizando una serie de mecanismos de mantenimiento, monitorización, calidad de servicio y demás que están complicando mucho los estándares Ethernet. Hay varios escenarios diferentes que se están proponiendo para el *Carrier Ethernet*, con diferentes conmutadores de agregación y MPLS en el propio núcleo de la red. Existen una serie de requisitos muy exigentes que se están poniendo encima de la mesa, y hay que preguntarse si son todos necesarios. Evidentemente una cosa es Carrier Ethernet y otra cosa es Ethernet de altas prestaciones, pero sin esos requisitos tan estrictos, y habrá que ver el precio que se paga por ello, lo que es una cuestión de tiempo. No se van a conseguir hoy por hoy: mi reflexión particular es que lo simple y barato vence. Por ejemplo, Ethernet cuando nació no se utilizó en redes de control industrial, porque decían que no garantizaba un tiempo de respuesta máximo, mientras que hoy es el sistema de referencia en este entorno.

Cambios de paradigma

Ethernet tenía muchas pegas frente a otras tecnologías, pero ha acabado venciendo por la sencillez y por el coste. Como ven, podemos apilar montones de requerimientos que podrán desarrollarse en el tiempo y que creo que es importante tener en cuenta, pero habrá también que sopesar en qué punto se van implementando, porque la realidad es que, hoy por hoy, los estándares que se están manejando en el IEEE se está complicando cada vez más. Así que tenemos una serie de requisitos entre los que me atrevería a destacar la importancia de la simplicidad, dada la alta velocidad de la conmutación: los protocolo tienen que ser muy simples porque sino no, no alcanzamos esas velocidades. Este es un mensaje importante y que también en términos de coste energético tiene una importancia esencial: cuanto más simple es un protocolo, menos consumo de energía. En las velocidades a las que nos movemos hoy es esencial la simplicidad. En la práctica, la pila de protocolos actual se apoya en el pasado con transporte SDH (Jerarquía Digital Síncrona) y hacia el futuro tenemos las tecnologías ópticas de múltiples longitudes de onda sobre fibra y la capa Ethernet, tendiendo cada vez a una simplificación mayor.



Conclusiones

Como conclusión podríamos decir que IP tiene muchas dificultades para ser la base de las redes que se buscan por coste y por modelo. Como los nuevos requisitos van orientados a la calidad, y el establecer mecanismos de calidad de servicio es muy costoso, hoy por hoy no ha triunfado dentro del modelo de IP, salvo MPLS pero a unos costes determinados. Por otra parte, el mercado pide Ethernet porque su coste es imbatible y creo que es esencial desarrollar un Ethernet verdaderamente jerárquico. Hasta entonces seguramente no habrá muchos avances en Ethernet, salvo complicarlo excesivamente.

Me parece importante también replantearse el paradigma de los conmutadores transparentes actuales. El paradigma de los routers está bastante claro, el paradigma de los conmutadores transparentes basados en *spanning tree* y el aprendizaje de direcciones probablemente ya ha dado de sí todo lo que podía dar, que es muchísimo en cuanto a prestaciones, precios y sencillez de operación de las redes, pero no escala por encima de ciertos tamaños, por lo tanto hay que pensar en otros modelos, como propone José Morales. IP va a compartir funciones de interconexión cada vez más con Ethernet. La capa dos es hoy una capa muy borrosa que tiende a incorporar encaminamiento. MPLS tiene una cierta dependencia de IP que le debilita, pero GMPLS promete un modelo genérico de control. Lo que sí parece claro es que DWDM y Ethernet jerárquico parecen apuestas seguras para el futuro de las comunicaciones por su capacidad, simplicidad, compatibilidad y complementariedad.



1ª Jornada Europea

Ahorro energético y Telecomunicaciones Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Salón de actos de la sede central del Ministerio de Medio Ambiente - Madrid, 17 de octubre de 2006

**Las redes de telecomunicaciones ayer y hoy.
Problemas a resolver para una red global y ventajas
tecnológicas de su aplicación.**

*Dr. Guillermo Ibáñez Fernández
Universidad Alcalá de Henares*

Indice

- **Las redes de comunicaciones ayer**
- Las redes hoy
- **Las redes mañana**
 - Problemas a resolver para una Red Global
 - Transporte y Servicios Ethernet
- **Conclusiones**

Redes ayer: prehistoria e historia

- **Telégrafo: 1850's (Morse)**
- **UIT. Union Internacional de Telecomunicaciones: desde 1865**
 - Telefonía, Datos (Telex, Teléfono, X.25, Frame Relay, ATM)
 - Transmisión y conmutación.
 - Red telefónica analógica.
 - Red Digital: ISDN
 - Banda Ancha, B-ISDN: ATM
 - Señalización CCITT #7
- **IETF**
 - 1964 Kleinrock, Baran: conmutación de paquetes.
 - 1969 Puesta en marcha de ARPANET
 - 1973 Ethernet (Bob Metcalfe). Xerox

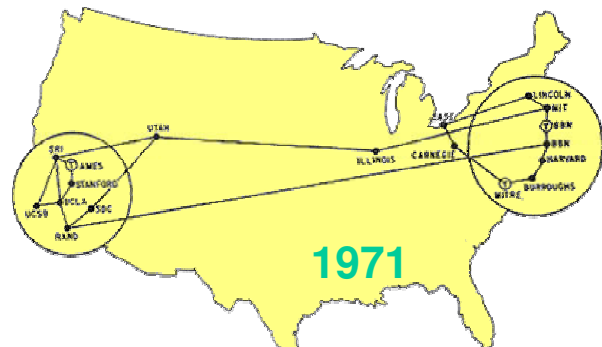
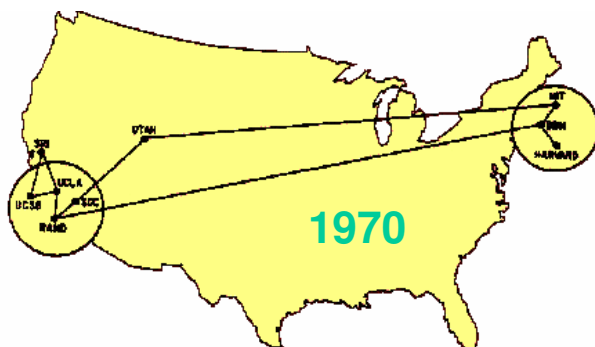


The first section of the California State Telegraph Co. line was constructed from San Francisco south to San Jose beginning in September of 1853.

From the Map: Gold Regions of California

ARPANet: primeras conexiones

- 1969:** se instalan nodos IMP en cuatro centros de investigación universitarios que contaban con importantes especialistas y nace ARPANet
- 1970:** se añaden más nodos alrededor de los originales y de BBN
- 1971:** se incorpora a ARPANet la primera red externa ALOHAnet
- 1972:** demostración pública de la red e invención del correo electrónico popularizan la red
- 1973:** primera conexión internacional (a Londres vía Noruega)
- 1975:** primeras pruebas del protocolo TCP (RFC675: *Specification of Internet Transmission Control Program*)
- 1977:** nace la arquitectura OSI (Open Systems Interconnection)



Redes ayer: caminos paralelos de la interconexión de redes



- **Redes telecomunicación (ITU): Calidad controlada**

- Crecimiento ordenado, centralizado, estandarizado.
- Por ser redes de circuitos (CO) los estándares hardware son más detallados.
- Propiedad de operadores en régimen de monopolio y fabricantes en oligo/monopolio (v.g. ATT). Favorecen la existencia de sistemas propietarios.



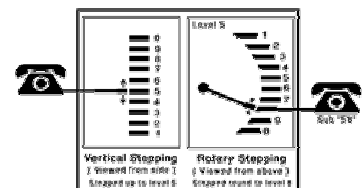
- **Frente a redes de ordenadores (IETF, IEEE 802): Best effort**

- Ordenadores inicialmente aislados
- Ordenadores interconectados via routers. Network Control Protocol. TCP/IP
- Red de paquetes (CL)
- Redes locales: Token Ring, Token Bus, Ethernet.
- Las redes locales van siendo interconectadas mediante IP.
- Crecimiento de las redes locales: Ethernet
- Fabricantes en competencia
- Propietarios: organizaciones independientes.
- Interconexión entre nodos vía líneas dedicadas (ARPANET: 56 kbps).



Redes ayer y hoy : dispositivos conmutadores

- **Centrales Rotary (Strowgear).**



- **Centrales telefónicas digitales (TDM)**

- **Conmutadores ATM: la fallida red integrada.**



- **Conmutadores Ethernet**

- **¿Cómo deben ser los conmutadores del futuro ?**



Indice

- Las redes de comunicaciones ayer
- **Las redes hoy**
- Las redes mañana
 - Problemas a resolver para una Red Global
 - Transporte y Servicios Ethernet
- Conclusiones

Redes hoy

- **Estancamiento de la inversión en las redes tradicionales de telefonía de voz (excepto móviles)**

- En busca del modelo VoIP, convergente con la red IP (NGN).

- **Éxito arrollador de Internet como Red de Redes**

- También para voz: Skype, Messenger, Google Talk...

- **Éxito de MPLS en el núcleo**

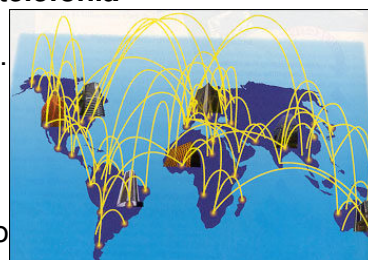
- Dificultad de escalarlo a entornos metropolitanos y de acceso (miles de túneles).

- **Éxito arrollador de Ethernet: Ámbitos LAN, MAN, WAN e inalámbrico.**

- Gran actividad en Metro Ethernet, **Carrier-Grade Ethernet**.
- Se empieza a mencionar **Ethernet Global**

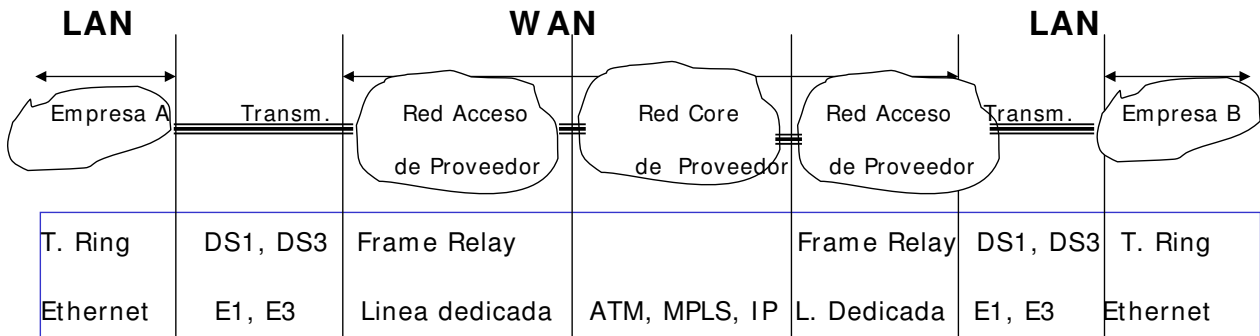
- **Estándares: Diversidad de actores sobre única red IEEE, MEF, ITU.**

- ITU especificando servicios Ethernet, T-MPLS.
- El dilema continúa: *Con Conexión (CO)* frente a *Sin Conexión (CL)*.
 - Predecibilidad, calidad frente a economía, flexibilidad y eficiencia por la compartición de recursos



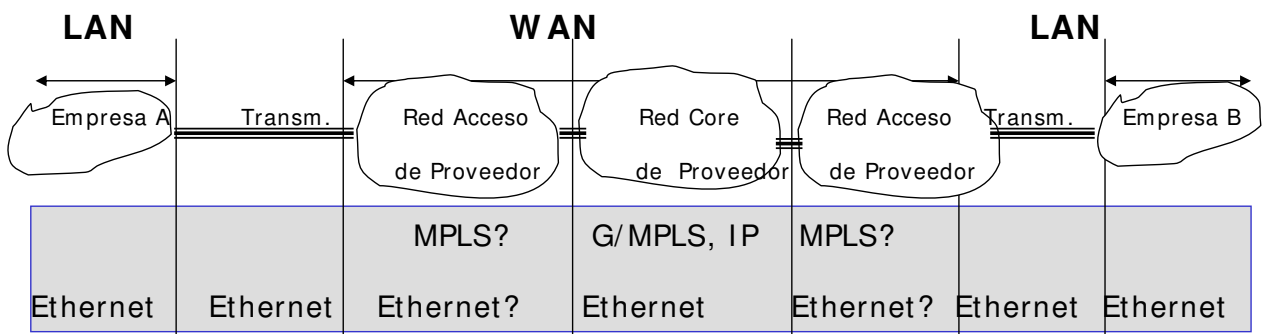
Redes hoy: evolucion de las tecnologías LAN y WAN

WAN clásica

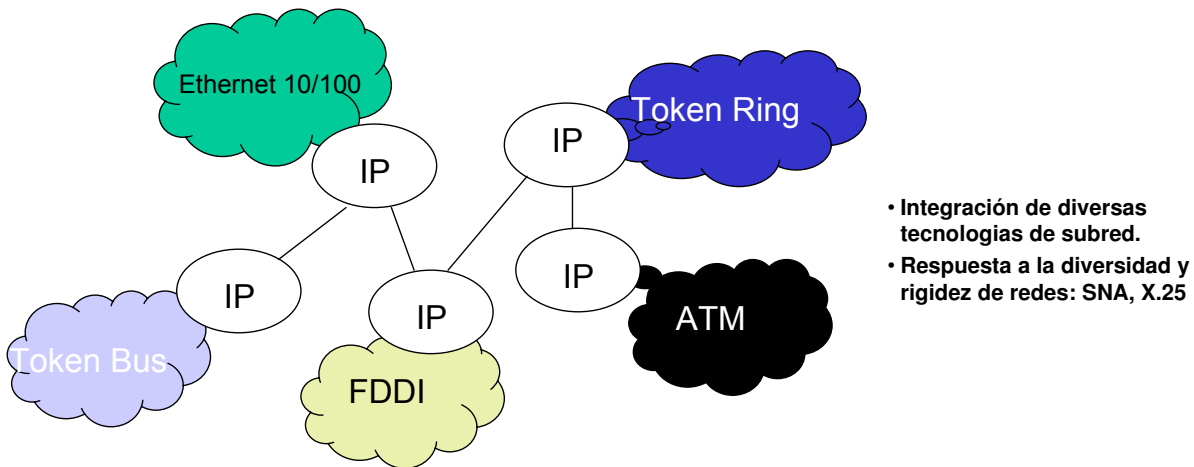


Evolucion de tecnologías LAN y WAN

WAN Ethernet



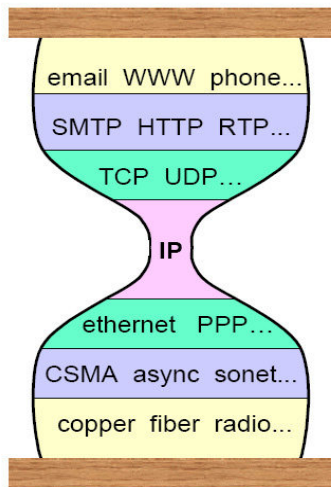
Protocolo IP: creador de Internet



Filosofía de IP: las razones del éxito

- **Eficiencia de uso de la red**
 - Conmutación de paquetes vs conmutación de circuitos
- **Resistencia a fallos**
 - Routers sin estado (paquete a paquete)
 - Arquitectura End to End (mínima funcionalidad en la red)
- **Diferentes tipos de servicios sobre la red**
 - Conexión, TCP.
 - Sin conexión, UDP.
- **Mínima exigencia a la red para máxima compatibilidad con redes diversas**
 - Entrega básica (best effort)
 - Tolerancia a pérdida o desorden de paquetes
- **Gestión distribuida de recursos de red**
 - Varios dueños de la red
 - Protocolos intra e interdominio de encaminamiento

El modelo de reloj de arena de IP



- **Capa delgada IP para máxima interoperabilidad y simple implementabilidad**
- **El por qué de la arquitectura IP**
 - Capa internet para:
 - Red de mayor tamaño
 - Direccionamiento global
 - Ocultar detalles e independizar de cambios en las redes finales
 - Único protocolo de interconexión
 - Para máxima interoperabilidad
 - Comonalidad de interfaces
 - Protocolo simple, escasa funcionalidad.
 - Para máxima interoperabilidad

Indice

- Las redes de comunicaciones ayer
- Las redes hoy
- **Las redes mañana**
 - Problemas a resolver para una Red Global
 - Transporte y Servicios Ethernet
- Conclusiones



Los riesgos de las predicciones telemáticas

1978: La arquitectura de protocolos OSI será universalmente adoptada: es muy superior a TCP/IP.

1980: ISDN será la red integrada de datos universal ☺ multiservicio

1993: ISDN no, pero lo será ATM ☺ ☺

“ATM es muy superior a Ethernet porque da calidad de servicio”

1995: GSM puede ser demasiado complejo para triunfar.

Los terminales serán voluminosos.

1995: SMS es un servicio de escasa importancia.

1998: “El video bajo demanda (VoD) será la aplicación clave de ADSL” ☺

2006: El tráfico predominante es Peer to Peer (e-mule,...).

2000: UMTS será un éxito planificado, como GSM (quizás algún día)

2006: ¿IMS? ¿IPTV?

Problemas a resolver para una Red Global

•OBJETIVO:

–Sustituir con **una red basada en IP** diversas redes, incluyendo la red de telefonía fija e ir mucho más allá en prestaciones para la comunicación multimedia.

•Los requisitos actuales para servicios Triple-Play, Quadruple-Play son muy exigentes (video).

•Pero IP es descentralizado, sin conexión, best-effort, no mantiene estado, autoconfigurable (topología sin registro global)

•Lo que hizo triunfar a IP le dificulta ser la alternativa.

–Requisitos estrictos: retardos, seguridad, fiabilidad

–Necesidad de QoS simple para hacerla escalable.

Problemas de la arquitectura IP para los operadores de red

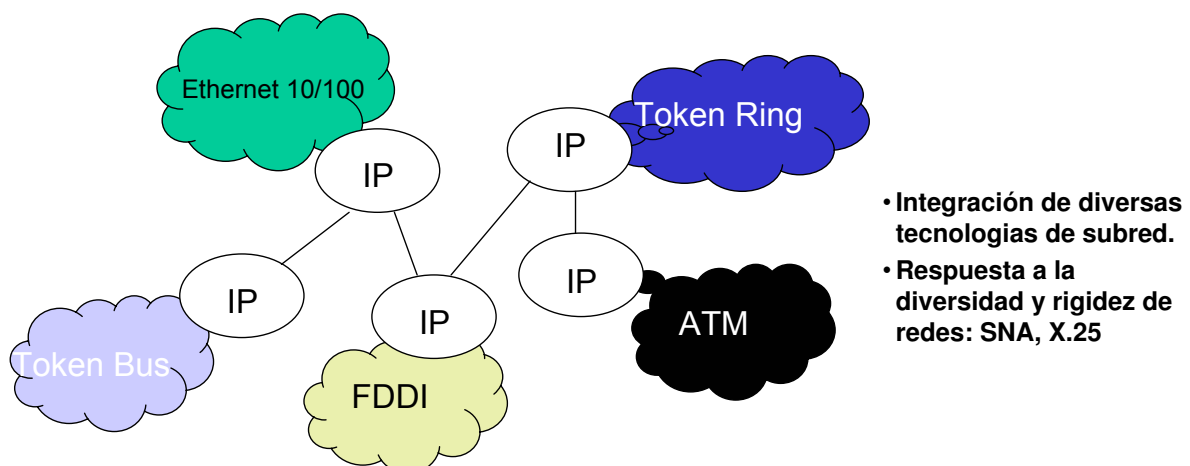
•Recursos incontrolados

- Los routers no mantienen estado de conexiones.
- La monitorización y medidas son parciales y no integradas
- Los routers se auto-reconfiguran tras fallo.
- Los routers asignan recursos de forma indiscriminada

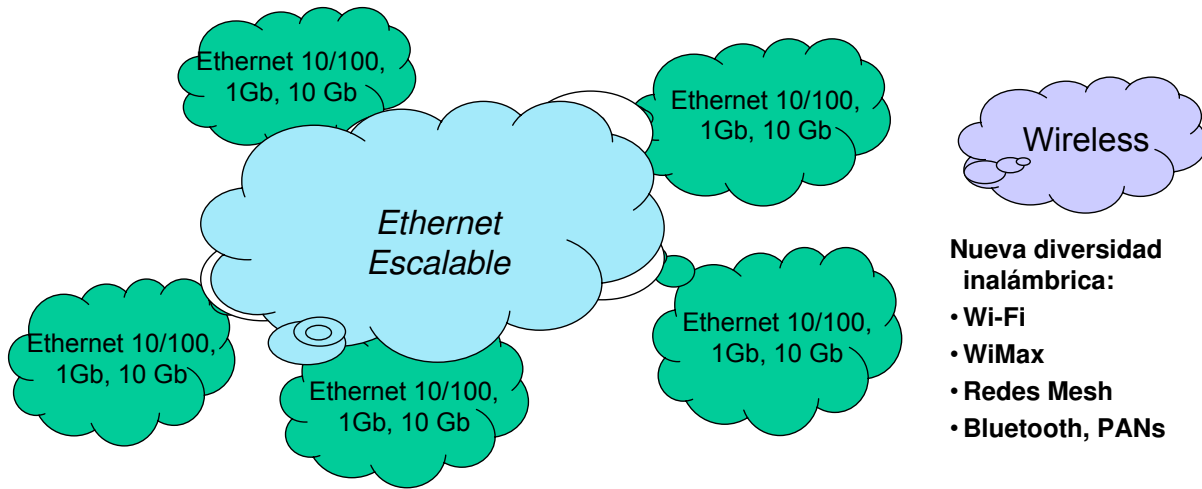
•Fiabilidad y predecibilidad

- IP no garantiza calidad de servicio. RSVP muy costosa.
- Fiabilidad redes IP < 471min/año, POTS < 5min/año

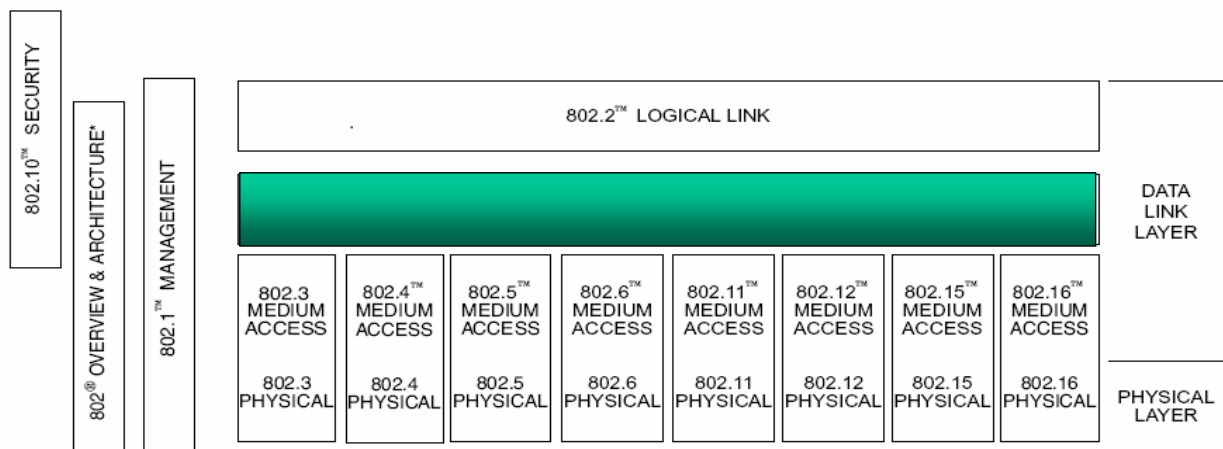
Protocolo IP: creador de Internet



Ethernet gana en LANs: ¿Cuál es/debe ser la capa de interconexión?



¿Es esta la nueva capa de interconexión?



* Formerly IEEE Std 802.1A™

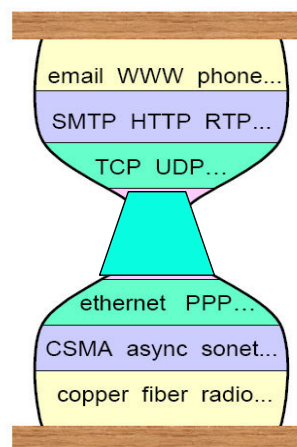
¿Podrá ser Ethernet la nueva capa delgada del modelo de reloj de arena ?

•El por qué Ethernet

- Protocolo común (IP se mantiene para encaminar cuando es preciso)
 - Máxima interoperabilidad
 - Ya no es necesario ocultar detalles de la subred si los extremos usan tramas nativas Ethernet
 - Reducir los tipos de interfaz
- Protocolo simple (Ethernet básico)
 - Máxima interoperabilidad
 - Mayores prestaciones alta velocidad
 - Mínimo coste

•El cómo

- Se precisa una Ethernet Global capaz de:
 - Redes de cualquier tamaño
 - Encaminamiento en dominios y entre dominios



Funcionalidad en niveles sub IP: Basadas en Ethernet

•¿Puede construirse la red con el modelo Ethernet actual?

- Ethernet no es jerárquico. Direcciones MAC universales no agregables en rutas.
- Las VLANs no escalan (4096) ni sirven para todo: conexiones, túneles, cross-connects
- Propuestas basadas en Spanning Trees: Global Open Ethernet (NEC), MSTP, AMSTP, Shortest Path Bridging.
 - Modelo de bridge transparente de difusión y aprendizaje de direcciones MAC. Escalabilidad limitada a redes campus grandes o equivalentes.
- Propuestas de encapsulados adicionales: Provider Backbone Bridges.
 - Problemas de escalabilidad y complejidad de encapsulados.

Buscando escalabilidad de Ethernet mediante encapsulados

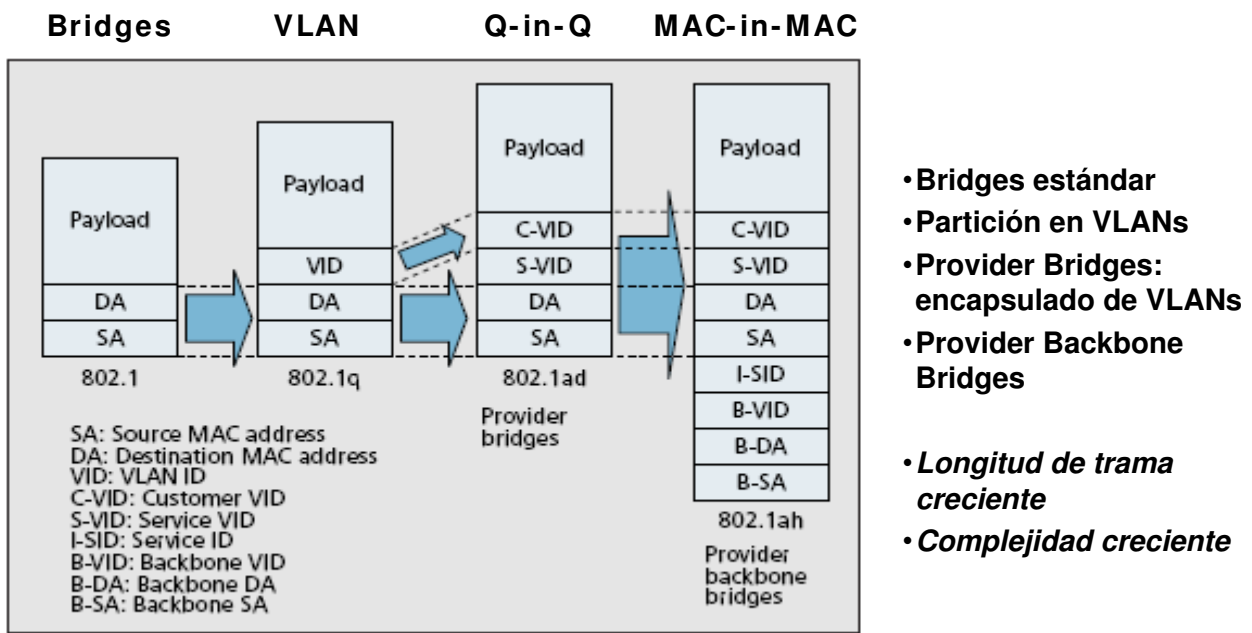


Figure 1. Evolution of Ethernet hierarchy.

Fuente: IEEE Comms. Magazine

Funcionalidad en niveles sub IP: MPLS, GMPLS, T-MPLS

- Otras alternativas de paso de funciones de encaminamiento e ingeniería de tráfico de IP a capas inferiores.
- **MPLS, GMPLS (IETF)**
 - Adecuados para redes “core”
 - Dependencia de IP
- **T-MPLS (ITU)**
 - Elimina dependencia de IP
 - Orientado a conexión
 - Restringido
 - Necesidad de configurar/conmutar con etiquetas

Problemas a resolver: Limitaciones de Ethernet actual

- **Escalabilidad número de clientes**
 - Máximo número de VLAN's (4096)
- **Escalabilidad del encaminamiento en capa 2.**
 - Tamaño, eficacia, Spanning Tree
 - Limitaciones de los protocolos de estado de enlaces
- **Funcionalidad a añadir si se requiere calidad "carrier"**
 - Monitorización y gestión del servicio
 - Provisión del servicio y QoS
 - Restauración
 - Interconexión con las tecnologías tradicionales desplegadas
 - Seguridad en capa 2

Problemas a resolver: Requisitos (máximos)

- **Altísimas prestaciones a mínimo precio**
 - Triple-play, Quadruple-play.
 - Combinan servicios con requisitos diversos de calidad de servicio: ancho de banda, retardo y jitter.
- **Estructura dinámica de la red (dilema)**
 - Autoorganización, autoconfiguración. (P2P)
 - Gestión controlada (SO). Requisito en Carrier Ethernet
- **Transparencia. Integración de la diversidad de redes de acceso.**
- **Ambito de operación total, global: PAN, LAN, MAN, WAN.**
- **Soportar los diversos servicios de conexión Ethernet (MEF):**
 - E-line punto a punto (línea privada Ethernet como TDM) o línea virtual privada Ethernet (como Frame Relay)
 - E-LAN (multipunto a multipunto)

Requisitos redes Ethernet escalables

- **Jerarquización de granularidad flexible y fina**
- **Alta seguridad frente a MAC spoofing, ataques a protocolos encaminamiento y de árbol de expansión. Reducción difusión ARP.**
- **Autoconfiguración o mínima configuración: Independencia de direccionamiento IP, y del punto de conexión a la red.**
- **Compatibilidad con redes y dispositivos existentes:**
 - Interoperabilidad con ordenadores y servidores no modificados
 - Compatibilidad con routers y bridges estándar incluyendo VLANs (802.1D, 802.1Q)
- **Gestionables desde sistemas de operación centralizados**
- **Soporte de movilidad en capa 2 (deseable independencia dir. IP)**

Requisitos redes Ethernet escalables

- **Mecanismos para optimización y minimización del tráfico multicast en nivel de enlace como inspección IGMP.**
- **¿Prevención de bucles de encaminamiento transitorios (TTL)?**
- **Alta utilización de la red, bloqueo de enlaces mínimo**
- **Caminos en la red optimizados**
- **Capacidades de Ingeniería de Tráfico y Calidad de Servicio (QoS)**
- **Simplicidad. Mínima sobrecarga de protocolos.**
- **Mínimo procesado en los conmutadores**
- **Máxima capacidad de transporte de extremo a extremo.**

Cambios de paradigma

- **De la transmisión como límite (56 kbps) al procesamiento de paquetes (Terabits) como límite**

- Ha crecido mucho más deprisa (56 kbps a 10 Gbps) la velocidad de transmisión que la capacidad de proceso (4 Mhz a 4 Ghz), luego

- **¡Los protocolos deben ser muy simples!**

- Frame Relay nació como simplificación de X.25 por la alta fiabilidad de las redes

- **Es hora de simplificar.**

- **Hace falta algo más simple y rápido que IP para encaminar**

Indice

- Las redes de comunicaciones ayer
 - Las redes hoy
 - Las redes mañana
 - Problemas a resolver para una Red Global
 - Transporte y Servicios Ethernet
 - **Conclusiones**
-

Conclusiones

• Alternativas

- Ethernet nativa (s/WDM)
- ATM es casi historia.
- IPv6: casi descartada (O no: Cernet2 China)
- MPLS: dificultades para escalar a coste competitivo.
- Provider Backbone Bridges 802.1ah y Provider Backbone Transport
- VLAN Cross-connects
- T-MPLS
- UETS

Conclusiones

- **El mercado pide Ethernet: Economía, compatibilidad y simplicidad**
 - Ethernet debe ser jerárquico de verdad para escalar y ser global.
- **IP como red de base frente a las redes de telecomunicaciones.**
 - Problemas de IP como red de servicios de telecomunicaciones
 - Coste y límites de prestaciones TCP/IP
- **El paradigma de los conmutadores transparentes se ha quedado pequeño y está en redefinición**
 - Pero apilar encapsulados no es la solución.
- **IP compartiendo y cediendo funciones de interconexión con/a Ethernet**
- **MPLS y GMPLS dependen de IP.**
- **DWDM y Ethernet claro futuro: capacidad, compatibilidad y simplicidad**

- **La solución para las redes de transporte:**

¿UETS + (G)MPLS + WDM?

La necesidad de aplicar las nuevas tecnologías desde el lado de la demanda: la mejora de la eficiencia energética en los sectores difusos.

D. Juan Luis Plá de la Rosa. IDAE - M^o de Industria, Turismo y Comercio.

Como complemento a la presentación en transparencias, incluida a continuación, aquí se analiza la estructura de consumo de energía en el sector transporte y sus consecuencias en el medio ambiente atmosférico. El impacto ambiental es muy amplio y está causado por las infraestructuras y los propios medios: ocupación de espacio, ruido y problemas ambientales generados por vehículos y componentes fuera de uso; la mayor parte, en cuanto a emisiones gaseosas, es consecuencia del consumo de energía y de las fuentes de abastecimiento energético. La disminución del impacto ambiental sólo es posible disminuyendo la intensidad energética de todo el sector, consumiendo menos energía por km. viajado o por tonelada transportada, o utilizando fuentes energéticas más limpias.

Con las crisis de los años 70 y 80 se empezó hablar de eficiencia energética, motivada por la inseguridad de los suministros y los grandes aumentos de precio. Esto hizo que se iniciasen medidas políticas y técnicas para aumentar la eficiencia en todos sectores y disminuir la dependencia del petróleo. Globalmente se han obtenido resultados espectaculares, pero no en transporte: el consumo y la intensidad energética aumentan cada año. A principios de los años 90, con las crisis ya superadas, empiezan las preocupaciones medioambientales, materializadas por primera vez en los Acuerdos de Kioto, recientemente ratificados por los estados miembros de la Unión Europea, que fijan límites de emisiones de cada país. Sin embargo, las minicrisis periódicas, que afectaron principalmente al transporte, recuerdan que la seguridad en el abastecimiento y su impacto en la economía siguen muy lejos de estar resueltos.

Si hubiera que enunciar las dos particularidades que mejor caracterizan el consumo de energía en el transporte, serían sin duda la ineficiencia del sector y la dependencia del petróleo. El consumo en el transporte es la causa de que no disminuya la dependencia del petróleo en el abastecimiento energético de España. En el año 2000 las importaciones de petróleo supusieron el 52% de todas las necesidades de energía primaria; un 63 % de este petróleo se destinó al transporte, mientras que sólo un 37% fue utilizado en los demás sectores: doméstico, servicios, industria, y producción de electricidad. Como consecuencia, la dependencia del petróleo, lejos de disminuir, aumenta (ha pasado del 34% en el año 1980, al 52% en el 2000), contribuyendo así a aumentar nuestra inseguridad energética.

El transporte representa hoy el 44% de toda la energía consumida, frente al 32% en el conjunto de la Unión Europea. Este porcentaje continúa aumentando todos los años, y es muy superior en

España a la media de la UE. Aunque tanto mercancías como personas tienen a su disposición diversos medios motorizados para desplazarse, ya desde hace muchos años, la elección se decanta de una forma casi monopolista por la carretera. Tanto el tren, como el transporte marítimo, están perdiendo cuota de mercado constantemente a favor de la carretera. Hoy el 90% de los desplazamientos de personas y el 82% del transporte de mercancías se realizan a través de este medio.

El transporte causa gran impacto en el medio ambiente: ocupación de espacio, ruido, residuos que genera, emisiones contaminantes y emisiones de CO₂; el impacto causado en el medio ambiente atmosférico es consecuencia del consumo de energía. Supone más del 40% del consumo total de energía final en España, con una dependencia del petróleo casi del 100%, y más de un 60% del petróleo importado. El primer problema de esto es la inseguridad del abastecimiento energético y su impacto en la actividad económica; el segundo problema son las emisiones contaminantes, transporte representa el 40% de emisiones totales de CO₂ de origen energético, y un 80% de las de CO. Además, en el medio urbano supone la primera fuente de contaminación ambiental

No todos los modos de utilización juegan el mismo papel: la carretera, con un 80% del consumo total de energía del sector, es el subsector de mayor impacto ambiental, con una participación decisiva del coche privado, que consume un 15% de toda la energía final consumida en España. El coche privado también es el mayor problema en el medio urbano, donde la mitad de los recorridos no superan los 3 km., lo que implica consumos de carburante muy elevados, con las consiguientes emisiones contaminantes y el impacto sobre el medio ambiente y la calidad de vida de los ciudadanos, cuando mayoría se podrían realizar a pie o en bicicleta.

Los fabricantes de automóviles y la Comisión Europea han mostrado su interés por la búsqueda de medidas para aumentar la eficiencia energética del sector y disminuir dependencia energética del petróleo. Pero esto no es suficiente, pues las ventajas de las mejoras tecnológicas son absorbidas por los incrementos de prestaciones y por el uso irracional de los vehículos. Sin un importante cambio en los hábitos de los ciudadanos, no se conseguirán las disminuciones de consumo y emisiones necesarias para una mejora significativa del medio ambiente y de nuestra calidad de vida. No se trata ni de restringir la movilidad, ni de poner restricciones artificiales al coche privado, pero sí de racionalizar el conjunto.



1ª Jornada Europea

Ahorro energético y Telecomunicaciones Convergencia con la Red Eléctrica y Desarrollo Sostenible

Salón de actos de la sede central del Ministerio de Medio Ambiente - Madrid, 17 de octubre de 2006

“La necesidad de aplicar las nuevas tecnologías desde el lado de la demanda: la mejora de la eficiencia energética en los sectores difusos”.

Juan Luis Plá de la Rosa - IDAE

Jornada “Ahorro energético y Telecomunicaciones”

*Eficiencia
energética*

“La necesidad de aplicar las nuevas tecnologías desde el lado de la demanda:

la mejora de la eficiencia energética en los sectores difusos”

**Juan Luis Plá de la Rosa
Jefe del Departamento de Transporte
Dirección Ahorro y Eficiencia Energética**

**Instituto para la Diversificación y
Ahorro de la Energía**

Eficiencia energética

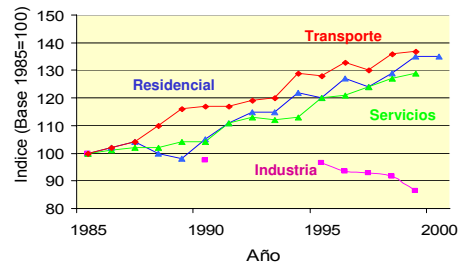
Situación de partida

- Importante crecimiento de la demanda de energía
- Alta dependencia de las importaciones (80%)
- Bajos niveles de eficiencia en sectores difusos

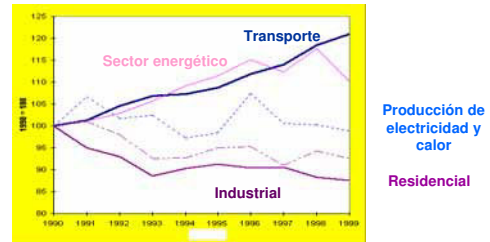
Factores

- Incertidumbre sobre evolución de mercados internacionales de energía
- Falta de una política europea común de la energía
- Escasa cultura de ahorro
- Absorción del esfuerzo en renovables por el crecimiento del consumo

EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA POR SECTORES EN ESPAÑA



EMISIONES DE CO₂ DE CARBURANTES FÓSILES EN EUROPA



Eficiencia energética

Marco de referencia

- Planificación de los sectores de electricidad y gas 2002-2011
- Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012
Plan de Acción 2005-2007
- Plan de Energías Renovables 2005-2010
- Programas de apoyo (CC.AA. Y locales)
 - Apoyo al I+D en equipamiento de nuevas tecnologías
 - Programas de gestión de la demanda
 - Apoyos fiscales

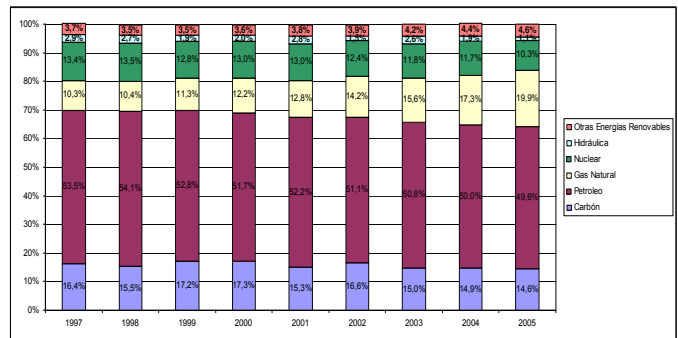
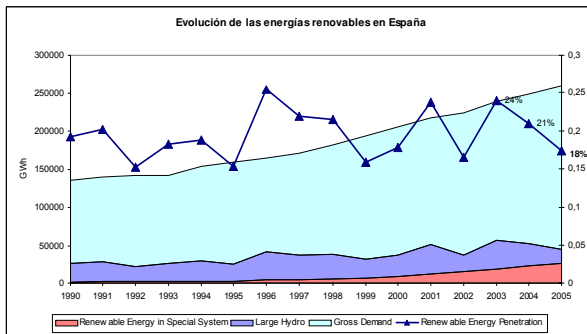
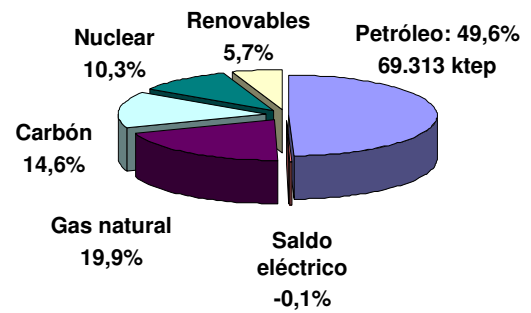


Las Energías Renovables

Eficiencia energética

- Objetivo PER 2005-2010:
 - 12% consumo energía primaria
 - 29,4% producción energía eléctrica
- La potencia instalada y la producción están aumentando significativamente.
- La participación desciende por aumento demanda e hidráulica.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA, 2005



Fuente: CNE

Madrid, 17 de octubre de 2006

Plan de Acción 2005-2007

Eficiencia energética

Sectores difusos

- En el marco de la E4 2004-2012.
- Objetivo:
 - Reducción del 8,5% del consumo de energía primaria en 2004
 - Ahorro de 12 Mtep
 - Reducción emisiones 32,5 Mt CO₂.
- Se concentra en 7 sectores consumidores.
- Establece medidas específicas para cada sector.
- Estima el volumen de inversiones necesarias en 7.926 M€.
- Define un nivel de apoyos administrativos de 722 M€.

Suponen:

- El 65% del objetivo de ahorro energético del Plan.
- El 66% de la reducción de emisiones
- El 76% de las inversiones estimadas.
- El 79% de las ayudas previstas.

	2005	2006	2007
APORTACIONES IDAE	29,93	32,93	32,93
APORTACIONES TARIFA ELÉCTRICA (*)	0,00	173,46	176,76
APORTACIONES CONSIGNADAS POR OTROS MINISTERIOS	8,76	8,76	8,76
TOTAL ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO	38,70	215,15	218,45
RESTO			
ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA	0,00	111,32	138,27
ADMINISTRACIÓN LOCAL			
TOTAL REPARTO PRESUPUESTARIO	38,70	326,48	356,72

(*) Representa el 0,8% de los costes totales del suministro de energía eléctrica previstos por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Madrid, 17 de octubre de 2006

TRANSPORTE

Madrid, 17 de octubre de 2006

7

Transporte

Medidas prioritarias

• Datos básicos:

- El transporte supone, aproximadamente, el 40% del consumo de energía final en España.
- Desde 1997, es el sector de mayores emisiones de CO₂.

• Cambio modal:

- Planes de movilidad urbana y de trabajadores
- Fomento de los medios más eficaces: transporte urbano, ferrocarril, tubería,...

• Uso más eficiente de los medios

- Formación en conducción eficiente de turismos y vehículos industriales
- Incorporación al sistema educativo y en la concesión de licencias

• Mejora de la eficiencia en los medios

- Renovación del parque
- Incorporación nuevos combustibles



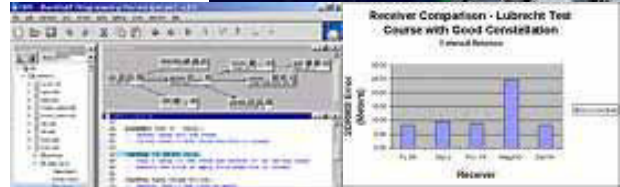
Madrid, 17 de octubre de 2006

8

Nuevas Tecnologías

Eficiencia
energética

- Acceso "universal" a la tecnología móvil: información en tiempo real de horarios, situación, alternativas de TP, posibilidad de compartir itinerarios comunes, etc...
- Sistemas de orientación vía satélite: acceso a estaciones con combustibles alternativos, acceso y situación de aparcamientos de disuasión, etc...
- Información en vías públicas en tiempo real de servicios de transporte público, situación del tráfico, niveles de contaminación,
- Gestión de rutas e itinerarios, reducción de coste de congestión, optimización de flotas de transporte (retorno en vacío)
- Gestión del combustible
- Sistemas de etiquetado energético "on-line"



USOS DIVERSOS

Madrid, 17 de octubre de 2006

11

Usos diversos

Medidas prioritarias

• **Datos básicos:**

- Los sectores incluidos en este capítulo, suponen el 18% de objetivo de ahorro previsto en el Plan de Acción 2005-2007
- Las ayudas previstas para estos sectores suponen el 65,5% de las previstas.
- El equipamiento doméstico aumenta de forma drástica (p.e. en equipos de aire acondicionado el índice de equipos por hogar se ha multiplicado por 10), frente a un factor 5 en automóviles.

• **Edificación:**

- Mejora de la eficiencia energética de los edificios (CTE, RITE, Certificación energética de edificios,...)
- Rehabilitación envolvente, instalaciones térmicas e iluminación interior existente.

• **Equipamiento:**

- Renovación del equipamiento residencial existente.
- Plan en Administraciones Públicas

• **Servicios públicos:**

- Mejora instalaciones iluminación exterior y agua existentes.

• **Agricultura:**

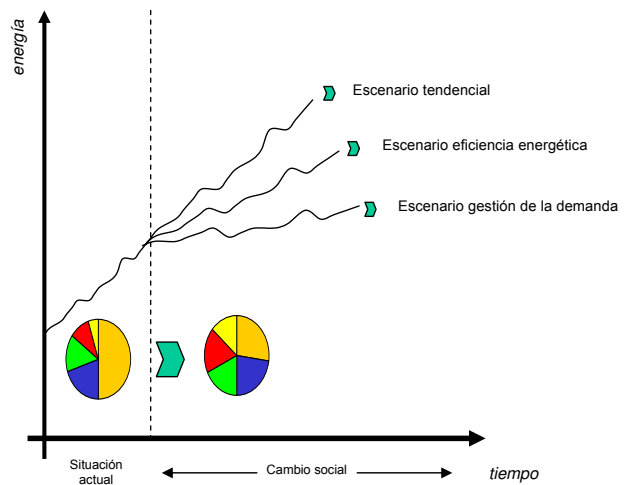
- Sistema de etiquetado energético de tractores agrícolas

Madrid, 17 de octubre de 2006

12

Nuevas Tecnologías

- Equipamiento
 - Arranque y parada de equipos según tarifas (valle).
 - Sistemas de telegestión, selección de tarifas
- Servicios públicos
 - Control telemático de equipos y sistemas, según presencia y nivel de luminosidad.
- Agricultura
 - Tecnologías GPS en optimización de labores agrícolas y sistemas de regadío



CONCLUSIONES

- Los sectores difusos son los responsables de mayor crecimiento de la demanda de energía, del mayor porcentaje de ineficiencia energética y de emisiones contaminantes.
- La formación y sensibilización hacia la eficiencia son herramientas básicas para conseguir los objetivos planteados en el Plan de Acción.
- Las medidas legislativas suponen efectos a medio y largo plazo.
- Los avances técnicos deben llegar al usuario final (cultura energética, formación de formadores).
- Las **tecnologías de la información** está llamadas a jugar un papel destacado en el **ahorro y la eficiencia energética**.

Las medidas políticas y las mejoras tecnológicas no son suficientes para modificar los hábitos de consumo de la energía

Apéndices

Global
Communications
Newsletter

October 2005

From "Computer Networks" to the "Computer on Net"

The Convergence of Internet, Broadband, and Telephone Networks in the IEEE 802 Standards

By Jose Morales Barroso, L&M Data Communications

In the near future, end users, corporations, telecommunications carriers, and vendors will need a way to turn the current network technologies into something much faster, less costly, with more capabilities and integrated services over a shared unique network infrastructure. Nevertheless, if communications networks are always developed based exclusively on technology, there is a danger that they will keep getting more and more complicated.

As stated by E. F. Schumacher in his famous book *Small Is Beautiful* (1973): "Any third-rate engineer or researcher can increase complexity; but it takes a certain flair of real insight to make things simple again." We have to apply the scientific method in order to make things simpler and at the same time more efficient. Nowadays, almost everybody agrees that the future of the networks is based on "everything over IP"; however, we should ask ourselves if this future could rather be based on IEEE Ethernet.

To reduce the "digital divide," the best solution is to seamlessly develop the existing telephone network, because, as Sean Maloney, Executive Vice President of Intel, said in spring 2004, "There isn't the money in the industry to roll out fiber to a billion people's homes." This means that the current 1.25 billion fixed telephone lines all over the world must be reused, with an integrated solution in which emergency call service is supported.

The solution must also support the 3 billion mobile phone

subscribers, as well as others that use fiber optics, Wi-Fi/WiMAX, power line communications, or cable modems to access the network. Packet switching is essential for any interactive connectivity, and as the Internet model has demonstrated, complexity should only be found at the extremes of the network, maintaining the core as simple as possible without compromising performance.

The Reference Model: Applying the Concepts of Ethernet and Internet

There are two clear reference models in today's communications networks: Robert M. Metcalfe's Ethernet and Vinton G. Cerf's Internet. Those, along with the experience gained from the traditional telephone network, serve as grounds for the proposal of a new model we call the Universal Ethernet Telecommunications Service (UETS). It is 100 percent in accordance with the IEEE 802, 802.2, and 802.3 standards.

Since its invention by Robert M. Metcalfe in 1973, Ethernet has achieved widespread use. The price-performance ratio, or cost per bit transmitted, is better in Ethernet than in any other technology. Ethernet is also the most mature, flexible, scalable, and robust solution available in the market. In addition, Ethernet has the advantage of being an international IEEE 802.3 standard.

Dr. Metcalfe describes Ethernet as "a communication sys-

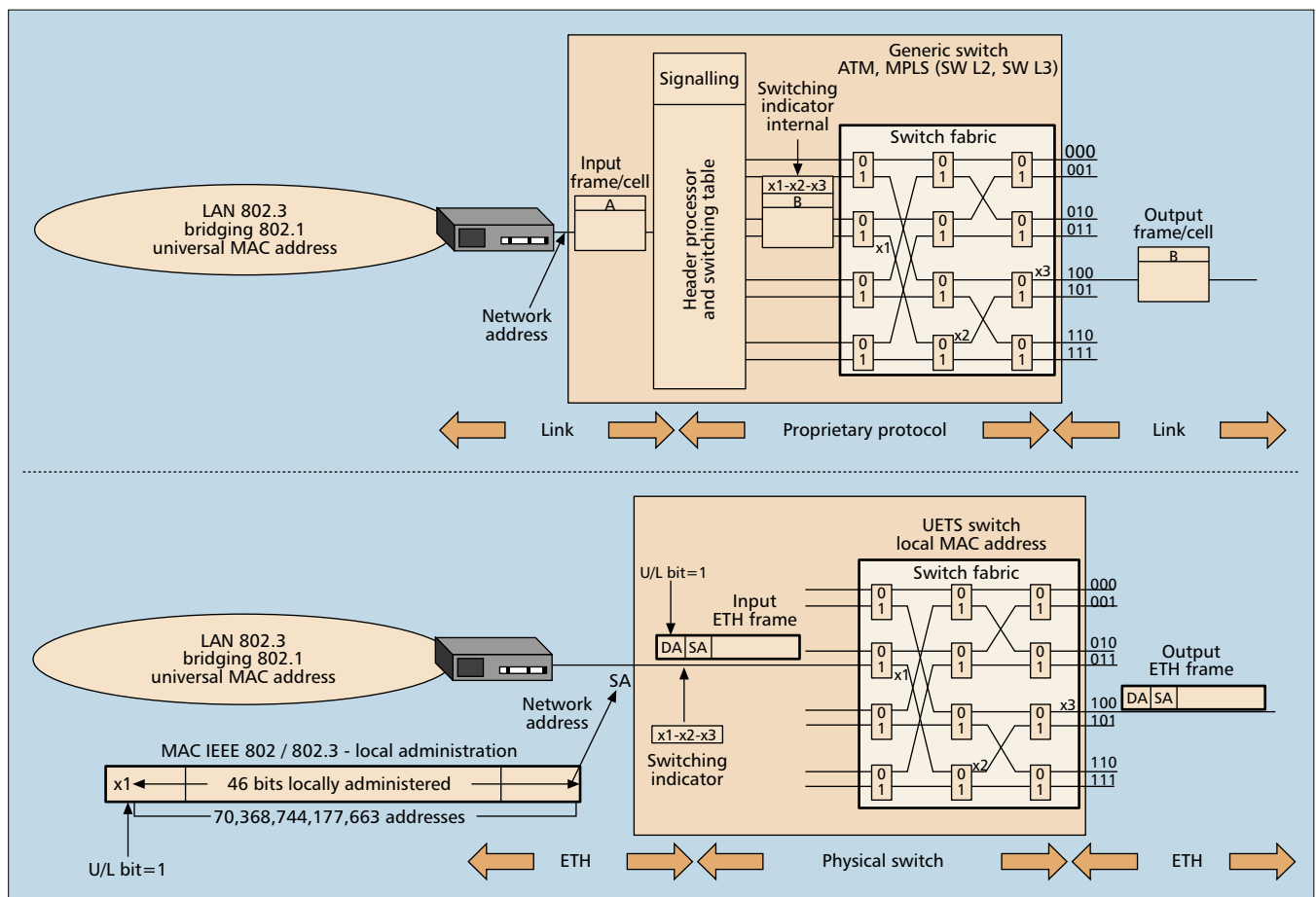
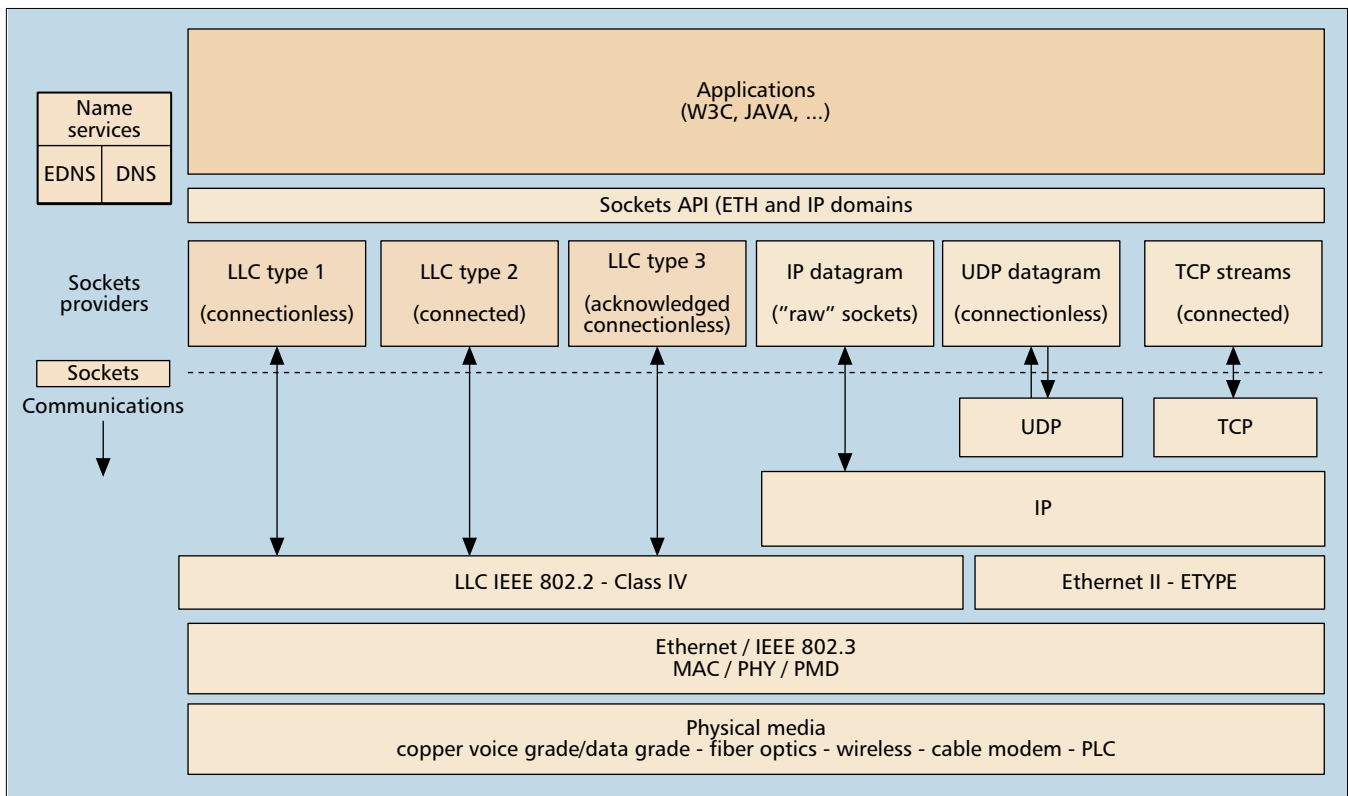


Figure 1. UETS switch: CUE (central universal Ethernet).

From "Computer Networks" to the "Computer on Net" (cont'd)



■ Figure 2. UETS communications architecture: reference model.

tem for carrying digital data packets ... to build systems, which can be viewed as ... loosely coupled multiprocessors. An Ethernet's shared communication facility, its Ether, is a ... medium with no central control. Switching of packets to their destinations on the Ether is distributed ... using packet address recognition."

The Internet is based on the concept of catenet, a "confederation of cooperating nets," as Vinton Cerf describes it in IEN 48. With Robert Kahn, Cerf developed in 1973 TCP, "to interconnect these networks in such a way... that would allow many such networks to interwork and the computers on each of them to interwork." Kahn and Cerf describe the communications between processes: "Within each host, we assume that there exist processes which must communicate with processes in their own or other hosts."

Kahn and Cerf introduce "the notion of ports in order to permit a process to distinguish between multiple message streams," and define what they call a uniform addressing scheme. They stress simplicity by stating "both economic and technical considerations lead us to prefer that the interface be as simple and reliable as possible." The intelligence resides outside of the network, in the hosts connected to many physical networks that form a unique logical IP network.

The Universal Ethernet Telecommunications Service

The network model has changed since the approval of the IEEE 802.3ah EFM standard for Ethernet-based access to telecommunications networks. The UETS extends today's local computer networks to a metropolitan or even planetary scale, and builds on the concept of Ethernet.

The key of the system, as described in Fig. 1, is to utilize physical switching techniques, like those used in asynchronous transfer mode (ATM), with the local (U/L bit = 1) MAC address of the Ethernet frames as network addressing. This

mechanism makes it possible to switch to more than 70 trillion addresses in each local Ethernet domain — enough to build a planetary network.

This opens the world to a new approach to the digital revolution, radically simplifying the operation of switching devices. It is 100 percent compliant with IEEE 802, 802.2, and 802.3 standards, has the power of ATM switches, and is cost effective and not complex. UETS network nodes can be built using the switch fabrics of current 802.1 bridges, layer 3 switches, IP routers, or ATM switches. Using the <port id> as a switching indicator in the local medium access control (MAC) address, this eliminates the internal tables.

The core of that network can use multiprotocol label switching (MPLS) techniques. With Ethernet encapsulation, which is per se multiprotocol, and the local MAC address as an end-to-end label, this particular mode of operation can be called Ethernet label switching (ELS).

Internet Applications over IEEE 802.2 LLC/802.3 Ethernet

This new paradigm of a global network, or Intheternet as we call it, is based on the idea of developing the Internet model in a way that would drastically reduce the TCP/IP processing overhead. It reduces the open system interconnection (OSI) layers so that instead of layers 3 (IP) and 4 (TCP), only layer 2 (ETH/LLC) would be used for multiprotocol transport, multiplexing, flow control, error detection, source/destination port identification, and so on.

The TCP/IP Internet is composed of a logical network (IP) over multiple physical networks (ETH, FRL, ATM, SONET/SDH). In the new UETS-based Intheternet the logical and physical networks coincide. Actually, TCP/IP hosts do not

COMPUTER ON NET/(cont'd from page 3)

use logical IP addresses in Ethernet domains, but physical MAC addresses, obtained by means of the Address Resolution Protocol (ARP).

Ethernet also offers seamless interoperability and adaptation to changing requirements. Ethernet and IP share a set of characteristics that are of fundamental importance. Both operate in connectionless mode, and both are packet-based technologies designed for computer communications, providing statistical multiplexing needed to share network resources. However, the services provided by IP over the Internet are the same as those provided by Ethernet over just one network.

Figure 2 describes the ability to provide the same services using a layer 2 hardware-based operation device, breaking the limits of hosts collapsed by very-high-speed TCP/IP connections (see "TCP Onloading for Data Center Servers," *Computer*, November 2004, pp. 48–58). The logical link control (LLC) is better than TCP/UDP for offering end-to-end services, because it is optimized to hardware operation, and also has reduced overhead and tighter loop control.

Conclusions

This new approach can be considered the evolution from computer networks to computer on net. It keeps the original idea and "spirit" of Ethernet and Internet, extending the system of loosely coupled multiprocessors worldwide. According to George Gilder, "When the network is as fast as the computer's internal links, the machine becomes a special purpose appliance across the Internet."

The new architecture and simplification of the service, along with voice over packets (VoP), make the convergence of Internet, broadband, and telephone networks possible. It works like the traditional telephone network, but using IEEE

802.2/802.3 frames that support the higher OSI layers. Therefore, it maintains backward compatibility for Internet applications, using either TCP/IP or LLC/ETH protocols.

The new model solves the IP insecurity problems, because it is impossible to spoof addresses within the Ethernet domain. Telecommunications carriers have the additional advantage that the new architecture can use a similar addressing schema as the international telephone network, thus drastically reducing the use of domain name services.

José Morales Barroso - jmb@ieee.org



A publication of the
IEEE Communications Society

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*.)

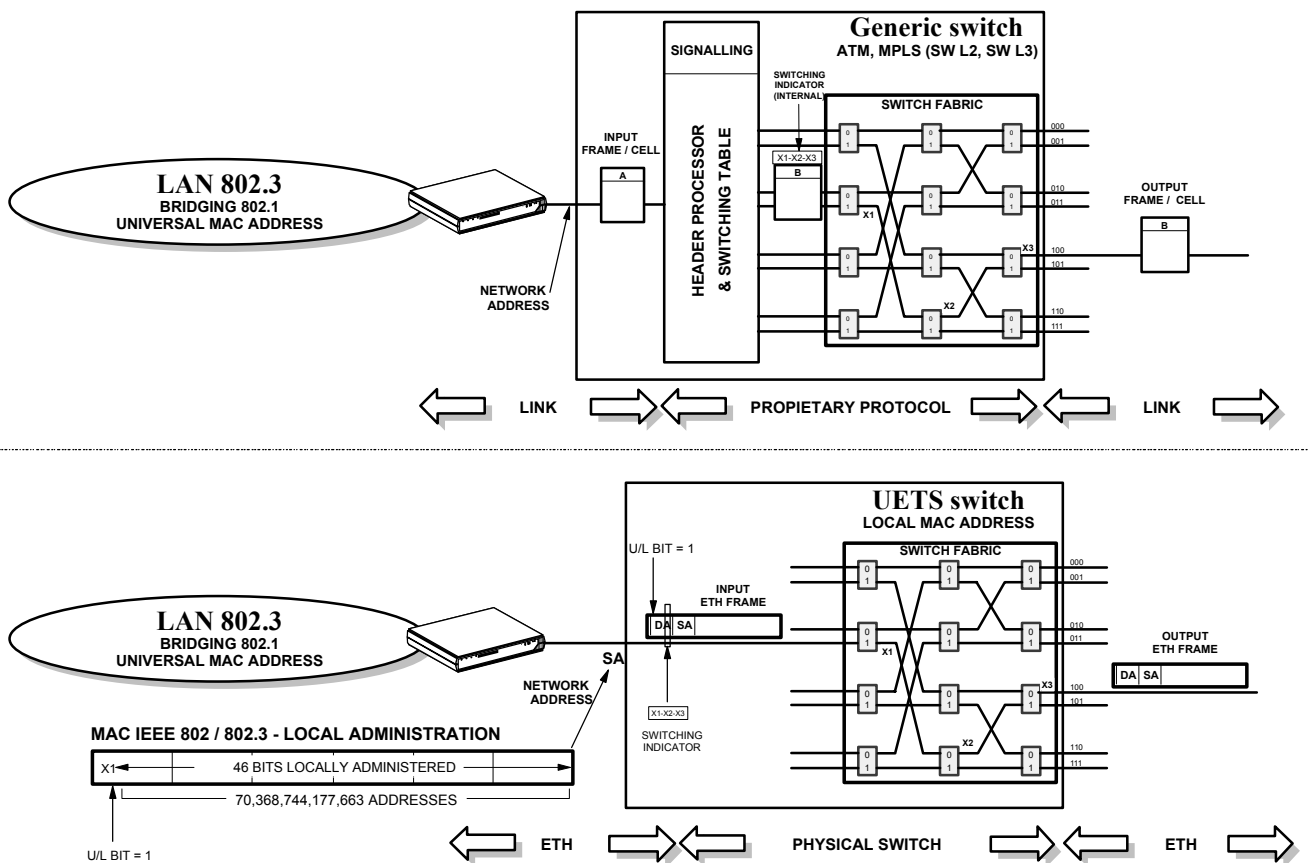


Figura 1 El nodo de red UETS: CUE (Central Universal Ethernet)

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 puertos 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 *Inthernet* 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.

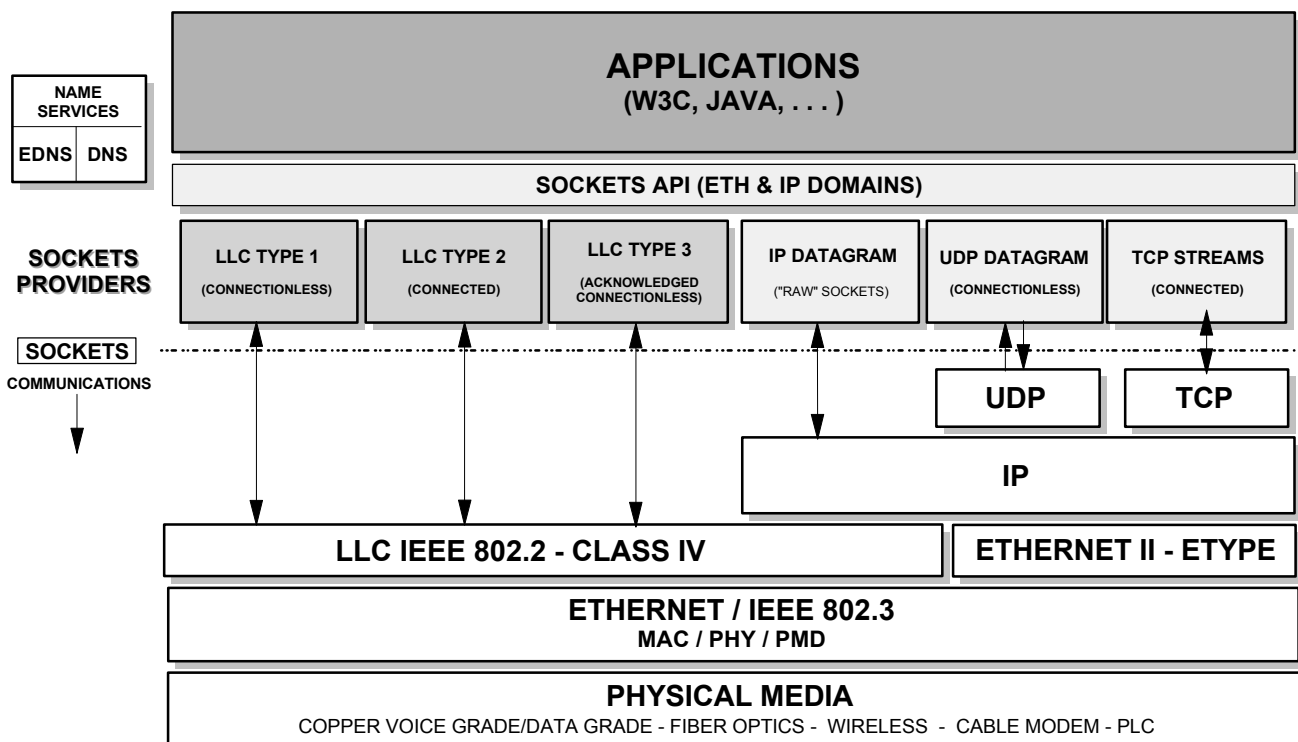


Figura 2 . *Arquitectura de Comunicaciones UETS: El Modelo de Referencia.*

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.

La Red del siglo XXI: convergencia de las Redes Eléctrica y de Telecomunicaciones



Cuando contemplo las infraestructuras para la transmisión de energía eléctrica no puedo evitar pensar, dada mi experiencia en ambos campos, en la excepcional ventaja que supondría que los Servicios de Telecomunicaciones se integrasen con la Red Eléctrica de Potencia. La evolución de la tecnología hace que esta hipótesis no sólo sea posible, sino también deseable. La sinergia entre ambas es tan evidente que me cuesta pensar que nadie hasta este momento haya hecho esta propuesta, que sería el fundamento de una verdadera revolución de la Sociedad de la Información.

El primer hecho destacable es que ambas son redes para la transmisión de energía, en un caso de potencia y en el otro de información. Ambas siguen las Leyes de Maxwell, pues los fundamentos teóricos en los que se basa una línea de alta tensión son los mismos que rigen las comunicaciones sobre las fibras ópticas, los cables de datos de cobre o los sistemas PLC. Lo que en un caso son vatios hora, en el otro son bits/segundo. Las torres del tendido eléctrico ya llevan actualmente fibras ópticas, que se podrían ampliar con enorme facilidad, siendo muy sencillo llegar hasta los contadores, que se convertirían, a su vez, en el equipo que ofreciese el acceso de telecomunicaciones. Como ventaja adicional, uno de los grandes problemas de los sistemas de telecomunicaciones, que es llevar la energía eléctrica a los nodos de red, desaparecería.

Para que esto sea posible, es necesario utilizar una nueva tecnología de red, sin las

complicaciones de los sistemas clásicos de la red telefónica o de las redes IP. Esta es precisamente la propuesta del sistema UETS [1], que abre, sin lugar a dudas, nuevas oportunidades de negocio que compensen el declive de la telefonía fija, que en un futuro no muy lejano será totalmente gratuita. Los usuarios podrán disfrutar de servicios mucho más económicos, sencillos de utilizar y de una gran riqueza de contenido. A su vez, los costes podrán disminuir drásticamente, pues por hacer una analogía, es como si estuviésemos utilizando todo el agua que consumimos embotellada y ahora pusiéramos el agua corriente en las casas. ¿Cuánto cuesta medio litro de agua en una botella de plástico respecto a medio litro cogido del grifo?

UETS: la Red del siglo XXI

El sistema UETS¹ es una propuesta para la convergencia de los ordenadores, la Red Telefónica, Internet y la Banda Ancha en una sola Red extremadamente sencilla, austera en el consumo de recursos y de muy alta velocidad, que hace posible, entre muchas otras cosas, comunicación multimedia, acceso a información, contenidos para el ocio y entretenimiento, gestión remota de diversos elementos del hogar y para el ahorro de energía, etc. que a su vez pueden ser integrados perfectamente en las infraestructuras de la Red Eléctrica (ver Figura 1).

José Morales Barroso

Ingeniero Electromecánico del ICAI (1975) y Doctor Ingeniero Industrial por la UPCO (1989). Socio-Director de L&M Data Communications. Miembro de la Academia de Ciencias de Nueva York y del IEEE, donde participa en el Comité LAN MAN P802.3 para la Normalización de Ethernet. Lleva impartidos más de 900 cursos sobre tecnologías de comunicaciones y redes.

⁽¹⁾ La descripción completa del servicio está disponible on-line en: <http://www.LMdata.es/uets.htm>

Un breve repaso a la historia nos demostrará que UETS es el siguiente paso en la evolución natural de las tecnologías de la información y las comunicaciones:

- Los ordenadores de la **Primera Generación** (1937-1953) eran enormes “dinosaurios” encerrados en grandes salas sin comunicación con el exterior y que consumían cantidades ingentes de energía.
- En la **Segunda Generación** (1953-1965) el transistor sustituyó a las válvulas, lo que supuso una drástica disminución de consumo y permitió el desarrollo de la comunicación con los periféricos: unidades de discos, cintas, impresoras, lectoras/perforadoras de tarjetas.
- La **Tercera Generación** (1965-1974) utilizaba circuitos de bajo nivel de integración, que permitieron el desarrollo de las comunicaciones remotas a través de la Red telefónica con módem.
- En la **Cuarta Generación** (1974-1984) se comienza a utilizar circuitos de alto nivel de integración que hacen posible el desarrollo de las redes de ordenadores, en las que se conectaban terminales “tontos” a los ordenadores centrales.

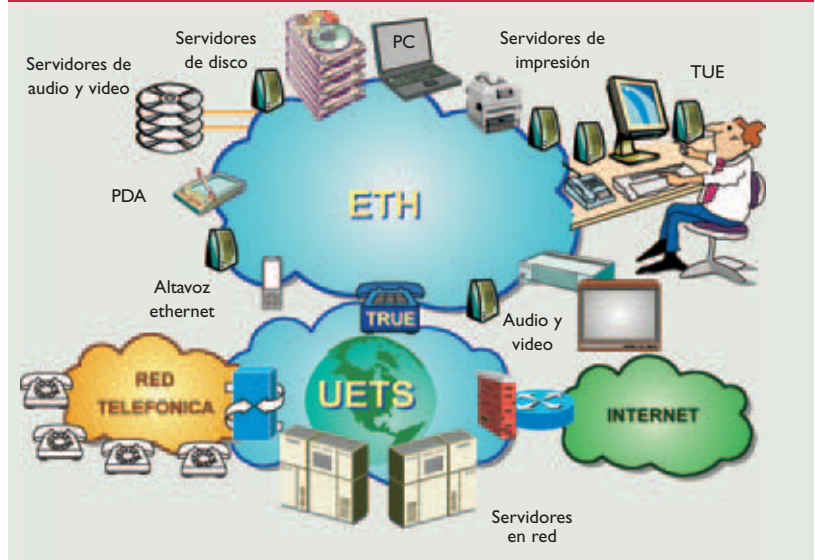
A partir de aquí, la evolución no viene marcada por el ordenador sino por la Red.

- En primer lugar tenemos las **Redes de Área Local** (1984-1994) para la interconexión de ordenadores personales dentro de los edificios.
- A continuación, **Internet** (1994-2004) permite la interconexión de ordenadores de todas clases en remoto. Es importante recalcar que lo que permite conectar son ordenadores, no terminales.
- Ahora, con **UETS** (2004-2014), en lugar de “Redes de Ordenadores”, lo que tenemos es el “Ordenador en Red” [2]. La máquina se desintegra a través de la Red, en la que un conjunto de dispositivos de todo tipo se interconectan a través de enlaces de muy alta velocidad, aplicando a la vez mecanismos inteligentes de control de potencia para minimizar el consumo de energía (ver Figura 2). De este modo, los usuarios ya no necesitan un ordenador; lo que utilizarán es un terminal del “ordenador en Red.” Esta es una diferencia importante respecto a la actual Internet.

Figura 1. La red del siglo XXI



Figura 2. El ordenador del futuro



Análisis de situación

Según describe Andrew S. Grove, fundador de Intel, en su libro *Only the Paranoid Survive*, nos encontramos en un “punto de inflexión estratégico”, momento en la vida de un negocio en el que sus fundamentos están a punto de cambiar: la estructura del balance de fuerzas, la forma de hacer negocios y el modo de competir de la industria,... y entonces es necesario cambiar las estrategias. Es realmente difícil para los que han tenido éxito en sus negocios adaptarse a una estructura totalmente distinta, y el primero en moverse, y sólo el primero, tiene la verdadera oportunidad de ganar tiempo frente a sus competidores. Por ello, hay que actuar cuando la inercia del negocio todavía es fuerte y,

bajo ninguna circunstancia, se debe nunca "matar al mensajero"... ni caer en el síndrome del "muy-poco-muy-tarde". Esta es la situación actual del negocio de las telecomunicaciones.

En este contexto, nos podemos preguntar cómo va a ser el futuro. Parece que el futuro está en los servicios y los contenidos, pues la oferta de líneas y conexiones del tipo ADSL no puede compensar la rápida erosión de los ingresos por telefonía convencional, por lo que para las operadoras es imperativo el "triple play" (voz+datos+vídeo). Lo que ocurre es que una cosa son los deseos y otra muy distinta las realidades. Todos dicen que el futuro es IP, pero si el teléfono (VoIP) es gratis y más ancho de banda vale más barato... ¿dónde está el dinero?

La realidad de la situación es que el actual Internet, basado en el protocolo IP (v4/v6) de nivel 3, tiene graves problemas de escalabilidad. Mientras que ya son de uso común los sistemas de Red a 10 Gbps y se han hecho pruebas satisfactorias a 100 Gbps, los servidores con TCP/IP sólo llegan a 1 Gbps [3], pues la velocidad de las redes (Ethernet) aumenta mucho más rápido que la de los procesadores y las memorias (TCP/IP) según se describe en la Figura 3. Por otra parte, el "triple play" requiere calidad de servicio, pero no se consigue que los sistemas actuales funcionen cuando el número de usuarios es elevado [4].

En lo que se refiere a la adopción de la Banda Ancha, Michael Greeson, presidente del Diffusion Group, hizo una exposición el 24 de mayo de 2005 que describe de manera concisa y brillante la situación actual: *Mientras que la adopción global de la Banda Ancha continúa creciendo a un ritmo rápido, la adopción de la Red para el hogar digital no avanza debido a una combinación de la poca familiaridad del consumidor con la tecnología y la falta*

de empuje tecnológico por parte de los fabricantes, gobiernos y proveedores de servicio.

Los proveedores de servicios de Banda Ancha están ahora mirando "más allá del módem" para encontrar nuevas fuentes de ingresos, y las redes caseras son una clave fundamental de sus estrategias para dominar los puntos de control emergentes de los hogares digitales y fijar así sus ingresos y sus beneficios. Esto es especialmente cierto para los mercados de Banda Ancha de los consumidores europeos y asiáticos.

Aspectos básicos de la Red

La solución propuesta puede resumirse en un conjunto de características que la hacen particularmente atractiva:

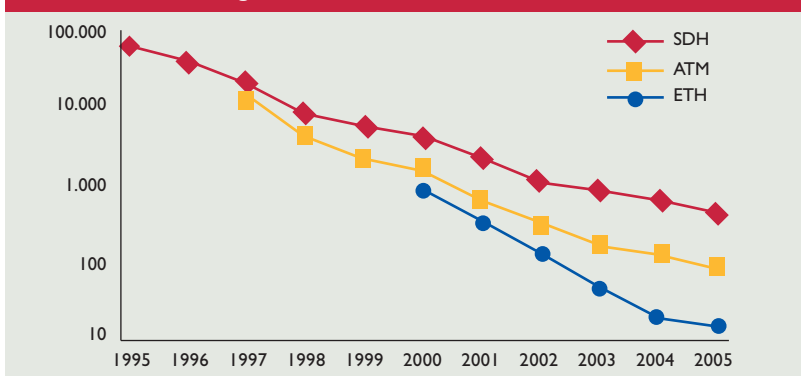
Vocación de universalidad y reutilización de infraestructuras.

Es decir, se utiliza lo que existe, pero de manera diferente, siendo así posible reutilizar todas las infraestructuras actuales, por lo que no es necesario construir una nueva red. Por otra parte, no son necesarias nuevas iniciativas I+D, pues solamente requiere adaptar, con un coste mínimo, dispositivos universalmente implantados, sin necesidad de nuevos procesos de fabricación, al emplear técnicas muy probadas y en plena explotación. Se reduce el número de tecnologías a una, pues es "todo Ethernet" la tecnología existente más sencilla y económica, que permite reducir los costes, como mínimo, un orden de magnitud respecto a otros sistemas empleados en la actualidad (ver Figura 3). Es muy eficiente al tener una mínima sobrecarga de protocolo, pudiéndose aplicar tanto en la Red Local (LAN) como en el acceso a las redes de telecomunicaciones (EFM) y en la Red Metropolitana (MAN).

Gran ancho de banda, velocidad simétrica y calidad de servicio.

Ofrece un servicio de gran ancho de banda simétrico, desde 2 Mbps hasta 1 Gbps, lo que permite las aplicaciones avanzadas en Red. Al disminuir la complejidad, simplifica la gestión de la Red y aumenta la fiabilidad. Utiliza mecanismos de conmutación "telefónica" en el nivel físico que hace posibles muy altas velocidades con mínima latencia. Esto supone una técnica clásica de circuitos, pero en modo paquetes, sin necesidad de señalización, bridging o routing. Emplea para el control el protocolo LLC/HDLC, cuya eficiencia para el control de flujo y congestión (QoS),

Figura 3. El coste del ancho de banda



gracias a sus mecanismos efectivos basados en procedimientos de enlace está suficientemente demostrada. Por otra parte, este mecanismo ofrece conexiones seguras de Red Privada Virtual "VPN" de modo análogo a las redes de circuitos virtuales X.25, FRL Y ATM.

Red basada en estándares y tecnologías existentes.

Todo el sistema está basado en estándares IEEE 802, 802.2 y 802.3, aprobados y publicados. Hace posible, así, una implantación gradual y evolución con la mínima inversión y sin riesgos.

El nuevo concepto de conmutador supone por sí mismo una revolución en la tecnología de redes de comunicaciones. Utiliza internamente las técnicas que se emplean en los conmutadores comerciales actuales, opera en modo datagramas, como IP; y utiliza el encapsulado y el direccionamiento 802.3. Su estructura de direcciones hace imposible la falsificación de éstas, pues vienen definidas por la conexión física al conmutador; lo que evita los riesgos típicos del IP. También incorpora las funciones de alimentación remota de terminales y el control de potencia para ahorro de energía.

Aplicación en el ámbito profesional y para el hogar digital.

Los servicios de información son fácilmente implantables desde las grandes organizaciones a las PYMES y al ámbito residencial, incorporando la redefinición del concepto del ordenador personal. Se hace así posible una oferta atractiva y real de contenidos y servicios, con aplicaciones que susciten un verdadero interés: voz, telefonía y videoconferencia; vídeo y audio bajo demanda; ofimática personal en Red, con salvaguarda local o remota; aplicaciones de empresa en Red, con gestión centralizada. El pago podría ser razonable, facturando por servicios, no por "paquete" y gestionado de forma centralizada por los proveedores. Esto aporta una ventaja fundamental: la transparencia y reducción del fraude, con el pago de licencias sobre programas y contenidos, así como la preservación de los derechos de autor (ver Figura 4).

En el "hogar digital" se resuelve la problemática de la interfaz de usuario, permitiendo la conexión de "electrodomésticos" y "terminales" de manejo sencillo, asequibles a cualquiera, para el acceso a servicios accesibles (y apreciados) por la ciudadanía. Éstos pueden pasar del PC doméstico a la Red, aunque

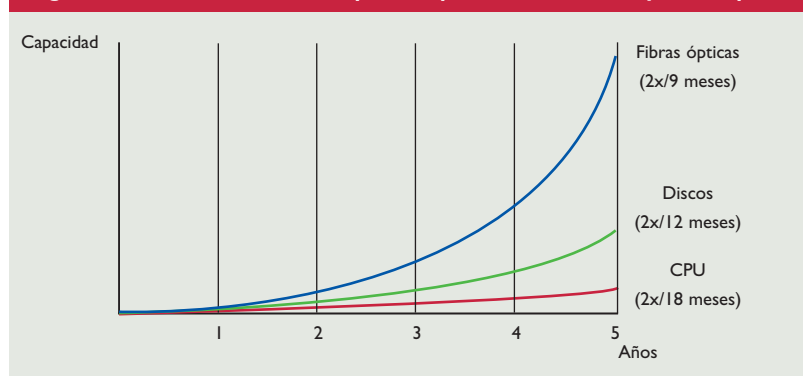
los que quieran pueden seguir usando los ordenadores personales. Se abre también la vía de futuro de la domótica desde la Red, con el control remoto integrado de los dispositivos del hogar; lo que sería especialmente beneficioso con el modelo de servicios ofrecidos por la operadora eléctrica.

Compatibilidad con el mundo IP de Internet.

Uno de los mayores inconvenientes para el desarrollo de la Sociedad de la Información se debe a la necesidad de utilizar ordenadores personales para la conexión a la Red. Para que ésta llegue a todos los ciudadanos es imprescindible cambiar radicalmente el modelo actual, permitiendo que el acceso a Internet se pueda hacer a través, no sólo de los ordenadores personales, sino también desde terminales inteligentes con conexión a los servidores de la Red. Ésta es precisamente la solución que aporta UETS para las estaciones de trabajo de los usuarios, que serían simples pantallas con teclado y ratón con un sencillo supervisor.

La total coexistencia e interrelación funcional con IP hacen al sistema compatible con las aplicaciones y los servicios existentes de Internet, incluida la VoIP, lo que supone una gran simplificación en la universalización del servicio. Es, por otra parte, una alternativa de verdadero futuro al mundo IP; pues resuelve sus principales limitaciones. Esto hace que se pueda considerar como la mejor opción a largo plazo, con capacidad para una sola Red universal en la que el número posible de direcciones garantizan plenamente el futuro, permitiendo conectividad desde cualquier lugar del mundo. El terminal puede ser del tipo "PC" (ordenador) o "electrodoméstico" (terminal), en ambos casos con interfaces de usuario altamente simplificados.

Figura 4. Tasas de aumento de capacidad: procesadores, discos y fibras ópticas



Seguridad intrínseca, clave para el futuro.

El sistema de conmutación está basado en la dirección MAC local, similar a la numeración de las redes de telefonía fija. El número depende de la central, por lo que es imposible de falsificar desde el terminal. Es decir, la seguridad se garantiza a través de la Red, no desde el propio dispositivo, fácilmente suplantable en IP, siendo esta la causa principal de inseguridad de la actual Internet.

Ahorro energético y protección del medio ambiente

Este punto requiere un apartado específico dada su importancia. Existen tres aspectos a reseñar en relación con el ahorro de energía y la protección del medio ambiente relacionados con el UETS. En primer lugar, las enormes posibilidades de ahorro del sistema de control de potencia para todos los equipos de Red. En segundo lugar, el ahorro de energía gracias al control de los dispositivos eléctricos a través de la Red. En este punto la principal ventaja no es sólo el ahorro de energía sino también la adaptación del consumo a la producción, lo que evitaría grandes inversiones en nuevas centrales y el riesgo de "apagones." En tercer lugar, ("last, but not least") me gustaría destacar una idea fundamental: en nuestra sociedad actual, la única posibilidad real para el ahorro de energía y la protección del medio ambiente reside en sustituir, literalmente, las "Autopistas de Asfalto" por las "Autopistas de Información". El sistema UETS es la única solución que se puede implantar inmediatamente para ofrecer la capacidad de Red que requieren las aplicaciones avanzadas que harían posible pasar de la actual "Sociedad de la Automoción" a la "Sociedad de la Información".

La aplicación de estas tecnologías es una necesidad. Las comunicaciones son la clave fundamental para el ahorro de energía y a la preservación del medio ambiente. La inmensa mayoría de la población de los países como el nuestro, en los que "disfrutamos" de un alto nivel de vida, y que somos una parte pequeña del total de los habitantes del planeta, no somos conscientes de las razones por la que vivimos "tan bien". Muy pocos son capaces de comprender que nuestro "status" se debe al consumo, o más bien despilfarro, de materias primas, especialmente los combustibles fósiles y en particular el petróleo. Vivimos en una especie de espejismo, pen-

sando en "logros" de los más diversos tipos (sociales, tecnológicos, políticos,...) cuando la verdadera realidad es muy distinta: estamos consumiendo de forma desaforada e injustificable los recursos del planeta, y a la vez destruyendo nuestro medio ambiente.

El sistema UETS puede aplicarse de forma muy ventajosa para sistemas de optimización del uso de la energía eléctrica. Mediante la interfaz PLC, que permite conectar dispositivos a través de los cables eléctricos en la Red del usuario y añadiendo las funciones de terminal a los electrodomésticos, éstos se podrían controlar desde la compañía eléctrica de manera que se activasen y desactivasen en función de la situación de carga de la red de suministro de energía, haciendo, por ejemplo, que si se diese una punta durante el verano, los sistemas de aire acondicionado aumentasen la temperatura de consigna y así disminuyesen su consumo, las lavadoras y lavaplatos podrían activarse en las horas de consumo de valle de una manera ordenada y así muchos otros dispositivos, lo que repercutiría a su vez muy favorablemente en la factura del usuario y en el aprovechamiento de las centrales de generación y la red de transporte de las compañías eléctricas.

Una aplicación óptima sería la conexión a la red eléctrica de los coches híbridos, de los que es un paradigma el Toyota Prius, que tiene un motor de combustible que trabaja en el punto de máximo rendimiento y genera electricidad, motores eléctricos para tracción y baterías de almacenamiento de energía. Mediante conexiones PLC al terminador de acceso a la Red Universal de Servicios de Telecomunicaciones Ethernet del dispositivo de gestión de carga de las baterías sería posible una gestión inteligente para optimización energética. Cuando la red tuviese exceso de potencia, en valles de consumo o debido a los sistemas de energía renovable como paneles solares o aerogeneradores, la energía excedente de la red eléctrica se dedicaría a cargar las baterías de los vehículos híbridos, mientras que en los picos de consumo se podría tomar energía de las baterías, recuperando la carga en el vehículo posteriormente con el motor de combustible. Incluso podría plantearse la puesta en marcha del motor de gasolina a coche parado en momentos críticos de consumo como apoyo a la generación convencional. Teniendo en cuenta que los coches híbridos son mucho más eficientes que los de motor de combustible, este sistema sería enormemente beneficioso des-

de el punto de vista energético y medioambiental. Como idea adicional, los vehículos híbridos deberían tener toda la superficie que lo permitiera cubierta de células solares para cargar las baterías o entregar energía a la red eléctrica. La superficie de generación fotovoltaica, teniendo en cuenta los millones de coches que existen, sería impresionante y no supondría ningún problema al no ocupar ningún espacio adicional.

Conclusiones

La rápida evolución de las tecnologías de la información y la comunicación está generando un aumento continuo de la complejidad, uno de cuyos resultados es la disminución de la productividad y por ello de la competitividad de nuestro sistema productivo. Por otra parte, esa complejidad está limitando el desarrollo de la Sociedad de la Información, cuyos beneficios para la población son evidentes. Precisamente, el sistema UETS rompe radicalmente con la complejidad, permitiendo así, debido a su sencillez la convergencia de las Redes Eléctrica y de Telecomunicaciones. Ésta podría ser la semilla de nuevas aplicaciones y servicios en Red que harían posible el tránsito desde la "Sociedad del Consumo y la Automoción" a la "Sociedad del Conocimiento y la Información".

El modelo UETS ha recibido el reconocimiento de los principales foros internacionales, que lo han calificado de "radical idea". Su extraordinaria sencillez conceptual y el estar basado en sistemas existentes en la actualidad, aunque éstos se utilicen de un modo distinto, hace posible verificar sus capacidades sin necesidad de complejos desarrollos. Un proyecto como éste nos pondría en una situación privilegiada desde el punto de vista de innovación tecnológica, en línea con los objetivos prioritarios de la Unión Europea para crear un "Espacio Europeo de Investigación que compita con EE.UU. y Japón".

España lideró durante la década de 1970 los principales avances en tecnología de redes, siendo especialmente ilustrativos en este sentido los dos hitos siguientes:

- **1971:** RSAN. La primera red de servicio público de conmutación de paquetes del mundo. Desarrollada en su totalidad por Telefónica con técnicos españoles. Esta tuvo continuidad con los conmutadores TESYS para la red IBERPAC/X.25.
- **1976:** INFONET, la primera red de servicios de valor añadido, pone en marcha el centro europeo en Madrid.

Ahora tenemos la oportunidad de retomar el liderazgo en la tecnología de redes con un modelo de servicios para la evolución a la Red del siglo XXI, así como una propuesta con fundamentos tecnológicos sólidos para poder desarrollar el modelo. La inversión en este tipo de investigación resulta enormemente rentable para la innovación y el desarrollo tecnológico. Del triángulo de la red original de ARPANET surgieron las tecnologías y las empresas que han dado lugar a las actuales redes basadas en IP: a partir del desarrollo del **TCP/IP** como protocolo de ARPANET, financiado por el gobierno norteamericano, se desarrolló también **Ethernet** a partir de los IMPs de ARPANET y se crearon las principales empresas por los estudiantes de las universidades que participaron en el proyecto: Cisco, 3Com, Sun microsystems, Novell, etc. Por otra parte, existe lo que podemos denominar como un "liderazgo natural": Estados Unidos ha sido motor tecnológico durante todo el siglo XX; Japón y Canadá en los desarrollos de fibras ópticas; China y Corea en fabricación; la India en software y España tiene el conocimiento y la capacidad para la tecnología de las redes.

Hoy nos encontramos en un claro "punto de inflexión" y se nos abre la oportunidad de convertirnos en un motor tecnológico. En España no tenemos posibilidad de competir en la fabricación de chips, ni en investigación y desarrollo de microelectrónica. Sin embargo nos encontramos en una situación óptima para la innovación y el desarrollo de las tecnologías para la Red del siglo XXI. Tenemos el modelo, las personas y la capacidad para hacer algo realmente provechoso. Sólo queda una decisión política para iniciar el camino. ¿Aprovecharemos esta oportunidad? ■

Referencias

- [1] Morales Barroso, José: "UETS Universal Ethernet Telecommunications Service", *Anales de Mecánica y Electricidad*, enero-febrero de 2005, pp. 48-54.
- [2] Morales Barroso, José: "From Computer Networks to the Computer on Net," *IEEE Communications Magazine / Global Communications Newsletter*, octubre de 2005, pp. 2-4.
- [3] Greg Regnier y colaboradores: "TCP Onloading for Data Center Servers", *Computer*, noviembre de 2004, pp. 48-58.
- [4] Cherry, Steven: "Ethernet's High-Wire Act", *IEEE Spectrum*, abril de 2005, pp. 53-55.



UETS

(UNIVERSAL ETHERNET TELECOMMUNICATIONS SERVICE)

La Convergencia de los Ordenadores con Internet, la Banda Ancha y la Red Telefónica en los estándares IEEE 802

La disminución constante de ingresos de la telefonía fija complica la supervivencia de las operadoras de telecomunicaciones, que ahora depende del despliegue de nuevos servicios. Esto es lo que actualmente se denomina el “**triple play**” (audio-datos-vídeo). Para ello son necesarias soluciones avanzadas, como la que aquí se proponen, pues el modelo basado en **software** de la red IP, que actualmente utiliza Internet, no es capaz de escalar con la rapidez que lo están haciendo las tecnologías de comunicaciones. El Servicio Universal de Telecomunicaciones Ethernet resuelve este problema de la única manera viable: realizar los procesos relacionados con las comunicaciones directamente en la electrónica, es decir, en **hardware**. Siguiendo la actual normativa IEEE 802 es posible ofrecer los servicios de Internet mediante hardware con los protocolos LLC/Ethernet, en lugar del software en que se basan los protocolos TCP/IP. Esto permite el desarrollo de una nueva generación de redes en la que, con las técnicas de Voz sobre Paquetes (VoP) y los sistemas de vídeo digital, se consigue la convergencia de Internet, la Red Telefónica y la Banda Ancha sobre una infraestructura de red única basada en Ethernet.

José Morales Barroso

Ingeniero Electromecánico del ICAI (1975) y Doctor Ingeniero Industrial por la UPCO (1989). Socio-Director de L&M Data Communications. Miembro de la Academia de Ciencias de Nueva York y del IEEE, donde participa en el Comité LAN MAN P802.3 para la Normalización de Ethernet.

Desde el año 1970 se busca una solución a lo que la *Unión Internacional de Telecomunicaciones* denominó *Red Digital de Servicios Integrados*, evolución de la red telefónica a una infraestructura única para ofrecer servicios integrados de voz, datos y vídeo. Hoy en día se habla de la **Banda Ancha**, que emplea el sistema **ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line) sobre los **pares telefónicos**, para dar acceso a la **Internet-TCP/IP** sobre conmutadores **ATM**. Esto implica tres tecnologías

de red diferentes: **circuitos puros** del teléfono, **circuitos virtuales** del ATM y **datagramas** del IP. Esta solución constituye un sistema no convergente, pues emplea múltiples tecnologías de red, siendo además asimétrico, lo que supone un inconveniente grave para una red de servicios integrados, pues la velocidad de una conexión entre dos terminales está limitada por la más baja.

El Comité IEEE 802.3 para la normalización de Ethernet aprobó en junio de 2004 la norma

IEEE 802.3ah EFM (*Media Access Control Parameters, Physical Layers and Management Parameters for Subscriber Access Networks*). Esta norma, en la que participé como miembro del comité de "Balloting Sponsors", es la base para el sistema que aquí se describe, pues aporta las especificaciones para establecer conexiones en modo simétrico con la central de telecomunicaciones a través de los pares telefónicos de cobre o de las fibras ópticas, dependiendo de cada caso particular. Con 1.250 millones de líneas telefónicas en el mundo [1], existe un enorme potencial para una solución capaz de ofrecer servicios integrados. Cuando sea necesario o exista disponibilidad, la norma 802.3ah EFM permite acceso sobre fibra óptica desde 100 Mbps hasta 1 Gbps.

Hoy en día, todo el mundo parece de acuerdo en que la convergencia e integración de las redes es "todo IP", debido a que se asocia, incorrectamente, Internet con el TCP/IP. Sin embargo, esta tecnología, sobre la que se ha desarrollado Internet desde 1974 [2], ha llegado a su límite de prestaciones y no es capaz de crecer al ritmo que aumenta la velocidad de las redes. Esto se debe a que la velocidad de los procesadores se dobla, según la famosa "ley de Moore", cada 18 meses, mientras que la velocidad de las redes se duplica en un periodo inferior a un año. Ahora le toca el turno a Ethernet, una tecnología [3] que, paradójicamente, inventó Bob Metcalfe en el año 1973.

Esta solución, según el modo de funcionamiento que aquí se propone, aporta tres grandes ventajas:

- **Seguridad:** los servicios de red son accesibles, al estar los dominios Ethernet e IP totalmente aislados, sin los riesgos de seguridad comunes al TCP/IP.
- **Velocidad:** las aplicaciones Internet utilizan la pila de protocolos software del TCP/IP, lo que limita la velocidad de los servidores a 750 Mbps. Empleando LLC/Ethernet se puede trabajar a 10 Gbps.
- **Escalabilidad:** la dirección MAC de seis octetos empleada en Ethernet, que permite crear una red de 246 (70.368.744.177.664) dispositivos en un sólo dominio, sirve directamente para realizar la conmutación, por lo que las redes física y lógica coinciden.
- Según se puede ver en la Figura 1, este modelo sigue la evolución natural de los ordenadores y las telecomunicaciones:
 - 1970s: **Systems in Network** (SNA/IBM): Aplicaciones propietarias.
 - 1980s: **Computer Networks** (X.25/CCITT): Aplicaciones propietarias.

Figura 1. Convergencia de los ordenadores y las telecomunicaciones

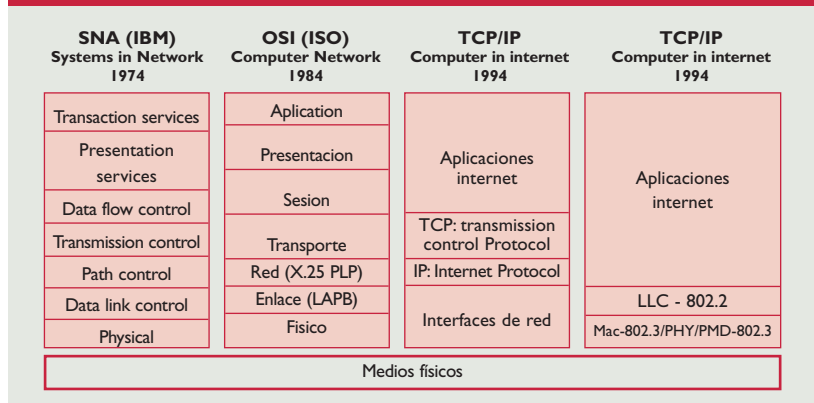
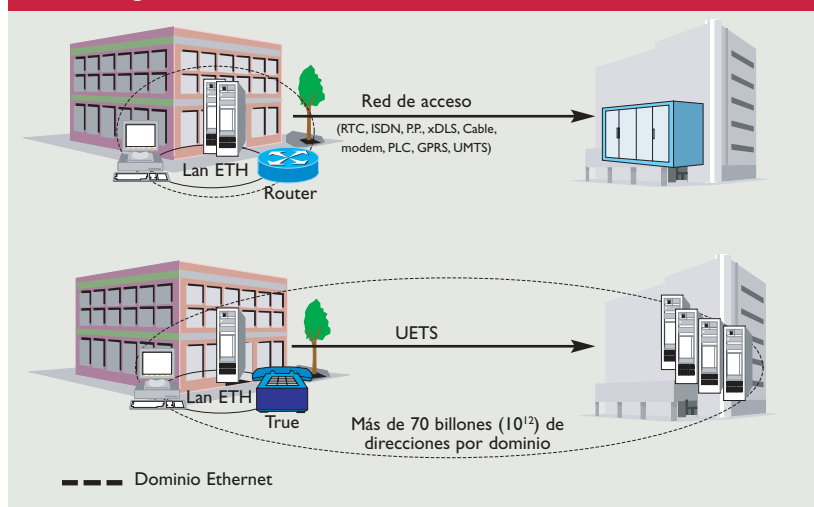


Figura 2. Extensión del dominio Ethernet: de LAN a UETS



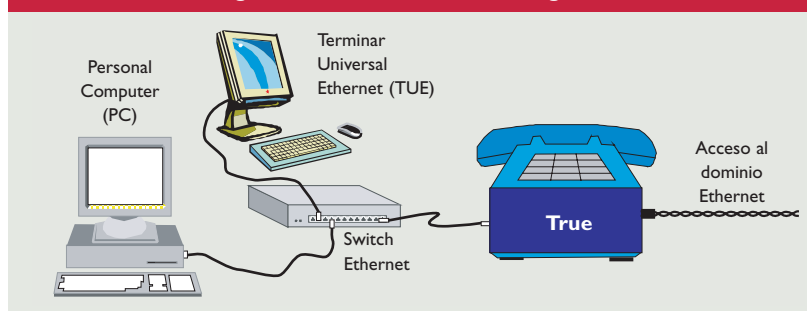
- 1990s: **Computers in Internet** (TCP/IP): Aplicaciones Internet (WWW).
- 2000s: **Computer on EtherNet** (UETS): Aplicaciones Internet (WWW).

Descripción del sistema

Los principales elementos y características del sistema UETS se pueden describir como un conjunto de elementos físicos (TUE, TRUE, CUE) y lógicos (las aplicaciones Internet), que emplean como Arquitectura de Comunicaciones la doble pila TCP/IP – LLC/Ethernet.

- **Extensión del dominio Ethernet** del ámbito local definido por IEEE 802 a la red de los proveedores de servicios, como se describe en la Figura 2. De este modo, los profesionales del proveedor se encargarán de los aspectos técnicos del servicio, igual que hacen ahora los administradores de las redes locales en las empresas.
- **Un nuevo dispositivo de acceso**, el "TRUE" (Terminador de Red Universal Ethernet), del

Figura 3. TRUE con teléfono integrado



que se pueden ver dos posibles configuraciones en la Figura 3. Es un teléfono que funciona en modo paquetes y permite el acceso a la red de telecomunicaciones de los terminales de datos. Incluye las funcionalidades típicas de la telefonía clásica: llamada de emergencia y control de potencia.

- **Un nuevo concepto de terminal**, el "TUE" (Terminal Universal Ethernet) sobre el que se ejecutan las aplicaciones, que permite utilizar sin riesgos los recursos ofrecidos por los servidores de la red UETS: aplicaciones, datos, audio, vídeo, control, etc., realizar el control de congestión de la red en colaboración con las centrales UETS y acceder a Internet a través del dominio IP.

- **Un nuevo concepto de nodo de red**, la "CUE" (Central Universal Ethernet). Encargadas de la conexión al servicio y de encaminar las tramas Ethernet en el nivel físico basándose exclusivamente en su dirección MAC. Incluye además el control de congestión mediante la operación conjunta con los TUE. El mecanismo que emplea el conmutador hace imposible falsificar las direcciones MAC, así se eliminan los peligros de Internet dentro del dominio Ethernet (no así en el dominio IP).

- **Alimentación del TRUE a través de los pares desde la central CUE**, que garantiza el servicio con baterías en la central, solución clásica de la red telefónica para la llamada de emergencia, muy importante para las operadoras de telecomunicaciones.

- **Mecanismo de control de potencia para ahorro de energía**, que permite eliminar el consumo de electricidad innecesario, colaborando de este modo de forma decisiva en el uso racional de los recursos energéticos globales.

Extensión del Dominio Ethernet

En la norma IEEE Std 802-2001 se define la red de área local (LAN) como "una red de ordenadores, situada en los locales del usuario, dentro de un área geográfica limitada". También

define la "802 LAN" como "una LAN consistente en un **dominio de acceso** que utiliza un protocolo MAC especificado en IEEE 802.3 e ISO/IEC 8802-3". De aquí se toma el concepto de "dominio Ethernet". Una idea clave del UETS es la extensión de la red local Ethernet de las instalaciones de edificios y campus hasta la operadora de telecomunicaciones. En el UETS se hace una clara distinción entre:

- El "**dominio Ethernet**", en el que se ofrece el servicio y aislado de otros entornos, en especial del dominio IP de Internet. Emplea los protocolos LLC/Ethernet.

- El "**dominio IP**", ofrece conectividad a través de la Internet privada o pública, empleando los protocolos de nivel de red IP y transporte TCP/UDP.

- Con esta solución los proveedores pueden ofrecer los servicios de red en el dominio Ethernet, en el dominio IP o por una combinación de ambos, aprovechando en este último caso todo el equipamiento actual y las aplicaciones del entorno Internet como complementarios a los servicios ofrecidos en el dominio exclusivo Ethernet.

El Terminador de Red Universal Ethernet "TRUE"

Permite el acceso a la red UETS. Sus elementos principales corresponden a un teléfono Ethernet, que emplea técnicas de **Voz sobre Paquetes** (VoP), pero sus características le hacen radicalmente distinto a todos los existentes en la actualidad.

Este dispositivo se puede conectar a través de los pares telefónicos del bucle de abonado, cumpliendo las **condiciones legales** para poder considerarse un verdadero servicio de telecomunicaciones. Garantiza el servicio de **llamada de emergencia** (112 en Europa ó 911 en Estados Unidos) por la alimentación desde la central, incluye los procedimientos necesarios para la gestión y el mantenimiento del enlace (OAM según IEEE 802.3ah) y controla la potencia del terminal para no consumir energía mas que cuando es imprescindible, a diferencia de los actuales dispositivos de red Ethernet, que consumen energía permanentemente.

Suponiendo que se utilizase el sistema propuesto para el acceso a las redes en banda ancha, y aplicando las previsiones más conservadoras de 200 millones de usuarios en todo el mundo el año 2010, el ahorro mínimo de energía obtenido gracias al sistema de control de potencia serían del orden de 14 TWh al año, equivalente a unos 1.400 millones de euros al año al precio actual de la energía eléctrica.

El Terminal Universal Ethernet "TUE"

La idea de utilizar un terminal para acceder a los servidores de red no es nueva, realmente es un "retorno a los orígenes". Lo verdaderamente nuevo y revolucionario de esta idea es la arquitectura de comunicaciones del terminal con la doble pila de protocolos TCP/IP y LLC/Ethernet, según describe la Figura 4, que ofrece servicios en:

- En el dominio Ethernet con los protocolos IEEE 802.
- En el dominio IP con los protocolos TCP, UDP e IP.

Cada TUE es capaz de trabajar en la zona segura del dominio Ethernet y de utilizar sin riesgos los recursos ofrecidos por los servidores de la red UETS: aplicaciones, datos, audio, vídeo, control, etc.

La utilización de la pila de protocolos Ethernet en los servidores aporta grandes ventajas, pues elimina el cuello de botella producido por los protocolos basados en TCP e IP. Estos limitan actualmente la velocidad a 750 Mbps, mientras que con Ethernet ya existe la posibilidad de conectarse a la red a 10 Gbps. Así sería posible descargar los procesos de comunicaciones en dispositivos hardware del tipo "front-end".

Ejecutando aplicaciones Internet: El Supervisor.

El modelo de Internet resuelve los conceptos de servicios de red y terminal universales con los protocolos IP y TCP para la interconexión y las aplicaciones, utilizando una presentación universal basada fundamentalmente en el modelo del navegador (Netscape, Opera, Internet Explorer, etc.) y en las especificaciones del W3C. Las aplicaciones, para comunicarse a través de Internet, establecen conexiones por la asociación de direcciones IP y puertos TCP/UDP de origen y destino. La información viaja en modo circuitos con TCP o en modo datagramas con UDP sobre los datagramas IP.

Las aplicaciones Internet comunes se pueden ejecutar sobre un módulo supervisor capaz de establecer comunicaciones:

- A través del dominio Ethernet mediante los conectores (sockets) MAC/802.
- A través del dominio IP mediante los conectores a TCP/UDP/IP.

Los dominios Ethernet e IP pueden coexistir sobre una misma infraestructura física, pues los terminales descritos tienen la capacidad de operar sobre cualquiera de ellos indistinta y simultáneamente, según describe la Figura 5.

Figura 4. Conectores (sockets) TCP/IP y LLC/ETH para aplicaciones Internet

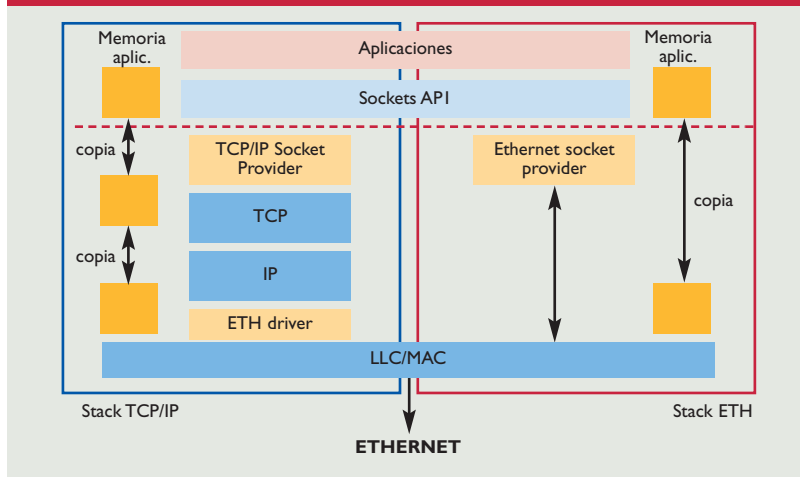
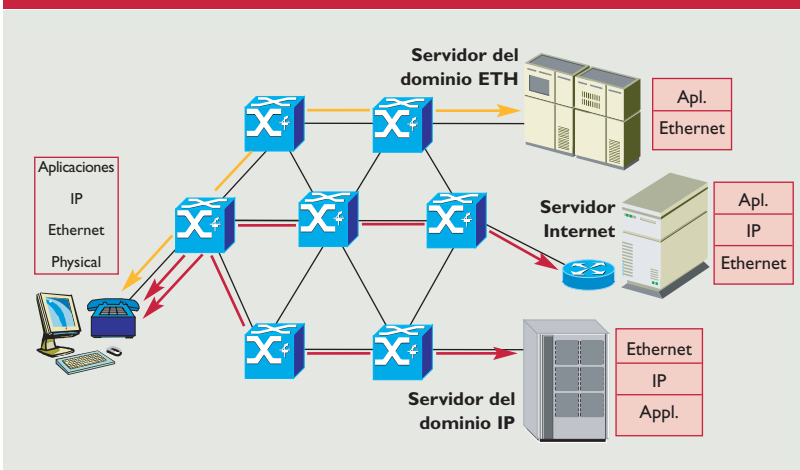


Figura 5. Acceso a los dominios ETH e IP



El arranque del terminal, al tener que iniciar solamente un programa de tamaño reducido, es prácticamente inmediato. En caso de problemas sólo hay que apagar y encender, pues el programa del navegador y el manejador de ficheros se encuentran en una memoria no volátil. Para el caso extremo de que se produjese un fallo irreparable en estos programas, el terminal puede realizar una carga inicial desde los servidores de aplicaciones del proveedor de servicios, que también es el encargado de instalar las actualizaciones correspondientes.

La Central Universal Ethernet "CUE"

Este dispositivo es el encargado de conectar a los usuarios del servicio a través de cualquier medio físico, constituyendo el "dominio Ethernet". La central alimenta a los terminales conectados mediante cables de cobre y participa en el control de potencia para ahorro de ener-

Figura 6. ADSL vs. UETS

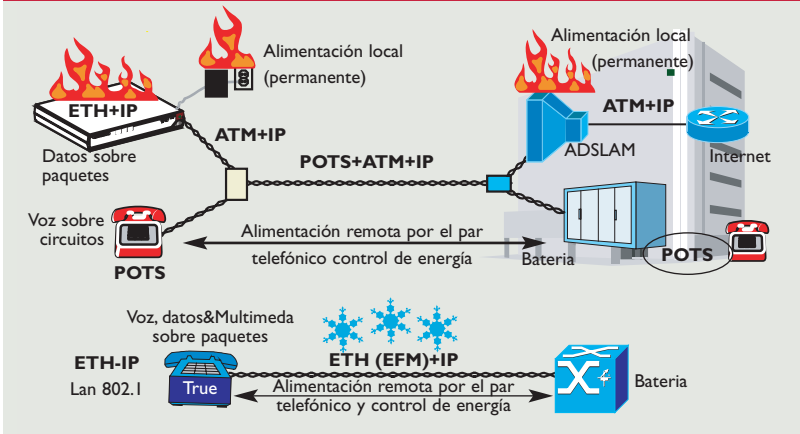


Figura 7. Protocolos UETS: Modelo de Referencia

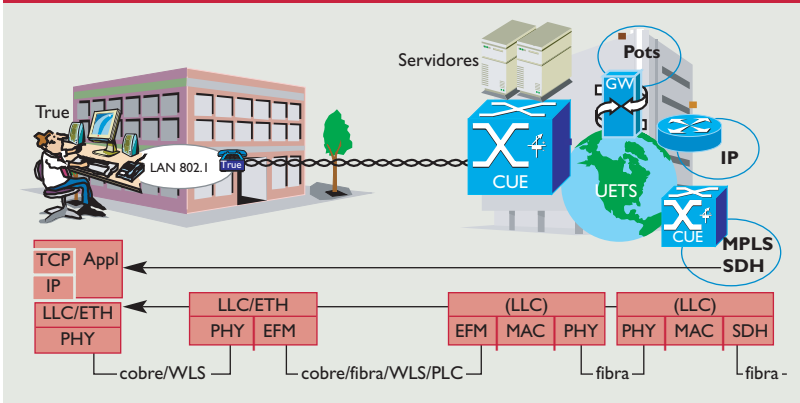
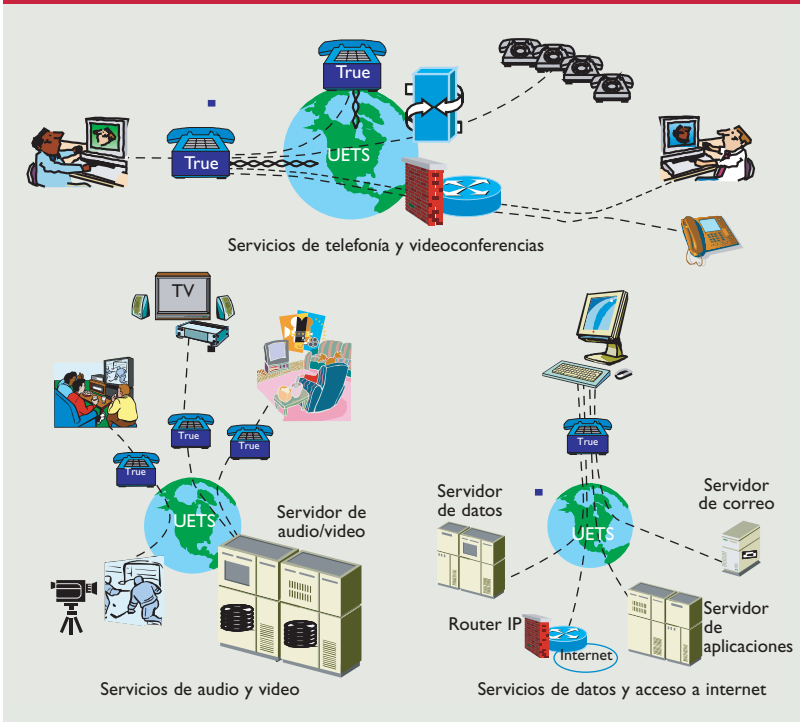


Figura 8. Diversos tipos de servicios "triple play"



gía en todos los tipos de conexiones, incluidas las de cobre, fibra óptica e inalámbricas. Para garantizar el servicio dispone de batería. En la Figura 6 se compara este sistema con el ADSL.

Al utilizar para el encaminamiento las direcciones MAC, el servicio ofrecido corresponde a una Red Privada Virtual de nivel 2. Al no poderse falsificar las direcciones MAC, cualquier ataque potencial sería inmediatamente identificado e interceptado por la central. La conmutación física y el mecanismo descrito permiten un alto grado de simplificación de los equipos, que realizan la conmutación por mecanismos puramente hardware, lo que redundará en un sensible abaratamiento, modularidad en el diseño, miniaturización y reducción de consumo. Por otra parte, el establecimiento de circuitos en las conexiones en el dominio Ethernet es inmediato y no requiere ningún procedimiento de señalización, se reducen las sobrecargas de protocolo al prescindir de TCP/IP, aumentando el ancho de banda disponible, y se facilita la descarga de los procesos de comunicaciones en procesadores especializados del tipo "front-end".

Las características diferenciales de este sistema respecto a las redes IP actuales son:

- La conmutación de tramas se realiza en el nivel físico, lo que permite alcanzar velocidades extraordinariamente altas y establecer comunicaciones seguras.
- Las funciones de control de flujo, de congestión y la detección y corrección de errores se realizan en cooperación entre los terminales (TUE) y las centrales (CUE) mediante procedimientos de nivel de enlace a través de toda la red física. La Figura 7 ilustra este Modelo de Referencia.

"Cuando el Ancho de Banda no se ve, la congestión está encima".

Ejemplos de aplicación

A continuación se muestran algunos ejemplos de aplicación de esta tecnología, aunque las posibilidades que ofrece son ilimitadas.

Servicios de Banda Ancha

El uso de los servicios de banda ancha implica en la actualidad el uso de ordenadores personales con sus sistemas operativos, excesivamente complejos para la mayoría de los usuarios, que no entienden su funcionamiento ni son capaces de mantenerlos correctamente. A esto se añade su rápida obsolescencia, que hace que la inversión en el equipo informático tenga un corto periodo de vida. Es innecesario

describir los severos problemas de seguridad debidos a virus y ataques de todo tipo que llegan a través de Internet, ante los que el usuario medio se siente impotente y que, antes o después, termina causándole problemas. Lo mismo ocurre con las dificultades que entraña la gestión de las copias de seguridad de la información almacenada en el ordenador:

El Terminal Universal que aquí se propone se minimizan los posibles ataques desde la red, pues no necesita un sistema operativo sofisticado y trabaja en el entorno protegido del dominio Ethernet. El proveedor de servicios, que controla totalmente su dominio de red, será también quien instale y mantenga los diferentes servidores: de aplicaciones, de datos, de correo electrónico, de nombres y direcciones, de audio, de vídeo, etc.

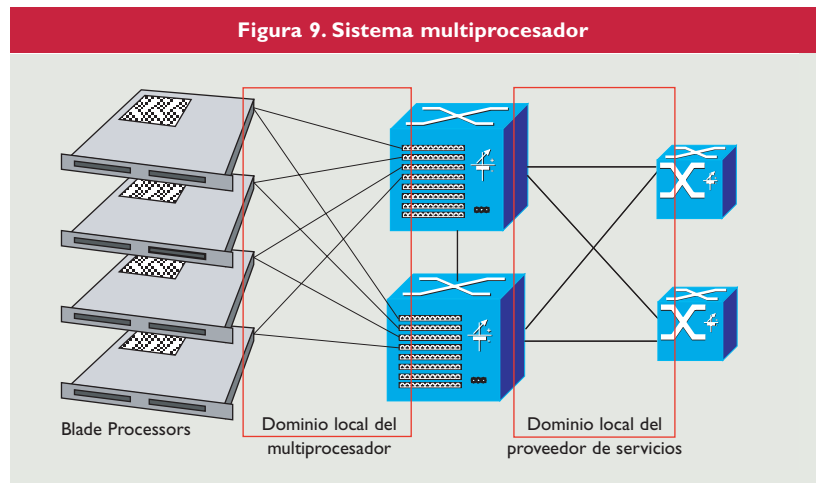
Con el sistema propuesto se resuelve el problema de las **licencias de software**: es el usuario quien paga por el servicio al proveedor; que abonará las licencias correspondientes. En el caso de **los derechos de audio y vídeo**, ocurre algo similar; puesto que los usuarios pagarán por el número de accesos a los contenidos. Con estos nuevos servicios, las operadoras de telecomunicaciones pueden compensar la pérdida de ingresos que vienen experimentando por la factura telefónica, debido en gran medida a la expansión en el uso de la voz sobre paquetes, y los usuarios podrán disfrutar de servicios mucho más económicos, sencillos de utilizar y de una gran riqueza de contenido, según se puede ver en la Figura 8.

Si el usuario final así lo desea, también podrá tener servidores en su instalación, quedando el tráfico de éstos restringido a su segmento de red, al estar conectado con el proveedor de servicios con el TRUE, capaz de filtrar el tráfico hacia la red de acceso.

Servicios móviles e inalámbricos

El dominio Ethernet es el medio ideal para interconectar los puntos de acceso que dan conectividad a los terminales móviles del tipo GPRS o UMTS, como ya lo hacen en los inalámbricos basados en IEEE 802.11/Wi-Fi y en IEEE 802.16/WiMAX. Este tipo de encapsulado es muy adecuado para los sistemas de móviles en modo paquetes, pues se minimiza la sobrecarga de protocolos, se optimiza la eficiencia en las comunicaciones a través del medio inalámbrico y se reduce la complejidad de los terminales y de la red. En este sentido, el modelo UETS es óptimo para la 4ª generación de móviles. Esto, además, facilitaría en gran medida la convergencia Fijo-Móvil.

Figura 9. Sistema multiprocesador



Sistemas multiprocesadores

El sistema puede ser utilizado para construir superordenadores o equipos avanzados de red, mediante múltiples procesadores en paralelo y sistemas de almacenamiento conectados a velocidades Gigabit a las centrales UETS. Estas ofrecen conectividad entre los procesadores con conmutación física de muy alta velocidad a través de los conectores directos a Ethernet. La combinación de ambas técnicas garantiza el ancho de banda necesario para las comunicaciones críticas, el control de congestión de la red de interconexión, así como la detección y corrección de errores. Para las comunicaciones inter procesos (IPC) se utiliza la pila de protocolos con los conectores a Ethernet, mientras que para la conexión se puede emplear Giga o 10 Giga ETH. Así, se pueden construir sistemas compuestos por miles de procesadores en paralelo con un coste mínimo. En la Figura 9 se describe esquemáticamente la construcción de un multiprocesador UETS.

Aplicaciones para la Empresa

El Servicio Universal Ethernet es enormemente rentable para las redes de empresa, pudiendo ser utilizado por éstas de múltiples modos. Minimiza el coste por puesto de trabajo, aumenta el periodo de vida útil del terminal, al ser sólo una pantalla con teclado y ratón, centraliza la gestión y reduce los riesgos de seguridad, pues no existe un sistema operativo al que atacar y los programas del supervisor sólo pueden ser modificados por el proveedor de servicios. Las grandes empresas u organizaciones pueden instalar y gestionar internamente una red de este tipo con sus propios recursos, externalizando la parte que les resulte más rentable, mientras que las medianas y pequeñas pueden externalizar todo o parte del servicio a uno o va-

Figura 10. Red de empresa con dos locales

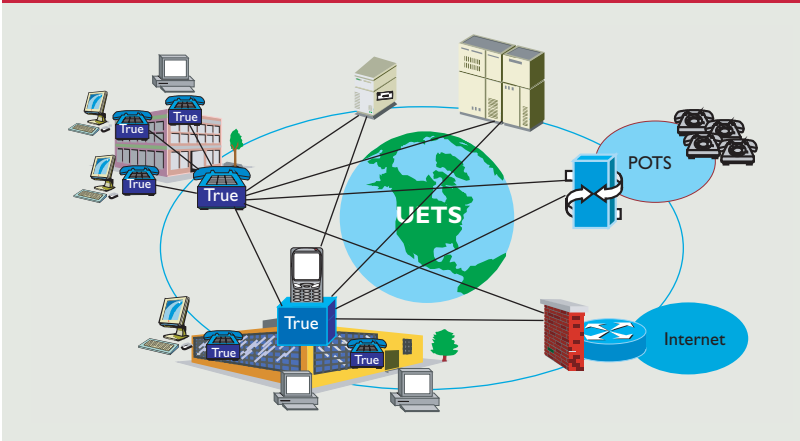
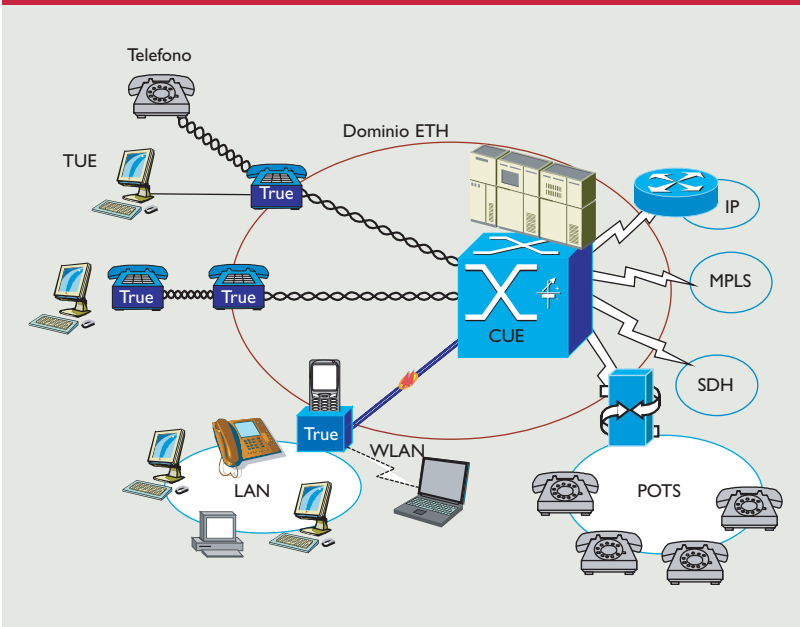


Figura 11. UETS: Conectividad global



rios proveedores. En la Figura 10 se ve un ejemplo sencillo de empresa con dos locales.

La posibilidad de conectarse directamente a través de operadoras de telecomunicaciones y a través de la red eléctrica con el PLC resuelve el problema del "back-up" para mantener el servicio en caso de fallo del enlace. Esto permite un elevado grado de conectividad y fiabilidad en el servicio.

La posibilidad de reutilizar los pares telefónicos tiene unas enormes ventajas para los usuarios, tanto residenciales como pequeñas y grandes empresas, que pueden disponer de una red integrada sustituyendo simplemente la centralita por una CUE y algunos teléfonos por TRUEs operando a 10 ó 100 Mbps, y a la vez mantener teléfonos analógicos en aquellos puntos que se considere conveniente.

"INTHERNET": Hacia la nueva Internet de nivel 2

A diferencia de lo que ocurre con el IPv6, el sistema propuesto tiene la virtud de hacer innecesaria la migración de la actual Internet sobre IPv4, pues ambas pueden convivir indefinidamente y en armonía. Por lo tanto, no viene a sustituir a Internet, sino a complementarla, de donde surge la denominación INTHERNET. Podríamos decir que UETS e Internet constituyen el "complemento perfecto". Considerando que las direcciones MAC de Ethernet son de 6 octetos y las de IP de 4 octetos, si se instalara una red UETS de cobertura mundial, perfectamente factible gracias al mecanismo de conmutación física que emplean las centrales CUE, el dominio Ethernet así formado podría soportar más de 65.000 redes como la actual Internet. La Figura 11 describe gráficamente un entorno de este tipo.

Con este sistema, las compañías telefónicas podrían sustituir los teléfonos por TRUEs y las centrales por CUEs, dando a sus usuarios servicio simultáneo de voz, datos y vídeo con una infraestructura que, al estar basada en tecnología Ethernet, sería mucho más económica que las actuales centrales telefónicas. El usuario vería un teléfono normal, lo que evitaría el rechazo inicial, pero tendría la posibilidad de conectarse a la red de servicios avanzados simplemente utilizando Ethernet o por medios inalámbricos con Wi-Fi.

Al ser Ethernet, la tecnología UETS es compatible hacia atrás con los equipos, aplicaciones y dispositivos utilizados actualmente en las tecnologías de información y comunicaciones. Su despliegue se puede realizar de forma gradual, tanto en Redes Públicas como Privadas, desde entornos locales hasta redes de cobertura mundial. Lo ideal sería que este sistema se normalizase dentro del comité IEEE 802.3, lo que haría posible la generalización del servicio con un gran número de equipos y sistemas compatibles a escala global, redundando ello en beneficio de todos: usuarios, operadoras y fabricantes. ■

Referencias

- [1] http://www.telegeography.com/resources/statistics/telephony/intl_traffic_growth.html
- [2] V. G. Cerf and R. E. Kahn, "A protocol for packet network interconnection," IEEE Transactions on Communications, vol. COM-22, May 1974, pp. 627-641.
- [3] Robert M. Metcalfe and David R. Boggs, Xerox Palo Alto Research Center, "Ethernet Distributed Packet Switching for Local Computer Networks," Communications of the ACM, Vol. 19, No. 5, July 1976, pp. 395 - 404.

UETS: La Red de Nivel 2 de Nueva Generación

José Morales Barroso

El Servicio Universal de Telecomunicaciones Ethernet, UETS, tiene un conjunto de características propias, que lo diferencian radicalmente de todos los sistemas empleados hasta ahora, convirtiéndole en una plataforma multiservicio de nueva generación, diseñada específicamente para permitir la convergencia de la voz, los datos, el vídeo de alta definición y los sistemas inalámbricos fijos y móviles, en una sola red basada en Ethernet.

Hoy en día, todo el mundo está de acuerdo en que el futuro de las redes es todo IP, sin embargo, debemos preguntarnos si el futuro no pudiese ser todo Ethernet. Por otra parte, la tecnología hace posible la evolución de las redes de ordenadores al Ordenador en Red. Es muy difícil romper con las ideas preestablecidas, sobre todo si se llevan muchos años siguiendo las doctrinas al uso, pero para progresar se deben ver las cosas de otra manera, desde otra perspectiva, para lo que es necesario librarse de condicionantes y prejuicios.

La base fundamental del Servicio Universal de Telecomunicaciones Ethernet UETS es una idea sencilla: siguiendo la actual normativa IEEE 802 es posible ofrecer los mismos servicios a nivel 2 (enlace) que los que ofrece el TCP/IP a nivel 4 (transporte), con la diferencia de que en el primer caso el sistema puede ser hardware y en el segundo está basado en software. No es necesario reescribir las aplicaciones Internet-TCP/IP para adaptarlas al nuevo sistema, pues este las soporta sin cambios: sólo son necesarios los conectores (sockets) a Ethernet, lo que es trivial. En combinación con las técnicas de Voz sobre Paquetes (VoP), es posible integrar la Red Telefónica, la Banda Ancha e Internet sobre una única infraestructura basada en Ethernet. Esto

aporta tres grandes ventajas: velocidad, escalabilidad y seguridad.

- **Velocidad:** Los servidores pueden soportar muy altas velocidades al realizarse los procesos de red 802/Ethernet en hardware, en lugar del software de TCP/IP.
- **Escalabilidad:** Se usa directamente la dirección MAC local para la conmutación, por lo que la red física y lógica coinciden: no hay routing ni existen tablas de conmutación. Esto permite, en un solo dominio, hasta 70.368.744.177.664 direcciones.
- **Seguridad:** La clave de la seguridad se encuentra en la Central Universal (CUE.) Los servicios de red son accesibles sin los severos riesgos de seguridad comunes al TCP/IP, al estar los dominios Ethernet e IP totalmente aislados.

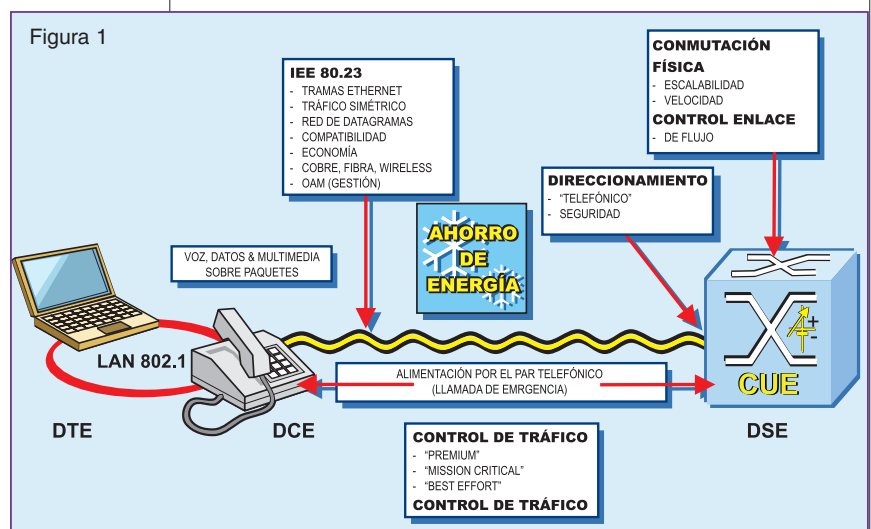
La actual INTERNET de IPv4, con sus cuatro octetos, tiene 4.294.967.296 posibles direcciones que, junto con los 1.250 millones de teléfonos de la red telefónica fija, y 3.000 millones de móviles, ocuparían una mínima parte de un solo dominio INETHERNET-UETS.

El protocolo IPv6 tiene muchas más direcciones, pero sigue siendo un nivel de red, por lo que no resuelve la limitación de prestaciones y además implica migración desde IPv4, lo que no es necesario con UETS, al estar basado en Ethernet.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Los principales elementos y características del sistema UETS se pueden describir como un conjunto de elementos físicos (TUE, TRUE, CUE) y lógicos (las aplicaciones Internet), con una Arquitectura de Comunicaciones basada en la doble pila TCP/IP - Ethernet/802. La Figura 1 describe gráficamente los elementos de red del Servicio basado en UETS con sus funciones y características más relevantes.

Si tomamos como referencia la evolución de las redes de circuitos virtuales, cuando el protocolo X.25, de nivel 3, hizo imposible técnicamente aumentar la velocidad de las con-



xiones de red, se pasó a conmutar en el nivel 2 con Frame Relay, y posteriormente en el nivel físico con ATM. En el caso de Internet, sería elemental adaptar las aplicaciones para que en lugar del protocolo IP utilicen directamente el encapsulado MAC 802.3, con sus 6 octetos de direcciones. Mientras que los datagramas IP tienen que progresarse por procedimientos de routing, las tramas MAC 802.3 utilizan procedimientos de bridging IEEE 802.1, muy maduros y probados en el ámbito de las redes locales, a los que se añade el nuevo mecanismo de conmutación física de la central UETS, imprescindible para poder ofrecer los servicios avanzados de red que aquí se plantean.

Este sistema realiza la conmutación de tramas en el nivel físico, lo que le permite alcanzar velocidades extraordinariamente altas, en el rango Terabit. El servicio ofrecido utiliza para conmutar las direcciones físicas de los nodos de red, lo que supone a una Red Privada Virtual de nivel 2 en modo multipunto a multipunto, con capacidad para un número de terminales varios órdenes de magnitud superior a la actual Internet. Al no poder falsificarse las direcciones, cualquier ataque potencial es inmediatamente identificado e interceptado por la central.

Otra característica diferencial respecto a las redes IP es que las funciones de control de flujo, de congestión y la detección y corrección de errores se realizan en cooperación entre los terminales (TUE) y las centrales (CUE) mediante procedimientos de nivel de enlace, permitiendo garantizar el ancho de banda y el retardo que requieran las aplicaciones.

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

En UETS se utiliza como nodo de red la Central para el servicio Universal de telecomunicaciones Ethernet (CUE), en la que el direccionamiento y encaminamiento de las tramas emplea direcciones MAC locales, es decir, con el bit U/L puesto a uno, que permite distinguir en cada dominio Ethernet más de 70 billones de conexiones distintas en el modo unicast (bit I/G = 0) y otras tantas en multicast (bit I/G = 1.) Al coincidir en este caso las direcciones lógicas y físicas de red, la dirección de destino lleva ya la información para el encaminamiento, siendo innecesaria la resolución de direcciones, las técnicas de bridging (IEEE 802.1), routing (IETF) o señalización (ITU) y sus tablas adicionales. En UETS pueden utilizarse, de forma complementaria, las técnicas de VLAN que permiten distinguir 4.096 usuarios por cada una de las conexiones posibles. Los usuarios se conectan a la red mediante el Terminal Universal Ethernet (TUE) que, dentro del dominio Ethernet de UETS, transporta los datos con el protocolo IEEE 802.2/LLC, ofreciendo así los servicios de red en el nivel de enlace, en lugar del nivel de transporte empleado en la arquitec-

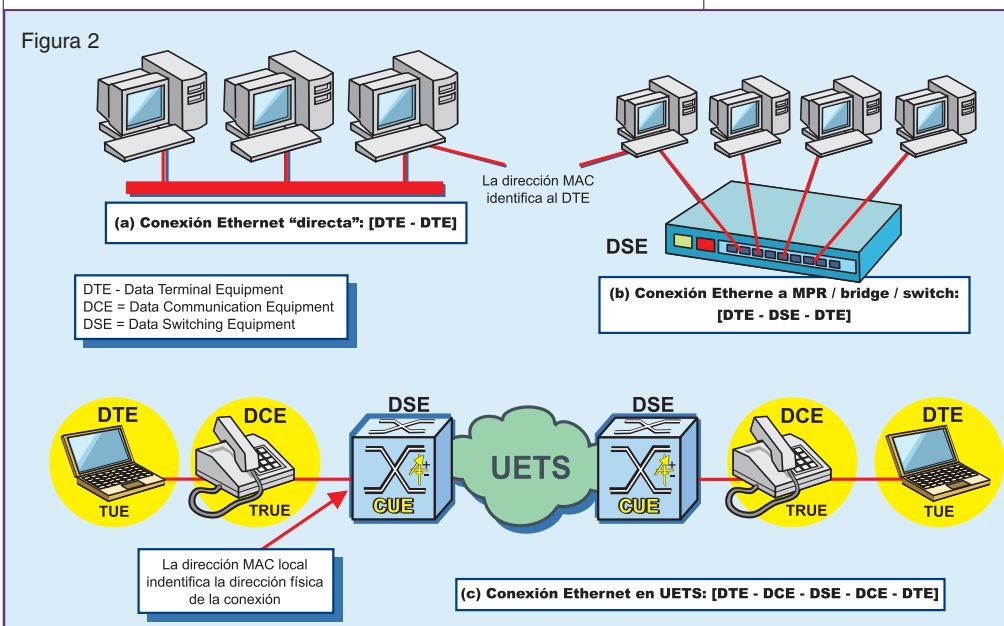


tura TCP/IP clásica. Esto es lo que hace posible el control de flujo y congestión de red en colaboración con los nodos de red CUEs. El Terminador de Red Universal Ethernet TRUE, facilita el acceso a la red y recibe alimentación de potencia desde la central en las conexiones a través de pares para garantizar el servicio de llamada de emergencia. Todo el sistema en su conjunto está pensado para que sea posible soportar, de manera sencilla, el control de potencia para ahorro de energía. En los dominios Ethernet clásicos, la dirección MAC identifica el terminal. Los terminales (DTE) se comunican entre sí directamente (DTE-DTE) cuando están conectados por un medio compartido, como el cable coaxial de 10BASE5 Y 10BASE2 y los repetidores multipuerta (MPR 10BASE-T o 100BASE-T), o a través de un equipo de red (DTE-DSE-DTE) con puentes o conmutadores de nivel 2 (BRIDGES 802.1.) En los sistemas 802.1, es necesario que el nodo de red establezca la asociación entre la dirección física de red y la dirección MAC del terminal conectado a ella mediante la correspondiente tabla de conmutación. Ver (a) y (b) en la Figura 1.

En el dominio Ethernet, de UETS cambia totalmente el modo de funcionamiento, pues en él, los terminales (DTE/TUE) se conectan a través del dispositivo de acceso (DCE/TRUE) a los nodos de conmutación (DSE/CUE), al modo de las redes clásicas de telecomunicaciones: de ahí la denominación de Servicio Universal de Telecomunicaciones. Su principal novedad es que utiliza las direcciones MAC locales, que sirven directamente para la conmutación, identificando la dirección

TUTORIAL

Figura 2



física del nodo de red (no la del terminal) según se describe en (c) en la Figura 2. Por ello no son necesarias tablas de ningún tipo, pues la propia dirección lleva la información de enca minamiento.

Este modo de operación, totalmente novedoso en el entorno Ethernet, constituye la base de la convergencia de las redes de telecomunicaciones y las redes de área local, con el acceso DTE (TUE) - DCE (TRUE) - DSE (CUE) y la extensión del dominio Ethernet a la red de la operadora.

La utilización de los protocolos IEEE 802.2 LLC en el dominio Ethernet permite identificar los servicios mediante la combinación de las direcciones MAC 802.3 y los campos LLC para aplicar mecanismos de control de congestión basados en tres niveles de prioridades; la utilización de direcciones MAC locales para identificar el equipo en el ámbito del dominio Ethernet; la aplicación de técnicas de control de flujo basadas en los mecanismos del protocolo LLC, al que se incorporan los procedimientos empleados en el control de congestión del TCP y se añaden opciones del protocolo HDLC, al que pertenece el LLC, como el rechazo selectivo de tramas y el empleo de las direcciones MAC gestionadas localmente, que son la base fundamental de la operación de los conmutadores (CUE) de gama alta.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los equipos actuales utilizan la arquitectura clásica con dispositivos basados en BRIDGES IEEE 802.1 o routers IP y sus correspondientes tablas de enca minamiento, con servicios basados en VLANs. Son típicas las redes compuestas de conmutadores de nivel 2 y routers IP como equipos de usuario, conectados a conmutadores en el core que emplean la técnica

Q-in-Q, normalizada por el comité IEEE 802.1. En este sistema no se utilizan las direcciones MAC locales para conmutación ni el protocolo LLC para control de flujo y congestión, que son las características distintivas del sistema UETS. También es muy frecuente la utilización de protocolos spanning tree con VLANs (IEEE 802.1), con lo que el número de usuarios en la extensión del dominio Ethernet de nivel 2 al proveedor de servicios está limitado a 4.096, claramente insuficiente. Por esa razón, y con objeto de mejorar la escalabilidad de la red, se conectan múltiples dominios de nivel 2 a través de un core de nivel 3 con IP o MPLS. En ambos

aparecen graves problemas de escalabilidad cuando se quieren ofrecer servicio a un gran número de usuarios.

El sistema UETS extiende el dominio Ethernet a la red del proveedor de servicios de manera que, gracias a la utilización de las direcciones MAC locales, se amplían a más de 70 billones de direcciones de red.

Adicionalmente, las aplicaciones en el dominio Ethernet utilizan los protocolos IEEE 802.2 LLC, identificándose los servicios mediante la combinación de direcciones MAC y campos del protocolo LLC.

En las aplicaciones corporativas son típicos los servicios basados en Ethernet que proporcionan conexiones punto a punto en los que es necesaria la resolución de direcciones para el tráfico de nivel 2 entre redes de nivel 2 dispares. Este sistema es aplicable a redes IP sobre VLAN, con técnica de túneles en la red del proveedor de servicios para extender la Internet IP. Como ya se ha descrito, el sistema UETS proporciona comunicaciones multipunto a multipunto mediante la utilización de las direcciones MAC locales, que identifican directamente la dirección física, haciendo innecesaria su resolución. Esto permite la extensión de los servicios de red, en modo multipunto a multipunto, de a red local a la infraestructura de las operadoras y los proveedores de servicio en el dominio Ethernet.



José Morales Barroso (jmb@ieeee.org)

es ingeniero Electromecánico del ICAI (1975) y doctor Ingeniero industrial por la UPCO (1989). Socio-Director de L&M Data Communications. Miembro de la Academia de Ciencias de Nueva York y del IEEE, donde participa en el Comité LAN MAN P802.3 para la Normalización de Ethernet.

Universal Ethernet Telecommunications Service: Towards a new layer 2 based Internet

Dr. Jose MORALES BARROSO

L&M Data Communications, Ctra. Pozuelo a Humera, 63-Ch.39, 28224 Madrid, Spain
 Tel: +34 91 3524131, Fax: + 34 91 3523378, Email: jmb@ieee.org

Abstract: The Universal Ethernet Telecommunications Service or UETS system reduces the complexity of the Network to an astonishing simplicity. Only two protocols (LLC/ETH) put together in different patterns make, essentially, everything: Ethernet/IEEE 802.3 transports the information, and LLC/IEEE 802.2 performs the control. It is based in the utilization of local MAC addresses, which can be used as hierarchical with topological sense, allowing the physical switching, and the LLC protocol to perform the functions of TCP and UDP protocols in TCP/IP stack. The extreme simplicity of this "ultra broadband technology" allows increasing the bandwidth, reducing the cost and, at the same time, the convergence of voice, data, video, fixed and mobile wireless traffic onto a single network based in Ethernet.

1. Introduction

The UETS Communications Architecture and Reference Model [1, 2] is the natural evolution in Computers and Network convergence: in the 1970s, Systems in Network (SNA/IBM), with proprietary applications in terminals; in the 1980s, Computer Networks (X.25/CCITT), maintaining proprietary applications but in end systems; in the 1990s, Computers in Internet (TCP/IP), with Internet applications; today, in the dawn of XXIst century, the Computer on Net (UETS), with Internet applications. See Figure 1.

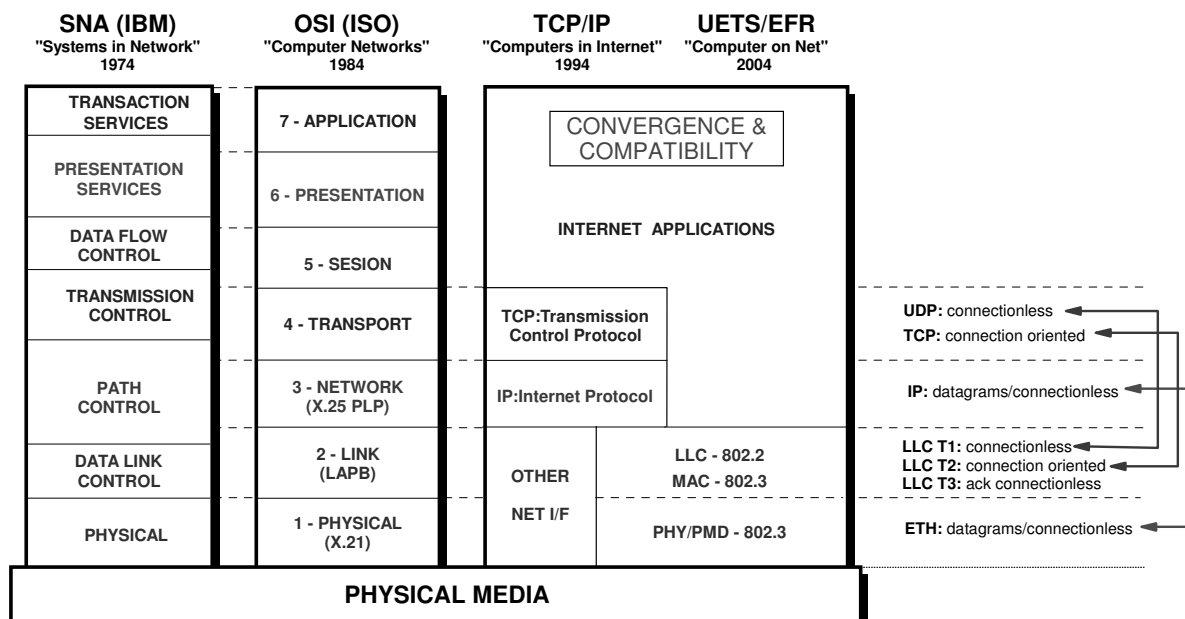


Figure 1. Convergence of Computer and Communications.

2. Objectives

The UETS unified network uses a new generation of devices that makes it possible for Internet applications to operate directly over the link layer defined in the IEEE 802 LLC standard and over the transport layer defined in TCP/IP, with an interface based on Ethernet. The building blocks of the solution proposed are: the applications of Internet, which provides the platforms' independence; the Ethernet and IEEE protocols, which provide the connectivity; and the physical switching of the telephone network, which provides the security and scalability. To develop it, the author has taken advantage of the accumulated experience of more mature technologies: the classic telephone network based on physical circuits, the virtual circuit networks (X.25, Frame Relay and ATM) and datagrams networks (Ethernet Local Area Networks and the Internet-TCP/IP).

This new paradigm drastically reduces the processing overhead: instead of layer 4 (TCP), layer 2 (IEEE 802.2 LLC) would be used for information exchange over the network (Ethernet). Using this technology, the logical and physical networks coincide, while in the TCP/IP reference model the Internet is a logical network (IP) over multiple physical networks (ETH, FRL, ATM, SONET/SDH).

The model has the ability to provide the same services using a layer-2 hardware-based operation device, breaking the limits of hosts collapsed by very-high speed TCP/IP connections [3]. The Logical Link Control (LLC) is better than the TCP/UDP for offering end-to-end services, because it is optimized to hardware operation, and it also has a reduced overhead and a tighter loop control.

3. Technology Description

The IEEE Std 802-2001 defines [4] the use of U/L bit in the 48-bit LAN MAC addresses as follows: "The Universally or Locally administered (U/L) address bit is the bit of octet 0 adjacent to I/G address bit. This bit indicates whether a local or universal administrator has assigned the address. Universally administered addresses have this bit set to 0. If this bit is set to 1, the entire address (i.e., 48 bits) has been locally administered". The other 46 bits can be used, for example, to assign to the switches' port ids to perform the addressing.

UETS is a datagram's connectionless network of Ethernet frames i.e. routing only with no concept of "connections", which are controlled by the LLC protocol outside the network. The local MAC address, used as hierarchical with topological sense, is an alternative to the system of global addressing. A huge deposit that was there, but nobody has seen before. This opens the possibility to do the routing and switching not like IP (at layer 3 with routing tables), 802.1 (at layer 2 with bridging tables), or MPLS (with label swapping), all of them limited by the table sizes and the memory speed [5], but at the physical level, using the bits in the local MAC address to find its destination. The UETS structure, thanks to the use of local MAC addresses, is similar in some way to the telephone numbering plan: different segments of the address are used at different layers in the switching hierarchy. See Figure 2.

The UETS/EFR architecture provides inherent security: the MAC addresses, given that they are a direct binding to the network access point, can not be spoofed. Also, physical access to the point of attachment is required for supplantation, because the domain administrator controls them. Being a layer 2 network, this security may be complemented with 802.1X, no attacks based on manipulation of the spanning tree protocol are possible, and there is no spanning tree protocol (the switches do not learn addresses) in the UETS network.

UETS switch fabric can be implemented by Banyan networks, the less complex and most scalable interconnection topology. As a reference, while fastest routers has 600 Gbps switching capacity per chassis (90 Tbps the router), it has been demonstrated switching

capacities in the range of 10-50 Tbps in a single chassis using a commercial Banyan switches. It means 100 times more speed and a cost far below.

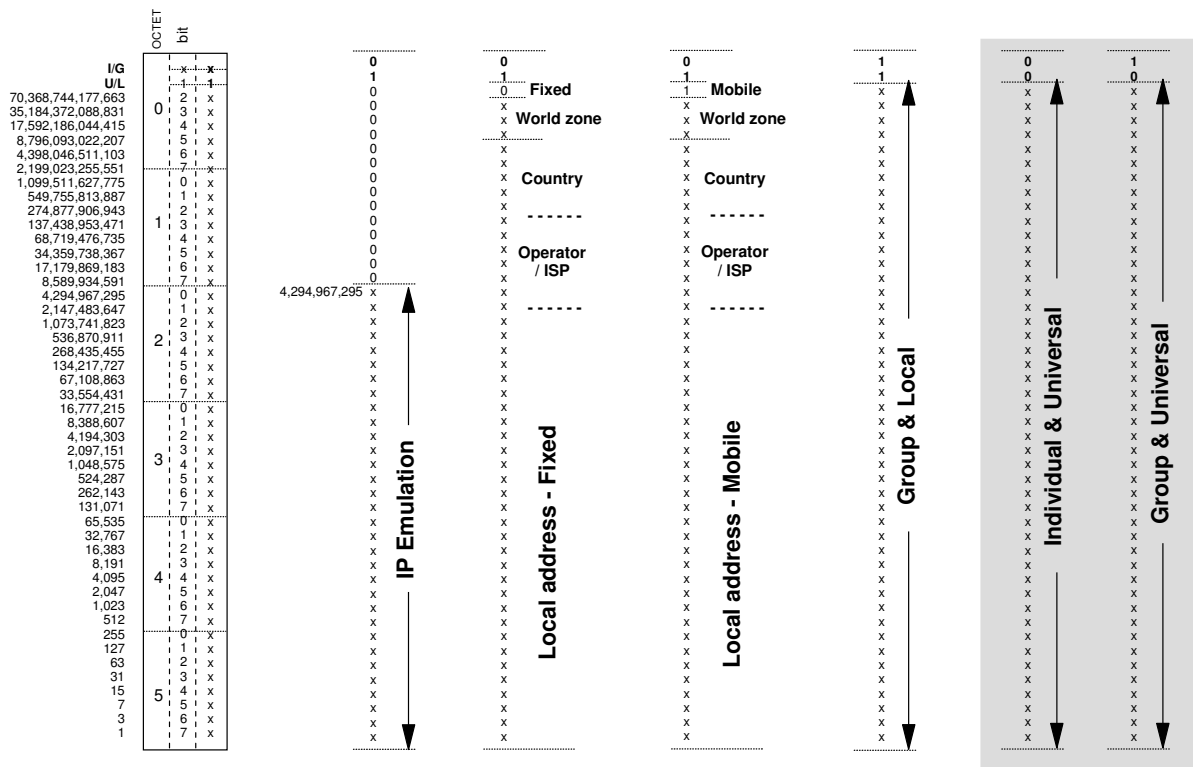


Figure 2. MAC Address Administration. Example.

The XXIst century network should be "quadruple play": data, voice, video and mobility. Using UETS' Ethernet local addresses instead of IP in the 4th generation, and the techniques used today with telephone numbers, it is possible the fixed and mobile terminals convergence. The fixed and mobile terminals can be discriminated by one bit, as described in Figure 3. If the terminal is fixed, the address is used directly to perform the switching, if mobile, the address should be associated with a fixed one by the Base Station.

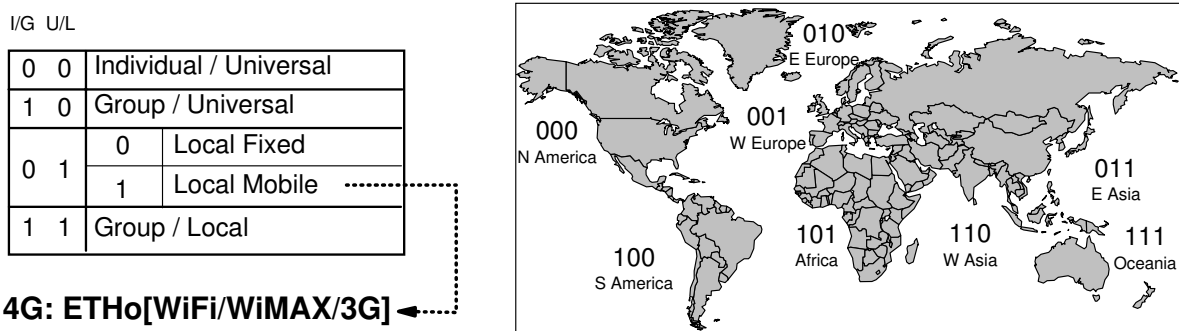


Figure 3. Fixed/Mobile and World Zones bits. Example.

With an efficient structure, only one UETS domain provide for very big number of connections. According the example of Figure 4, Spain will have 549,755,813,887 fixed, 549,755,813,887 mobile and 1,099,511,627,775 group (multicast) addresses. In addition, using MAC-in-MAC, each connection will have another Ethernet domain, with an addressing structure similar to IPv6.

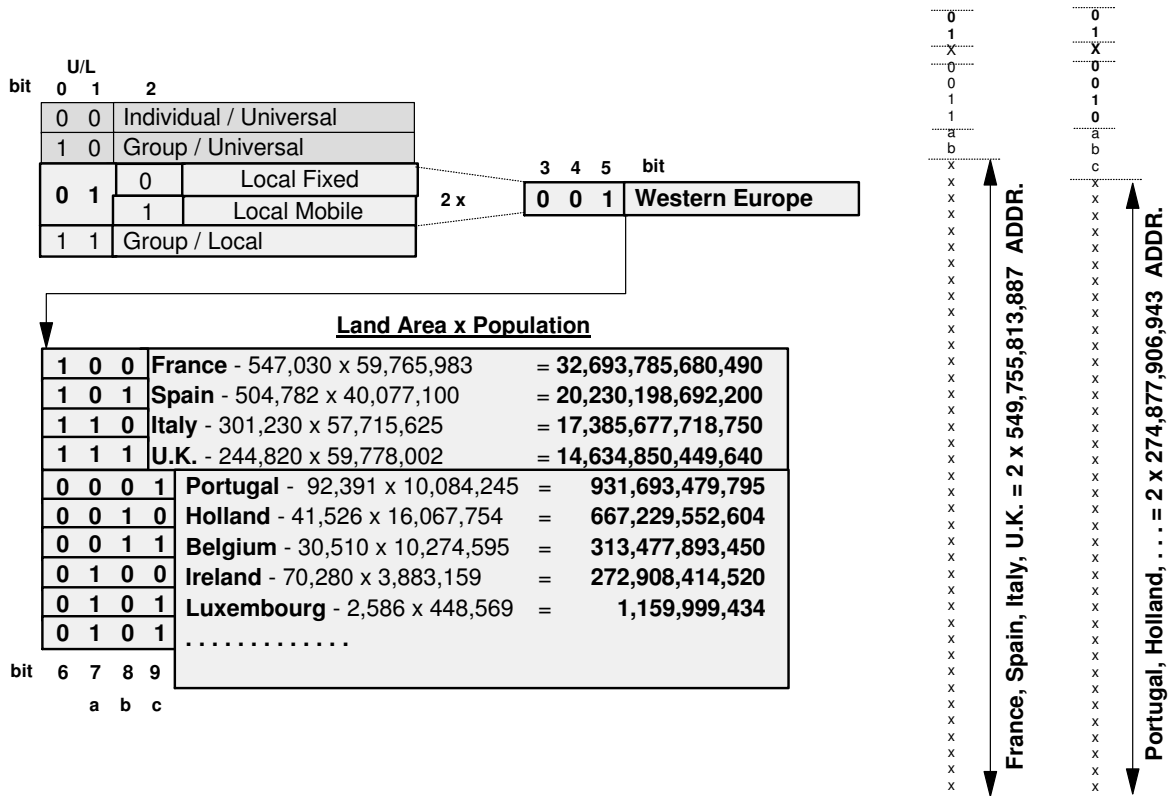


Figure 4. Address Distribution - Western Europe. Example.

There's only one value in MAC address for each terminal's I/F in the whole domain, independent of the source. In a fixed hierarchy, the switching nodes know which of the bits of the address it needs looking at the MAC net mask, as described in Figure 5.

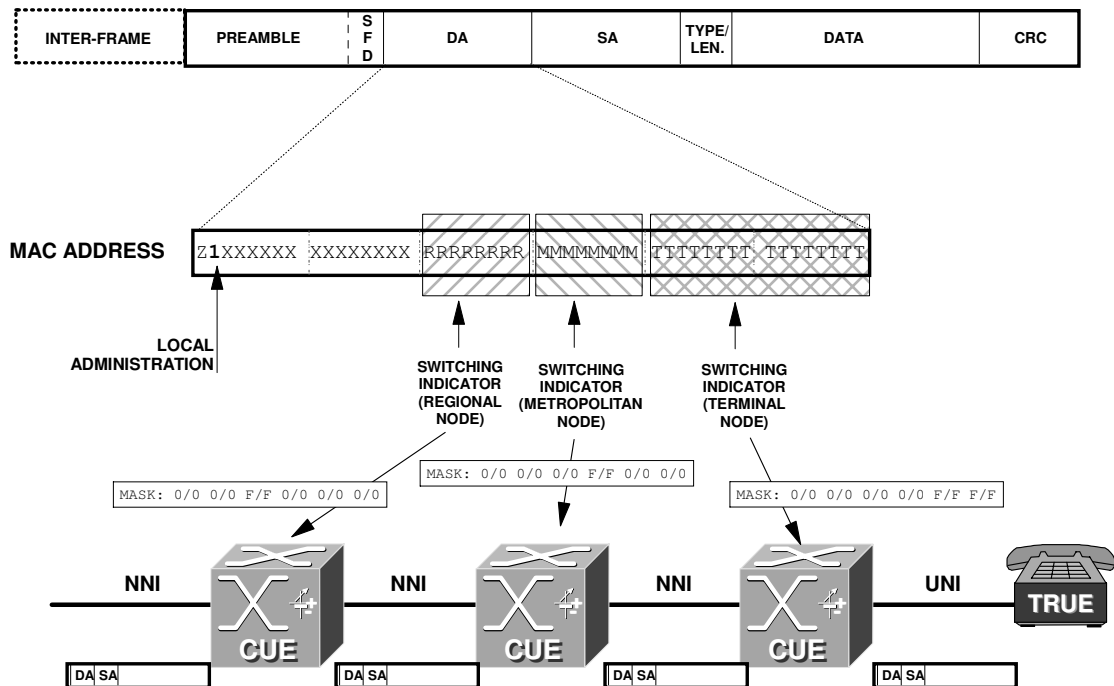


Figure 5. Switching indication. Example.

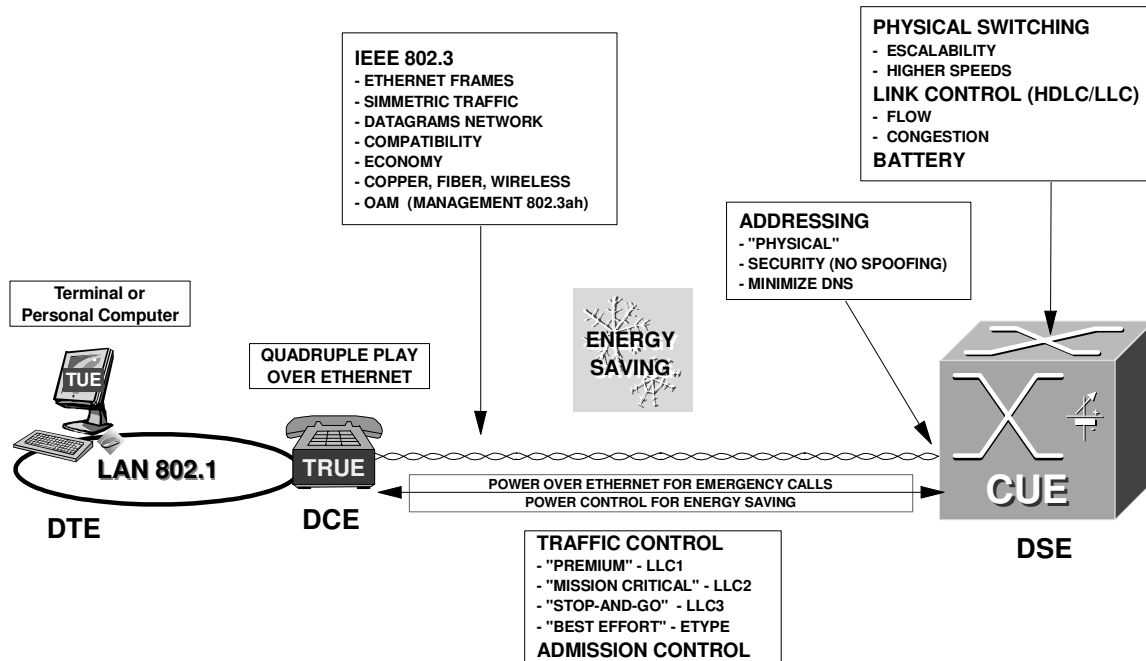


Figure 6. UETS Service: Network Elements.

3.1 – Ethernet Domain extension to service providers’ network: From LAN to UETS.

The “Local Area Network” or LAN is defined in the IEEE standard STD 802-2001 as “A computer network, located on a user’s premises, within a limited geographical area”. Therefore, the Classical Local Area Networks limits the Ethernet domain to building/campus. An essential point for the UETS is to extend the local Ethernet network to include the public carrier’s network. The building blocks are described in Figure 6.

3.2 – New access device: “TRUE” (TerminatoR of Universal Ethernet network)

In addition to the basic telephony service, users can connect terminals of diverse types through a Local Area Network to the TRUE, the network termination equipment. Thus, terminals can have access to the UETS network in order to use any of its services. This is an advanced demarcation device that is connected via the UNI (User Network Interface), which performs the traffic, admission and congestion control, enabling an intelligent service to offer real time applications such as voice and video over packets (IP or Ethernet).

3.3 – New terminal concept: “TUE” (Terminal Universal Ethernet)

The Internet applications provide the platforms' independence. The dual protocol stack allows communication with remote systems over Ethernet using the sockets for LLC or TCP/IP. The UETS terminal use in Ethernet domain IEEE 802.2 LLC protocols, and in IP domain UDP and TCP protocols. At the same time, collaborate with the UETS Central Offices in network congestion control, because both supports layer 2 LLC protocol, allowing service differentiation and QoS:

- LLC-1 "premium" services (rt-CBR / rt-VBR)
- LLC-2: "MISSION CRITICAL" services (nrt-VBR)
- LLC-3: "STOP AND GO" services (HDX, BSC type)
- ETYPE: "BEST EFFORT" services (TCP/IP)

3.4 – New network node concept: Central Office “CUE” (Central Universal Ethernet)

The network nodes will be in charge of the service connections and the Ethernet frame switching at the physical layer, based on the local MAC address [6]. The combined operation of the CUE and the UETS terminals open the possibility to do the network flow control and congestion management. The applications and addressing are based in the Internet IP mechanisms (with the 6 octets MAC instead of the 4 octets in IPv4), while the switching is, basically, similar to central offices based in the old "hardware" telephone switches (like rotary or crossbar) philosophy, but operating in datagrams packet mode. The destination MAC address represents the intended destination, but not the path: the switches find the destination step by step, but based in pure hardware. This process is performed in UETS/EFR frame by frame, using Ethernet switches, without switching tables or label stacking. Like in Internet and in the telephone network, it is required to know the "address/number" of the destination or find it in a directory, here called the EDNS (Ethernet DNS), similar to IP DNS, but with 6 octets addresses. The hierarchical structure of UETS addressing/numbering makes possible to reduce drastically the EDNS usage.

All the switches use the mask to know which bits of the MAC address to look at to switch the frame. In the border nodes, if the destination is the same switch, deliver the frame to the destination directly over the UNI. In other case, performs a "micro routing" to the higher level node to deliver the frame over NNI. This mechanism offers a high level of resilience to the network. The higher layer nodes makes the same thing with its mask, but they doesn't have UNIs, therefore they have to decide if to reach the destination they have to deliver the frame to an upper or lower level switch.

3.5 – Integrated power management system, for energy saving

The current Ethernet terminals consume power all the time, while in UETS there is not powered when they are not in use. This feature, applied worldwide, will save in 2010 the equivalent to 40 central baseload power plants [7]. Remote powering via the twisted pair from the central office allows the emergency calls service, guaranteed by means of batteries. The connection complies with the conditions of the classic telephone network to be a telecommunications service, guaranteeing the emergency call service (112 in the EU).

3.6 – Security

UETS architecture solves Ethernet's scalability and security problems: MAC addresses are physically dependent and controlled by the ISP or network owner, allowing hardware based switching and enhancing network security by preventing layer two address spoofing. Each TUE will be able to work on the secure zone of the Ethernet domain and use, without risk, the resources offered by the UETS network servers: applications, data, audio, video, control, etc. Additionally, the L2 connections do not have the risks related with IP protocol.

4. Business Benefits

The convergence in the Information and Communications Technologies requires removing the complexity of current technology, and simplifying the ever growing number of equipment and network technologies. The UETS/EFR architecture would take advantage of this concept, because it follows the "Ethernet paradigm shift", and "having a small number of networks is better than a large number of networks". It could be applied to High Speed Networks (LAN/MAN/WAN), Storage Networks (SAN/NAS), High Performance Computing (HPC), Networks of Workstations (NOW), Layer 2 VPNs, Video HDTV distribution, Home Networking, Secure Networks and many others, i.e.:

4.1 – Carriers and Network Operators Ethernet's Services

UETS has been described as "Connectionless Provider Backbone Transport", using MAC-in-MAC encapsulation (SNAP or 802.1ah, with VLAN tags) to handle customer traffic transparently, carrying the universal addressed Ethernet (802.1 in LANs) over the local addressed Ethernet network (UETS in MAN/WAN). The core nodes only care about switching traffic and do not have to care about the users' MAC addresses. In this case, the addressing will be huge, even bigger than IPv6. This system turns off "broadcast unknown" and "bridge learning", providing speed and addressing scalability, inherent security, real time traffic support, multipoint-to-multipoint and multicast services. Today, the solutions defined by IEEE 802.1, MEF and ITU-T only support point-to-point and point-to-multipoint services, using switching tables or label swapping techniques, and the classical DTE addressing, described in Figure 7 (a) and (b).

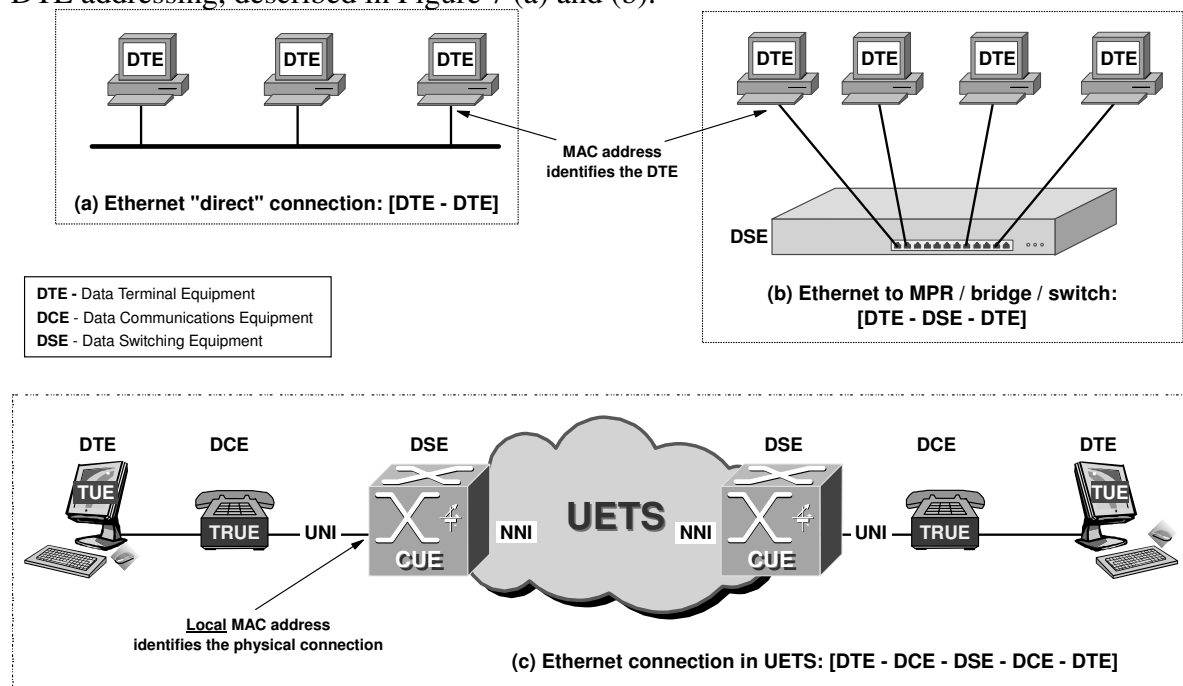


Figure 7. Ethernet/IEEE 802.1 vs. UETS: a true telecoms service.

Many people have found it hard to understand the meaning of "local MAC addresses fixed by the physical address of the network node", described in Figure 7(c), which makes UETS a true telecommunications service.

4.2 – Storage Area Networks (SAN) and Multi-Processor Systems

This proposal shares with Fibre Channel the "Fabric Routing" and "Link Layer Control." It provides interconnect systems for multiple topologies that has proved its ability to deliver a high level of reliability, availability, security and both scalable throughput and capacity. The LLC protocol carry out the functions performed by TCP and UDP in TCP/IP stack, and the double stack maintain full compatibility with IP. The LLC is hardware oriented, having the capability to perform the flow control and congestion management. The most successful fabrics share the UETS characteristics: physical level switching and link layer control [8].

4.3 – High Definition TV Distribution

The telecoms industry needs a solution to the convergence between content providers and network operators. Today IPTV technology isn't ready yet for deployment on a mass scale, and High Definition needs more bandwidth. The solution proposed here meets the demands

of the Next Generation Network, providing the future proofed infrastructure to deliver economical, flexible and intelligent broadband services. This kind of traffic is supported by the LLC-1 protocol, which guarantees the needed performance because it does not have queues or buffers. Working in connectionless mode, it is not affected by the latency-bandwidth trade-off in gigabit networks [9].

5. Conclusions

The UETS/EFR is an extremely simple and efficient network technology, which performs physical switching with minimum protocol overhead, at very high speed with low latency. The exclusive use of Ethernet simplifies the net and support real time and mobile services convergence, profitable for carriers and affordable for customers. Users can access their data or services inside the Ethernet domain in a more efficient and secure way, but at the same time, there is full connectivity to the IP domain, to access the universe of Internet services. It means total compatibility and scalability without disruption. This technology corresponds to the link layer, which supports any kind of network—it is “per se” multiprotocol—and is an ideal media to connect terminals throughout a single network (net) and not via a set of interconnected networks (internet). Ethernet can offer link (Layer 2 LLC) and network (Layer 3 IP) services, while IPv4 and IPv6 offer exclusively network services or tunnels. With UETS system, as opposed to what happens with IP version 4 and 6, it is unnecessary to migrate from the current Internet over TCP/IP, since the two technologies can harmoniously coexist.

EU Information Society Commissioner Viviane Reding said: “it is worrying that in ICT research, Europe continues to lag behind its competitors, investing about half as much as the US. Only through stronger investment in ICT research and effective cross-border competition will we ensure that the great potential of ICT is used to lift our competitive performance across the economy.” UETS/EFR is a proposal with a potential that fulfils these objectives. As a summary, this is a radical new way to proceed. Is these kind of ideas that increase the speed by an order and decrease the price by two orders.

We already have the model, the skilled people and the knowledge to implement it. What we just need is the political ambition to create lobby and public support. Not allowing what in the future might be remembered as the third time that Europe missed the opportunity to lead the internet revolution: first was with Donald Davies (National Physics Lab, UK), when his pioneering ideas of Packet Switching (foundations of the internet technology) were dismissed, or (second) when Tim Berners-Lee's (CERN, CH) was almost forced to move out from Europe in order to keep the web developments working.

References

- [1] Jose Morales Barroso, “From Computer Networks to the Computer on Net”, IEEE Communications Magazine / Global Communications Newsletter, October 2005, pp. 2-4.
- [2] Jose Morales Barroso, “Universal Ethernet Telecommunications Service”, Anales de Mecánica y Electricidad, January 2005, pp. 48-54. [<http://www.LMdata.es/uets.htm>]
- [3] G. Regnier et al. - “TCP Onloading for Data Center Servers”, IEEE Computer, November 2004, pp. 48-58
- [4] IEEE Std 802-2001, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture.
- [5] S. Cherry, "Ethernet's High-Wire Act", IEEE Spectrum, April 2005, pp. 53-55.
- [6] Jose Morales Barroso, Guillermo Ibáñez Fernández, "Ethernet Fabric Routing" IEEE INFOCOM. High-Speed Networking Workshop: The Terabits Challenge. April 2006.
- [7] B. Nordman, Ken Christensen, "Reducing the Energy Consumption of Networked Devices", IEEE 802.3 tutorial – July 19, 2005, pp. 6-8.
- [8] T. Gupta, M. Wadekar and J. Wise Congestion Management - “Capabilities of Various Fabrics” – Presentation for IEEE 802.1 Congestion Management, January 2006.
- [9] Leonard Kleinrock, "The Latency/Bandwidth Tradeoff in Gigabit Networks", IEEE Communications Magazine, April 1992, pp. 36-40.

La Red Inteligente: Ahorro energético y Telecomunicaciones
Convergencia con la red eléctrica y desarrollo sostenible

Este libro ha sido producido por el Ethernet Forum (etherforum.com) y editado por L&M Data Communications (www.LMdata.es).

ISBN 978-84-89416-45-1

