

La componente vertical del empuje del agua; siendo la presión total de $3,20 \times 1,25 \times 1,50 \times 10000 = 57000$ kilogramos, será:

$$b = 57000 \times \sin 2^\circ = 2000 \text{ kg.}$$

La resistencia á la rodadura de los rodillos será (tomando los coeficientes adoptados por Bello) cuando estén limpios:

$$c = 2 \times 0,0005 \times \frac{57000}{0,11} = 520 \text{ kg.},$$

y cuando estén enarenados:

$$c' = 15 \times c = 7800 \text{ kg.}$$

Por último, cuando por desgaste de éstos ó descuidada maniobra rocen los marcos, siendo 0,22 el coeficiente de frotamiento de los bronce, el esfuerzo será:

$$d = 57000 \times 0,22 = 12540 \text{ kg.}$$

En maniobra normal, para levantar la compuerta anterior, previamente equilibrada, el esfuerzo vertical será como máximo

$$a + c' = 10800 \text{ kg.}$$

y para subir luego la posterior, que ya no está equilibrada, aunque sí limpia

$$a + b + c = 5520 \text{ kg.}$$

Si por extraordinario hubiera rozamiento entre los marcos en esta segunda compuerta, el esfuerzo sería:

$$a + b + d = 17540 \text{ kg.}$$

Por último, en caso muy extraordinario, podría ser el esfuerzo

$$a + b + c' = 12800 \text{ kg.}$$

Cuando se bajen las compuertas, si es la segunda para la maniobra de abrir ó la primera estando el embalse vacío, el esfuerzo en el vástago será de 3.000 kilogramos y de tensión. A embalse lleno, como los gárgaras estarán limpios por la acción del agua corriente, la tensión será

$$a + b - c = 3000 + 2.000 - 520 = 4480 \text{ kg.}$$

cuyo peso no es posible que se anule, aunque alguno de los rodillos no funcione, lo que no es probable.

En resumen, el vástago estará sólo sometido á tensiones (principal ventaja de la compuerta de fundición), siendo su máximo 18.000 kilogramos en números redondos, que se resistirá en buenas condiciones con una barra de bronce redonda de 6 centímetros de diámetro, sometida por centímetro cuadrado al esfuerzo de

$$\frac{18000}{28,27} = 637 \text{ kg.}$$

Mecanismo de maniobra. — Para la maniobra de las compuertas se dispone en cada una de ellas de un gato hidráulico de 60 centímetros de diámetro interior. Como el esfuerzo máximo es de 18.000 kilogramos y la superficie libre del émbolo es de unos 2.800 centímetros cuadrados, el agua deberá inyectarse á la presión máxima de 6,5 atmósferas.

Para prevenir cualquier avería en los gatos, ó para ayudarlos en caso de resistencia extraordinaria, se proyecta además un puente-grúa de 20 toneladas métricas de potencia, que al propio tiempo servirá durante el montaje; como el esfuerzo de 20 toneladas métricas aplicado en el punto medio de las vigas del puen-

te-grúa requeriría dimensiones extraordinarias ó armaduras especiales para éstos, se colocarán, en la misma línea de los vástagos, columnas de fundición apoyadas en el macizo, lo cual reduce la luz de las vigas á 2 metros y permite reducirlas al tipo núm. 32.

Galería de acceso. — Ya se ha dicho anteriormente que el acceso á la cámara de maniobras se hará por una galería escalonada, perforada en el macizo de roca, por considerar esta disposición más cómoda que los torreones verticales y más económica en el caso presente, por el coste relativamente reducido de la perforación del túnel en arenisca. Para evitar el ingreso de personas extrañas se cerrará esta galería con una verja metálica, revistiéndola toda con buen hormigón para precaver posibles filtraciones.

Conservación de conductos y compuertas. — La visita á las compuertas se hará por la misma galería de desagüe; las de agua abajo podrán repararse y conservarse cuando estén cerradas las de agua arriba; pero éstas sólo podrán registrarse en las épocas de vacío del vaso.

En cuanto al hormigón de revestimiento de los conductos se reparará también en estos periodos.

(Continuará.)

El sistema de señales del "Pennsylvania Railroad,"

por

A. H. RUDD

INGENIERO DE SEÑALES DEL "PENNSYLVANIA RAILROAD."

(*Railway Age Gazette.*)

Extractos de una conferencia dada en el *Railway Club* de Pittsburgh.

Con el fin de asegurar la exactitud de las indicaciones proporcionadas por las señales, establecemos circuitos de vía de corriente alterna para todas nuestras nuevas señales automáticas, porque hemos comprobado que la corriente de tracción ejerce una acción perturbadora en los circuitos de vía de corriente continua. Verdad es que con estos últimos pueden tomarse medidas de precaución, como la doble parada y la interrupción del circuito; los hemos ensayado con mayor ó menor éxito, pero el verdadero remedio está en la adopción del circuito de vía de corriente alterna, al cual hemos recurrido, no solamente en las instalaciones nuevas, sino que también vamos modificando en este sentido parte de las antiguas. Este cambio trae consigo el empleo de luces eléctricas y de motores de corriente alterna.

El gasto de instalación es considerable; en las líneas de doble vía alcanza, aproximadamente, 3.000 dollars por sección de bloc de 4.000 á 6.000 pies (de 1.220 á 1.830 metros) de longitud. Para ambas vías puede calcularse por milla en 8.000 dollars (24.855 pesetas oro por kilómetro). Esperamos que parte de este gasto podremos recuperarlo con el aumento de 5 por 100 en las tarifas de mercancías.

En cuanto á los gastos de explotación y conservación no han sido nunca tan reducidos. Con las señales electro-neumáticas, los gastos de conservación ascienden, aproximadamente, á 160 dollars por sección de bloc; en una línea de cuatro vías, son de 640 dollars por milla (1.988 pesetas oro por kilómetro). En este último caso los gastos del motor de corriente continua son de unos 90 dollars; en algún caso, raro, esta cantidad baja á 75 dollars. Con el motor de corriente alterna no pasa en ningún caso de 60 dollars. Se obtiene, pues, una economía de cerca de 400

dollars por milla (1.243 pesetas oro por kilómetro), con relación al sistema electro-neumático.

Hacemos uso del «block-system» con señales cuyo mecanismo produce su efecto en un momento dado, en las secciones de vía única comprendidas en una línea de vía doble, cuando el tráfico es lo suficientemente intenso y es preciso la transmisión de gran número de órdenes y lo combinamos con el circuito de vía de corriente continua; para que en esta forma ocurra un choque, es preciso todo á la vez, que los encargados de las señales se equivoquen, que el circuito de vía se deteriore y que los maquinistas se descuiden, dejando de cumplir el reglamento. Los trenes circulan por la vía sin recibir orden alguna, evitándose con esto muchos retrasos. El tiempo durante el cual los trenes de mercancías esperan las órdenes, les obligan frecuentemente á salirse de sus horarios, ocasionándoles una ó dos horas de retraso. Con el nuevo sistema pueden continuar su marcha sin preocuparse del cuadro de la misma. En algunos puntos lo aplicamos á una tercera vía y esperamos adoptarlo en las dos vías centrales de nuestra línea de cuádruple vía, en algunas secciones, de modo de poder emplear tres vías cubiertas por señales en una dirección durante una parte del día y en la dirección inversa durante otra parte.

En los puestos de señales empleamos un sistema completo de cierres eléctricos, que empezó modestamente y se ha ido desarrollando poco á poco. Primeramente, para evitar que falte el funcionamiento de los pedales de registro, instalamos un cierre eléctrico combinado de modo que, cuando un tren se encontraba dentro de las agujas, no podían éstas ser maniobradas, el tren formaba un circuito derivado y acuñaba la palanca. Más adelante extendimos el sistema á las traviesas de las bifurcaciones. En la actualidad el cierre comprende también las agujas de salida, de modo que aun cuando el guardaaguja colocase la señal en su posición normal, el sistema de agujas quedará cerrado hasta después del paso del tren.

Todo esto resultó perfectamente en la marcha en un solo sentido. Cuando se trató de hacer circular un tren en dirección contraria, las agujas se abrieron sin dificultad alguna, pero la más alejada, que no queríamos dejar libre en seguida, fué la primera que se abrió, y las que queríamos dejar libres primeramente fueron las últimas en abrirse. La solución de este problema se debe á Mr. Anthony, Ingeniero adjunto de señales.

Más adelante se presentó otra dificultad. Un maquinista observó que el *distant*, señalando primero paso libre en el momento de abordarle, marcó disminución de marcha; se detuvo delante del *home* y se encontró delante de él con un tren que atravesaba su vía. Entonces nos vimos precisados á adoptar otra combinación; cuando un tren entraba en el circuito á 3.000 ó 4.000 pies (915 ó 1.220 metros) del *distant*, hacía funcionar automáticamente las palancas de modo que, aun manteniendo la posibilidad de hacer que las señales marcasen la detención, el itinerario no pudiera cambiarse hasta después de que el tren hubiese franqueado el *home*. Esto fué un gran progreso. Con el fin de dejar al tren el tiempo de maniobrar, empleamos un gobierno de acción diferida, con el cual se hace preciso un tiempo de dos á tres minutos para modificar el itinerario. Si un maquinista emplea tres minutos para ir desde el *distant* al *home*, puede pasarse si se encuentra este último cerrado. Por otra parte hemos adoptado un sistema diferido para recorrer las palancas, establecido de modo que cuando una señal está en su posición normal, se precisan dos minutos para modificar el itinerario. En otros términos, cuando la máquina se ha pasado, son necesarios dos minutos para hacerla entrar en la vía accesoria. Recientemente hemos aplicado un sistema que nos permite emplear el cierre diferido cuando el tren

se acerca y librar la aguja cuando ha franqueado el *home*. De este modo combinamos la rapidez de liberación que da el cierre instantáneo con la economía del cierre diferido.

Para los puestos de señales automáticas otros aparatos de nuestra línea de cuatro vías, y para los gastos de conservación hemos presupuestado en 1913 un crédito de 4.200.000 dollars.

En nuestra sección de término de Manhattan, que desde el punto de vista de señales es la primera línea de ferrocarril del mundo, tenemos señales automáticas en los túneles debajo del Hudson, en ambas direcciones, y hacemos uso de aparatos automáticos de detención. Las señales están de tal modo combinadas, que mantobrando una palanca en la gran caseta de la estación y otra en el puente levadizo de Hackensack, situado á 5 millas (8 kilómetros) de distancia, podemos cambiar el sentido de marcha. Cuando los trenes que se dirigen hacia el Oeste han salido de la sección de bloc, eclipsamos todos los aparatos de detención automática y los paralizamos para los trenes que van en dirección Oeste, al mismo tiempo ponemos en acción las detenciones automáticas y las señales para los trenes que circulan en dirección Este. Diariamente aplicamos este procedimiento á dos ó tres trenes para cerciorarnos del buen funcionamiento de los aparatos. Este es el único punto donde nos servimos de la detención automática; ésta es del tipo Hill y se compone de tres piezas, la primera de las cuales, si no estamos mal informados, fué inventada por Mr. Kinsman, y la Unión Switch & Signal Company la adoptó al cilindro electroneumático.

Hemos decidido emplear estas detenciones únicamente en los túneles, no solamente por causa de los inconvenientes que pudieran resultar al aire libre, por la nieve y por la helada, sino también y principalmente para evitar que la llave de detención del freno pueda tropezar en algún pedazo de carbón ó de madera de las traviesas, u otro objeto cualquiera depositado en el borde de la vía, y tener, como consecuencia, la evacuación del aire de la conducción general.

La Comisión recomendó esta solución á la Comisión de estaciones é instalaciones de término, la que dió su aprobación y la presentó á la gran Comisión de vías, estaciones y obras. Esta también á su vez la aprobó, y no es de extrañar que el Vicepresidente y Presidente de la Compañía fuesen de la misma opinión. Todas nuestras locomotoras eléctricas y todas nuestras automotoras de servicios á unidades múltiples fueron provistas de estos aparatos, y se hizo circular un tren de ensayo en el Long Island. En su primer recorrido tropezó con una astilla de traviesa, y resultó una detención intempestiva; se impuso la conclusión, que aun colocando únicamente los aparatos en el interior del túnel, podían, sin embargo, tropezar los trenes al aire libre con objetos que obrasen sobre el freno, produciendo paradas intempestivas. Esta conclusión no la sacamos ni por deducción ni por inducción, sino por violentos choques. Entonces fué cuando mister Hill se creyó en la obligación de ordenar que se estudiase más detenidamente el asunto para ver si era posible encontrar otra solución.

El sistema de que él es el autor, resulta de los más ingeniosos, y en la actualidad funciona en todos nuestros trenes, con resultados en extremo satisfactorios, así es que cuando se nos venga á decir que no existe ningún buen sistema de detención automática podremos responder de que tenemos la prueba de lo contrario. Sin embargo, creemos que para generalizar el empleo necesitaremos un plazo de bastantes años de duración. Un servicio mixto de trenes paralizaría el tráfico de un ferrocarril. Actualmente en el Interborough y en nuestros túneles las condiciones son ideales para una organización de esta especie, los trenes circulan aproximadamente á la misma velocidad y distanciados

por igual á las horas de gran afluencia. Ahora bien, para que existan estas condiciones es preciso que los trenes sean de la misma naturaleza y compuestos de igual material; en otras palabras, que se trate de lo que se ha convenido en llamar importantes trenes de viajeros, que no circulen delante de ellos trenes ómnibus de lenta marcha ni otros en maniobras.

Después de haber completado y perfeccionado el sistema de señales de nuestras líneas, empleando para ello todos los fondos disponibles; después de haber pagado el impuesto sobre la renta y todos los demás, haciendo frente á los exorbitantes gastos que las nuevas leyes nos imponen; después de haber suprimido á nuestro coste todos los pasos á nivel en el Estado de Nueva Jersey y tomado otras medidas necesarias; después de haber reforzado la disciplina y creado Comisiones de seguridad, que en seguida han entrado en acción, y después de haber conseguido hacer comprender á nuestro personal la importancia que tiene, en el interés de la disciplina y del honor profesional, eliminar los agentes incapaces ó indóciles, consideramos que ya no sucederán el 99 por 100 de los accidentes y choques, que pueden evitarse gracias á las paradas automáticas.

Si después de todos estos esfuerzos en nuestra organización, encaminados en primer término (*safety first*) á la seguridad, no se consigue desterrar los accidentes que todavía se produzcan, siempre quedará tiempo para ensayar, no aparatos automáticos que provocan el cierre urgente del freno, sino disposiciones que impidan que la velocidad exceda de un cierto límite previsto.

II.

APLICACIONES MECÁNICAS

Un nuevo sistema de sirga funicular eléctrico para barcos

por

M. ED. IMBEAUX

Extracto del acta de las sesiones de la Academia de Ciencias,
Febrero de 1914.

Si el problema de la sirga mecánica en los canales no se ha resuelto todavía completamente, no ha sido por falta de investigadores que se hayan dedicado al estudio de esta interesante cuestión. Entre los medios propuestos (tracción por medio de cadena sumergida, remolque por tractor flotante ó en movimiento en la margen, propulsión por hélice sumergida ó aérea, sirga funicular, etc.) parece ser que la sirga funicular es el único sistema que da una solución general, en el sentido de que permite utilizar sin modificación, por un lado, el material flotante, y por otro, el mismo canal, sean cual fueren los obstáculos colocados en la margen (puentes, túneles, obras de arte, etc.). Ya en 1867, Troll y Menier sacaban una patente relativa á este asunto, pero hasta 1887, en que Maurice Levy, auxiliado por M. Pavie, tomó disposiciones prácticas para poder explotar la sirga funicular en el Marne y en los canales de Saint-Maur y de Saint-Maurice, no se había hecho nada práctico.

Los resultados obtenidos por Maurice Levy fueron tan interesantes que la Academia de Ciencias tomó en consideración el asunto, y muchos de sus miembros fueron á visitar las instalaciones de Saint-Maur.

En la actualidad ya no funcionan estas instalaciones, pero las disposiciones ideadas por Maurice Levy se utilizan todavía en

el túnel del Mont-de-Billy (canal del Aisne al Marne), y si el empleo no se ha generalizado ha sido porque el inventor ha temido que emplear, á falta de mejores medios, motores de vapor. Es, en efecto, fácil de concebir que si se quiere obtener del sistema toda la flexibilidad deseada es preciso que cada cable sin fin tenga una longitud relativamente limitada, y como es necesario tener un motor por cada cable sin fin, se hace preciso multiplicar el número de los motores; ahora bien, las máquinas de vapor son costosas, de potencia poco elástica y necesitan un personal especial, siendo esto el escollo con que tropezó el sistema.

Este estado de cosas se ha modificado completamente, por los progresos realizados en la electricidad, porque puede transportarse la energía en toda la longitud del canal y multiplicar á voluntad el número de motores; éstos, además, resultan baratos, sencillos y rústicos, tienen gran elasticidad (pudiendo como el caballo hacer el esfuerzo), no necesitan ninguna vigilancia, y, por último, permiten obtener la fuerza motriz á un precio relativamente bajo. Por lo expuesto se ve que queda resuelta la mayor dificultad que presentaba el sistema de Maurice Levy.

En estas condiciones he creído conveniente tomar en consideración el asunto y asistir á dos ensayos efectuados por la Compañía general Eléctrica de Nancy, en el canal del Marne al Rhin; los resultados me han parecido lo suficientemente interesantes para que merezcan, por un lado, ponerlos en conocimiento de la Academia, y por otro, instar á la Administración de Trabajos públicos para que haga una aplicación del sistema al servicio comercial en una parte del canal que sea particularmente difícil.

Descripción del procedimiento.—En una de las márgenes (ó bien en las dos, si la intensidad del tráfico lo justifica) se dispone una serie de cables sin fin, accionados cada uno por un cabrestante movido por un motor eléctrico: el conjunto de un cabrestante y un cable sin fin constituye una sección; ésta, según la intensidad del tráfico, tiene una longitud variable entre 300 y 500 metros, y los cabrestantes se calculan para dar á los barcos una velocidad variable (según el tonelaje), comprendida entre tres y cuatro kilómetros por hora.

El barco que ha de sirgarse lo amarra al cable sin fin el encargado del funcionamiento, que circula por la margen, y que aproximadamente desempeña el papel del actual carretero; pone luego el cabrestante en marcha, y el barco es atraído en toda la longitud de la sección; una vez llegado al extremo del cable, el encargado detiene el cabrestante (lo cual puede hacerse desde cualquier extremo de la sección y también desde algunos puntos intermedios), quita la amarra y la ata en seguida al cable de la sección siguiente, pone el cabrestante en marcha y continúa en la misma forma.

Los barcos pueden circular en ambos sentidos, pues basta, según la dirección de marcha, unir el amarre á una ú otra parte del cable sin fin. El cruce de dos barcos que circulan en sentido inverso se efectúa durante el paso de una á otra sección, no dando así lugar á ninguna dificultad especial, teniendo entendido que á cada cable sin fin sólo se amarra un barco que marche en cualquier dirección. En servicio normal existen, pues, en el canal dos hileras de barcos, que circulan en sentido inverso, encontrándose constantemente los elementos de cada una á una distancia igual al duplo de la longitud de una sección: en un momento dado todos los elementos de una hilera funcionan con los cabrestantes de orden impar, los elementos de la otra circulan accionados por los de orden par; después de un cruce se verifica la inversa.

En las esclusas, el sistema de sirga es igual, con la pequeña diferencia de que se reduce la velocidad del cable, con el fin de que el barco pueda maniobrar sin peligro de accidente.