

yadas en unos caballetes formados por tabloncillos convenientemente empernados.

El 22 del mismo mes, montado todo el piso del puente, y comenzados a colocar los montantes, se hizo el remachado de la parte montada; el 1.º de octubre fué terminado el montaje, y el 9, el remachado de todo el tramo.

El día 11 se hizo el descimbramiento, levantando el puente primero sobre un estribo y luego sobre el otro, por medio de gatos hidráulicos colocados debajo de la cabeza inferior. Se invirtieron en esta operación dos horas y media: media en levantar cada extremo y el resto en transportar y colocar los aparatos en el segundo estribo. La constitución del andamio hizo preferible esta solución de levantar el puente a las empleadas generalmente para descimbrar, y con este fin había sido construido 10 cm más bajo de su altura definitiva.

Las figuras 3.ª, 4.ª, 5.ª y 6.ª dan idea del montaje del tramo y de éste terminado, así como de la grúa que hemos descrito.

El montaje se ha verificado de acuerdo con el plan trazado para terminarle antes de que fuesen de

temer las crecidas del río, dado lo avanzado de la estación en que fué comenzado, y su feliz éxito demuestra la conveniencia de estudiar con todo detalle esta interesante fase de la construcción, lo que era tanto más necesario en esta ocasión en que ni el capataz ni ninguno de los obreros habían intervenido en obras de esta clase. Sin embargo, a su habilidad, adquirida en los montajes de buques, y a su entusiasmo por secundar las órdenes recibidas, se ha debido principalmente el resultado alcanzado. Como detalle curioso diremos que los obreros, para entenderse en sus maniobras, habían designado con el nombre de *proa* al extremo de la margen izquierda y de *popa* al de la derecha.

En resumen, se empleó menos de un mes en preparar los andamios indispensables, y en cuarenta días se realizó el montaje total de este tramo metálico de 62 m.

Es un trabajo que honra a la Sociedad Española de Construcción Naval, que lo ejecutó, y al ingeniero, nuestro compañero D. Juan Botín, que personalmente lo organizó y dirigió.

I. E. R.

## Instalación de señales luminosas en la rampa de Pajares, línea de León a Gijón, de los ferrocarriles del Norte

Con motivo de la electrificación efectuada en la rampa de Pajares, entre Ujo y Busdongo, se han sustituido, con instalación independiente de aquélla, los antiguos discos y señales cuadradas de protección de todas las estaciones comprendidas en ese trayecto por modernas señales luminosas, que por sólo su propia luz se hacen visibles y por ella ofrecen sus indicaciones lo mismo durante el día que durante la noche.

Son las *color light signals* de los norteamericanos, de cuyo país es originario el sistema, que allí se extendió considerablemente en las líneas electrificadas y en las instalaciones de *block* automático de circuito de vía. En Europa estas señales constituyen aún una relativa novedad y su empleo tiene cierto carácter de ensayo, salvo en alguna nación del Norte, donde están ya bastante generalizadas. En España son las de Pajares de las primeras que se instalan para utilización diurna y a cielo abierto (1), y por ello nos proponemos hablar algo de ellas. Pero antes hemos de recordar algunas ideas generales sobre señalización.

### Señales fijas de la vía

Descontadas las luminosas de referencia, las señales fijas de la vía pueden considerarse clasificadas en dos grupos generales: las de pantalla y las semafóricas.

Las primeras comprenden los discos y las señales cuadradas, y están constituidas por una pantalla que puede girar alrededor de un eje horizontal o verti-

cal, para tomar la posición expresiva que corresponda. Las segundas, características de los países de idioma inglés, se componen de una o más paletas o brazos, que pueden ocupar posiciones distintas con relación a un mástil que les sirve de soporte. Ambos sistemas son bien conocidos y se emplean de antiguo, casi desde el comienzo de las explotaciones ferroviarias. No precisamente desde este mismo comienzo, porque durante él las señales fijas no fueron precisas.

La explotación de los ferrocarriles se hizo, en efecto, en sus primeros tiempos con un carácter distinto del que luego llegó a alcanzar. La primera vía férrea fué considerada como un nuevo camino ordinario, como una carretera perfeccionada, por la cual debían circular los trenes como por los demás caminos circulaban los carros y los coches, sustituyendo la locomotora a la tracción animal. Los trenes, poco numerosos, llevaban pequeñas velocidades y sufrían paradas frecuentes. Al llegar a éstas, se los recibía casi lo mismo que se recibían los coches y las diligencias a su llegada a los pueblos. El espaciamiento entre los trenes era grande, y éstos seguían su marcha lenta, en la que no influían mucho los cruzamientos y los retrasos que en éstos llegasen a producirse, que no podían ser grandes en el corto recorrido de los trenes. La explotación, en suma, era tan sencilla que no imponía la adopción de procedimientos especiales de seguridad.

Pero con el crecimiento del tráfico, el aumento de las circulaciones y el de las velocidades, que los perfeccionamientos de las locomotoras fué permitiendo, se impuso la adopción de un sistema de indicaciones que diese a conocer a los maquinistas los sitios peligrosos de la vía. Y fueron primero los mismos agentes, los guardas de la vía, los que, colocados en algunos puntos de ésta, y teniendo una garita para

(1) Existe una instalación reciente de *block* automático con señales luminosas en el ferrocarril de Sarriá (Barcelona).

guarecerse, hacían señales de mano cuando los trenes debían detenerse. Luego, en esos puntos se colocaron señales fijas, que los propios guardas maniobraban, al pie mismo de ellas; y se multiplicaron las señales y se las perfeccionó, accionándolas a distancia, y entonces ya las próximas a las estaciones, las de protección de ellas, no necesitaron para su manejo más que el personal de la estación misma. Después se llegó al empleo de las señales avanzadas, que mandan que el maquinista se haga dueño de la velocidad del tren para que, después de rebasadas, lo detenga ante otra señal compañera de la avanzada. Más tarde, al enclavamiento de señales, al *block-system*, al *block* automático y a sus más perfeccionados sistemas... Para todos estos casos, aparte de las modernas señales luminosas, se emplearon las de pantalla y semafóricas.

Estas últimas, con su nuevo tipo de tres posiciones de la paleta con respecto al mástil, satisfacen perfectamente las condiciones exigidas por los sistemas de *block* automático. En los antiguos semáforos, la paleta sólo ocupaba dos posiciones: normal al mástil y formando con él un ángulo de 45°, que son las dos posiciones que corresponden a la de la pantalla del disco normal y paralela a la vía. En las señales semafóricas de tres posiciones, la paleta o brazo puede ponerse normal, inclinado o en la misma dirección del mástil, alcanzándose así los tres valores expresivos de parada, precaución y vía libre.

Tiene, pues, por esto la señal semafórica evidente ventaja sobre la de pantalla, ventaja que también se pone de manifiesto por el hecho de hacer las paletas de las primeras indicaciones *positivas*, lo mismo cuando expresa parada que vía libre, mientras que la pantalla, que se hace visible, que ofrece señal positiva cuando está normal a la dirección de la marcha del tren, presenta sólo el canto al maquinista cuando está paralela a la vía para indicar que ésta se encuentra libre. Por esto, sin duda, en Francia, a la posición del disco, llamada de disco abierto, paralela a la vía, se llama de señal *effacé*, es decir señal borrada, que desaparece para expresar vía libre. Al desaparecer la señal, queda aparente sólo el mástil, y se dice que esto es un inconveniente, por prestarse a confusión con un poste o con el tronco de un árbol; y, efectivamente, tiene que serlo, sobre todo para los casos de *block* y de trenes que circulan a grandes velocidades por comarcas frondosas y muy pobladas.

Pero cualquiera que sea la ventaja y superioridad de las señales semafóricas sobre las de pantalla, tenemos que considerar ambas como comprendidas en una clase general de señales de *forma*, que por ella, y por su posición y color, adquieren valor expresivo durante el día, y que por la noche suplen la imposibilidad de su apariencia con la indicación de luces de colores que corresponden a las distintas posiciones de la señal. Hay que distinguir, por tanto, en estos tipos clásicos de señales, su forma, su color y su posición, por el día, y de noche sólo el color de las luces y el número y combinación de éstas.

Existe, según esto, en las señales de *forma* distinto modo de expresar de día que de noche, y fué natural que se buscara el unificar las indicaciones. Esto se consigue de dos maneras: iluminando de noche las formas geométricas, por transparencia o reflexión, o dando carácter de permanencia, día y noche, a las luces de color que sólo de noche se utilizan en

las señales de *forma*. Pero esto último pudo parecer que equivaldría casi a luchar con la luz del sol, a oponer a esta luz, natural y poderosa, las pobres emisiones de la luz artificial; y, temiendo a tan atrevida empresa, se recurrió a soluciones de la primera naturaleza, de iluminación por la noche de las formas geométricas, lo cual fué factible aun antes del empleo de la electricidad.

Este procedimiento tiene bastantes inconvenientes y no se extendió mucho. Ya en el Congreso de Ferrocarriles de Londres de 1895 se reconoció que la iluminación de las formas geométricas no puede sustituir al lenguaje de los colores, y nada hace suponer que sea conveniente emprender nuevos intentos por este camino.

El que se siguió fué el otro, el de conseguir la permanencia día y noche de las indicaciones de las luces de colores, de establecer señales sólo de color, y a ello se pudo llegar con los adelantos de la electricidad y de la óptica. En realidad no se trataba de vencer a la luz del sol, sino de encender en un cristal un color lo suficientemente vivo para que fuese visible de día y a considerable distancia. Este es el principio de las señales luminosas del tipo a que pertenecen las instaladas en Pajares.

### Señales luminosas

Consisten esencialmente en una lámpara eléctrica colocada en el foco de una lente o de un sistema de dos lentes que amplifican la luz de aquélla, produciendo un disco de luz muy viva y de color determinado, que puede ser visto desde lejos.

En su forma más sencilla, y con reducido tamaño, estas señales se emplean en los ferrocarriles metropolitanos y en el interior de los túneles. Les basta entonces una lente para que su luz se haga muy visible. Aun con una lente pueden servir para empleo al exterior, si no hace falta observarlas desde punto muy distante, como en el caso de ferrocarriles de escasa velocidad. Pero si se trata de grandes líneas y con velocidades crecidas, hay que recurrir a las señales más completas con un sistema de dos lentes, como son las de Pajares.

Puesto que la lámpara eléctrica ha de coincidir con el foco de la lente o del sistema, es forzoso buscar una lámpara de filamento concentrado, puntiforme. Se trata, pues, de lámparas especiales que se suele disponer, además, con doble filamento, de los cuales uno de ellos tiene tendencia a fundirse antes que el otro, con lo que en el caso de esta fusión parcial queda la lámpara encendida, aunque con menor intensidad luminosa, y denunciando por ello que es necesario cambiarla por otra nueva. Estas lámparas tienen también la particularidad de ser de bajo voltaje, para aumentar su duración. Y como distribuir la corriente eléctrica de alimentación a tan bajo voltaje no es conveniente, al pie de las lámparas o señal hay que colocar pequeños transformadores estáticos para corriente alterna, que es la que se suele emplear.

Con arreglo a estos principios, se comprende la constitución de las señales luminosas de Pajares, que es como sigue:

Un mástil de hierro fundido de 127 mm de diámetro y 5 m de alto. Formando su basa, una caja, también de hierro, que contiene los relés de conexión y los transformadores de 120/10 voltios, uno para

cada lámpara. En el extremo superior del mástil, una pantalla, y destacándose sobre ella, en su parte anterior, los discos de las lentes, rodeados parcialmente por una visera que los protege contra los ra-

neaciones curvas que en las rectas. Cuando aquéllas no son muy pronunciadas, no suele hacer falta este recurso.

De las dos lentes principales, la interior coloreada recibe gran cantidad de la luz de la lámpara, y la envía sobre la lente exterior, que recoge los rayos y los manda a su salida en un haz en que aquéllos son casi paralelos, por lo que en la ley de disminución de visibilidad el exponente es bajo, y prácticamente esa visibilidad viene a estar sólo limitada por absorción de luz por las capas atmosféricas. Por ello, de lejos el disco de la señal aparece iluminado con igualdad. Cuando la distancia a que se observa va disminuyendo, la parte externa pierde luz, y, ya cerca de la señal, como el ángulo de la visual del observador con el eje óptico de las lentes es crecido, en donde disminuye la luz es en la parte interna, iluminando-

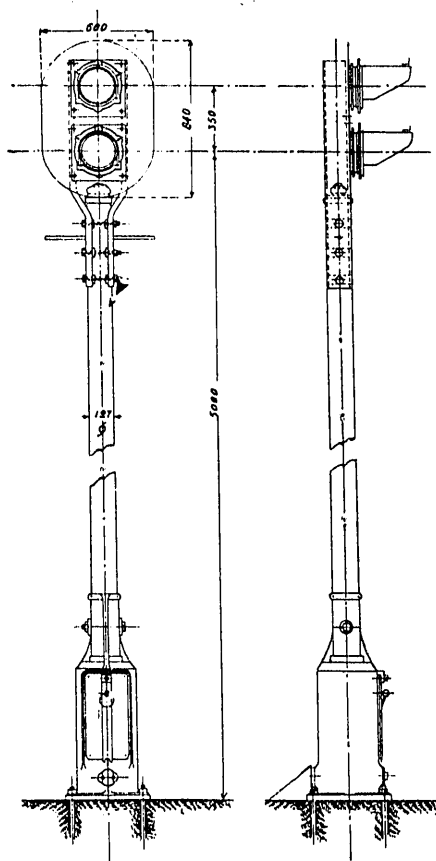


Fig. 1.ª

yos solares. En la parte posterior de la pantalla, las cajas de hierro, herméticamente cerradas, que contienen las lámparas y las lentes.

La alimentación de corriente se hace, en el caso de que tratamos, desde el edificio de viajeros de la estación, en la cual hay un cuadro con un conmutador para accionar a mano, y unas lámparas testigos, en serie con las de las señales, y que se encienden, por tanto, al par de éstas, indicando así la forma en que lucen las señales. De un cuadro parten los conductores de alimentación, con corriente a 120 voltios, que al pie de las señales se transforma en 10 voltios, y así se utiliza en las lámparas, que dan una intensidad luminosa de unas cincuenta bujías.

Esta intensidad luminosa es considerablemente aumentada por las lentes, que son dos escalonadas, constituyendo un sistema refractor catadióptrico, prácticamente aplanético, que es el elemento principal de la señal. De las dos lentes, la interior es coloreada y la exterior clara, y producen tal iluminación en el disco exterior aparente, protegido por la visera, que resulta visible a más de 1 km de distancia en el día de sol más claro. Como la lente exterior es incolora, todo rayo de luz que pueda reflejar también lo será, y, por ello, no se producirán falsas indicaciones.

Aún se suele agregar al sistema en otros casos una pequeña lente prismática, que tiene por objeto desviar algunos rayos luminosos, para que el haz a su salida pueda ser visible con igual intensidad en las ali-

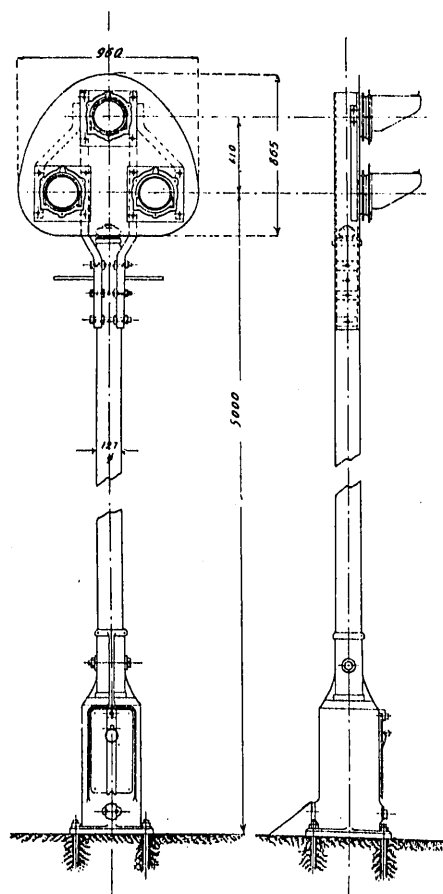


Fig. 2.ª

se la externa, y arrojando al pie mismo de la señal un haz de rayos reflejados que la hacen perfectamente visible.

Las señales luminosas de Pajares reemplazan a los antiguos discos y señales cuadradas de protección de las estaciones, cuyas indicaciones de noche son: para los primeros, una luz blanca, vía libre, y una roja, peligro y parada ante el primer obstáculo o indicación; y para las segundas, una luz blanca, vía libre, y dos rojas, parada absoluta. Por tanto, las luminosas, correspondiendo a éstas, llevan: la avanzada, dos discos, uno de luz blanca amarillenta (la blanca sólo sería menos visible y se podría prestar a confusión con una luz cualquiera) y otro rojo, que no pueden encenderse a un tiempo; y la de parada absoluta, uno de luz blanco-amarillenta y dos rojos. Se

conserva así el valor expresivo de las antiguas señales, sin introducir variación en lo que los colores y el número de luces dan a entender, supeditando a esta ventaja de unificación la tendencia natural de



Señal avanzada, con dos discos de luz, amarilla en la parte superior y roja en la inferior.

evitar asignación de dos valores a un mismo color. Para conseguir esto último se suelen emplear tres colores, amarillo, verde y rojo, para las tres indicaciones generales de vía libre, precaución y parada, que son las tres indicaciones de las modernas señales de los sistemas de *block* automático. No tratándose en Pajares de este caso de *block*, sino de protección de estaciones, está justificada la conservación de los antiguos valores representativos.

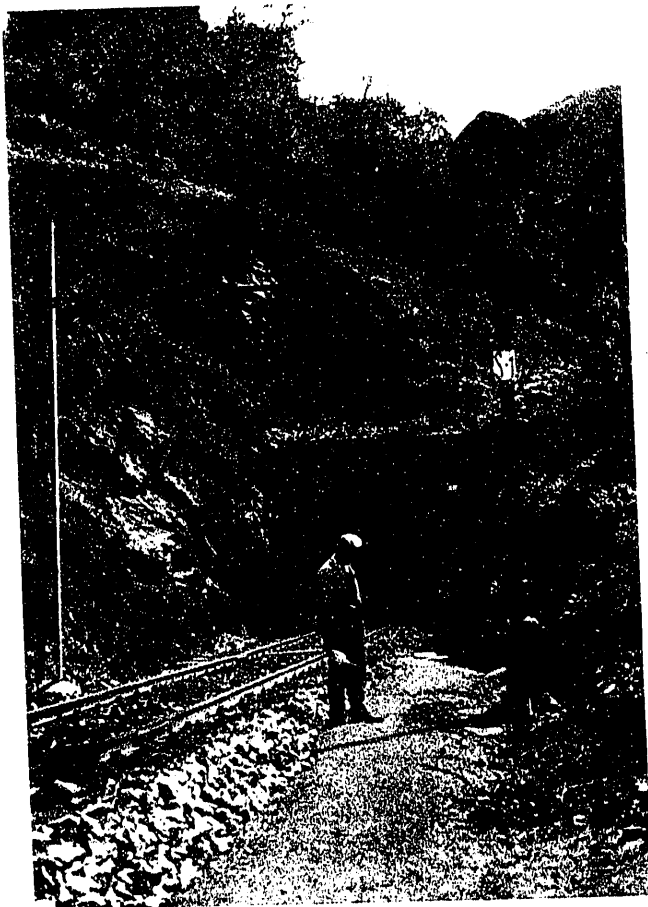
\* \* \*

Tales son, sucintamente descritas, las señales luminosas instaladas en Asturias. Exigen para su funcionamiento un suministro seguro de corriente, por cuya razón son propias de las líneas férreas electrificadas o de aquellas otras que, explotadas con tracción de vapor, disponen de instalación de *block-system* automático con distribución de energía eléctrica a lo largo de la vía. En los casos de tracción eléctrica tienen también la ventaja de denunciarse y hacerse visibles por su luz entre los postes de sostenimiento de líneas de varias clases, que pueden producir confusión con los mástiles de las señales de *forma* y hacer que éstas no sean fácil y exactamente perceptibles. En general, es conveniente su empleo porque en tiempo nublado y de niebla es mayor su visibilidad y alcance que el de las señales de *forma*.

Las señales luminosas de Asturias son del tipo general de las más modernas. Algunas de éstas emplean para amplificar la luz, además del sistema de lentes, un reflector, en cuyo caso la lámpara se fija en el punto focal del reflector, y el punto donde convergen los rayos reflejados es a su vez el punto focal de la lente. A este tipo pertenece la señal *hall*, que tiene

también la particularidad de que no lleva tantas lámparas como colores, sino una sola, y tres vidrios de colores, que ocupan alternativamente su posición ante la lámpara por efecto de un relé que manda tres posiciones, según se excite en uno a otro sentido o quede sin ser excitado.

A las lámparas de reflector les basta una lámpara de menos intensidad, y quizá puedan proporcionar



Señal de parada absoluta. Un disco de luz amarilla en la parte superior, y dos de luces rojas en la inferior.

buena luz con sólo una lente. Pero, en cambio, se les apunta un defecto por el mismo empleo del reflector, pues de día, y en ciertas condiciones, los reflectores producen indicaciones falsas, que se llegó a llamar indicaciones fantasmas. Por otra parte, la diferencia que puede haber en el consumo de las lámparas no es de consideración y, de todas formas, la energía necesaria para el funcionamiento de cada señal es muy pequeña. Por esto quizá, y por el deseo de evitar las indicaciones falsas, y para obtener una coloración más uniforme del disco de color iluminado, se han empleado con preferencia las señales sin reflector, como las de Pajares. Todas estas señales luminosas dan realmente una solución bonita y práctica, principalmente para el caso de instalaciones de *block-system* automático y de líneas electrificadas.

Francisco WAIS  
Ingeniero de Caminos.