

LA HISTORIA DE LA TRACCION ELECTRICA DESDE SU ORIGEN A 1940

FERNANDO F. SANZ

QUE gran satisfacción para sus autores cuando vieran concluida la historia de la tracción eléctrica, que acaba de publicar en francés "La Vie du Rail"! Años de trabajo, de investigación, de recopilación de datos se han traducido en 600 páginas y en un millar de ilustraciones que reflejan toda la historia del ferrocarril en lo relativo a la tracción eléctrica. Pero esta culminación no es únicamente satisfactoria para sus autores, sino que es muy posible que sea aún mayor para los lectores. El esfuerzo, la seriedad del trabajo y la impresionante acumulación de datos colmará las exigencias del técnico, del historiador y del aficionado a los temas ferroviarios.

La historia de la tracción eléctrica, es decir, el ferrocarril de ahora mismo, sólo abarca en este primer volumen desde sus orígenes hasta 1940. Queda todavía por escribir el desarrollo más importante experimentado por dicho tipo de tracción con posterioridad a la segunda guerra mundial. Pero el rigor con que se ha realizado este primer tomo deja abierto un paréntesis de expectación para la continuación, que es de esperar no se espacé mucho en el tiempo.

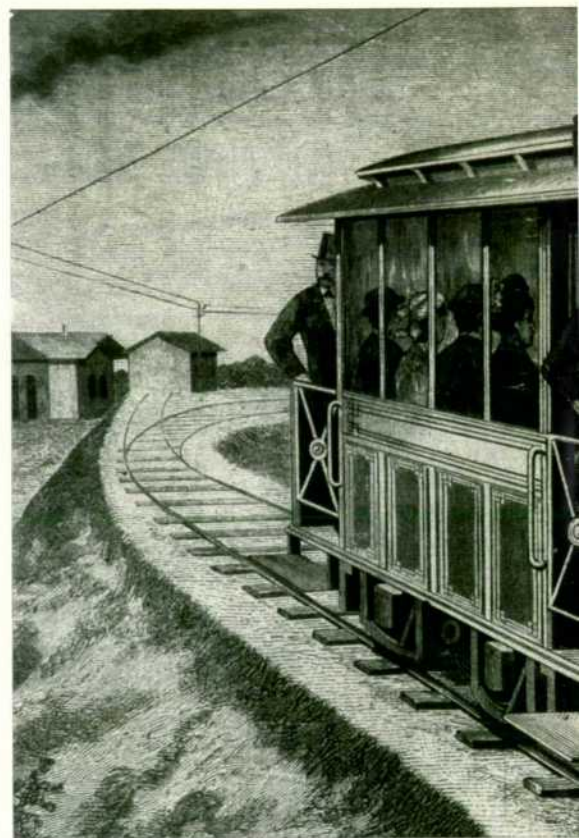
CONOCER LA HISTORIA

Como dice el director honorario de la SNCF, Marcel Garreau, en el prólogo, era una historia que había que escribir, pues en muchos aspectos es ignorada por los mismos que participan en las grandes realizaciones de esta técnica siempre joven. Certo juicio el de esta personalidad ferroviaria francesa, al que podríamos añadir por nuestra cuenta que la suerte ha sido que tres expertos hayan encontrado el tiempo y la vocación suficiente para emprender una obra de esta naturaleza. Porque la obra es fruto del trabajo de tres autores: uno de ellos ingeniero de Ferrocarriles y los otros ingenie-

- *En 1879, Siemens hizo circular en Berlín el primer tren movido por electricidad.*
- *La tracción eléctrica se desarrolló primero en los tranvías y en los servicios del Metro y cercanías.*
- *En 1895 se inauguró en Baltimore (USA) el primer servicio en una línea férrea con trenes pesados.*

ros de dos grandes empresas construcción mecánica y eléctrica. La simbiosis y génesis de la obra fue en buena parte también idea de Paul Delacroix, director de "La Vie du Rail", cuya labor en pro de la divulgación de obras históricas y técnicas relacionadas con el ferrocarril merece también el agradecimiento de cuantos se interesan por conocer estos temas.

Dice Delacroix en la solapa del libro que hará pronto treinta años que la revista "Notre Metier", que comenzaba a transformarse en "La Vie du Rail", publicó un número especial dedicado a la tracción eléctrica, el fa-



El tranvía de Lichterfelde (Berlín), primero movido por electricidad que funcionó en el mundo.

moso número 313, compuesto de 52 páginas repletas de texto al que acompañaban más de 250 fotografías, mapas y diagramas. Pese a ello hubo que suprimir una parte bastante importante de fotos y texto para poder encajar el trabajo dentro de los límites de la paginación. Al iniciarse los años 60, las peticiones de dicho número se multiplicaron y, cuando se agotó, los lectores solicitaban la reedición. Técnicamente hubiera sido posible proceder a una reimpresión en facsímil. ¿Pero era esta la mejor solución? Lo discutimos largamente, añade Paul Delacroix. Yves Machefert-Tassin, que

HISTOIRE DE LA TRACTION ELECTRIQUE

Tome 1

Des origines à 1940

la vie du rail



El tren eléctrico de Siemens, presentado en la Exposición de Berlín en 1879.

meses y ha alcanzado unas proporciones que, sin duda, confiesa el director de "La Vie du Rail", me habrían hecho vacilar si los hubiera presentado al principio. Sin embargo, la importancia del tema y su actualidad hacían imposible el retroceso. Se siguió adelante, prosiguiendo la obra emprendida con tanta mayor convicción cuanto que de todas partes se recibían numerosos testimonios de interés. El libro se ha publicado dentro de la colección "Historia y Técnica", en la que "La Vie du Rail" ha editado ya otras obras.

LOS AUTORES

Antes de analizar la cronología y el contenido de la obra digamos unas palabras de sus autores. Yves Machefert-Tassin, autor, como ya se ha indicado, del número 313 sobre tracción eléctrica, es un experto internacional en este tipo de tracción y colabora desde hace muchos años en "La Vie du Rail". Fernand Nouvion es también un hombre conocido por los profesionales del ferrocarril en todo el mundo. Baste decir que fue el protagonista del record del mundo en velocidad ferroviaria logrado en 1955. Por último, Jean Woimant, antiguo jefe de la división de tracción de la Compañía Electro-Mecánica, que como tal fue el responsable del equipamiento eléctrico del material motor construido por su sociedad.

El trabajo de estos tres técnicos ha quedado condensado en un libro de lectura fá-

cil, pese a su tecnicismo, que tiene la virtud de poner al alcance de cualquier profano, siempre que medie naturalmente el interés del lector, los fundamentos y la historia de la tracción eléctrica.

EL GUSTO POR LA INVESTIGACION

Volviendo al prólogo de Marcel Garreau, diremos que un profesor de tracción eléctrica no es la persona mejor situada para conocer la historia de lo que enseña, a no ser que tenga la afición por ello. Y tiene fácil explicación, ya que debe realizar su tarea en un tiempo limitado, insuficiente para abarcar la técnica actual, por lo que es difícil hacer el esfuerzo complementario para encontrar el tiempo necesario que descubra las etapas que han llevado hasta las soluciones de hoy.

Los autores, técnicos que dedican su esfuerzo a la realización de los objetivos del futuro, tienen esa afición para investigar los archivos y encontrar en el pasado los esfuerzos de anteriores generaciones, las tentativas que unas veces suponen un progreso y otras sólo se traducen en decepciones. Atrás, en el tiempo, están los hombres de empresas como la General Electric, Westinghouse, AEG, Siemens, Brown Boveri, Oerlikon, que fueron los primeros impulsores de los ensayos para la tracción eléctrica.

Pero el estudio se remonta a tiempos aún

había sido el responsable ejecutor del número 313, y el mismo Delacroix llegaron a la conclusión que era preciso no rehacer un número especial, sino editar un libro.

La proximidad del centenario de la tracción eléctrica les impulsó a la acción. El proyecto original, que quedó concretado en 1979, era menos ambicioso que el que luego ha sido impreso. Se pensaba entonces que los límites de la obra no debían exceder las 400 ó 500 páginas y otras tantas ilustraciones.

Pero el libro, en cierta medida, se ha alimentado de sí mismo con el paso de los

más lejanos, cuando, antes de que la dinamo generatriz se inventara, los investigadores intentaban montar pilas sobre ingenios de tracción. Más tarde se asistía a la extraordinaria floración de inventos y ensayos para encontrar el motor de tracción capaz de alimentarse en corriente monofásica a 50 períodos. Es evidente que los progresos de la electrónica permitieron el nacimiento y después la extensión de la tracción eléctrica. A este respecto, los autores distinguen tres grandes períodos: el de la dinamo de corriente continua, el del transformador y el de los convertidores estáticos. Se trata, en definitiva, de las tres grandes etapas del desarrollo de todas las aplicaciones de la electrónica, entre ellas la tracción eléctrica.

CARACTER ESENCIAL DE LA TRACCION ELECTRICA

Fue la invención de la dinamo reversible la que permitió la creación de un ingenio de tracción eléctrica: la del transformador, la que hizo posible el transporte de la corriente eléctrica bajo una tensión elevada y rebajarla en el lugar mismo de su utilización, y los convertidores estáticos, con su prodigiosa flexibilidad, los que han permitido pasar de una forma de corriente a otra en condiciones de peso y facilidad insospechadas antes.

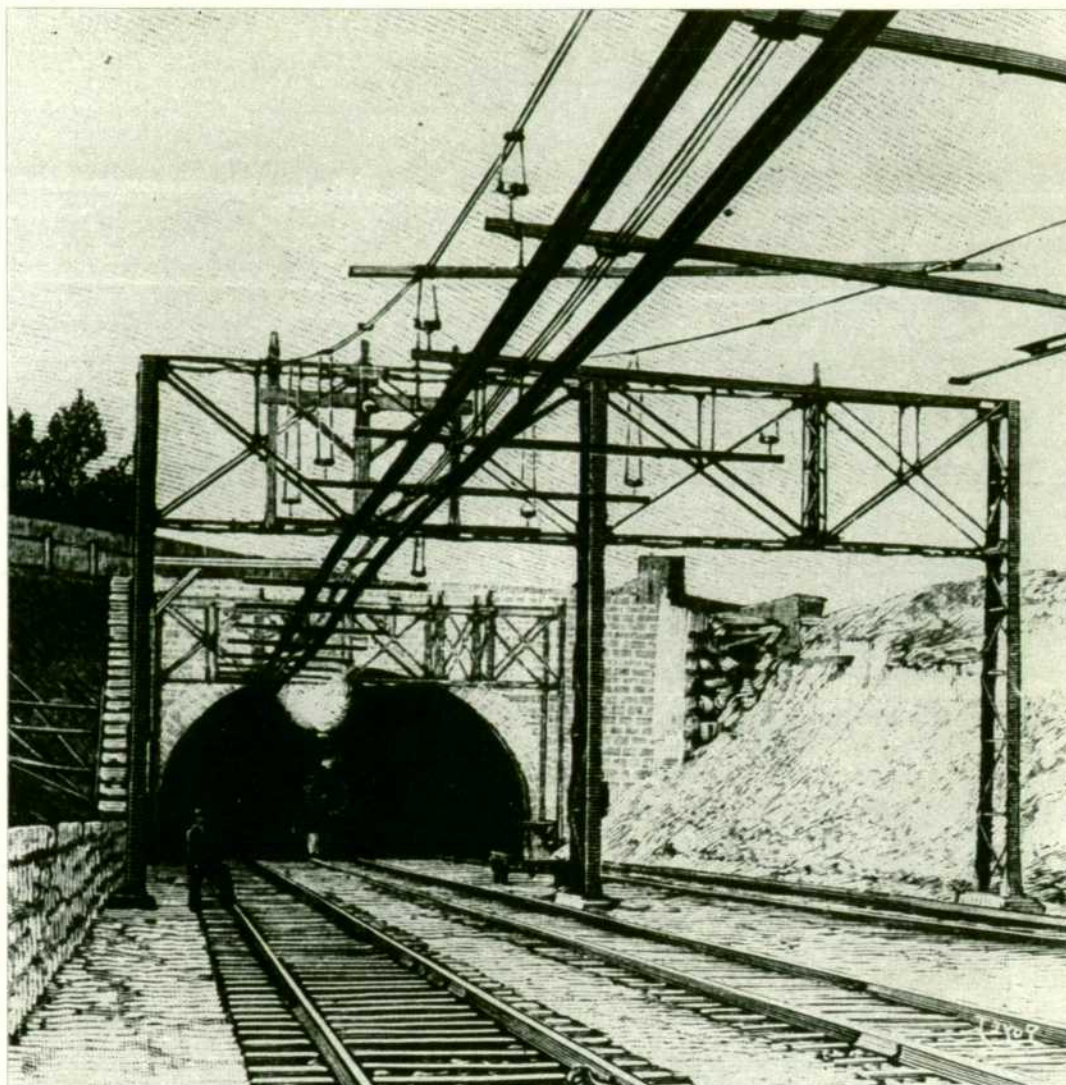
Pero con todo, la prodigiosa evolución técnica de los distintos sistemas hacen que la elección de un sistema de tracción obedezca ya más a razones políticas que técnicas.

En cuanto al carácter esencial de la tracción eléctrica en comparación con la locomotora de vapor, Marcel Garreau explica que esta última era un microcosmos: creció y se perfeccionó, pero permaneció aislada, cerrada sobre sí misma. La tracción eléctrica, por el contrario, no adquirió su verdadera dimensión hasta que se separaron y desarrollaron libremente las funciones de producción, de transporte y de transformación de la energía.

Por último, la electrificación de ferrocarriles requiere un cierto desarrollo técnico del país, se inserta ella misma en ese desarrollo y es una forma de la civilización industrial.

ESTRUCTURA DE LA OBRA

La historia de la tracción eléctrica consta de 12 capítulos, una introducción, una pequeña conclusión final y unos anexos en los que se incluyen una simbología del significado de la configuración de los ejes de las locomotoras eléctricas, un glosario de términos técnicos usuales utilizados en tracción eléctrica, la cronología de las fechas más importantes de la historia de la electrificación de los ferrocarriles, entre 1765 y 1940, y un índice de biografías de persona-



Electrificación del túnel de Baltimore (EE. UU.) en 1895.

lidades relacionadas con este tipo de tracción. Complementan estos anexos la lista de abreviaturas más usuales utilizadas y un índice bibliográfico en el que significativamente sólo aparece citada una obra escrita en español.

El primer capítulo trata de los primeros intentos de aplicación de la electricidad a la tracción. Primero en modelos reducidos y luego en vías de ensayo, como el famoso tren fabricado por Siemens y Halske, que puede ser considerado como el primer logro práctico en la tracción eléctrica. Puesto en circulación el 31 de mayo de 1879 en la exposición de Berlín, transportó más de 86.000 visitantes en los cuatro meses que permaneció en la exposición.

El capítulo segundo estudia el período comprendido entre 1888 y 1890, en el que la técnica de la tracción eléctrica sale de su infancia. Son los años en que se desarrollan las redes de tranvías eléctricos, especialmente en los Estados Unidos, donde en 1920 llegó a haber 74.000 kilómetros de líneas. En 1890 ya había 1.073 redes con 12.900 kilómetros de líneas, mientras en Europa sólo comenzó a manifestarse la actividad constructora con cierta intensidad a partir de 1895.

ELECTRIFICACION DEL TUNEL DE BALTIMORE

Este último año fue también fecha señalada de la tracción eléctrica, pues se inauguró la electrificación del túnel de Baltimore con locomotoras de General Electric, tipo Bo-Bo, primer servicio mixto en una gran línea ferroviaria con trenes pesados.

Hay que señalar también, como característico de esa época, el monorraíl suspendido de Wuppertal (Alemania), abierto al tráfico en 1901 y que aún presta servicio.

El capítulo tercero está dedicado a la evolución de la corriente continua entre 1900 y 1920. Se estudia el Metro de París, inaugurado en 1900 y que en 1916 ya contaba con 96 kilómetros, y el desarrollo de las líneas interurbanas en los Estados Unidos, donde llegaron a sumar 30.000 kilómetros electrificados. Este sistema, mitad trenes de cercanías, mitad tranvías, permitía todavía en 1940 ir de Chicago a Nueva York en cuatro o cinco días, cambiando por supuesto de vehículo, pero por un trayecto continuo. El desarrollo del automóvil ha reducido estas líneas interurbanas a menos de 200 kilómetros.

En aquellos primeros años del siglo XX, Estados Unidos seguía ocupando la prima-



De izquierda a derecha, locomotoras de las series 7100 y 7400, fotografiadas en la estación de San Sebastián.

cía en el desarrollo de la nueva técnica de tracción. La corriente continua evolucionó hacia la alta tensión: 1.200, 1.500 y 3.000 voltios. En 1915 se realiza la primera gran electrificación con esta última tensión en la compañía Chicago-Milwaukee, Saint-Paul y Pacific, en un trayecto montañoso con rampas de 20 milésimas que en 1919 se amplió al tramo Otello-Seattle, de 350 kilómetros. Pero por una serie de circunstancias, el tra-

mo intermedio, que hubiera soldado ambos trayectos, no se llegó a electrificar. Se frustró así la posibilidad de poner en explotación un tramo de 1.400 kilómetros que hubiera resistido la competencia de cualquier otro tipo de tracción. Pero como ocurrió con otros trayectos, estos tramos electrificados serían levantados para implantar servicios con tracción Diesel. Sin embargo, la electrificación a 3.000 voltios fue la precursora de

otras muchas en el mundo, entre ellas la de la rampa de Pajares en España.

EVOLUCION DE LA TRACCION ALTERNA TRIFASICA

El capítulo cuarto describe la evolución de la tracción en corriente alterna trifásica a partir de 1900. El acontecimiento más destacado fueron los ensayos realizados en 1903 con el automotor construido por Siemens y Halske, con el que se consiguió en la línea militar de Marienfeld-Zossen, en Alemania, alcanzar una velocidad de 210 kilómetros por hora.

También hay que destacar la inauguración en 1902 de la tracción alterna trifásica en la línea Lecco-Sondrio, más conocida como línea de la Valtelina, que inició el desarrollo de este tipo de tracción en Italia, país donde dicho sistema alcanzó su máximo desarrollo. En vísperas de la segunda guerra mundial había 1.800 kilómetros de líneas con este tipo de corriente, cuya conversión a 3.000 voltios concluyó en 1976.

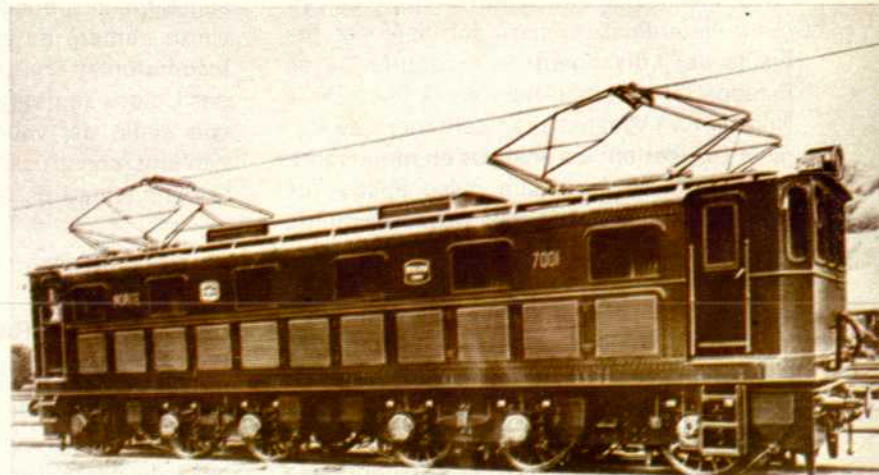
El tercer acontecimiento con este sistema fue la electrificación, en 1906, del túnel del Simplón, que entró en servicio en esa misma fecha.

No podemos olvidar la primera electrificación española, entre Gergal y Santa Fe, en la provincia de Almería, inaugurada en 1911 con este sistema de electrificación. La tracción funcionaba con aprovechamiento de la energía devuelta a la línea por los trenes descendentes, que a su vez permitía utilizarla en los ascendentes.

A principios del siglo XX se manifestaban ya dos tendencias en la técnica de las electrificaciones. Una, mediante la simplificación al máximo de las instalaciones de alimentación de energía de las locomotoras; otra, escoger el mejor motor, subordinando a segundo término el sistema de alimentación de la locomotora. Esta segunda alternativa impulsó la utilización de la corriente continua.



España: la locomotora 6100 que funcionaba en el puerto de Pajares.



La 7001, que prestó servicio en las líneas de la Compañía del Norte de España.

También desde aquella época surgen las rivalidades entre las casas fabricantes de material que ensayan distintos sistemas. Así, AEG utilizaba el motor de repulsión y la frecuencia industrial; es decir, la de la red general de alimentación. Por el contrario, Siemens empleaba el motor serie compensado con baja frecuencia de 15 ó 16 2/3 Hz., basado en una red de alimentación específica para el ferrocarril.

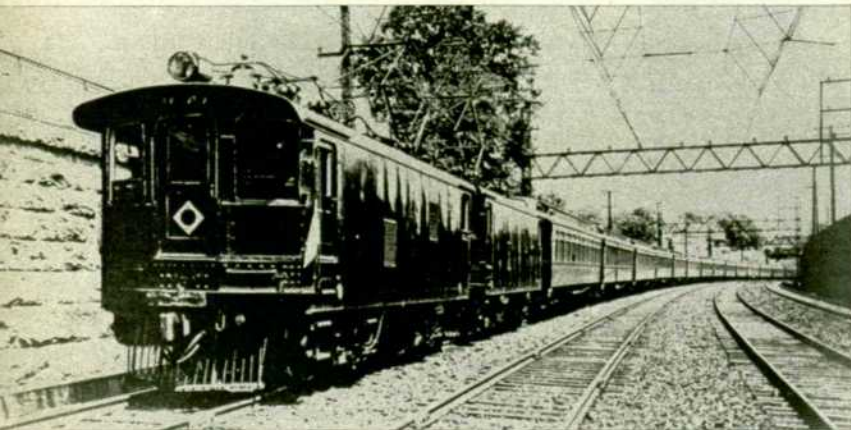
A su vez, en América, General Electric se decidió por mantener los ensayos e investigación en corriente continua, mientras Westinghouse se especializaba en la alterna,

gresiva de la velocidad en función inversa al esfuerzo. Pese al éxito de su experiencia, Ford abandonó sus ensayos ferroviarios, que proyectaba extender al resto de la línea, y la electrificación fue desmontada tras la crisis económica de los años 30.

Todos estos ensayos demostraron a partir de 1920 la viabilidad del concepto mixto: alta tensión en frecuencia industrial en la catenaria y baja tensión en multiplicación de fases a la misma frecuencia o en continua en tensión variable en los motores de tracción. Las importantes masas que había que poner en circulación por los convertido-

guerra decidió al Gobierno francés a aprobar un Plan de Electrificación de 10.000 kilómetros a la tensión de 1.500 voltios. La red del Midi puso en servicio en 1922 la primera locomotora francesa para dicha tensión. Esta máquina fue el prototipo de la larga serie de locomotoras Bo-Bo, conocidas como "buenas para todo". Sin embargo, del plan de electrificación sólo se habían realizado en 1940 unos 2.000 kilómetros.

Las electrificaciones del Chicago-Milwaukee a 3.000 voltios y las de las redes francesa y holandesa a 1.500 voltios serán las que a partir de entonces y hasta 1940



En 1907 se realizó la primera gran electrificación en corriente alterna monofásica en el New York, New Haven y Hartford.

cuyo logro más característico fue la electrificación de la compañía New York, New Haven y Hartford en 1907, que fue la primera gran realización en corriente alterna monofásica. Por esta línea circularon también las primeras locomotoras bicorriente, de alterna y continua.

OTROS ENSAYOS

En los años siguientes prosiguieron los ensayos con distintos sistemas: corriente monofásica 16 2/3 en la red del Midi francés, aunque dicha compañía —como todas las electrificaciones francesas hasta 1940— acabaron escogiendo la tensión de 1.500 voltios, y en Europa Central. La primera electrificación suiza con este sistema fue la del Lötschberg; la monofásica en Estados Unidos, realizada en la línea de la Norfolk and Western, red carbonera de Virginia Occidental; los ensayos en monocontinua de Henry Ford, que quiso aplicar los métodos industriales a la explotación de vías férreas. Para ello adquirió la compañía Detroit-Toledo and Ironton Railroad, que servía a sus propias fábricas de automóviles. En 1925 construyó y electrificó un nuevo ramal de 27 kilómetros que servía a sus fábricas y alimentó la electrificación con una central térmica propia. Diseñó los postes de electrificación y colaboró con Westinghouse en la construcción de la locomotora eléctrica que iba a prestar servicio en la línea. El proyecto de Ford preveía la variación pro-

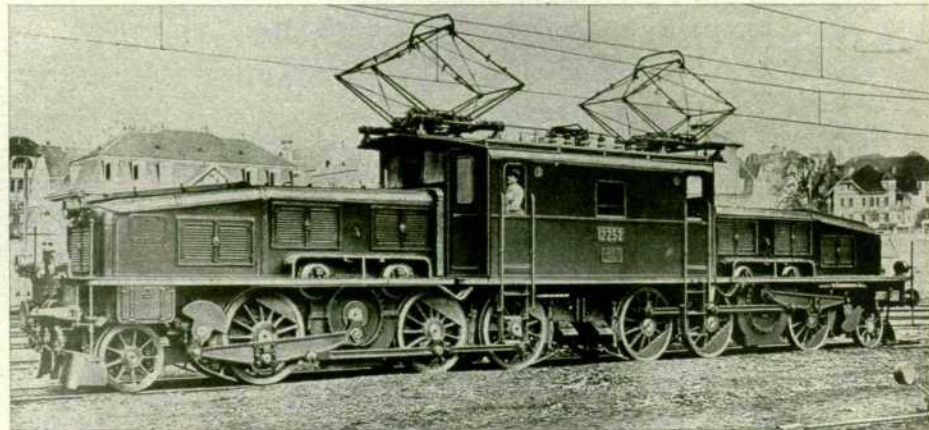
res rotativos limitaron estas aplicaciones a América, donde no se temían las elevadas cargas por eje (25 a 32 toneladas) necesarias para transportar aquellas verdaderas subestaciones rodantes.

LOS PROGRESOS DE LA MONOFASICA 16 2/3 HASTA 1940

Con la excepción de Francia e Italia, la mayoría de los países de Europa se decidieron por la tensión 15 kV. 16 2/3 Hz. entre 1920 y 1940. Características de este sistema son las locomotoras a bielas, con o sin reductor. La AEG y Siemens crearon una oficina de estudios común denominada Wasseg Buro, responsable de la unificación de cierto número de elementos en las nuevas locomotoras. Por el contrario, en los Estados Unidos se detuvo la evolución mecánica con el fin del vapor y la ausencia de ingenieros-constructores capaces de asegurar la continuidad de la investigación.

LA CORRIENTE CONTINUA EN EL PERIODO DE ENTREGUERRAS

En baja tensión —menos de 1.000 voltios— hubo numerosas electrificaciones en los ferrocarriles metropolitanos y en las líneas de cercanías de Inglaterra y Francia, los caminos vecinales de Bélgica y otros ferrocarriles mineros en Alemania. En alta tensión, la escasez de carbón durante la



Uno de los célebres "cocodrilos", locomotoras de mercancías del San Gotardo, entregadas a partir de 1920 por Oerlikon y SLM.

tendrían mayor descendencia, con predominio de las electrificaciones a 3.000 voltios. Con esta última tensión, varios países iniciaron sus electrificaciones: Brasil (1922-26), Chile (1923-27) y México (1925). La Unión Soviética inició en 1924 una electrificación experimental a la tensión de 1.200 voltios en el Cáucaso. Pero tras un viaje de estudios realizado por un equipo de técnicos a México y Estados Unidos se electrificó un tramo de 63 kilómetros del Transcaucasia a 3.000 voltios, tensión que se eligió para las sucesivas electrificaciones.

África del Sur inició en 1925 su electrificación a 3.000 voltios, excepto en las cercanías de El Cabo, donde utilizó los 1.500 voltios. Argelia y Marruecos se decidieron, entre 1927 y 1930, por los 3.000 voltios. España escogió también esta tensión para la rampa de Pajares en 1924, e Italia, a partir de 1930. Bélgica, pese a estar entre dos países con tensión de 1.500 (Francia y Holanda), se decidió también por los 3.000 en 1935, mientras Polonia ya lo había hecho en 1932.

En cuanto a la tensión de 1.500 voltios, fue aplicada sobre todo por Francia, según se ha indicado, y por Inglaterra en sus dominios: servicios de cercanías de El Cabo, Melbourne, Sidney, Bombay y en la sección montañosa de Nueva Zelanda, donde ya se aplicó en 1923. También Japón escogió los 1.500 voltios para las cercanías de Tokio y Osaka y para la línea del Tokaido primitiva.

Igualmente, España, en concreto la Com-

pañía del Norte, se decidió por esta tensión para las líneas que electrificó en los años 20; es decir, Alsasua-Irún, Barcelona-Manresa y San Juan de las Abadesas, además del tramo Ripoll-Puigcerdá, electrificado por el Estado.

Y es en las electrificaciones referidas a España donde hemos detectado un pequeño error sin importancia que se transcribe únicamente a título de anécdota cara a hacer buena esa afirmación de que no hay libro sin error. En este caso se trata de una referencia a las líneas de Madrid-Avila y Segovia, cuya electrificación se inició en 1935

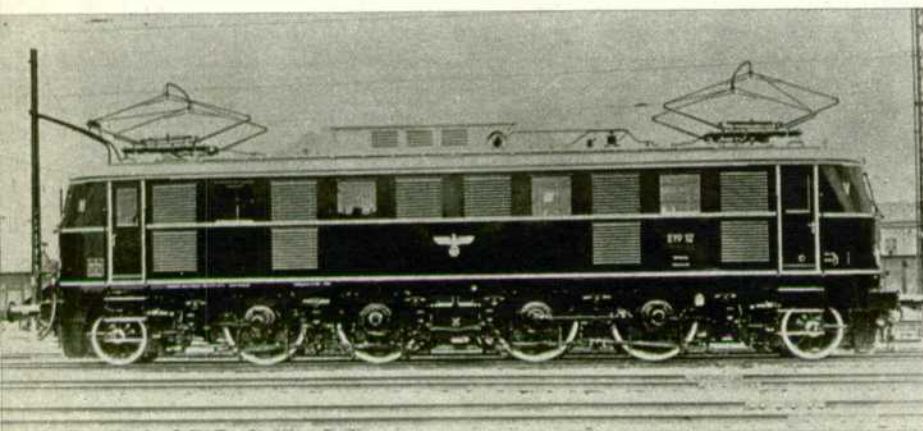
y fue interrumpida por la guerra civil. Se afirma que la tensión escogida fue la de 3.000 voltios, lo que no es cierto, pues, como es sabido, dichas líneas estuvieron en un principio electrificadas a la tensión de 1.500 voltios.

LOS INICIOS DE LA CORRIENTE ALTERNA MONOFASICA A FRECUENCIA INDUSTRIAL

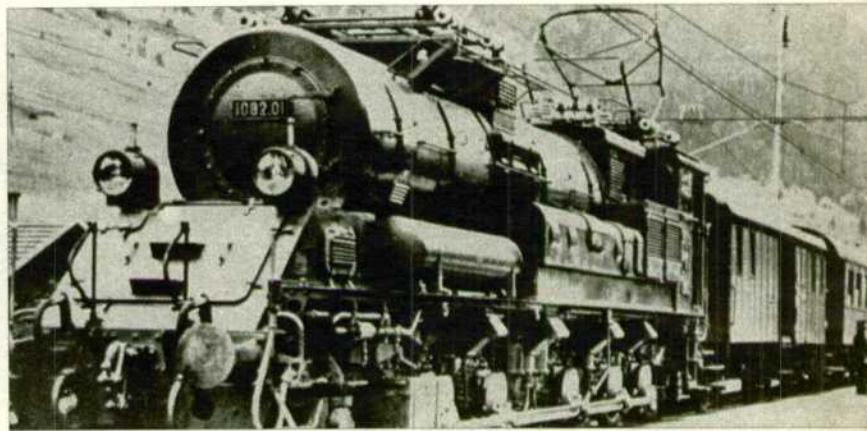
Este sistema que tanto se ha desarrollado en los últimos años ya comenzaba a progresar en el período anterior de la segunda

OTROS DATOS TECNICOS

Tres de los restantes capítulos están dedicados al estudio de la evolución de los componentes mecánicos y eléctricos y a la geografía de la electrificación de ferrocarriles en el mundo en 1940. En este último capítulo se describe la historia de la electrificación en cada país que ya contaba con este sistema de tracción en dicho año. En la parte correspondiente a España se incluyen las líneas de la antigua Compañía del Norte, ya citadas, el trayecto Nacimiento a Gádor, en Almería, y las líneas de vía estrecha de



Locomotora alemana en 16 2/3 Hz., una de las más logradas en el período anterior a la segunda guerra mundial.



El curioso prototipo de Siemens en 16 2/3 Hz., construido en 1930 y que semeja una locomotora de vapor.

- *En España, la primera electrificación se inauguró (1911) entre Gèrgal y Santa Fe, provincia de Almería.*
- *La Compañía del Norte realizó un notable esfuerzo con la electrificación de Pajares y las líneas que conectaban con Francia.*
- *En el período anterior a la segunda guerra mundial, los sistemas más extendidos en tracción ferroviaria fueron la corriente continua a 1.500 y 3.000 voltios y la monofásica de 16 2/3.*

guerra mundial. Su ventaja fundamental consiste en transportar la corriente en alta tensión —y, por tanto, con débil intensidad— hasta la locomotora. La corriente alterna, pese a sus pérdidas por inducción, permite reducir las caídas de tensión en la línea de contacto y además pueden espaciarse las subestaciones, que son simples transformadores, mucho más que en corriente continua. En los años posteriores a la segunda guerra mundial, la multiplicación de las centrales de producción de energía y de las redes de distribución, con utilización de las frecuencias de 50 a 60 Hz., permitieron, cada vez en mejores condiciones, tomar la corriente de suministro de la propia red general de electricidad. Pero en los años anteriores a la conflagración solamente fueron realizados una serie de ensayos, entre los que destacaron los de las casas Siemens, AEG y Krupp, en Alemania, aparte los que hizo la Reichbahn.

También la Unión Soviética construyó en 1938 una locomotora experimental para utilizar la corriente alterna en frecuencia industrial. Estaba equipada con un rectificador de vapor de mercurio polianódico refrigerado por agua. Los ensayos, muy positivos, tuvieron que ser interrumpidos a causa de la guerra.

Sería la SNCF la que, al finalizar la contienda, reanudara los ensayos, basándose en las experiencias alemanas, y demostrarla la validez de la tracción en alterna monofásica de 50 Hz.

Bilbao, Barcelona y Valencia, el ferrocarril del Guadarrama, el tranvía de Vigo a Bayona, las líneas de Bilbao-San Sebastián, Victoria-Estella, Zumárraga a Zumaya, el ferrocarril de Sierra de Nevada y el de Sóller, pero no se citan otros de vía estrecha, como la interesante electrificación de Pamplona a Aoiz y Sangüesa y el de San Sebastián a Hendaya, el célebre "Topo".

El último capítulo es un estudio de la economía y costes de la tracción eléctrica. Finalmente, en la conclusión que cierra la obra se anuncia el tema del segundo volumen, que tratará las electrificaciones realizadas en el período comprendido entre 1940 y 1975, durante el cual se triplicaron las líneas electrificadas.

Los autores señalan que su propósito ha sido constatar las relaciones evolutivas por las cuales se ha realizado el cambio de los sistemas de tracción en el ferrocarril y afirman que la tracción eléctrica se manifiesta como una de las raras vías que preservan el papel del hombre y las riquezas de la Naturaleza en el transporte terrestre colectivo. Una obra, en suma, que no debe faltar en la biblioteca de los profesionales y aficionados a los temas ferroviarios. ■ **FERNANDO F. SANZ. Fotos: Archivo Sanz y reproducciones de "Histoire de la traction électrique".**

Nota.—La "Histoire de la traction électrique", volumen de 562 páginas y unas mil ilustraciones, original de Yves Machefert Tassin, Fernand Nouvion y Jean Woi-mant, puede solicitarse a "La Vie du Rail", 11 rue de Milan 75440, Paris, Cedex 09 (Francia). Su precio es de 269 francos franceses.