

man por Linares, utilizando los antiguos puentes que existen en los ríos Guadalén y Guadarrizar.

Nótase en vista de lo expuesto que en esta provincia se llega ya á la exageracion en el ramo de Obras públicas, y cuenta que el Estado tiene hoy en conservacion 651 kilómetros 694 metros, y la provincia 104 kilómetros 431 metros, resultando en junto 756 kilómetros 125 metros, sin contar algunos caminos vecinales, que reúnen las mismas condiciones en su trazado y ejecucion de las obras que las carreteras provinciales.

(Se continuará.)

MEMORIA

SOBRE LA

APLICACION DE LA ELECTRICIDAD

Á LA EXPLOTACION DE LOS CAMINOS DE HIERRO.

(Continuacion.)

PRIMERA PARTE.

Historia.

Esta idea de Weber es la misma que, reproducida en 1880, ha sido aplicada en América con todos los desarrollos que la práctica exige, en el *Block system*, electro-automotor denominado *Union electrical signal*, de que nos ocuparemos más adelante.

Mr. Gauss, rectificando los errores de Weber, intentó dar á su pensamiento una forma más práctica, pero con poco éxito. Durante algun tiempo, en 1836, un hilo eléctrico, aislado por una envolvente de cáñamo colocado sobre el terreno, sirvió para transmitir avisos á los guardavías entre Leipzig y Athen; pero el precio excesivo (próximamente 1.200 francos por kilómetro) de dicha instalacion, cuya utilidad era muy limitada y fué muy controvertida, produjo su abandono en 1837. Por esta razon no consiguió Inglaterra el honor de haber realizado en 1840 la primera aplicacion verdaderamente práctica de la electricidad á la explotacion de las vías férreas. Roberto Stephenson, para evitar á la ciudad de Lóndres los inconvenientes de la vecindad de las ruidosas, incómodas y peligrosas locomotoras (textual), resolvió explotar la línea de Lóndres á Blackwall, empleando un cable sin fin arrollado sobre tambores movidos por una máquina de vapor fija. Dicha línea, próximamente de trece kilómetros, servía á seis estaciones intermedias. El sistema consistía en enganchar los coches,

cargados en cada una de las estaciones. al cable único, arrastrarlos por medio del cable puesto en movimiento, y detenerlos en el punto de su destino.

Para la ejecucion de estas diversas maniobras era indispensable estar en comunicacion con la máquina motriz fija, y con este objeto se emplearon manipuladores Wheatstone, de aguja, colocados en todas las estaciones y que trasmitían al maquinista estas simples señales: *Preparado* (ready); *alto* (stop).

Las dos estaciones extremas tenían aparatos múltiples, en las que se reproducían las señales de las estaciones intermedias.

En la misma época estaba tambien establecido el telégrafo *Wheatstone et Cook* en la seccion terminada del camino de hierro de Great-Western.

En suma, no se empleaban aún sino aparatos ordinarios. Pero en 1842, sir William Forthergill Cook, en un libro titulado *Ferro-carril telegráfico* (*Telegraphic Railway*), estableció los principios fundamentales del *Block system*, ó de la proteccion de los trenes en marcha por la division de la línea en secciones cerradas y sucesivas, en cada una de las cuales no se podían encontrar á la vez dos trenes. El empleo del telégrafo eléctrico, medio rápido de correspondencia, hacía posible la circulacion en los dos sentidos con una sola vía. En efecto; para las vías simples fué para las que recomendó sir William Cook el sistema de explotacion, fundado en la distribucion de trenes protegidos por intervalos invariables y determinados de distancias fijas recorridas, y no por los intervalos variables é inciertos de tiempo empleadas en recorrerlas.

La primera aplicacion del *Block system* se hizo, en 1844, en una seccion de vía simple de los caminos de hierro *Eastern Counties*, de Norwick á Yarmouth. Los jefes de estacion podían ver en un cuadrante de aguja Wheatstone en qué seccion estaba comprendido el tren, lo que éste señalaba eléctricamente al entrar en ella. Estas disposiciones, que exigían un número considerable de hilos (tantos como secciones), eran muy costosas, y por lo tanto inaplicables á líneas largas.

A partir de esta fecha (1844), el telégrafo eléctrico se fué perfeccionando y su uso se extendió rápidamente. Brunel lo adoptó para el Great Western Railway, utilizando por la primera vez la vuelta de la corriente por la tierra, principio que acababa de ser descubierto por Steinheil, y el aparato impresor de Bain.

A fines de 1844 se empleaba el telégrafo eléctrico para la explotacion de las líneas siguientes:

South Western.

London and Blackwall.

Great Western.

London and Dover.

London and Birmingham.

Leeds and Manchester.

Edimbourg and Glasgow.

Kingstown and Dalkey.

A fines de 1843 se empezó á emplear en el continente el aparato Wheatstone et Cook en el plano inclinado situado entre Aix-la-Chapelle y Ronheide, explotado por medio de un cable sin fin y una máquina fija como el que hemos citado anteriormente de Lóndres á Blackwall.

Era aún una aplicacion muy limitada y carecía del espíritu práctico que inspiró las disposiciones adoptadas por Cook en Inglaterra.

La línea del Taunus, en Alemania, fué explotada por MM. Beil y Meiller en 1844 por el sistema Fardelly, que había modificado el aparato Wheatstone. Fardelly no empleaba más que un hilo de cobre sin envolvente, apoyado sobre estacas, y utilizaba la tierra para la vuelta de la corriente. El empleo de este hilo, á pesar de su imperfecto aislamiento, dió buen resultado.

Mientras Wheatstone y Cook perfeccionaban en Inglaterra el establecimiento del hilo conductor aéreo apoyado en aisladores (1844 y 1845), Arago continuaba entre París y Rouen sus notables experimentos, que probaron la posibilidad de transmitir señales á más de cien kilómetros de distancia por la corriente de una débil batería eléctrica y á través de un hilo conductor aún cuando su aislamiento no fuese perfecto.

En 1845 estableció M. Regnault en la línea de Saint-Germain el primer telégrafo eléctrico alfabético, empleando el aparato electro-magnético de Wheatstone: en 1846 estableció un aparato eléctrico de socorro, que permitía á los conductores de tren pedir piloto; y en 1847 aplicó al servicio de la línea de Pecq á Sain-Germain un indicador eléctrico análogo al que Sthephenson había adoptado para el camino de hierro de Blackwall.

Las aplicaciones de este género se multiplicaron; pero durante muchos años la electricidad no sirvió en la explotacion de los caminos de hierro sino como simple medio de correspondencia, transmitiendo avisos, órdenes é instrucciones; sea moviendo agujas ó utilizadas en los aparatos de cuadrante de Breguet, ó bien por medio de los indicadores más especiales de M. Regnault ó de M. Tyer ó por el telégrafo Morse.

La electricidad no obraba directamente sobre los aparatos indicadores, sino para poner en movimiento timbres electro-mecánicos ó mecanismos embragados ó desembragados por la corriente eléctrica.

Bajo este aspecto, merece Alemania el honor de la prioridad. El principio del empleo de las campanas, justamente denominadas *alemanas*, se remonta á 1846, en cuya época M. Léonhardt construyó para el camino de

hierro de la Thuringe las primeras campanas de escape eléctrico, que repicaban hasta que se las detenía con la mano.

Después esta parada se obtuvo por un mecanismo de relojería.

MM. Kramer, Siemens y Halske aplicaron disposiciones análogas con el mismo objeto, en 1847, en el camino de hierro de Magdebourg-Buchau.

Finalmente, las campanas Leopolder, bastante semejantes á las actualmente empleadas, eran ya conocidas en 1861. Estas campanas, sucesivamente perfeccionadas, han invadido toda la Alemania, la Holanda y el Austria; pero Inglaterra no ha empleado aún estos sonoros avisadores que pueden ser oídos por todos los empleados de la línea. Sus ingenieros se limitaron al empleo de la electricidad en el interior de los puestos. Así M. Walker imaginó en 1852 su timbre electro-magnético de *simple golpe*, destinado á señalar los trenes desde uno á otro puesto y que comunicaba señales acústicas variadas, pero de un carácter transitorio.

Este sistema se emplea aún en la línea de South-Eastern. Producía en el interior de las oficinas y para uso de los señaladores encargados de la maniobra de los semáforos exteriores visibles (*outdoor signals*) los avisos acústicos por golpes de timbre. Posteriormente ha perfeccionado notablemente M. Walker su primitivo aparato. En el mismo año de 1852 construyó M. Tyer su primer aparato de correspondencia entre los dos puestos extremos de cada sección de *block*.

Las señales *vía ocupada* y *vía libre*, es decir, señal de *aviso adelante* y señal de *vía libre detrás*, eran marcadas por dos agujas indicadoras sobre el cuadro del aparato.

Además, el sistema era automático: el tren mismo se anunciaba al puesto de delante al pasar sobre un pedal colocado á la entrada de la sección, y dejaba libre la sección obrando sobre otro pedal situado á la salida. Se empleó al principio este sistema en las líneas de Brighton y de South-Eastern; pero en 1854, el mecanismo automático de los pedales fué reemplazado por piezas colocadas en el aparato y movidas á mano por los empleados de la línea. Añadiendo á estos aparatos un timbre de aviso y un botón de llamada, organizó M. Tyer en sus principales elementos el aparato tal como funciona actualmente.

El aparato de M. Bartolomew (1852), estaba también fundado sobre los mismos principios: simple correspondencia, por medio de agujas, indicadores y timbres, entre los empleados responsables de las maniobras.

M. Preece dió un paso más en el camino de la aplicación de las señales eléctricas á la explotación de los caminos de hierro. En 1862, para explotar la sección comprendida entre las dos estaciones de Exeter, inventó su sistema, cuyo carácter esencial es la *asimilación de las indicaciones producidas eléctricamente en los cuadros de los aparatos de correspondencia*

á las grandes señales exteriores, visibles para los maquinistas y para todos los empleados de la línea. Las manipulaciones de los aparatos se hacían más fáciles y claras para los empleados, y éstos, por consiguiente, no necesitaban tener la instrucción de los telegrafistas, que anteriormente era preciso emplear en estos servicios: además, las probabilidades de error se disminuían por la forma de las señales, conocidas ya por todos los empleados.

Las ventajas de esta ingeniosa sustitución fueron comprendidas inmediatamente y MM. Tyer y Walker la adaptaron sin vacilar á sus aparatos.

Por primera vez había introducido también M. Preece el perfeccionamiento de la *señal repetidora ó acuse de recibo*, cuyo principio es dar al puesto trasmisor la seguridad de que su señal ha llegado al puesto receptor y que ha producido en el brazo del pequeño semáforo el movimiento que debía producir.

En 1862 M. Spagnoletti construyó su primer aparato, en el que no empleaba más que una aguja.

En 1866 M. Preece, en vez de tres hilos, no empleaba más que uno. Después, en 1872, perfeccionó aún su sistema, de tal modo que la señal de *vía libre* no pudiese ser producida sino por la acción concurrente y combinada de los señaladores situados en los dos extremos de la sección.

Tuvo también el mérito de establecer en sus conferencias de una manera clara, los principios prácticos del *Block system* ó explotación por secciones cerradas.

En uno de sus folletos publicado en 1865 en Londres, encontramos formulado un *desideratum* que no ha sido realizado hasta 1872 por MM. Sarrigue, Tesse y Prudhomme. Después de describir con notable claridad el *Block system*, que había instalado en el South-Western Railway, añade M. Preece:

«Si fuese posible maniobrar por medio de la electricidad la gran señal visible exteriormente, el sistema sería perfecto; pero lo limitado de la potencia motriz de la electricidad no nos permite en la actualidad conseguir una producción de fuerza capaz de mover á distancia con seguridad suficiente las señales de la vía; nos vemos, pues, obligados á aceptar lo que se aproxima más á dicho resultado, y atenernos á los pequeños instrumentos eléctricos que indican al señalador la posición en que debe colocar las señales que maneja, dictándoles, por decirlo así, los movimientos que estos instrumentos deberían producir sin su mediación.

(Se continuará.)