

LA RED ELECTRICA NACIONAL

La descripción, desde un punto de vista técnico, de lo que es la red eléctrica nacional (REN) —su historia, su contenido, sus funciones, su planificación actual y sus perspectivas de futuro— es el objetivo central de este trabajo de **José Luis Torá**. El autor nos proporciona, además, algunas indicaciones sobre la situación y características de diferentes redes eléctricas nacionales y zonales de importantes países del mundo occidental.

1. INTRODUCCION

DESDE hace algún tiempo se viene tratando con gran interés en la prensa y publicaciones españolas de los problemas relacionados con ese conjunto de equipos eléctricos que, formando un sistema propio, denominamos red eléctrica nacional.

Dicho interés se inició en 1978 al proponerse su nacionalización en el proyecto del II Plan Energético Nacional, propuesta que fue retirada antes de someter a aprobación del Congreso en 1979 el texto definitivo.

Más recientemente, al aparecer en el programa del partido socialista la nacionalización de la red eléctrica, volvió a surgir ésta como tema primordial de debate.

Su tratamiento ha sido extraordinariamente variado y no siempre correcto. Ello nos ha decidido a dar nuestra opinión desde un punto de vista técnico. Si con ello contribuyéramos a clarificar el tema, quedaría plenamente conseguido el objetivo que nos hemos fijado para escribir este artículo.

Desde luego, intentaremos huir en la exposición de cualquier tecnicismo innecesario que pueda dificultar su entendimiento a gran parte de los lectores a quienes va dirigido.

Vamos a dividir el trabajo, tratando primeramente de encontrar una *denominación* lo más correcta y sencilla posible, pasando a continuación a *definir* los límites del citado equipo; expondremos su *planificación*, concretando los problemas actuales y previsiones de futuro, la *situación mundial* de las diferentes redes eléctricas zonales o nacionales, presentaremos una breve reseña de la *historia* de la red española y por último intentaremos resumir en algunas *conclusiones* el conjunto de este trabajo.

2. DENOMINACION

Queremos hacer una crítica de las expresiones más usuales utilizadas: líneas o red de alta tensión, de transporte a alta tensión, red primaria, etc.

La denominación de líneas es incompleta, ya que, como veremos más adelante, el sistema

eléctrico que queremos denominar incluye otros elementos tan importantes como subestaciones y equipos de control, protección, etc.

La aclaración de *transporte* como función es errónea, ya que no es ésta la función ni única ni principal del sistema.

En cuanto al término *alta tensión* no solamente no define o acota la amplitud del sistema, sino que, de acuerdo con las tendencias modernas que introducen el concepto de muy alta tensión al referirse al escalón superior de voltaje, podría ser limitativo a un sistema intermedio.

Asimismo, la expresión *red primaria*, muy utilizada en distribución, no nos parece aconsejable, aun añadiendo la palabra transporte, ya que al emplear primario como denominación del escalón superior de tensiones, puede incluir parte innecesaria de elementos o, por el contrario, dejar fuera del sistema otros necesarios para el desempeño de las funciones que posteriormente definiremos.

Por último, el concepto de red es aceptable en el caso español, aunque otros casos, como el sistema eléctrico sueco, con las centrales principales (hidroeléctricas) a 1.000 km de los centros de consumo o nucleares cerca de ellos, no pueden considerarse en modo alguno reticulares, sino claramente troncales.

En resumen, creemos que la más correcta expresión para España puede ser *red eléctrica nacional* (REN), descartando, desde luego, el adjetivo también utilizado de peninsular ya que precisaríamos incluir a Portugal, y ello no se ha pretendido nunca.

Esta denominación es lo suficientemente amplia para cubrir los equipos necesarios, pero precisamente su amplitud obliga a una definición que permita concretar y limitar su extensión.

3. DEFINICION DE RED ELECTRICA

Con objeto de evitar la confusión de suponer que red eléctrica es un conjunto inconexo de líneas y subestaciones de transporte e interconexión, consideramos necesario aclarar que es difícil pensar en una red eléctrica propiamente tal, mientras no sirva y forme un conjunto homogéneo con un sistema productor-distribuidor *integrado*. Definimos, de acuerdo con Phillip Sporn, que un sistema eléctrico global se llama integrado, cuando su primordial objetivo socioeconómico es suministrar a una zona o país energía eléctrica de calidad apropiada al menor coste posible, sirviendo por igual a todos los sectores del área, sin que el desarrollo de una parte pueda producir fallos o deficiencias en el conjunto.

El objetivo primordial conlleva la habilidad gestora del aprovechamiento, en su más amplio sentido, de los recursos propios de la región o país; humanos, tecnológicos, energéticos, financieros, etc.

Un sistema eléctrico está constituido por tres componentes: el sistema generador, el sistema distribuidor y la red eléctrica, que actúa como nexo entre los dos primeros.

Para que el sistema eléctrico pueda considerarse integrado, cada uno de los componentes,

en sus varias funciones, debe cumplir el objetivo primordial antes indicado. Sin embargo, es la red eléctrica la que mayor aportación proporciona a la integración del sistema global, como medio coordinador y gestor de la operación conjunta. Su correcta planificación es fundamental para obtener un alto nivel de integración del sistema, y debe en todo momento atenerse a los siguientes principios generales de diseño:

1. Debe utilizarse la tensión más elevada posible. No por incorrecta deja de ser válida la expresión: «Es más barato transportar voltios que amperios».

2. El número de escalones de tensión debe ser mínimo.

3. Debe disponer en todo momento de la capacidad precisa para la libre circulación de cargas en todos y cada uno de los sectores del sistema.

4. Debe ser capaz de mantener el servicio bajo cualquier condición de operación, con la máxima fiabilidad.

Resumiendo los conceptos anteriores, podemos decir que para que una red eléctrica regional o nacional merezca dicho nombre, debe servir a un sistema eléctrico integrado, y no debe olvidarse que, como todo desarrollo tecnológico, el concepto de sistema integrado está sometido a evolución y mejora en el tiempo, por lo que será preciso analizar en cada caso y momento su condicionamiento relativo.

Aplicando dicho criterio a la situación actual española, se puede afirmar que *no existe una red eléctrica nacional*, ya que el sistema eléctrico dista aún bastante de ser integrado.

Por el contrario, un claro ejemplo de sistema integrado es el de la *American Electric Power* (antiguamente *American Gas and Electric Service Corp.*), compañía privada americana que cubre, parcialmente, el servicio eléctrico de siete estados del Este de Norteamérica, con exclusión de las grandes ciudades, limitándose a concentraciones urbanas inferiores a 200.000 habitantes. A pesar de ello, sirviendo un territorio del orden de la mitad de España, distribuye una producción eléctrica del mismo orden de la total española. Relacionar el gran número de nuevas tecnologías que, desde 1910, aplicaron a su sistema, nos conduciría a un tratamiento técnico farragoso del que intentamos huir, pero podemos indicar que han cubierto desde la detección de manguitos de hielo por onda portadora, y su posterior eliminación mediante energía reactiva, a los más sofisticados despachos de control de cargas. Sin embargo, en nuestra opinión su mayor acierto fue la limitación del número de tensiones dentro de su red de transporte.

A pesar de haber montado dos de los laboratorios de investigación de muy altas tensiones más importantes del mundo (Tidd, 500 kV, cuyos trabajos se iniciaron en 1946, y Apple Grove, 800 kV, inaugurado en 1961), o quizá por ello mismo, restringieron el número de escalones de tensión del sistema primario al mínimo: 33 y 66 kV fueron las tensiones empleadas hasta 1920; a partir de este año se agregó la de 132 kV; en 1952, con las experiencias adquiridas en Tidd, se puso en servicio el escalón 345 kV, y, por último, en 1969 entró en operación el primer sistema a

765 kV del mundo, tres años después que Hydro-Quebec estableciera la tensión de 735 kV, utilizándose, en ambos casos, los conocimientos adquiridos durante las investigaciones realizadas en el laboratorio de Apple Grove.

Pues bien, los resultados económicos del sistema integrado de la AEP fueron espectaculares: el precio medio de venta al consumidor de su energía eléctrica se redujo de 1,85 centavos/kWh, en 1935, a 1,04 centavos/kWh, en 1967, valores muy inferiores a las previsiones de precios medios de venta del kWh en Estados Unidos, fijados por la Federal Power Commission durante el mismo período.

Lo más impresionante es que el dividendo al accionista se elevó de 0,6 \$/acción en 1957, a 1,4 \$/acción en 1967, es decir, 2,3 veces en diez años.

4. PLANIFICACION DE UNA RED. PROBLEMAS ACTUALES Y FUTUROS

La planificación de una red, como elemento de un sistema eléctrico que tiene como misión primordial servirle para conseguir su integración, está sujeta a las hipótesis de futuro y a los resultados que se obtengan al planificar los sistemas generador y distribuidor. Pero tiene la gran ventaja de disponer de un margen de decisión mucho mayor: mientras una central térmica precisa de cuatro a cinco años como mínimo desde que se aprueba su construcción hasta que se pone en servicio,

los elementos que constituyen una ampliación de red planificada, como líneas, salidas de subestaciones, equipos de telecontrol, protección, etc., precisan un mucho menor plazo de ejecución, que puede estimarse entre dos y tres años. Ello permite posponer las decisiones de red, por lo menos hasta un año después de iniciados los trabajos en el sistema generador.

Por otra parte, las inversiones en una red que sirva a un sistema integrado son pequeñas comparadas con las correspondientes al sistema global: entre un 6 y un 10 por 100. Ello hace que pueda aceptarse cualquier razonable propuesta de mejora o perfeccionamiento que aumente la seguridad o economía de explotación del sistema.

Pero también es cierto que dicha ventaja presenta el inconveniente que puede observarse en gran número de redes no integradas: que la redundancia o duplicidad de medios sea considerada tema secundario. Lo que es lamentable, ya que no es preciso insistir en que el mismo criterio económico que apliquemos al conjunto, debe aplicarse a la parte, por pequeña que ésta sea.

Definida una red eléctrica como el conjunto de líneas, subestaciones y elementos de control que sirven de integración entre un sistema generador y otro distribuidor, debemos limitar su ámbito dentro de una planificación correcta. Para ello creemos que lo más sencillo es aplicar el principio de exclusión:

«Cualquier línea, subestación o elemento de control que puestos fuera de servicio afecte al sistema generador o al distribuidor, pero no a los dos simul-

táneamente, no pertenece a lo que denominamos red eléctrica nacional».

Los factores que debemos tener en cuenta en toda planificación de una red son de carácter interno, externo y de explotación.

En toda red funcional integrada los *factores internos* pueden agruparse en los siguientes apartados:

1. Máxima tensión, con el menor número de escalones.
2. Alto nivel de fiabilidad: coordinación de aislamiento total.
3. Control de reactiva y potencia de cortocircuito.
4. Rentabilidad: peajes, pérdidas incrementales, capacidad reservada.

Los *factores de explotación* son:

1. Protecciones.
2. Comunicaciones.
3. Telecontrol.
4. Despacho de cargas.
5. Mantenibilidad.
6. Meteorología.

Asimismo los *factores externos* pueden agruparse en:

1. Ambientales: estéticos y urbanísticos.
2. Contaminación electromagnética y química.

Desde luego, no podemos detenernos a analizar cada uno de estos factores, pero cuanto más conozca el planificador cada uno de ellos y mejor sepa aplicarlos, más satisfactorios serán los resultados.

De todas formas, vamos a detenernos un momento en aclarar el último factor externo indicado: la contaminación, dado

lo poco conocido del tema, quizá por ser uno de los factores más recientes, y su importancia creciente.

En general, se conoce bastante bien el rechazo que produce en el público una línea, o una subestación, por lo que tiene de impacto sobre el paisaje, o por los perjuicios que pueda ocasionar a los propietarios de terrenos afectados por los equipos. Pero no así los problemas que pueden ocasionar las instalaciones de alta tensión, contaminando el medio ambiente.

Con relación al primer caso (la contaminación electromagnética producida por las instalaciones a muy alta tensión), la alarma surgió cuando en 1948 la clínica Mayo advirtió la formación de cataratas y trastornos neurológicos en perros sometidos a largas e intensas sesiones de microondas. Con dicho motivo, y teniendo en cuenta solamente el daño que se puede ocasionar por calentamiento de los tejidos, el Dr. Schwan propuso, y fue aceptada como prescripción americana, que la densidad de potencia térmica generada por radiofrecuencia y tolerable por el ser humano, fuera el doble de la normalmente emitida por su cuerpo, es decir un máximo de 10 MW/cm².

En la Unión Soviética se fijó, sin embargo, un límite mil veces menor.

En Estados Unidos, en 1977, se inició una campaña contra la contaminación electromagnética que, basada en el aparente peligro biológico que producen las radiofrecuencias: trastornos cerebrales, oculares y, cómo no, genéticos, empezó atacando a las emisoras de radio comerciales y militares, hornos de mi-

croondas, torres radiantes de televisión, instalaciones de radar, etc.

Pero lo más grave, por su extensión geográfica a todo el país e implicación con la crisis energética, fue la oposición a la construcción de líneas eléctricas de alta tensión. Oposición a la que contribuyen alegremente las asociaciones ecologistas, en base a consideraciones estéticas.

La reacción de la Administración norteamericana fue paradójica: en 1979 se publicó una nueva reglamentación mucho más restrictiva que la anterior, basada en el conocido principio de que cualquier cuerpo absorbe la máxima energía a sus frecuencias de resonancia, es decir, en el hombre dentro de la banda de 30 a 300 MHz y con intensidades de campo de 15 kV/m.

Hace poco más de un año, un Comité del American National Standards Institute propuso reconsiderar y estudiar a fondo las líneas de alta tensión, ya que admiten por radiointerferencia, o efecto corona, intensidades de campo de dicho orden.

Todo ello ha dado lugar a una explosiva campaña mundial contra las instalaciones a muy alta tensión. La fotografía de una chica americana manteniendo verticalmente un largo tubo fluorescente debajo de una línea de alta tensión, que se autoenciende debido al campo eléctrico, ha recorrido el mundo y servido de útil propaganda.

Imaginemos lo que nos puede ocurrir si por oposición pública no se pueden construir líneas a tensión superior a 132 kV.

En España, no solamente tendríamos que construir 10 ó 12 líneas a 132 kV por cada una a 380 kV, sino que nos sería imposible interconectar zonas separadas más de 100 km e indudablemente seríamos fáciles víctimas de ecologistas sensatos, o de propietarios justamente indignados.

Creemos que es un tema importante que precisa aclararse técnicamente con la máxima urgencia, por su grave incidencia en la planificación de una red.

El segundo tema, la contaminación química, es de menor importancia, pero tampoco despreciable: alrededor de un conductor sometido a un alto voltaje se produce efecto corona, que a su vez genera ozono y óxidos de nitrógeno en la proporción de 10 a 1. Hasta ahora las investigaciones realizadas parecen indicar que a 380 kV no existe peligro alguno.

Pero dada la extremadamente baja concentración, especialmente de óxidos de nitrógeno, tolerada por el cuerpo humano, es preciso estudiar cuidadosamente el tema antes de aceptar un escalón superior de tensiones.

Creemos que, en un próximo futuro, éstos serán los problemas más importantes, entre los factores externos, que será preciso tener en cuenta al planificar una red.

5. DESARROLLO HISTORICO DE LA RED ELECTRICA NACIONAL ESPAÑOLA

A principios de siglo, la industria de producción, transpor-

te y distribución de energía eléctrica española presentaba aspectos desconcertantes. Acababa de introducirse la corriente alterna, es decir, se iniciaba la era del gran transporte e interconexión; de los sistemas locales se preveía pasar rápidamente a los zonales, regionales e incluso nacionales. Por otra parte, España había sido la primera en establecer las tensiones máximas de Europa: 30 kV en 1908 y 66 kV en 1909; en 1919, la mayor parte de las compañías privadas, que posteriormente desarrollarían y comercializarían los recursos energéticos nacionales, habían sido constituidas; se estaba pasando de las minicentrales térmicas (principalmente de gas pobre) e hidráulicas (antiguos molinos) que en número superior al medio millar daban un pobre servicio local, a las grandes centrales hidroeléctricas (más de 2.000 kW): Pirineos, Chorro, Tajo, etc. (1). Parecía el momento oportuno de sentar las bases de un sistema integrado, servido por una REN, dentro del desarrollo tecnológico del momento.

Pues bien, en 1915 se hizo el primer intento en tal sentido: el jesuita Pérez del Pulgar publicó en la revista *Ibérica* un artículo titulado «La energía eléctrica en la vida industrial moderna», en el que estudiaba la conjugación de previsibles zonas productoras —cuencas hulleras, de carbones pobres e hidráulicas— con zonas de consumo (tracción eléctrica, industrial, doméstica, etc.).

Proponía una red polígono-radial, apoyada en los pocos enlaces existentes que, curiosamente, se parece mucho a la actual, pero con un grado de integración superior.

Pérez del Pulgar propuso, al mismo tiempo, que por considerar la electricidad como «elemento de mayor y primerísima necesidad, debería distribuirse por todo el país a cargo del Estado, gratis o a precios bajísimos, dentro de los límites del uso doméstico mínimo y de la pequeña industria».

Grande fue el impacto producido por el artículo del P. Pérez del Pulgar; las circunstancias exteriores al país, con Europa envuelta en una dura guerra, sirvió de justificación para posponer, hasta 1918, la decisión de la Administración al respecto. En dicho año se nombró una comisión, formada por Madariaga, González Echarte, Urrutia y Artigas, que redactó un anteproyecto de red, que se elevó al Gobierno y éste debió archivar porque nunca más volvió a mencionarse.

Sin embargo, en 1919 se celebró en Madrid el Primer Congreso Nacional de Ingeniería; en su Sección 6.^a de Electrotecnia, de la cual era Vicepresidente Pérez del Pulgar, se presentaron dos propuestas de REN, bastante coincidentes, patrocinadas por Berasaluce y Mayoral.

Técnicamente, proponen el máximo escalón de tensiones existentes en la época: 150 kV, que justifican dentro de las distancias previsibles de transporte. Sugieren un control económico de cargas a través de la red, con personal propio; en resumen, presentan un sistema integrado de lo más avanzado para la época y, aunque semejante al de Pérez del Pulgar, mucho más concreto y desarrollado.

Desde el punto de vista operativo, proponen la constitución de una sociedad anónima, en

la que el Estado tuviera mayoría, dando participaciones no superiores al 5 por 100 a las compañías privadas interesadas, y fijando los estatutos, los peajes y las pérdidas anualmente, y reservándose el puesto de Presidente del Consejo.

La Conclusión 31 del citado Congreso instó al Gobierno a que adoptase con urgencia las disposiciones conducentes a la realización de un proyecto de «red general de electrificación» en España, apoyado en los trabajos de Mayoral, Berasaluce y Pulgar, así como a la constitución de la llamada Sociedad General de Electrificación para el desarrollo y explotación de la red, y a la creación de un Negociado Central de Electrificación en el Ministerio de Fomento.

Ningún punto de la Conclusión anterior fue tenido en cuenta por la Administración, de tal forma que, en 1922, Pérez del Pulgar declaró su total pesimismo en cuanto a llegar a ver construida la REN. Acertó.

En 1926 se realizó un concurso de proyectos de enlace de los sistemas regionales españoles, que lógicamente se habían desarrollado de manera interesada y anárquica. Tres sociedades presentaron sus proyectos: Hullera Española, Sociedad Española de Montajes Industriales, y la Asociación de Productores y Distribuidores de Electricidad. Aunque los tres proyectos pueden calificarse de meritorios, e indudablemente hubieran podido servir de base para un proyecto general, nada se hizo, continuándose la política de que cada compañía cubriera sus necesidades, sin importar el coste. Ello culminó, a mediados de los años treinta,

con la construcción del enlace a 132 kV de las centrales hidroeléctricas del Duero con Bilbao y Madrid.

Esta situación continuó después de nuestra guerra civil. En la última mitad de la década de los cuarenta, la grave escasez de producción frente a la demanda, provocada por la desproporción existente entre la producción hidroeléctrica, mayoritaria, y el apoyo térmico, insuficiente, condujo a las restricciones eléctricas más severas impuestas en un país no en guerra.

Los razonables temores de las compañías privadas a una posible nacionalización, provocada en gran parte por su desinterés en el desarrollo de centrales térmicas con combustibles pobres nacionales (trabajo realizado con éxito por empresas nacionales de reciente constitución: ENCASO y ENDESA), así como la pretensión de conseguir una coordinación entre sistemas, tema absolutamente necesario y urgente, condujeron a la constitución de UNESA, en la que, en los primeros años, sólo participaron las compañías eléctricas privadas. El Ministerio de Industria delegó en ella, justificándose en escasez de medios técnicos y económicos, la explotación del repartidor de cargas y la preparación de los planes eléctricos.

Es indudable que UNESA, en sus más de treinta años de actuación, ha conseguido importantes cotas de coordinación y planificación del sistema, haciendo viables situaciones que hubieran sido insostenibles a partir de los años cincuenta. Su participación en el desarrollo de un sistema integrado ha sido importante, pero siempre ha tro-

pezado con los intereses contrapuestos y diversos de sus componentes, lo que, en muchos casos, obstaculiza, retrasa o imposibilita el establecimiento de medidas o equipos que conduzcan a la integración rápida del sistema.

En estos hechos se han apoyado, principalmente, los partidarios de la nacionalización de la red: el fallido II Plan Energético Nacional del profesor Fuentes Quintana de 1977, y el programa energético electoral del partido socialista. Ello permitiría evitar la redundancia de elementos, el reparto económico de la totalidad de la producción, etc. En resumen, la consecución sin obstáculos de un sistema integrado.

Por el contrario, los que consideran la nacionalización de la red como un acto inútil, se basan en la creación, en 1979, de ASELECTRICA. Esta sociedad, en la que participan las principales compañías productoras y distribuidoras de energía eléctrica en España, fue constituida de acuerdo con el II Plan Energético Nacional, y precisamente como reacción a la propuesta de nacionalización de la red del primer proyecto de PEN. Se creó la figura de un Delegado del Gobierno en su Consejo que, con derecho de veto, mantuviera la imparcialidad de sus acciones y el control del Estado. De esta forma no se precisarían modificaciones estructurales que se consideran, en todo caso, onerosas.

Respecto a este último punto, queremos hacer notar que las cifras barajadas recientemente sobre el coste de una nacionalización de la red, son tremendamente abultadas, ya que incluyen, en muchos casos, la

red de distribución y parte de la de transporte, que, de acuerdo con lo anteriormente expuesto, nunca estarían incluidas en una red integrada; sus inversiones no alcanzarían en ningún caso el 10 por 100 de las del sistema global (generación, transporte, distribución).

Volviendo al tema del desarrollo histórico de nuestra red eléctrica, hemos de reseñar un hito que nos parece de la máxima importancia.

En 1949, Esteban Terradas, primer presidente de ENDESA, presentó ante el Ministerio de Industria un estudio de viabilidad de una línea de interconexión entre Galicia y Cataluña, apoyado en contundentes razonamientos técnico-económicos. Era la primera vez que se sometía a aprobación un proyecto de línea (220 kV, transformable a 400 kV) con el que no se pensaba satisfacer intereses particulares, sino nacionales, lo que constituía realmente el primer tramo de la tan deseada red nacional.

El fallecimiento de Terradas, poco después, frenó el proyecto. Fueron precisos *quince años* de machacona insistencia para conseguir la autorización para realizarlo. La gran resistencia de las compañías privadas, recelosas de una posible mayor intervención del Estado en la industria eléctrica, condujo a la constitución de una sociedad, INTOESA, con participación estatal minoritaria, que construyó y puso en servicio la línea a 400 kV en 1966. Enlazada con las líneas de ENHER Escatrón-Mequinenza-Rubí-Francia a igual tensión, creó la primera arteria de interconexión Galicia-Aragón-Cataluña - Francia a 400 KV, cuando todavía se discutían las

ventajas e inconvenientes de un nuevo escalón de tensiones en España.

Es curioso reseñar que, entre los lógicos factores que pretendían justificar en 1949 la citada interconexión, además de los conocidos de compensar e integrar sistemas dispares con diferencias horarias naturales, que desplazan ligeramente puntas y valles de cargas, se consideró uno muy importante y menos conocido: la repercusión en la economía nacional del fallo circunstancial del suministro eléctrico en Cataluña.

Para ello se consideraron desequilibrios imprevisibles en la ecuación producción-consumo, con la consiguiente disminución de la producción en todos los centros afectados, no recuperables y de duración pequeña.

Pues bien, se obtuvo que el fallo de 1 kWh en Cataluña representaba la pérdida global de 5 pesetas (1949). Repetido el estudio para 1982, extendido a todo el conjunto nacional, hemos obtenido que el fallo de 1 kWh representa hoy alrededor de 240 pesetas (1982). Creemos que las cifras son suficientemente elocuentes y justifican cualquier esfuerzo que pueda hacerse para aumentar la fiabilidad del sistema eléctrico nacional.

Por último, recordamos que en la primera redacción del II Plan Energético Nacional, encargado por el Gobierno, en 1977, al profesor Fuentes Quintana, se proponía la nacionalización de la red eléctrica española bajo un esquema muy semejante al propuesto por Mayoral en 1919. Sin embargo, dicha propuesta no fue presentada cuando, en julio de 1979, se so-

metió a aprobación del Congreso dicho Plan.

6. CARACTERISTICAS DE ALGUNAS REDES EXTRANJERAS

A continuación reseñamos las características más destacables y la situación de las redes eléctricas de los países que se indican:

Estados Unidos

Dado que el territorio nacional está dividido en zonas, donde en general sólo actúa una compañía eléctrica privada (*public utility*), así como la gran extensión del país, no existe una red nacional, sino varias redes zonales con algunas interconexiones. Se puede considerar la mayor parte de ellas como modelos de integración zonal, como explicamos anteriormente en relación a la American Electric Power. Pero no existe integración nacional; las interconexiones zonales son enlaces para intercambios comerciales de energía. Los espectaculares apagones producidos en Nueva York, como por ejemplo el del 13 de julio de 1977, fueron motivados por muy diversas causas. Sin embargo es muy posible que no hubieran sucedido, o al menos se hubiera reducido su duración a límites tolerables, si el sistema de alimentación eléctrica a Nueva York hubiera estado integrado realmente con las compañías vecinas.

Reino Unido

Las condiciones peculiares del sistema productor inglés,

constituido principalmente por centrales térmicas de carbón situadas por todo el territorio nacional, autocrearon un sistema reticular perfecto a 132 kV (*the Grid*), que desde hace muchos años permitió una fácil integración, y que, posteriormente, condujo al establecimiento de la «*Supergrid*». El sistema posee un elevado grado de seguridad, a pesar de su carácter insular, que no ha permitido más que una interconexión con Francia a través del canal de la Mancha, que aunque útil no puede considerarse en modo alguno componente integrante.

La *Grid* fue el elemento del sistema que primero se nacionalizó, precediendo en unos años a la nacionalización del sistema global.

Suecia

Como indicamos en el epígrafe 2, la red sueca no es propiamente reticular, sino troncal, lo que no impide que el grado de integración del sistema eléctrico global sea excelente, con fuertes interconexiones con Noruega, Finlandia y Dinamarca. Fue Suecia el primer país del mundo que sobrepasó el escalón de tensiones de 220 kV, aplicando la investigación alemana en la técnica de muy alta tensión, y estableciendo, en 1952, el transporte a 380 kV, que luego se extendería por toda Europa, creando la actual red europea. Con anterioridad, en 1946, fue nacionalizada la red eléctrica, pero curiosamente esta nacionalización no condujo, como en el caso del Reino Unido, a la del sistema eléctrico global, que hoy en día continúa repartido, aproximadamente, al 50 por 100 entre empresa pública y privada.

Francia

Después de la nacionalización de la industria productora y distribuidora eléctrica francesa, se dio un gran impulso a la constitución de una red integrada nacional, adoptándose el escalón 380 kV poco después de que lo hicieran los suecos. Cuidaron extraordinariamente la realización de interconexiones internacionales fuertes, que, dada su privilegiada situación en Europa y su fuerte programa nuclear autóctono, les permitiera proveer de energía eléctrica a todos los países vecinos. Su grado de integración ha sido muy bueno, pero, desde hace varios años, se observa un estancamiento en el desarrollo del sistema que ya está creando dificultades internas e internacionales, que pueden ir en aumento, lo que pudiera incluso hacer peligrar su deseado papel hegemónico en el campo energético.

República Federal Alemana

Las dos principales sociedades productoras y distribuidoras, ambas privadas, la renana y la bávara, poseen redes muy completas e integradas, existiendo una buena interconexión entre ambas y con los países vecinos. En Baviera existe, cerca de Munich, uno de los despachos de cargas europeo más completo, que controla el sistema que primeramente fue integrado en Europa. Mientras Pérez del Pulgar luchaba infructuosamente en España por conseguir una red nacional, Miller en Baviera conseguía que la Administración le aprobase su proyecto de red eléctrica, que llevó a cabo poco después.

No queremos hacer una relación exhaustiva de países. Sólo

queremos señalar que dentro de la red europea se observa una tremenda falta de interconexiones entre los países del Este y del Oeste, con lo que de momento aparecen en el mapa eléctrico europeo dos grandes redes con muy débiles uniones entre sí.

7. CONCLUSION

Creemos que la complejidad del tema que hemos intentado describir en este trabajo precisaría indudablemente una extensión que no nos podemos permitir.

Sin embargo, no queremos terminar sin expresar el deseo de que la vieja aspiración de los técnicos españoles, que durante casi setenta años han luchado por conseguir una red eléctrica que sirva a un sistema integrado, se haga realidad.

El alto nivel tecnológico alcanzado, tanto por las compañías eléctricas como por los ingenieros españoles que trabajan en proyectos y en explotación, posibilita la integración de las distintas redes regionales o zonales en una que cumpla los objetivos socioeconómicos que establecimos anteriormente. Las inversiones precisas no serían muy importantes, especialmente si se tienen en cuenta los beneficios que se obtendrían. Sólo es preciso que exista el propósito de hacerlo.

NOTA

(1) El consumo eléctrico se estimaba del orden de 1 kWh, del cual 2/3 correspondían a Cataluña.