

motores han de variar de velocidad entre límites muy separados, han de arrancar y de parar con mucha frecuencia y han de poseer una gran aceleración, como sucede, por ejemplo, en los motores para grúas. En estos casos los generadores deben poseer reguladores muy sensibles para mantener constante la intensidad de la corriente, á pesar de las variaciones bruscas de la carga.

La marcha de los electromotores se regula con la posición de las escobillas exclusivamente. Cuando la parada dura bastante tiempo, se ponen aquéllos en corto circuito para evitar el calentamiento inútil de los devanados. El enfrenado se hace también con el movimiento de las escobillas, funcionando los motores como generadores.

Por el funcionamiento sencillo y seguro, así como por la facilidad que para arrancar y parar poseen las instalaciones con distribución en serie, son muchas veces preferibles á cualquier otro sistema, tanto, que si es conveniente el sistema trifásico para llevar la mayor parte del servicio correspondiente á una localidad, podría ofrecer ventajas la instalación de una línea especial dispuesta, según el sistema serie, para servir las grúas, máquinas de extracción y otras análogas.

En resumen, las ventajas que ofrece el sistema serie con corriente continua son:

1. Posibilidad de hacer transportes de energía eléctrica á distancias mucho mayores que con corrientes alternas, sobre todo cuando los conductores han de ir enterrados.
 2. Aparatos sencillos para la conmutación y regulación.
 3. Funcionamiento sin dificultades de varias estaciones en serie con la misma carga, de manera que las de mejor rendimiento trabajen con continuidad y las que le tengan pequeño durante las máximas de la carga.
 4. La uniformidad de la sección de los conductores permite aumentar el número de estaciones sin sustituir aquéllos, intercalando los nuevos generadores en los puntos de la línea que se juzgue convenientes.
 5. Perfecta regulación de los subgeneradores cuando las cargas son químicas y están distantes.
 6. Buen rendimiento cuando los motores son turbinas hidráulicas, cuya altura de agua es muy variable.
- Á M. Thury se debe que el sistema serie de distribución de energía eléctrica con corriente continua haya salido del período experimental, así como los grandes perfeccionamientos introducidos en la construcción de los generadores y motores para trabajar á voltajes altos, que pueden ser aún mucho mayores, según ha demostrado él mismo. Aunque las máquinas hasta ahora construidas son de potencia relativamente pequeña, los ensayos hechos enseñan que se pueden construir de potencia mucho mayor, sin que las dificultades que pueda ofrecer su funcionamiento sean mayores que las correspondientes á los alternadores.—Ω.

PUERTO DE SAINT-NAZAIRE

NUEVA ENTRADA

Hasta estos últimos tiempos, la entrada del puerto Saint-Nazaire se hacía por un canal situado perpendicularmente á la dirección del Loire, que desembocaba al lado del viejo fondeadero construido en 1856 y comunicaba por una ancha esclusa con el de Penhoët, mucho más espacioso.

Las maniobras de entrada y salida de los barcos era siempre peligrosa á causa de la constante presencia de corrientes transversales y de la poca profundidad de los accesos al canal, situado frente á un banco de roca, separado solamente de la costa 3^m,20; no podían, pues, maniobrar más que en alta mar.

Por otra parte, los fondeaderos estaban frecuentemente en co-

municación con las aguas del Loire, lo que no permitía mantener su nivel constante, y, sobre todo, evitar su relleno por las aguas de lluvia, muy cargadas de sedimentos.

Se resolvió modificar la entrada de los fondeaderos de manera que pudiese darse paso á todas las horas del día á barcos de todos los tonelajes, y para esto fué menester dar mayor profundidad al canal y aislarlo de las aguas del Loire.

De la clase de trabajos ejecutados con este objeto encontramos noticias muy completas en el *Genie Civil* (número del 20 de Octubre de 1906).

La nueva entrada está situada en el eje de las dársenas y paralelamente á la dirección del Loire; funciona por medio de una esclusa de grandes dimensiones, cuyas salidas tienen la cota — 6 metros, ó sea á 2^m,70 debajo de la antigua entrada. Teniendo el nivel de las aguas muertas en los altos mares + 4 metros de cota, se dispone en cada marea de una altura de agua de 10 metros sobre las salidas de la esclusa.

El fondo de los fondeaderos, como es de rocas, se ha realizado el mismo calado en la entrada, elevando la flotación por medio de agua tomada en el Loire, y á este efecto se ha hecho uso de una máquina elevadora.

Á grandes líneas, la nueva entrada tiene un antepuerto de 507^m,50 de longitud total, limitado por dos escolleras convergentes, cuya separación media es de 265 metros.

La boca de entrada, comprendida entre los muros extremos, tiene una longitud de 120 metros y está ligeramente vuelta hacia el Este, de manera que está abrigada del oleaje y de los grandes vientos del Oeste. La escollera Oeste presenta desde luego cerca del muro extremo algunas arcadas, que permiten establecer un pronto equilibrio entre las aguas del antepuerto y las que vienen de lejos. El fondo del antepuerto está á 6 metros debajo del nivel de las mareas más bajas y tiene dos rompeolas en pendiente suave, sobre las cuales se amortigua la ola, sin que ninguna resaca peligrosa pueda producirse. Pilares de mampostería colocados al pie de los rompeolas limitan el canal.

La nueva esclusa, de 228^m,75 de longitud y de 30 metros de anchura, desemboca en el fondo del antepuerto y en el eje de las dársenas. Las dos paredes laterales de la esclusa están puestas en comunicación por dos puentes móviles: un puente giratorio sobre la cabeza, agua abajo, y otro rodante sobre la cabeza, agua arriba.

Las escolleras son de mampostería maciza y tienen la forma de un trapecio isósceles, cuya base superior tiene 5 metros de longitud y los paramentos laterales un talud de 1,6. La plataforma, situada á 1^m,60 por encima de las más altas mareas del equinoccio, tiene un ancho de 3^m,50 y está limitada en sentido de la longitud por un parapeto. Las escolleras descansan directamente sobre la roca ó sobre la arena incompresible, ó más bien sobre un macizo de cimiento de 8 metros de ancho en mampostería con mortero de cemento; en los dos primeros casos los cimientos están hechos al aire libre para bajas mareas, y en el tercer caso el macizo inferior está construido por el procedimiento dicho, llamado de aire comprimido.

Los rompeolas tienen su coronación al nivel de la plataforma de las escolleras y descienden en pendiente suave, oblicuamente al eje del canal hasta la cota + 1 metro, donde están limitadas por un muro.

Siendo de roca el fondo, y para evitar los gastos considerables que hubiera acarreado el hacer excavaciones en el agua, se ha seguido el programa siguiente para la ejecución de los trabajos:

Construcción de las escolleras y de un muro ataguía provisional, reuniendo los muros extremos, de manera que venga á formar un recinto que, después de agotado, permita efectuar en seco todos los trabajos del antepuerto, comprendidas las esclusas. Después de la ejecución de las obras permanentes, rellenar el antepuerto por medio de compuertas establecidas en el muro y demolición de éste con dinamita para abrir el paso.

Señalaremos de paso la manera como se ha realizado la unión entre los cajones en la construcción de las escolleras,

Entre dos bloques consecutivos existía un canalizo que variaba entre 1^m,50 y 2 metros de ancho, que se le cerraba en seguida lateralmente por medio de tablestacas si el fondo era arenoso. Este fondo se dragaba, después se limpiaba por buzos y todo el canalizo se rellenaba de hormigón de cemento, arrojado en el agua por medio de un tubo de palastro.

Cuando el fondo era rocoso, los tablestacas se reemplazaban por muretes de sacos de hormigón, colocados por un buzo.

La nueva esclusa presenta una gran cuenca de 211 metros de longitud útil, y gracias al establecimiento de una puerta intermedia permite realizar dos cuencas más pequeñas: una de 116^m,25, y otra de 77 metros de longitud útil.

La esclusa tiene acueductos con compuertas cilíndricas del tipo de la del canal del centro. El funcionamiento de cada compuerta se obtiene por la carrera de un émbolo unido a la parte móvil de la compuerta y que se mueve en un cilindro fijo a la mampostería. La entrada del agua bajo presión en el cilindro está regulada por un distribuidor movido por una biela colocada encima de los muros de la esclusa.

Todas las puertas son próximamente idénticas. De un modo general comprenden dos hojas elegidas de 13 metros de altura y de un ancho de 16^m,85. El armazón metálico de una puerta lleva trece montantes verticales de altura constante, separados 1^m,410 de eje a eje y se apoyan sobre tres riostras, dos en los extremos y una intermedia. El culatado existe en los dos lados de la puerta y sobre toda la altura. La distancia entre los palastros de estas culatadas es uniformemente de 1^m,60, que es igualmente la altura de las riostras y de los montantes. Los compartimentos comprendidos entre las riostras inferior é intermedia, los montantes y las culatadas son estancos, y para esto los montantes son de alma llena. Sin embargo, estos diferentes compartimentos pueden comunicarse entre sí por agujeros de hombre elípticos de 0^m,70 — 0^m,50 colocados en la parte inferior del alma de los montantes; pero estos agujeros pueden ser cerrados por tapones con bisagras, de modo que abriéndolos vengán a formarse cámaras de aire de dimensiones variables. El llenar y vaciar estas cámaras se hace por el aire comprimido, por medio de una doble canalización, la una para el aire y la otra para el agua. La tubería de esta canalización está dispuesta de manera que se pueda vaciar ó llenar separada ó simultáneamente cada compartimento entre los montantes. El reconocimiento de las cámaras estancos se practica por dos chimeneas con escaleras. En el compartimento superior los montantes son de celosía, lo que permite la libre circulación del agua en todo el compartimento Este; el agua exterior puede desde luego penetrar en este compartimento por compuertas colocadas en el culatado de agua arriba, encima de la riostra intermedia y el vaciado se efectúa por evacuación del agua en baja mar, por medio de compuertas de fondo establecidas en el alma de la riostra y provistas de tubos curvados que van á parar al culatado de agua abajo.

La maniobra de los puertos se efectúa por medio de cadenas que se enrollan sobre tambores movidos por motores hidráulicos á tres cilindros.

Los trabajos de la esclusa y el asiento de los puertos, están hechos en seco al mismo tiempo que los del antepuerto.

El puente giratorio establecido sobre la cabeza agua abajo de la esclusa es del sistema á doble vuelo con culata y contrapeso; su longitud total es de 57^m,48, comprendiendo dos partes giratorias idénticas de 28^m,74 de longitud. El eje del pivote de cada parte giratoria está situado á una distancia de 10^m,24 de la extremidad de la culata y á 3^m,50 del borde del muro lateral de la esclusa. Cuando el puente está cerrado, las dos partes voladas están con cerrojo echado y cada parte móvil está acunada, de una parte sobre placas de apoyo de fundición colocadas á 0^m,35 detrás del asiento de los muros laterales de la esclusa, y de la otra en la extremidad de la culata sobre carretones que permiten el acunado. La rotación del puente se obtiene por una cadena sin fin puesta en movimiento por un cabe-

trante con motor hidráulico. El acunado y desacunado del puente se efectúan por medio de una prensa de acción directa, que actúa por el intermedio de una cremallera y engranajes sobre un cono colocado bajo cada carretón de la culata y que permite una elevación de 50 milímetros. El tablero, que está formado de dos vigas principales con barandillas de altura variable y de alma llena, sostiene una vía carretera de 2^m,20 de ancho y dos andenes de 0^m,90 de ancho cada uno.

El armazón metálico de cada parte giratoria presenta un peso de 40.000 kilos y el lastre del contrapeso que pesa 28.000 kilos.

La duración total de una maniobra completa (abrir y cerrar) es de tres minutos con diez segundos, distribuidos del modo siguiente: desacunado, diez segundos; apertura, un minuto veinte segundos; cierre, un minuto treinta segundos, y acunado, diez segundos.

El puente rodante establecido sobre la cabeza agua arriba de la esclusa se compone, como los puentes giratorios, de una ménsula y de una culata; pero la ménsula sólo lleva un tablero, en tanto la culata no lleva más que dos vigas independientes, que llevan el contrapeso en sus extremidades.

Cuando el puente está en servicio, la ménsula está acunada sobre los dos muros laterales de la esclusa y los de la culata descansan sobre el nivel mismo de la calzada próxima al muro mencionado. En un hueco situado cerca del borde de un muro lateral de la esclusa se encuentra una prensa hidráulica, cuyo émbolo lleva en su parte superior un marco de palastro, sobre el cual descansa de cada lado y á plomo de las vigas un grupo de dos carretones con rodillos. Cada carretón lleva dos rodillos reunidos por una bolea y las dos boleas llevan un balancín reunido por un eje á la viga del puente.

Cuando la esclusa debe funcionar, se hace actuar la prensa, que eleva los carretones así como el puente, y lleva los rodillos de los carretones al nivel de una vía férrea tendida sobre la calzada, y sobre la cual se hace rodar el puente por medio de cadenas de maniobra. El puente lleva dos vigas principales, espaciadas 5^m,50 de eje á eje y de una longitud total de 53^m,60, llevando una vía carretera de 4^m,50 de ancho, dos andenes de 0^m,50 y en el centro una vía normal de camino de hierro. La armadura metálica del puente, comprendiendo la plataforma y los carretones de la prensa de elevación, pesa 220 toneladas; el peso total del lastre es de 130 toneladas. La maniobra completa, comprendiendo la elevación, el retroceso, el cierre y el descenso, exige una duración total de cuatro minutos con veinticinco segundos.

Los cabestrantes hidráulicos para servir la esclusa son seis: dos en la cabeza agua arriba, dos á la cabeza agua abajo y dos cerca del puente giratorio.

La presión del agua es de 54^k,6 por centímetro cuadrado en los acumuladores y de 50 kilogramos en el punto de la canalización más alejado de la máquina.

Los mencionados trabajos estarán terminados en fin de 1907 y darán lugar á un gasto que variará alrededor de 10.700.000 francos.—O.

EL ARCO DE MERCURIO

PROPIEDADES Y APLICACIONES (1)

I

Estructura del arco de mercurio.

Se da el nombre de «arco de mercurio» al que se establece en una atmósfera de vapor de este metal dentro de un tubo, del

(1) Memoria escrita por E. Weintraub, Ph. D. y leída en el Instituto Franklin de Pensilvania (Estados Unidos).