

ensayos para que se declare aceptable la emulsión ensayada, y por otra parte al número de muestras que se deben tomar en los suministros, la Comisión entiende que tienen su lugar en las prescripciones de los pliegos de condiciones de los contratos.

d) La Comisión estima que los ensayos números 1 al 5 de los cuales ha aprobado los métodos, son muy apropiados, en el estado actual de la técnica de carreteras, para el examen de las emulsiones de betún, y muy particularmente para el examen de las emulsiones corrientemente empleadas para extensión superficial y sistemas de penetración. Hace constar, sin embargo, la conveniencia de proseguir las investigaciones para elaboración de nuevos métodos de ensayos complementarios, apropiados para medir otras características de las emulsiones, cuyo conocimiento es, o llegará a ser, reconocidamente útil.

Por otra parte, la Comisión reconoce descabale que se prosigan las investigaciones para determinación de métodos complementarios de ensayo, principalmente para clasificación de las emulsiones según su estabilidad, para medir la estabilidad a la ruptura de las emul-

siones fuertemente estabilizadas y para el examen de las emulsiones especialmente preparadas para obtener resistencia elevada a bajas temperaturas.

RESUMEN

Se ha dado un gran paso, indudablemente, para normalizar unos pocos ensayos que caractericen bien a las emulsiones bituminosas, y con ello se ha conseguido eliminar otros muchos, pues puede decirse que cada laboratorio tenía los suyos. Este resultado es de la mayor importancia, pues como siempre hay que estudiar además ciertas características del betún, resultaba laboriosísimo el examen de las emulsiones bituminosas.

En mi entender existe todavía un gran campo de investigación, pues aunque haya que aplicar sin reserva alguna los métodos acordados internacionalmente, somos varios los que opinamos que los ensayos son demasiados, por no existir ninguno que defina simultáneamente varias características y debe encontrarse, e indudablemente se encontrará.

Manuel AGUILAR,
Ingeniero de Caminos.

NOTAS DE UN VIAJE

La Central de Rybourg-Schwörstadt, en el Rin

En el viaje de ampliación de estudios para el que fui designado por la Escuela de Caminos al terminar mi carrera, he visitado numerosas Centrales hidroeléctricas extranjeras muy interesantes, algunas de las cuales me propongo dar a conocer a los lectores de la Revista, en unos cuantos artículos descriptivos, que luego reuniré en uno final, en el que, recogiendo mis impresiones, procuraré deducir enseñanzas que puedan ser útiles a los que se ocupan en estos asuntos.

La Central de Rybourg-Schwörstadt, de la que me ocuparé hoy, es la mayor de las Centrales en servicio del Rin superior. Pertenece a la Sociedad anónima "Kraftwerk Rybourg-Schwörstadt", fundada por cuatro Sociedades suizas y alemanas que, habiendo desembolsado cada una la cuarta parte del capital acciones y contribuyendo en la misma proporción a los gastos anuales de la explotación, tienen derecho a un reparto proporcional en la producción anual de energía.

Está situada esta Central a unos cinco kilómetros aguas arriba de Rheinfelden, y utiliza el desnivel existente en el Rin, entre Säckingen y el nivel de aguas arriba de la Central de Rhinfelden.

La presa y la casa de máquinas tiene en total una longitud de 240 m., cerrando por completo el lecho del río en toda su anchura y provocando una elevación de 12 m. en el nivel del mismo.

La Central, que está prevista para un caudal aprovechable de 1.000 m.³/seg. (caudal de seis meses del Rin); tiene cuatro grupos equipados con turbinas, con una capacidad media de absorción de 250 m.³/seg., desarrollando una potencia de 26 000 kW, con un salto de 11,9 m.

La potencia máxima total tiene lugar bajo un gasto de 1.000 m.³/seg. y 10,8 m. de salto, y es de unos 96 000 kW. En estiajes normales esta potencia se reduce a unos 37 000 kW. Con objeto de no aumentar los gastos de primer establecimiento con la instalación de un grupo especial de reserva, las máquinas han sido dimensionadas para absorber trabajando sobrecargadas 300 m.³/seg. De este modo, en caso de ave-

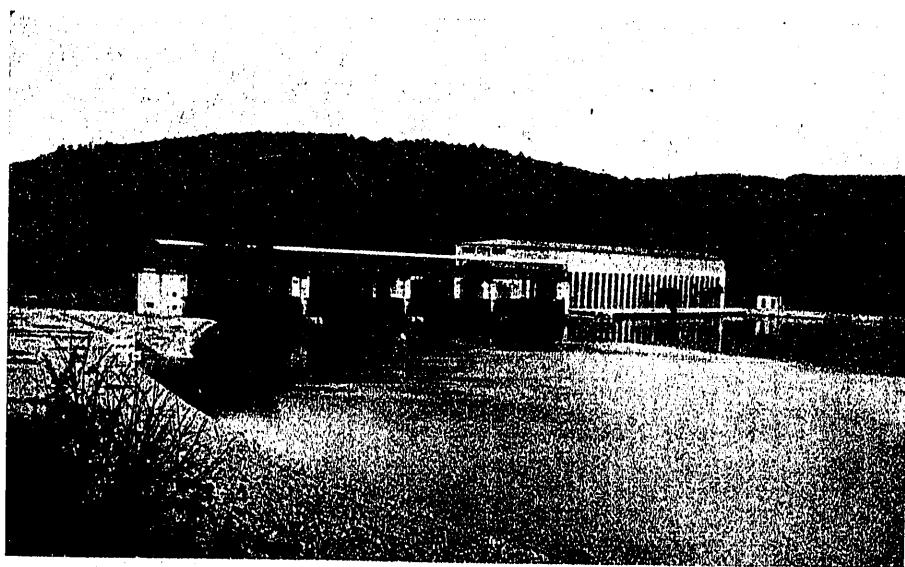


Fig. 1.ª. — Vista de la Central desde aguas arriba.

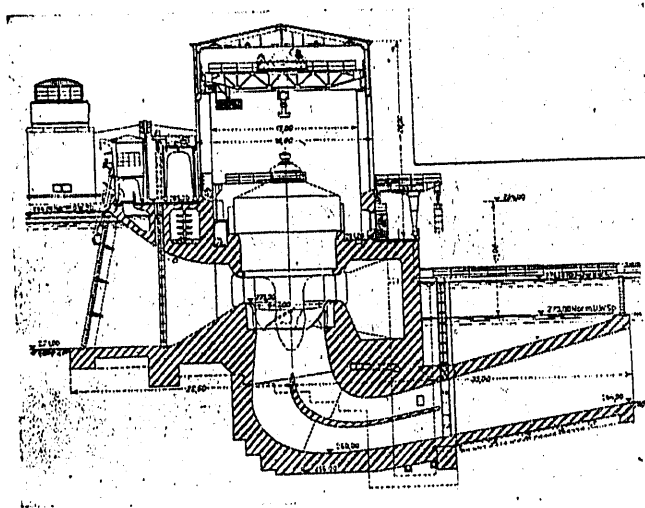


Fig. 2.ª. — Sección transversal de la casa de máquinas.

ría en un grupo, los tres restantes, con una pequeña baja en sus rendimientos, pueden utilizar 900 metros cúbicos por segundo, es decir, el 90 por 100 del caudal normal.

Los transformadores, estación de distribución y sala de mando están instalados en la orilla derecha del río, a unos 200 m. de la presa y casa de máquinas.

Presa y casa de máquinas. — La presa es móvil y tiene cuatro vanos cerrados por compuertas Stoney.

La luz de los vanos es de 24 m., y la altura, de 12 m. El ancho de las pilas es de 5 m.

Las compuertas están formadas por dos tableros metálicos. Los inferiores son del tipo normal, con dos vigas principales, que transmiten la presión del agua a las pilas por intermedio de trenes de rodillos, mientras que los superiores solamente tienen una viga principal superior, con trenes de rodillos. La presión del agua se transmite a esta viga por una serie de vigas auxiliares verticales, que se apoyan, por medio de rodillos, en el tablero inferior, al que transmiten también la presión del agua y sobre el que se deslizan.

En corte, este tablero superior tiene forma de gancho.

Los tornos de maniobra de las compuertas se encuentran situados sobre una pasarela metálica cubierta. Cada tablero de compuerta tiene un torno independiente.

Se ha previsto, además, una ataguía, compuesta de cuatro elementos de 3,2 m. de altura, para poder utilizar, indistintamente, aguas arriba de cualquiera de los cuatro vanos, en caso de avería de una compuerta. Cada uno de estos elementos reposa, mientras no es necesario su empleo, sobre los vanos de la presa, apoyando sus extremos sobre las cabezas de las pilas.

Para maniobrar la ataguía existe un puente-grúa de 75 t. que rueda sobre la pasarela.

En la infraestructura de la casa de máquinas (de hormigón, en su mayor parte fuertemente armado) se encuentran los vanos de entrada del agua, las cámaras espirales de las turbinas y los tubos de aspiración de las mismas. Sus dimensiones principales son: ancho total, 57,50 m.; largo, 110 m.; separación entre ejes de máquina, 27 m.

La sala de máquinas tiene 18 m. de ancho, 19 m. de alto y 116 m. de longitud. Está construida en hormigón armado hasta los carriles del puente-grúa. La cubierta está formada por cerchas metálicas y hormigón armado.

Se han dejado a través de la infraestructura y superestructura de la casa de máquinas tres juntas transversales, de manera que el conjunto de obra perteneciente a cada grupo forme un todo independiente de los demás.

En esta Central se han suprimido las compuertas de entrada a las cámaras aspiradoras de las turbinas, siendo normalmente el distribuidor de la turbina el que hace de vano de obturación.

Se han previsto, sin embargo, dispositivos de cierre de socorro, tanto aguas arriba a la entrada de las cámaras espirales, como aguas abajo en los tubos de aspiración, pudiéndose vaciar el agua que quede entre ellos por medio de bombas. Las rejillas a la entrada del agua se limpian con un aparato limpia-rejillas que circula a lo largo de una pasarela de servicio.

En la sala de máquinas existen dos puentes grúas de 150 toneladas cada uno que pueden funcionar acoplados mediante una viga horizontal.

Es interesante advertir que todos los trabajos de cimentación, tanto de la presa como de las máquinas, fueron ejecutados a cielo abierto empleando ataguías de hormigón que se construían sobre la roca calcárea que afloraba en casi todo el lecho del río. Solamente en un profundo cañón labrado en el centro del mismo se emplearon ataguías formadas por varias paredes de tablestacas Larsen, que se colocaban unas detrás de otras.

Los trabajos se empezaron en la primavera del año 1927, funcionando el primer grupo en octubre

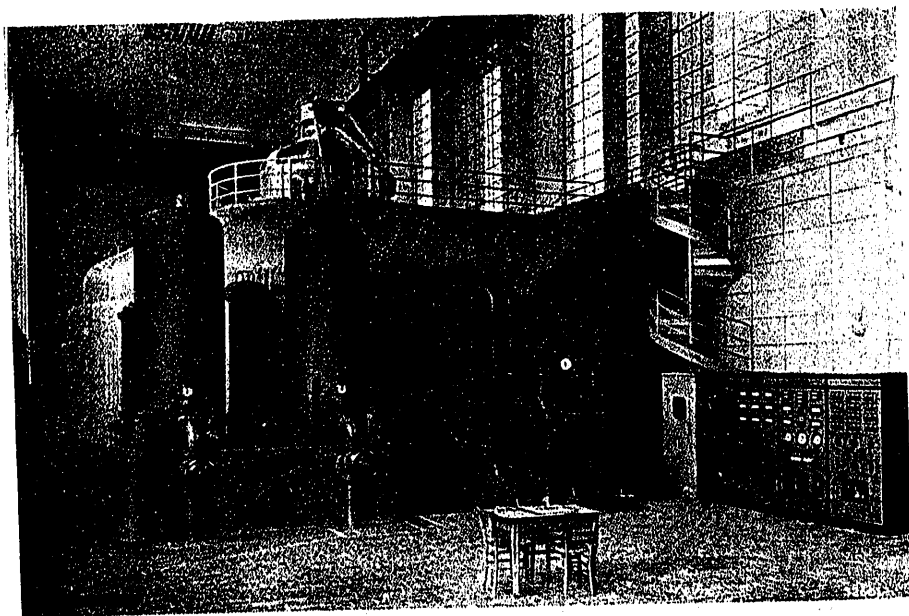


Fig. 3.ª. — Vista de un grupo de la Central.

de 1930. Los cuatro grupos trabajan desde agosto de 1931.

Turbinas y generadores. — Las cuatro turbinas de la central son idénticas: Kaplan de eje vertical y cámara espiral girando a razón de 75 r. p. m. La rueda motriz tiene un diámetro exterior de unos 7 m. y lleva cinco álabes movibles por aceite a presión al actuar sobre una palanca de regulación alojada en el árbol hueco de la turbina.

El distribuidor tiene 24 álabes movibles también por aceite a presión. Sin embargo, los sistemas de regulación del distribuidor y rueda motriz son completamente independientes, asegurando uno solo de ellos el servicio aunque el otro esté averiado.

Además, y puesto que no existe más sistema normal de cierre aguas arriba que el del distribuidor, se ha previsto el mecanismo de mando de los álabes de la rueda motriz de tal manera, que pueden cerrar en parte el paso del agua reduciendo el caudal de paso a $1/6$ del máximo. Con este caudal se pueden colocar las ataguías del aguas arriba de que hemos hablado.

La rueda motriz y la cubierta de la turbina, construidas en varias partes, pueden ser levantadas formando un solo bloque. El peso máximo a levantar es entonces de 280 toneladas.

La rangua que soporta todo el peso de la turbina y de la parte giratoria del generador, así como la presión hidráulica que actúa sobre la rueda motriz es del tipo de segmentos que produce automáticamente la presión de aceite necesaria para soportar el empuje máximo: unas 900 toneladas a plena carga.

Los generadores están directamente acoplados a las turbinas y tienen una potencia de 32 500 kVA, pudiendo llegar en sobrecarga continua a 35 000 kVA con $\cos \varphi = 0.7$. Generan corriente alterna trifásica a 10 500 V y 50 r. p. s. Los stators tienen un diámetro interior de 9,40 m. a fin de permitir el paso a través del mismo de la rueda de la turbina. Su diámetro exterior es de 11 m. sin la cubierta exterior de chapa. Con ella llega a 13,50 m. Su altura es de 8,80 metros sobre el piso de la sala de máquinas.

Estas dimensiones excepcionales han obligado a construir las piezas principales en varias partes. Así

la carcasse del stator ha sido dividida en ocho segmentos y se apoya sobre un anillo de fundación dividido también en ocho segmentos.

El rotor del generador consta de dos ruedas de acero fundido colocadas una sobre otra.

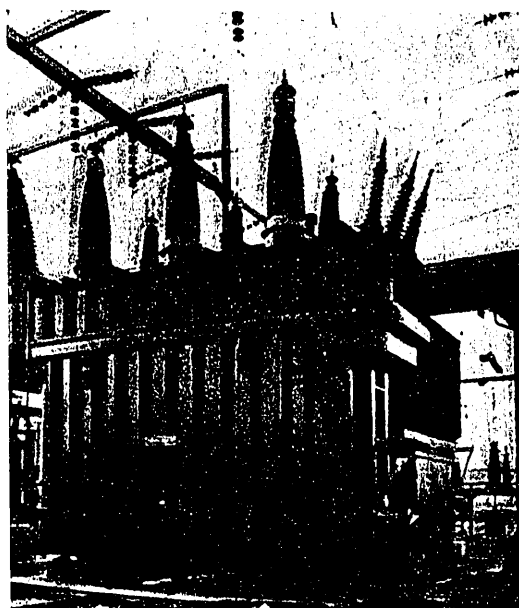


Fig. 5. — Transformador de 32 500 kVA de cuatro arrollamientos.

El árbol de acero forjado Siemens-Martin tiene un diámetro exterior variable de 750 mm. a 900 mm. y lleva en su parte inferior una brida de acoplamiento de 2.000 mm. Está hueco en toda su longitud pasando a través de este conducto de 360 mm. los tubos con el aceite a presión para la regulación de los álabes de la turbina.

El peso del árbol es de unas 30 toneladas y el del rotor completo de 260 toneladas, con un momento de giro G. D.² de 12 500 t./m.²

Los generadores están provistos de un cierto número de zapatas de freno movidas por aire comprimido que al actuar sobre un anillo fijo al rotor producen la parada del grupo en uno o dos minutos estando cerrado el distribuidor de la turbina. En caso de imposibilidad de cierre de éste, los frenos son capaces de parar el grupo siempre que se coloquen los álabes de la rueda motriz en posición de cierre máximo.

La ventilación de los generadores está asegurada por un juego de aletas de chapa fijadas a cada lado del rotor, que hace circular el aire por los conductos que deja la cubierta exterior de chapa.

Cada generador tiene su excitatriz independiente de una potencia de 370 kW montada sobre el eje del grupo, existiendo además, para mayor exactitud en la regulación, una excitatriz auxiliar que excita la excitatriz principal y que está montada en el interior de esta última.

El generador completo con sus accesorios pesa alrededor de 565 toneladas.

Transformadores e instalación de distribución.

La instalación de distribuidores está destinada a repartir entre los cuatro participantes y a la tensión requerida por cada uno la energía producida por la Cen-

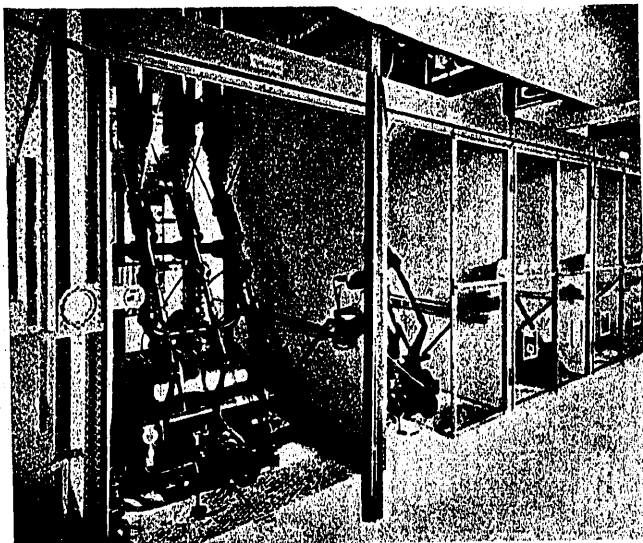


Fig. 4. — Interruptor de 10,5 kV de aire comprimido.

tral, así como a facilitar los intercambios de ella que puedan tener lugar.

En la época de mi visita (diciembre del 32) partían de la estación de distribución ocho líneas aéreas: dos a 45 kW, dos a 110 kW y cuatro a 135 kW. El proyecto completo comprende trece salidas de líneas.

Vamos a describir en líneas generales la estación de distribución.

La energía producida por los generadores se transporta por medio de cables y a la tensión de 10,5 kW a la estación de distribución alejada unos 200 m. de la Central.

Estos cables, colocados en un canal subterráneo sobre ménsulas de hormigón armado, son de un tipo especial trifásico para una tensión nominal de 15 kW. Está compuesto cada uno de tres cables de un conductor bajo plomo de 300 mm.² de sección de cobre, trenzados entre sí y cubiertos con una capa común de plomo y otra de acero. Están agrupados por grupos de cinco en paralelo para cada generador.

En servicio normal la energía producida por cada generador va directamente a las bornas de baja del transformador de cuatro arrollamientos correspondiente (del que luego hablaremos), pero existen barras ómnibus a 10,5 kW, a fin de poder acoplar las máquinas o de llevar la energía producida por un generador a uno cualquiera de los cuatro transformadores.

De estas barras parte también una salida para una resistencia hidráulica de carga de 30 000 kW.

La energía que parte de los devanados de alta de los transformadores se dirige a barras ómnibus dobles para cada una de las tensiones de 45 kW, 110 kW y 135 kW.

Las instalaciones a 10,5 kW están en un edificio donde se encuentran también el puesto de mando y algunos servicios auxiliares, mientras que los de 45, 110 y 135 kW están al aire libre.

La instalación a 10,5 kW comprende principalmente: barras ómnibus de 10,5 kW, cuatro interruptores de aceite para los generadores, uno para la resistencia hidráulica, cuatro de aire comprimido para los servicios auxiliares, transformadores de intensi-

dad y tensión para medida y celdas de conexión de cables.

Los servicios auxiliares están atendidos por ocho transformadores de 10,500/380-220 V, con capacidades variables entre 100 y 1 000 kVA, un transformador de 6,3/10,5 kW de 1 000 kVA y un auto-transformador de regulación.

Aparte hay una estación de distribución colocada entre la presa y la casa de máquinas con dos transformadores de 1 000 kVA para el servicio de motores y dos de 100 kVA para alumbrado y usos diversos.

Existe, además, una línea de 6,5 kW desde la central de Rheinfelden, un motor Diesel de 110 kW acoplado a un generador trifásico y una batería de acumuladores que se carga con un convertidor de mercurio aunque existe un grupo convertidor de reserva.

En la estación al aire libre se encuentran las barras ómnibus a las tres tensiones de distribución, los interruptores correspondientes a las salidas y transformadores principales, transformadores de intensidad, etc.

Los apoyos de la estación están formados por perfiles de acero de alma llena, lo que le da un aspecto muy claro y sencillo empleándose para la suspensión de los conductores aisladores cerámicos tipo Motor.

Los transformadores principales se han proyectado con cuatro arrollamientos a fin de poder suministrar la energía a las tres tensiones requeridas por los participantes, manteniéndose al mismo tiempo una unificación muy conveniente en toda la instalación. Su capacidad de 32 500 kVA, que pueden ser suministrados por cada arrollamiento y que puede llegar a 35 000 kVA en sobrecarga continua.

Las relaciones de transformación para marcha en vacío son: Primario, 10,5 kilowatios. Secundario, 48/116/145 con dos tomas a ± 5 por 100 en 116 y 145 kW.

Están provistos estos transformadores de una batería de refrigeración por circulación de aire a baja presión dividida en dos partes montadas separadas fuera del transformador y están protegidos por relays Buchhols y dispositivos diferenciales normales.

El peso de un transformador es de unas 200 toneladas.

Además de estos cuatro transformadores existen dos auto-transformadores de regulación con refrigeración natural por aire e interruptor de carga con mando a distancia, ambos para una potencia de paso de 32 500 kVA, sobrecargables hasta 35 000 kVA. Uno de ellos sirve para el acoplamiento de los participantes suizos y alemanes, así como para la regulación de las líneas a 110 ó 145 kW, y tiene una relación de transformación en vacío de kilowatios $145/145 \pm \pm 8 \times 2,84$ kW. El otro, previsto para la regulación de las líneas a 48 kW, tiene una relación de transformación de $48/48 \pm 10 \times 1,01$.

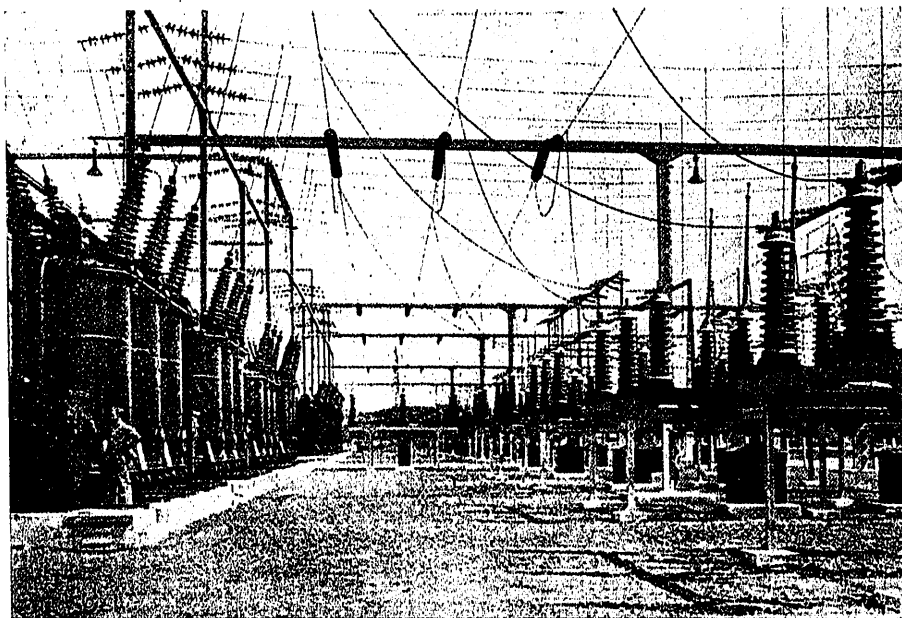


Fig. 6.ª. — Vista parcial de la instalación al aire libre.

Para terminar indicaremos también algo de la sala de mando de la central.

Se encuentra ésta situada en el piso superior de la parte central del edificio de distribución y sus dimensiones en planta son 14 × 22 m. Debajo de ella se encuentra el local de distribución de los cables, relays, dispositivos de señales, etc.

Los paneles de distribución y medida están dispuestos en forma de herradura. En el frente están los correspondientes a los aparatos de medida de los generadores y el esquema repetidor del conjunto de la instalación. Delante de ellos se encuentran los pupitres de mando de los generadores.

Los paneles correspondientes a las líneas forman los ramos laterales de la herradura.

En todos estos paneles se encuentran todos los aparatos indicadores mientras que los contadores están situados en el local de distribución de cables. Todos los contadores, excepto los que miden la energía producida por los generadores, son de doble tarifa.

Para evitar que los distintos relojes murales de contactos, de aparatos registradores, etc., pudieran in-

dicar diferencias de marcha, están accionados por un pequeño motor sincrónico montado en cada aparato. Todos estos motores están alimentados por un grupo motor generador común, cuya marcha correcta se mantiene por un regulador de precisión.

La comparación entre el tiempo marcado por los relojes y el tiempo astronómico se hace por medio de dos relojes provistos de dos agujas, una accionada por un regulador que indica el tiempo astronómico y la otra por un motor sincrónico.

Por último, indicaremos que en la Central existen tres grupos de instalaciones telefónicas completamente distintas.

El primer grupo sirve únicamente para las comunicaciones interiores de la central. El segundo pone en comunicación los puntos más importantes de la explotación utilizando las líneas de servicio oficial de teléfonos y el tercero está construido por las instalaciones de los participantes, utilizando cables subterráneos y teléfonos de alta frecuencia.

Fernando SALORIO,
Ingeniero de Caminos.

Comercio exterior y librecambio

Los dos artículos anteriores de esta serie¹ trataban de llamar la atención de sus lectores sobre el importante papel que en la economía contemporánea desempeñan dos elementos no siempre apreciados en su verdadero valor: inversiones de capital y tipo de interés. Varios hechos acaecidos en los últimos meses han reforzado y dado nueva actualidad a los puntos de vista allí expuestos.

En Alemania, Schacht ha establecido una radical disminución del tipo de interés devengado por los valores de renta fija; en los Estados Unidos se han dictado nuevas disposiciones encaminadas a estimular las inversiones de capital, y en Italia, los periódicos más representativos del régimen fascista, en un afán de acentuar tendencias ya recogidas por la legislación italiana², repiten día tras día que no se concibe la existencia de un programa corporativo sin una reglamentación del ahorro, mediante la cual el individuo no pueda dedicar su dinero más que a aquellas inversiones de capital que el Estado señale de acuerdo con sus programas nacionales.

Todo ello justificaría nuevos comentarios sobre los mismos temas. Pero ocurre que en España la actualidad económica se ha concentrado sobre otra cuestión: la del comercio exterior, cuyas manifestaciones, hasta ahora, se reflejan en problemas monetarios. Es posible que en el momento de publicarse estas líneas ya estén resueltas o aminoradas las crecientes dificultades con que tropieza nuestro Centro Oficial de Contratación de Moneda para adquirir las divisas extranjeras exigidas por nuestro comercio de importación; pero sea cual sea la solución adoptada, y aun-

que la oportuna coincidencia de dificultades económicas de otros países o el alza del precio de la plata provocada por Roosevelt llegaran a permitir que la situación actual se liquidara sin recurrir apreciablemente a nuestras reservas de oro y sin una depreciación de la peseta, siempre subsistiría en pie el hecho de que en los últimos años España ha precisado, para mantener sus importaciones, apoyarse en las reservas de metales preciosos acumulados en el país.

Nos encontramos, por tanto, en una situación económica inestable. Es necesario corregirla buscando el equilibrio por una restricción de las importaciones, un aumento de las exportaciones, una inversión de capitales extranjeros en España, o bien por una combinación de estos tres factores, de los cuales sólo el primero puede producirse por propia determinación nacional y sin exigir la colaboración de otros países. El aumento de las exportaciones tropieza con las exigencias de la política nacionalista que domina en el mundo entero, y las inversiones de capital extranjero, además de plantear problemas ya examinados en artículos anteriores para las inversiones de capital en general, suscitan el también muy importante del pago futuro a los capitalistas extranjeros, y en el extranjero, de los intereses o beneficios devengados.

Se aproxima una época en la que España necesariamente habrá de decidir una política en materia de comercio exterior, y con este motivo, como siempre y en todas partes ha ocurrido, se discutirá con apasionamiento acerca de librecambio, autarquía y nacionalismo. En un extremo estarán los que aseguran que la crisis actual tan sólo se debe a las restricciones impuestas al comercio internacional y que en lo que a España se refiere, resulta preciso desmantelar fábricas, parar minas y anular industrias en actividad, pues con ello se favorecerá la exportación de nuestra producción agrícola. En el otro extremo formarán sus filas los que creen que España debe basarse a sí misma y consumir tan sólo lo que en ella

¹ Publicados en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, I.º de abril de 1934, pág. 126, y 15 de noviembre de 1934, pág. 413.

² Por ejemplo, en la ley que regula la creación de nuevas industrias y establece normas para las amortizaciones y nuevas emisiones de capital. También puede considerarse como expresión de los mismos principios generales el funcionamiento del *Istituto per la Ricostruzione Industriale*.