

Estructura y evolución de los sistemas eléctricos

El control de la energía eléctrica ha revolucionado la civilización moderna hasta el punto de cambiar el reloj natural y las costumbres ancestrales. Hoy es inconcebible una ciudad, y aun el pueblo rural más perdido, sin los múltiples servicios de la electricidad. Sólo en España, el negocio de la producción, transporte y suministro de energía eléctrica supuso un montante de dos billones largos de pta en 1996. El autor de este estudio reflexiona con profundidad temática y claridad expositiva sobre la ordenación de un sistema eléctrico que responda a la demanda de las complejas necesidades actuales.

Jaime Román Úbeda*

1. Introducción

EL propósito de un sistema eléctrico público es el de suministrar en todo momento la demanda de energía eléc-

* Doctor Ingeniero industrial. Universidad Politécnica de Madrid.

trica. Dada la complejidad y dimensiones de los sistemas eléctricos de hoy en día, su importancia económica y las peculiares características técnicas de los mismos, es necesaria una ordenación que asegure su funcionamiento correcto, que debe ser continuado, fiable y con bajo coste.

La organización de los sistemas eléctricos se realiza por niveles jerárquicos de carácter legal y operativo. En el primer nivel se encuentran las normas y las instituciones reguladoras u ordenadoras del sistema. En el segundo nivel, de carácter operativo, pueden considerarse los agentes del sistema: las empresas eléctricas y los consumidores. Estos dos niveles organizativos se identifican con dos áreas de problemática diferenciadas entre sí, aunque con una fuerte interrelación como se verá más adelante.

Por un lado, desde el punto de vista legal, la principal dificultad se encuentra en el modelo de control público de un sector estratégico para la economía. Este sector puede estar en manos privadas, con lo que al mismo tiempo es un negocio que requiere una rentabilidad económica. Sólo en España, el negocio de producción, transporte y suministro de electricidad representó en el año 1996 más de dos billones de pesetas. El control público de este negocio establece un difícil equilibrio entre los intereses privados de las compañías y el interés público general. Este equilibrio se ha resuelto de diversas formas. Desde la integración completa de los negocios en una única compañía estatal hasta la completa propiedad privada de las compañías sujetas a una regulación pública.

Una propiedad pública del sector eléctrico tiene las ventajas de asegurar el interés general por encima del beneficio empresarial. Por otro lado se identifican desventajas como la posible falta de eficiencia de los recursos públicos, tal y como se ha demostrado en muchos países de América Latina, donde las empresas públicas de electricidad no han sido capaces de prestar el servicio requerido. La propiedad privada del sector eléctrico requiere la existencia de un control público que siempre es difícil dada la asimetría de información entre los agentes encargados de realizar este control y las compañías privadas. Por otro lado, la propiedad privada normalmente será más eficiente en la prestación de servicios, al estar directamente relacionados estos con los resultados económicos que obtiene cada empresa.

Las entidades reguladoras se caracterizan por ser las que establecen las normas que rigen el comportamiento de los agentes. Estas entidades tradicionalmente han sido los correspondientes departamentos ministeriales de energía; últimamente se han venido creando en muchos países las denominadas «Comisiones Reguladoras», que realizan funciones normativas, de arbitraje y otras relacionadas con la regulación legal, económica y técnica del

sistema. El objeto de la creación de estas comisiones no es otro que intentar independizar la regulación del sector de los agentes intervinientes (ya sean públicos o privados), permitiendo una mayor transparencia pública del negocio eléctrico. Estos cambios van en paralelo con una mayor liberalización del mercado de la energía. El éxito de estas nuevas tendencias no es uniforme, pero actualmente se han impuesto en muchos países.

En el segundo nivel se encuentra un área de problemas de carácter técnico. Desde un punto de vista funcional el sistema eléctrico cuenta con empresas generadoras, transportistas o distribuidoras; últimamente se ha creado la figura de la empresa comercializadora, como agente comercial en la compraventa de energía. Esta división funcional está relacionada con la estructura física de los sistemas eléctricos formada por las centrales eléctricas que generan la electricidad, la red de transporte que lleva la energía desde las centrales hasta los grandes centros de consumo y la red de distribución que reparte la electricidad hasta el consumidor final. Además es necesaria la coordinación operativa de todos estos elementos, por lo que es habitual contar con un agente operador del sistema, encargado de programar producciones, predecir la demanda, asegurar la seguridad del sistema, etc. Esta función es necesaria dado el carácter de equilibrio dinámico en que operan los sistemas eléctricos.

Este breve trabajo pretende ser una introducción somera a los aspectos básicos de los sistemas eléctricos: elementos constituyentes, funcionamiento y agentes del sistema, y aspectos regulatorios, de forma que el no especialista cuente con una base mínima para entender mejor los cambios que en la actualidad se están produciendo en este campo.

2. Zonas funcionales y agentes del sistema eléctrico

PUEDEN distinguirse tres partes claramente diferenciadas en un sistema eléctrico desde un punto de vista funcional: la generación, las redes y el consumo (ver el esquema simplificado de la figura 1). Independientemente de esta división, los distintos elementos del sistema serán propiedad de los diversos agentes del sistema. Estos agentes podrán ser entidades públicas o privadas. En el pasado era habitual la existencia de un solo agente: el estado. En la actualidad la tendencia es que los agentes sean privados, operen bajo unas reglas técnicas establecidas que apli-

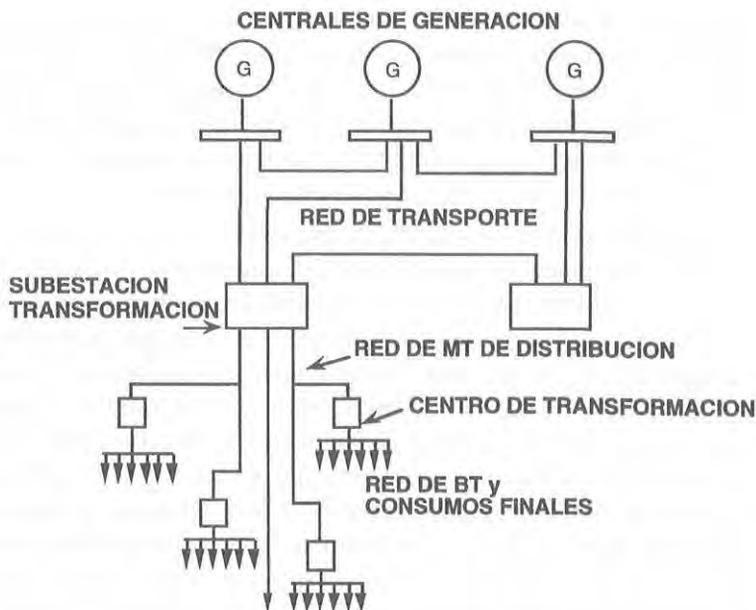


Figura 1. Esquema de un sistema eléctrico

ca el operador del sistema, y que las leyes del mercado rijan en la medida de lo posible los aspectos económicos del sistema.

La existencia de leyes de mercado para los negocios de generación y venta de energía permite asegurar un incremento de la eficiencia de los recursos. Esta mejora de la eficiencia repercutirá sobre todo en mayores beneficios para las empresas eficientes. El problema consiste en asegurar que se den las condiciones necesarias para que esa mejora también repercuta en un menor coste del servicio al mismo tiempo que se asegura una calidad del mismo adecuada para las necesidades de la sociedad.

2.1 La generación

LA energía eléctrica se produce en las centrales generadoras. Éstas se diferencian entre sí fundamentalmente por el tipo de combustible o energía primaria que utilizan. Existen centrales nucleares, de carbón, de gas y fuel, hidráulicas y con mucho menos peso otras fuentes de energía. Las tecnologías de producción pueden ser como se ve

muy variadas, pero todas acabarán transformando la energía primaria en energía eléctrica, que será inyectada en la red para su consumo.

En todo momento la energía generada será igual a la consumida más las posibles pérdidas del sistema, no existiendo posibilidad de almacenamientos significativos de energía eléctrica. Este hecho define uno de los aspectos más peculiares de los sistemas eléctricos: el equilibrio constante entre la energía generada y la consumida.

Cada central está caracterizada por su capacidad de generación (potencia), su fuente de energía primaria, restricciones técnicas asociadas (mínimos técnicos, límites de producción de energía, de utilización, etc.), que deberán ser consideradas en la explotación conjunta del sistema, tal y como se describe más adelante.

En España existen más de una cincuenta de centrales térmicas y otras tantas hidráulicas. La producción nacional alcanza los 26.000 MW de punta en potencia y más de 135.000 GWh en energía. El coste de esta energía alcanza los 1,5 billones de pesetas anuales. Estas cifras dan una idea de la importancia económica del sector.

En su conjunto, la generación constituye un sistema complejo, con multitud de elementos de características diferentes y con poca o nula capacidad de almacenamiento de la energía que produce.

Desde el punto de vista del coste pueden realizarse las siguientes consideraciones. Actualmente la tecnología de coste más reducido por unidad de energía producida es la de ciclo combinado de gas y es la tecnología que más se está implantando. La generación hidráulica, si bien tiene un coste operativo muy bajo, requiere unas inversiones iniciales muy importantes, su impacto ambiental es significativo, su explotación debe ser coordinada con otros usos del agua, y en muchos casos, como el de España, los recursos existentes están prácticamente todos en explotación, por lo que no son posible nuevas centrales hidráulicas. Las centrales nucleares han demostrado que requieren unos recursos financieros muy elevados, lo que las hace muy poco competitivas frente a otras tecnologías; tampoco han resuelto el problema del almacenamiento de los residuos del combustible nuclear, y nadie se aventura a determinar cuál será el coste final de esta energía si se considera el futuro del mantenimiento seguro de las centrales una vez finalizada su vida útil. Por estas razones, prácticamente ya no se construyen nuevas centrales nucleares. Las centrales de carbón, tienen un coste asociado bajo, pero consideraciones ambientales (principalmente emisiones de contaminantes) pueden hacer difícil su expansión en el futuro.

También empieza a ser importante la denominada cogeneración: pro-

ducción de electricidad utilizando la energía residual de un proceso industrial (por ejemplo el vapor de las papeleras, o el gas de desecho de las refinerías). Este tipo de generación suponen sobre todo un aumento de la eficiencia energética de los procesos productivos. Finalmente, las fuentes alternativas de energía eléctrica, fundamentalmente la de origen eólico y solar, son una forma de reducir el impacto ambiental de la producción de electricidad. La eólica ya es rentable desde un punto de vista comercial y en España se espera una fuerte expansión de la misma, aunque su penetración final no alcanzará porcentajes muy elevados dados los requisitos de viento necesarios y su baja capacidad en firme para el suministro. Las fuentes alternativas junto con los programas de gestión de la demanda que se comentan más adelante son una de las respuestas a la limitación del crecimiento de los medios de generación, y por tanto de sus efectos sobre el ambiente.

2.2 Las redes de transporte y distribución

LAS centrales de generación suelen estar situadas en regiones remotas, por razones de cercanía a las fuentes de energía primaria (minas, embalses, puertos de mar) o simplemente por razones de seguridad y ambientales. Alejadas de las poblaciones y por lo tanto de los centros de consumo, las redes de transporte de energía eléctrica serán las encargadas de conectar las centrales con los grandes centros de consumo. Este transporte se realizará por su magnitud y coste a altas tensiones (400 y 220 kV). Las líneas de transporte llevarán la energía hasta las subestaciones de transformación, donde la energía eléctrica será inyectada en las redes de distribución, de menor tensión (entre 66 y 15 kV), para entonces ser transformada en los centros de transformación a una tensión aún menor (la baja tensión: 380 y 220 V) y que alimentará finalmente los consumos domésticos y otros de poca potencia. Los grandes consumos industriales y comerciales se alimentan directamente desde las redes de transporte y distribución, según su importancia.

Los costes de invertir y operar las redes de transporte y distribución en España alcanzan los 500.000 millones de pesetas anuales.

Las redes de transporte y distribución son indispensables para llevar la energía desde las centrales de producción a los centros de consumo. El carácter dinámico del equilibrio entre generación y consumo también incluye a las redes, ya que sus características técnicas (tensión, capacidad, impedancia, fallos, etc.) afectan al mencionado equilibrio dinámico.

Con respecto a las redes eléctricas, la principal preocupación social es la de su impacto ambiental cada día resulta más difícil que las poblaciones afectadas por la construcción de una nueva línea acepten estos desarrollos. La reciente cancelación de una línea de interconexión en alta tensión entre España y Francia es un ejemplo. Si bien es cierto que el impacto visual de estas líneas puede ser importante, no existen otros problemas importantes de carácter ambiental. Como contrapartida, la existencia de una red interconectada importante reduce los costes del sistema y asegura una mejor calidad del servicio, aspectos ambos que benefician a la sociedad en general.

La alternativa a la expansión de las redes es la aproximación de la generación al consumo. Dado que no es posible construir grandes centrales en las ciudades, las opciones que hoy en día se analizan son sobre todo la generación distribuida y medidas de gestión de demanda. La generación distribuida consiste en pequeñas fuentes de generación (solar, células de fuel, pequeña cogeneración y turbinas de gas). Aún queda mucho por desarrollar en esta línea principalmente por su coste y por la oposición de las compañías eléctricas, que se resisten a la introducción de elementos de generación en sus redes, que no controlan directamente. Sin embargo, estas soluciones deben ser aceptadas dentro de la necesaria diversificación del sector.

2.3 *El consumo*

EL consumo de energía eléctrica es una parte esencial de las sociedades desarrolladas. El consumo o demanda de energía eléctrica se concentra en los sectores productivos, donde los consumos individuales pueden llegar a ser muy importantes, y se dispersa en infinidad de pequeños consumos domésticos; en su conjunto, ambos consumos, productivo y consumo final, suelen ser de magnitud muy similar. El consumo productivo suele ser más uniforme en el tiempo, mientras que los consumos finales presentan variaciones significativas en su curva de demanda, lo que obliga a un seguimiento de la carga (demanda) por parte de las centrales, que tendrán que ir ajustando su producción a lo largo del día y durante las distintas épocas del año.

La demanda o consumo de energía eléctrica es, pues, de naturaleza diversa según su uso, con importantes variaciones temporales y distribuida entre los centros de población y los centros productivos. El sistema eléctrico tendrá que ser coordinado, para asegurar que en la medida de lo económica y técnicamente posible, la producción siempre se ajuste a la demanda, las

redes estén funcionando adecuadamente, y el suministro de energía se realice de forma continuada.

El consumo de energía ha venido creciendo de forma muy importante en los países en vía de desarrollo, mientras que en los países más desarrollados se ha ido estabilizando en los últimos años, aunque posiblemente en unos valores muy elevados. En esta línea, cada vez son más frecuentes la utilización de medidas de gestión y la reducción de consumo. Estas medidas debieran reducir el consumo de electricidad, reduciendo la necesidad de nuevas inversiones, sin merma de la calidad de vida de los usuarios.

2.4 La operación del sistema eléctrico

YA se ha mencionado la necesidad técnica de coordinar la operación de un sistema tan complejo y de dimensiones tan elevadas como son los sistemas eléctricos nacionales. Tradicionalmente con este objetivo se establece la figura del operador del sistema que aplicará distintas políticas de operación, según el entorno regulatorio, pero que en cualquier caso ha de perseguir la minimización de costes del sistema considerando los criterios técnicos y económicos necesarios. El operador realizará el despacho de la generación considerando los precios o costes de distintos combustibles, prioridades de consumo de los combustibles, restricciones económicas, contratos, etc. Realizará la gestión de situaciones anormales en el sistema con operaciones adecuadas (como cortes de carga, redespacho de la generación, etc.). Tradicionalmente, este operador también se ha encargado de operar la red de transporte de alta tensión. En la actualidad existe una tendencia hacia la separación de las funciones de operación del sistema de las de gestión de la red de transporte, con objeto de evitar la posible colisión de intereses de agentes que utilizan la red y al mismo tiempo han de estar sometidos a la coordinación del operador del sistema.

En resumen, el operador del sistema está encargado de coordinar desde un punto de vista técnico el conjunto de los elementos integrantes del sistema eléctrico.

2.5 Agentes del sistema eléctrico

UNA vez revisadas someramente las distintas funciones técnicas que se dan en un sistema eléctrico, conviene revisar los elementos que forman su estructura económica. Por tales se

entenderán los agentes intervinientes y las distintas relaciones que entre ellos se dan. Estas relaciones se traducirán en transacciones técnicas y económicas. Estos agentes son: generadores, transportistas, el operador de la red y el despacho de energía, distribuidoras, comercializadores, consumidores y otros agentes.

Las funciones de cada uno de los agentes mencionados se engloban en las descritas en los apartados anteriores. Los generadores producirán la energía eléctrica que será retribuida según se establezca en el marco regulatorio, esta energía será transportada hasta los centros de consumo por las redes de los transportistas, por cuya utilización serán remunerados según se establezca en el marco regulatorio. De igual modo, las distribuidoras propietarias de la red llevarán la electricidad hasta el consumidor final y serán igualmente retribuidas según se establezca por la utilización de sus redes. Es claro que serán los consumidores finales (domésticos, industriales y de todo tipo) los que, a través de las tarifas establecidas, pagarán por los distintos servicios de los agentes que operan en el sistema. Son de reciente aparición las denominadas comercializadoras, que no son otra cosa que empresas que compran y venden energía, sin intervenir directamente en el proceso de producción o distribución, pero sí en aspectos tales como contratos, lectura de contadores, atención a los usuarios, etc.

Las relaciones técnico-económicas entre los distintos agentes están ordenadas por el marco regulador que se establezca, y variarán desde regulaciones tradicionales con rígidas normas a regulaciones más modernas con una mayor liberalización de las transacciones entre los agentes. La nomenclatura utilizada en este trabajo ya presupone cierta organización del sistema eléctrico como un mercado. Esta situación no es general ni en el tiempo y en los diversos países. Por ejemplo, países como Francia tienen una única empresa de electricidad nacional que realiza todas las funciones descritas; en el otro extremo está el caso de Gran Bretaña, donde todos los agentes son privados (salvo sus centrales nucleares); el caso español es un caso intermedio, con agentes privados y de propiedad pública. En el siguiente capítulo se analizan brevemente distintos tipos de regulaciones.

3. La ordenación de los sistemas eléctricos

3.1 *Evolución de la ordenación eléctrica*

POR diversas razones, pero fundamentalmente por su carácter de capital intensivo, su peso en la economía de los

países y su importancia en otros sectores productivos, hasta hace pocos años, el sistema eléctrico era considerado como un sector estratégico y era directamente propiedad pública, o se le imponía una regulación muy estricta que perseguía asegurar el suministro por encima de otras consideraciones. Era habitual, y aún lo es en muchos países, considerar el sistema de suministro eléctrico como un servicio público de carácter estratégico.

Esta concepción ha cambiando radicalmente en los últimos años (1), especialmente en la última década se ha pasado a considerar que, si bien el sistema eléctrico es un servicio esencial, puede estar en manos privadas y funcionar de hecho en algunas de sus partes como cualquier otro sector productivo: la electricidad se convierte en un producto de mercado más. Como consecuencia de esta concepción, los agentes de un sistema eléctrico estarían sujetos a las mismas leyes de mercado que otros sectores productivos. Más adelante se verá que características específicas de algunos de los elementos de los sistemas eléctricos no permiten la aplicación de las leyes del mercado sin más, pero la tendencia actual es la de intentar introducir competencia en el sistema allá donde sea posible.

Las razones que han causado este cambio de concepción son muchas y a menudo dependen del país donde se han producido los cambios, pero es posible identificar algunas comunes a todos. Sin lugar a dudas, las corrientes económicas de carácter liberal imperantes en la actualidad han influido enormemente en estos cambios; los sistemas de generación han alcanzado una dimensión donde es posible la existencia de competencia; también han influido las ineficiencias existentes en muchas empresas eléctricas (fruto de la sobreprotección reguladora), necesidades de capital de los estados propietarios, cambios en las tecnologías de producción, etc. El resultado más evidente de estos cambios han sido las privatizaciones de los sistemas eléctricos de propiedad estatal y públicos en muchos países. El primer caso se dio en Chile en 1982, aunque fue a partir de 1990, con la privatización del sistema Inglés, cuando se inició un proceso a nivel mundial que ha afectado a algunos países europeos, algunos estados de Norteamérica, muchos otros países y a la mayoría de las naciones Latinoamericanas. Estas últimas, por sus necesidades de capital y de mejorar la eficiencia de sus sectores productivos, pasaron de esquemas con sistemas de propiedad pública a sistemas con sus distintos elementos en manos privadas, sometidos a régimen de competencia regulada.

(1) Para una introducción extensa a la evolución de la ordenación de los sistemas eléctricos ver *Market for Power*, P. L. Joskow y R. Schmalensee. MIT Press, 1983.

La introducción de competencia y privatizaciones ha traído consigo una mejora de la eficiencia de los sectores eléctricos, con la consiguiente reducción de precios en muchos casos. Esta reducción de precios se ha conseguido mejorando técnicamente el proceso productivo, pero sobre todo reduciendo sustancialmente el número de trabajadores en el sector; éstas son dos de las consecuencias sociales más importantes de los procesos de liberalización. Por ejemplo en Argentina, después del proceso de liberalización y privatización de su sector eléctrico, el número de trabajadores en las empresas eléctricas se redujo en un tercio del original. Este tipo de reducciones no ha sido siempre tan drástico, pero siempre ha sido significativo.

Conviene señalar que las privatizaciones y nuevas regulaciones no son el mismo proceso, aunque a menudo han estado ligadas. Es posible introducir nuevas regulaciones con más contenidos de mercado y mantener la propiedad pública (como se ha hecho en Noruega y como se venía haciendo en España). Sin embargo, la introducción de cambios regulatorios es notoriamente más fácil cuando el punto de partida es una privatización del sistema. En la privatización, la propiedad pública absorbe las diferencias entre el valor de los bienes del sistema y su valor de venta, con los diferentes agentes privados comprando estos bienes, conociendo cuáles serán las nuevas normas reguladoras. Por contra, la introducción de cambios regulatorios en sistemas donde ya existe propiedad privada lleva ligados problemas relacionados con los compromisos previos de la regulación precedente (de igual manera que cuando una nueva ley sustituye a otra y los intereses de algunos agentes sociales pueden verse perjudicados).

En el caso español donde actualmente se postula una mayor liberalización del sector, la transición hacia el nuevo marco regulatorio ha supuesto el reconocimiento por parte del gobierno de unas compensaciones a las empresas eléctricas de casi dos billones de pesetas para los próximos diez años. Estas compensaciones, conocidas como Costes de Transición a la Competencia (CTC), reconocen las posibles pérdidas económicas que sufrirán las empresas eléctricas al cambiar de un marco regulatorio tradicional a otro de competencia en mercado. La valoración de estos CTC ha sido realizada por el gobierno con el acuerdo de las empresas, y deberá pasar por el Parlamento para su aprobación en forma de Ley. Si bien es razonable suponer la existencia de pérdidas económicas para las empresas al cambiar la regulación legal, el punto discutible y discutido es el valor final de estos CTC y cómo se repartirán los mismos entre las empresas.

3.2 Tipos de regulación eléctrica

LA ordenación legal, técnica y económica de los sistemas eléctricos se expresa en su regulación, término genérico que engloba leyes, normas y recomendaciones utilizadas para ordenar las relaciones entre los agentes del sistema y su funcionamiento. En el apartado anterior ya se ha hablado de regulación aunque sin definirla. Se discuten ahora las tendencias regulatorias más importantes en los sistemas eléctricos.

La regulación en cualquiera de sus formas es necesaria por diversas razones: el carácter de monopolio natural en las redes de transporte y distribución no puede ser utilizado en contra de los usuarios; la competencia posible en generación debe estar organizada de forma que se asegure el funcionamiento correcto del suministro; las inversiones en expansiones de capacidad pueden estar planificadas, o bien regulada la entrada de nuevos participantes, etc.

El objetivo ideal de la regulación es la protección de los consumidores y de las empresas que operan en el sistema, de forma que se consiga el funcionamiento técnico y económico óptimo. Las expresiones prácticas de la regulación son muy diversas, dependiendo de la evolución histórica de los sistemas, de sus características técnicas y de la corriente económica imperante.

Desde el punto de vista de la regulación se pueden distinguir dos grandes tendencias. Por un lado, la regulación tradicional, que considera el suministro eléctrico un servicio público de carácter estratégico y por lo tanto está fuertemente regulado, con una remuneración basada en costes del servicio. Por otro lado, la tendencia regulatoria actual que tiende a la introducción de competencia en aquellas zonas del sistema que lo permiten y donde no sea posible a la introducción de mecanismos de incentivos de mejora de la eficiencia. Estas dos tendencias se describen en los siguientes apartados.

Regulación tradicional por costes del servicio

El procedimiento tradicionalmente utilizado en la remuneración de muchas compañías eléctricas ha sido y es el de «coste del servicio» o costes reconocidos (2). El coste de servicio se obtiene considerando los costes tota-

(2) Para una discusión en detalle de la regulación de servicios públicos ver *The economics of regulation: principles and institutions*, A. E. Kham, MIT Press, 1988.

les de la compañía eléctrica. Los costes totales básicamente incluyen los costes de operación y mantenimiento (en sentido amplio), la remuneración del capital, las amortizaciones y los impuestos. Este tipo de remuneración se aplica tanto a compañías generadoras como distribuidoras, verticalmente integradas o no.

El coste de servicio es el punto de partida para la determinación de la estructura de las tarifas de venta de energía eléctrica. Tradicionalmente las regulaciones aplicadas a las compañías eléctricas (y otras muchas en diversos sectores) utilizan para la determinación del coste del servicio tres partes fundamentales:

- Supervisión y control de los costes de operación e inversiones.
- Determinación del capital remunerable.
- Elección de la tasa de retorno permitida.

El concepto fundamental es que el coste del servicio debe ser tal que permita a la compañía recuperar todos sus costes a la vez que obtiene unos beneficios razonables y justos. Evidentemente existe mucho debate sobre qué debe entenderse por beneficios justos y razonables, y sobre cuáles son los costes realmente necesarios. Recuérdese que en el caso español todos los años los consumidores pagan hasta 2 billones de pesetas por el suministro eléctrico, y se comprenderá fácilmente la complejidad e importancia de la regulación económica del sector.

En el proceso de determinación del coste de servicio el organismo regulador puede cuestionar cualquiera de las cantidades presentadas por la compañía. Si el ente regulador decide que un cierto gasto es excesivo o no justificado, la parte correspondiente es eliminada.

Se obtiene el coste medio de servicio como el cociente entre el coste total del servicio y las ventas de energía a las que es aplicable este concepto. El resultado final es que el organismo regulador traspasa a los usuarios de la electricidad los costes del servicio que le son reconocidos a las empresas a través de las tarifas que los consumidores pagan. En España, los consumidores pagan hasta aproximadamente 20 pesetas por kWh en el caso de los usuarios domésticos, siendo las tarifas de consumos industriales y agrícolas sustancialmente más bajas.

La principal ventaja de este procedimiento es el control público de las tarifas, evitando abusos por parte de las empresas, al mismo tiempo que éstas reciben una remuneración adecuada para continuar operando en el sistema. La principal desventaja es la pérdida de eficiencia económica que se da en el sector al tener poco menos que asegurados sus ingresos.

Regulación con introducción de competencia e incentivos

Ya se ha descrito cómo en un sistema eléctrico existen diferentes zonas funcionales: generación, transporte y distribución fundamentalmente. La red de transporte y redes de distribución son monopolios naturales, pero el sector de la generación no. Son posibles, y de hecho ya existen, mercados de electricidad donde los generadores ofertan su energía y los compradores la toman si el precio les conviene (3). Es obvio que para que este mercado funcione es necesario que exista competencia y que ningún agente tenga poder de mercado (capacidad para fijar el precio final). La teoría económica clásica afirma que en competencia perfecta se maximiza el bien general al asignarse los recursos existentes de forma óptima, y ésta es la razón fundamental que se esgrime para los cambios regulatorios actualmente en marcha.

Por otro lado la competencia perfecta no parece posible en los sistemas eléctricos, por lo que la competencia en generación ha de ser regulada y las fórmulas utilizadas en diversos países son similares. Por lo general se establecen dos tipos de relaciones. El primer tipo de relación se basa en la organización y establecimiento de un mercado mayorista de la energía, en el cual los generadores presentan sus ofertas de generación a un «pool» que es gestionado por un operador del sistema y que forma un mercado mayorista de energía con sus precios, al que acuden los grandes consumidores del sistema a comprar la energía; en este caso también acudirían agentes comercializadores que luego venden la energía al detalle a los pequeños consumidores. El otro tipo de organización consiste en la celebración de contratos directos entre generadores y grandes consumidores. En ambos casos, las redes de transporte y distribución son necesarias y son remuneradas por su utilización por los agentes intervinientes. En realidad, son posibles y de hecho coexisten diversos tipos de relaciones en el mismo mercado eléctrico.

Los detalles de cómo se organizan en forma práctica estos mercados son complejos (4). Baste recordar lo ya enunciado anteriormente: en el sistema debe existir un equilibrio dinámico entre producción y consumo, por lo que sea como fuere el mercado debe funcionar de modo que las transacciones ase-

(3) El caso Británico es un buen ejemplo de estas nuevas tendencias; ver por ejemplo: *The British electricity experiment*, editado por J. Surrey, Earthscan, Inglaterra, 1996.

(4) Una descripción detallada pero resumida de la complejidad mencionada puede encontrarse en «La regulación del sector de energía eléctrica. Tendencias en un contexto internacional». J. I. Pérez Arriaga. *Economía Industrial* n.º 302, pp. 71-86, 1995. Ministerio de Industria y Energía. España

guren este equilibrio y por tanto su funcionamiento sea adecuado desde un punto de vista técnico. La regulación deberá fijar las características técnicas de las ofertas (restricciones al volumen de energía, potencia, período de validez, punto del sistema donde se inyecta); la regulación deberá asegurar un trato no discriminatorio a los agentes del mercado permitiendo el acceso a la red en condiciones comparables y despachando las mejores ofertas; los contratos de carácter bilateral tendrán que estar supeditados al correcto funcionamiento del conjunto del sistema.

Las regulaciones con marcado carácter liberalizador permiten a las empresas una mayor autonomía en la gestión de sus recursos y por tanto introducen incentivos para mejorar su eficiencia. La cuestión más importante al respecto es cómo se pasa parte de estos mejores resultados a los consumidores, ya que existe el riesgo de que estas mejoras pasen a engrosar las cuentas de resultados sin que este hecho se refleje en una mejora del servicio y reducción del coste del mismo. Por otro lado, y como ya se ha mencionado anteriormente, una mejora de la eficiencia en este sector pasa normalmente por una reducción sustancial del personal que trabaja en el mismo.

La red de transporte y redes de distribución se remuneran en estos nuevos esquemas regulatorios por su utilización y no por su coste. Se establece cuánto debe pagar cada usuario por el hecho de que la energía que consume circule por estas redes. Los incentivos a las empresas aparecen cuando ya no se les remunera por los costes incurridos, sino por la utilización que el usuario haga de las instalaciones. De este modo la empresa propietaria de la red tiene un incentivo para prestar el mayor servicio con el menor coste posible. Al ser monopolios naturales, los precios de estos servicios no son libres, existiendo diversos procedimientos para la fijación de los mismos (5).

3.3 *La regulación eléctrica en el caso español*

LA Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional (6) (LOSEN) propone cambios importantes en la regulación de las empresas eléctricas. Los más significativos son la separación de las actividades de generación y distribución y la creación de un sistema de generación sometido a las leyes de mercado. La LOSEN prevé la aparición de

(5) Otra vez el caso inglés es ilustrativo; ver *Electricity Distribution: price control, reliability and customer service*, Office of Electricity Regulation, Inglaterra, 1993.

(6) Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional, *BOE*, n.º 313, pp. 39362-39386. 31 de diciembre de 1994. España.

agentes independientes y la posibilidad de futuras comercializadoras. El conjunto del sector eléctrico español se remunera actualmente por el Marco Legal Estable (7) (MLE). El mismo establece la remuneración basada en costes reconocidos, expresados generalmente como costes estándares. El procedimiento (de costes reconocidos y estándares) se confirma en la LOSEN para el sistema existente actualmente, aunque el reciente acuerdo entre la mayor parte de las empresas del sector eléctrico y el Ministerio de Industria, conocido en la prensa como el «Protocolo», indica un cambio de sentido en lo propuesto por la ley. Fundamentalmente con la introducción paulatina de competencia entre los generadores (todos, nuevos y existentes) y la desaparición del MLE. Los principales puntos de debate que se ciernen sobre este acuerdo son dos. Por un lado el coste que los usuarios han de pagar a las empresas eléctricas por el cambio de un marco regulatorio a otro: por el paso de un marco con costes reconocidos a un marco con existencia de competencia (CTC evaluados en cerca de dos billones de pesetas). Por otro lado, existen dudas importantes respecto a que con la estructura empresarial del sistema español se dé realmente competencia, ya que dos empresas acaparan entre sí más del 80 por 100 de la generación. Aún es necesario ver cómo se plasman en la práctica los cambios propuestos.

4. Conclusiones

UN sistema eléctrico público ha de suministrar la demanda de energía eléctrica en condiciones económicas y técnicas adecuadas. Para asegurar este cometido es necesaria una ordenación legal, económica y técnica adecuada a la complejidad y dimensiones de los sistemas eléctricos de hoy en día. Los sistemas eléctricos se organizan por niveles jerárquicos de carácter legal y operativo. En el primer nivel se encuentran las normas y las instituciones reguladoras u ordenadoras del sistema. En el segundo nivel, de carácter operativo, pueden considerarse los agentes del sistema: las empresas eléctricas y los consumidores.

Desde un punto de vista social y económico, el objetivo ideal de la regulación es la protección de los consumidores y de las empresas que operan en el sistema, de forma que se consiga el funcionamiento técnico y económico

(7) Marco Legal y Estable, Real Decreto 1538/1987, y posteriores Órdenes Ministeriales. España.

óptimo. Dentro de las regulaciones de los sistemas eléctricos se pueden distinguir dos grandes tendencias: la regulación tradicional, que considera el suministro eléctrico un servicio público de carácter estratégico y por lo tanto está fuertemente regulado, con una remuneración basada en costes del servicio, y la tendencia regulatoria actual que tiende a la introducción de leyes de mercado y competencia en aquellas zonas del sistema en que sea posible.

Los cambios actualmente en marcha dentro de la organización de los sistemas eléctricos tienen mucho que ver con las corrientes económicas de carácter liberal imperantes en la actualidad, las necesidades de capital de los estados propietarios y cambios en las tecnologías de producción. El resultado más evidente de estos cambios han sido las privatizaciones de los sistemas eléctricos de propiedad pública y la introducción de leyes de mercado en el funcionamiento de los sistemas. Las consecuencias sociales a corto plazo han sido la reducción significativa del número de trabajadores en las empresas eléctricas y una progresiva reducción de los costes de la electricidad.

Por otro lado, los nuevos desarrollos tecnológicos están reduciendo los costes de la electricidad. Asimismo, el público se siente cada vez más preocupado por el impacto de este sector en la calidad de vida en general y en el ambiente en particular. Por esto, la expansión de los medios de producción eléctricos está bajo escrutinio social, y las propuestas de carácter más ecologista van siendo aceptadas como una vía más de solución a la demanda de electricidad y a la demanda social de un desarrollo sostenible.

Los cambios legales y tecnológicos deberían ser un instrumento para reducir el coste de la electricidad, promover un uso racional de la misma, reducir su impacto ambiental y en general mejorar la calidad de vida de la sociedad. El dilema está en cómo conseguir estos objetivos en un marco de mercado donde las empresas han de obtener adecuados beneficios para seguir funcionando y prestando un servicio esencial: la electricidad.