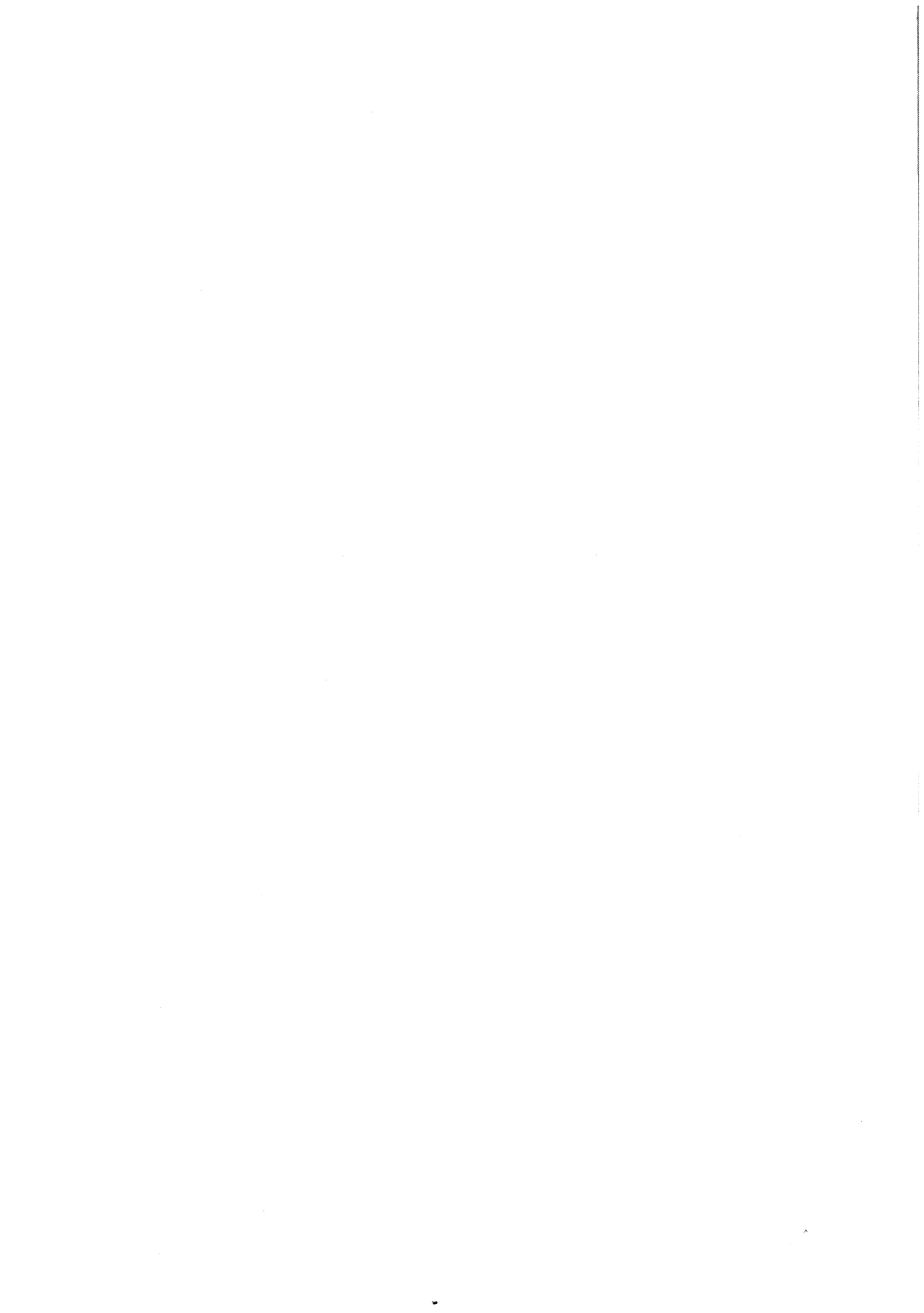


**"Perspectivas Energéticas de Galicia para  
el Año 2000"**

**JOSÉ LUIS RAMOS SUÁREZ**

**Jefe del Laboratorio de Nuevas Tecnologías.  
UNION FENOSA.**



Las condiciones de disponibilidad y el coste de suministro de los productos energéticos y, en concreto, de la electricidad, constituirá, en los próximos años, una de las piezas básicas para mejorar la competitividad de nuestra economía. En un entorno internacional cada vez más abierto, el proceso de cambio tecnológico es un elemento esencial de la productividad y de la competitividad. En este sentido, las posibilidades de disponer de una energía más abundante, de mayor calidad y al menor coste posible, es uno de los factores estratégicos indispensables en la política industrial.

El sector eléctrico ha venido demostrando en los últimos años una alta capacidad de iniciativa empresarial para adaptarse a los cambios del entorno, incorporar mejoras tecnológicas y promover nuevos proyectos. El proceso de internacionalización de las empresas energéticas españolas ha sido evidente. Basado en este dinamismo, las actuales directrices de la política industrial exigen del sector en su conjunto, y de cada una de sus empresas en particular, que asuman un mayor compromiso en el desarrollo e internacionalización de la industria española.

Por otra parte, se está avanzando hacia un concepto más integrado de la energía. Aunque se mantengan las lógicas especializaciones, cada vez será más frecuente el posicionamiento de las empresas en diversos subsectores. En los próximos años tendrán mayor desarrollo los grupos energéticos amplios, con negocios comunes en electricidad, petróleo y gas. Se superará así un enfoque exclusivamente sectorial y estos nuevos grupos empresariales podrán alcanzar posiciones más ventajosas para competir en los mercados nacionales e internacionales que, cada vez, estarán más abiertos y liberalizados.

Se planifica como objetivo esencial el hacer compatibles la producción, transformación, distribución y los usos de la electricidad con la preservación del medio ambiente. En este sentido, se están desarrollando programas para incrementar el empleo de combustibles menos contaminantes, fomentar las energías renovables e incrementar las actuaciones comerciales destinadas a estimular un uso más eficiente de la electricidad.

El Ministerio de Industria y Energía anunció a comienzos del presente año una revisión del Plan Energético Nacional 1991-2000, para adaptarlo a la evolución real de la demanda de energía, que en el conjunto de los años transcurridos ha sido inferior a las previsiones iniciales. De acuerdo con el menor incremento de la demanda, con los planes de alargamiento de la vida útil de las centrales y con la mayor aportación de los autoproductores, no será necesario disponer de nueva potencia de generación hasta después del año 2000. De acuerdo con esta

previsión, la adaptación de las centrales de fuel a gas natural va a ocupar el papel protagonista de las inversiones en generación. Un esfuerzo inversor mucho mayor deberá realizarse en la mejora y ampliación de las instalaciones de distribución. Concretamente, el Plan MEGA permitirá disponer de una de las mejores infraestructuras eléctricas de Europa. El ritmo de inversión para mejorar los activos de transformación y distribución se verá favorecido en la medida en que se corrija uno de los desequilibrios estructurales que aún mantiene el sistema de fijación de tarifa, que retribuye insuficientemente la actividad de distribución.

Todo este planteamiento, general, equilibrado y aséptico, toma un sentido emocional muy diferente cuando se aplica a Galicia. Es necesario personalizar y repetir aquel concepto tan repetido y tan cierto de que, aunque la energía es una de las fuentes de riqueza más importantes de Galicia, el verdadero motor de progreso y desarrollo son las gentes de esta Comunidad. Galicia no puede permitirse el continuar siendo un objeto pasivo que presta su cuerpo para que su energía sea extraída sin participar, ni decidir, ni beneficiarse adecuadamente en todos los procesos de la cadena energética.

Las perspectivas energéticas de Galicia para el año 2000 y siguientes no son tanto las derivadas de la planificación estratégica de las compañías eléctricas (que cumplen su función y, como se ha dicho, están empeñadas en un proceso de internacionalización exigido por las condiciones del mercado), sino del esfuerzo de los gallegos en todos los ámbitos, especialmente en la consolidación y equilibrio del triángulo generador formado por la iniciativa empresarial, la investigación tecnológica pública y privada y la acción institucional de la Xunta de Galicia.

En otras comunicaciones de esta Jornada de Evolución de la Industria y Alternativas Energéticas se analizan con la máxima cualificación los aspectos relativos a nuevas fuentes de energía, su repercusión medio ambiental y su gestión industrial, por lo que esta exposición se centrará en poner de manifiesto que el verdadero aprovechamiento de las fuentes de energía sólo será posible si se posee la tecnología que incide en la mejora de la calidad, tanto del producto como del servicio. La innovación tecnológica aplicada a la automatización de los equipos de medida y control y a la mejora de las redes de transporte y distribución, así como para obtener nuevas mejoras en la atención al cliente, permite establecer un tejido industrial sólido, de alto nivel tecnológico, con una importante generación de empleo y bienestar social.

Las electrotecnologías como base y aglutinante del máximo aprovechamiento energético: Un breve repaso pondrá de manifiesto aquellas investigaciones y desarrollos que estarán operativos dentro de 5 años y que abarcan desde

sensores de alta precisión, hasta la domótica, pasando por la telegestión y telecontrol de la energía, la automoción eléctrica y las aplicaciones de materiales superconductores.

El Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela es, a nuestro juicio, uno de los más avanzados del mundo en el campo de partículas magnéticas. En colaboración permanente con la Universidad de San Diego -California (U.S.A.)-, posee un excelente equipo científico y humano que les ha permitido desarrollar importantes trabajos, reflejados en las más prestigiosas publicaciones internacionales y patentar procedimientos y técnicas que, como la microemulsión, son patente U.S.A. y que en la actualidad desarrollan un sensor basado en la Magneto-Resistencia Gigante (MRG) que permite la detección de campos magnéticos y corrientes eléctricas con precisión suficiente para fabricar contadores de energía eléctrica de mayor precisión y menor precio que los contadores actuales, que en su gran mayoría están fabricados por multinacionales extranjeras. Debido al pequeño tamaño del sensor (se pueden obtener elementos de varias micras) y su bajo coste de producción puede integrarse en un "chip" o circuito electrónico junto con el resto de la circuitería de control. Se produciría así el primer contador de energía de Galicia y que podría, incluso, ser homologado en el Centro Metrológico de Galicia, cuando este organismo alcance su completa funcionalidad.

La palabra "contador" aplicable a un dispositivo realizado con esta tecnología no refleja adecuadamente su capacidad ni su funcionalidad ya que, además de la medida de la energía propiamente dicha, puede realizar todas las funciones de Gestión de la Demanda y Comunicación bidireccional y directa con el cliente (telegestión), constituyendo lo que podría denominarse un "Contador Inteligente": Desde el Sistema Central se producen las Ordenes de desconexión de cargas, en función de criterios de interrumpibilidad establecidos por contrato en cada caso, ya sean priorizados por importancia de la carga, o temporizados por períodos tarifarios. Además, utilizando el microprocesador que incorporan, pueden ser programados para realizar funciones lógicas de conexión/desconexión, por priorización o temporización, incluso tomando decisiones dinámicas según la tarifa del período. También pueden ser utilizados para disminuir los picos de demanda mediante inducción por Tarifación Múltiple y Dinámica, al poder recibir e imputar el cambio tarifario en tiempo real.

El sistema descrito permite adaptar una interfaz de comunicaciones entre el cliente o usuario y el suministrador de energía que permite realizar el cambio automático de las condiciones contractuales, una información personalizada que incluye los parámetros energéticos del consumo, estadísticas, consumo en pese-

tas, avisos, etc., así como permitir el pago por adelantado o autoservicio de energía por medio de tarjeta de crédito o "Smart-Card". Igualmente, puede realizar funciones de Gestión de cargas y Domótica.

Esta tecnología no sólo es aplicable al consumidor doméstico sino que es tanto o más eficaz en consumos industriales y para conocer y regular los procesos de generación, transporte, transformación y distribución, mejorando la calidad de los procesos y disminuyendo sensiblemente las pérdidas.

Se ha diseñado específicamente para esta función un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) denominado ENERCHIP con vistas a su posible aplicación en diferentes sistemas de control. Hay que resaltar que el proyecto ENERCHIP ha sido parcialmente financiado por GAME. El proyecto se realiza dentro de un consorcio formado por UNION FENOSA, que es el usuario final y ha realizado las especificaciones funcionales y técnicas de entorno así como la microprogramación de la aplicación, la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), que ha realizado labores de especificación y diseño circuital y verificación, y Austria Mikrosysteme (AMS), fábrica donde se producirá el circuito y que ha participado en gran parte de las tareas de diseño. Esta experiencia, novedosa en el ámbito de las compañías eléctricas, ha resultado de gran interés por la alta complejidad del diseño de un ASIC mixto analógico/digital.

Se podría decir que se trata de un microcontrolador de aplicación específica y de altas prestaciones por sus capacidades de comunicación (comunicaciones serie síncronas y asíncronas, vía modem), de captura de datos (analógicos y digitales), que se adapta de forma adecuada a las aplicaciones de control energético para las que ha sido concebido. Cabe destacar, asimismo, su gran versatilidad, que lo hacen idóneo en un número importante de aplicaciones de control en las que sea necesaria una gran capacidad de comunicación. El ASIC será fabricado en tecnología CMOS de 1,2  $\mu\text{m}$  de doble polisilicio, ya que se trata de un circuito mixto analógico/digital.

Soporte esencial de esta infraestructura son las tecnologías subyacentes de telecomunicaciones: Onda Portadora (PLC - Power Line Carrier) que inyecta la señal de comunicación en la propia red eléctrica, la Red Telefónica Conmutada (RTC), la transmisión por ondas de radio, por fibra óptica y vía satélite (VSAT).

De todos estos sistemas, el más interesante por su extensión y facilidad de aplicación es el PLC que trata de aprovechar la línea de energía de 220 voltios para transmitir información. Puesto que casi todos los equipos eléctricos y electrónicos existentes funcionan conectados a la red de Baja Tensión, la utilización de ésta como "red de área local" para realizar funciones de control o telemedida de los dispositivos conectados a ella se presenta atrayente. Sin embargo, las pro-

iedades de la red de B.T. como medio de comunicación presenta serias dificultades. Se están desarrollando en Galicia varios dispositivos que pretenden funcionar como modem eficaz y fiable acoplados a en tornos altamente ruidosos como es la red eléctrica, la cual está diseñada para distribuir eficazmente energía a 50 Hz, sin tener en consideración su comportamiento a las frecuencias utilizadas en comunicaciones.

Los principales problemas que se presentan incluyen efectos importantes de atenuación de la señal, interferencias severas, tales como ruido blanco, ruido impulsivo o ruido de onda continua. Además, las condiciones y topología de la línea son variables con el tiempo. En el rango de frecuencias que puede utilizar un modem, la impedancia de línea puede variar ampliamente. Las cargas capacitivas, presentadas por ejemplo por correctores del factor de potencia o por filtros en fuentes de alimentación, pueden establecer una impedancia del orden de unos pocos ohmios o aún menor, si consideramos una frecuencia de 90 kHz. Peor aún, la carga capacitiva puede interactuar con la inductancia de transformadores o con la de la propia línea, y presentar efectos de resonancia a la frecuencia portadora. Otra causa de una impedancia efectiva muy baja es la debida a cables subterráneos sumergidos en terrenos húmedos o bajo agua. Por el contrario, en las líneas aéreas rurales se presentan impedancias que pueden ser tan altas como 100 ohmios.

El desarrollo de un modem eficaz y económico, capaz de trabajar con fiabilidad en estas condiciones, supone un reto importante para los diseñadores y puede generar una importante cifra de negocio. Considérese que en Galicia hay más de un millón de usuarios de la red eléctrica de baja tensión y este producto es susceptible de una gran exportación. Por otra parte, una red interconectada tal como se ha descrito redundaría en una mayor rentabilidad energética, con un consumo más racional y económico, de forma que sería posible legislar la aplicación de tarifas flexibles en tiempo real y adaptadas a la dinámica del binomio producción/consumo.

Se está desarrollando el Sistema TRANSCAP que se define como un SISTEMA DE TELEMEDIDA, TELEMANDO Y TELECONTROL basado en la comunicación bidireccional de datos a través de las redes eléctricas de Baja Tensión. Ha sido concebido como un sistema integral de control de la energía suministrada a los clientes y que lleva implícito el seguimiento y la mejora de la calidad de servicio, así como la prestación de servicios de valor añadido.

El TRANSCAP se ha diseñado teniendo en cuenta las características específicas de la red de Baja Tensión y de los sistemas de medida existentes. La implantación del Sistema no exige contadores especiales, ni centralización de

contadores, ni cableado especial para la transmisión de datos. Estas o parecidas exigencias, características de otros sistemas, los hacen prácticamente inviables debido al coste que representaría su implantación en un esquema de medida tan disperso geográficamente.

Las funciones del Sistema TRANSCAP se pueden agrupar dentro de los siguientes apartados:

- Lectura remota en tiempo real.
- Análisis de la red y Calidad de Servicio.
- Actuación remota de dispositivos de telecontrol.
- Prestación de Servicios de Valor Añadido.

Básicamente, las características del Sistema TRANSCAP se resumen en:

- Un sensor remoto o captador (sencillo y económico) que recoge el consumo del contador y acciona los órganos de control.
- Fácil adaptación a la instalación existente.
- Comunicación entre el sensor remoto y la unidad de concentración a través de la red de Baja Tensión, a una distancia superior a 1 kilómetro.
- La unidad de concentración tiene capacidad para comunicarse con 762 captadores (254 por fase), en régimen de lectura de contadores. En régimen de mensajería y/o alarmas, cada concentrador puede manejar 9000 captadores.
- datos almacenados y procesados en la unidad de control son enviados al Sistema de Gestión de la Distribución directamente (o a través de otra unidad de concentración de mayor nivel) utilizando la red de M.T., enlace telefónico, comunicación vía radio o descarga por medio de terminal portátil, según los casos.

Cuando se habla de energía es normal olvidarse de aquella que posibilita la automoción. Si queremos disponer en los próximos años de vehículos eficaces, económicos y no contaminantes debemos esforzarnos ahora en investigar, desarrollar y consolidar un proyecto costoso, difícil y de largo plazo. No basta con que algunos legisladores, con mejor buena intención que eficacia (Los Ángeles, U.S.A.), hayan previsto que para el año 1998 el 2% de los vehículos ligeros sean de emisión nula (es decir, eléctricos, ya que no se conoce otra tecnología que sea capaz de producir la energía necesaria sin emisión de gases a la atmósfera), cifra que debe aumentar al 5% en el 2001 y al 10% en el 2003.



Hasta el momento imaginarse y hablar de vehículos eléctricos podía ser interesante y hasta excitante, pero pocos se lo toman realmente en serio, quizá porque, a pesar del alto poder contaminante de los vehículos de combustión interna, estos son más económicos, de mayor autonomía y potencia a igualdad de peso y el combustible (por el momento) es accesible y discretamente económico, sin olvidar los intereses de grupos, compañías multinacionales y países enteros cuya economía depende fundamentalmente del petróleo y sus derivados.

Pero esta situación tiende a no ser permanente. Junto a una sensibilización creciente y general por la limpieza medioambiental y la ecología que empuja a muchos legisladores a proponer incentivos que hagan más atractiva la utilización del vehículo eléctrico, a pesar de los inconvenientes apuntados, en la esperanza de que su incipiente utilización por una minoría incidiría a medio plazo en una tendencia creciente que redujese dichos inconvenientes. En este orden se han propuesto medidas tales como reducción de impuestos, utilización de los carriles de bus y taxi y derecho a aparcar en aparcamientos especialmente acondicionados. Pero estas ventajas, junto a las inherentes de una independencia energética exterior (que el usuario no suele tomar en consideración) y un menor mantenimiento (ya que los motores eléctricos están controlados por dispositivos electrónicos de estado sólido y carecen de la complejidad de los motores de combustión, con todos sus inyectores, compresores, válvulas, bombas, tubos, etc. No poseen sistema de refrigeración por agua que mantener ni es necesario cambiar aceite, bujías ni filtros...), no son suficientes por el momento para compensar la gran diferencia de densidad energética entre los combustibles derivados del petróleo y las baterías electroquímicas disponibles: Una batería de plomo típica tiene una densidad energética comprendida entre 30 y 35 Wh/kg, que ha sido sustancialmente mejorada por las nuevas baterías de sodio-azufre con una densidad de 80 a 85 Wh/kg. Compárense con los 12000 Wh/kg de la gasolina... Todo eso sin considerar el largo período de carga que, aunque en algunos tipos de baterías se podría reducir drásticamente en base a consideraciones electroquímicas, debe limitarse por razones puramente energéticas: Por ejemplo, para cargar una batería de 20 kWh (energía razonable para un vehículo utilitario) en 5 minutos desde una línea eléctrica de 220 voltios se necesitan más de 1000 amperios de intensidad de corriente, lo que no soporta cualquier enchufe...

Todas estas consideraciones no significan que los vehículos eléctricos no sean factibles ni tengan futuro. Mientras las baterías, además de los problemas expuestos, sean caras, pesadas y tengan una vida útil no superior a 6 años y los motores eléctricos no alcancen la adecuada relación tamaño/potencia/precio todo quedará en prototipos más o menos curiosos. Sin embargo, está claro que los

vehículos eléctricos representan el futuro a medio plazo y hay en Galicia inquietud e interés por el tema: varios grupos de investigadores trabajan activamente para desarrollar tecnología en este campo. Sería lamentable que, como en otras ocasiones sus logros fueran disfrutados por otros o, lo que es peor, no puedan ver la luz por la desidia o la ceguera de quienes tienen la posibilidad (o la obligación) de apoyarlos.

Sólo como ejemplo, citaré el desarrollo de un motor especial de corriente continua a base de inducidos líquidos de material ferrofluido, el almacenamiento masivo de energía en bobinas superconductoras y el desarrollo de sistemas de carga y control en base a tecnologías similares a las descritas en los "contadores inteligentes". Téngase en cuenta que, para atender a las necesidades de un posible parque de vehículos eléctricos, es necesaria una enorme infraestructura tanto en las carreteras como en las ciudades: Los aparcamientos deberán poseer un tipo de parquímetro con una toma de corriente normalizada y un sistema de prepago por tarjeta que permita repostar energía durante el tiempo de detención. Igualmente, en ruta, además de esto se necesitan servicios de carga rápida y/o sustitución de baterías etc..

Una gran pregunta surge siempre cuando se analizan las perspectivas energéticas para el futuro: ¿Se tiende hacia una generación concentrada en pocas centrales, tales como las nucleares de fusión? o, por el contrario, ¿será prioritaria la instalación masiva de generadores basados en energías alternativas, de forma que puedan representar un porcentaje significativo y suficiente en el total de la energía generada?.

Los cinco años que faltan para alcanzar el año 2000 no es plazo suficiente para que el panorama actual cambie sustancialmente. La energía de fusión no estará disponible hasta, quizá, otros veinte años más y eso en el supuesto que se realicen los esfuerzos e inversiones necesarios que, por otra parte, parecen atravesar un periodo recesivo. Las energías alternativas, por el contrario parecen estar en alza, pero su incidencia no deja de ser meramente testimonial, al menos en lo que se prevé para estos próximos años.

El futuro energético de Galicia como potencia energética, no sólo como productora de energía sino como avanzada en las tecnologías asociadas a la producción, control y optimización energéticas, pasa por el apoyo decidido a los proyectos de investigación y desarrollo que se gestan en equipos públicos y privados de investigadores y ese apoyo no se refiere solamente a las subvenciones y ayudas económicas a la investigación: Hacen falta iniciativas empresariales con visión de futuro, dejando a un lado la especulación y los beneficios a corto plazo en favor de un riesgo beneficioso y necesario, para el que se pide, a su vez apoyo

y comprensión institucional, formando así una labor colectiva tal como se resumía al principio de esta comunicación.

Si esto es así, Galicia podrá ver en los próximos años como salen a la luz desarrollos científicos y tecnológicos que permitan predecir con garantía, al inicio del nuevo milenio, que la respuesta al futuro energético no es una de las dos cuestiones antes planteadas, sino una tercera alternativa basada en la generación autónoma de potencias moderadas (hasta 50 kW) producida por las propiedades moleculares de ciertos materiales sometidos a campo intenso. Esta perspectiva (casi tan lejana como la puesta en servicio de los reactores de fusión) está en estos momentos en fase de gestación y de su éxito en los próximos cinco años dependerá que en el futuro dejen de existir la mayoría de los grandes grupos generadores y las infraestructuras de transporte, transformación y distribución.