

nicada, pues cortó la línea eléctrica siendo imposible su traslado, no sólo por esta razón, sino porque la escollera y bloques ocupaban su vía en sus dos tercios últimos embargando las mercancías el primer tercio, que se autorizó ocupar con aquéllas desde hace un año, período que llevaban los vapores correos atracando diariamente. A las pocas horas de iniciarse estaban embarrancadas más de 40 embarcaciones. El Capitán del vapor alemán *Centa* declaraba en el *Heraldo* á los dos días que en treinta y un años de vida de mar y viajando por todos los mares nunca había conocido un temporal más furioso ni más rápido. La llamada Puerta del Socorro, que se cerró con grueso muro de mampostería hidráulica en 1874, fué abierta por este temporal después de cuarenta años de ser respetada por los que se habían sucedido desde aquella fecha.

Por esta puerta, sita á 100 metros del arranque del dique, practicada en el acantilado á 8 metros sobre el nivel del mar, dando acceso por una galería en rampa bajo la ciudadela hasta el patio del Hospital de la plaza, se servían aquellos bravos y sufridos españoles para los embarques y desembarques, poniéndose medio á cubierto de los fuegos de los moros que sin cesar los hostilizaban.

En este temporal hemos observado, como hemos dicho, olas de 9 metros de altura, registrando la corredera de los vapores *Ciudad de Sóller* y *General Silvestre* (único que aguantó el temporal al abrigo de la obra que respetó éste) velocidades en la corriente litoral de 8 millas. Bloques naturales de 6,50 toneladas fueron elevados más de 6 metros salvando el espaldón con un transporte horizontal de 26 metros.

En el puerto de Chafarinas y en las Islas hizo también destrozos destruyendo 120 metros de espaldón del dique del NE. En los campamentos de la zona ocupada, especialmente en Yadumen, los destrozos y daños producidos por este temporal han sido grandes. Hemos podido apreciar olas de 200 metros de longitud; su altura observada, como hemos dicho de 9 metros, debió ser con arreglo á la regla práctica

$$h = \frac{V}{4} = \frac{32}{4} = 8$$

Dado el cubo de los bloques que arrastró, después de elevarlos, al interior del puerto, la presión fué superior á 25 toneladas por metro cuadrado, siendo probable que se acercara á 30 toneladas.

La rotura de varios norays, seccionados por su base, exigió un esfuerzo de $P = 56$ toneladas, deducido de la fórmula

$$0,80 \times P = R \frac{I}{n}$$

Siendo $I = 0,000661$, $n = 0,18$, $R = 12.000.000$ y el espesor de la fundición de los norays $= 0,06$.

Comprueban los datos expuestos que este temporal ha sido análogo al que destruyó el dique de Galliera del puerto de Génova en 1898.

Para la reparación de las averías producidas hemos propuesto las obras que se detallan á continuación, ajustándonos al proponerlas á los resultados obtenidos con las modificaciones ejecutadas en los puertos de Phillippeville, Génova, Nápoles y Orán, asimilando el perfil al del último dique de Marsella.

No hay duda, repetimos, que el sistema italiano de bloques escalonados formando la defensa del largo es teóricamente el más racional, pues forma un sistema más estable que el constituido por bloques arrojados como escollera, pero la deformación producida por asiento de aquélla originado por temporales, cuya fuerza es difícil prever, puede destruir el escalonado, dejando

huecos al arrastrar algunos de los escalones, que no pueden llenar los bloques superiores, siendo difícil reconstruir el escalón. Para reparar estas averías el procedimiento más factible es abrigar con bloques artificiales de 35 toneladas como mínimo este escalonado empezado á dislocar. Esta escollera de bloques podría alcanzar la coronación de otra fila de grandes bloques sueltos de 100 toneladas interpuestos entre el espaldón de mampostería y la citada defensa de bloques vertidos.

Conseguiríase con esta doble protección defender el pie de la rígida superestructura apoyada en el macizo nunca estable de los bloques escalonados sobre el escollerado; y con el manto de bloques arrojados quebrar las olas y resguardar el espaldón á la par que reducir su altura libre exterior. Los bloques de guarda se proyectan de 5 metros en sentido normal al espaldón, 2,50 de anchura y altura de 2,5 por fuera y de 3 en el paramento adosado al espaldón, siendo su coronación una vertiente del 10 por 100.

El manto de bloques arrojados cubrirá el paramento exterior del espaldón ó superficie batida por el mar. Dicho manto tendrá un talud de 2 por 1 hasta llegar al nivel del mar, donde quebrará el perfil dándole un talud de 1 y $\frac{1}{2}$, por 1 para la parte sumergida de escollera de bloques.

La circunstancia de ser el dique muelle donde se depositan las mercancías nos obliga á proponer la elevación del espaldón para evitar que aquéllas sean barridas ó por lo menos que sufran daños en temporales de la importancia del último. A dicho fin se elevará el espaldón 3 metros más de altura, quedando la coronación, por lo tanto, á 9 sobre el nivel del mar.

El importe de las reparaciones propiamente dichas, importará unas 340.000 pesetas, y el de los refuerzos de escollera de bloques y de elevación y ensanche del espaldón unas 590.000 pesetas. La grúa Titán, aunque ha sufrido averías importantes, creemos que se debe procurar salvar; operación que, aunque difícil, la estimamos posible y económica, pues una nueva de igual potencia y alcance costaría 350.000 pesetas, y el salvamento, reparación y montaje de la antigua, acaso importe menos de 200.000 pesetas.

Acompañan á estas ligeras notas fotografías de la obra antes y después del temporal y otras tomadas durante aquél. Enseñan más estos testigos gráficos que los datos, detalles y explicaciones anteriores.

MANUEL BECERRA Y FERNÁNDEZ.

Madrid 7 de Abril de 1914.

Tracción eléctrica por corriente continua á alta tensión.

(*Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*).

Dos publicaciones recientes (1), una cuyo autor es el Ingeniero Ertel, y otra con la firma Siemens-Schuckert, se ocupan, exclusivamente, del empleo de corriente continua á alta tensión para la tracción eléctrica. Auxiliándonos con estos documentos, vamos á examinar el asunto en conjunto.

Gracias á la adopción de *motor de polos de conmutación* (2),

(1) El libro de Ertel ha sido publicado por la casa Aleff, en Elberfeld; el de los establecimientos Siemens-Schuckert, redactado por su división de ferrocarriles.

(2) En alemán *Vendepole*; este término lo define la *Verband deutscher Elektrotechnischer* (Asociación de Ingenieros electricistas alemanes), en la forma siguiente: Polos auxiliares intercalados entre los polos principales y que sirven para mejorar la conmutación, de modo que empleando escobillas de acnuado invariable, hagan casi completamente inmune la máquina contra las chispas, independientemente de la carga y del sentido de rotación.

con el que se ha podido aumentar progresivamente y en proporción considerable la tensión de régimen, se ha extendido cada vez más la tracción por corriente continua á alta tensión, y se afirma que, en la mayoría de los casos, podrá este sistema entrar en competencia con la corriente monofásica, que hoy se tiene en gran consideración.

En las líneas metropolitanas y suburbanas, la tensión de la corriente de trabajo se había elevado poco á poco, hasta alcanzar á 750 voltios y durante bastante tiempo se creyó que, en los motores de corriente continua, se había alcanzado el límite superior.

Los resultados obtenidos en la Pennsylvania Railroad, dan la prueba de que es técnicamente posible transportar grandes potencias empleando corriente continua á débil tensión. En este ferrocarril circulan 24 locomotoras, alimentadas por corriente á 600 voltios. La velocidad máxima, en horizontal, es de 95 kilómetros por hora, remolcando un tren que pesa 550 toneladas. Las locomotoras tienen dos motores de 10 polos, y consumen, aproximadamente, 2.900 amperios, desarrollando una potencia de 2.000 caballos. La toma de corriente se hace por un tercer carril. Ahora bien, Ertel cree que es evidente *a priori* que con intensidades de corriente tan grandes, la caída de tensión necesita perfiles de carriles demasiado costosos, y que, por consecuencia, este sistema de explotación, aun resultando técnicamente aplicable, no es satisfactorio desde el punto de vista económico. Era preciso, por lo tanto, intentar buscar un motor más apropiado para altas tensiones; este *desideratum* se realizó, primeramente, empleando corriente trifásica, pero poco tiempo después se obtuvieron mejores resultados con el motor de corriente monofásica, que en la actualidad ha alcanzado tal grado de perfección, que ha llegado á ser para la tracción, casi equivalente al motor de corriente continua.

Sabido es que las grandes ventajas evidentes que presenta el sistema monofásico hicieron que muchas administraciones se decidieran á su adopción; citaremos los ferrocarriles prusianos, bávaros, suizos y austriacos. Ahora bien, según parece, en muchos casos los defectos económicos de este sistema han sido de tanta consideración que, á pesar de los grandes gastos efectuados en la instalación, algunos ferrocarriles interurbanos, especialmente en los Estados Unidos, como, por ejemplo, la línea de Washington-Baltimore-Annapolis y la Compañía de alumbrado y tracción eléctrica de Milwaukee, se han decidido, desde luego, á volver otra vez á la corriente continua, empleándola, sin embargo, bajo una tensión de 1.200 á 2.000 voltios; igualmente ha seguido el ejemplo una importante línea de Italia. La principal razón que ha influido en la Administración de este ferrocarril para tomar esta decisión ha sido el peso tan grande de los accesorios del motor de corriente alternativa, que hace elevar la tasa del coche á 60 toneladas, mientras que con la corriente continua este peso se reduce á 40 toneladas, cuya reducción produce una economía de corriente del 25 por 100; además, á pesar de la interposición de convertidores y baterías, la fábrica generadora puede utilizarse mejor debido á la supresión de los valores anormalmente elevados, que con el monofásico alcanza la intensidad en la arrancada y que varían entre el triple y el quintuplo de la intensidad normal.

Hasta el presente, en los ferrocarriles de corriente continua, el aumento de la tensión de régimen, por el empleo de motores llamados *de polos de conmutación*, ha dado excelentes resultados.

Ertel resume las ventajas y los inconvenientes de las dos formas de corriente que se disputan la preferencia, la continua y la monofásica, en la forma siguiente:

Corriente continua.

Ventajas: Gran facilidad en el arreglo de los motores, sencillez de construcción, supresión de transformadores, economía en los accesorios de los automotores; con el sistema de los tres hilos carencia absoluta de acciones electrolíticas, debidas á las corrientes de tierra.

Inconvenientes: Tensión limitada y como consecuencia intensidades elevadas; no existen convertidores estáticos; acción electrolítica en los tubos, etc., debido á las corrientes perdidas.

Corriente alterna

Ventajas: Alta tensión en línea, pudiendo reducirse por medio de transformadores estáticos, con lo que se obtiene una gran economía en la instalación de conductores; gran facilidad en el arreglo de los motores, y carencia absoluta de acciones electrolíticas.

Inconvenientes: Los vehículos provistos de todos los accesorios necesarios resultan más pesados que con la corriente continua; mayores los gastos de instalación y de explotación; no es posible la acumulación económica de energía y, como consecuencia, no puede disponerse de ninguna reserva independiente de ella; además, es preciso que las fábricas generadoras sean mayores y los alternadores tienen que hacer frente á consumos anormales de corriente; utilización poco económica y teniendo que volver la corriente por el carril, fuerte caída de tensión.

Los ensayos efectuados con motores de corriente continua, bajo una tensión que alcance ó pase de 2.000 voltios, no han presentado ningún inconveniente. Sin embargo, todavía moderadamente se acepta con frecuencia la regla de que dos motores deben estar acoplados en serie, aun en el menor grado de marcha, de modo que cada uno de ellos funcione bajo una tensión de 600 á 700 voltios únicamente y que pueda continuar empleándose el motor de hierro cuyo precio es menor.

El ferrocarril de la Wengernalp emplea también en sus locomotoras dos motores á excitación serie, sin polos de conmutación y cada uno á la tensión de 750 á 900 voltios, siempre acoplados en serie. Ahora bien, á partir de 900 voltios, se emplea en casi todas partes motores *de polos de conmutación*.

La casa Siemens-Schuckert, al tratar de este asunto, se expresa aproximadamente en la forma que sigue. El aumento de velocidades y peso de los trenes necesita grandes intensidades de corriente, que además tienen que transmitirse á largas distancias en los ferrocarriles suburbanos é interurbanos; resulta de ello, ó bien, una caída de tensión excesivamente elevada en los conductores de corriente, ó bien, un gasto excesivo, si se quiere dar á dichos conductores las dimensiones necesarias. La reducción de la zona alimentada por la central generadora, lleva consigo la multiplicación de subestaciones, lo cual resulta extremadamente caro. Para evitarlo se han empleado diferentes medios. Se puede producir en la fábrica generadora corriente trifásica á alta tensión y convertirla en corriente continua á la tensión normal, en fábricas de transformación instaladas á lo largo del ferrocarril. Con este sistema se consigue la alimentación de líneas muy largas con una sola central generadora, pero es preciso que las máquinas de las subestaciones estén constantemente vigiladas. Se puede también emplear automotores accionados por motores monofásicos de colector y alimentados en las poblaciones, con corriente continua á la tensión usual (de 500 á 600 voltios), y entre poblaciones, con corriente monofásica á alta tensión. Estas dos clases de corriente, si las circunstancias lo permiten, pueden ser proporcionadas por la misma central generadora, con lo cual, con

este sistema de explotación, se puede, igualmente que con el precedente, alimentar con *una sola* fábrica largas líneas de ferrocarriles. Ahora bien, es preciso no olvidarse de los inconvenientes, que son los siguientes: Accesorios completos de los automotores, mucho más pesados, puesto que se necesita un convertidor para transformar la corriente monofásica á alta tensión que pasa por el conductor en corriente monofásica á débil tensión necesaria para la alimentación del motor. Las consecuencias son: mayor consumo de corriente y mayor gasto de instalación de los automotores, porque deben estar provistos de aparatos necesarios para pasar en marcha de la corriente monofásica á la continua y para evitar que llegue á los motores corriente monofásica á alta tensión. En cambio, con este sistema existe la ventaja de la economía de las costosas subestaciones.

En fin, la tracción de ferrocarriles suburbanos é interurbanos puede asegurarse con *corriente continua á alta tensión*. Esta solución es la más indicada; sin embargo, después de las consideraciones expuestas por la casa Siemens-Schuckert, se ha observado que desde la adopción de los *polos de conmutación* se ha podido construir motores de tracción, de corriente continua, que funcionan sin dificultad alguna bajo tensiones de 1.000 voltios y mayores.

Recordemos que la corriente continua presenta sobre la alterna la gran ventaja de poder acumularse sin dificultad y, por consecuencia, las generadoras pueden calcularse simplemente para la potencia media, sin necesidad de preocuparse de la potencia máxima; sin embargo, la tensión de la corriente continua es relativamente limitada; en la actualidad, en general, no se la hace pasar de 1.000 á 1.200 voltios.

Por consiguiente, según el documento que resumimos, sólo en casos muy especiales puede adoptarse la corriente monofásica: cuando se trate de líneas muy largas ó de extensas redes de tráfico intenso.

Desde 1906, las fábricas Siemens-Schuckert han empleado una tensión en línea de 2.000 voltios, en el ferrocarril de vía estrecha de 15 kilómetros de longitud, que une los Altos Hornos de Moselhütte con la mina de hierro de Santa María, en Lorena. Las dos locomotoras de este ferrocarril pesan 55 toneladas y pueden remolcar cada una trenes de 210 toneladas con pendientes del 3 por 100; están provistas de cuatro motores de *polos de conmutación*, acoplados de dos en dos en serie y de modo permanente. Los motores de cada locomotora, con un trabajo de 8.000 kilogramos en la llanta y una velocidad de 22 kilómetros por hora, desarrollan una potencia total de 640 caballos. La velocidad máxima es de 50 kilómetros por hora.

En el servicio de los ferrocarriles europeos no se ha excedido todavía la tensión de 2.000 voltios; pero en los Estados Unidos la Butte, Anaconda & Pacific Railway ha alcanzado hasta 2.400 voltios. Cuando se prevean velocidades elevadas será útil emplear para la línea de trabajo una suspensión catenaria compuesta; se recomienda también esta suspensión frecuentemente en las tensiones de línea de 1.000 voltios y mayores.

Daremos ahora algunas sucintas indicaciones sobre los ferrocarriles interurbanos más importantes que se accionan por medio de corriente continua y que emplean material de la casa Siemens-Schuckert.

El ferrocarril de las márgenes del Rhin, explotado por la Sociedad anónima de Colonia-Bonn, que une dichas poblaciones, prestando un gran servicio á las numerosas localidades intermedias. Esta línea se inauguró el 11 de Enero de 1906, y, como se sabe, fué el primer ferrocarril eléctrico de vía normal de Alemania. En servicio corriente, la tensión es aproximadamente de 1.000 voltios. La longitud del ferrocarril es de 28,3 kilómetros,

y la mayor parte, unos 22 kilómetros, está situado en campo raso. Dentro de Colonia, y en un recorrido de 4,8 kilómetros, este ferrocarril hace uso de los carriles del tranvía de la población; en Bonn, circula por sus propias vías, instaladas en las calles públicas. Exceptuando una pequeña sección en el interior de Bonn, la línea es de doble vía. La fábrica generadora está situada en Wesseling, hacia la parte media de la línea. La producción total de las dinamos afectas al servicio del ferrocarril, es de 1.220 kilovatios en corriente continua. En Sürth y en Hersel se han instalado baterías de línea con una capacidad de descarga de 330 amperios-hora cada una. Las líneas de contacto, colocadas encima de cada vía, se componen de dos hilos perfilados, teniendo cada uno 80 milímetros cuadrados de sección. En servicio corriente se emplea la suspensión múltiple ó la catenaria compuesta. En la zona de alimentación de las fábricas de Colonia y de Bonn, los trenes del ferrocarril de la orilla del Rhin, se surten de la corriente del tranvía á la tensión de 550 voltios, disminuyendo, por consiguiente, su velocidad. El máximo de velocidad que alcanza es de 70 kilómetros por hora. El material móvil se compone de automotores y de coches remolcados; el tren se compone de dos automotores y de uno ó dos remolques; los primeros, que se colocan en cabeza y cola, son coches de cuatro ejes, accionados cada uno por dos motores de corriente continua, *de polos de conmutación*, de una fuerza de 130 caballos cada motor. Existen dos clases de automotores, unos que llevan departamentos de segunda y tercera clase, y otros de tercera clase solamente; igualmente sucede con los coches remolcados, existiendo, además, otros, mixtos de viajeros y mercancías, ó para la ambulancia de correos. Un tren compuesto de dos automotores y de dos coches remolcados, pesa en total 108 toneladas y puede transportar 240 viajeros.

Desde el primer año de servicio, la afluencia de viajeros fué enorme, teniendo que poner un tren expreso cada media hora y un tren ómnibus de hora en hora.

Desde el 1.º de Mayo de 1908 la línea está considerada como ferrocarril principal de doble vía y sujeta á un cuadro de marcha normal.

Juntamente con las otras líneas de ferrocarriles circulares de Colonia-Bonn y el gran dique del Rhin en Wessling-Godorf, el ferrocarril de la orilla del Rhin presta un servicio muy activo de mercancías, regido por tarifas directas.

La región cruzada por este ferrocarril se presta para grandes empresas industriales de toda clase, pues en los alrededores se encuentra el lignito á muy bajo precio, la energía eléctrica se puede comprar en muy buenas condiciones, y, además, se ha tenido la precaución de organizar bien las comunicaciones con las grandes líneas de ferrocarriles y con el Rhin.

Existe también el propósito de electrificar en breve, y tomando como modelo la línea de la orilla del Rhin, el ferrocarril llamado Vorgebirgsbahn, que actualmente se explota por medio de máquinas de vapor.

Otro ferrocarril eléctrico de corriente continua es el de Salzburgo á Berchtesgaden, con 18,8 kilómetros en territorio austriaco y 12,6 en territorio bávaro. El ramal austriaco pertenece á la Compañía de ferrocarriles y tranvías de Salzburgo; terminó su construcción en 1886 y se explotó con tracción de vapor hasta 1909.

En esta línea la mayor parte de vía única empezó á aumentar el tráfico en tan grandes proporciones, que la Compañía tuvo que intentar buscar los medios para aumentar la capacidad de los servicios. Como no se quería hacer la instalación de doble vía en toda la longitud de la línea, para conseguir dicho objeto no quedaba más que una solución, la de implantar la tracción eléctrica,

que aunque á igual desgaste de vía y á igual velocidad máxima, permite aumentar la velocidad comercial, como consecuencia de la reducción de los intervalos de los trenes. En vista de lo expuesto, la Compañía de Salzburgo decidió implantar la tracción eléctrica.

En igual época, la Administración de los ferrocarriles del Estado bávaro concibió el proyecto de construir una línea eléctrica de la estación fronteriza austriaca Hangender Stein á Berchtesgaden. Un tratado de Estado celebrado entre Austria y Baviera fijó las bases para la construcción de la nueva línea y para la circulación del material móvil que hace el recorrido directo entre Salzburgo y Berchtesgaden. La tensión de corriente continua empleada en esta línea para la tracción es de 800 voltios, en el interior de la población de Salzburgo, de 850 en la línea austriaca y de 1.000 en la sección bávara. El límite superior de velocidad se ha fijado: en el interior de las poblaciones en 15 kilómetros, en las carreteras en 18 y en las secciones que existe explanada independientemente en 40 kilómetros.

Los datos que damos á continuación se refieren al ramal austriaco Salzburgo-Hangender Stein. La corriente continua á 800 voltios de la sección urbana, la suministra la Central generadora de Schlachthofgasse, de Salzburgo, y la corriente á 850 voltios de la sección siguiente, la fábrica hidráulica de Eichetmühle. La alimentación de la red férrea se asegura por medio de tres dinamos, de una potencia total, aproximadamente, de 700 kilovatios; una de ellas se acciona por medio de una máquina de vapor, que simultáneamente acciona también una dinamo de alumbrado, y las otras dos, igualmente unidas á una dinamo de alumbrado, se accionan cada una por un motor de corriente trifásica; estos motores reciben corriente, bajo la tensión de 3.000 voltios, de la fábrica generadora de Eichetmühle. Existe, además, un turbogenerador que, cuando es necesario, facilita á la red corriente trifásica á 3.000 voltios á alta tensión.

El hilo de contacto, tanto dentro de las poblaciones como en el recorrido exterior, está suspendido en iguales condiciones que ordinariamente se hace con los de los tranvías.

Los trenes interurbanos se forman con un automotor y de uno á tres remolques. Los automotores pesan 17 toneladas, están provistos de dos motores *de polos de conmutación* del sistema Siemens-Schuckert, desarrollando cada uno una potencia uni-horaria de 86 caballos y admiten 32 asientos de 2.^a y 3.^a clase; en cuanto á los remolques, hay unos de 40 asientos de 2.^a y 3.^a clase, otros de 37 y un W. C., otros de 16, furgón y W. C. y otros más pequeños de 32 asientos, que se emplean para el servicio de noche.

La sección bávara de Hangender Stein á Berchtesgaden se surte con corriente de la central hidráulica, situada en Gartennau. Para la producción de la corriente de tracción, que es continua y á 1.000 voltios, provisionalmente se han instalado dos dinamos de 500 kilovatios cada uno y unidas directamente á una turbina radial centrípeta Francis, que desarrolla 450 caballos y gira á la velocidad de 250 vueltas por minuto. La fábrica se inauguró en Enero de 1908.

En la primavera de 1909 la línea se prolongó de Berchtesgaden á Königsee, y entonces se percibieron de la necesidad de reducir las variaciones de carga de las dinamos, las cuales se agravaron más por la fuerte pendiente con que termina esta nueva sección.

Como consecuencia, se instaló en la fábrica una batería con una capacidad de descarga de 360 amperios-hora para una descarga de una hora. La construcción y disposición de la línea de contacto de la sección bávara no presentan nada digno de mención.

Entre los ferrocarriles de corriente continua merecen también especial mención las líneas eléctricas de Bonn-Königswinter y Bonn-Siegburgo.

La línea de Leiden-Katwyk, con empalme de Rynsburgo á Noordwyk, perteneciente á la Noord-Zuid Hollandsche Tramweg Maatschappij, se explota igualmente por medio de corriente continua; forma parte de la importante red de ferrocarriles económicos que se extiende por toda la Holanda meridional y septentrional. La línea urbana es aproximadamente de 3 kilómetros de longitud, la de Katwik de 8,5 y la de Noordwyk de 11,5.

En vista del aumento continuo del tráfico en las líneas que ponen en comunicación á Leiden con las playas de Katwyk y Noordwyk en el mar del Norte, cuyo tráfico hizo poner en evidencia que la tracción de vapor era impotente para poderlo llevar á cabo, se decidió electrificar estas líneas, adoptando la corriente continua á 1.200 voltios de tensión.

Con el fin de simplificar todo lo posible la instalación eléctrica, esta tensión, no solamente se empleó en las secciones del campo, sino también en las líneas urbanas y en los cortos trayectos que cruzan las poblaciones por donde pasa este ferrocarril. La línea se instaló en su mayor parte de doble vía y ésta de separación normal.

Dentro de lo posible se procuró instalar el ferrocarril en terreno independiente con objeto de poder obtener grandes velocidades; sin embargo, en la línea Leiden-Katwyk fué preciso, en su mayor parte, hacer uso de la carretera nacional, donde, á pesar de todo, se hace alcanzar á los trenes una velocidad máxima de 40 kilómetros por hora.

En la actualidad todavía se explotan separadamente la sección urbana y la sección de campo; en ésta se emplean automotores mayores que en la otra, con dos remolques para el transporte de viajeros, ó bien, según las necesidades, se enganchan también los furgones de mercancías necesarios.

Actualmente los trenes circulan cada media hora. Los automotores de las secciones de campo van provistos cada uno de dos motores serie tetrapolares á 1.200 voltios y de una fuerza de 90 caballos por unidad. Fuera de población se ha adoptado un conductor de 80 milímetros cuadrados de sección, con suspensión catenaria, sin hilo portador auxiliar; la separación máxima de los postes se ha fijado en un límite de 60 metros. El hilo de contacto está suspendido á una altura de 6 metros del borde superior del carril. En las secciones de vía única hay dos hilos de contacto colocados uno encima de otro.

Además de los ferrocarriles que acabamos de mencionar, las fábricas Siemens-Schuckert han construido, ó tienen en construcción, 144 motores de una fuerza total de 9.846 caballos, para 193 kilómetros de ferrocarriles de corriente continua, con tensiones en línea de 1.000 voltios y mayores. Es preciso hacer mención especial del ferrocarril Poprad-Tatrafured-Tatralomniez-Csorbersee que se explota bajo una tensión en línea de 1.600 voltios.

En Melbourne, donde se trata de electrificar los ferrocarriles de las afueras y las grandes líneas que están en correspondencia con ellos, en total unos 240 kilómetros, la cuestión de forma se ha decidido á favor de la corriente continua á alta tensión.

El Gobierno australiano encargó á los Ingenieros-Consejeros Merz y Mac-Lellan examinasen los proyectos presentados por todas las grandes firmas del mundo y que hiciesen los cálculos comparativos á que los proyectos daban lugar. Se trataba de examinar y comparar las proposiciones de los establecimientos siguientes: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlín; Allen, Son & C.^o Ltd., Bedford; Babcock & Wilcox, Londres; Bellis & Morcom, Ltd., Birmingham; British Westinghouse C.^o.

Manchester; Brown, Boveri & C.^o Ltd., Londres; Danks & C.^o Ltd., Birmingham; Dick, Kerr & C.^o, Londres; Escher Wyss & C.^o, Londres; Ferranti, Ltd., Hollinwood; General Electric C.^o, Birmingham; General Electric C.^o, New-York; Mirrles, Watson & C.^o, Glasgow; Parsons & C.^o Ltd., Heaton, Reyrolle & C.^o, Helburn; Richardsons, Westgarth & C.^o, Hartlepool; Siemens Bros, Dynamo Works, Ltd., Londres; Stirling Boiler C.^o, Londres; Willans & Robinson, Ltd., Rugby.

Una central generadora, situada cerca de Yarraville, produce corriente trifásica á 2.000 voltios y 25 períodos; otras diferentes fábricas de transformación, la convierten en corriente continua á la tensión de 1.500 voltios. La alimentación de la línea de trabajo se hace á 1.400 voltios. La corriente sale por los carriles de circulación. Para empezar, el material móvil se compondrá de 500 automotores y de 450 coches remolcados.

El sistema de corriente alterna que se estudió á título comparativo se desechó, porque en este caso particular se le consideró demasiado costoso. Según parece, con la corriente continua, los gastos de electrificación se elevan á 2.349.437 libras esterlinas (58.735.925 pesetas oro), y con la corriente alterna, 3.057.024 (76.425.600), tomando como base las ofertas más ventajosas de ambas formas de corriente. Resulta que el coste que lleva consigo el sistema de tracción por medio de corriente alterna aumentaría en 707.587 libras (17.689.675 pesetas) el capital que va á emplearse para la aplicación del sistema de corriente continua, que ha sido el recomendado; aun siendo este resultado bastante notable, no puede deducirse de él ninguna conclusión, puesto que en la electrificación de los ferrocarriles metropolitanos y suburbanos de Berlín (Stadt-und-Vorortbahnen), después de un detenido estudio de los diferentes métodos de tracción, se ha llegado á un resultado contrario, dando la preferencia á la corriente alterna por ser el sistema más económico. Esto prueba que en este importante problema no puede razonarse de un modo absoluto, sino que cada caso debe estudiarse y apreciarse aparte; al mismo tiempo, este ejemplo demuestra que la corriente continua puede llegar á ser un competidor muy serio. Ahora bien, lo que parece extraño en el resultado de esta información, es que igualmente, en el servicio de las grandes líneas, el sistema de corriente alterna debe considerarse como menos ventajoso que el de la tracción por medio de corriente continua.

H.

La política hidráulica en el Ateneo.

¡Con qué amargura escribo estos renglones!

Porque yo, que tengo la religión ó la manía del compañerismo y del afecto á cuantos llevan el título de Ingeniero, habría examinado agradabilísimamente, con el Sr. González Quijano, cuanto se relaciona con la política hidráulica y, en especial, con mis conferencias del Ateneo.

Alguna vez le habría dicho que tenía razón y por qué la tenía.

Otras veces, que no tenía razón ninguna, y se lo habría demostrado. Otras, que faltan en las conferencias escritas algunas cosas de las conferencias habladas, que sirven de esclarecimiento, y, entre ellas, un elogio que hice de su persona.

Y habría bastado otras muchas veces el leer bien lo que sin duda se ha leído mal, ó no leer lo que no se ha dicho ni escrito, para ponernos de acuerdo.

¡Porque la categoría científica de los conceptos de que se trata no es para establecer grandes diferencias entre Ingenieros!

Y cuando no nos hubiéramos puesto de acuerdo, nos habríamos tratado con la mayor cordialidad y haciendo honor cada uno á los convencimientos del otro, según nos debemos.

Pero el Sr. Quijano ha preferido tomarme á broma; y, como si obedeciera al encargo ó propósito de censurarme punto por punto, ha hecho alarde de no hallar nada en mí atinado ni siquiera pasadero: ni ideas, ni razonamientos, ni lenguaje, ni estilo, ni propósitos, ni nada. ¡Todo malo! ¡Como si hubiera de por medio alguna malquerencia, que no puede existir! Todo sofismas, paradojas, doctrinas trasnochadas y mandadas recoger: ¡como si las suyas se aceptaran por unanimidad y sin contradicción! ¡como si no hubiera sido discutido en el mismo *Madrid Científico*! ¡Como si no lo hubiera sido en el Congreso de los Riegos de Zaragoza, transigiendo y retirando una de sus proposiciones, según se verá en el libro que ha de publicarse y que se está imprimiendo! ¡Como si no hubieran defendido y defendieran ahora las ideas contrarias hombres del vigor intelectual del Sr. Costa y todo el Cuerpo de Ingenieros de Montes, y nada digo de los demás Ingenieros, porque los que están de su lado son la excepción! ¡Como si no se legislara en la dirección que yo defiende en las principales naciones de Europa y América! ¡Y como si no merecieran, en todo caso, consideración toda clase de ideas, aun equivocadas, cuando no se es infalible para decidir sobre cuáles son indiscutiblemente las buenas! ¡Todo es malo! Hasta pone reparos á que estudien esas cosas los que lo entiendan, que es tanto como hacerlo él: si lo digo yo, es malo. ¡Es desdicha no haber acertado á darle gusto en nada!

Aun acepto que pueda decirse que el Sr. Quijano tiene razón siempre; ¡pero lo que no podrá decirse es que ha estado generoso conmigo!

¡Me ha examinado con el mayor detenimiento y me ha desaprobado en todo sin la menor benevolencia!

Aunque siempre me habría faltado tiempo y salud para discutir tantas cosas con tanto detalle, no creo que me hubiera faltado algún gracejo para seguir la broma; pero prefiero limitarme á deseárselo que, cuando tenga mis años, vuelva á leer sus artículos y le parezcan tan bien como ahora le parecen.

Ni poco ni mucho me duele que no me haya guardado aquellas atenciones que de ordinario se guardan, aunque injustificadas é inmerecidas, á los que han ocupado ciertas altas posiciones.

Empieza á dolerme el que haya olvidado que he sido y soy su jefe en el Cuerpo, y no por mí, sino por éste, que no gana gran cosa con nuestras mutuas desatenciones.

Me duele más aún que no le haya inspirado *el viejo* más respeto, porque los jóvenes como el Sr. Quijano, cuanto más valen y saben, más se enaltecen con esos respetos, ¡y bien puede enseñarse con tonos más amables!

Pero lo que más me duele es que *el compañero* no haya tenido más miramientos con *el compañero*, que no ha dado el más mínimo pretexto para ser desconsiderado, y menos por el Sr. Quijano.

Sólo me falta ahora que, como nada mío le gusta, en vez de ver en estos renglones una queja cariñosa, lo eche á mala parte y diga que es mayor de edad, que sabe ya lo que se hace, que no admite lecciones ni consejos de nadie, etc., etc.

¡Lo sentiría muchísimo! Porque yo no rechazo sus consejos respecto á que he debido hacer cosa de mayor importancia; que he debido imprimir otro carácter á las Conferencias, acudir al Congreso de los Riegos, etc., etc. Porque yo no me quejo de sus lecciones (y no me da pocas), sino del tono de ellas. Y porque, en suma, yo no tengo otros sentimientos que los de la mayor estimación para el Sr. Quijano.

AMÓS SALVADOR.

*
* *