NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL

LIMITADO
ST/ECLA/CONF.7/L.1.03a
31 de julio de 1961
ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES

SEMINARIO LATINOAMERICANO DE ENERGIA ELECTRICA

Auspiciado por la Comisión Económica para América Latina, la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica y la Subdirección de Recursos y Economía de los Transportes de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

México, D.F., 31 de julio a 12 de agosto de 1961

ESTUDIO DEL ESTADO Y DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LA ENERGIA ELECTRICA EN LA U.R.S.S.

por

N. M. Chuprakov

Nota: Este texto será revisado técnica y editorialmente

La Unión Soviética está efectuando rápidos progresos en la realización de planes de largo alcance referentes al desarrollo de su industria de energía y a la electrificación general de todos los sectores de su economía nacional.

En la Rusia prerevolucionaria esta industria se encontraba muy poco desarrollada, ya que su capacidad total de instalación comprendía un millón de KV y su generación unos dos billones KV horas anuales.

Desde el principio el gobierno soviético prestó gran atención a esta industria, sosteniendo que la electrificación es un factor vital en la reconstrucción de la economía nacional y la piedra angular en la estructura industrial del nuevo sistema social.

En 1920, y por iniciativa de Lenin, se elaboró un plan para la electrificación de toda Rusia (para abreviar, en ruso este plan se llama GOELRO). Fue el primer plan para el desarrollo de nuestra economía nacional que requería la construcción de treinta estaciones de energía con una capacidad instalada total, de 1,750 MV en el curso de 10 a 15 años. Este plan se realizó antes del tiempo señalado.

En el plan GOELRO se establecieron por primera vez las siguientes premisas básicas:

1. El desarrollo total de la industria en las diferentes regiones del país es la base sobre la que se erigen las fuerzas productivas de dicha región.

2. Es necesario descubrir los recursos locales de energía; los potenciales locales de agua y combustible deben aprovecharse al máximo en el equilibrio de energía del país, mediante la construcción de grandes plantas cada una de las cuales sirva a todo un distrito.

/3. Es preciso

3. Es preciso introducir la tecnología moderna y desarrollar sistemas de energía que utilicen eficazmente la energía del vapor y de las estaciones hidroeléctricas.

Estas premisas fueron elaboradas en planes subsiguientes que abarcaron períodos posteriores. La construcción de nuevas estaciones de energía de vapor e hidroeléctricas, así como de redes completas, fue efectuada en todos los distritos del país en gran escala.

A fines de 1960 la capacidad instalada en las estaciones de energía de la URSS era de más de 65 millones KV. En 1960 se generaron en el país 292 billones KV horas, de los cuales 50 procedían de las estaciones hidroeléctricas. La producción de energía rebasa actualmente en 150 veces la de 1913.

Pese al enorme daño causado por la segunda guerra mundial, la industria de energía creció por brincos y saltos. El crecimiento anual medio de la generación de energía en el período de la postguerra equivale al 12 por ciento.

En la URRSS se erigen grandes estaciones de energía a vapor, en su mayoría cerca de las fuentes de combustible y se hallan enlazadas con los centros de carga por medio de líneas de transmisión de alto voltaje. Esto permite utilizar en gran escala combustibles locales y de clase inferior, incluyendo carbones baratos extraídos a campo abierto. El consumo de carbón transportado a grandes distancias se redujo extraordinariamente.

Después de resolver varios y complicados problemas, los ingenieros soviéticos lograron la combustión, sumamente eficiente, de lignitos, antracita en polvo, turba, pizarra, así como el enriquecimiento de los productos secundarios del carbón en las estaciones de energía del país. Ultimamente el gas natural y el petróleo se utilizan cada vez más en las estaciones de energía.

/El equilibrio

El equilibrio del combustible de las estaciones de energía en 1959 se dividió como sigue: carbón 73 por ciento, gas 13 por ciento, petróleo combustible 7 por ciento, turba y pizarras 7 por ciento.

La producción de energía en el país se desarrolló aprovechando los últimos progresos tecnológicos.

La principal tendencia progresiva en las estaciones de energía a vapor consiste en el uso del vapor a presiones y temperaturas cada vez más elevadas en unidades de muy alto funcionamiento. Por ejemplo, antes de 1928 el equipo de las estaciones de energía de la Unión Soviética estaba calculado para una presión de vapor inicial de 13-16 de absorción atmosférica y una temperatura de 325-350°C. Actualmente las grandes unidades están instaladas para 130-170abs.atm. y una supertemperatura de 365°C. Equipos de generadores de turbinas con estos parámetros de vapor y funcionamientos de 100, 150 y 200 MV están operando ya en los sistemas de energía del país.

Actualmente están en proceso de producción generadores de vapor y turbinas que se emparejarán en unidades de caldera-turbina con una capacidad de 300 MV y el vapor a 240 abs. atm. 5'0/565° C. Se ha iniciado la construcción, con unidades generadoras de superturbinas, de 500 a 800 MV y más.

El progreso logrado en nuestra industria de energía puede comprobarse también por la capacidad instalada en la mayoría de las estaciones construídas o en construcción en el curso de los últimos años y que equivale a centenares de MV, con una capacidad que supera en algunas al millón de KV. Para sólo mencionar unas cuantas nombraremos las de Cherepet, Yuzhno-Ural, Staro-Beshevsk, Tom-Usinsk, Lugansk, Prebaltic, Slavyansk, Schekin, Novocherkassk, Ali-Bairamlinsk, Tashkent, Tbilisi y otras muchas.

/Una tendencia

Una tendencia progresiva importante de esta industria es el desarrollo de la termificación que utiliza la producción conjunta de energía eléctrica y calor en las estaciones de calor y energía. La termificación produce grandes ahorros de combustible (alrededor de 20 por ciento), si se compara con el costo del suministro de energía eléctrica y calor, por separado, a los consumidores. En consecuencia, la termificación se ha desarrollado mucho en las ciudades y centros industriales de la Unión Soviética.

La construcción de varias grandes estaciones hidroeléctricas nos ha permitido utilizar en alto grado nuestro potencial de agua. Un 20% de la generación total de energía en el país, en 1960, se debió a las estaciones hidroeléctricas.

Los sistemas de energía en Kolsk, Georgia y Armenia están casi enteramente servidos por estaciones hidroeléctricas. Los sistemas de Leningrado, Kuibichev, Stalingrado, Uzbekistan, Tadjikistan y otros tienen un gran porcentaje de estaciones hidroeléctricas. Dichas estaciones producen ahora importantes ahorros de combustible, que equivalen a más de 25 millones de toneladas anuales de carbón.

Recientemente las grandes estaciones hidroeléctricas de Irkutsk y Kremenchug, desarrollando cada una más de 500 MV, entraron en funcionamiento con toda su capacidad. Ya se han producido decenas de billones de KV horas de energía a bajo precio en las estaciones hidroeléctricas más grandes del mundo: la estación Lenin Volga que desarrolla 2,300 MV y la estación Stalingrado con 2563 MV.

Debe tenerse en cuenta que el resultado económico de las estaciones hidroeléctricas no se debe sólo a la energía a bajo precio que producen, sino también, en gran medida, a su aprovechamiento en la solución de importantes problemas relacionados con la irrigación, la navegación, las pesquerías,

/el control

el control de inundaciones, etc. Por ejemplo, las estaciones hidroeléctricas de Asia Central se utilizan a la vez que para la generación de energía, en el riego de centenares de miles de hectáreas de tierra seca y árida. Cuando se hayan terminado de construir las estaciones hidroeléctricas de las cataratas del Volga y del Dnieper, dichos ríos se convertirán en vías fluviales profundas formando las arterias del sistema de navegación fluvial en la región europea de la Unión Soviética.

Los enormes embalses creados en estas estaciones hidroeléctricas ofrecen muchas perspectivas para el riego extensivo de los secos distritos agrícolas y de pastizales a lo largo del Volga y en el sur de Ucrania.

Las estaciones hidroeléctricas y a vapor de la Unión Soviética están interconectadas en grandes sistemas de energía que suministran el gran volumen de la energía del país. Estos sistemas están siempre desarrollándose y consolidándose, participando en combinaciones más poderosas.

Hoy día los tres sistemas de energía combinados más importantes, --el Central, el del Sur y el Ural-- se han interconectado, creando así el sistema de energía consolidada en la parte europea de la Unión Soviética.

Las pricipales líneas eléctricas de enlace que constituyen dicho sistema parten de la estación hidroeléctrica del Volga hacia Moscú y los Urales, y también de la estación de Stalingrado a Moscú. Todas estas líneas operan con 400-500 KV. La mayoría de las líneas transmisoras tienen dos circuitos que van paralelos durante unos mil kilómetros y que transfieren más de 750 MV por circuito.

En este sistema se está construyendo una línea de transmisión d.c. de 800 (± 400) KV desde la estación hidroeléctrica de Stalingrado hasta Donbas, que puede transmitir

/en ambas

en ambas direcciones 750 900 MV. Esta línea que está siendo construída ahora como instalación industrial experimental, es muy importante para el diseño de futuras líneas transiberianas de larga distancia (2000-3000 Km) transmitiendo bloques extragrandes de energía (4000-5000 MV) por d.c. a un voltaje de 1400 (± 700)KV.

El rápido crecimiento de capacidad en los sistemas de estaciones de energía de la Unión Soviética se ha dado siempre a la par con profundas transformaciones cualitativas en la tecnología.

El automatismo y la telemecánica se han desarrollado extensamente. Basta decir que hace ya muchos años que todas las grandes estaciones hidroeléctricas distritales de la Unión Soviética se automatizaron por completo. Más de la mitad de ellas (basándose en su capacidad) están controladas o supervisadas desde las oficinas despachadoras por medio de dispositivos telemecánicos.

Hay decenas de estaciones hidroeléctricas de medianas dimensiones sin personal, controladas y telesupervisadas mientras la sala de maquinaria está cerrada con llave.

La gran extensión del automatismo en las estaciones hidroeléctricas se caracteriza por el hecho de que grandes unidades de ruedas hidráulicas de cien MV y más, funcionan automáticamente a velocidades normales en cuanto se da la orden de ponerlas en marcha; desde ese momento quedan conectadas con la línea por el método de la autosincronización, tomándose la carga completa en el breve espacio de cincuenta a sesenta segundos. En varias estaciones hidroeléctricas se utiliza un operador automático para regular la operación de acuerdo con un horario de energía real e imaginario previamente establecido.

Los generadores de ruedas hidráulicas conectados con líneas transmisoras de larga distancia van provistos de reguladores automáticos de reacción rápida, llamados reguladores de "acción fuerte", con objeto de aumentar la

/capacidad de

capacidad de transmisión de dichas líneas. En las salas de calderas de las estaciones de energía a vapor, el proceso de la combustión del combustible está ampliamente automatizado, utilizándose reguladores electrónicos, así como en la producción de combustible pulverizado y en el suministro de agua para las calderas. Por otra parte, la operación de cámaras de bombeo para el agua enfriadora y el petróleo combustible, y también el manejo de este último, son completamente automáticos.

Ciertos procesos laboriosos se están mecanizando cada vez más. Por ejemplo, para la descarga del carbón se han instalado volteadoras con una productividad de más de mil toneladas por hora.

En las estaciones de energía y en las redes se utilizan los siguientes dispositivos: cierre automático de las líneas de transmisión con o sin chequeo de la operación sincrónica previa al cierre; dispositivos automáticos para conectar el equipo en reserva; dispositivos automáticos para la carga de emergencia cuando la frecuencia del sistema baja a menos de 49 c.p.s.; autómatas para poner rapidamente en marcha las unidades de rueda hidráulica de reserva en las estaciones hidroeléctricas cuando la frecuencia del sistema baja a menos de 49.5 c.p.s., etc.

El plan septenal para el desarrollo de la industria de energía en la Unión Soviética, abarcando los años 1959-1965, exige un desarrollo considerable en la base de la energía y la electrificación de la industria, del transporte, de la agricultura y de los hogares. En este período la generación de energía debe aumentar en 2.25 veces incluyendo 520 billones de kilovatios hora para 1965. La capacidad de las estaciones de turbina tiene que elevarse a 60 millones de KV o 2.2 veces en el mismo período, y en 7 años alcanzará más de 113 millones de KV. La longitud total de 35/110/150/220/330 y 500 KV de las líneas de transmisión, aumentará durante este período en 200 000 Km, o sea en más del triple llegando a unos 300 000 Km en 1965.

Esto significa que en el curso de estos siete años se pondra en servicio más capacidad que en los 41 años de existencia del gobierno soviético.

Una característica peculiar de este plan septenal para el desarrollo de la industria de energía en la Unión Soviética, estriba en que requiere la construcción de estaciones de energía muy grandes. Durante este período se erigirán estaciones de energía a vapor de hasta 1200-1400 MV. En dichas estaciones, que estarán en su mayoría situadas en las regiones carbóniferas, se instalarán generadores de turbina de 150, 200, 300 y más MV. en unidades con una sola caldera de capacidad de vapor adecuada.

Esto permite a las estaciones de energía una construcción menos costosa y más rápida con menor consumo de combustible y una generación de energía más económica. El equipo diseñado para vapor a 135abs. atm., 565° C y 240 abs. atm. 580° C, se utilizará para las unidades de turbina y caldera.

Se pondrá en servicio una unidad de turbina diseñada para vapor a una presión de 30 abs. atm. y una temperatura de 650°C.

Se seguirán construyendo estaciones hidroeléctricas junto con las estaciones de energía a vapor que ahora predominan en el curso del período septenal.

En la porción europea del país ésto se está logrando con el aprovechamiento casi completo del potencial de agua del Volga, el Kama, el Dnieper, el Dniesper, el Dwina, el Neman y otros ríos. Por ejemplo, en el curso de este período se terminarán las estaciones hidroeléctricas de Stalingrado y Saratov en el Volga, y se pondrá en marcha la construcción de la estación hidroeléctrica de Cheboxari.

En el río Kama se erigirá la estación hidroeléctrica de Votkinsk, y se pondrán en marcha las obras de la estación de Nizhne-Kama. El potencial de agua del Dnieper inferior se aprovechará por completo cuando se pongan en servicio las estaciones de Dnieper-dzerjinsk, Kanev y Kiev.

/En 1960,

En 1960, con el final de las obras diversos desarrollos hidroeléctricos del Cáucaso --en Azerbaijan, Georgia y Armenia--, los sistemas de energía de estas repúblicas quedarán interconectados en el sistema de energía consolidado transcaucásico.

En lo que respecta a las obras de desarrollo hidráulico, la principal tendencia del plan septenal consiste en una intensificación notable de las obras de construcción en las estaciones de energía en las regiones al este del país, tales como Siberia, Asia Central y Kazakhstan, donde se concentra más del 80% del potencial de agua de la Unión Soviética.

Factores como ríos con vasto caudal, cauces estrechos y orillas rocosas para erigir embalses altos, y condiciones favorables para la regulación del caudal, permiten construir allí grandes estaciones hidroeléctricas de mucha eficiencia. Los ríos Angara y Enisey son especialmente favorables a este respecto. En el Angara podrá construirse una serie de estaciones hidroeléctricas con una capacidad de más de 10 millones de Kv y una generación anual de alrededor de 70 millones Kv. horas. En 1961 la segunda estación de la catarata de Angara entrará en funcionamiento, siendo la primera la de Irkutzk. Esta estación excepcionalmente grande, en Bratzk, tiene en el diseño una capacidad de 4500 MV. La presa de esta estación eleva el nivel del agua del río a unos cien metros formando un enorme embalse de reserva.

En el río Enisey se podrán erigir estaciones hidroeléctricas más grandes aún, con una capacidad total de 20.000 MV y una generación de más de 130 billones de Kv horas anuales. Una de ellas, la estación de Krasnoyarks con una capacidad de 5000-6000 MV ya está en construcción. Las primeras cuatro unidades de esta estación calculadas en 500 MV. cada una se pondrán en marcha para 1965.

/La estación

La estación hidroeléctrica más grande de la Unión Soviética se erigirá en el Lena inferior. Esta estación gigantesca tendrá una capacidad de 20 mil MV con la posible generación de unos cien billones Kv horas anualmente.

La construcción de grandes estaciones hidroeléctricas en los grandes ríos de Siberia y de poderosas plantas termales trabajando en los más ricos depósitos siberianos de carbón económico, que puede extraerse a campo abierto, proporcionan un gran estímulo para la creación de un poderoso sistema consolidado en Siberia central, y en el curso de este período septenal, líneas de transmisión de 220, 330 y 500 Kv interconectarán las estaciones hidroeléctricas en el Irtish, el Angara y el Enisey con estaciones de energía independientes en el Kuzbas, en Irkutsk, Cheremkhov, Kansk, Achinsk y otros lugares.

Para el futuro hay planes que crearán el sistema combinado de energía consolidada de Asia central, sobre la base de la estación hidroeléctrica Nurek de 2700 MV en Tadjikistan y otras estaciones hidroeléctricas y a vapor que están siendo construídas durante el presente período en Uzbekistán, Kirguisia y en Kazakstán.

El problema de la industria de la energía nuclear merece especial atención. Según mis noticias, la primera estación de energía nuclear de cinco MV del mundo fue puesta en marcha en la Unión Soviética el 27 de junio de 1954, mientras en 1959 se inauguró la primera unidad de 100 MV en una gran estación servida con combustible nuclear. Ahora se construyen dos estaciones más que tendrán una capacidad total de 2000 MV.

Debe señalarse que en el período septenal no se construirán en la Unión Soviética muchas estaciones de energía nuclear, ya que el combustible nuclear es bastante costoso si se compara con el potencial de otras clases de combustible.

/Lo cierto

Lo cierto es que la Unión Soviética tiene los recursos naturales más abundantes para la producción de energía barata. Por ejemplo, el enorme potencial de agua de la URSS, que equivale a 1.700 billones de Kv horas anuales, es mayor que los de los Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Francia, Italia, Alemania y Japón juntos. Sobre la base de los datos, nunca insuficientes, respecto a nuestros depósitos de combustible orgánico (carbón, gas, petróleo y otros), se deduce que la Unión Soviética no tiene igual en el mundo.

La introducción de la tecnología moderna, la mecanización y la automatización de los procesos en las estaciones y redes de energía, continuarán en el período septenal y en gran escala.

Cada vez se utilizan más los computadores electrónicos digitales junto con el equipo telemecánico y de radiorrelevo para supervisar y regular la operación de los sistemas de energía.

Se invertirán en la Unión Soviética alrededor de 13 billones de rublos 1/ durante el período 1959-1965, en el desarrollo de la industria de energía, de cuya suma alrededor del 25% se aplicará a la construcción de sistemas.

Como ya hemos mencionado, en este período septenal se da prioridad a la construcción de grandes estaciones condensadoras de energía a vapor, de 1200-2400 MV con 200-300 unidades. El costo por Kv instalado en estas estaciones equivale a 50-65 rublos, dependiendo de la capacidad de la estación y de la clase de combustible utilizado (carbón, gas, petróleo, combustible). El costo inicial por Kv hora generado en estas estaciones, varía de 0.12 a 0.35 kopecs de acuerdo con el precio del combustible utilizado.

1/ Un rublo soviético equivale a 1.11 dólar americano. Un kopec vale 1.11 centavos.

/En grandes

En grandes y modernas estaciones hidroeléctricas de 1000 a 6000 MV, el costo por Kv instalado, oscila de 75 a 250 y más rublos según el tamaño y el tipo de la estación y las otras funciones desempeñadas por el sistema. Estos costos específicos son los de la utilización de la capacidad instalada en la estación durante 4000 horas anuales por lo menos.

El costo inicial por Kv hora generado en grandes estaciones hidroeléctricas varía de 0.025 a 0.09 kopecs; o sea, que será de 4 a 6 veces menor que la energía obtenida en grandes estaciones a vapor.

Contemplando el futuro desarrollo de la economía nacional del país, los institutos planificadores del Ministerio de Construcción de Estaciones de Energía de la URSS, junto con otras oficinas industriales, están ya trazando los primeros proyectos del plan futuro para el desarrollo de la industria de energía soviética en los próximos veinte años.

Se proyecta aumentar la generación de energía eléctrica del país durante este período, como de 8 a 10 veces. Al hacerlo así, casi el 20% de la generación seguirá procediendo de estaciones hidroeléctricas.

La importancia especifica de las estaciones de energía nuclear en el equilibrio de la generación de energía de las plantas termales, empezando hacia la segunda mitad de este período. La cantidad de generación de energía nuclear se determinará comparando las características técnicas y económicas de las estaciones que usan carbón, gas y petróleo con las que trabajan con combustibles nucleares. Es verosímil que en el futuro se construyan plantas termales con alta eficiencia, hasta 55-60%. Utilizarán la posibilidad de obtener energía eléctrica directamente del calor y de la energía atómica, superando la fase mecánica de conversión de la energía en máquinas rotativas iniciales.

/En los

En los próximos veinte años se proyecta aumentar en grado sumo el consumo de energía eléctrica en la industria y más aún en la agricultura, en el transporte y para satisfacer las necesidades privadas y públicas de la población.

Nuestra meta consiste en equiparar y superar a los Estados Unidos de América durante la segunda mitad del citado período (esto es, 1970-1980), primeramente en lo que respecta al consumo de energía eléctrica en la industria, y después en la generación total de energía y por último en lo que se refiere a la energía generada por cabeza.

En los próximos 15 a 20 años el sistema consolidado más grande (en lo tocante a longitud de líneas) del mundo se integrará en todo el vasto territorio de la Unión Soviética que es 1.1 mayor que el territorio de todos los países de la América Latina.

El problema fundamental, resuelto por este plan futuro para el desarrollo de nuestra industria de energía en los próximos 15 a 20 años, estriba en la realización de la idea de Lenin respecto a la electrificación total de todo el país y la creación de la base material e industrial del comunismo en la Unión Soviética.