

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

TRACCIÓN ELÉCTRICA CON CORRIENTE MONOFÁSICA ⁽¹⁾

El desarrollo constante que está experimentando la tracción monofásica ha puesto sobre el tapete multitud de problemas que requieren solución inmediata, hecho que han reconocido desde hace años las Autoridades suecas encargadas de la administración de los ferrocarriles del Estado, tanto que al decidir la sustitución del vapor por la electricidad en estas líneas, por la razón principal del precio elevado de los carbones, acordaron, en primer lugar, hacer un estudio de carácter esencialmente práctico sobre los diferentes sistemas de tracción eléctrica, para lo cual empezaron por instalar la monofásica en dos líneas de pequeña longitud cerca de Stokolmo, cuyo servicio se hizo bajo la dirección de Mr. Robert Dahlander, el cual publicó una Memoria muy minuciosa sobre los hechos observados y los resultados obtenidos, de la cual es un extracto el presente artículo.

Introducción.

Empieza la Memoria con la exposición de un resumen de los motores conocidos en la época en que comenzaron los ensayos (1903), comparando especialmente los monofásicos y trifásicos. Se ha comprobado que la red de distribución para tracción eléctrica trifásica, de las condiciones que exigen los ferrocarriles suecos, con un voltaje de 3.000 voltios, costaría por lo menos 68.750.000 francos más que la correspondiente á la monofásica á 5.000 voltios; sin embargo, en favor de la primera hay 1.870.000 francos en lo relativo á centrales y locomotoras. La diferencia de coste entre uno y otro sistema se reduciría mucho si la red de distribución del primero permitiera voltajes de 5.000 voltios. De lo expuesto se deduce que, aun teniendo presentes los inconvenientes del motor monofásico, la economía que representa es de tanta importancia que decide su aceptación.

Sin embargo, á pesar de que en el año 1903 el motor monofásico se encontraba todavía en sus principios, los perfeccionamientos de que era susceptible y los excelentes resultados que dió en América y en Alemania constituían motivos suficientes para esperar que los inconvenientes de aquel motor dejaran de influir en la seguridad de su funcio-

namiento y en el coste de éste. Se resolvió, en definitiva, que los ensayos sobre tracción eléctrica en los ferrocarriles suecos del Estado se harían con el sistema monofásico, extendiéndolos al trifásico únicamente en el caso de que los resultados del primero, por lo que se refiere á los motores, no fueran satisfactorios.

La energía necesaria para los ensayos se producía en una Central de carácter temporal instalada en Tomtebodá, en condiciones tales que, tanto el voltaje como la frecuencia de la corriente, pudieran variar entre límites muy amplios. Las líneas sobre las que se hicieron los ensayos fueron la de Vartan y la de Stokolmo á Jarfra.

Las primeras se hicieron en esta última, desde el 23 de Febrero hasta el 29 de Junio de 1907, con trenes de viajeros de dos clases: unos formados con vehículos automotores, y otros con siete coches de dos ejes y una locomotora Westinghouse, sin haber tenido que lamentar accidente alguno. Después se continuaron los ensayos en la línea de Vartan, cuyo tráfico es de pequeña importancia, circunstancia que permite realizarlos en mejores condiciones.

Á pesar de que estos ensayos se hacían en escala relativamente pequeña, despertaron gran interés, principalmente porque no los realizaba ninguna Empresa industrial, interesada más ó menos directamente en un sistema especial de tracción.

Central.

Como no se disponía de un salto de agua, se instalaron motores de vapor constituídos por dos turbinas Laval, que podían producir 225 caballos, con 750 vueltas por minuto, y 270 durante breves momentos; por medio de reguladores, las vueltas podían variar desde 450 á 600, los caballos desde 210 á 240 y la frecuencia de la corriente podía ser 15, 20 y 25 períodos. La Central se dispuso con la mayor economía posible, por cuya razón se prescindió de condensadores, empleándose parte del vapor del escape en calentar el agua de alimentación. Como generadores se usaron cuatro calderas de locomotora, que trabajaban á 11 atmósferas. Además de los alternadores se instaló una dinamo de corriente continua de 15 caballos para alimentar las excitatrices, para el alumbrado y para el manejo de los interruptores.

Los voltajes que con más frecuencia se emplearon durante los ensayos fueron 6.000, 12.000, 15.000, 18.000 y 20.000 voltios, y algunas veces también 3.000, 5.000 y 7.500, cuya

(1) Extracto de la Memoria escrita por Mr. R. Dahlander sobre *Tracción eléctrica en los ferrocarriles suecos del Estado*.

regulación ofrecía no pocas dificultades, porque en muchas ocasiones la carga pasaba bruscamente de cero á su valor máximo, y el factor de carga de 1 á 0,25, las cuales se intentó corregir con reguladores, empleándose al principio un tipo de éstos fundado en el mismo principio que el de Tirrell, pero cuyos resultados no fueron completamente satisfactorios por lo que se refiere á los contactos, razón por la cual se ensayaron varios materiales entre los cuales resultó ser el acero duro el más conveniente, aunque se había de renovar cada setenta horas.

En el cuadro de la Central, además de los interruptores necesarios, se colocaron un voltímetro, un amperímetro, un contador y los transformadores de corriente y voltaje indispensables. En los coches se instalarán indicadores de velocidad, y aparatos análogos en la Central, en forma tal, que se pudieran observar con facilidad por cualquier personal. Con todos ellos se hicieron gran número de ensayos, tomando lecturas cada diez segundos al principio y cada cinco posteriormente, de cuyos resultados parece deducirse que los errores de observación tienen muy poca influencia. Este procedimiento tenía el inconveniente de que exigía mucho tiempo, razón por la cual se recurrió al empleo de aparatos registradores, pero desechándolos del tipo corriente, por los errores debidos al rozamiento de la pluma sobre el papel, y adoptando el modelo reciente de Mr. Siemens Schuchertwerke, en el cual las lecturas se marcan con la chispa que produce un aparato de inducción, obteniéndose resultados muy satisfactorios. Los indicadores de velocidad estaban constituidos por dinamos pequeños con inductores formados por imanes permanentes de acero y cuya corriente pasaba por un voltímetro; su funcionamiento fué muy defectuoso al principio, pero se normalizó por completo cuando las escobillas de carbón se sustituyeron por otras de cobre. Se ensayaron, además, otros indicadores de velocidad para comparar unos con otros.

Línea de trabajo.

La línea de Tomteboda á Vartan, cuya longitud es 5.600 metros, se instaló, en primer lugar, con arreglo á los métodos corrientes en los sistemas de tracción monofásica, especialmente según los adoptados en el ferrocarril de Veltelina y en las líneas experimentales de Sprindlersfeld y Oerlikon. En vista de los resultados obtenidos se resolvió establecer diferentes modos de suspensión para el hilo de trabajo, la directa y la simple y doble catenaria. Dicho hilo tenía 8 mm. de diámetro, su altura por encima de los carriles oscilaba entre 5,20 y 6 metros, siendo 4,25 en los pasos inferiores; la desviación máxima con relación al eje de la vía fué 0,50 metros.

Durante la instalación de la línea de Vartan y durante los ensayos se adquirieron muchos datos y conocimientos que se utilizaron en la otra línea. Para que los puntos de suspensión del hilo de trabajo estuvieran perfectamente alineados, los postes tenían brazos movibles, á los cuales se fijaba con tirantes horizontales aquel hilo, disposición muy ventajosa por muchos conceptos, puesto que permitía regular la tensión del hilo de trabajo después de colocado, y los daños que producía su rotura eran de muy poca importancia. En la Memoria original se describen con profusión de detalles las disposiciones adoptadas definitivamente, así como las modificaciones introducidas después de los ensayos. También se hicieron multitud de experimentos con di-

ferentes tipos de aisladores y con varios de los cementos que se emplean para enlazar éstos con sus soportes de hierro. Por regla general, se emplearon postes de madera y, en algunos casos, metálicos, pero éstos tenían el inconveniente de exigir fundaciones de cierta importancia. Tanto en los cruces con otras vías de comunicación, como en los puentes, se instalaron aparatos de seguridad. En el hilo de trabajo se colocaron varios interruptores para dividir la línea en secciones independientes si esto se consideraba necesario.

Material móvil.

Los ensayos se hicieron con dos locomotoras eléctricas, que remolcaban trenes ordinarios, y con dos coches automotores, á los que se enganchaban dos coches, formando así un tren de cuatro unidades; cada uno de los automotores dispone de dos motores de 115 caballos, montados sobre un carretón especial, de un freno de mano y de otro de aire comprimido, de dos troles, uno en cada extremo del vehículo, los cuales se sustituyeron posteriormente por dos armaduras del tipo Oerlikon.

Las locomotoras fueron construídas por las casas Siemens Schuckertwerke y British Westinghouse Co, con motores que, lo mismo que los de los automotores, habían de trabajar con voltajes de 20.000 voltios.

Para tener idea de la energía consumida por tren era preciso evaluar las pérdidas, las cuales en ningún caso pasaron del 5 por 100; la caída de voltaje fué siempre inferior al 2 por 100; sin embargo, no se hizo corrección alguna por este motivo al calcular la energía, porque los demás elementos no se podían determinar con tal aproximación que un error del 2 por 100 influyera sensiblemente en el resultado final, sobre todo cuando el voltaje llegaba á 12.000 voltios. El error debido á la caída del voltaje era solamente $\frac{1}{4}$ del indicado antes y era inversamente proporcional al voltaje.

Las locomotoras disponían de indicadores especiales para medir la velocidad del tren, anotándose sus indicaciones cada diez segundos en un principio y cada cinco posteriormente. Al multiplicar el resultado medio obtenido por el tiempo, la longitud calculada era menor que la efectiva, discrepancia que desapareció cuando se hicieron independientes el eje de los frenos y el del indicador.

El esfuerzo de tracción de las locomotoras y automotores se determinó con un dinamómetro de resorte colocado entre éstos y el primer vehículo, haciéndose unas 100 lecturas, con varias composiciones de trenes, en curvas, etc.

Conclusiones.

En primer lugar, por lo que se refiere á la Central, hay que hacer constar que su funcionamiento no debe considerarse como parte integrante de los ensayos, porque dicha Central constituye únicamente el medio para alimentar con energía la línea. Además trabajó en condiciones muy desfavorables, tanto por la pequeña importancia de la instalación, como porque las alteraciones de la carga y las irregularidades del voltaje son mucho mayores cuando circulan pocos trenes que cuando circulan muchos.

De los ensayos se ha deducido que se pueden emplear altos voltajes en el hilo de trabajo sin inconveniente alguno, y sin peligro para viajeros y empleados cuando se instalan convenientemente ciertos aparatos de seguridad. Los troles no ofrecieron dificultades, puesto que la corriente que

reciben se reduce á medida que el voltaje es mayor. Los aisladores con que se hicieron los ensayos también dieron excelentes resultados. Se estudiaron multitud de detalles, que se perfeccionaron en vista de lo que la experiencia aconsejaba. El procedimiento para suspender el hilo de trabajo y los alimentadores fué objeto de una atención muy detenida, llegando á una solución muy satisfactoria. Para uniformar la flecha y la tensión de los conductores y para evitar las roturas y gastos inherentes con los sistemas corrientes, se ideó uno fundado en el empleo de pesos tensores que dió excelentes resultados. La velocidad de los trenes rara vez excedió de 55 ó 60 kilómetros por hora.

Los ensayos y medidas que se hicieron sobre el empleo de los carriles para cerrar el circuito demostraron que la resistencia eléctrica de la vía era mucho más pequeña que lo que se había supuesto, circunstancia debida á que la mayor parte de la corriente retroceda por tierra, á consecuencia de lo cual la conductibilidad de las juntas de carriles no tiene tanta importancia como en las líneas de corriente continua. Basta enlazar eléctricamente con los carriles todos los elementos metálicos inmediatos á la vía para que no haya peligro alguno por la existencia de diferencias de potencial muy elevadas, las cuales únicamente producirán perturbaciones en las líneas telegráficas y telefónicas vecinas. Son tan grandes las ventajas que ofrece la utilización de los carriles como circuito de vuelta, en relación con sus inconvenientes, que se acepta sin vacilación alguna.

Se verificaron también muchos ensayos para estudiar los efectos de la corriente del hilo de trabajo sobre las líneas telegráficas y telefónicas, aplicando diversos procedimientos para disminuir las perturbaciones observadas y obteniendo resultados más ó menos satisfactorios. En relación con estos hechos se estableció una teoría completa, gracias á la cual se pudieron generalizar los resultados obtenidos y deducir consecuencias sobre las perturbaciones citadas y sobre los procedimientos para anularlas. Respecto de este particular todavía hay mucho que aprender; pero puede afirmarse desde luego que el coste que representan las instalaciones para evitar dichas perturbaciones tiene una influencia muy pequeña en el resultado financiero de la línea.

Por lo que se refiere á los motores, parece deducirse de los ensayos que el monofásico casi conmutador reúne hoy día condiciones tales que satisface todas las exigencias de un buen motor para tracción en lo que hace á seguridad, rendimiento y regulación, siendo muy pequeñas las dificultades que ofrece el conmutador, así como sus gastos por conservación y reparación. Desde la época en que se hicieron los ensayos se han perfeccionado mucho los motores monofásicos, existiendo muy poca diferencia entre sus pesos y los correspondientes á los de corriente continua de la misma potencia. Tanto el motor serie compensado como el de repulsión compensado dieron muy buenos resultados en los ensayos, sin que se manifestara diferencia alguna en favor de uno ú otro, habiéndose reducido tanto los inconvenientes de ambos por medio de disposiciones muy ingeniosas, que no es preciso tenerlos en cuenta. También se pusieron en práctica diversos sistemas para enfriar los motores con aire comprimido, con resultados muy satisfactorios, siéndolo también los que se obtuvieron con los procedimientos para regular los motores y para tomar la corriente.

Hay que observar que todos los ensayos, salvo ligeras excepciones, se hicieron con la frecuencia para que se habían construido los motores, es decir, 25.

Es verdad que las turbinas estaban construídas para obtener también las frecuencias 20 y 15, pero como con éstas disminuía la potencia de generadores y motores, los ensayos hechos en estas condiciones tenían muy poco valor, circunstancia que, después de todo, es de poca importancia, porque sin su ayuda se puede resolver la cuestión. Es evidente que la frecuencia que conviene emplear ha de estar comprendida entre 15 y 25; las inferiores á la primera exigen generadores y transformadores muy voluminosos, pero es favorable con relación á los motores series compensadas de gran potencia, especialmente si no tienen polos auxiliares, circunstancias que no se aplican al motor de repulsión compensado; con frecuencias pequeñas, tanto en uno como en otro motor, las ruedas tienen tendencia á patinar y se dificulta la utilización del peso adherente. En resumen, los inconvenientes de la frecuencia 25 se compensan tanto con sus ventajas, que sin vacilación alguna debe aceptarse.

En resumen, el problema de la tracción eléctrica en los ferrocarriles suecos del Estado, teniendo en cuenta los progresos de estos últimos años, se puede considerar resuelto desde el punto de vista técnico; es natural que continuamente se estarán perfeccionando los detalles, pero puede afirmarse, sin género alguno de duda, que difícilmente se ideará otro sistema más sencillo, más barato y más perfecto que el monofásico.

Ω.

LAS GRANDES CENTRALES DE VAPOR

DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LAS CONDICIONES GENERALES DE SU ESTABLECIMIENTO

(Notas de M. G. Chervier. — Bulletin de la Société des Ingenieurs civils de France.)

Primera parte.

Existe, en la generación de la energía eléctrica por las grandes fábricas centrales, un factor que, más que ninguno otro, da á esta industria un carácter propio; dicho factor la define y la domina y sobre ella carga todo el peso de las dificultades y de las responsabilidades que él engendra. Este factor es el carácter instantáneo de la producción, regida de un modo inmediato por la demanda exterior, sin que ninguna reserva de energía pueda atender á una falta, aun de muy poca duración, porque las condiciones en las cuales se efectúa actualmente esta generación de energía excluye toda posibilidad de recurrir al manantial oneroso, y sobre todo restringido, del acumulador eléctrico.

Dos clases de sujeción resultan de este estado de cosas: de una parte, la obligación de mantener una constancia lo más completa posible en la marcha normal, y de otra parte, el eliminar toda posibilidad de parada accidental. Ambas condiciones son igualmente imperiosas pero muy desigualmente fáciles de realizar. Porque si es cierto que es bastante fácil, adoptando convenientes disposiciones y una buena vigilancia, sostener la potencia generadora constantemente al nivel de la potencia pedida por la red, evitando los golpes bruscos, que se traducen por fuertes variaciones de voltaje, también es cierto que es completamente imposible, cualesquiera que sean las medidas preventivas que se tomen y la atención que se preste á la marcha, el garantizar ente-

ramente una fábrica contra la terrible *extinción*, espada de Damocles perpetuamente suspendida sobre ella.

Cuando, por una parte, se considera la extensión del trastorno que un accidente de esta clase, producido á ciertas horas, lleva á la vida de una ciudad, así como las responsabilidades que de él resultan, y, por otra parte, se piensa en las numerosas causas, ínfimas todas, que pueden provocarlo, se ve en su medida exacta la importancia del factor indicado como característica de nuestra industria, y la necesidad consiguiente de atribuirle el primer lugar en el conjunto de las ideas directoras que concurren á la realización de un proyecto de Central.

La primera preocupación que dominará en el estudio de un tal proyecto será, pues, prevenirse contra semejantes eventualidades, no despreciando nada para conseguirlo; y después estudiar con el mayor cuidado las disposiciones que, en caso de accidente, permitan reducir las consecuencias al mínimo. Por minuciosas que sean las precauciones tomadas es preciso admitir que podrán fallar más de una vez y que es, por lo tanto, necesario considerar el accidente como una de tantas cosas á prever en la marcha normal de la explotación; habrá, pues, que prevenirse contra las consecuencias, que pueden ser completamente desproporcionadas con la importancia inicial del accidente. Según la naturaleza de las disposiciones tomadas en este sentido, la crisis inevitable que determina la brusca rotura de un estado actual de equilibrio dinámico, manifestado bajo diversas formas (gasto de vapor, inercia de las piezas en movimiento, tensión en las correas de los circuitos, etc.), podrá ser breve y no producir averías, ó podrá, por el contrario, conducir á una catástrofe que inutilice la fábrica, ocasionando, además de la pérdida resultante de una parada, reparaciones costosas. No se insistirá nunca lo bastante sobre este aspecto de la cuestión, pues á él se debe que los proyectos de conjunto estudiados por los constructores corran el riesgo de caer en defecto.

La segunda condición á la cual una Central deberá satisfacer es, evidentemente, la de realizar la producción del modo más económico posible.

Tales son las dos ideas directoras de todo proyecto de este género. En cuanto á la medida según la cual los deseos respectivos de ambas ideas son conciliables se puede, de una manera general, admitir como perfectamente compatibles la seguridad de marcha y la economía de la explotación. Las medidas de previsión gravarán inevitablemente en una cierta proporción los gastos de primer establecimiento; pero, aparte de que este exceso de gasto no representa nunca un tanto por ciento del coste total de la instalación importante, no es comparable en ningún caso con lo que costarán los accidentes y las interrupciones de servicio.

Por otra parte—y este es un principio que no debemos dudar en establecer,—*no se debe buscar la economía en la adquisición é instalación del material de una Central*. Nada resulta más caro que un defecto inicial, que se traduce, ya en gastos indefinidos de conservación, ya en un mal rendimiento económico, sin perjuicio de los accidentes que pueden producirse, y si se reconoce la necesidad de hacer una modificación, ésta sólo se hace á costa de ingenio y de un gasto mayor que el que hubiera ocasionado un primer establecimiento mejor comprendido ó más completo.

Los diversos servicios que concurren en la producción de la energía eléctrica en una Central de vapor pueden clasificarse del modo siguiente:

A.—Servicio de los generadores de vapor.

- a) Desembarque, transporte y distribución del combustible en los diversos puntos de servicio; evacuación de las cenizas y de las escorias.
- b) Combustión; evacuación de los gases.
- c) Alimentación.
- d) Canalización y distribución del vapor.

B.—Servicio de los grupos electrógenos.

- a) Transformación del calor en trabajo; máquinas motoras.
- b) Condensación del vapor.
- c) Transformación del trabajo mecánico en energía eléctrica; alternadores.
- d) Excitación de los alternadores.

C.—Servicio eléctrico propiamente dicho.

- a) Cuadro de distribución.

D.—Servicios auxiliares.

Conservación, almacenes, contabilidad, etc.

Plan general.—Disposiciones de conjunto.—Aunque es evidentemente imposible sentar reglas absolutas que puedan aplicarse á todos los casos de la práctica, se puede, sin embargo, considerar como muy restringido el número de soluciones compatibles con una lógica por otra parte evidente. El examen de las grandes instalaciones modernas enseña, en efecto, que éstas tienden cada vez más á un tipo uniforme, al menos en sus grandes líneas, y cuya principal característica se encuentra inmediatamente determinada por este factor dominante: la extensión considerable de superficie ocupada por los generadores de vapor relativamente á la que necesita la potencia motora correspondiente.

Esto conduce á desarrollar las salas de calderas perpendicularmente al eje mayor de la sala de máquinas, y no paralelamente, como se hacía en otro tiempo, antes del empleo de los tubomotores, hoy generalizado.

La disposición que de ello resulta se denomina «calles de caldeo», expresión que resulta del hecho de que los generadores de un mismo grupo ó de una misma sala de calderas se encuentran dispuestos frente á frente como las casas de una misma calle.

Esta disposición, muy generalmente adoptada, se presta muy bien á las diversas maniobras del servicio de las calderas y permite realizar en las condiciones más racionales:

1.º La extensión progresiva de la fábrica, por la adición de grupos similares, correspondiendo cada uno á una nueva calle.

2.º La división de la fábrica total en secciones enteramente distintas y autónomas, lo que, y muy particularmente en el caso de las Centrales para alumbrado (á régimen variable), constituye una ventaja de primer orden.

3.º El «bucle» de la tubería de vapor y de agua de alimentación, que evita que el circuito se encuentre interrumpido en caso de rotura accidental en un punto cualquiera de su recorrido.

Con la antigua disposición, que comprendía una sola fila longitudinal de generadores, esta condición esencial no podía realizarse más que al precio de una doble tubería inutilizada en la mitad de su mayor longitud y doblando, por consecuencia, las pérdidas por condensación, así como los

peligros de accidente por escápes en las juntas, explosiones de compuertas, etc. Aquí, dos colectores paralelos próximos forman naturalmente los dos grandes lados del bucle, el cual se completa reuniéndolos por sus extremidades, ya formando estos enlaces con los colectores de dos filas de generadores que forman la fachada en una misma calle, ó por los de dos filas opuestas.

4.º La agrupación y el arreglo racionales de todos los servicios que sirven un mismo grupo de generadores; conducción del carbón según el eje de la calle y distribución simétrica á los generadores de las dos orillas; salida de las cenizas; evacuación de los gases de la combustión por tragantes rectilíneos que vayan á parar á una chimenea por calle; centralización de los aparatos auxiliares (bombas alimentadoras, ventiladores de tiro, motores para los transportadores, y diversos) y de los aparatos de comprobación (analizadores de gas, indicadores de tiro y de temperatura, etcétera).

La disposición lógica que lleva consigo para el resto del plan esta primera disposición, consiste en cuadrar la sala de calderas entre la sala de máquinas, cuyas diversas unidades generatrices se encontrarán en correspondencia con los grupos de generadores ó salas de calderas parciales afectas á su alimentación, y los silos de carbón, lado de las chimeneas. Esta última disposición está, sin embargo, subordinada en gran parte á las disponibilidades en materia de terreno.

En fin, el cuadro de distribución y sus numerosos accesos serán colocados con preferencia sobre el lado mayor de la sala de máquinas opuesto á los generadores. Los tres grandes servicios de la fábrica: servicio de caldeo, servicio de máquinas y servicio eléctrico, pueden, pues, considerarse como localizados de antemano según un plan de conjunto susceptible de pocas variantes.

Entre estas grandes líneas y la determinación de la clase de aparatos, así como de los detalles de su arreglo ó colocación, existen otras cuestiones de orden general cuyo estudio merece la mayor atención. Nos referimos particularmente á las dos siguientes:

1.ª *Disposiciones que tienden á asegurar de un modo permanente la mejor utilización posible del material en servicio (generadores y grupos electrógenos).*

2.ª Auxiliares: máquinas de servicio para las unidades principales y servicios interiores de la fábrica: *origen y naturaleza de la potencia motora que debe moverlas; disposiciones de seguridad.*

1.º La primera cuestión, de la cual depende en gran parte la economía futura de la explotación, descansa sobre la consideración del horario de marcha, tanto anual (función de la estación) como diario (función de la hora).

Existe desde este punto de vista una diferencia radical entre la fábrica para tracción y la fábrica para alumbrado, y cual disposición perfectamente justificada en uno de los casos, podrá en el otro ser onerosa ó simplemente fuera de lugar.

Ofrece un ejemplo de este hecho la centralización de los aparatos auxiliares de que se ha hablado antes. Para una fábrica de tracción cuyo servicio comprende la marcha permanente de un número poco variable de unidades generadoras, se puede admitir (salvo algunas reservas relativas á la cuestión de seguridad general) el principio de la centralización de los grandes auxiliares—excitación de los alternadores y condensación de las máquinas motoras—que

consiste en el empleo de excitatrices y de condensadores separados y sirviendo cada uno muchos grupos electrógenos. Pero la obligación de mantener en marcha estos auxiliares, por débil que sea el grado de utilización del material principal servido por ellos durante ciertos períodos, grava la economía general en una constante de consumo, tanto más importante cuanto estos períodos de débil carga son más largos. Esta solución es, pues, completamente inadmisibles para la fábrica de alumbrado, cuyo coeficiente de utilización está llamado á variar constantemente y entre muy amplios límites.

De una manera más general, el factor de diferenciación entre estos dos tipos extremos de fábricas centrales será el *grado de dependencia recíproca* de los diversos elementos que concurren á la producción de la energía total. En el límite, y siempre con las reservas precedentemente dichas, esta dependencia podrá ser todo lo completa posible en una fábrica de tracción, la cual forme un solo conjunto siempre utilizado integralmente; en el caso de una fábrica de alumbrado, por el contrario, habrá el mayor interés en realizar, según las condiciones del horario de la red, un fraccionamiento de la potencia total que asegure la autonomía más completa de las diversas subdivisiones, de modo que cada una de ellas pueda estar permanentemente utilizada en las mejores condiciones de rendimiento.

Cada una de estas subdivisiones constituirá, por lo tanto —abstracción hecha de ciertos servicios forzosamente comunes—, una Central distinta que se baste á sí sola.

Este programa conducirá á atribuir á cada conjunto electrógeno, que constituye la parte electromecánica de una subdivisión, una sección de calderas *normalmente* afecta á su particular uso.

En efecto, dado el desarrollo de las grandes Centrales actuales, no se podrá conservar en toda su generalidad este principio largo tiempo admitido como absoluto y que consiste en privar á las diversas unidades motoras y á los diversos grupos de generadores de toda dependencia recíproca: un colector general de vapor constantemente en presión en toda su extensión para poder alimentar cualquier máquina y con cualquier caldera. Este principio es de aquellos que siendo excelentes cuando se les aplica en pequeña escala resultan perjudiciales cuando se les generaliza con exceso. Independientemente de la longitud excesiva de tubería y de las complicaciones resultantes que arrastran una multiplicidad de juntas y de compuertas de una conservación onerosa, las condiciones modernas de explotación hacen intervenir un factor preponderante en semejante materia: la temperatura elevada que el empleo de los turbomotores permite atribuir al vapor por el recalentamiento, aunque fuera más exacto decir que *impone* al vapor. Los grandes colectores que van á parar á las unidades generadoras podrán ser recalentados, pero sabido es cuán rápidamente aumentan las pérdidas de calor en función de la diferencia entre la temperatura del vapor y la del medio ambiente, y cualquiera que sea el cuidado que se tenga en la protección de las enormes superficies de los colectores con espesas capas calorífugas, dichas superficies serán siempre el asiento de una disipación permanente de energía que una buena economía no puede tolerar, aparte de que la reducción del recalentamiento disminuirá como es sabido el rendimiento térmico de los motores.

Este hecho conduce á restringir notablemente la aplicación del principio general arriba enunciado.

Sin embargo, al lado de las condiciones que la *economía* de la explotación indica, es necesario no despreciar las que la *seguridad* debe prever, y si el principio no puede aplicarse en su integridad absoluta, no por eso debe renunciarse enteramente á las garantías que su aplicación reducida á proporciones razonables sería capaz de procurar.

Comparemos los grados de seguridad respectivos que presentan estas dos soluciones extremas: por una parte, la fábrica indivisa, y por otra, la fábrica seccionada en grupos autónomos enteramente distintos.

Un accidente susceptible de inmovilizar una parte de la instalación podrá tener su asiento en la tubería de vapor en un generador ó en un grupo electrógeno.

Contra un accidente en la tubería, abertura de una junta ó rotura de llave, la realización del bucle en cada sección da el máximo de seguridad; las grandes longitudes de tubería, los codos numerosos y la multiplicidad de las juntas y de las compuertas tienden, en el caso de la fábrica indivisa, á aumentar los riesgos de un accidente. La seguridad general no tiene, pues, por este lado nada que perder en el seccionamiento.

Por el contrario, por lo que concierne á la eventualidad de que un generador ó de un turbomotor quede fuera de servicio, el hecho de no poder sustituir al elemento inmovilizado uno cualquiera de los recambios repartidos en la fábrica total, coloca la fábrica seccionada en un estado de inferioridad enfrente de la fábrica indivisa. La alternativa es la siguiente: ó multiplicar los recambios á costa de un mayor gasto de primer establecimiento, ó consentir en una reducción del coeficiente de seguridad.

Las condiciones son, por otra parte, muy distintas, según que se consideren los generadores ó los grupos electrógenos. En el caso de un accidente que inmovilice uno de los generadores, el resto de la batería podrá siempre suplir, durante el tiempo necesario, al elemento averiado; cada sala de calderas comprenderá, por otra parte, normalmente sus propios recambios necesarios, tanto para la limpieza y visitas cuanto para la sustitución en caso de avería. Únicamente el número total de elementos suplementarios que hay que prever en vista de esta última eventualidad excederá, para la fábrica seccionada, al que podrá ser suficiente, con el mismo coeficiente de seguridad en la fábrica indivisa; pero no se trata sino de un tanto por ciento de más, perfectamente admisible en los gastos de primer establecimiento.

La eventualidad de tener una subdivisión inmovilizada por su sala de calderas es, pues, poco probable, y por este lado también la seguridad no tiene que sufrir por el seccionamiento.

Otro es el riesgo de esta inmovilización, parcial ó total, por consecuencia de un accidente en uno de los grupos electrógenos. En semejante caso, es necesario suplir el grupo inmovilizado por la puesta en marcha de otro, el cual será *necesariamente* alimentado por las calderas de la subdivisión considerada A, viniendo á actuar sobre este grupo la potencia que quedó disponible por la parada del precedente.

Pero este nuevo grupo pertenecerá, si es un recambio *previsto como tal*, á la subdivisión A, ó bien será un grupo que pertenezca á otra subdivisión.

Si se admite esta última posibilidad, cuya ventaja evidente es la utilización infinitamente más completa de los recambios de que dispone la instalación total, es necesario de toda necesidad haber previsto, sea el recurso, para cada grupo electrógeno, de poder tomar el vapor de otra sección

de calderas, por un juego de llaves y de tubería que dejen las secciones sin conexión entre sí, sea una unión intermedia entre los colectores propios de cada subdivisión que permitan solidarizar las secciones de calderas. Pero mantener el vapor permanentemente en esta unión nos lleva al principio del colector principal cuyas consecuencias onerosas hemos señalado precedentemente; y por otra parte, si se reserva esta disposición como recurso para utilizarlo en caso de necesidad, separándolo por compuertas impermeables y normalmente cerradas, no se podrá utilizar inmediatamente á causa del tiempo preciso para recalentar, purgar y equilibrar esta parte fría de la tubería.

No obstante, esta solución parece preferible á la primera, la del grupo que puede enlazarse á dos secciones de calderas, que es mucho menos general. El principio de la unión conservada en reserva encuentra su justificación y su aplicación racional en el hecho de que el problema de los recambios *se plantea en realidad bajo dos formas: el recambio inmediato y el recambio diferido*.

Para fijar las ideas, supongamos que cada subdivisión tal como A comprende tres turbo-motores—dos de servicio y uno de recambio previsto—alimentados por la misma sección de calderas en tiempo ordinario sin conexión con ninguna otra. Un accidente sobreviene en marcha en uno de los turbo alternadores; el tercero le es inmediatamente sustituido; he aquí el recambio inmediato, que—salvo el caso muy excepcional de que sobrevenga un segundo accidente y en un grupo de la misma subdivisión—permitirá asegurar enteramente el servicio del día.

Pero si la subdivisión A estuviese sin recambio, su empleo, en estas condiciones, es escabroso; entonces, y durante el tiempo necesario para la reparación del grupo averiado, se mantendrá establecida la unión entre su sección de calderas y la de la subdivisión próxima B, unión que será hecha de antemano cómodamente. El grupo de recambio de B será de esta suerte provisionalmente común á las dos subdivisiones A y B. En esto consiste el recambio diferido, que no tiene el carácter de urgencia inmediata del primero.

De grupo en grupo, si se producen otras inmovilizaciones del mismo género, la misma maniobra permitirá utilizar sucesivamente todos los recambios de la fábrica en la marcha de las subdivisiones incompletas, á costa de un gasto de calórico en las uniones que es, en este caso, un caso de fuerza mayor, y no un estado de cosas normal y permanente.

En resumen, la solución que acaba de ser descrita en sus grandes líneas comprenderá:

De un lado, por lo menos, y en cada subdivisión, un grupo suplementario, destinado á servir de recambio inmediato.

De otro lado, y al fin de realizar recambios diferidos, la posibilidad de solidarizar entre sí las salas de calderas por una unión transversal que enlace los colectores, debiendo esta unión estar normalmente cerrada para ser utilizada según una longitud más ó menos grande, en el único caso en que, encontrado uno ó muchos grupos electrógenos fuera de servicio, el destino primitivo de los recambios instantáneos deba encontrarse generalizada.

Si se pretende atribuir á esta solución la generalidad de una fórmula tipo, se puede hacer valer en su favor el hecho de satisfacer bastante bien á la doble condición de economía y seguridad. Bajo este último concepto, su ventaja sobre las otras soluciones es la de estar en perfecto acuerdo con las necesidades efectivas de la práctica, en la cual encontramos

realmente los dos grados de urgencia á los cuales responde. Desde el punto de vista económico, se debe evitar el sostener la presión en un colector si la seguridad inmediata se encuentra asegurada por otra parte; desde el punto de vista de la seguridad, es necesario poder utilizar del modo más general posible los recambios entre las unidades generatrices de cuya instalación total se dispone.

El fraccionamiento de la fábrica permitirá sobre todo satisfacer económicamente á las variaciones periódicas del horario anual; las del horario diario podrán justificar la adopción de unidades de potencias desiguales, sirviendo las menos potentes de transición entre dos estados de régimen consecutivos.

En general, la tendencia es más bien de preconizar el empleo de unidades del mismo tipo, pero este es un principio al cual no hay que atribuir más importancia de la debida. No sólo no hay seria razón que se oponga al empleo de unidades diferentes, sino que, por el contrario, este empleo presentará frecuentemente, en las fábricas de alumbrado, un evidente interés económico.—O.

(Se continuará.)

LOS PUERTOS DE HAMBURGO, AMBERES

Y VARIOS OTROS DE EUROPA

POR EL INGENIERO GUIDO JACOBACCI

(CONCLUSIÓN)

PUERTO DE AMBERES

Los carros de esta clase circulan en el puerto y alrededores en grandísimo número, transportando mercaderías desde los galpones á la ciudad ó á los depósitos ó estaciones y viceversa. Si al terminarse las horas de trabajo, la carga ó descarga de un carro que se halla en el interior de un galpón no está terminada, se quitan los caballos y se deja el carro para concluir la operación en el día ó en las horas siguientes.

Los caballos que se usan para la tracción son de razas especiales para tiro, y de ellos se ven hermosísimos ejemplares. Generalmente se atan por yuntas, pero se ven también chatas arrastradas por un solo caballo, atado á la izquierda de la lanza. El conductor generalmente no está sobre el vehículo, sino que lo acompaña á pie y á la izquierda, manejando desde allí los caballos. Un detalle curioso es el modo de manejar, que no se hace en la forma ordinariamente acostumbrada. El caballo de la derecha no tiene rienda ninguna; está simplemente atado á la lanza y al balancín, y obedece en sus movimientos al compañero. El caballo de la izquierda es el que guía: lleva unas riendas cortas, reunidas sobre el lomo y atadas á una larga cordezuela que el conductor tiene en su mano para manejar. Una sacudida inicial pone en movimiento los caballos, los que se hacen doblar á la izquierda tirando la cordezuela ó á la derecha sacudiéndola repetidamente.

Los carros son de estructura algo tosca y el material empleado en su construcción es la madera, usándose el hierro para los ejes y para las piezas de unión y refuerzo. No tienen resortes, y, por lo tanto, su circulación es bastante perjudicial para los adoquinados. Sin embargo, existen también carros con resortes, cuya plataforma queda á una

altura muy poco mayor que en los otros; en ellos el material de hierro tiene mayor importancia, especialmente en la construcción de los largueros y de la parte delantera.

Los carros descritos son eminentemente prácticos, y su forma está lógicamente de acuerdo con el tipo de galpones, accesibles á los carros y desprovistos de planchadas. La colocación de las mercaderías en ellos es muy fácil, debido al desnivel mínimo á superar, y la estabilidad es excepcional, gracias á la ancha base ofrecida por las ruedas y á la escasa altura del baricentro.

Otros vehículos contruídos con idénticos criterios están en uso en el puerto, limitadamente á los muelles cubiertos y descubiertos y á las zonas de descarga. Algunos son de cuatro ruedas bajas, algo parecidos á los descritos, provistos de una corta lanza para tracción á mano ó por medio de un caballo. Sus plataformas tienen un metro de ancho por 3,50 de largo y se hallan á 0,60 metros arriba del piso. Otros, para pesos menores, son todavía más bajos; tienen dos ruedas de poco más de un metro con ejes doblados y dos varas para la tracción á mano.

Datos estadísticos.

Para completar las noticias anteriores y formar ideas sobre la importancia y naturaleza del tráfico del puerto de Amberes, es necesario añadir algunos datos estadísticos.

El cuadro siguiente representa la proporción entre vapores y veleros y el tonelaje medio de ellos.

AÑOS	VELEROS ENTRADOS		VAPORES ENTRADOS		TOTAL	
	Número.	Ton. med. Tn. M.	Número.	Ton. med. Tn. M.	Número.	Ton. med. Tn. M.
1850.....	1.124	136	280	164	1.406	140
1860.....	2.137	158	410	283	2.547	177
1870.....	2.222	259	1.745	345	3.937	275
1880.....	1.317	356	3.158	660	4.475	570
1890.....	849	294	3.879	1.098	4.728	953
1900.....	571	487	4.843	1.330	5.414	1.240
1901.....	527	445	4.740	1.518	5.267	1.411
1902.....	488	585	5.230	1.556	5.718	1.473
1903.....	533	528	5.314	1.655	5.847	1.541
1904.....	531	501	5.401	1.687	5.932	1.606
1905.....	499	504	5.595	1.723	6.094	1.633
1906.....	528	485	5.980	1.775	6.503	1.667

De ese cuadro resulta que el número de buques de vela que hasta 1870 había ido aumentando y representaba en ese año el 55 por 100 del total, fué después disminuyendo en número y en proporción hasta reducirse á poco más del 8 por 100. El aumento del tonelaje medio fué muy limitado. Los vapores, al contrario, aumentaron rápidamente en número, en proporción y en tonelaje medio. Como consecuencia de la disminución de los veleros se nota esta particularidad, que desde 1870 á 1905 el tonelaje ha aumentado casi nueve veces, mientras el número de buques no ha alcanzado á duplicarse.

El movimiento de mercaderías habido en el puerto en los últimos años es el siguiente:

AÑOS	IMPORTACIÓN			EXPORTACIÓN		
	TONELADAS DE 1.000 KILOGRAMOS			TONELADAS DE 1.000 KILOGRAMOS		
	Por mar.	Por ríos y canales.	TOTAL	Por mar.	Por ríos y canales.	TOTAL
1901...	6.155.087	1.379.140	7.534.227	4.145.405	1.319.173	5.464.578
1902....	6.393.609	1.689.639	8.083.248	4.988.131	1.349.918	6.338.049
1903....	6.898.477	1.897.243	8.795.720	5.505.619	1.515.721	7.021.340
1904....	7.240.291	1.187.603	8.427.894	5.072.227	1.506.331	6.578.558
1905....	7.778.016	1.283.765	9.061.781	5.408.001	1.745.654	7.153.655
1906....	8.338.194	1.389.699	9.727.893	5.913.585	1.692.524	7.606.032

Comparando el peso de la mercadería importada y exportada por mar con el tonelaje de los buques entrados y salidos, resultan las siguientes proporciones:

Peso medio de mercaderías en kilogramo por tonelada de registro.

	AÑOS					
	1901	1902	1903	1904	1905	1906
Importación.....	824	762	760	772	789	773
Exportación.....	551	599	605	543	552	546
Total.....	1.375	1.3	1.365	1.315	1.341	1.319

Las mercaderías en importación se componen principalmente de cereales y derivados (30 por 100 del total), materias primas de origen animal y vegetal (28 por 100), carbones, asfalto y otros similares (18 por 100), maderas de construcción (6 por 100), metales (5 por 100), productos químicos, drogas, cueros, guanos, artículos manufacturados y varios (13 por 100); las exportaciones principales son: materiales metálicos (31 por 100), carbones (14 por 100), minerales brutos (13 por 100), cereales y derivados (7 por 100), vidrios y lozas (7 por 100), productos químicos, colores y azúcar (5 por 100), papel, máquinas, maderas, productos alimenticios y varios (23 por 100).

Los buques que sirven este tráfico son en mayoría de nacionalidad inglesa; éstos representan el 53 por 100 por el número y el 49 á 50 por 100 por el tonelaje. Siguen después los buques alemanes, cuyo número y capacidad está en vía de aumento. Actualmente representan el 19 á 20 por 100 en número y 26 á 29 por 100 en el tonelaje. Lo restante se reparte entre buques de varias nacionalidades. La bandera belga figura sólo en 6 por 100, sea por número que por tonelaje. Los buques matriculados en Amberes son muy pocos; á principios de 1906 eran 73 con 117.550 toneladas de registro.

Para el tráfico fluvial se ha dado en otros puntos algunas noticias sobre la capacidad de las lanchas entradas al puerto y la cantidad de mercaderías transportadas. Por el número de lanchas y su capacidad media en toneladas de 1.000 kilogramos he aquí algunos datos suplementarios:

AÑOS	ENTRADAS				SALIDAS			
	LANCHAS CARG.		LANCHAS VACÍAS		LANCHAS CARG.		LANCHAS VACÍAS	
	Número.	Capacidad media 1.000 k.	Número.	Capacidad media 1.000 k.	Número.	Capacidad media 1.000 k.	Número.	Capacidad media 1.000 k.
1901	22.838	108	13.444	162	25.507	153	11.090	113
1902	28.864	112	12.044	177	23.374	169	11.222	117
1903	20.796	191	13.144	178	25.091	203	10.486	127
1904	21.255	199	14.822	187	26.220	212	9.558	126
1905	23.107	192	13.544	220	28.260	210	8.104	146
1906	22.759	199	15.930	195	28.115	213	9.622	141

El tráfico por vías férreas está representado por el siguiente cuadro:

AÑOS	MERCADERÍAS LLAGADAS Ó DESPACHADAS POR VÍA FÉRREA			Mercaderías exportadas ó imp. por mar.	Proporción del tráfico por vía férrea.
	Estación Bassins.	Estación Sud.	TOTALES		
	T. 1.000 kilgs.	T. 1.000 kilgs.	T. 1.000 kilgs.	T. 1.000 kilgs.	T. 1.000 kilgs.
1903	4.646.428	2.531.567	7.177.995	12.404.096	58.0 %
1904	4.500.465	2.609.866	7.209.331	12.312.518	58.5
1905	4.731.528	2.808.726	7.630.254	13.186.017	58.0

El tráfico por vía férrea representa, pues, la importante proporción de 58 por 100 del tráfico marítimo.

Obras y proyectos de ensanche.

Un capítulo de especial interés es el de las obras en ejecución y en proyecto para el ensanche del puerto de Amberes. Como sucede en casi todos los puertos de mucha importancia, las instalaciones de Amberes han resultado siempre escasas para los pedidos. Al terminarse una nueva obra se sentía ya la necesidad de un ensanche ulterior, así que la cuestión de agrandar el puerto ha quedado permanentemente á la orden del día durante una larga serie de años.

Desde la época en que se construían los diques Américo y Lefebvre (1883-1887) se previó la construcción de nuevos diques al otro lado de este último, en cuyo muro Norte se había dejado á ese efecto una abertura (poco más al Oeste de la actual entrada á los diques intercalares), provisionalmente servida por un falso muelle de madera. Por otra parte los dos diques mencionados ofrecían á la navegación un calado de 9,10 metros, que en la práctica resultaba inútil, pues la entrada á dichos diques debía hacerse por la esclusa del Katendijk, que presenta una profundidad de sólo 7,60 metros en aguas altas ordinarias.

Naturalmente, para dar entrada á esos diques profundos se había proyectado una esclusa en condiciones correspondientes de calado y ésta desembocaba al fondo de la ensenada existente en el dique Lefebvre, enfrente á la abertura dejada en el muro Norte. En 1893 se dió principio á la construcción de dicha esclusa, pero los trabajos quedaron dificultados por las enormes filtraciones que se encontraron, alimentadas por el agua embalsada en los diques. Éstas

fueron aumentando y llegaron un día á invadir repentinamente las excavaciones, obligando á suspender la obra.

El canal de entrada tendrá un ancho de 52,50 metros en su primera parte y de 90 metros en la sucesiva. La primera dimensión se ha calculado para poder colocar eventualmente un pilar en el centro para el puente movable. El ancho de los diques será de 180 metros para el de la derecha y 250 para el otro. La superficie total de agua, incluso el canal, será de 278.680 metros cuadrados, y la de los muelles destinados á su servicio alcanza á 70 hectáreas.

El desarrollo de las riberas será de 3.410 metros, de que una parte será en talud, con ó sin muelles de madera. Este arreglo se adoptará especialmente al fondo del dique grande, que deberá más tarde prolongarse para los ensanches proyectados. En esa parte se establecerán muelles de madera y asimismo ocho muelles avanzados del mismo material, que darán un mayor desarrollo de 960 metros.

Los muelles de los nuevos diques serán dotados de vías, galpones y grúas y se construirá para su servicio una nueva usina hidroeléctrica y un gran depósito de mercaderías.

Estas obras se construyen á expensas de la Municipalidad, y el costo previsto para ellas no bajará de 4 millones y medio de pesos oro. La esclusa está calculada en 1.400.000 pesos, y los diques, sin el utillaje, en 2 millones. Una vez que estas construcciones estén terminadas, la superficie de aguas en el puerto, el desarrollo de muelles y el área de galpones quedarán modificados como sigue:

INDICACIONES	Superficie de agua. — Hectáreas.	Largo de muros y taludes. — Metros	Superficie de galpones. — M ²
Diques marítimos existentes.....	62,61	10.920	175.550
Disminución en el dique Lefebvre.....	3,33	220	—
Quedan.....	59,28	10.700	175.550
Nuevos diques marítimos.....	27,87	3.410	204.650
Totales en los diques.....	87,15	14.110	385.200
Escalda.....	82,50	5.500	189.300
Totales marítimos.....	169,65	19.610	569.500
Diques fluviales.....	5,90	2.660	—
Totales.....	175,55	22.270	569.500

Durante la construcción de las obras ahora indicadas continuó discutiéndose la cuestión de los futuros ensanches, para los cuales parece haberse formado una cierta concordanza de opinión. Desde tiempo estaba reconocida por todos la necesidad de proceder á las extensiones, no por medio de proyectos parciales que tuviesen en vista sólo las necesidades del momento, sino por medio de un plan general, orgánico, que permitiera un aumento, por decirlo así, indefinido.

Una vez que las obras en proyecto hayan sido construídas, la superficie de agua, desarrollo de muelles, etc., del puerto comercial quedarán fijados como se indica á continuación:

INDICACIONES	Superficie de agua. — Hectáreas.	Largo de muros y taludes. — Metros.	Superficie de galpones. — Metros.
Diques marítimos, incluso intercalares.	87,15	14.110	380.200
Disminución: diques América, Lefebvre é intercalares.....	8,23	2.105	»
Quedan.....	78,92	12.005	380.200
Nuevos diques proyectados.....	301,96	30.660	1.196.600
Totales en los diques.....	470,88	42.665	1.576.800
Escalda: existentes. { 150 m ² de agua..	82,50	5.500	189.300
Idem proyectados.. { x ml. de muelle..	129,00	8.600	610.600
Totales marítimos.....	682,38	56.765	2.376.700
Diques fluviales existentes.....	5,90	2.660	»
Idem id. proyectados.....	16,50	2.200	»
Totales.....	704,78	61.625	6.730.730

SISTEMAS DE VENTA DE LA ENERGIA ELECTRICA (1)

Hasta el presente se han basado los autores principalmente en consideraciones técnicas para estudiar los elementos de la tarificación; sin dejar de prestar atención á estas consideraciones, trataré el asunto, sobre todo, desde el punto de vista práctico, fundándome en los resultados de explotación comercial que da la experiencia.

Consideraciones generales acerca de las tarifas.

Condiciones de una buena tarifa.—Antes de pasar revista á las bases de la tarificación y á los diversos sistemas de tarifas que resultan, nos limitaremos á precisar las condiciones que hay que tratar de dar á estas tarifas. Estas condiciones han sido ya descritas en multitud de artículos, y los autores están sensiblemente de acuerdo en este punto. Son las siguientes:

I. La sencillez que tiene, entre otras ventajas, la de disminuir el trabajo del personal encargado de la redacción de los contratos y de extender las facturas.

II. La claridad que permite al público comprender fácilmente la tarifa (lo cual aumenta su confianza) y comprobar él mismo sus facturas sin dificultad.

III. La equidad. Se trata de no hacer, sin motivos poderosos, contratos especiales con ciertos abonados. Si una Sociedad emplea simultáneamente diversos modelos de tarifas, es necesario que clientes que estén en condiciones análogas puedan obtener, si lo desean, tarifas idénticas. Es preciso no dar lugar á cuestiones justificadas, á las críticas y al descontento de la clientela.

IV. Una buena tarifa debe evitar toda inspección inqui-

(1) De la traducción hecha por *Ingeniería* de la parte más importante de la Memoria presentada por M. Lucien George al Congreso de electricidad de Marsella.

sitorial á los abonados, sobre todo, en el caso de instalaciones de alumbrado, que exigen un gran número de aparatos, y tienen que verificarse á menudo en departamentos privados, donde las investigaciones llegan á ser en seguida molestas y vejatorias.

Una tarifa que estuviese con arreglo á las bases de la tarificación y que presentase además todos estos caracteres, sería el ideal, pero es irrealizable. Nos vemos obligados, pues, á abandonar, en cierto modo, alguna de estas condiciones. Hay tantos elementos, á veces contradictorios, que considerar para establecer una tarifa, que sería un sueño pretender obtener una fórmula que se ajustase al mismo tiempo á todas las condiciones mencionadas. Buscaremos un sistema de venta tan sencillo como sea posible, rigurosamente equitativo y singularmente fácil de asimilar por la clientela.

Bases de la tarificación.—Para este objeto nada mejor que reproducir la definición de M. G. Siegel (cuya obra ha sido traducida al francés por MM. R. Ellisen y S. Allain-Launay):

«Las tarifas deben ser establecidas para el beneficio común del productor y del consumidor. Para satisfacer al mismo tiempo los intereses de ambas partes, es por lo que precisa conocer, á la vez que las múltiples condiciones que rigen la producción de la energía eléctrica, las condiciones económicas de la venta.

«El precio de un objeto, en general, resulta de las apreciaciones recíprocas del vendedor y del comprador. Estas apreciaciones determinan para el vendedor la oferta y para el comprador la demanda.

«Estas son, según la expresión de M. Lauriol, el precio de costo y el servicio prestado.»

Por consiguiente, el problema de la tarificación consiste en pesar todos los factores, tanto económicos como técnicos, que influyen, por una parte, sobre el empleo, y por otra sobre la producción de energía eléctrica, y en tener en cuenta, conforme á su importancia relativa, cada uno de estos factores.

Precio de costo.—Sin tratar de establecer científicamente todos los elementos del precio de costo (lo que por lo demás ha sido ya muy bien expuesto en las obras citadas), clasificaremos solamente estos elementos en tres categorías:

1.^a Gastos generales constantes.—Son aquellos á los cuales da lugar todo abonado por el hecho sólo de serlo, cualquiera que sea la potencia de su instalación y la importancia de su consumo: gastos de establecimiento de facturas, de operaciones de caja; instalación, etc., de contadores, de inspección de los mismos y gastos generales diversos.

2.^a Gastos fijos variables con el abonado y proporcionales á la potencia instalada.—Son aquellos que corresponden al establecimiento de la parte de fábrica teóricamente destinada al servicio de este abonado; al aumento de *feeders*, de acometidas, de transformadores (en alterna); conservación de las máquinas y canalizaciones, mantener las calderas á presión, gastos de personal, etc.

3.^a Gastos que son función del consumo.—Son los gastos de producción propiamente dichos.

Todo productor deberá tener en cuenta estas tres categorías de elementos. En principio, el precio de la corriente deberá ser suficientemente remunerador para cubrir la suma de estos gastos.

Se ocupará también, tanto como sea posible, de la influencia del consumo y del modo de consumir sobre estos

elementos del precio de costo. Para los pequeños abonados, á pesar de tener en cuenta esta influencia, será inútil calcular para cada uno de ellos el valor real del precio de costo, porque las variaciones en los gastos fijos, variables con el abonado, conducirían á diferencias inadmisibles en los precios de venta. Para los grandes abonados, el precio de venta es más pequeño, y deberá permanecer superior al precio de costo calculado, según los gastos de amortización del material, pero no comprendiendo más que una fracción mínima de gastos generales, pues el valor de aquéllos por kilovatio hora vendido, se reduce considerablemente por la importancia del consumo.

Por otra parte, los gastos de producción mismos por kilovatio-hora sufren igual influencia.

Abonados accidentales. En lo que concierne al precio de costo, tenemos que decir algunas palabras acerca de la influencia de los abonados, para cuyo consumo no se ha podido entrar más como auxiliar ó reserva de energía. Lo dividiremos en dos clases: en pequeña y gran escala.

Podremos admitir que los primeros sean bastante numerosos para que estos consumos excepcionales no se superpongan, y sean equivalentes al consumo regular de uno solo de ellos de consumo continuo. Así, cada uno no necesita aumento de la central ó de las canalizaciones principales, pero da lugar á gastos fijos de la segunda categoría del precio de costo, que para los pequeños abonados tienen una importancia apreciable.

No sucede lo mismo con los consumidores en gran escala. Aun suponiendo que estos consumos excepcionales no se superpongan (lo que no ocurrirá, puesto que son bastante raros para que les pueda ser aplicable la ley del gran número), su densidad será demasiado pequeña sobre toda la extensión de la red para no necesitar canalizaciones especiales para cada uno de ellos.

Además, en el caso de corriente alterna habrá que crear un puesto para los grandes abonados ó en su proximidad. De aquí resultarán gastos de establecimiento importantes, en relación con los cuales serán despreciables los gastos fijos constantes. Un remedio parcial, en el caso citado, consiste en suministrarlos corriente á alta tensión, lo que hace quede á su cargo el gasto en vacío de los transformadores que pueden reducir, no dejando inútilmente estos transformadores en circuito.

Así, estos abonados accidentales, los unos por una razón, los otros por otra, no son de desear al principio; y si por ello no se les imponen tarifas sensiblemente más elevadas, es no por un cálculo del precio de costo, sino por un razonamiento puramente comercial. Hay la esperanza y la fundada probabilidad de ver aumentar la importancia de su consumo hasta el punto de que puedan convertirse de abonados accidentales en abonados definitivos.

Servicio prestado.—Existiendo un cierto número de consumidores de la misma importancia, los unos exigen á la electricidad condiciones de comodidad, de limpieza, de seguridad, de lujo, etc.; otros, á pesar de reconocer sus numerosas ventajas, desean, como cualidad primordial, la baratura, y no consentirán en utilizar la energía eléctrica más que á condición de pagarla á menor precio que las otras, sea que puedan producirla ellos mismos en condiciones bastante buenas, sea que puedan reemplazarla por un agente de diferente naturaleza.

Vender, según el precio de costo únicamente, con un mismo tanto por ciento de beneficio, sin tener en cuenta el

servicio prestado, sería ilógico; por una parte, esto sería ceder una fracción de la corriente producida á un precio inferior al que los abonados son susceptibles de aceptar, es decir, renunciar *motu proprio* á una fuente de ingresos. Ejemplo: los abonados de verano, para los cuales se puede mantener y aun aumentar la tarifa de invierno, etc. Por otro lado, sería perder una parte de los abonados; aquellos para quienes la tarifa establecida, según todos los elementos del precio de costo fuese mayor á lo que les conviene, cuando contentándose con un beneficio menor se podría establecer una tarifa inferior al precio que les conviniera.

En resumen, tanto como el precio de costo interviene el servicio prestado en la venta de energía eléctrica, y justifica las diferencias de precio en condiciones diversas, que vamos á examinar en los párrafos siguientes.

Clasificación de las tarifas.

Vamos á examinar ahora los diferentes procedimientos de establecer una tarifa que no sea uniforme para todos los consumidores, cualesquiera que sean las condiciones en que se encuentren.

Antes, estos procedimientos se dejaban en completa libertad á elección del explotador, pero un factor nuevo ha intervenido: la ley de 15 de Junio de 1906 (1), sobre distribuciones de energía eléctrica, ha previsto la creación de un pliego de cargas tipo, que acaba de ser aprobado en Consejo de Estado, y del cual transcribimos el siguiente artículo (artículo 6.º):

«Si el concesionario rebaja para ciertos abonados el precio de venta de la energía para el alumbrado, con ó sin condiciones, por debajo de los límites fijados en la tarifa máxima, estará obligado á hacer las mismas reducciones á todos los abonados que estén en iguales condiciones de potencia, horario, consumo, utilización y duración del abono.

En resumen, es una condición de equidad que no se aplica á las concesiones antiguas, pero que es obligatoria para las nuevas.

Actualmente, las rebajas sobre las tarifas máximas pueden dividirse en dos clases muy diferentes:

A) Rebajas que dan lugar á tarifas tales, que el abono hecho por el cliente es rigurosamente función de su consumo.

B) Rebajas que dan lugar á tarifas tales, que el abono es independiente del consumo, ó no depende de él más que indirectamente.

Las primeras se aplican casi exclusivamente por las fábricas donde se emplea combustible; las segundas, más generalmente por las fábricas hidráulicas.

(1) Se refiere á la ley francesa.—(N. del T.).

I.—Rebajas según la naturaleza de los aparatos en que se utiliza.

Ventajas.—Luz y fuerza motriz.—Hay la costumbre de vender más cara la energía eléctrica destinada al alumbrado que la destinada á fuerza motriz. He aquí las consideraciones que motivan esa diferencia.

Se admite que los consumos de energía bajo forma de fuerza motriz son mucho mayores que los de alumbrado.

Se hacen de una manera más regular, no solamente durante las horas del pico de la curva, sino también durante el resto del tiempo. La duración de empleo medio de los motores es, pues, más grande que la de las lámparas. Por estas tres razones, el precio de costo de la corriente para fuerza será inferior al precio de costo de la corriente para luz.

Estas consideraciones, aunque bastante exactas de ordinario, no lo son de un modo tan general que justifique la aplicación de una tarifa basada en ellas.

La noción del servicio prestado, únicamente justifica plenamente el establecimiento de este género de rebajas. En efecto, los consumidores atribuyen á la energía eléctrica un valor más alto cuando la emplean bajo la forma de luz que cuando la emplean como fuerza motriz. La luz eléctrica tiene múltiples ventajas sobre los demás sistemas de alumbrado. Sin olvidar que es un lujo necesario para multitud de particulares, ofrece, por su claridad, su facilidad de división, su seguridad contra incendios, su limpieza, etc., comodidades sobre las cuales es inútil insistir.

En tanto que como fuerza motriz, la electricidad encuentra mayor competencia. Se distingue, indudablemente, por el modo de transmisión, la puesta en marcha, los gastos de instalación, el espacio ocupado, etc.; pero algunas industrias que necesitan fuerza motriz, pueden tener ventaja en producir ellas mismas su energía. Esta concurrencia que encuentra la electricidad como fuerza motriz es tanto mayor cuanto que la fuerza motriz interviene generalmente en mayor proporción que la luz para el precio de costo de los consumidores industriales.

Por otra parte, la razón de esta diferencia ha sido ya comparada muy acertadamente á la de las tarifas de ferrocarriles y de correos. Estas tarifas, en efecto, son variables, las unas, según los diversos géneros para transportar, ó según la clase, en los viajeros; las otras, según la naturaleza de los envíos (cartas, impresos, etc.), puesto que el servicio prestado es diferente, aunque en todos los casos sea el mismo el trabajo requerido.

M. LUCIEN GEORGE,

Ingeniero de minas.

(Se continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

La tracción por corriente monofásica en los Estados Unidos.

M. René Martín, Ingeniero de Artes y Manufacturas, publica en la *Revue Electrique* del 30 de Mayo un estudio de conjunto acerca del estado actual de la tracción por corriente monofásica en los Estados Unidos; da un cuadro de las características de

veintiocho líneas ó redes que representan cerca de 1.600 kilómetros en total, y pasa revista á las líneas aéreas, las vías, los equipos de los coches, los motores, la transformación de la corriente primaria y, finalmente, el rendimiento del conjunto.

Las tensiones de 3.300 y 6.600 voltios son las más usadas con la frecuencia de 25; sin embargo, hay un acuerdo para admitir actualmente como preferible la frecuencia de 15.

Las líneas son generalmente de suspensión catenaria, y algunas veces doblemente catenaria. La toma de corriente se hace por perchas con troles ó por arcos articulados (pantógrafos), más cómodos por causa del gobierno mecánico de ellos, de las agujas, etc.

La regulación de la velocidad de los coches se hace regulando el voltaje en las bornas de los motores; la corriente primaria se transforma en el automotor en secundaria de voltaje, variable entre 200 y 500 voltios, y puede tener generalmente cinco valores intermedios que forman otras tantas velocidades de marcha. No hay reostato intercalado en los circuitos, salvo en el momento del paso de un diente á otro del transformador.

Se admite que el equipo de una línea de corriente monofásica cuesta 75 á 80 por 100 más de primer establecimiento, y 50 por 100 más de gastos de conservación que una línea de corriente continua de la misma potencia, de donde resulta que la ventaja está por parte de esta última en las líneas cortas de tráfico elevado y pasadas frecuentes.

Los motores son generalmente del tipo serie compensada, que tiene la ventaja de poder funcionar tan bien en las líneas de corriente continua que en las de corriente monofásica, que no es el caso del motor de repulsión. Estos motores y sus circuitos abastecedores son de baja tensión, condición ventajosa para la seguridad y la duración del equipo, mientras que el voltaje elevado de la línea de contacto hace económico el transporte de la corriente primaria desde la fábrica hasta los coches, sobre todo en las largas líneas.

Esta corriente primaria es frecuentemente trifásica y alimenta al mismo tiempo redes de luz y de energía; entonces, la línea monofásica se ramifica de una de las fases, ó cada sección alternativamente de cada una de las tres fases de la red primaria.

La corriente primaria monofásica es sólo ventajosa cuando ha de alimentar únicamente la red de tracción. En general, en estos diferentes casos, la corriente primaria sufre una primera reducción de voltaje en subestaciones repartidas sobre la red de tracción, y las líneas de contacto son de 6.000 voltios solamente, ó menos aún; el New-York, New-Haven, Hartford Railway tienen, sin embargo, una línea de contacto á 110.000 voltios, con 33 kilómetros de longitud.

El pago de los salarios por los métodos Halsey y Rowau combinados.

M. Galdmann analiza, en el *Iron Age* del 29 de Abril, una Memoria presentada á la National Metal Trades Association, sobre los diversos modos de pago de los salarios usados en los Estados Unidos y en Inglaterra.

El autor discute sucesivamente el pago por jornal y por tarea y los diversos sistemas de primas, tales como los de Taylor y de Ganut, de Emerson, de Halsey, de Weir y de Rowau; presenta un gráfico y un cuadro que permiten comparar las características de estos diferentes sistemas y concluye manifestando que el mejor sería una combinación de los sistemas Halsey con prima, que alcanza al 50 por 100 del tiempo economizado como hace Weir, y del sistema Rowau, en el cual el obrero que economiza n décimas del tiempo acordado para una tarea determinada, recibe por salario horario comprendiendo en él la prima

$$a + \frac{na}{10}, \text{ en la que } a \text{ designa el salario horario sin prima.}$$

Si se aplica esta regla á ejemplos, se ve que los precios de la hora aprobados en el sistema Halsey permanecen inferiores á los del sistema Rowau, en tanto que las economías de tiempo son inferiores al 50 por 100. Á esta tasa los salarios son los mismos, y más allá, cuando la economía de tiempo pasa del 50 por 100, los precios Halsey son superiores á los precios Rowau.

Así, tomando 1,25 pesetas como salario horario sin prima, se encuentra:

Para una economía de tiempo de $\frac{1}{10}$, para el salario horario con prima, 1,50 con el sistema Halsey y 1,60 con el sistema Rowau, en tanto que con una economía de tiempo de $\frac{7}{10}$ se tendrán respectivamente 2,70 y 2,10.

En el caso en que la economía es de $\frac{1}{10}$, los precios son los mismos en los dos sistemas, ó sea 1,85.

El autor propone, por lo tanto, aplicar el sistema Halsey, mientras la economía realizada por el obrero sobre el tiempo acordado permanece inferior al 50 por 100, y tomar, por el contrario, la tarifa Rowau siempre que esta economía sea excedida. Los intereses del patrón comprometidos en el sistema Halsey, por una excesiva actividad del obrero, son así defendidos, dejando, no obstante, á este último un salario remunerador en relación con su habilidad profesional.

Ensayos de locomotoras de aire comprimido en las minas del Kölner Bergwerks Verein.

Estos ensayos, que han dado al parecer excelentes resultados económicos, han sido efectuados con dos locomotoras de aire comprimido que circulan sobre la red subterránea y que se recargaban en las estaciones con ayuda de depósitos, subterráneos igualmente, alimentados por un compresor Compound instalado en el exterior y que da una presión de 100 kilogramos por centímetro cuadrado.

Las locomotoras llevan, sobre su bastidor, un depósito de aire de 1,650 m³ de capacidad, timbrado á 50 atmósferas y que suministra este aire á un depósito intermedio reductor de presión bajo una presión de 10 kilogramos.

Este depósito alimenta, á su vez, los cilindros motores en número de dos. Estos desarrollan una potencia que se puede hacer variar á voluntad entre 8 y 24 caballos, y la máquina puede remolcar de 40 á 50 berlinas cargadas en una pendiente de 1 por 300 á una velocidad de 9 kilómetros por hora. El depósito se recarga muy rápidamente por razón de la considerable diferencia que existe entre las presiones en el depósito fijo y en el de la locomotora.

La locomotora de aire comprimido ensayada, descrita en la *Zeits. der Ver. deutsch. Ingen.* del 27 de Marzo, no es más que 60 centímetros más larga que una locomotora eléctrica de la misma potencia, pero es notablemente menos alta.

Procedimiento de refrigeración de los motores de explosión por circulación de aire.

En los motores de automóviles y de aviación se busca cada vez más efectuar la refrigeración de las paredes de los cilindros exponiéndolas á una corriente de aire producida por un ventilador.

El *Automotor* del 8 de Mayo describe un nuevo medio de producir y utilizar esta corriente de aire que ha sido imaginada por M. Morgan. Consiste en crear una depresión en el interior de la envoltura de los cilindros y poner ésta en relación directa con la atmósfera por agujeros convenientemente colocados para producir el máximo efecto. La depresión en cuestión es producida por los gases de escape que atraviesan una especie de eyector que aspira el aire en esta envoltura.

El inventor cree que este nuevo modo de refrigeración permitirá realizar economías notables de carburante, haciendo posible el funcionamiento del motor á una temperatura media más elevada que la del agua hirviendo, pero el procedimiento no ha sido aún suficientemente ensayado para que se pueda desde ahora juzgar de su valor práctico.