

7. *folio 87*

# REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL

---

PUBLICACIÓN MENSUAL

DE LA

## ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

DE

### BARCELONA.

---

Premiada con MEDALLA DE ORO en la Exposición Universal  
de Barcelona de 1888 y en la de Boston de 1883;  
con medalla de plata en la de París de 1889, y con mención honorífica  
en la de Filadelfia de 1887.



Año 15.

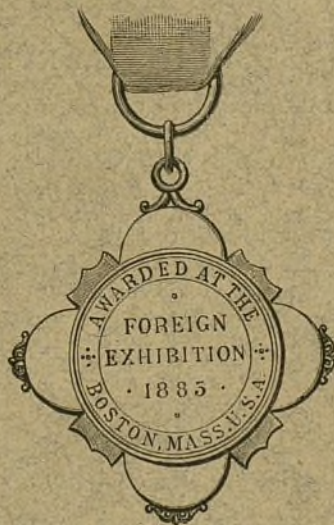
---

Enero 1892

---

Núm. 1

---



### BARCELONA.

---

LA REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN EN EL LOCAL DE LA ASOCIACIÓN

PLAZA DE SANTA ANA, NUMERO 1, PISO 2.º



# REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL.

Organo oficial de la Asociación de Ingenieros Industriales  
DE BARCELONA.

Revista mensual de ciencias é industrias. Se ocupa ed los principales adelantos de todos los ramos de la física, de la mecánica, de la química y de las matemáticas; da á conocer importantes trabajos industriales, aparatos, máquinas, etc.; publica interesantes artículos sobre asuntos de legislación y enseñanza industrial, especialmente en lo que se refiere á la profesión del ingeniero; inserta los extractos de las actas de las juntas generales celebradas por la Asociación de Ingenieros Industriales de Barcelona y los discursos pronunciados en las sesiones de la misma, etc., etc., y sobre todo se fija en lo que tiene interés particular para la industria de este país.

## Precios de suscripción:

10 pesetas anuales en toda España y 12 en el extranjero.

UN NÚMERO SUELTO 1 PESETA.

SE ADMITEN ANUNCIOS A LOS PRECIOS SIGUIENTES:

Anuncios de página entera (trimestre).	60 pesetas.
" de nueve décimos de página (trimestre).	54 "
" de ocho " " " " " " " " " " " "	48 "
" de siete " " " " " " " " " " " "	42 "
" de seis " " " " " " " " " " " "	36 "
" de cinco " " " " " " " " " " " "	30 "
" de cuatro " " " " " " " " " " " "	24 "
" de tres " " " " " " " " " " " "	18 "
" de dos " " " " " " " " " " " "	12 "
" de un " " " " " " " " " " " "	6 "

Los señores suscriptores á la REVISTA TECNOLÓGICO INDUSTRIAL, tienen derecho de rebaja de un 25 por 100 sobre estos precios, y los señores socios un 50 por 100, satisfaciendo á prorrata el valor que corresponda para cualquier número de décimos de página.

*Para los asuntos de Redacción, dirigirse á la comisión de Redacción de la Revista*

Para los asuntos de Administración dirigirse á la secretaria de la Asociación

Plaza de Santa Ana, 4, 2.<sup>o</sup>  
Ayuntamiento de Madrid



# REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA

ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES.

Barcelona Enero de 1892

## SUMARIO

Memoria leída por D. Antonio Sans y García, Presidente de la Asociación, en Junta general de 29 de Octubre de 1891.—Noticias.—Anuncios.

## MEMORIA

leída por

DON ANTONIO SANS Y GARCIA,

Presidente de la Asociación,

en Junta general de 29 de Octubre de 1891.

## INTRODUCCION.

### COMPAÑEROS:

Si cuando me elejisteis el año pasado para ocupar este sillón mi agradecimiento á vuestra excesiva bondad no tuvo límites, ¿qué ha de ser ahora que sin mérito ninguno contraído durante el año académico transcurrido, me habéis vuelto á otorgar vuestros sufragios, distinguiéndome con un premio que no he ganado? Y lo más sensible es, señores, que si durante el pasado año he defraudado vuestras esperanzas, menos podré satisfacerlas durante el año actual, por legítimas que sean. Deberes personales é ineludibles no me permiten dedicar, ni toda, ni mucha parte de mi actividad al progreso de nuestra Asociación, y el cargo de Presidente exige, para desempeñarlo bien, una constante atención, dedicándose á él sin perdonar sacrificios, ni tiempo, ni molestias.

Pero, la cortesía me obliga, sin embargo, á aceptarlo, y puesto en este caso, procuraré hacer lo posible para satisfacer vues-



tros deseos, por más que anticipadamente sepa que no he de salir airoso de mi empeño.

---

Sigo creyendo, como os dije el día del banquete fraternal, último de los celebrados, que la unión de todos los ingenieros se impone y tendrá efecto más ó menos pronto, sean cuales fueren los obstáculos y dificultades que algunos mal avenidos con sus propios intereses opongan. No lo dudéis, la unión se realizará tarde ó temprano y ¡ojalá fuese hoy el día en que viésemos unidos por una sola aspiración y aunando todas sus fuerzas á los quinientos ó seiscientos Ingenieros industriales que existen en España! Aquel día sería para mí uno de los más felices de mi vida. No obstante, tales podrían ser las dificultades que los enemigos del esplendor y provecho de la carrera opusieran, caso de que existiese alguno, que aun tardase en efectuarse esta unión; pero debemos hacer constar muy claramente y decirlo bien alto, si este caso llega, que no será por culpa nuestra, sino por intransigencias de otros.

Mas, no desmayemos; sigamos trabajando cada día para dar mayor realce á la clase, á nuestra Escuela profesional y á nuestra Asociación; hagamos que ésta sea un centro verdaderamente útil á nuestros compañeros; tengamos iniciativas propias encaminadas á los indicados fines; abramos las puertas al que quiera trasponer sus umbrales, y ya dentro de ella recibámosle con el cariño é interés de hermanos, y, no tengáis duda, que si algunos mal aconsejados rehúsan nuestra amistad y quieren seguir por caminos distintos de los nuestros, serán pocos, estando la inmensa mayoría con nosotros, como lo prueban las frecuentes muestras de adhesión que recibimos, reuniendo elementos valiosos que andaban dispersos, y que ansían ver desaparecer diferencias y antagonismos.

---

El Sr. Secretario os ha relatado los trabajos realizados por la Asociación y habéis visto que no han sido excesivos, porque hemos atravesado un periodo de organización á causa de la reforma de los Estatutos. Hemos principiado algunas cosas importantes que es necesario impulsar ó terminar; hemos de dar vida á las secciones, procurando que simultáneamente trabajen todas; debemos velar constantemente por el adelantamiento de la carrera y labrarle, mediante una labor asidua, el lugar que le corresponde en la esfera intelectual y en el seno de la sociedad.



A estas tareas, es á lo que preferentemente se dedicará este año la Junta Directiva, que excepción hecha del que os está molestando en este momento, cuenta con elementos muy valiosos, casi todos probados ya, y con los cuales se puede hacer mucho. Y no olvidará tampoco esta política de atracción que fué la nota dominante de la Junta anterior, y este afán de procurarnos vida más independiente, más grata, y más en armonía con nuestras aspiraciones.

---

El año pasado, en sesión análoga á la de hoy, para hablaros de algún asunto técnico, según costumbre establecida desde la fundación de la Asociación, os hablé del «Estado en que se halla y en el que podría hallarse la Industria Española», por creer, que en aquellos momentos en que tanto se agitaba la cuestión arancelaria, era conveniente examinar con sereno juicio y exponer con claridad la situación de la producción del país, marcando derroteros hacia donde pudiéramos encaminar nuestros pasos en beneficio de la patria. Hoy, desde hace algunas semanas, se agita de nuevo la opinión por otra causa: por los frecuentes accidentes ocurridos en los ferrocarriles.

Empezó la serie de catástrofes con la relación que los periódicos trajeron de hechos ocurridos en los Estados Unidos, en Francia, en Inglaterra, etc., y cuando ya estaba saturada de estas noticias la imaginación de las gentes, ocurrió desgraciadamente, el choque de Burgos entre un tren exprés y un tren mixto de Galicia, siguiendo después otros accidentes de poca importancia que la excitación popular y periodística abultó hasta darles proporciones gigantescas.

Pues ya que es asunto de actualidad, permitidme, compañeros, que diserte un rato sobre los



## ACCIDENTES DE FERROCARRILES Y MEDIOS DE PREVENIRLOS

*Clase de accidentes.*—Estos accidentes pueden ser originados por causas de índole muy diversa; pues pueden ocurrir:

1.º A los empleados, á los viajeros, y á las personas que se intrusan en el ferrocarril por imprudencia temeraria de los mismos;

2.º A los empleados y viajeros por causa de explosiones, roturas de ejes y ruedas, caídas de los trenes, cojidas producidas por los mismos, por agresiones criminales y otras desgraciadas ocurrencias sin culpa de las víctimas; y

3.º A los mismos empleados y viajeros, por descarrilamientos y choques, ya sean producidos por desprendimientos de las trincheras, ó por estar la vía ó alguna obra en mal estado, ó por faltas cometidas por el personal encargado del movimiento de los trenes.

Pues bien, vamos á ver, someramente, ya que el no seros excesivamente molesto, no permite otra cosa, qué medios hay para evitar tales desgracias ó por lo menos atenuar sus terribles efectos, eliminando desde luego las desgracias que constituyen el primer grupo, porque no hay medio de evitar que una persona se mate ó por falta de atención, ó por voluntad propia, por sensibles que sean algunas de estas ocurrencias. Recordamos una que tuvimos la desgracia de ver en la línea de León á Gijón, cerca de Asturias. Ibamos en un tren que fué en extremo desgraciado: se acababa de restablecer la circulación por la vía entre León y Busdongo, después de una de las tres enormes nevadas que hubo del 15 de Febrero al 27 de Marzo de 1888; se había abierto en la nieve que cegó los desmontes una caja justa para permitir el paso de los trenes á la salida de Villamanín; conociendo perfectamente el estado de la vía quiso hacer la intervención de billetes un agente de la compañía mientras andaba el tren, y estando en la banqueta de uno de los coches, la nieve helada de un desmonte rozando con el capote del empleado le arrolló y le hizo caer debajo de las ruedas muriendo en el acto. Algo más lejos, en la trinchera de salida de un túnel en curva, cortada como todas solo del ancho



preciso para el paso de los trenes, y en pendiente de dos por ciento, el maquinista se encontró á cortísima distancia del tren una joven de quince años y un muchacho de diez y seis que andaban por la vía, y por más esfuerzos que hizo procurando parar, y por más que huyeron aquellos infelices, el tren les alcanzó dejando sus cuerpos completamente mutilados. Eran de un pueblo inmediato, conocido con el nombre de La Vid y por ser día de ayuno habían ido por aceite á Villamanin pasando por la vía porque la carretera no estaba espalada y la nieve dificultaba extraordinariamente el paso, y al sorprenderles el tren no pudieron hacerse á un lado, ni embutirse en la nieve del talud, demasiado helada, teniendo que ser víctimas de su imprevisión después del terror que pasaron, según revelaban sus crispadas manos y las facciones de la cara del mancebo que resultó intacta.

Pues bien, de hechos como estos, por penosos que sean, ¿debe darse culpa á las Compañías?—No, la culpa es de las mismas víctimas que no se fijan en la gravedad de sus acciones.

*Desgracias comprendidas en el segundo grupo.*—En cuanto á los del segundo grupo ya es otra cosa. En general, las Compañías de ferrocarriles ponen de su parte todo lo que pueden para evitarlas, lo mismo que las Divisiones del gobierno, fijando las presiones á que pueden trabajar las calderas, según sea su estado de conservación, revisando el mecanismo y los ejes de las máquinas y vehículos después de un cierto número de kilómetros recorridos, y las llantas de las ruedas en algunas estaciones del trayecto; ejerciendo una vigilancia en la vía compatible con el estado económico de la Compañía y examinando con frecuencia las obras de fábrica y de tierra para reparar ó consolidar las partes que convenga.

Esto no obstante, ocurren algunas desgracias, ya porque la previsión de los empleados no alcanza á comprender la gravedad del caso ó ya porque no es dable tener esta previsión, y estamos todos sujetos á la falibilidad humana.

Las explosiones de las calderas de las locomotoras, ya sabeis que se han de producir ó por exceso de presión ó por defectos del material de que se forman. Las administraciones de las Compañías se someten estrictamente á las prescripciones de los ingenieros mecánicos de las Divisiones, y éstos prueban las calderas periódicamente y después de las reparaciones fijan la presión á que puedan trabajar; de modo, que la previsión oficial es suficiente para evitar todo peligro si los maquinistas no faltan á los reglamentos. Pero esto no impide que por un exce-



so de celo ú otras causas, dichos empleados trabajen á presiones superiores cargando ó acuñando inconsideradamente las válvulas con grave peligro de su propia vida; en vista de lo cual se han ideado últimamente válvulas de disposición tal que no permita al maquinista el cometer este género de imprudencias. El uso de estas válvulas va extendiéndose y es de esperar que con el tiempo no se empleen otras.

Se han desterrado por completo los ejes de hierro, y los de acero se someten periódicamente á exámenes minuciosos, llegando la precaución de algunas Compañías á inutilizar ejes sin defectos aparentes, por el mero hecho de haber llegado á un cierto límite de recorrido que hace temer haya alterado la constitución molecular del metal y se rompan.

La caída de personas de los trenes, ó es debida á la desgracia ó á la poca atención de las víctimas cuando se trata de empleados, ó á que las portezuelas de los carruajes quedan mal cerradas si se trata de viajeros. En el primer caso nada se puede hacer y en el segundo mucho puede evitar el celo de los empleados examinando el tren con detención antes de partir de las estaciones; pero mientras no se haga como en Inglaterra y se cierren las puertas con llave, no habrá nunca medio de evitar que un viajero deje mal una portezuela en el preciso momento de partir el tren ó después de haber partido. Este procedimiento tan contrario á las costumbres liberales del Reino Unido, no se aviene con el carácter de los habitantes del Continente Europeo y menos aún con los de España, á parte de otros defectos que tiene, como el de aumentar en ciertos casos el número de víctimas de los siniestros ferroviarios, y por lo tanto hay que prescindir de él y pasar por el peligro de dejar las portezuelas á la disposición de los viajeros.

Las personas arrolladas por los trenes, en los pasos á nivel, supongamos, no fuera de estos y en sitio donde el público no debe estar, porque en este caso hay imprudencia por parte de éste y entra de lleno en el primer grupo cuya culpabilidad corresponde por entero á la víctima, la responsabilidad debe atribuirse á las personas lesionadas en unos casos, á la Compañía en otros y á los agentes encargados de la vigilancia en los últimos. Para hacerse cargo de ello, hay que observar que en España las Compañías, de acuerdo con el Gobierno, clasifican los pasos á nivel en dos ó tres categorías, según sea su tráfico. Los que son para uso exclusivo de una propiedad, no se custodian, y el que lo cruza debe tener cuidado de no dejarse arrollar por ningún tren. Los caminos de heredades y los vecinales, si su tráfico es muy pequeño, no se guardan tampoco, pero si ya es



importante el camino se custodian durante el día y no durante la noche y si son carreteras de gran movimiento se vigilan día y noche, caso de haber trenes de noche también.

El principio que en este caso debe regir es: respetar los intereses de la comarca no creando trabas que impidan su desarrollo, pero tener entendido que el que cruza un ferrocarril tiene el deber de hacerlo con cuidado, asegurándose antes de que no viene ningún tren; cosa por otra parte fácil, pues no es probable que en su camino el viandante halle muchos ferrocarriles que cruzar y aumenten estas molestias.

Para facilitar la vigilancia ó para prevenir á los transeuntes con seguridad y economía, se han inventado barreras ó cadenas que maniobran á distancia, y campanillas y campanas eléctricas, de que hablaremos más adelante, las cuales anuncian la proximidad de los trenes.

Pero aún ejerciendo la vigilancia, en el mismo paso es á veces deficiente cuando los guardas no cumplen con su deber apesar de los castigos que las Compañías les imponen si esto ocurre, y apesar de la responsabilidad criminal que contraen; y en otros casos es insuficiente aun suponiendo que el empleado ha cumplido como debe, sobre todo tratándose de carros y coches que por ir en ellos dormidos ó separados de los mismos sus conductores, ó por no obedecer las caballerías han forzado las cadenas ó barreras en el preciso momento de pasar un tren; en cuyo caso, toda la responsabilidad cae sobre las mismas víctimas.

Mas, ¿creeis que es así como raciocinan los que salen perjudicados?—No tal; siempre creen que las Compañías son las responsables, y muchas veces su obcecación llega hasta á entablar demandas judiciales.

*Intercomunicación.*—A fin de precaver las agresiones de los malhechores contra los viajeros, hay muchos procedimientos conocidos bajo la denominación genérica de *intercomunicación*, que consisten en poner en comunicación el interior de los coches, entre sí, y hay además, el procedimiento inglés ya mencionado de cerrar con llave exteriormente los departamentos, porque así se impide la entrada de los criminales en el trayecto comprendido entre dos estaciones á la salida, si ingresaron ya en el departamento antes de que partiera el tren.

Este procedimiento ya hemos dicho antes que no es aplicable más que en Inglaterra, quedando solo admisible la intercomunicación que, se puede conseguir por dos medios distintos; ó bien dando á los vehículos una distribución interior que permita pasar de unos á otros, ó bien comunicándolos entre sí



por mirillas y llamadores y aún poniendo en manos del viajero el medio de parar el tren, él mismo, sin el concurso de nadie.

Para poder pasar de un vehículo á otro, se han ideado los coches de pasadizo interior ó lateral, y aquí, si no fuera otro nuestro objetivo, podríamos disertar largo rato sobre las ventajas é inconvenientes de dichos carruajes y sobre la disposición mejor que puede darse á estos pasadizos. Nos limitaremos tan solo á observar que con ellas se pierde mucho espacio dentro de los vehículos, que los pasadizos centrales son incómodos para los viajeros por la poca longitud de sus asientos y por la frecuencia con que se ven molestados por los demás viajeros del tren y por los empleados del mismo, y que los pasadizos laterales, si bien no ofrecen este inconveniente, en cambio los coches están desequilibrados, ya el pasadizo esté en un solo lado ó ya; como ocurre en los de mucha longitud, los tengan mitad del coche á un lado y mitad á otro; tal sucede con el ferrocarril de Zaragoza al Mediterráneo y que vimos tiempo atrás en la «Sociedad Material para ferrocarriles y Construcciones» establecida en esta capital.

A pesar de todos estos defectos, y de que haya quien opine que la seguridad está más garantida en los departamentos cerrados, van propagándose los vehículos con comunicación, sobre todo en los trenes de lujo, porque al lado de sus defectos se encuentran otras ventajas y comodidades muy apreciables tratándose de largos viajes.

La intercomunicación se obtiene también por medio de llamadores de muchos sistemas, pero casi todos eléctricos y los preferidos son los que están dispuestos de manera que dejan señal permanente en el compartimiento donde se ha llamado para poder acudir pronto donde sea necesario á fin de proceder contra el viajero que haya hecho parar el tren si lo hubiese hecho sin motivo justificado. Los principales sistemas son: el Ericson, el austriaco de Koln, el Bechtold, el Gottinger, el Prudhome, el Chaperon, que dá á conocer el compartimiento donde se ha llamado por medio de un disco exterior; como el neumático, tipo Midi de Francia, que en el momento de actuar salen dos apéndices en los ángulos superiores del coche.

En estos aparatos el aviso se trasmite por un llamador eléctrico al furgón del conductor y á la máquina, ú obra sobre el silbato de ésta, ó, y este es á nuestro entender el mejor medio, se acciona directamente en los frenos y el viajero mismo, independientemente de la voluntad del maquinista, para el tren, como sucede con el del *Midi*. En los compartimientos de los coches de aquella Compañía se vé un botón cerca del techo con una



inscripción, que dice que en caso de accidente se tire de él, pero que se someterá al tribunal de justicia el viajero que lo haga sin motivo justificado. Estos botones abren una palanca que sostiene contra su asiento una válvula que hay en una tubuladura de la conducción principal del freno automático, queda abierta dicha válvula, se escapa el aire comprimido de la conducción principal y el tren se para. Para volver á marchar es preciso desembragar la palanca; y para ello basta tirar de un pomo que lleva la aludida palanca; entonces la válvula y los apéndices exteriores vuelven á su sitio, se restablece la presión en la cañería y se aflojan de nuevo los frenos.

Y sin detenernos más en esta parte, vamos á ocuparnos de las desgracias comprendidas en el tercer grupo, que es el objeto principal de este trabajo, y aun pensamos suprimir de ellas, las relativas al mal estado de la vía y de las obras, á las inundaciones y otros casos de fuerza mayor, limitándonos á los accidentes debidos á descarrilamientos producidos por los aparatos de las estaciones y principalmente á las colisiones de unos trenes con otros; pues la previsión de aquellas depende del cuidado que se tenga en la conservación de las mencionadas obras.

Los choques de unos trenes con otros y con obstáculos imprevistos hallados en las vías, y los descarrilamientos que si no son debidos á choques ni al mal estado de la vía, sólo se pueden producir por los aparatos de las estaciones, pueden evitarse ó atenuarse por tres órdenes de medios aislados ó combinados que son: *las señales, la reunión de las maniobras de los aparatos á uno ó más centros de las estaciones, y enclavamiento de los aparatos, y los frenos.*

Vamos á examinar someramente cada uno de estos distintos medios de seguridad.

## MEDIOS DE SEGURIDAD DEBIDOS Á LAS SEÑALES

*Señales primitivas.*—Dejando á un lado el uso de algunos timbres eléctricos para seguridad de muy raros pasos á nivel y para dar á conocer en algunas pocas estaciones si los discos de entrada y salida están abiertos ó cerrados, en España, no se usán otras señales que las ordinarias, ópticas y acústicas; las primeras presentadas á mano, excepto los discos y semáforos



que con alambre se maniobran mecánicamente desde alguna distancia, que nunca puede ser superior á dos kilómetros, ni aun poniendo aparatos compensadores que teniendo el alambre siempre á igual tensión faciliten la transmisión del movimiento, porque el alambre con las dilaciones y contracciones que sufre obedece mal.

Ya sabéis que las acústicas se reducen ordinariamente á toques de corneta ó silbato y á la explosión de pétardos y las ópticas á la presentación de banderines, discos y brazos de semáforo pintados de colores convencionales y de luces con vidrios de iguales colores.

Los colores adoptados son en casi todas las compañías del mundo: el rojo para prescribir la parada en caso de peligro; el verde para que el tren pase con precaución, y el blanco ó natural para indicar que la vía está libre. Sin embargo, la compañía del *Great-Northern*, por ejemplo, emplea el color indigo ó azul oscuro para las señales de los aparatos giratorios de las agujas, el blanco y rojo para la parada absoluta y el verde para la vía libre.

No es nuestro propósito entrar en consideraciones sobre los aparatos ordinarios de señales, sino ocuparnos en aquellos menos conocidos y más modernos y sobre todo más eficaces que la seguridad de los trenes ha hecho necesarios.

En primer lugar hay que considerar los aparatos de señales de entrada y salida de las estaciones que para garantizar el paso de los trenes por éstas se considera hoy día indispensable ligar con la maniobra de las agujas y demás aparatos de estaciones, como placas, carros, travers, etc.; de tal suerte, que no den los primeros la vía libre sin que los segundos estén dispuestos á recibir el tren, exentos de obstáculo y peligro de toda especie. Este orden de aparatos constituye lo que se llama aparatos de *enclavamiento*, de que hablaremos después.

*Señales modernas.*—En segundo lugar, tenemos los aparatos de señales de fuera de las estaciones destinados á garantizar la circulación entre una y otra estación; pero como las condiciones de la circulación varían según se trate de una línea de simple ó doble vía y según se quiera una seguridad relativa ó absoluta, de aquí también que podemos reunir en tres grupos estos aparatos de seguridad, á saber:

A.—Las campanillas eléctricas de los pasos á nivel, los aparatos automáticos para el cierre de las barreras de estos pasos, los que registran el paso de los trenes, etc., etc.

B.—Las campanas y otros aparatos necesarios para la circu-



lación de los trenes por una sola vía ó por dos independiente-  
mente del *block-systema*;

C.—Y los del *block-systema*, sea para doble vía ó para una sola.

**GRUPO A.**—Los del primer grupo son antiguos y conocidos ya de todos. No ofrecen nada de particular y constituyen aplicaciones aisladas que se han ido haciendo para ir salvando dificultades que se han presentado en ciertos puntos de la vía. Muchas veces se reducen á timbres que hacen sonar agentes apostados en puntos por donde pasan antes los trenes que por los pasos, á fin de que los transeuntes queden advertidos y los guardas de estos pasos se preparen á cerrarlos; otras veces los mismos trenes maniobran las barreras ó cadenas y hacen sonar campanillas automáticamente gracias á un pedal que las ruedas del tren oprimen á la distancia necesaria del paso, etc.; pero no constituye todo esto un sistema general de seguridad y no bastan á darla grande, por más que en muchos casos presten servicios muy apreciables.

**GRUPO B.**—Los del segundo grupo ya es otra cosa, porque obedecen á un sistema general de seguridad establecido á lo largo de la línea, y hasta ahora sólo se aplican en las líneas de vía única, porque en las dobles es innecesario á no ser que se emplee el *block-systema*, y he aquí como funcionan en el extranjero, que en España todavía no los hemos visto.

En el espacio comprendido entre dos estaciones, no pueden marchar dos trenes en opuesto sentido sobre una misma vía, que fué lo que ocurrió en Burgos, y si por un descuido se ha permitido, es necesario disponer las cosas de manera que se les pueda advertir y parar para deshacer el error lo más antes posible, y aun se ha de procurar que los mismos trenes, automáticamente, deshagan el error.

Para esto se han ideado las campanillas y campanas eléctricas distribuidas á distancias variables sobre la vía y con preferencia en los pasos á nivel, no espaciándolas á más de tres kilómetros. De todos los tipos merecen la preferencia los llamados campanas alemanas que dan toques acompasados y perceptibles á grandes distancias, de manera que llamen la atención de los guardas y de los maquinistas mismos, y puedan deshacer oportunamente los errores que las estaciones cometan.

Estas campanas se mueven por medio de la electricidad y se distinguen tres tipos principales; uno cuyo ejemplar más notable es la del sistema Léopolder, nombre del ingeniero austriaco que la inventó, la cual está accionada por una co-



corriente continua; otro caracterizado por la campana Siemens y Halske accionada por medio de una corriente que desarrolla otra corriente de inducción en el momento de hacer funcionar el aparato, pero que tiene el inconveniente de poderse desarrollar dicha corriente de inducción por efecto de la electricidad atmosférica, y el tercer tipo es el de Mr. Vérité el cual lleva además de la campana un cuadrante que señala de acuerdo con la señal que la campana hace.

Todas estas campanas son de gran tamaño y sus toques se oyen á largas distancias, llamando forzosamente la atención del personal.

*Campana Siemens, y sus modificaciones.*—En Alemania se usan campanas de esta naturaleza desde el año 1855; la Siemens-Halske fué ideada en 1867, pero desde entonces ha sufrido tres distintas transformaciones y aun podemos decir cuatro incluyendo el tipo más reciente modificado por Regnault.

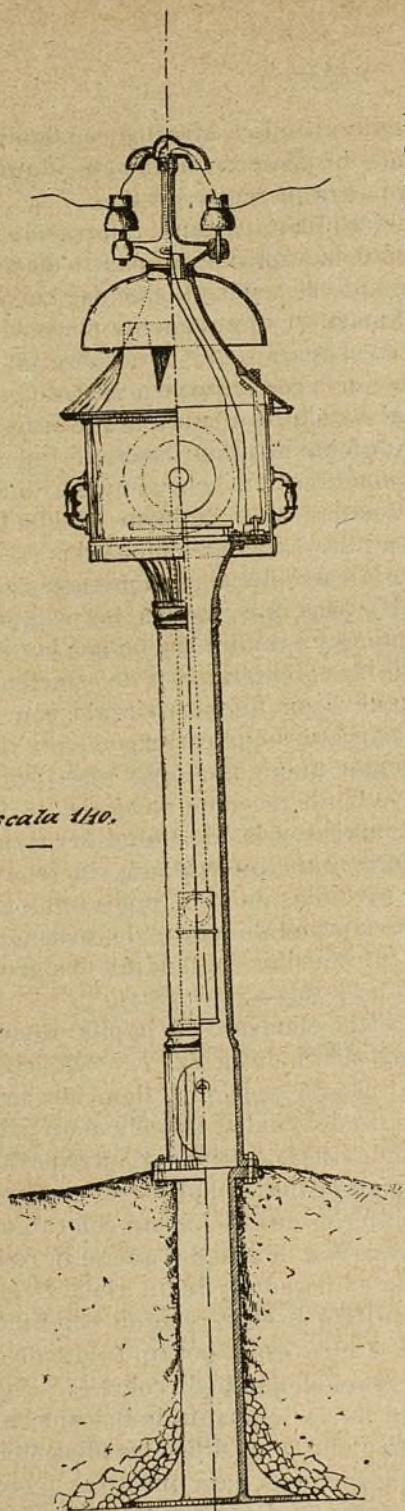
La Compañía del Norte de Francia hizo la primera aplicación de las campanas alemanas en la vecina república en 1862 y adoptó la campana Siemens-Halske que en aquel entonces funcionaba por medio de pilas; pero las que emplea actualmente lo hacen por medio de corrientes de inducción, producidas con inductores Siemens fáciles de cuidar. Un conmutador cerrado en una caja con dos cerrojos de llave especial, permite dirigir la corriente del inductor en uno ú otro sentido, con sólo apretar un botón con el dedo.

La Compañía de Orleans las adoptó también, pero las modificó para poder emplear en ellas las corrientes continuas. El conjunto del aparato es el representado en la *fig. 1* y consiste en una columna de fundición fijada aisladamente en el suelo, en el mismo andén de viajeros, de las estaciones, una hacia cada extremo, cuando no es una estación *terminus*, y las que se establezcan en plena vía se colocarán en las cercanías de los pasos á nivel ó de las casillas de guardas, ó en la proximidad de los puentes y grandes desmontes, teniendo cuidado de que se oigan desde los puntos más importantes, y procurando que en todo trayecto comprendido entre dos estaciones haya por lo menos dos aparatos á fin de que sean dos los agentes que intervengan y sea más difícil un error. En la Compañía que nos ocupa resulta un aparato por cada longitud de 1'700 kilómetros, término medio.

Los aparatos se unen entre sí por medio de un solo hilo de hierro galvanizado de 4 milímetros de diámetro, por el cual la electricidad marcha en el sentido de los trenes impares; de



*Escala 1/10.*



modo, que en cada estación la pila unida al interruptor que anuncia los trenes impares, se unirá con la línea por medio del elemento de cobre, y con el interruptor y la tierra por su polo de zinc; y la pila unida al interruptor que anuncia los trenes pares se pondrá en comunicación con la línea por el elemento de zinc, y con el interruptor y la tierra por su elemento cobre.

En las estaciones de escaso tráfico que no tienen servicio de noche se unen, al cesar el servicio de día, los dos circuitos por medio de un conmutador, de modo que se intercepte la comunicación con la línea de tierra de las dos pilas, y de este modo se comunican directamente los demás aparatos de la vía y de las estaciones.

La presión del botón de los conmutadores interrumpe la corriente eléctrica que se restablece cuantas veces cesa la presión, produciendo las campanadas del aparato.

Este tiene un movimiento de relojería que permite dar un movimiento circular á una rueda con ocho apéndices ó paletas radiales detenidos en su marcha por una palanca solicitada por la armadura de un electro-imán de un lado y un resorte hori-

Figura 1.  
Ayuntamiento de Madrid



zontal de otro. El paso de cada apéndice arrastra consigo la extremidad inferior del mango del martillo situado en el interior de la campana y que sirve para percutir á ésta.

M. Regnault ha introducido una importante innovación en la campana Siemens consistente en suprimir el aparato de relojería, que tiene el inconveniente de tenersele que dar cuerda, y produce el movimiento del martillo directamente por medio de una pila especial colocada en el aparato que obra sobre un electro-imán y está en relación con la corriente principal, de la cual cierra el circuito de la local á cada interrupción que sufre.

M. M. Rod y Hipp, de Neufchatel, posteriormente (en 1889) tomaron privilegio de otra modificación de la campana Siemens que fué aplicada por la Compañía de la Suiza Occidental y del Simplón. En ella emplea pilas Leclanché montadas en oposición de modo que no circula corriente alguna mientras el circuito está en estado normal y para que suenen las campanas basta poner un punto cualquiera en comunicación con la tierra.

La campana da golpes dobles y el trasmisor de estación tiene una manecilla que se mueve en un semicírculo con diez muescas y otras tantas inscripciones que corresponden á igual número de señales y el receptor tiene análogas inscripciones en un pequeño cuadrado cuyo borde recorre una aguja.

Las pilas usadas por Regnault son las de Meindiger á razón de ocho elementos por cada aparato intercalado, sin tener en cuenta la longitud del hilo, divididas en dos grupos uno en cada extremidad del circuito comprendido entre dos estaciones; de modo que las estaciones intermedias contendrán dos grupos y las extremas uno.

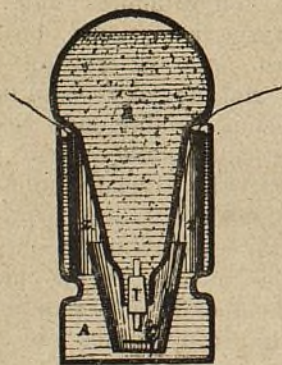


Fig. 2.

Cada elemento de la pila tiene la disposición de la *fig. 2* y consiste en un vaso de vidrio *A* lleno de agua, dentro del cual se introduce un cilindro de zinc, sin fondo, *Z*, que apoya en una angostura del primero; en la parte inferior de éste hay un cono abierto por arriba, dentro del que se introduce la embocadura de un globo *B* lleno de sulfato de cobre y agua con un tapón *T* atravesado por un tubito de cobre, y el elemento de cobre *C*.

En fin, la Compañía de Orleans en el mismo año 89 modificó las pilas Meindiger aplicadas á sus campanas Siemens, para que estas pudiesen funcionar con corriente continua. Las pilas Meindiger que



tenía estaban montadas en tensión y gastaban 4 francos por elemento cada año, mientras que con la modificación se ha reducido á un franco. La modificación consiste en emplear una corriente continua demasiado débil para accionar las campanas, pero suficiente para desembragar una pila de refuerzo que lanza en el circuito una corriente reforzada de corta duración, capaz de hacer funcionar las campanas.

La bobina de refuerzo es de gran resistencia, tiene 1600 ohms, mientras que las de las campanas son solo de 45 ohms, de modo, que no obstante la debilidad de la corriente continua, la atracción de la paleta del refuerzo es suficiente.

La pila de refuerzo es del sistema Leclanché, que tiene la condición de ser sumamente intensa en el momento de cerrar el circuito, por más que después disminuya esta intensidad.

Esta importante modificación, que según parece ha dado excelentes resultados, es debida á Mr. Sabouret.

El lenguaje que con las campanas se establece, viene representado por las combinaciones siguientes, en las cuales los puntos de cada pequeño grupo representan campanadas y el intervalo que media entre cada uno de estos grupitos, el espacio de tiempo que media entre un grupo de campanadas y el siguiente.

Entre una y otra campanada se calculan dos segundos y entre un grupo y otro seis segundos; de manera que pronto el personal de todos los servicios se acostumbra á hacer y á interpretar fácilmente estas señales.

*Anuncio de la salida ó paso de un tren impar*

Señal núm. 1.    ● ● ●    ● ● ●

*Anuncio de un tren par*

Señal núm. 2.    ● ●    ● ●

*Orden de parar toda circulación*

Señal núm. 3.    ● ● ●    ● ●    ● ● ●    ● ●

*Anuncio de los vagones escapados marchando en el sentido de los trenes impares*

Señal núm. 4.    ● ● ● ●    ● ● ●    ● ● ● ●    ● ● ●

*Anuncio de los vagones escapados en el sentido de los trenes pares*

Señal núm. 5.    ● ● ● ●    ● ●    ● ● ● ●    ● ●



*Aviso de un peligro en la vía ó en un tren que obliga á parar*

Señal núm. 6.     ● ● ● ●     ● ● ● ●

*Anulación de una señal precedente*

Señal núm. 7.     ● ● ● ● ●     ●     ● ● ● ● ●     ●

*Anulación del anuncio de partida de un tren impar*

Señal núm. 8.     ● ● ●     ●     ● ● ●     ●     ● ● ●     ●

*Anulación del anuncio de partida de un tren par*

Señal núm. 9.     ● ●     ●     ● ●     ●     ● ●     ● ●     ●

*Petición de una máquina de socorro en el sentido de los trenes impares*

Señal núm. 10.     ● ● ● ● ●     ● ● ●     ● ● ● ● ●     ● ● ●

*Petición de una máquina de socorro en el sentido de los trenes pares*

Señal núm. 11.     ● ● ● ● ●     ● ●     ● ● ● ● ●     ● ●

*Petición de máquina y vagón de socorro en el sentido impar*

Señal núm. 12.     ● ● ● ● ● ●     ● ● ●     ● ● ● ● ● ●     ● ● ●

*Petición de máquina y vagón de socorro en el sentido par*

Señal núm. 13.     ● ● ● ● ● ●     ● ●     ● ● ● ● ● ●     ● ●

El coste de estos aparatos resulta de 450 á 500 francos por cada uno, comprendido todo.

*Campana Léopolder.*—La Léopolder fué ideada en Viena en 1875, rápidamente extendida por Austria y por la Alta Italia y en Francia se adoptó bien pronto por la Compañía de París á Lyon y el Mediterráneo empezando por la línea de Culoz á San Miguel que tiene 118 kilómetros de longitud, como prueba, y después de la cual y en vista de su buen resultado la adoptó en el resto de su red.

Las señales acústicas que se hacen con esta campana son



las mismas que con la Siemens-Halske, distinguiendo los trenes pares é impares, anulación de anuncio de salida de trenes impares y pares, petición de máquina sola y de máquina y vagón de socorro en uno y otro sentido, detención de todos los trenes y escapes de vagones en ambos sentidos.

La distribución de los aparatos en la vía es análoga á la de los demás sistemas de campanas eléctricas y viene representada en la *fig. 4*, sólo que como no tienen un pie propio como las

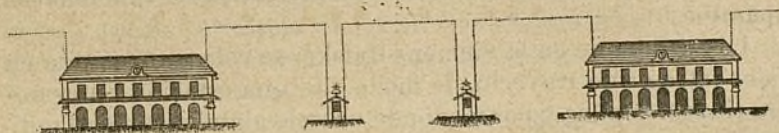


Fig. 4.

de Siemens, las campanas propiamente dichas, en las estaciones, se han de fijar en los extremos de la fachada de la parte del andén del edificio de viajeros, y en la vía se colocan encima de la cubierta de una garita, dentro de la que se sitúan los mecanismos, que se colocan también en el interior de los edificios de viajeros.

El aparato, se compone de uno de relojería montado en una garita cuando está en plena vía, ó dentro de las estaciones, cuando no, movido por un contrapeso que pende de una cuerda. Dicho aparato hace sonar una campana colocada encima de la cubierta de la garita ó en la fachada del edificio de viajeros de la estación, y para poner en movimiento el aparato de relojería es preciso desembargar un trinquete *F* (*fig. 3*), lo

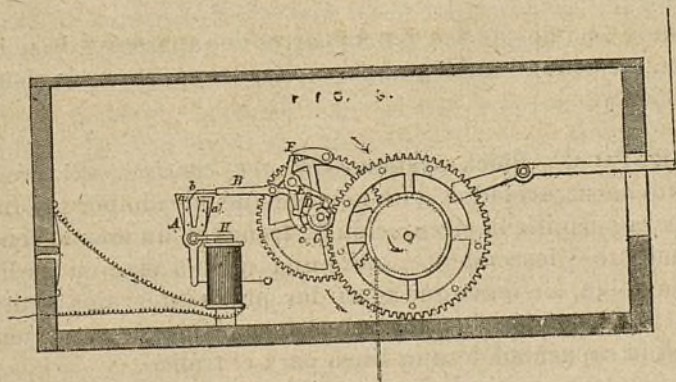


Fig. 3.



cual se efectúa por un juego de palancas que se retienen por un escape *a*, *B*, que va unido á la palanca *H* ó armadura de un electro-imán cuya imantación y desimantación se produce á voluntad restableciendo ó interceptando una corriente eléctrica permanente producida por medio de una pila Meindiger.

El aparato Léopolder es sólido, no está sujeto á fáciles desarreglos, ni á que el estado eléctrico de la atmósfera desarrollando corrientes de inducción le haga funcionar; pero como ya indicamos, tiene el grave defecto de tenérsele que dar cuerda diariamente y si un agente olvida hacerlo deja de funcionar el aparato.

Lo mismo que en la Siemens-Halske, se colocan una pila en cada extremo de trayecto, de modo que una estación intermedia tiene dos pilas y por medio de un solo alambre de 3 á 4 milímetros se ponen en comunicación formando un solo circuito. Así, cuando una estación anuncia la salida de un tren, simultáneamente se oye en todos los puestos intermedios del trayecto y en la estación contigua.

Los aparatos Léopolder cuestan próximamente lo mismo que los anteriores y la casa Saxby Farmer de Lóndres que los construyen hace pagar por cada uno 25 libras esterlinas todo comprendido, excepto las pilas y los alambres.

*Tipo de campanas de M. Vérité.*—Es una modificación del primer tipo que hicieron Siemens y Halske, hecha el año 1877. Tienen un cuadrante que señala por medio de una aguja el número de las series de campanadas que ha dado el aparato según la señal hecha; de manera que es acústico y óptico á la vez. La campana tiene dos martillos de diferente tamaño, que permiten hacer las señales con grupos ó series de toques de diferente timbre.

Nada decimos de las demás partes del aparato y de su instalación, porque es análoga á lo explicado ya para los sistemas anteriores.

**GRUPO C.—Block-system.**—*En qué consiste.*—El procedimiento de seguridad de este nombre fué ideado por los ingleses para permitir la circulación de trenes en un mismo sentido, ascendente ó descendente, sobre una misma vía, en las líneas de vía doble, sin tener que aguardar largos intervalos de tiempo entre la expedición de unos trenes después de otros, aumentando así la capacidad de una línea para el tráfico.

En España, según la ley vigente, entre dos trenes que marchan con igual velocidad y sentido, han de mediar veinticinco



minutos; diez, cuando el de delante ha de llevar mayor velocidad que el de detrás, si en el trayecto no existen rampas (en el sentido de los trenes ó pendientes en el contrario) de más de 10 milímetros, que si existen está prohibida la salida de un tren si antes no ha llegado el que le precede á la estación inmediata; y cuando el de detrás ha de llevar mayor velocidad que el de delante, en ningún caso se permite la salida de aquel sin que se haya recibido aviso de la llegada de éste; mientras que, empleando el *Block-system* bastará que entre dos trenes consecutivos medie un intervalo de dos, tres, cuatro, etc. minutos, con lo cual queda permitida la existencia simultánea de mayor número de trenes en la línea, que así quedará considerablemente aumentada para el tráfico.

Para que se comprenda claramente la manera de funcionar el sistema, supongamos, primero, que se trata de una vía en la cual los trenes circulan siempre en un mismo sentido, de *X* á *Z*, entre las estaciones *X* y *Z* (fig. 5).

Supongamos luego que se divide este trayecto en partes *XA*, *AB*, *BC*....., y que en los puntos *A*, *B*, *C*, *D*..... se colocan aparatos de señales, semáforos por ejemplo, unidos entre

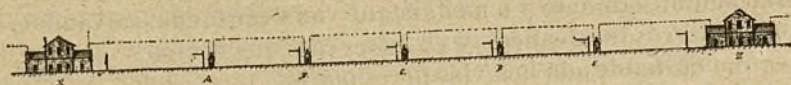


Fig. 5.

sí y con las estaciones *X*, *Z*, por un procedimiento cualquiera: un alambre y campanillas eléctricas, un hilo telefónico ó telegráfico etc., estando cuidados por un guarda, hombre ó mujer, en cada punto.

Antes de la salida de un tren de *X* hacia *A*, la estación *X* dará aviso al puesto *A*, y el guarda de este puesto, si tiene libre de todo tren y obstáculo el trayecto *XA* dará su asentimiento contestando la señal con un signo convencional que generalmente es la repetición del que ha recibido y bajando al propio tiempo el brazo horizontal del semáforo colocado junto á las agujas de salida, en el sentido del tren á que nos referimos, de la estación de partida, é inmediatamente preguntará al punto *B* si puede dejarlo pasar al trozo *AB*; si el punto *B* contesta afirmativamente, el mismo *B* es el que baja el semáforo *A*, y á su vez pregunta al punto *C*, y así sucesivamente.

En algunos casos no es el puesto *A* el que baja el semáforo *X*, ni el *B* el que baja el *A*, etc., sino que son los mismos guardas de *X*, *A*..... los que bajan sus semáforos respectivos cuan-



do reciben autorización de los *A, B....*, pero en este caso el aparato no es tan perfecto.

A medida que el tren va pasando, van cerrándose detrás de él los semáforos dejándole bloqueado para los demás trenes. De aquí la denominación de *block-system*, que en este caso equivale á *sistema de bloqueo*.

*Disposición.*—Hay dos clases de *block-systems*, el absoluto y el permitido (permissive). El primero es el verdaderamente eficaz porque no permite bajo ningún concepto que ningún tren pase á un trozo comprendido entre dos semáforos si ya está ocupado por otro tren; mientras que por el segundo se admiten en determinados casos y por motivos especiales el paso de trenes á secciones ó trozos bloqueados.

Se vé, pues, que no es lo mismo el uso de los aparatos de señales anteriormente descritos que el *block-system*; pues aquellos no tienen más objeto que advertir á los agentes de la vía y acaso á los mismos de los trenes que uno de estos ha sido expedido en tal ó cual sentido para que lo sepan y lo detengan si algún obstáculo impide su marcha y éste no transmite el aviso simultáneo á todo el trayecto comprendido entre dos estaciones, sino paulatinamente y á medida que van avanzando, salvándole todo peligro de alcance, y en este caso no decimos choque, porque en habiendo dos vías no es posible.

Ahora bien, el bloqueo se puede establecer tratándose de una línea explotada con dos vías ó con una. Ya hemos dicho que la primera aplicación que se ha hecho de él ha sido en doble vía. El problema que se ha de resolver en cada caso es distinto. En la doble vía no se ha de evitar sino que dos trenes que marchan necesariamente en un mismo sentido se alcancen en un mismo punto, y en la vía única se ha de evitar que se encuentren, no sólo los que marchan en un mismo sentido, si que también los que lo hacen en sentido contrario.

En el primer caso, ó se ponen postes dobles, ó los postes del semáforo llevan dos brazos que respectivamente señalan cada una de las dos vías y las señales acústicas dan á conocer si se trata de una vía ó de otra, según sea ascendente ó descendente, es decir, par ó impar el tren.

*Caso general de aplicación del block-system.*—Todos los aparatos de campana existentes y por tanto los descritos, pueden servir para señalar un tren y pedir autorización para que continúe escalonadamente su marcha, pero no todos ofrecen las mismas garantías de seguridad. En general, serán muy segun-



ros áquellos sistemas en los cuales tenga intervención el agente que autoriza el paso en la maniobra de las señales del puesto del que pregunta, y aun ofrecerán mayor seguridad los que además de esta condición, tengan las señales enclavadas mutuamente, de modo que no sea posible que haya dos discos ó semáforos consecutivos abiertos, y en fin, aun la ofrecerán más grande si los trenes mismos cuidan de cerrar el paso, dado caso que los empleados olvidasen hacerlo.

Mr. Cosmann, que es una autoridad en esta materia, decía en 1882, que los aparatos de block debían satisfacer las siguientes condiciones:

- 1.ª No permitir la entrada á un tren en una sección bloqueada después de haberlo anunciado al puesto situado en la extremidad; 2.ª no poderse quitar la señal de bloqueo de la entrada de una sección sin la intervención del punto hacia donde va el tren; 3.ª no poderse quitar la señal de vía ocupada de una sección intermedia aun cuando esté desembarazada, sin haber bloqueado la sección siguiente á que el tren haya pasado; 4.ª en las estaciones de cada extremo de un trayecto, no debe poderse dar vía libre á la sección inmediata anterior, hasta que el tren ha dejado la vía general, sea para retirarse á una vía de apartadero, sea para continuar su marcha; 5.ª no se han de poder borrar las señales de partida al origen de la sección, y en las estaciones donde se retiran los trenes hasta después de bloqueada la sección, en la cual el tren ha entrado; y 6.ª no debe poderse abrir el disco avanzado que abre á distancia una sección bloqueada, antes que esta sección haya sido libertada.

El *block-system* fué impuesto por el gobierno francés en 13 de Septiembre de 1880 á las compañías que tenían doble vía y por cuyas vías debiesen pasar cinco ó más trenes por hora en un mismo sentido en ciertos intervalos del día, como ordenó también el empleo de las campanas alemanas á las compañías que explotaban con una sola vía por la cual circulaban diariamente seis trenes regulares en cada sentido, aconsejando más tarde el uso de la campana del sistema Léopolder por tener la ventaja de poder dar aviso desde los mismos puestos intermedios por mas que en aquel entonces muchas compañías ya empleaban por su sola iniciativa estos medios modernos de seguridad.

El *Board of Trade*, de Inglaterra, también hizo prescripciones semejantes en 1877, y se notó ya en aquel año, la disminución en el número de accidentes. En el final del año 1873, de los 27.476 kilómetros de vía que á la sazón existían en aquella nación, 10.003 kilómetros tenían el *block-system* mientras que en 1877 esta última cifra se elevó á 15.635; y de esta longitud de vía



había 10.714 con doble vía. En otros términos, en el año 73 existía allí el *block-system* sobre el 38 por 100 de la longitud de vías y en el 77 había ya 56 por 100.

Desgraciadamente, en España, el tráfico no ha exigido todavía la construcción de dobles vías más que en trayectos de muy reducida longitud, así es que, por ahora, poco ó nada debe preocuparnos en este país el uso del *block* correspondiente á la doble vía; mas no es lo mismo por lo que hace á las líneas de una sola vía y parece llegado el momento de ocuparse seriamente en estas cuestiones.

Aún tenemos que hacer una nueva clasificación del *block-system*. Cuando no precisa indispensablemente la presencia de los agentes de la vía para hacer funcionar los aparatos y presentar las señales ó quitarlas, se llama *automático* al sistema y entonces las máquinas mismas cuidan del funcionamiento de aquellos, y cuando dichas señales están enclavadas con las agujas de las estaciones inmediatas, de modo que no pueden quitarle las señales hasta que dichas agujas tengan la posición conveniente, se denomina *Block and interlocking-system*.

## APARATOS NO AUTOMÁTICOS

*Aparatos primitivos.*—La descripción detallada de todos los sistemas de aparatos usados para estos múltiples objetos nos llevaría demasiado lejos, molestándoos indebidamente, puesto que nuestro objeto es ir derechos á los medios prácticos, hoy día más apropiados para conseguir la seguridad en la circulación eliminando toda contingencia de alcances ó choques de trenes. Nos limitaremos, pues, á exponer lo más necesario.

Los primeros aparatos que se usaron fueron las campanas alemanas, combinándolas convenientemente con aparatos de transmisión de señales, según ya dijimos antes; después los que aparecieron se conocían con los nombres de Cooke, Clarke, de Preece, pero todos ellos ya casi no pertenecen más que á la historia.

*Aparatos Tyr y Regnault.*—El sistema Tyr se extendió muchísimo, ya solo, ya combinándosele con el aparato de comunicación, Jousselin, como hizo la Compañía de P. L. M.; pero es defectuoso, sobre todo porque con él se limitan á dar á conocer



al guarda del puesto la señal convenida y éste personalmente ha de transmitirla á los maquinistas con peligro de que la transmita mal. En el mismo caso se halla el aparato Regnault (1), que la Compañía del Oeste de Francia lo completó con la adición de enclavamientos entre las palancas de las señales y los botones ó pulsadores de los aparatos indicadores. Cada poste Regnault lleva dos botones, encima de cada uno de los cuales hay una aguja, sirviendo uno de los botones para anunciar la salida del tren hacia uno de los puestos inmediatos y el otro para participarle que los trenes de sentido contrario que él ha anunciado han llegado ya. Un puesto extremo no exige más que un poste y uno intermedio dos, uno para cada una de las secciones inmediatas. Las dos agujas mencionadas señalan respectivamente, según sea su posición con respecto á la vertical, la situación de los trenes, y aunque no pueden dar lugar á dudas ni á errores, nada impide que el agente del puesto obre mal.

Por estos motivos, tanto Mr. Havard, de acuerdo con Jouselin, como Regnault mismo, estudiaron respectivamente ciertas modificaciones en el aparato Tyr y en el del último, que hacen dependientes las señales de vista de los maquinistas, de ambos sistemas, con los aparatos; pero no es sin embargo bastante seguro el resultado y por esto el gobierno francés que deseaba se obrara enseguida sin aguardar nuevas experiencias ni dilaciones recomendó decididamente la adopción de los electro-semáforos de Lartigue, Tesse y Prud'homme, que estaban funcionando con buen resultado en aquella fecha en ciertas regiones de mucho tráfico, de las compañías del Norte, del Este y de Orleans.

*Aparato Leblanc y Loiseau.*—Este aparato pone eléctricamente en comunicación dos estaciones dadas *X* y *Z*; permite, abriendo la vía en el punto de partida, *X*, de un tren, bloquearla en la otra extremidad *Z* desde el mismo punto *X* y bloquearla también en este punto de partida; en fin, por el paso del tren sobre una serie de pedales, un contador kilométrico indica á las dos estaciones la posición exacta del tren en un momento dado.

La señal óptica puesta de manifiesto se transmite por una corriente eléctrica que se combina con un movimiento de péndulo el cual algunas veces falta. Además el guarda puede fácilmente cambiar las señales, cosa contraria al principio esencial de blok. Por lo tanto el sistema no es recomendable.

---

(1) No debe confundirse con la campana de que antes hablamos.



*Aparato Lartigue, Tesse y Prud'homme.*—El aparato tiene cierta analogía con los dos anteriores perfeccionados, solo que, así como en estos la dependencia de las señales de vista y eléctricas se consigue gracias á la aplicación de corrientes eléctricas auxiliares, en los electro-semáforos de Lartigue, Tesse y Prud'homme, se obtiene con una sola vuelta de manivela. Los brazos del semáforo están alumbrados por un farol y dan dos fuegos rojos y verdes para distinguirlos de las señales de alto absoluto que son dos fuegos rojos, de las señales avanzadas que solo tienen un fuego rojo, y de las de disminución de velocidad que tienen una sola luz verde.

Digámos de paso, que nos parece muy mala la costumbre que va adquiriéndose de no dar *siempre* una autoridad *absoluta de alto*, á las señales rojas, sean de la forma que quieran y por el contrario tolerar su desobediencia en unos ú otros casos, pues puede dar lugar á accidentes funestos á los trenes.

El levantamiento de prohibición ó *desbloqueo*, de una sección cualquiera, se hace también por el mismo aparato desde el momento que caen los brazos del semáforo desenclavando los discos avanzados.

Las pilas ordinariamente usadas en estos aparatos son las Leclanché de doce elementos situadas en el pié de cada semáforo en una cavidad hecha con cemento.

M. M. Herteau y Guillot, creyeron deber introducir un perfeccionamiento á los electro-semáforos Tesse, Lartigue y Prud'homme para prevenirse contra una eventualidad muy posible de que el viento haga caer uno de los brazos del semáforo, en cuyo caso se daría por libre una vía que no lo estaría, y al efecto introdujeron una campanilla eléctrica movida por una corriente de refuerzo que actúa desde el momento que se anuncia un tren por una sección inmediata y que el brazo no ocupa la posición horizontal. El sonido de dicha campanilla daría á comprender que no está bien el aparato.

*Aparato Siemens y Halske.*—M. M. Siemens y Halske, á quienes ya conocemos por sus campanas alemanas, idearon también un aparato de *block-system* que se extendió en toda Alemania, Austria, Suiza y Bélgica y ofrece mayor seguridad que el aparato de Tesse, Lartigue, y Prud'homme; y si el ministro de obras públicas de Francia, Mr. Reynal, prescribió éste en lugar del de Siemens y Halske, no sería por creerle superior á éste, sino, tal vez, por espíritu de nacionalidad.

El aparato está movido por medio de corrientes de inducción, como la campana de los mismos inventores, mediante la ejecu-



ción de tres maniobras que son: rotación del manubrio del inductor, presión ejercida sobre un botón y movimiento de la palanca de la señal. Mientras no se ejecuten las tres maniobras, la vía no queda expedita en la sección que va á ponerse á vía libre.

Por este sistema no es posible quitar el bloqueo de un poste sin que el anterior haya sido bloqueado, y no puede ser modificado á mano por los guardas; de modo que se establece una verdadera solidaridad de señales de un extremo de una sección al otro, garantizando completamente el paso de los trenes. Esta misma solidaridad obliga á la adopción de postes de entrada y salida de las estaciones, iguales á los demás, y otro central, desde el que se comunican las señales á los anteriores mediante verdaderos enclavamientos eléctricos y está en correspondencia con los aparatos telegráficos y á la vista del jefe de la estación que en aquellos países centraliza todo el servicio y asume toda la responsabilidad de sus actos.

Algunas veces se suprimen los dos postes de entrada y salida como medida económica de material y de personal; pero entonces es preciso añadir un mecanismo al poste por el cual puedan modificarse á mano las señales, y si bien hay un contador que acusa las veces que ha sido modificado, se quita al aparato la garantía *absoluta* que con él se desea.

*Caso de una sola vía.*—Los aparatos principales de simple *block-system* no automático, adoptados para doble vía, son los que con ligeras modificaciones se aplican también al establecimiento del *block* en las vías únicas. Y nótese y no se olvide, que nos referimos á los aparatos que al mismo tiempo que el *block-system* no hacen la conjugación ó su enclavamiento de agujas y señales ni á los maniobrados por los trenes mismos, de los cuales hablaremos próximamente en el artículo de *block-system* automático.

La modificación del sistema de Tesse, Lartigue y Prud'homme, «para emplearlo en una sola vía,» se reduce á la adopción de verdaderas alas de semáforo, inferiores, en lugar de los pequeños apéndices que existen en el sistema ordinario para dar la indicación al guarda, y en la conjugación de dichas alas inferiores con las superiores, dejándolas completamente clavadas mientras las inferiores están horizontales, indicando la salida de un tren de una de las secciones inmediatas en uno ú otro sentido; de manera que mientras no se dé autorización para parar un tren, como el ala inferior queda horizontal, no puede quitar la señal de alto el encargado de la sección inme-



diata correspondiente al sentido contrario de los trenes hasta que el brazo de su semáforo esté abierto ó sea bajado para la admisión de otro en sentido opuesto.

Tratándose de una sola vía, vamos á explicar cómo seccionándola ó no, pero empleando el *block-system*, no puede ocurrir choque entre dos trenes de sentido contrario.

Así, supongamos (*fig. 6*) los puestos sucesivos *A*, *B*, *C*,... de

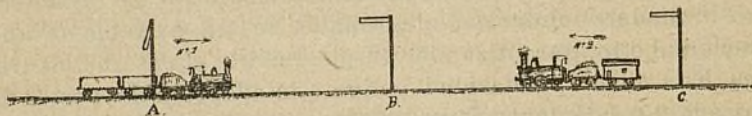


Fig. 6.

*block-system* de una sola vía; supongamos además que los brazos horizontales señalen alto; que un tren impar núm. 1 es admitido en la sección *AB* después de haber bajado el brazo del semáforo *A*, el guarda del puesto *B*, y que inopinadamente, por error ó por lo que sea se ha admitido un tren par núm. 2 en la sección *BC*, con pretensión de pasar á la *AB* ocupada ya por el tren impar. Este no podrá pasar á la sección de bloqueo *BC* sin que se baje el brazo del semáforo *B*, y como esto debe hacerlo precisamente el aparato del semáforo *C* y este último no lo hará habiendo admitido ya el tren núm. 2 en su sección, no podrá haber choque en dicha sección *BC*; ni lo podrá haber tampoco en la *AB*, porque aun cuando el tren núm. 2 llegue á *B* antes que el núm. 1 y pretenda entrar en *AB*, no podrá hacerlo sin que el semáforo *B* se abra desde *A*, y *A* no lo hará hasta que tenga noticia por *B* de haber salido de la sección *AB* el tren núm. 1 que dejó pasar.

Cuando entre una y otra estación no existen más que los dos discos ó semáforos extremos *A* y *B* (*fig. 7*), la cuestión es

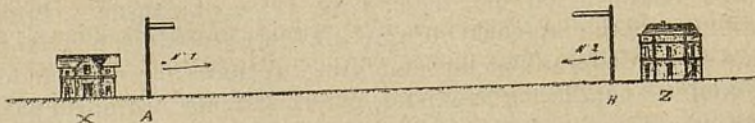


Fig. 7.

más sencilla: el semáforo *A* se maniobra desde la estación *Z*, y el semáforo *B* desde la estación *X*. Supongamos que se ha salido un tren impar núm. 1 de la estación *X* hacia la *Z*, á cuyo efecto esta última ha abierto el semáforo *A* y que inadvertida-



mente sale de *Z* un tren par núm. 2 hacia *X*; en llegando al semáforo *B* lo encontrará cerrado y pasará deshaciendo el error cometido por la estación *Z*, si no da la casualidad de haber sufrido error también la estación *X* y desde ella se ha permitido la circulación núm. 2 y abierto el referido semáforo *B* después de cerrado el *A* que antes no hubiera sido posible mecánicamente. Por la comisión de un solo error no sería posible el choque de los dos trenes núms. 1 y 2, pero concurriendo dos errores á la vez sí, con los solos elementos ordinarios. De aquí la necesidad de aumentar las garantías de seguridad enclavando las señales hasta que los mismos trenes las desenclaven al pasar por encima de pedales convenientemente emplazados.

*Aparatos automáticos.*—En un interesante trabajo publicado en la *Revue general des Chemins de fer* en el año 1887, Mr R. Picard, hace una severa y detallada crítica de los sistemas automáticos, poniendo varios ejemplos que pueden dar lugar á falsas señales; pero como se trata de casos ó incidentes supuestos á los mismos trenes por desperfectos de sus mecanismos, muy especiales, que obligan á dejar parte del tren en la vía, cuyos casos en semejantes condiciones por ocurrir raras veces, tienen poco valor, pues siempre, para ellos, queda el recurso á los conductores de los mismos de cubrir el tren ó resto de él por medio de banderines de señales ó faroles de mano, ó avisando al guarda del puesto de *block* más inmediato.

Propone otros varios ejemplos, pero el mismo conviene al final de su trabajo en que se pueden encontrar soluciones para cada uno de los casos, aunque las soluciones sean complicadas y exijan el calado y *descalado*, por los agentes subalternos, de los aparatos automáticos y, por consiguiente, una grande atención de parte de estos agentes. Este grave inconveniente, añade, quita al *block* automático la mayor parte de las ventajas que los teóricos y los inventores que preconizan este sistema esperan hallarle; y nosotros añadimos, que á pesar de estas críticas más ó menos fundadas, esta clase de aparatos están destinados á propagarse extraordinariamente, por permitir corregir las faltas de los agentes siempre que las cometan; sólo resta que al obrar así lo hagan constar de una ú otra manera para que aquellos puedan ser castigados por ellas.

Todos los sistemas automáticos están, además, dispuestos de modo que se enclaven las señales para tener una absoluta seguridad en sus indicaciones y la base del automatismo es el uso de pedales pisados por los trenes ú otros mecanismos equivalentes.



No se crea que la idea de los pedales sea muy moderna, pues la Compañía del Este de Francia hace 35 años que empezó á usar el de M. Limouges, jefe de sección que fué de aquella Compañía, y que sirve para cerrar automáticamente los discos, cuyo aparato exige dos alambres no eléctricos sino de tracción para la maniobra mecánica.

*Aparato de Saxby y Farmer.*—Este aparato conocido también con la denominación de aparato Hodgson, nombre del ingeniero que estudia los mecanismos de la casa Saxby y Farmer, es casi el único aparato de enclavamiento de señales verdaderamente automático, pudiéndose enclavar además, con las agujas de las estaciones, dando lugar á un *block and interlocking system* de muchísimo valor.

La casa Saxby y Farmer es conocida en España por los aparatos de enclavamiento de agujas que ha instalado con mucho éxito en las estaciones de Lérida, San Andrés y Barcelona, de la línea de Zaragoza á Barcelona perteneciente á la Compañía Norte, en las líneas de la Compañía de Tarragona á Barcelona y Francia, y otras líneas, como es conocida de todo el mundo por dichos aparatos y por los de Block que nos van á ocupar,

Estos aparatos pueden realizar muchos propósitos que, á la manera que lo hacen los constructores, podemos enumerarlos en esta forma:

a. El establecimiento de un hilo telegráfico para enviar señales ópticas y acústicas á los aparatos; señales de una gran seguridad y fácil manejo, que se producen por el simple movimiento de un manubrio que rije el movimiento de resorte: mecanismos en los que no cabe equivocación.

b. Comprobación perfecta de las señales exteriores para los trenes que circulan por la vía, que no pueden maniobrar sino de conformidad con los aparatos manejados con el sistema eléctrico.

c. Los trenes quedan protegidos siempre por una señal de alto para evitar el alcance de otro tren, necesitándose indispensablemente el concurso de dos guardas para dar esta señal, y si ellos dejaran de darla el tren mismo se cubre moviendo los semáforos, en cuyo caso la señal de alto no puede quitarse por el guarda hasta que llega el tren á la próxima estación en sentido de su marcha.

d. En cuanto se ha dado la señal de vía libre á un puesto y un tren ha entrado en la sección que este puesto protege, esta señal no puede repetirse de nuevo mientras el tren no salga de aquella sección, porque á la salida de ella desenclava el



manubrio del instrumento que envía las señales al puesto precedente.

*e.* Enclavamiento mecánico del sistema eléctrico de bloqueo ó seccionamiento de la línea, con las palancas que maniobran las señales y las agujas, de manera que no se puede á la vez dar el parte de vía libre al punto de donde proceden los trenes y hacer maniobras en todas las vías. Después que se ha dado la señal de vía libre á dicho punto y ha entrado un tren en la sección, las agujas que han de quedar fijas para la entrada de aquel tren quedan enclavadas hasta que el tren ha pasado.

*f.* Economía de gasto de electricidad, pues cuando se acaba una operación se cierra el circuito y no se produce ninguna electricidad para encerrajar hasta el momento de empuñar el resorte de una palanca con el propósito de hacer una operación, con cuya disposición las baterías de pilas duran el máximo de tiempo.

Todas estas condiciones puede tener á la vez el *block-system* que la casa Saxby Farmer establece, constituyendo entonces un sistema perfecto; pero también es posible limitarse á un cierto número de ellas, pues la disposición del aparato permite establecerlas con entera independencia sin perjuicio de su completa solidaridad y enclavamiento cuando se establecen dos ó más á la vez. Así, si con reunir los aparatos la condición *a*, se juzga que haya suficiente, se puede prescindir de las demás, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* y se obtiene uno de los sistemas de bloqueo mejores, y siempre que se quiera por surgir nuevas necesidades, se puede ir agregando la instalación de las condiciones restantes, una á una, con solo el trabajo de unir los órganos correspondientes á los elementos nuevos á los órganos anteriores.

De la misma manera cuando no se juzga necesaria una de las condiciones, se puede suprimir sirviendo perfectamente el resto del aparato, siendo esta independencia completa una de las cualidades características del sistema.

Hé aquí ahora cuales son los aparatos empleados y cuál es su funcionamiento, según descripción de los mismos constructores.

La vía se descompone en el número de secciones que se juzga conveniente entre una y otra estaciones consecutivas. Al extremo de cada sección se coloca un semáforo de uno ó de dos brazos, según se trate de una sola vía ó de dos y una cabina provista de los aparatos telegráficos necesarios, contruidos comunmente para transmitir señales ópticas ó acústicas, aunque es preferible se transmitan á la vez unas y otras.

Los semáforos de un brazo están representados en la *fig. 8*



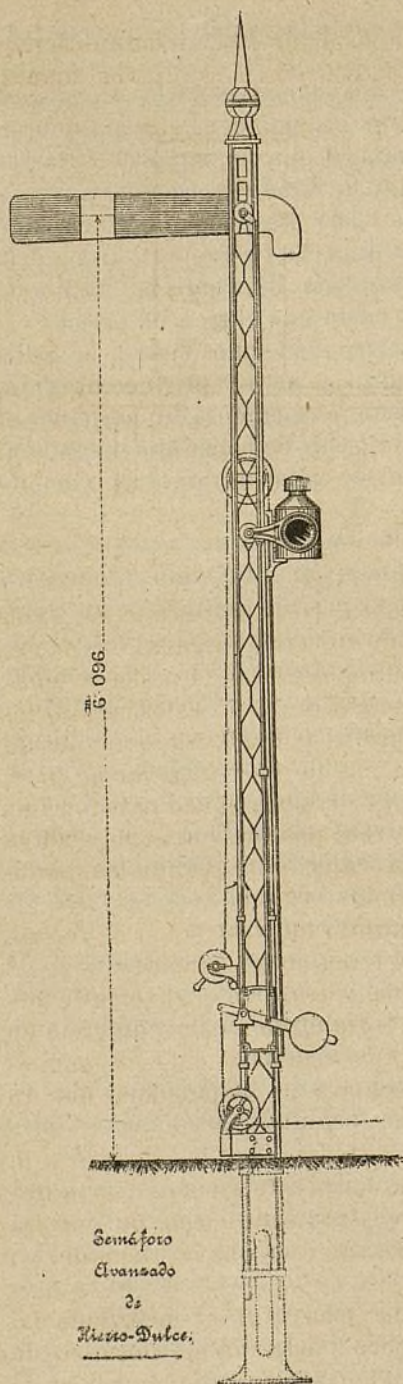


Fig. 8.

y los de los dos brazos tienen menor interés para nosotros, diferenciándose solo en tener un segundo brazo en el lado opuesto al del dibujo simétricamente colocado con él. El color rojo del farol del semáforo se produce por la interposición de un vidrio rojo que se pone y quita según esté cerrada ó abierta la vía.

Dentro de la cabina ó garita de cada puesto intermedio ó de sección, hay el doble aparato telegráfico representado en la *fig. 9*, lo mismo que en las estaciones intermedias y uno sencillo en las estaciones de *términus*, ya que éstas se comunican sólo por un extremo.

Como puede verse, el aparato telegráfico, que es lo más moderno y perfeccionado que se conoce, consiste en un semáforo en miniatura con dos brazos móviles, uno superior y otro inferior; el superior accionado desde el puesto ó estación con que se comunica, hace el oficio de un receptor de señales y el otro repite las indicaciones que se transmiten y es realmente un indicador de señales expedidas. Por medio de un manubrio colocado debajo del pequeño semáforo, se mueve el brazo móvil del puesto con que se comunica, y este manubrio tiene en su eje un botón de resorte que cada vez que se empuja acciona la campanilla de dicho puesto. Naturalmente, cada aparato lleva una



campanilla movida por el puesto con que está en comunicación.  
Los manubrios están inclinados hacia la izquierda cuando

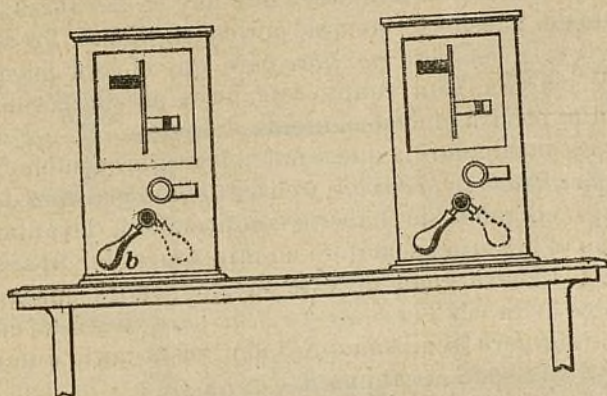


Fig. 9.

ocupan su posición normal, como señala el dibujo *fig. 9* con línea seguida y entonces señalan *alto* ó vía cerrada. Cuando se quiere dar vía libre se coloca la manecilla en la posición señalada de puntos ó se inclinan hacia la derecha. Estos manubrios están relacionados con los aparatos de enclavamiento, de tal manera, que al pasar de su posición normal á la de *vía libre*, sujetan todas las señales y agujas cuyo cambio de posición fuera necesario con la marcha del tren, para el cual se ha dado la vía libre, no desapareciendo esta sujeción hasta que los manubrios vuelven á su posición normal.

En el centro del eje del manubrio hay un botón de resorte que apretándolo transmite las señales convencionales.

Para comprender la manera de operar con el sistema de bloqueo absoluto, supongamos un trozo de ferrocarril dividido en cinco secciones *AB, BC, CD, DE, EF*. El objeto del sistema es que una cualquiera de estas secciones no circule más que un tren á la vez.

Así que, si un tren se encuentra en la sección *AB*, ningún otro podrá entrar en ella hasta que este tren haya llegado á la sección próxima *BC*, y este mismo tren no entrará en esta sección sin que el que antecede haya rebasado el puesto *C*.

Cuando un tren debe pasar de *A* hasta *B*, el encargado del primer puesto indicará al de *B*, por medio de un número de golpes de campanilla, la clase del que tiene que entrar en la sección *AB*. Si el encargado del puesto *B* tiene la sección des-



pejada en la dirección que se le pide contestará al puesto *A* repitiendo la misma señal recibida y al propio tiempo bajará el brazo del aparato en miniatura que hay en la cabina *A*. El encargado del puesto *A*, pondrá, por consiguiente, los semáforos de la vía á la señal de *vía libre* para que el tren pueda continuar su marcha, y en cuanto éste haya pasado por delante de su cabina pondrá en conocimiento del puesto *B*, por medio de los golpes de campanilla que señalen las reglas establecidas, que *el tren ha entrado en la sección*, y enseguida el puesto *B* devolverá este aviso en señal de haberlo comprendido, levantando acto continuo el brazo del semáforo en miniatura del aparato de la cabina *A*. El encargado de este puesto pondrá enseguida los semáforos de la vía á la señal de *alto* para detener cualquier tren que siguiera la misma dirección, hasta tanto que el anterior haya rebasado la cabina *B*.

Igual procedimiento se sigue de cabina en cabina hasta el extremo de la vía.

Este es el método más sencillo y eficaz de señalar el paso de los trenes por medio de la electricidad, y cuando estas reglas establecidas se siguen estrictamente, no puede tener lugar ningún accidente por alcance de trenes y al propio tiempo puede lanzarse un cierto número de ellos en la vía, según la distancia mayor ó menor á que se encuentran los puestos de bloqueo.

Igual proceder se sigue para los dos sentidos en que los trenes pueden marchar en una misma vía, y ya manifestamos la imposibilidad de que haya un choque.

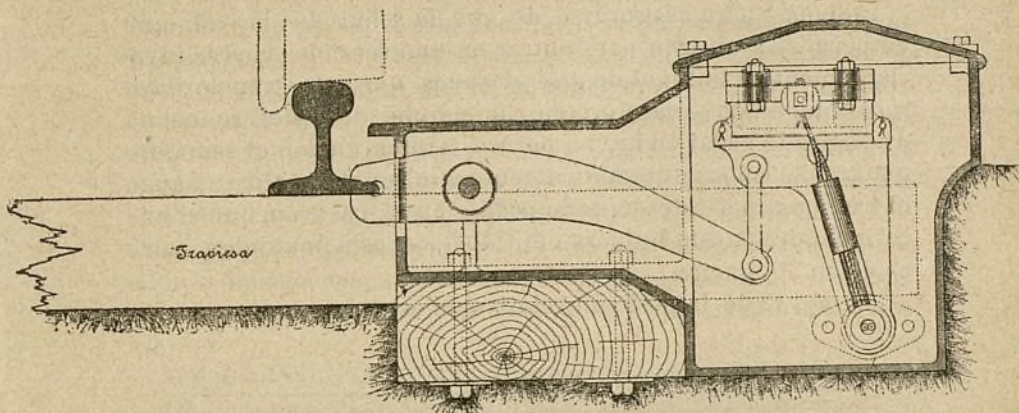
Para enclavar las señales exteriores ó de vista para los trenes con las señales de los aparatos telegráficos del interior de las casetas ha ideado la casa Saxby Falmer los nuevos aparatos siguientes:

Los semáforos de la vía están provistos de un pasador eléctrico que combina la posición de estas con los semáforos en miniatura de los aparatos telegráficos, de manera que cuando el semáforo de este aparato (maniobrado por el puesto próximo) se coloca á la señal de *alto*, las señales exteriores de la vía correspondientes á este aparato se colocan también á la misma señal, sin que sea posible ponerlas á la indicación de *vía libre* hasta que el semáforo en miniatura de su aparato telegráfico se ponga también en *vía libre*.

Para obtener una perfecta seguridad y para impedir que el encargado de un puesto, por error ó distracción dé la *vía libre* á un tren antes que el que le preceda haya rebasado este puesto, construyen un aparato ó pedal por medio del cual el tren mismo tiene intervención en el semáforo eléctrico. Este nue-



vo aparato representado en las *figs.* 10 y 11, consiste en una caja conteniendo otra más pequeña con mercurio montada so-



Contacto de la Onza.

Figs. 10 y 11.

bre una palanca, y unida á los carriles de tal manera que la depresión de estos, causada por el peso de los trenes, la hace salir un poco de uno de sus lados y agita el mercurio, alcanzando así á un pequeño alambre que dista poco de su superficie, con lo cual se restablece la corriente eléctrica del circuito. Basta una pequeña depresión del carril para que funcione y no puede ser accionado por el paso de la gente por la vía porque los intrusos no tienen fuerza para hacer bajar el carril. Tampoco es susceptible de descomposición ni estorba el nivelado de la vía y levante de la misma por el atacado de las traviesas, de modo que funciona sin obstáculo y con la mayor regularidad, como no sucede con la mayoría de los pedales conocidos.

Por medio de este pedal, los manubrios que dirigen los semáforos eléctricos quedan encerrados y no pueden moverse hasta que el tren, para el cual habían anunciado la vía libre, haya pasado por encima de un pedal situado próximo á la cabina, fijado debajo de los carriles de la vía, en cuyo momento y por la deflexión del carril se establece una corriente eléctrica



que desencerroja el manubrio y le deja en libertad de moverse de nuevo para dar la señal de *vía libre* cuando fuese necesario.

Además, para asegurarse de que la señal de la vía que dá permiso á un tren para entrar en una sección, vuelve invariablemente á la señal de *alto* después que este tren lo haya rebasado, en cuyo caso protege la marcha de aquel, se instala un segundo pedal en la vía, por cuya intervención el semáforo exterior se coloca automáticamente á la señal de *alto*, cuando el tren pasa por este segundo pedal; en el caso en que el encargado del puesto hubiera omitido hacer esta maniobra como es de su obligación.

La *fig. 12* dá la posición relativa de estos aparatos

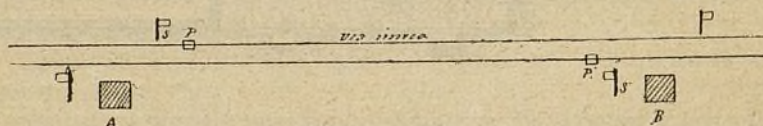


Fig. 12.

en la que

*A* y *B* representan dos estaciones ó garitas intermedias;

*s*, *s'*, los semáforos de la sección comprendida;

*p*, *p'*, los pedales.

El semáforo *s'* es el accionado por el puesto ó estación *A*, y el *s* el accionado por el *B*, por medio de las manecillas ó manubrios de los aparatos telegráficos que llevan los pequeños semáforos.

Se ha de tener presente que cuando los manubrios de los aparatos telegráficos (*fig. 9*), salen de la posición derecha ó *vía libre* y se colocan en su posición media, quedan encerrojados y sujetos á su vez, y siguen en esta posición hasta que el tren para el cual se dió la *vía libre* pasa por encima del pedal correspondiente, que en aquel momento deja los manubrios libres y en disposición de volver á repetir la señal de *vía libre* para otros trenes.

En cuanto un puesto recibe el aviso telegráfico de *entrada de un tren en la sección*, es indispensable que devuelva inmediatamente al punto de donde ha recibido este aviso, la señal de *alto* ó línea cerrada. De no hacerlo así, no podría bajarse la señal del puesto de donde se ha recibido este aviso, cuando se le quisiera hacer indicar *vía libre* para otro tren, y por lo tanto, ha de cumplirse sin falta esta prescripción.



Los manubrios de los aparatos telegráficos no deben nunca cambiarse hacia la derecha, hasta el momento preciso en que debe darse la *vía libre*, cuya señal se transmite después que el manubrio ha pasado á esta posición derecha; entonces el botón de resorte puede utilizarse para señalar en la campanilla los trenes que circulan en dirección opuesta.

Suponiendo que haya cambiado la posición del manubrio, al apretar el botón se hace variar la posición del semáforo en miniatura de la estación próxima, al mismo tiempo que acusa el timbre en esta última, los golpes recibidos por dicho botón. Si la posición del manubrio no ha cambiado, el funcionamiento del botón de resorte acusa simplemente sobre la campanilla eléctrica y no altera la posición del semáforo en miniatura.

La manera de anunciar un tren es la siguiente:

Cuando una máquina ó un tren de cualquier clase está acercándose á un puesto *A*, el encargado de éste, debe avisar su proximidad al puesto *B*, empujando el botón de su aparato tantas veces como indican las siguientes reglas y manteniendo al propio tiempo el manubrio del aparato en su posición normal á la izquierda.

2 golpes, para un tren de viajeros.

2 golpes, dados tres veces, para máquinas sueltas.

4 golpes, para trenes de mercancías ó de balasto.

Por supuesto esta combinación de señales no es absoluta y puede adoptarse la que se quiera.

El encargado del puesto *B*, si tiene la sección *AB*, libre, cambiará el manubrio de su aparato hacia la derecha y acusará recibo de la señal repitiendo el mismo número de golpes, con otro golpe al final después de una ligera pausa que indica *vía libre*. El semáforo del aparato del puesto *A*, se bajará á la posición de *vía libre*, *A* debe dar conocimiento de haber recibido esta señal repitiendo un golpe y manteniendo el manubrio de su aparato en su posición normal. El puesto *A* debe permitir la continuación del tren, poniendo las señales de la vía correspondiente á la marcha del mismo, á la indicación de *vía libre*, y en cuanto el tren haya pasado por el puesto *A*, éste debe dar conocimiento al *B*, repitiendo el número de golpes de campanilla correspondientes á la regla anterior, y el puesto *B* acusará recibo de la señal, devolviendo el mismo número de golpes de campanilla después de haber puesto el manubrio de su aparato en su posición normal (colocando de esta manera el semáforo del aparato eléctrico del puesto *A* á la de *alto*), y por consiguiente, cerrando la línea. El punto *B* debe dar entonces la



primera señal de aviso de proximidad del tren al punto *C*. Por otra parte, cuando el farol de cola del tren ha pasado por delante de la cabina *B*, el encargado de este puesto debe señalar la llegada al puesto *A* con tres golpes de campanilla manteniendo el manubrio de su aparato en su posición normal, de modo que el semáforo del aparato *A* se mantenga en la señal de *alto*. El puesto *A* debe dar recibo de esta señal, repitiéndola y teniendo presente siempre que señal no entendida debe repetirse.

Si al recibir la primera señal de aviso de tren, el encargado del puesto *B* no está preparado para recibirlo, debe solo repetir la señal recibida, pero sin mover el manubrio de su posición normal, que es la de *alto*; el tren se parará entonces en el puesto *A*, y no continuará su marcha hasta tanto que el puesto *B* haya dado la señal de vía libre con un solo golpe de campanilla y con el manubrio á la derecha.

En cuanto un tren esté parado frente á una cabina ó garita aguardando la señal de vía libre, el encargado de ella debe avisarlo al del puesto inmediato en la dirección que lleve este tren, bien por medio del telégrafo, del teléfono ó con golpes de campanilla determinados, según los recursos de que se disponga.

Además de las señales de aviso de la proximidad de algún tren, que hemos visto, estos constructores establecen otras señales, como se hace en otros sistemas de campanas y de block-system; así se darán:

Cinco golpes de campanilla para parar todos los trenes, cuando ocurra algo extraordinario que pueda producir un accidente. Esta señal debe darse con el manubrio del aparato puesto en la posición normal de vía cerrada ó inclinado hácia la izquierda.

Nueve golpes de campanilla es la señal de parar un tren y examinar si tiene algo anormal. Si esto puede originar algún peligro para un tren en dirección opuesta, dará, el encargado que lo notare, la señal de parar todos los trenes, sin perjuicio de dar la señal de vía libre una vez se haya conjurado el peligro.

Siete golpes de campanilla dados así:

● ●      ● ●      ● ● ●

denotan rotura de enganches ó tren dividido.

Once golpes de campanilla denotan tren apartado para pasar otro tren más rápido. Como se comprenderá, esto supone la instalación de vías de apartadero en algunos puestos de semáforo ó en todos, lo cual permite mayor número de trenes



en la vía, pero no es tampoco indispensable el seguir este procedimiento no tratándose de trayectos que excedan de once ó doce kilómetros, en cuyo caso mejor será establecerlos como verdaderos apartaderos, con telégrafo, á fin de evitar todo peligro de colisiones.

Diez golpes de campanilla así:



indicarán vagones escapados y marchando en sentido contrario, en cuyo caso los encargados de los puestos que dispongan de vía de apartadero se dispondrán para apartarlos en él cuando lleguen ó los pasarán á la doble vía si la hay ó tomará aquellas precauciones que cada caso aconseje, según sean los medios de que disponga.

En fin, cuando se descompongan los aparatos telegráficos entre dos ó más puestos, deben estos comunicarse por medio del telégrafo, ó del teléfono, ó de las campanillas eléctricas, y si estos se descompusieran también, por medio de los banderines ó faroles de mano pararán los trenes previniendo á los conductores y maquinistas dicha descomposición para que marchen con precaución, y cuidarán además que la circulación de trenes se ajuste á los reglamentos que tenga la Compañía para cuando no haya aparatos de *block-system* establecidos.

Para terminar este interesante asunto, sólo nos resta añadir que el coste de los comunicadores eléctricos, construidos por la casa Saxby Former y compuestos de la campanilla y el semáforo en pequeño, es de once libras esterlinas (siete y media por la campana y tres y media por el semáforo manipulador).

## REUNIÓN DE LAS MANIOBRAS DE LOS APARATOS

DE LAS ESTACIONES Á UNO Ó MÁS CENTROS, Y ENCLAVAMIENTO DE ESTOS APARATOS Y DE LOS DE SEÑALES.

*Reunión de las maniobras de los aparatos.*—Dijimos al principio de este trabajo, que entre los accidentes que pueden ocurrir á los trenes y que comprendimos en el tercer grupo, figuraban los ocasionados por los aparatos de las estaciones, tales como agujas, placas giratorias carros y travers ó trasbordadores, y efectivamente ocurren con alguna frecuencia esta clase de ac-



cidentes, sobre todo por no estar bien dispuestas las agujas y dar entrada á un tren por una vía que se halla obstruida ya.

Dijimos también, que estos accidentes pueden evitarse ó reducirse á un número sumamente pequeño por el segundo orden de medios de que se dispone en la explotación de los ferrocarriles ó sea: *reuniendo á uno ó más centros de las estaciones la maniobra de todos estos aparatos y enclavando convenientemente las agujas y demás aparatos con las señales de detención de los trenes.*

Y dijimos, también, al tratar de los aparatos de bloqueo ó seccionamiento de vías, del sistema de la casa Saxby y Farmer, que el enclavamiento de las señales del *block-system* con los aparatos de las estaciones, daba lugar á lo que se conoce por los ingleses con el nombre de *block and interlocking system*, cuya denominación ha sido aceptada en otros idiomas y que nosotros aceptaremos, del mismo modo, por no encontrar una frase bien adecuada que la dé á conocer en breves palabras.

Vamos á ocuparnos en este orden de medios de seguridad, pero lo haremos muy ligeramente; primero, porque de hacerlo extensamente nos habría de ocupar muchísimo tiempo; después, porque ya se han publicado en español algunos trabajos notables de este género; y finalmente, porque en algunas estaciones de España, sobre todo de aquí de Cataluña, existen aparatos colocados, que muchos de vosotros habreis visto.

Los descarrilamientos ocasionados en los aparatos de las estaciones, casi nunca tienen consecuencias graves para las personas, debido á que ocurren al hacer maniobras ó en ocasión en que los trenes marchan á poca velocidad. Son producidos por el personal de las estaciones, en primer término en las agujas, ó por no servir las á tiempo ó por servir las mal, y en segundo lugar en placas giratorias yorros travers, que en el momento de pasar los trenes no están preparados para que la vía se halle expedita.

Todos ellos pueden evitarse con una vigilancia atenta del jefe de la estación, y el cuidado consiguiente del personal de guarda agujas y capataces de maniobras, cuando se trata de estaciones secundarias, mas si son de mucho tráfico, se impone el uso de aparatos de enclavamiento *conectados* ó *conjugados* de tal modo, que desde un mismo punto se puedan mover todos ó por lo menos los que constituyen un grupo importante, y no puedan moverse sino en las condiciones precisamente fijadas; de manera, que si existe una vía transversal de placas no pueda maniobrarse en ninguna de estas, sin que antes se

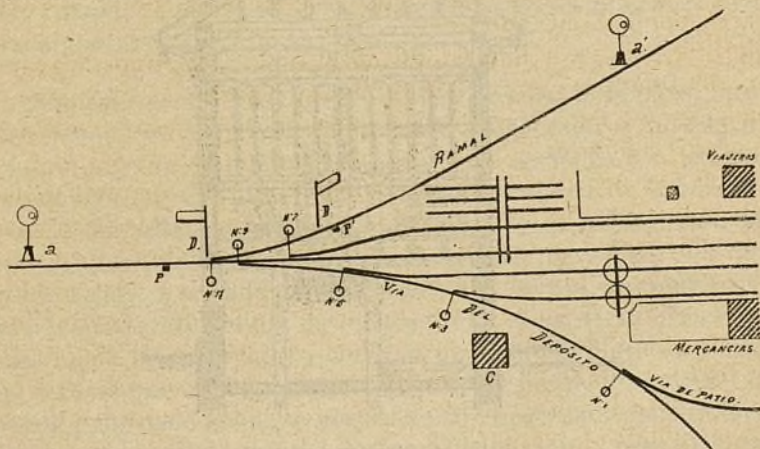


haya cerrado la vía á que pertenezca, por medio de calces que impidan la circulación por ella á todo tren ó máquina.

Mas, esto que en una estación de activo tráfico es utilísimo, tratándose de una estación de escaso tráfico es innecesario, pues entonces basta perfectamente con la atención natural de los empleados para hacer un servicio excelente, evitando así un gasto de consideración; porque estos aparatos de seguridad son muy caros y no pueden darse el lujo de tenerlos estaciones de mezquina recaudación.

Cuando se usan, están siempre en conexión con los discos de entrada y salida de las estaciones, con semáforos, con el *block-system* ó con otros sistemas de señales, y entonces sirven al propio tiempo, para evitar los choques que podrían tener lugar entre los trenes concurrentes á una estación de empalme prestando servicios muchísimo más apreciables que en el primer caso.

Para tener una idea aproximada de la manera de operar con esta clase de aparatos, imaginemos una extremidad de una



— EXPLICACION —

*A A'* = Discos avanzados

*P P'* = Pedales que cierran los semáforos  
de las estaciones inmediatas

*D D'* = Semáforos

*C* = Carretera de maniobra de aguja.

estación (fig. 12) en la cual se reunen seis juegos de agujas, uno de ellos correspondiente á un ramal de una línea afluente, y además supongamos que haya placas giratorias y un carro transversal. Se comprende fácilmente que si el tráfico de una estación de tal naturaleza es algo

Fig. 12.



activo, ha de ser penoso para el guarda-agujas en ciertos momentos del día el atender á todos estos aparatos y peligroso á los trenes si equivocadamente se les dá una vía por otra ó se olvida el travers ó una de las dos placas en posición tal que no quede expedita la vía que tome el tren, ó si se da entrada á uno sin estar preparadas las agujas del ramal, etc., etc.

Pues bien, en casos semejantes es de grandísima utilidad conseguir:

1.º Poder hacer la maniobra de todos los aparatos incluidos los semáforos y discos avanzados desde una sola caseta ó *cabina G*, cuyo suelo se eleve de unos tres metros sobre el nivel de los carriles, convenientemente emplazada, ya fuera de las vías, ya dentro de ellas, y aun encima de las mismas, pasando los trenes por debajo, y cuyas paredes, como puede verse por la *figura 13*, están hechas con cristales por las caras que miran á

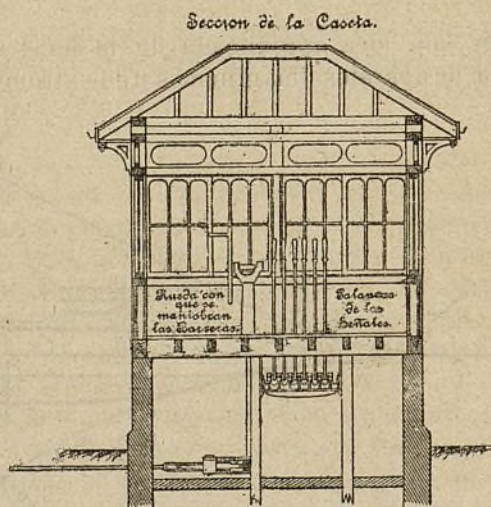


Fig. 13.

las vías, á fin de dominar desde ella todos los aparatos que deban maniobrarse; y

2.º Poder hacer estas maniobras con la seguridad de que los aparatos obedecen bien, que lo hacen sin que resulte ninguna combinación contraria á la seguridad del tren y que una vez efectuados queden de tal modo encerrados que no se puedan mover más que por el encargado de la caseta.

La ventaja es mayor todavía si desde una misma cabina se pueden maniobrar los aparatos de ambos extremos de una es-



tación, porque en este caso en lugar de dos cabinas, una para cada extremo de vías de la estación, y dos agentes, basta una sola de aquellas y un solo agente.

Las condiciones á que deben obedecer estos aparatos en el orden en que los enumera M. E. Herteau, jefe de explotación de la Compañía de Orleans, son:

1.<sup>a</sup> Estando dispuesto todo para el paso de un tren, las agujas primero y el semáforo después, al abrir este último debe correr el cerrojo de las agujas en la posición deseada;

2.<sup>a</sup> Cada aguja colocada en una posición contraria á la que conviene para el paso, debe encerrojar, en la posición cerrada, el semáforo que debe abrirse para permitir este paso;

3.<sup>a</sup> Un semáforo abierto debe enclavar, en la posición cerrada, los semáforos cuya apertura simultánea pueda dar lugar á una colisión;

4.<sup>a</sup> Toda aguja provista de cerrojo debe ser enclavada, en una y otra de sus posiciones, cuando el cerrojo está cerrado;

Y 5.<sup>a</sup> El semáforo que se debe abrir para dar paso á un tren que tome las agujas de punta, debe ser enclavado en su posición cerrada, cuando el cerrojo de esta aguja es abierto, y recíprocamente.

*Transmisiones.*—Para las transmisiones de las señales, aunque éstas alcancen distancias de 1500 y 2000 metros, no hay dificultad alguna, valiéndose como se hace en todos los sistemas de alambres de 5 milímetros ó cables de alambre de 8 milímetros; la dificultad no estriba en esto, sino en la transmisión del movimiento á las agujas; porque si se hace por medio de una barra rígida, á medida que la longitud aumenta, aumenta también considerablemente la resistencia y el esfuerzo necesario para hacer la operación, y como es un hombre el que la verifica, y tiene que hacer muchas durante las horas de servicio, no puede exigírsele esfuerzo mayor de 25 kilogramos. Se han ideado algunos procedimientos, en estos últimos años, para aligerar esta resistencia, tales como los sistemas de Henning y de Poulet, que consisten en hacer descansar el peso de las agujas sobre una rueda fija en una palanca con un contrapeso, en el primer sistema, y en hacerlas resbalar directamente sobre un hierro de ángulo guarnecido de rodillos, en el segundo, y en el cual se distinguen tres tipos diferentes que no hace falta detallar.

A fin de que las barras de transmisión sean rígidas con el menor peso posible, se hacen huecas como si fueran tubos empalmados á rosca; pero aun así, cuando las agujas se hallan á



más de doscientos metros de la cabina donde se hace la maniobra, ésta se vuelve muy difícil. De aquí se han originado diferentes sistemas de transmisión funicular, que á su vez tienen como graves inconvenientes: frecuentes roturas del alambre y mucha elasticidad que hace temer queden *mal hechas* las agujas sin que lo observe el operador. Por este motivo, en Inglaterra no se permiten otras transmisiones que las rígidas; pero tampoco permite el *Board of Trade* que las transmisiones rígidas tengan más de 165 metros de longitud cuando las agujas han de ser tomadas de punta. Sin embargo, en Francia, existen transmisiones rígidas á 400 metros de distancia.

Las transmisiones funiculares pueden hacerse hasta á 600 metros de distancia, como sucede en Austria; mas, si esto tratándose de estaciones de escaso tráfico y pocas agujas es tolerable, no debe admitirse en el caso contrario, sino que deben establecerse dos cabinas diferentes y hacer las transmisiones por varillas. Algunos ingenieros opinan que siempre que las transmisiones no deban tener más de 50 metros de longitud, sin titubear, deben emplearse las transmisiones rígidas; cuando la distancia entre las agujas y las palancas de maniobra está comprendida entre 50 y 200 metros, se adoptará el sistema rígido ó funicular, según sean las condiciones de la localidad, pues si, por ejemplo, la transmisión está en curva de corto radio, es difícil hacerla bien con barras rígidas; y cuando sea superior á 200 metros, opinan, que éstas deben desde luego desecharse, y nosotros creemos, que empleando un nuevo sistema que la casa Saxby Farmer usa para las poleas de apoyo de las barras, aún puede irse algo más allá. Estas poleas están entre unos bastidorcitos que apoyan lo que deberían ser los coginetes, y que no son otra cosa que un hueco, por dentro del cual pueden trasladarse de unos cuatro centímetros los muñones de dichas ruedas, facilitando extraordinariamente el movimiento de las barras.

La rotura de los alambres, lo mismo que la rotura de las barras, puede ocurrir sin darse de ello cuenta el guarda-agujas y por esta razón se usan aparatos eléctricos con timbres de alarma que suenan si no han quedado en contacto perfecto las lengüetas con los carriles de costado.

A estos procedimientos de transmisión usuales, hay que agregar otros más modernos: el hidráulico, el neumático y el eléctrico. Todos estos sistemas vienen á sustituir á los dos anteriores, con las ventajas de ambos y sin sus inconvenientes, pero aún son poco experimentados, porque cuentan pocos años de existencia.

En resumen, los sistemas de transmisión más prácticos hoy



día, son los dos primeros: el rígido y el funicular, y entendemos que respecto de su elección hay que tener en cuenta la distancia á que se ha de transmitir el esfuerzo, según ya dijimos antes; y también puede ayudar á esta determinación el saber que el segundo resulta mucho más económico que el primero y permite á los trenes *tomarse* ellos mismos las agujas cuando les vienen de talón, ya sea montándolas con compensador de longitud del alambre, ó ya sin compensador, si la longitud es solo de unos 50 metros, mientras se coloque el alambre del grueso adecuado para que resista elásticamente el esfuerzo de tracción á que se ha de sujetar y no resulte alargado después de producido el esfuerzo. También tienen los funiculares la ventaja de permitir maniobrar á mano las agujas, cosa que en ciertos casos, sobre todo en vías de *triage*, es útil; pero en cambio de todas estas ventajas tienen el inconveniente de dar menos seguridad.

*Aparatos de transmisiones rígidas.—Sistemas Saxby Farmer.*  
—Después del sistema inventado por Vignier, que fué el primero que pensó en maniobra de agujas á distancia y en enclavamientos, han sido muchos los otros sistemas que se han ideado, pero el más extendido en todos los ferrocarriles del mundo, es el de la casa Saxby y Farmer, que viene trabajando en este problema desde el año 1856 haciendo continuos progresos, y que, en honor de la verdad, lo construyen muy bien aunque resulta algo caro.

Cuando se trata de estaciones de muy poca importancia, construyen un tipo de palanca pequeña que se monta al aire libre, sin *cabina*, pero lo usual es montar las palancas dentro de una caseta de la forma de la *figura 13*, que ya hemos visto. En este caso dichas palancas están alineadas unas al lado de otras separadas de 127 milímetros de centro á centro, y distinguiéndose por medio de colores convencionales, números é inscripciones, las destinadas á mover las señales, de las que sirven para mover las agujas y de las que encerrojan á éstas, dejando casi siempre en cada instalación dos ó tres ó más palancas blancas, sin aplicación ninguna, con la mira de poder hacer frente con ellas á las futuras necesidades; pues el bastidor y guías, etc., se construyen expresamente para el número de palancas que tienen de llevar y una vez instalado el sistema no admite ninguna más.

Las palancas que hoy día construyen dichos señores, tienen la disposición representada en la *figura 14*, que tiene gran parecido con las palancas de cambio de marcha de ciertas loco-



motoras, pues como éstas llevan en contacto con ellas y dis-

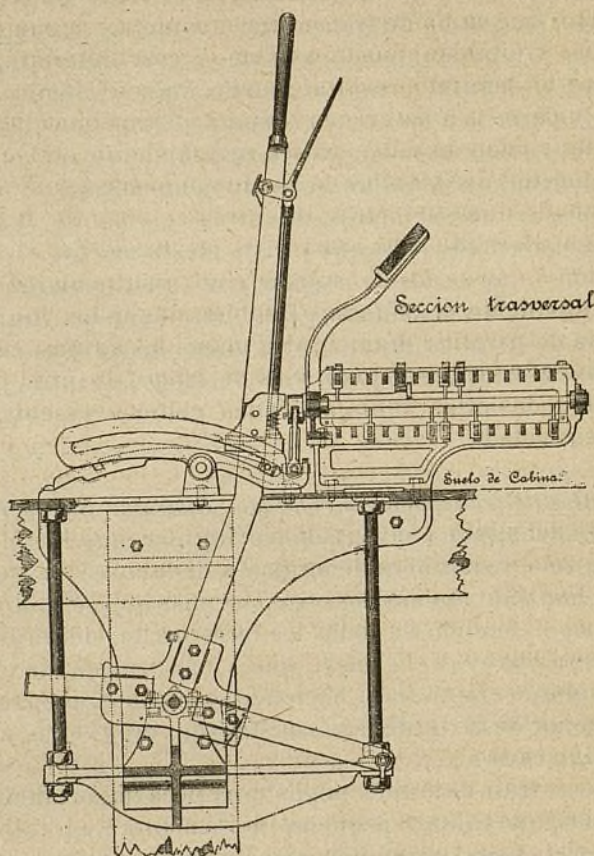


Fig 14.

puestas con una articulación que permite resbalar junto á las mismas una varilla ó cerrojo que por su parte superior tiene una maneta que se agarra al empuñar la palanca atrayéndola hácia ésta, y en su parte inferior un resorte que tiende á hacerla bajar en cuanto se suelta y un saliente que entra en una ú otra de dos muescas cortadas en un sector que hay junto al piso alto de la cabina y que corresponde á las dos únicas posiciones que cada palanca puede ocupar: la señalada en el dibujo y la opuesta que corresponde á la extremidad izquierda del referido sector.

Para permitir este movimiento, la palanca está prolongada por debajo del piso de la cabina y sujeta á una pieza de fundición montada á rozamiento suave sobre una barra fija, longitudinal,



y en dicha pieza también, formando ángulo con la palanca, va por un lado un brazo que trasmite el movimiento á los aparatos que se han de maniobrar y por otro, cuando se trata de un aparato que lleve contrapeso, como un disco, hay otra pequeña barra con un contrapeso también.

La posición que en la figura tiene la palanca, es la que corresponde hácia atrás, y cuando se pone en la otra extremidad del sector es cuando está inclinada hácia delante. La varilla que marcha adherida á la palanca lleva un botón que resbala por el interior de una corredera curva, que en la figura casi se confunde con el sector de que hemos hablado, y así adquiere aquella un ligero movimiento de oscilación al rededor de un eje horizontal que se ve en la figura. Este pequeño movimiento de la corredera, llamada balancin, se transmite por su extremidad posterior á un eje horizontal que mueve los enclavamientos situados detrás de las palancas, longitudinalmente, formando una mesa, que se llama *tabla de enclavamientos*.

Las transmisiones á las agujas se efectúan empleando palancas acodadas en los cambios de dirección, y barras huecas de 32 milímetros de diámetro, atornilladas por sus extremos y resbalando como hemos dicho en la página 41 por las gargantas de unas poleas en las alineaciones rectas y curvas. Las transmisiones de los discos y semáforos se hacen por medio de alambres.

Para mover las agujas se emplea una transmisión, y una vez aquellas están en la posición que se quiere, otra palanca destinada á mover el cerrojo, fija invariablemente la posición de las primeras. Para conseguirlo, el movimiento de la palanca del cerrojo se trasmite á una palanca en forma de T situada dentro de la vía á poco más de un metro de la punta de las agujas, á la cual está articulada por el brazo desigual, sirviendo los otros dos brazos, el uno, para mover una barra de 4<sup>m</sup>,50, próximamente, de longitud, que llamaremos balancin de seguridad y que tiene un movimiento de traslación, hasta colocarse encima de una de las lengüetas, á fin de impedir que puedan maniobrar mientras pasa un tren, y el otro, para mover el que podemos llamar pestillo del cerrojo, consistente en una barra que tiene un movimiento rectilíneo alternativo paralelamente á los carriles de la vía, el cual entra en un agujero que tiene un soporte fijado en la traviesa de la punta de las lengüetas ó sale de él sujetando cuando está introducido el tirante de conexión de la punta de dichas lengüetas, á cuyo efecto, éste, tiene una parte plana que pasa por



el interior del referido soporte perpendicularmente al cerrojo y lleva dos agujeros que coinciden con el agujero del soporte, uno para cada posición de las dos que las agujas pueden tomar, según estén preparadas para una vía ó para otra.

La marcha que en esta clase de aparatos siguen las operaciones al querer dar entrada á un tren, por ejemplo, es: primero, se quita el cerrojo de la primera aguja que debe cambiarse, por medio de su palanca correspondiente; luego, se cambia la posición de la aguja por medio de otra palanca y se encerroja de nuevo la aguja en su última posición por medio de la palanca anterior; se hace lo mismo con las demás agujas, y finalmente se abren el disco avanzado y el semáforo sin que sea materialmente posible seguir otro camino, porque los aparatos no obedecerían.

Construyen también los Sres. Saxby Farmer, otros aparatos que no necesitan dos palancas distintas para cada aguja, prescindiendo de las destinadas á las señales, bastando una sola. En este caso, á la disposición mencionada que corre el cerrojo, hay que agregar otra consistente en un apéndice que mueve las dos ramas de una palanca acodada, con un brazo en forma de horquilla y el otro articulado al tirante de conexión de las lengüetas, lo cual convierte el movimiento de traslación del pestillo ó barra del cerrojo, paralelo al eje de la vía, en un movimiento perpendicular á éste, en su mismo plano horizontal.

En esta combinación, la barra ó balancín de seguridad llamado por los ingleses *locking-bar*, de que antes hablamos, y el pestillo del cerrojo, son maniobrados por la palanca de las agujas, de modo que, el primer movimiento de la palanca en cualquiera dirección, levanta la barra y desenclava las agujas, el segundo completa el movimiento necesario de las mismas, y el tercero las cierra en su posición cambiada y baja la barra de seguridad.

Como complemento de estos mecanismos, los repetidos constructores colocan unos faroles y pequeños discos que indican de lejos á los maquinistas la posición de las agujas, las cuales nunca deben tomarse de talón sin *estar hechas* convenientemente, porque se romperían los cerrojos.

También emplean dichos constructores un pequeño calce de Plunger, maniobrado en combinación con el cerrojo ordinario, el cual no permite que se abran las señales si no están bien aplicadas las agujas ó si se ha roto alguna de las varillas de transmisión. Este calce puede aplicarse á cualquiera de los aparatos hoy día en uso, y además, han introducido



otros perfeccionamientos que tienden á simplificar el número de piezas sin perjuicio de la seguridad, como vamos á ver.

El disco, circular ó cuadrado, ó el semáforo que dá entrada á la estación, no se puede abrir hasta que todas las agujas se hallan convenientemente preparadas; de aquí que, si el aparato de señales precede á una bifurcación ó á una estación, con un solo cambio de vía no deberá obedecer hasta que las dos palancas correspondientes á las posiciones de derecha é izquierda estén preparadas por el enclavamiento. Cuando el número de agujas es considerable, el de las palancas que influye sobre el disco ó semáforo lo es también, aumentando notablemente el coste del conjunto y dificultando su empleo.

Por esta razón los Sres. Saxby y Farmer han adoptado lo que llaman *palancas directrices* que permiten una gran simplificación. En principio, las palancas directrices no maniobran ningún aparato, están simplemente destinadas á hacer la selección de la dirección que se ha de dar á cada movimiento: está, pues, cada una de ellas enclavada con las palancas de todos los aparatos que interesan en este movimiento, de manera que, para invertir la palanca directriz es preciso, ante todo, haber colocado en la posición conveniente todas las señales y todas las agujas que permiten efectuar con seguridad el mencionado movimiento; después de lo cual, invirtiendo la palanca directriz se puede mover la única palanca de la señal que ha de autorizar el movimiento.

Aun hacen más aquellos ingeniosos constructores, cuya inventiva parece inagotable. Llegan, en ciertos casos, á suprimir las palancas directrices sustituyéndolas por una combinación de enclavamientos especiales llamados *enclavamientos directrices*; si bien casi nunca lo emplean más que cuando es necesario aumentar el número de palancas de una cabina á fin de sacar mejor partido de las que en ella existen, pero nada impide el hacerlo en una instalación nueva.

En esta disposición, la barra de enclavamientos que debe mover la palanca directriz se mueve por medio de un gato que tiene un movimiento circular y que produce el mismo efecto.

En fin, desde la cabina pueden maniobrarse también barreras de pasos á nivel próximos á las agujas, como se hace, por ejemplo, en la instalación que la Compañía del Norte tiene en San Andrés; se pueden presentar ó hacer desaparecer unos calces de fundición que impidan el paso por una vía que no esté preparada, como en Lérida tiene la misma Compañía, y se pueden sujetar placas giratorias y carros travers de modo



que no puedan moverse más que cuando no circule ningún tren ó máquina por la vía en que están colocadas, como en Mora la Nueva, extremo actual de la línea directa de Barcelona á Zaragoza perteneciente á T. B. F.

*Otros sistemas de transmisión rígida.*—Dijimos, al ocuparnos de la disposición de los cerrojos empleados por la casa Saxby y Farmer, que usaban dos procedimientos para correrlos: uno con doble transmisión y otro con transmisión sencilla; es decir, que por una sola varilla rígida se movían las agujas y el cerrojo; pero este sistema, debemos hacer constar, que si bien aquella casa lo construye, no fué inventado por ella, sino que es debido á M. Dujour, que está muy extendido en Francia y que es el empleado por la Compañía de Orleans. En la del Norte de Francia se usa un cerrojo sistema Poulet, que tiene ventajas sobre el de Dujour.

También construyen unos cerrojos de doble acción, del sistema Rapier, que ofrecen mayor seguridad que los ordinarios ó de simple acción para el caso de que se rompa la transmisión sin advertirlo el guarda-agujas, aunque ya hemos indicado también la manera de prevenir este caso.

M. Heydrich ha ideado un sistema aplicable solo á instalaciones pequeñas hechas en los mismos andenes, sin abrigos, y en el cual se reduce mucho el número de transformaciones de movimiento para obtener de un solo golpe la combinación de los enclavamientos.

Los constructores Rémary y Gautier, han hecho una modificación en las barras de la tabla de enclavamientos del aparato Saxby que ha sido adoptada por la Compañía del Norte de Francia; se reduce á la adopción de unos tarugos de hierro cortados á visel que se colocan entre las varillas que corresponden á las palancas, y que gracias á unas muescas que encajan con los mencionados tarugos quedan inmovilizadas en ciertos casos.

La Compañía Great-Northern de Inglaterra en sus importantes talleres destinados á la construcción de aparatos de seguridad, adoptó los enclavamientos Webb que permiten ir añadiendo palancas, á medida que se presentan nuevas necesidades, porque cada una de ellas lleva un bastidor independiente que facilmente puede unirse al de la palanca anterior.

En las estaciones de Berlín hay empleado otro aparato debido á Herr Froitzheim de una forma completamente distinta de los conocidos, y lo mismo puede adaptarse á las transmisiones rígidas que á las funiculares, permitiendo además



combinarse con el block-system de tal manera que por medio de una corriente eléctrica el Jefe de la estación puede inmovilizarlo. En este aparato, además de las palancas, se emplean unos manubrios que mueven poleas, sobre las cuales se arrojan cadenas que producen el movimiento de las señales. Con él, pues, se introduce una complicación más.

Y por último, la «Railway Signal C.<sup>o</sup>», aplicó en una línea de Inglaterra y á otra de Irlanda, un sistema análogo al de MM. Remery y Gautier, con la sola diferencia de que la tabla de enclavamientos está debajo del piso de la caseta. También ha tratado de suprimir los cerrojos que van adheridos á las palancas de maniobra, pero con esto se tiene menos seguridad que con el sistema ordinario.

*Aparatos de transmisión funicular.*—Ya dijimos que el aparato Froitzheim lo mismo podía funcionar con transmisiones rígidas que funiculares; pero dijimos también que no era recomendable por tener una complicación más que los sistemas ordinarios de Saxby, y menos lo ha de ser aún en sustitución de los aparatos de transmisión funicular comunes, cuyo carácter distintivo ha de ser la sencillez y la economía aún á costa de cierto grado de seguridad.

Otro ejemplo es el de M. Gourguechon aplicado en algunas estaciones del Estado, en Francia. Es sumamente sencillo y económico, pero también muy imperfecto.

Se aplica exclusivamente á un muy corto número de palancas montadas, ya juntas ya á distancia una de otra. En el primer caso, una barra articulada horizontalmente en el soporte, sobre el cual se suponen montadas las palancas, una por cada lado, es la que fija simultáneamente á la palanca que se haya dirigido contra ella y á la segunda á la cual el otro brazo de la barra va á sujetar después del movimiento que le ha comunicado la primera. Y en el segundo caso, las palancas están unidas por cadenas, y es preciso que estén flojas todas las cadenas que sujetan á una misma palanca para que ésta pueda maniobrarse.

En fin, los mismos aparatos ordinarios de enclavamiento, que se mueven á favor de transmisiones rígidas, pueden maniobrarse por transmisiones funiculares, y se comprende que debe ser así, con solo sustituir cada transmisión rígida por dos transmisiones de alambre, porque si las barras por su rigidez pueden trabajar tirando é impeliendo, no sucede lo mismo con las cuerdas ó alambres que solo pueden trabajar por tensión, y para que tirando produzcan el mismo efecto que



las barras que impelen, es necesario colocarlas en el lado opuesto de aquellas.

Así, la *fig.* 15, da fácilmente á comprender que el tirante de conexión *a* se puede suplir por los alambres *b* y *c* ó por los *a'*, *b'*, con los cuales podrán producirse los mismos movimientos que con aquel.

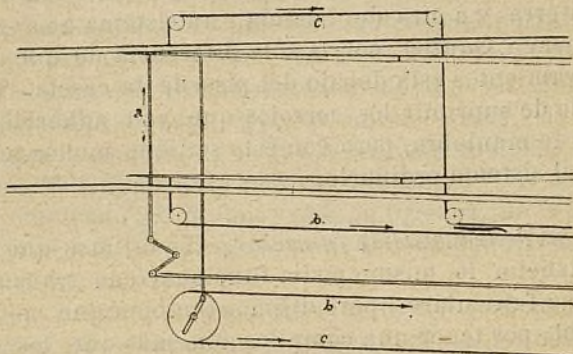


Fig. 15.

*Sistema hidrodinámico.*—El hidráulico ó hidrodinámico es debido á Bianchi y á Servattaz, y según opinión del ingeniero ruso Sytenko, está destinado á propagarse; pues así lo expresó en el Congreso técnico de caminos de hierro, que tuvo lugar en el año 1890. En aquella fecha había ya 477 palancas instaladas en Italia, habiéndose experimentado por primera vez en *Abbiategrosso* (línea de Milán á Alejandría). En Francia lo usaba el P. L. M. y Orleans, y desde entonces ha ido en aumento el número de sus aplicaciones.

Como su nombre lo indica, se fundan en la transmisión de la fuerza al través de un tubo lleno de un líquido. Se emplea para ello el agua con una adición de 3 á 55 por 100 de glicerina, según el tiempo, para que no se hiele. Ofrece la inapreciable ventaja de poder mover todas las agujas con la mayor facilidad, aunque sea un chiquillo el operador, y solo consume un litro de la mezcla líquida cada diez ú once maniobras. El líquido se comprime á una presión de 50 atmósferas en el interior de un acumulador cilíndrico de 5 á 20 litros de capacidad, que hay en la planta de la cabina, la cual tiene la misma disposición de la *fig.* 13. El mismo guarda-agujas cuida de esta compresión por medio de una bomba que al efecto hay en el piso alto de la caseta. Las señales semafóricas se maniobran por la acción de un cilindro que va con ellas; las más peque-



ñas agujas se mueven de una manera semejante ó por alambres, y para asegurarse de que el contacto entre las lengüetas y los carriles de costado se hace bien, hay dispuestos aparatos eléctricos de alarma; además de que la resistencia que en aquel caso ofrecería la operación, sería bastante indicio para darlo á conocer.

El operador puede comprimir un litro de agua por minuto dentro del acumulador. Las juntas y prensa-estopas dejan pasar un litro de agua por cada 24 horas é igual pérdida ocasiona cada 1000 metros de conducción.

Puede verse, por la descripción detallada de este interesante sistema, en la «Revue General de Chemis de fer» pág. 206 del tomo XII, 1.º semestre de 1889, que las palancas se colocan en una cabina igual á la que ya conocemos por la *fig.* 13, alineadas una al lado de otra, formando un conjunto si no igual parecido al de las palancas Saxby con sus manetas, numeración é inscripciones, tabla de enclavamientos, etc., con la diferencia que concurren cuatro tubos á otros tantos pequeños receptáculos que así quedan puestos en comunicación con el acumulador y con los receptáculos que forman parte integrante de los aparatos mismos que se han de mover.

La casa Saxby y Farmer, se ha entendido con el constructor italiano Signor Bianchi para poder construir los aparatos hidrodinámicos; de modo que á la par que su sistema propio está dispuesta á construir este último si alguna compañía lo desea.

*Sistema neumático.*—El neumático es completamente nuevo: por más que ya en 1879, M. Chambers, ideó un aparato de esta naturaleza, muy rudimentario.

El actual es debido á Westinghouse y reúne los enclavamientos y cerrojos más perfeccionados. En él se emplea el aire comprimido que se acumula en un depósito de palastro á favor de una bomba y de una máquina de vapor. De este depósito sale una conducción general que alimenta otros dos depósitos auxiliares y los cilindros, que con sus pistones maniobran las agujas y las señales. También está en comunicación con una llave de la que salen dos tubos que obran en sentido opuesto en los extremos de dos pequeños cilindros con sus pistones que tienen la espiga común y en medio de ella una válvula de distribución como un *tiroir* ordinario, que, alternativamente, pone en comunicación con la conducción general de aire comprimido y con la atmósfera, las dos extremidades del cilindro que maniobra las agujas. Estos dos tubos están en parte llenos de un líquido in congelable que sirve de transmisor de la presión.



y no tiene otro objeto que disminuir la cantidad de aire comprimido que se pierde cuando alternativamente se ponen en comunicación con la atmósfera.

En la cabina está el aparato motor y junto á las agujas y á las señales están los cilindros que los maniobran comunicándose por tubos con el primero; con la sola diferencia, de que en las señales se realiza por medio de un enclavamiento eléctrico que pone en juego ó lo hace parar, según el caso, la acción directa de las variaciones de presión procedentes de la cabina.

La descripción detallada del aparato exige el estudio de muchas minuciosidades y por esto nos abstendremos de hacerlo invitando á los que esto interese vean lo que escribió M. Cossmann en la «Revue General des Chemins de fer», pág. 214 del tomo XII, primer semestre del año 1889.

*Sistemas eléctricos.*—La electricidad se presta más todavía que el agua y el aire comprimido para servir á maniobrar las agujas y las señales, como sirve para otros muchos aparatos empleados en los ferrocarriles. Sin embargo, hasta ahora no se había utilizado como verdadero motor, porque se desconocía la manera eficaz y económica de transportar la energía eléctrica, limitándose las aplicaciones anteriores á provocar por medio de la electricidad una corriente que ponía en acción un aparato previamente preparado para utilizar un trabajo acumulado como un peso levantado á cierta altura, por ejemplo.

El primer sistema que ha sido estudiado se debe á MM. Deprez y Singre, Ingenieros de la «Société de Transmisión de la Force par l' Electricité.» Emplean como motor una dinamo y la electricidad se transporta por medio de alambres al aparato receptor destinado á mover las agujas instalado junto á ellas en la parte exterior de la vía. Exteriormente no es más que una caja de fundición de 55 centímetros de altura por un metro de longitud y 44 centímetros de ancho, de la cual sale la varilla ó tirante de maniobra de las agujas.

Esta varilla se mueve por dos solenoides entre los cuales está longitudinalmente colocada y á los que va unida por un anillo de bronce que los reúne por su centro. La armadura de hierro dulce de los solenoides con los que forma electro-imán está compuesta de dos cilindros paralelos, de plancha, unidos entre sí por un extremo. Los solenoides entran en el hueco que queda entre estos cilindros y mientras por el extremo opuesto obran aquellos contra un dedo con muelle que le permite



cierto desplazamiento solicitándole para que vuelva á su sitio, por el extremo opuesto las armaduras cilíndricas obran á otro dedo de igual disposición que hace retroceder á estos cilindros cuando cesa la fuerza que los hizo mover.

Los solenoides tienen 250 milímetros de longitud, 140 milímetros de diámetro interior y 218 milímetros de diámetro exterior; el hilo es de 0'16 milímetros de diámetro sin recubrir, pero se cubre con dos capas de hilo de algodón para aislarle; tiene éste una longitud de 957 metros formada por 1734 espiras. El peso del solenoide es de 17'10 kilogramos y su resistencia de 6'6 ohms.

Para hacer funcionar el aparato, se envía una corriente de sentido positivo, supongamos, á uno de los solenoides que si está en aquel momento retenido por el dedo con muelle que hemos dicho obliga al cilindro de hierro dulce á moverse de una pequeña cantidad, hasta que una varilla que forma palanca acodada con aquel dedo deja libre al que sujeta al solenoide, y éste se puede mover llevando consigo el tirante de las agujas que se maniobran en uno de los dos sentidos. Si al otro solenoide se le envía una corriente negativa opera en él un movimiento en sentido contrario y las agujas se mueven hácia el lado opuesto.

La Compañía del Norte de Francia adoptó otra disposición para maniobrar las agujas, consistente en una máquina dinamo-eléctrica que se coloca al centro de la vía unos diez centímetros más baja que el nivel de los carriles, y en cuyo eje ó en el de una rueda dentada de eje paralelo al suyo están fijados dos cilindros, uno en cada extremo, en cuya superficie se halla una ranura formando dos vueltas de espira de 55 milímetros de paso, por las cuales resbala un taco que al ser arrastrado en uno ú otro sentido cierra ó abre las agujas. La fuerza se transmite á la dinamo por medio de alambres.

La Administración de los caminos de hierro del Estado francés ha modificado el aparato Saxby para poder enclavar por medio de una corriente eléctrica una cualquiera de las palancas de una cabina, y á este fin se fija una espiga de hierro en la prolongación del radio medio del balancín de corredera, en el cual se fijan dos hierros transversales á manera de martillos y dos dedos; los primeros se ponen en contacto con dos piezas que están bajo la atracción de un electroimán y los segundos con dos placas contra las cuales rozan, estando una de ellas en comunicación con una pila y la otra con la tierra. Con esta combinación basta establecer ó interrumpir una corriente para hacer posible ó imposible la ma-



niobra; es decir, para enclavar á otras palancas, sean de aguja, sean de señales.

En Alemania, el gobierno no permite la concentración de las maniobras en uno ó más puestos, y obliga á las Compañías á que los guarda-agujas maniobren las agujas en el punto mismo donde están, y exigen, además, que las cajas de estas estén cerradas y nadie pueda maniobrarlas si no es con la autorización del Jefe de la estación, á cuyo efecto en la estación hay unos conmutadores eléctricos que encerrojan dichas cajas hasta que el Jefe ordena su maniobra. De este modo dicho empleado desde el mismo edificio de viajeros es dueño de todas las agujas. Por consiguiente, no existen en aquel país cabinas de concentración de maniobras, llamadas vulgarmente enclavamientos; mientras que en todas las demás naciones se consideran de suma utilidad, y casi todos los gobiernos de Europa las exigen á las Compañías. Existen, en cambio, cabinas de señales, desde las cuales se abren las cajas de las agujas eléctricamente para maniobrar dichas agujas y se abren también ó cierran los discos ó semáforos. Estos aparatos son debidos á los conocidos constructores Siemens y Halske que ya conocemos por sus aparatos de señales.

Pero, toda esta multitud de aparatos eléctricos más ó menos ingeniosos y otros que podríamos añadir, se puede decir que están todavía en el período de su incubación, y si bien no cabe duda que llegará día en el cual serán verdaderamente útiles y prácticos, á decir la verdad, no lo son actualmente por más que pueda sacarse partido de alguno de ellos en determinados casos.

*Enclavamientos aplicados en España.*—Para terminar este capítulo pongamos á continuación la nota de los aparatos de enclavamiento que existen actualmente en España.



Año de la colocación	Paraje donde están situados	Compañía á que pertenecen	Número de palancas
1882	Bifurcación de las líneas de Martorell y Granollers, empalme y cruce con la de Zaragoza á Barcelona, kilómetro 36 de esta última. . . . .	Tarragona á Barcelona y Francia. . . . .	18
1884	Cruce á nivel de las líneas de Lérida á Reus y Roda á Reus. . . . .	Id. id.	12
1884	Paso á nivel, paseo de la Mina en la línea de Roda á Reus. . . . .	Id. id.	6
1884	Cruce á nivel de las líneas de Madrid á Alicante y Villena á Alcoy. . . . .	Villena á Alcoy. . . . .	4
1885	Bifurcación de las líneas de San Martín de Provensals á Llerona y Zaragoza á Barcelona, en San Andrés. . . . .	Compañía del Norte. . . . .	9 (1)
1886	Bifurcación de las líneas de Villanueva á Martorell. . . . .	Tarragona á Barcelona y Francia. . . . .	15
1887	Paso á nivel de la carretera de Barcelona á Santa Cruz de Calafell en el ramal de la Bordeta. . . . .	Id. id.	3
1887	Empalme de la línea de Huelva á Zafra con la de Sevilla á Huelva. . . . .	Madrid á Zaragoza y Alicante. . . . .	6
1890	Empalme de la línea de Reus á Lérida con la de Zaragoza á Barcelona en el kilómetro 186 de esta última y para el servicio del depósito de Lérida. . . . .	Compañía del Norte. . . . .	15
1891	Estación de Mora la Nueva. . . . .	T. B. F. . . . .	50
1891	Id. de Pinto. . . . .	M. Z. A. (2). . . . .	X
	Cabañal. . . . .	S. Valenciana de Tanvías. . . . .	4
	Puig. . . . .	Id. id. . . . .	4
	Alcantarilla. . . . .	T. á B. y F. . . . .	11

El número total de palancas de enclavamiento instaladas en España, según este cuadro, resulta ser todavía muy pequeño y en esto precisamente nos fundamos para apoyar la conveniencia de que se extiendan muchísimo.

De todos los aparatos consignados en el cuadro que antecede solo hay los hidrodinámicos del sistema Bianchi señalados con el (2) que no los haya construido la casa Saxby y Farmer; los demás, todos son de su construcción incluso un cerrojo del sistema Dujour que hay entre los señalados con (1), y aún hoy día ha adquirido el privilegio del sistema Bianchi para construirlos ella también, si alguna Compañía los desea.



## DE LOS FRENOS

*Su clasificación.*—Ya llegamos á la última parte de esta Memoria: al examen de los medios de contener un tren para evitar ó atenuar las consecuencias de un descarrilamiento ó de un choque.

Como es natural, puede contribuir á lo segundo la buena y sólida construcción del material de coches y vagones, que cuanto más resistentes sean menos peligro correrán los viajeros de verse aplastados entre ellos; como contribuirá, también, la colocación de mullidos altos en las paredes interiores de los coches á fin de evitar los golpes contra la madera desnuda.

Ya dijimos que la fácil manera de abrirse las portezuelas de los coches puede contribuir también, lo mismo que la intercomunicación de éstos, etc., etc.; pero no es de esto de lo que queremos tratar aquí, sino de los medios de disminuir la velocidad y parar los trenes; es decir: *de los frenos*.

Los frenos, *son unos mecanismos destinados á parar los trenes desde los trenes mismos*. Los hay *que se maniobran á brazo y no requieren más fuerza que la de un hombre*; los hay *que emplean un motor diferente del hombre, sin que sea la fuerza viva del mismo tren*, y los hay, en fin, *que obran por la acción de la fuerza viva del mismo tren*.

Los primeros, son los frenos de tornillo ordinarios que comprimen unas almohadillas de madera ó de fundición contra las llantas de las ruedas; (siendo preferibles éstas porque no *calan* tan fácilmente las ruedas como aquellas). Los segundos son todos los continuos y no continuos, automáticos y no automáticos, de aire, de vapor y eléctricos, que obran también sobre almohadillas semejantes ó desarrollan una resistencia en una polea de fricción montada para este objeto. Y los últimos, los que, desde el momento que se quieren hacer funcionar se aprovecha la fuerza con que unos vehículos se precipitan contra otros para obrar con almohadillas ó zapatas contra las llantas de las ruedas ó de poleas montadas en los ejes de los mismos vehículos.

*Frenos á mano.*—Los del primer grupo bastan para las necesidades ordinarias; pero, con ellos, no puede confiarse poder parar los trenes empleando menos de 600 á 700 metros de re-



corrido cuando marchan á una velocidad de 45 á 50 kilómetros por hora en pendiente menor de 10 milímetros, y esta longitud es insuficiente aún si la pendiente es mayor ó lo es la velocidad ó por el estado del tiempo los carriles están resbaladizos; así es, que en el desgraciado caso de tener que parar el tren antes de tal recorrido, por estar la vía obstruida ó interceptada, hay la casi seguridad de que se producirá un accidente.

Nada más tenemos que decir respecto de este primer grupo, ya que son frenos muy conocidos desde la creación de los ferrocarriles, y prescindiendo de ellos nos ocuparemos rápidamente en los otros dos grupos.

#### FRENOS EN LOS CUALES EL MOTOR NO ES EL HOMBRE, NI LA FUERZA VIVA DEL TREN.

*División.*—En estos frenos, indirectamente, el motor es casi siempre el vapor de la locomotora; y decimos indirectamente, porque aún cuando se emplee el aire comprimido ó enrarecido, ó la electricidad, es dicho vapor el que produce las diferencias de presiones en el aire, y el que desarrolla las corrientes eléctricas, si bien en algunos muy pocos sistemas dicho fluido se obtiene por medio de pilas, siendo esta la causa de que digamos ser *casi* siempre en lugar de *siempre*, el vapor, el motor verdadero.

Esto sentado, los frenos de este grupo pueden ser: de vapor, hidráulicos, de aire y eléctricos.

#### FRENOS NO CONTÍNUOS.

*Frenos de vapor.*—El primer freno de vapor que se le ocurre á cualquiera, es el uso de dicho fluido obrando en sentido contrario al de la marcha del tren ó sea haciendo uso de lo que vulgarmente se llama el contra-vapor. Pero este procedimiento tiene graves inconvenientes, siendo el mayor de todos ellos que los cilindros de la máquina aspiran el aire caliente de la caja de humo por medio del tubo de escape del vapor é inyectan dicho aire caliente al interior de la caldera donde producen un aumento considerable de temperatura y un aumento de presión peligrosísimo, sin que las válvulas de seguridad sean suficientes á dejarle salir al exterior. Además de esto, entran en el cilindro escorias de la misma caja de humo, que rayan



los cilindros, y la elevada temperatura de los gases volatiliza las materias lubricantes empeorando la situación de los órganos y quema las guarniciones de los mismos.

Por estas razones, las Compañías acostumbran á prohibir á los maquinistas el uso del contra-vapor si no está dotada la locomotora de un aparato especial llamado *aparato de contra-vapor*, gracias al cual desaparecen estos graves inconvenientes.

Dicho aparato se reduce á un medio de inyectar agua en el tubo de escape, cuya agua se convierte, en parte, en vapor, impidiendo la entrada de los gases procedentes de la combustión, que hay en la caja de humo, á los cilindros, y el agua que no se vaporiza lubrica á estos y á los distribuidores é impide que se eleve mucho la temperatura en los mencionados órganos.

Conseguido esto, se comprende que la acción del vapor obrando en sentido contrario al de la marcha del tren, le ha de ofrecer grandísima resistencia.

Basta para ello abrir la llave de inyección de agua á una distancia de 100 á 150 metros del punto donde se quiera empezar á hacer uso del *contra-vapor*, si se trata de un tren de viajeros ó de 50 á 80 metros si de un tren de mercancías, con lo cual hay tiempo suficiente para que se llenen de vapor los conductos de escape de la caja de humo y empiece á salir vapor por la chimenea; entonces es cuando se abre el contra-vapor con el cuidado debido para que no resulte un choque demasiado brusco, á cuyo efecto se empieza por poner la palanca de cambio de marcha en el punto muerto, abriendo después el regulador todo lo que se pueda y empleando en ello el menor tiempo que sea posible, y bajando después la palanca á la tercera muesca de atrás para acabarla de bajar enseguida gradualmente. Para hacer cesar el contra-vapor deberá empezarse por cerrar la llave de inyección de agua, volver la palanca al punto muerto y cerrar el regulador, no olvidándose de abrir los purgadores para dar salida al agua, que haya en ellos, ya procedente del tubo de inyección ó de la condensación del vapor, ni se olvidará tampoco durante el funcionamiento, de tener la vista atenta al manómetro que si se viese que subía desmesuradamente se aumentará la cantidad de agua inyectada.

El máximo de efecto útil que produce el uso del contra-vapor, respecto de la potencia á la tracción de locomotora, es del 60 por ciento, tan solo; de modo, que si quiere hacerse uso de él para moderar la velocidad de los trenes en las bajadas, debe procurarse que no adquieran una velocidad mayor que la que á la subida podría imprimirles la máquina á todo vapor, pues de



lo contrario el contra-vapor sería impotente para conseguir esta moderabilidad.

La primera Compañía que empleó en España el aparato de inyección para el uso del contra-vapor fué la del Norte de España en 1866, siendo debida la invención á su Ingeniero de Material y Tracción, Ricour; sólo que en la primitiva disposición se colocaron dos llaves ó grifos, diferentes, uno para inyectar vapor y otro para inyectar agua de la caldera. La Compañía de París á Lyon y al Mediterráneo fué la primera, en Francia, que adoptó el sistema, copiando exactamente las instrucciones que la del Norte de España había dado á sus maquinistas, y la siguieron luego otras Compañías, lo mismo que en España; si bien algunas de ellas introdujeron modificaciones: la del Norte de Francia, por ejemplo, aplicó la inyección de vapor sólo á las máquinas que recorrían pendientes de 5 ó menos milímetros, y la del agua á las que recorrían pendientes de más de 5 milímetros, y la de Orleans, adoptó en todas, esta última disposición que es la que ha prevalecido.

Concluiremos estas líneas que casi podemos llamarlas digresión, y que esperamos se nos perdonará en gracia de haber hecho constar para España la primacía de este invento, ya que desgraciadamente sean tan pocos los nacidos en nuestro suelo, manifestando que esto no obstante, M. Lechâtelier, pretendió haber sido el inventor de este sistema y de aquí su nombre mezclado en esta clase de aparatos, llegando á conseguir un diploma de honor en la Exposición de Viena de 1873, que no diremos si estuvo mal concedido.

A estos procedimientos, sin embargo, no se limita el empleo del vapor como medio resistente á la marcha de los trenes al objeto de pararlos rápidamente. Ya en 1872 la conocida casa constructora, Krauss, de Munich, dió á conocer el freno que llamó *de represión de vapor*, y que consiste en cambiar totalmente la marcha del vapor, que sale de la caldera para entrar al distribuidor por el tubo de escape, después entra en los cilindros y por el tubo que ordinariamente llega á estos, sale, para pasar á la caldera. Esto cambia del todo la manera de obrar del vapor y produce el efecto del contra-vapor.

M. Flaman, ingeniero de los estudios del Servicio del Material y de la Tracción de la Compañía del Este de Francia, ha aplicado un freno de vapor á las máquinas tender de dicha Compañía, y á las de estaciones, en número de 48 en el año 1883, que consiste: en un cilindro de 0'246 de diámetro cuya espiga del émbolo obra sobre un árbol de tres palancas, el cual transmite la presión á las 4 zapatas del freno por el intermedio



de dos bielas, y otro árbol suspendido sobre las bielas de las zapatas de detrás, en el centro mismo de articulación de estas zapatas. El vapor entra en el cilindro por su fondo; se toma por medio de un tubo de la parte superior del *dom* de la caldera, empuja el émbolo que obra en las palancas y después pasa á la atmósfera, dándole entrada ó salida una caja de distribución ordinaria, movida por un volante montado en un eje con hélice de mucho paso que permite abrirlo por completo ó cerrarlo con solo dos vueltas.

Estos frenos para el servicio de mercancías y para las maniobras de las estaciones, dan excelentes resultados y son útiles no solo para hacer mejor el servicio con un aumento insignificante de gasto de vapor, sino que son un elemento eficaz para parar pronto los trenes de esta naturaleza en caso de accidente, ya que en ninguno de los dos casos se llevan frenos continuos.

Los demás sistemas de frenos de vapor conocidos, que son varios, tal como el de Herr Hartmann, de Chemnitz (Sajonia), se basan todos en el mismo principio, ya sean de un solo cilindro ó ya de dos; ya sean para las locomotoras solas ó para ellas y sus tenders, debiendo advertir, que aun cuando en estos últimos años se han dotado algunas máquinas y tenders de frenos continuos para atender á los trenes que debían arrastrar, muchas Compañías que habían adoptado los frenos de vapor los reemplazaron por el aparato de contra-vapor, que se consideró más económico, más eficaz y más manejable, sin que por esto se dejasen de aplicar los frenos de tornillo á mano.

*Frenos hidráulicos.*—En lugar del vapor puede emplearse el agua á una elevada presión para obrar en un cilindro cuyo pistón obre en las palancas que á su vez han de ejercer cierta presión á las almohadillas del freno, y dada la incompresibilidad del agua, porque este es el líquido que se emplea aunque á veces se mezcle con algún otro que lo haga incongelable, se comprende facilmente que los órganos podrán ser de menores dimensiones que si se tratase del aire.

Hasta ahora, apesar de ser muchos los frenos hidráulicos ideados, no se han propagado ni como frenos de locomotora sola, ni como frenos continuos, con todo y haberse ideado de las dos clases. Algunos lo achacan á la facilidad con que pueden romperse los órganos sujetos á la presión del agua; pero no puede ser este el motivo, porque disminuyendo el diámetro de los pistones se puede obrar con toda la suavidad que se quiera; será más bien, porque á los inventores no les ha dado por estudiar esta cuestión con todo el interés que merecía.



*Frenos de aire.—División.*—Dáse este nombre á los frenos en los cuales el agente que desarrolla la resistencia contra las ruedas del tren es el aire, y según sea su modo de obrar, así también se dividen esta clase de frenos: en frenos de locomotora solamente y en frenos continuos, cuando además de aquella obran en todos ó en casi todos los vagones del tren, y en frenos de aire comprimido, del vacío y de las dos maneras á la vez, según el aire obre á mayor ó menor presión que la de la atmósfera, ó de ambos modos.

*Frenos de aire, para locomotoras.*—Poco interés ofrecen esta clase de frenos y son pocos además los conocidos; por consiguiente, podemos prescindir de ellos limitándonos á añadir que algunos como el de Debergue que fué aplicado por varias Compañías extranjeras y ensayado en la de Zaragoza á Barcelona en 1868, se funda en el mismo principio del empleo del contra-vapor, es decir, en la transformación de los cilindros y de los pistones en bombas aspirantes é impelentes.

#### FRENOS CONTÍNUOS.

*División.*—Éstos sí que ofrecen verdadero interés por estar en pleno uso. Llámanse continuos aquellos frenos que se aplican á todos los vehículos á la vez, y como pueden obrar por la voluntad del maquinista solamente ó por ella y por el mismo tren á causa de exigirlo algún desperfecto, de aquí que se dividan en *no automáticos* ó *directos* y *automáticos*.

El principio en que se fundan estos frenos es: aprovechar el movimiento de un pistón producido por estar sus dos caras sometidas á presiones diferentes para mover las palancas del freno. Una de las caras del pistón está bajo la presión atmosférica en todos los casos; pero la otra no: puede ser sometida á una presión mayor que la de la atmósfera y á una presión menor. En el primer caso, el freno obra por la acción de aire que se comprime y se llama de aire comprimido y en el segundo le impulsa la presión atmosférica por ser superior á la del aire enrarecido de la otra cara, llamándole malamente freno por el vacío. Estas solas palabras bastan para hacer comprender que los frenos de aire comprimido trabajarán á mayor presión que los de vacío, y por lo tanto los segundos exigirán aparatos mayores para producir igual efecto que aquellos.



Por otra parte, se dice que estos frenos son *moderables*, cuando se puede graduar su acción y pueden aplicarse no solo para parar en el menor tiempo posible, sino también para disminuir la velocidad de los trenes á gusto del maquinista, dejándoles marchar á la velocidad que se quiera. En este caso pueden aplicarse para el descenso de las pendientes y se dice que son moderables.

Además, tratándose de los frenos de aire comprimido, se han de distinguir dos grupos: aquellos cuyos recipientes ó cilindros de freno trabajan cuando entra el aire comprimido, de aquellos que lo hacen cuando sale.

Los dos frenos primitivos y que han sabido conservar su puesto, no obstante los otros muchos que se han inventado desde que aquellos aparecieron, gracias á que han ido perfeccionándose continuamente, son, el Westinghouse y el Smith, ambos americanos; el primero, funcionado por el aire comprimido y el segundo por el vacío, y como son los prototipos, cada uno en su clase, sin perjuicio de examinar también los más notables, que más tarde han ido apareciendo, de cada grupo, permítasenos hacer la descripción de aquellos y de los últimos de la manera más breve que sepamos.

#### FRENOS DE AIRE COMPRIMIDO.

*Elementos de que se componen.*—En todo freno de aire comprimido hay que distinguir si las almohadillas aprietan cuando entra el aire comprimido en el cilindro que encierra el émbolo que los empuja ó si aprietan cuando el aire comprimido sale. Pero sea de un modo ó sea de otro, las partes esenciales de un freno de esta clase son: 1.º Una bomba aspirante é impelente que se halla situada en la locomotora y es accionada por el vapor de la caldera y á veces por el intermedio de una pequeña máquina de vapor; 2.º Una válvula que pone en comunicación la bomba con la conducción y con un depósito de aire que se llama depósito principal en los frenos automáticos; 3.º El mencionado depósito; 4.º Las tuberías generales, que á veces es una y otras veces son dos ó más, con sus empalmes; 5.º El cilindro de freno y un depósito auxiliar de aire que lleva cada vehículo, si el freno es automático; 6.º Una válvula y á veces dos, en cada vehículo también; y 7.º Finalmente, las palancas que actúan sobre las almohadillas que aprietan las llantas de las ruedas, parándolas por efecto del rozamiento que se desarrolla.







en la parte superior del pistón *P* es más fuerte que la de la

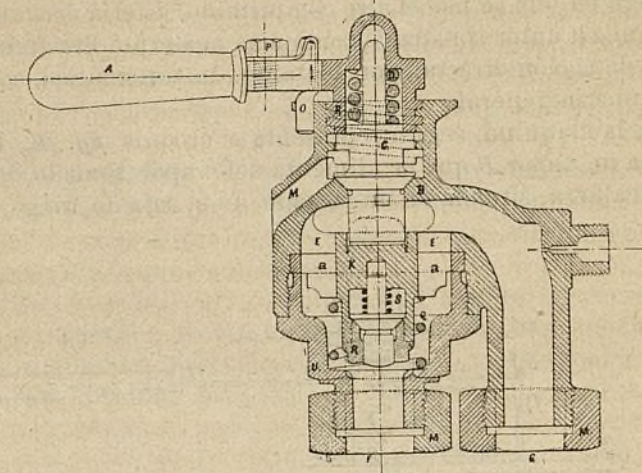


Fig. 17.

cara inferior, haciéndole bajar al extremo de su carrera y que las piezas *P*, *Q*, *S*, se mueven entre ciertos límites arrastradas por el citado pistón.

Según el croquis *fig. 16*, el freno no trabaja en la máquina misma, siendo el tender el primer vehículo que presta su concurso á la parada del tren; sin embargo, la máquina puede cooperar ya por medio del contra-vapor, ya por un freno de vapor que se la puede aplicar, ó ya también por la colocación de los elementos de un vehículo acomodados á este caso, para que trabaje en ella el freno de aire comprimido.

En cada vehículo hay un cilindro *G* (*fig. 18*) llamado *cilindro de freno*, en el cual hay un émbolo *E*, cuya espiga está

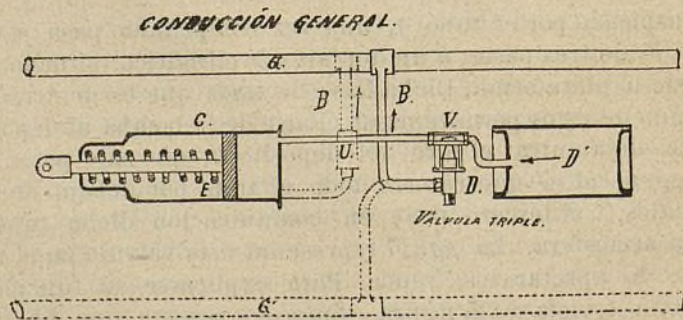


Fig. 18.



articulada con las palancas que aplican las zapatas del freno contra las ruedas del mismo, y esto sucede cuando el aire comprimido entrando en dicho cilindro procedente ó de la conducción general, si el freno no es automático, ó de un depósito auxiliar *D'* si lo es, empuja dicho émbolo comprimiendo un resorte en hélice, que tiende á volverle en su posición extrema y lo hace tan pronto cesa de ejercer presión el aire comprimido, aflojándose así los frenos.

De manera que en los frenos de acción directa, en los cuales el aire pasa directamente de la tubería general á los cilindros de freno, se aprietan las zapatas cuando aumenta la presión de la conducción general; mientras que por el contrario, en los automáticos para que el aire comprimido del depósito auxiliar *D'* obre en el cilindro de freno es necesario que el maquinista produzca una disminución de presión en la conducción general *G*, y esto se consigue adoptando una triple válvula, *V*, (*figuras* 18 y 19), que permite establecer las comunicaciones siguientes: Cuando la presión de la conducción general *G* es elevada, el aire de ésta está comunicando libremente con el depósito auxiliar *D'* y el cilindro *C* comunica con la atmósfera. Cuando disminuye la presión de la conducción general por dejar salir aire de ella, el maquinista, maniobrando la llave de tres pasos *V*, (*fig.* 16) que tiene en la máquina al alcance de su mano, obra también sobre la triple *V* (*fig.* 18) y quita la comunicación del cilindro *C* con la atmósfera, poniéndole en comunicación con el depósito *D'*; entonces entra el aire comprimido en *M* y se aprieta el freno. Y cuando se quiere volver á aflojar éste, el maquinista restablece la presión en la conducción general, con lo cual la válvula vuelve á dejar libre el paso del aire comprimido de la conducción al depósito *D'* cerrándose la comunicación de éste con *C* que vuelve á quedar en comunicación con la atmósfera.

El exámen de la *figura* 19 dará á conocer fácilmente el modo de funcionar la válvula con la combinación ingeniosa del pistón *P* y de las valvulitas que con él están unidas y que se mueven dejando abiertos solo aquellos pasos que conviene según el caso. La figura representa la posición que tiene la válvula cuando se aprietan los frenos y el aire pasa de *D'* á *C* (*fig.* 18).

M. Westinghouse, tiene por moderable el freno automático que acabamos de bosquejar, pero, la verdad es, que se modera mal: y ya se comprenderá que entendemos por moderable aquel freno que permite graduar su acción de tal manera que ejerza una acción constante sobre las zapatas del freno, no excesiva.







*Perfeccionamiento del freno Westinghouse.*—Pero M. Westinghouse no se ha cansado de estudiar su freno y ha introducido varios perfeccionamientos en válvulas y acoplamientos ó empalmes, que no vamos á detallar porque nuestro propósito es tratar el asunto considerado bajo un aspecto general; por lo que nos limitaremos á citar la nueva válvula adoptada en 1888 después del concurso de frenos que tuvo lugar en Burlington para estudiar la manera de hacerlos aplicables á trenes de mucha longitud.

Sucede, que si la evacuación del aire de la cañería general, *G*, en la cual sé ha de producir la depresión, no se hace muy rápidamente, tardan otro tanto los cilindros frenos á funcionar; interesa pues, que el tubo *G* no tenga que evacuarse por la llave que el maquinista maneja en la máquina, sino que se evacue en cada vehículo junto al mismo cilindro. Esto es lo que se consigue con la válvula novísima del constructor, la cual representamos en la *figura 20* y con la nueva combinación hecha de

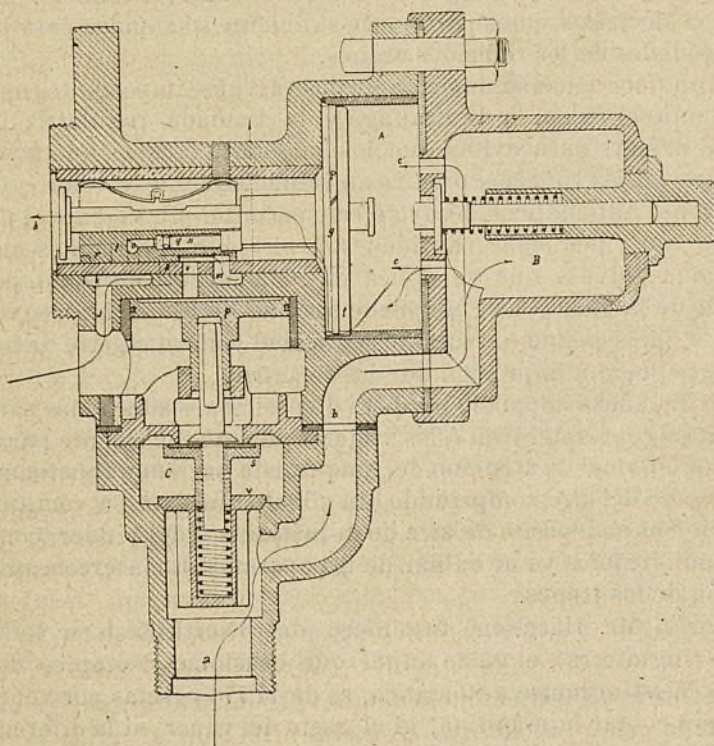


Fig. 20.

los elementos de freno de cada *vehículo* aproximándolos mu-



cho, de modo que las longitudes de los tubos sean muy pequeñas (*fig. 21*).

La válvula (*fig. 20*) se representa en el acto de apretarse los frenos y puede servir para el apretado moderado correspondien-

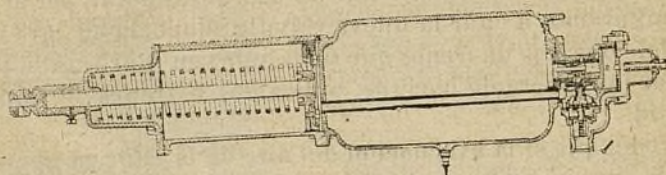


Fig. 21.

te al freno moderable, permitiendo una tan rápida maniobra que por largo que sea el tren se puede decir que simultáneamente obra el freno en todos los vehículos á la vez. Semejante rapidez ha permitido á su autor prescindir del freno eléctrico de su sistema, de que hablaremos más adelante, tratando de los frenos eléctricos, pues parece ser suficiente su rapidez para las necesidades de los referidos trenes.

Aún debe hacerse mención de dos válvulas importantes usadas con este freno: la de Leakage y la llamada regulatriz. La primera sirve para evitar que los pequeños escapes que á veces hay en las cañerías produzcan indebidamente el cierre de los frenos automáticos, á cuyo efecto permiten libremente el paso de estas pequeñas cantidades de aire; y la segunda es una pequeña válvula que se aplica en cada cilindro de freno, por medio de la cual el aire no puede exceder de la presión conveniente, pues es una válvula de seguridad con un resorte de hélice graduado á la presión que ha de sufrir.

En fin, hánse adoptado también disposiciones adecuadas para que los agentes del tren ó los viajeros puedan facilmente parar el tren ó llamar la atención del maquinista haciendo funcionar, por medio del aire comprimido, un silbato que está en comunicación con el depósito de aire de la máquina ó del tender, conforme indicamos ya al hablar de los aparatos de intercomunicación de los trenes.

Según Mr. Harrison, Ingeniero del «North-Eastern Railway» (Inglaterra), el gasto anual que ocasiona el empleo del freno Westinghouse automático, es de 11'778 pesetas por vehículo sin contar la máquina, ni el gasto del vapor, ni la diferencia que el cambio de la moneda haría aumentar, aquí, esta cifra; aunque el mismo ingeniero cree que podría reducirse á 8'82 pesetas por vehículo.



El coste por cada máquina es de 130'50 pesetas, 82 por razón de los aparatos y 48'50 por la renovación de las almohadillas.

El freno Westinghouse se ha propagado por todas partes, siendo el más empleado en América. En Europa es también muy empleado, siendo del referido sistema en Inglaterra, más de una tercera parte de los frenos existentes.

Achacósele, sin embargo, el defecto de ser muy complicado, y así opina también en una carta que tenemos á la vista, nuestro querido compañero D. Pedro Gras Bertrán, Ingeniero de Material y Tracción de la Compañía de Barcelona á Tarragona y Francia, al hablarnos de dicho freno que aquella Compañía tiene aplicado en 6 máquinas y 11 coches procedentes de la disuelta Compañía de los ferrocarriles directos, con la cual la primera se fusionó, cuyo material móvil como es muy sabido fué adquirido en los Estados Unidos de la América del Norte.

En 31 de Diciembre de 1881, el número total de frenos Westinghouse automáticos empleados en el mundo, alcanzaba las cifras de 6.605 en las máquinas y 30.095 en los vehículos y el de no automáticos 9.242 y 41.883 respectivamente.

*Freno de «The New York Air Brake C.º»*.—Así se llama una casa constructora norte-americana, residente en Nueva York, como el nombre indica, que se ocupa desde el año pasado 1890, en construir unos frenos que llevan dicho nombre.

Estos frenos apenas se diferencian de los frenos Westinghouse y los coches y máquinas que los llevan pueden alternar con los de aquel sistema y aun sustituirse las piezas de un sistema por las del otro sin inconveniente alguno.

*Bomba duplex*.—El carácter distintivo de este sistema es la bomba de vapor y de aire que es doble: tiene dos cilindros para el vapor que pasa de uno á otro, y dos para el aire, desiguales, entrando primero el aire en el más grande, donde empieza su compresión, para terminarse en el pequeño que tiene igual diámetro que los cilindros de vapor, y por esta disposición se llama *duplex*. No describiremos estas bombas, limitándonos á presentar un dibujo de su corte vertical (*fig. 22*) y la siguiente leyenda que casi hará su descripción:

- 1-2 Cilindros de vapor en combinación, entrando primero en el núm. 1 por las lumbreras 23, 24, 25 y 27, pasando después al núm. 2 por las 26 y 29.
- 3-4 Cilindros de aire combinados; el aire entra primero en el 4 para pasar después al número 3, desde el cual sa-



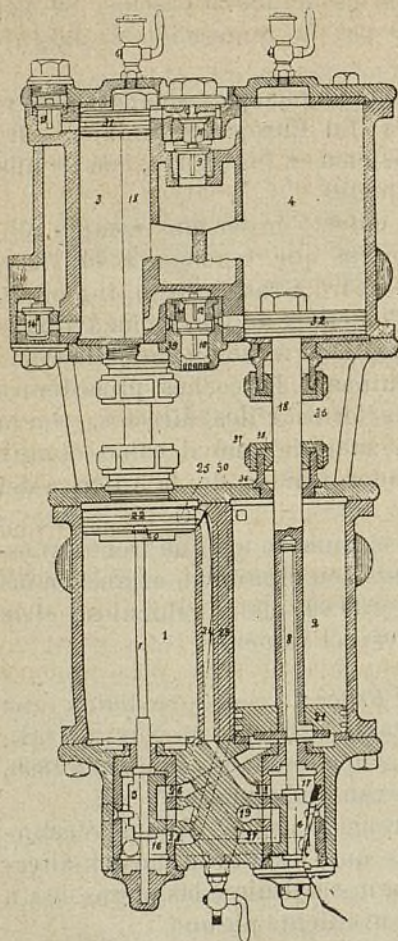


Fig. 22.

- le al depósito principal.
- 5 - 6 Distribuidores de vapor.
- 7 - 8 Espigas de las válvulas que entran en las espigas de los émbolos de los cuerpos superiores ó de aire.
- 9 - 10 Entradas del aire.
- 11 - 12 - 13 - 14 Salidas del aire.
- 18 Espigas de los émbolos superiores. Son huecas para alojar las 7 y 8 de las válvulas.
- 19 Llegada del vapor.
- 20 Platos que actúan las válvulas de distribución, arrastrándolas en sus movimientos.
- 21 - 22 Émbolos de vapor con guarniciones anulares.
- 31 - 32 Émbolos de aire con guarniciones anulares.

Constrúyense dos tipos, números 1 y 2. El núm. 1 tiene cilindros de vapor de cinco pulgadas inglesas de diámetro (0m'127), y del mismo diámetro es el pe-

queño cilindro de aire, siendo de siete pulgadas (0m'178) el mayor. Los del tipo número 2 tienen respectivamente de 7 y 10 pulgadas (0m,178 y 0'254). Este tipo se destina á trenes muy largos que requieran mayor cantidad de aire que el que dá el tipo núm. 1, el cual aproximadamente comprime igual cantidad de aire que la bomba empleada por Westinghouse, y el núm. 2 equivale á más de dos bombas de este último.

*Economía de la bomba duplex.*—Según parece, en el sistema duplex se ahorra un 40 por 100 del vapor que gasta la bomba del sistema Westinghouse y en esto funda la nueva sociedad la principalísima ventaja de los aparatos que ella construye, estableciendo el siguiente cálculo comparativo, el cual deja-



remos en medidas inglesas, para evitarnos su reducción, ya que será fácil á todos el hacerlo y no hace mucha falta para ver el resultado.

Bomba *Duplex* núm. 1:

La bomba Westinghouse de 8 pulgadas dá 85 carreras por minuto y consume 44  $\frac{1}{2}$  pies cúbicos de vapor en igual tiempo, que á 130 libras de presión por pulgada cuadrada pesaría 13 libras, ó sea un gasto de  $13 \times 60 = 780$  libras por hora. Una locomotora gasta próximamente 26 libras por caballo y por hora, lo cual, añaden los constructores, comprueba la opinión de personas autorizadas que creen que la bomba Westinghouse consume el 9 ó 10 por 100 de la potencia de una máquina, que será de 300 á 400 caballos.

Ahora, la bomba New-York Duplex núm. 2, dá 66 emboladas por minuto y consume 53 pies cúbicos de vapor, que pesará 15'65 libras ó bien  $15'65 \times 60 = 939$  libras de vapor por hora, que son  $\frac{939}{26} = 36$  caballos de fuerza. Pero á las mencionadas velocidades la núm. 2 Duplex equivale á dos bombas de 8 pulgadas, de Westinghouse, que requieren  $780 \times 2 = 1500$  libras de vapor por hora, mientras que la Duplex núm. 2 gasta solo 939 libras, produciendo una economía sobre la Westinghouse de 621 libras de vapor por hora.

Como una locomotora genera de 5 á 6 libras de vapor por libra de carbón, esta economía de vapor representa una economía de 113 libras (51'25 kilogramos de carbón por hora de trabajo.)

*Llave de tres pasos.*—La llave de tres pasos del maquinista difiere algo de la del sistema Westinghouse, siendo de una construcción más sólida y más sencilla, actuando la maneta, que se mueve en un plano vertical y no horizontal como la otra, en un juego de pequeñas y robustas palancas, como se representa en la *figura 23*.

También difieren las triples válvulas que son dos:

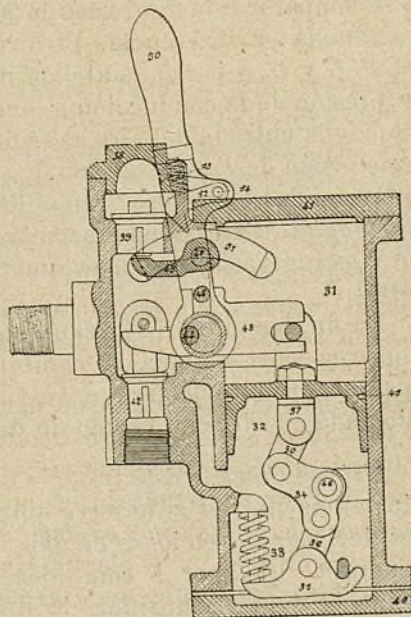


Fig. 23.



una para las locomotoras y tenders y otra para los vehículos. La primera llamada plana se representa en la *fig. 24*, y no hay más

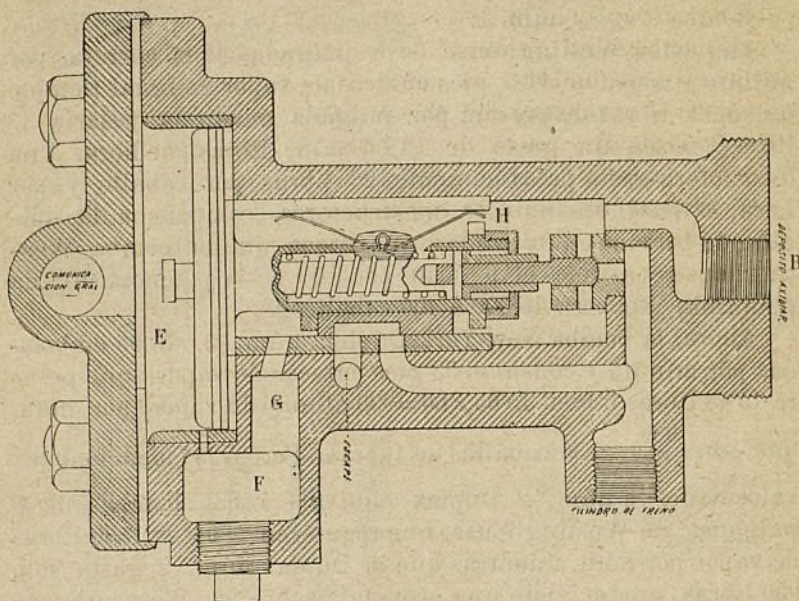


Fig. 24.

que comparar esta figura con la 20 que antes dimos para ver que es mucha su diferencia. El aire del tubo del tren llega por *E*, *F*, *G* y *H*, y por *B* va al depósito de reserva. Si disminuye la presión de la conducción general al émbolo 2, desciende éste e impide la entrada del aire al orificio *F*, abriendo en cambio la evacuación de *I*, y la válvula 5, que abre la entrada del aire comprimido al cilindro freno. En cambio, la otra llamada rápida (*quick*), tiene mucha semejanza con la de la *figura* 20, de Westinghouse; por más que difiere de ella en algunos detalles.

En fin, los cilindros frenos son iguales á los de Westinghouse, y lo es también la combinación relativa del depósito auxiliar, cilindro de freno y válvula triple más recientemente adoptada en el freno rápido de dicho constructor.

*Sistema Clark.*—Este freno exige en la máquina análogos elementos que los anteriores automáticos de Westinghouse y sus derivados, y en los vehículos, tiene (*fig. 25*): la conducción general *G*, que por *B* comunica con otra partícula *AF*, que reúne el depósito auxiliar de aire comprimido *D* con la parte inferior del cilindro de freno *C* y tiene por un lado una válvula



sencilla á manera de válvula de charnera en *v* llamada de retención y por el otro una válvula llamada de equilibrio que tiene un pistón con guarnición de cuero que permite pasar el aire entre el cuero y el cilindro en el sentido de la conducción general á *F*; pero no en sentido contrario, porque entonces el mismo aire entrando en la parte cóncava del cuero lo aprieta contra el cilindro sin poder pasar. La extremidad del cilindro, cerca de la tapa, comunica con el depósito *D* por medio de otro tubo *T*.

En el momento que disminuye la presión del aire en la tubería general, *G*, el aire comprimido de *D*, empuja al émbolo

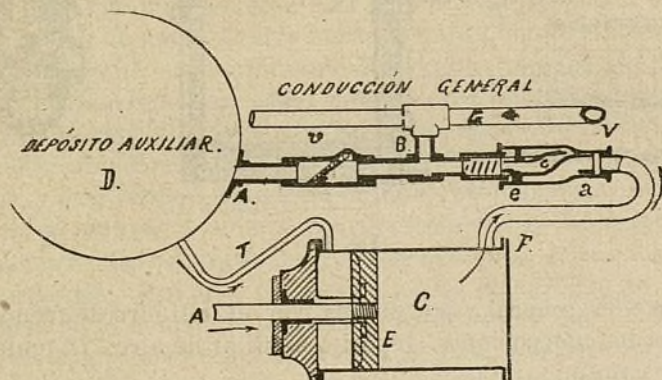


Fig. 25.

y el contenido en *C*, saliendo por *F*, empuja una valvulita *c* que hay en la *V* y la cierra haciendo que toda la *V* se corra á la izquierda hasta que el orificio *a* queda en comunicación con la atmósfera y por él se escapa el aire de la parte *C* del cilindro. De modo, que cada cilindro de freno tiene una comunicación con la atmósfera á fin de que la acción del freno sea rápida. En tal estado, el aire de la conducción *G* pasando por *B* y por la válvula *v*, que la abre, entra al depósito auxiliar *D* para continuar empujando el émbolo del freno y apretar las almo-  
hadillas.

Desde el momento que se quiere hacer cesar la acción del freno, no hay más que desde la máquina restablecer la presión en la conducción *G*, la que pronto superará á la del interior de los aparatos de la figura y no pudiendo abrir la válvula *v*, que se cerrará á su empuje, pasará por la *V*, á la parte *G*, del cilindro y separará las zapatas del freno.

El émbolo *E*, pues, se ve solicitado por la presión del aire, tan pronto por una cara como por la otra, y la diferencia de



ambas presiones es la que le obliga á empujar en uno ú otro sentido.

*Freno Wenger.*—Refiriéndonos tan solo á los aparatos de los vehículos que son los que caracterizan á este freno, diremos que los constituyen, además de la tubería general, una válvula de equilibrio, *V*, (fig. 26), en comunicación por un lado con la

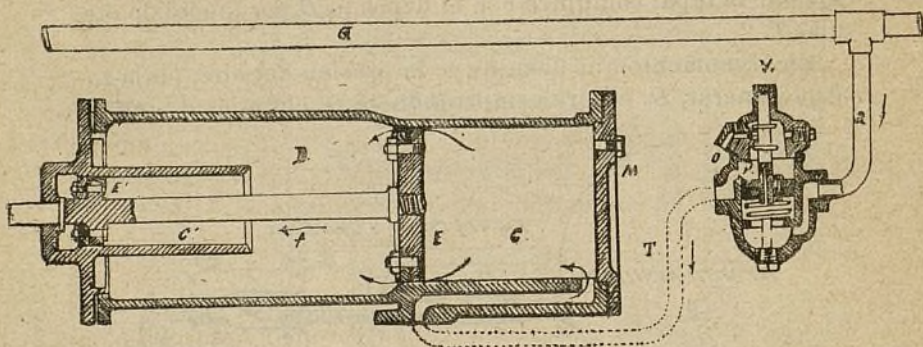


Fig. 26.

conducción general y por el otro con el cilindro de frenos, *C*, que forma cuerpo con el depósito auxiliar de aire, *D*, teniendo un eje común.

Dentro de este depósito hay otro pequeño cilindro *C'* abierto por el lado del cilindro *C*. Dos émbolos *E* y *E'* montados sobre un mismo eje se mueven en los dos cilindros *C* y *C'* respectivamente. Estos émbolos están guarnecidos de un cuero moldeado vuelto, cada uno de ellos hacia el otro, de modo que el *E* deje pasar el aire que recibe por la parte convexa entre él y el cilindro y no el *E'* que lo recibe por la parte cóncava que tiene, por el contrario, á aplicarle contra la pared del cilindro, como que este cuero, no tiene otro objeto que evitar los escapes por la caja de salida de la espiga.

El freno se afloja cuando la espiga marcha en el sentido de la flecha *f* y aprieta las zapatas en el caso contrario.

Cuando el aire de la conducción está á presión elevada, penetra por el tubo *a* á la válvula *V* y elevando un poco el pistón *P* pasa entre el cuero de éste y el cuerpo de la válvula para marcharse por el tubo *T* al cilindro *C* desde el cual pasa al *D* y lleva el émbolo al extremo de su carrera, que es la posición que tiene en la figura, dejando el freno flojo. Por el contrario, al dejar escapar aire de la conducción general, el del cilindro *C* sale por el tubo *T* á la válvula, que bajándose su



pistón deja abierto el orificio *o*, antes tapado por la valvulita montada en la extremidad superior del pistón *P*, y sale á la atmósfera. Al propio tiempo el aire del cilindro *D*, por disminuir la presión del *C* empuja el émbolo *E* hacia la derecha y aprieta las zapatas.

Por esta disposición cada cilindro deja escapar el aire rápidamente y el freno obra instantáneamente; pero tiene un defecto el sistema y es la falta de resortes de acero que impulsen el émbolo *E* á la posición normal, pues creyó Wenger que el aire bastaba á efectuarlo, aunque no lo hace con la precisión deseada.

Es digna de mencionarse una ingeniosa disposición dada á los aparatos de los vehículos hará ya unos diez años para conseguir un freno eminentemente moderable, consistente en hacer los cilindros dobles, como si estuvieran acoplados por la tapa *M*, pero suprimiendo dicha tapa. Así cada cilindro tiene tres espacios: uno á cada extremo, que sirven como depósitos auxiliares, y otro central, que es el cilindro propiamente dicho, en el cual se mueven dos émbolos cuyas espigas obran respectivamente sobre las palancas de freno de cada uno de los dos pares de ruedas del vehículo, por cuyo motivo el cilindro se ha de instalar en el centro de la plataforma de éste.

Esta disposición exige dos conducciones: una para apretar y otra para aflojar los frenos; ambas van de un extremo á otro del tren, llevando el primero el aire comprimido á los cilindros y el segundo gobernando las válvulas de retención que comunican con el espacio que media entre cada par de émbolos con el objeto de sostener en él una determinada presión, á fin de moderar el movimiento de los mismos haciendo las veces de resorte.

Las dos conducciones van á concurrir á un órgano llamado *regulador*, que está en la máquina al alcance del maquinista. Es un aparato muy ingenioso y bien estudiado; hay además una llave especial que descarga á la atmósfera la conducción que sirve para aflojar el freno, al mismo tiempo que intercepta la comunicación entre esta conducción y el regulador.

Los tubos se cruzan simétricamente en el sitio de la parte flexible de los acoplamientos á fin de que no haya dudas, y hay que advertir que se puede hacer funcionar el freno con solo la conducción que sirve para aflojarlo, y aún intercalarlo entre un tren de coches Westinghouse, del mismo modo que uno de estos puede intercalarse en un tren de coches Wenger.

Para dar mayor rapidez de acción á su freno, haciéndole



así aplicable á los trenes de mercancías, Mr. Wenger, ha aplicado últimamente dos distribuidores. Uno de ellos se llama válvula de equilibrio ó distribuidor y se halla entre la conducción general y un depósito auxiliar de 25 litros de capacidad que hay en cada vehículo. Dicha válvula tiene un pistón en su parte superior con guarnición de cuero moldeado con la concavidad vuelta hácia abajo y una pequeña válvula de distribución en la parte inferior que permite comunique con un pequeño depósito de 8 litros y bajándose un poco más, comunica libremente con la atmósfera, mientras que la parte superior del émbolo comunica con un pequeño depósito de cuatro litros.

La otra válvula de distribución es análoga á la triple válvula de Westinghouse y se intercala entre el depósito de cuatro litros y el depósito auxiliar. El pistón de esta válvula lleva cuero, también moldeado, con la concavidad hácia arriba, y su espiga establece ó quita las comunicaciones entre el depósito, el cilindro y la atmósfera y en el juego ayudan varios resortes contrariamente á lo que al principio se propusiera Wenger.

Este freno es bastante usado en Francia, Inglaterra y Suiza.

*Freno Carpenter.*—Este freno es una modificación del Wenger, por cuanto, como en éste, el cilindro de freno y el depósito auxiliar de aire son una sola cosa (*fig. 27*). Cuando la cañería general está en presión, el aire comprimido entra por ella al

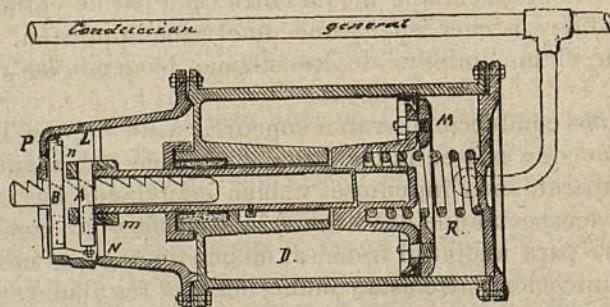


Fig. 27.

espacio *M* del cilindro y se introduce además al espacio *D* pasando entre el pistón y la pared del cilindro. Para ello, este émbolo tiene un cuero moldeado vuelto con la convexidad hacia la entrada del aire en el cilindro á fin de que á la manera del Wenger pueda filtrarse el aire por entre el émbolo y



la pared del cilindro que le permite pasar al depósito auxiliar *D*. Un resorte *R* mantiene el émbolo en la posición extrema izquierda, que es la de la figura y corresponde al freno flojo, pero si la presión de la conducción general disminuye, prevalece sobre el pistón la presión del depósito *D* y se corre hacia la derecha apretando las zapatas y expeliendo el aire hacia la conducción general para salir por el paso abierto por el maquinista al extremo de ésta.

El principio de este freno se ve que es muy sencillo; es más simplificado que el Wenger, pero debiendo escapar el aire de los cilindros por la conducción general necesariamente el freno ha de ser lento por pocos vehículos que lleve el tren. Por esta razón parece mejor el freno Wenger, cuya válvula de equilibrio *V* (fig. 24) permite la salida del aire junto al mismo cilindro y ha de ser, bajo este punto de vista, más apto para trenes largos. He ahí el motivo por el cual algunos creen que el sistema Carpenter es una modificación poco afortunada del freno Wenger.

A fin de corregir en lo posible este defecto, Mr. Carpenter ha estudiado la manera de abreviar esta salida de aire, y para conseguirlo, disminuye mucho la carrera de dicho émbolo; pero, como á medida que las almohadillas se desgastan, va aumentando dicha carrera, hace hueca la espiga de aquel para que dentro de ella se introduzca la extremidad de una cremallera, en cuyos dientes triangulares apoyan dos placas *A, B*. La primera de éstas está sujeta á la espiga hueca por el manguito *mn*, y al mismo tiempo á la cremallera por un tornillo de presión y un resorte, y la arrastra con el movimiento del émbolo, y la segunda, *B*, por su propio peso se agarra á los dientes, permitiendo que la cremallera se escurra hácia la derecha sin arrastrarla al llegar á un tabique *LN*; pero nó hacia la izquierda que en llegando á *PQ* no podrá adelantar más ni ella, ni la espiga, ni el émbolo. De modo, que el émbolo queda así sujeto á la carrera estrictamente necesaria á lo que exigen las almohadillas y la rapidez de acción mayor, aunque no suficiente para trenes muy largos.

*Usos.*—El freno Carpenter se ha propagado mucho en pocos años en varias naciones de Europa, pero donde más se emplea es en Alemania porque allí fué adoptado por los ferrocarriles del Estado prusiano, después de un estudio comparativo entre varios sistemas, con el objeto de evitar la anarquía que empezaba á verse con el empleo de diferentes sistemas que no permitían el cambio de material entre las compañías.

*Aplicaciones en España.*—La Compañía de Almansa á Valencia



y Tarragona lo adoptó recientemente, y el Sr. Ximenez, Ingeniero de Material y Tracción, y compañero nuestro, nos ha dicho que en las máquinas donde ha sido aplicado ya, les da excelente resultado esperando poderlo usar muy en breve en los coches de algunos trenes que tienen encargados.

La Compañía de Medina á Zamora y de Orense á Vigo, ha encargado así mismo algunos aparatos de este sistema, y la de Tarragona á Barcelona y Francia también lo emplea, y á continuación insertamos el resultado de los experimentos que se hicieron con él el año 1885, ya que son pocos los hechos en España y estos son aún inéditos; y ya nada más añadiremos ahora, respecto de este freno, porque lo que nos resta que decir, lo haremos al comparar unos frenos con otros.



Pruebas del freno de aire comprimido, sistema Carpenter, verificadas el día 10 de Junio de 1885 en la línea de Granollers, trayecto de Barcelona á Cardedeu; por la misma Compañía de Tarragona á Barcelona y Francia.

## TABLA PRIMERA

### COMPOSICIÓN Y PESO DEL TREN

COMPOSICIÓN DEL TREN	Pesos totales	Pesos sobre las ruedas con freno	OBSERVACIONES
	Toneladas		
Locomotora n.º 22. . . . . <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; margin-left: 10px;"> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 2em;">{</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: left; padding-left: 5px;"> Ruedas de de- lante 9<sup>t</sup> 800. . Idem motrices 11<sup>t</sup> 822. . . . . Idem de detrás 11<sup>t</sup> 245. . . . . </div> </div>	32 <sup>t</sup> , 867	23 <sup>t</sup> , 067	
Tender. . . . .	16 <sup>t</sup> , 470	16 <sup>t</sup> , 470	
DW <sup>F</sup> 19. Furgón de cabeza con freno de aire compri- mido. . . . .	8,450	8,450	{ Tren de ida, ó sea en sen- tido de Barcelona á Carde- deu. El DW <sup>F</sup> 16 lleva solo cañerías de comunicación del aire del motor.
BW <sup>F</sup> 16. Furgón ordinario.	8,450	»	
CK 6. Coche de 3. <sup>a</sup> correo con freno. . . . .	8,600	8,600	
B-114. Coche de 2. <sup>a</sup> con fre- no. . . . .	9,000	9,000	
B-110. Id. id. ordinario. . .	9,000	»	{ Lleva solo cañerías de co- municación.
AW-13. Coche de 1. <sup>a</sup> con freno. . . . .	10,260	10,260	
AW-14. Id. id. id. . . . .	10,260	10,260	{ Lleva solo cañerías de co- municación.
AW-15. Id. id. ordinario. .	10,260	»	
AW-16. Id. id. con freno. .	10,260	10,260	
B-105. Id. de 2. <sup>a</sup> con freno. .	9,000	9,000	
CK 3. Id. de 3. <sup>a</sup> correo. . .	8,600	»	{ Lleva solo cañerías de co- municación.
DW <sup>F</sup> 17 Furgón de cola con freno de aire comprimido.	8,450	8,450	
TOTALES. . . . .	159 <sup>t</sup> ,927	113 <sup>t</sup> ,817	

El peso de los frenos en comparación del total del tren es de 71,17 por 100.



# TABLA SEGUNDA

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS HECHOS EN EL TREN DE IDA

Número de los ensayos	SITIO EN QUE TUVIERON LUGAR	Perfil longitudinal de la vía		OBJETO DE LOS ENSAYOS	MEDIOS EMPLEADOS PARA DETENER EL TREN	Velocidad al comenzar la acción de los frenos		Longitud recorrida por el tren antes de detenerse — Metros	Tiempo invertido en parar — Segundos	Disminución media de la velocidad por segundo — K.º p. hora	Presión del aire comprimido		OBSERVACIONES
		Inclinación de las rasantes — Milímetros	Longitud de las rasantes — Metros			Velocidad propuesta — K.º por hora	Velocidad efectiva. — K.º por hora				En el depósito principal — Atmósferas	En la tubería y cilindro de freno — Atmósferas	
1. <sup>a</sup>	2 <sup>k</sup> ,480 Puesto Saxby	P. 4,75	500	Disminución de velocidad al pasar el tren por el punto de bifurcación de las líneas de Martorell y Granollers. . . . .	Abertura de la llave del freno por el maquinista. . . . .	45	42,39	"	20"	1'619	7	5,50	El tren pasó por el puesto Saxby á 10 Kilómetros por hora, y por esto no se ha consignado el espacio recorrido hasta parar el tren.
2. <sup>a</sup>	3 <sup>k</sup> ,425 Estación del Clot.	Horizontal	250	Parada ordinaria en la estación del Clot. . . . .	Cierre del regulador en el punto donde empieza el edificio de talleres y apertura simultánea de la llave del freno por el maquinista. . . . .	40	45	150	20"	2'250	6,50	4,00	
3. <sup>a</sup>	6 <sup>k</sup> ,600 Estación de San Andrés.	Horizontal	1,450	Parada rápida en la estación de San Andrés. . . . .	Cierre del regulador y apertura de la llave del freno 80 metros antes de llegar á la aguja de entrada. . . . .	60	61,4	320	25"	2'456	7	5,50	
4. <sup>a</sup>	19 <sup>k</sup> ,700 Arenal del Besós.	R. 4,27	800	Parada rápida como obediendo á una señal de alto. . . . .	Cierre del regulador y apertura de la llave del freno por el maquinista. . . . .	60	60	174	15"	4'000	7	5,50	Lluvia durante el ensayo y en su consecuencia la vía estaba muy húmeda.
5. <sup>a</sup>	12 <sup>k</sup> ,700 Estación de Moncada.	R. 5,7	784	Parada hecha por el conductor de cola como si apercibiese una señal de peligro no notada por el maquinista. . . . .	Abertura de la llave del freno del furgón de cola continuando abierto el regulador de la máquina hasta que el maquinista notó la resistencia del tren. . . . .	50	51,43	280	22"	2'272	»	4,00	Vía húmeda. El maquinista tuvo el regulador abierto durante 15 segundos.
6. <sup>a</sup>	18 <sup>k</sup> ,400 Estación de Mollet.	R. 65	380	Parada hecha por el conductor de cabeza en el supuesto de no advertir el maquinista una señal de alto. . . . .	Abertura de la llave del furgón de cabeza. . . . .	50	52,11	161	13"	4'013	7	4,50	Vía seca. El regulador de la máquina estaba ya cerrado cuando se abrió la llave del freno.
7. <sup>a</sup>	22 <sup>k</sup> ,700 Estación de Montmeló.	R. 9,3	730	Parada rápida con el regulador abierto. . . . .	Abertura de la llave del freno por el maquinista, dejando abierto el regulador hasta los últimos segundos de la acción del freno. . . . .	60	60	167	12"	5'000	6'50	5,00	Vía seca. El regulador de la máquina quedó abierto durante 10" marcando el manómetro del vapor 120 libras, ó sea 8 atmósferas.
8. <sup>a</sup>	25 <sup>k</sup> ,700 Casilla número 9.	R. 9,38	6.100	Rotura en marcha de uno de los enganches del centro del tren. . . . .	La parte del tren que quedó desenganchado se paró bajo la acción automática del freno Carpenter. . . . .	50	56	74	20"	2'800	7	5,50	El espacio recorrido y el tiempo invertido durante la acción de los frenos se refiere á la parte de tren desprendida. La vía estaba húmeda.

En la estación de Granollers se dió vuelta á la locomotora á fin de que ésta, al regreso, fuera delante; y como quiera que en esta disposición no se comunicaba al depósito de aire comprimido de Cardedeu, reaccionaron los topes de los carruajes entre sí, como era consiguiente, ya que solamente con la chimenea hacía delante. Se hizo pues el tren de ida de Granollers á Cardedeu con el tender la locomotora con el resto del tren, al hacer accionar el freno de la máquina para parar el tren en se había enfrenado la locomotora, y en ésta obró el freno con su natural energía.



# TABLA TERCERA

## TREN DE VUELTA

Número de los ensayos.	SITIO EN QUE TUVIERON LUGAR	Perfil longitudinal de la vía		OBJETO DE LOS ENSAYOS	MEDIOS EMPLEADOS PARA DETENER EL TREN	Velocidad al comenzar la acción de los frenos		Longitud recorrida por el tren antes de detenerse	Tiempo invertido en parar	Disminución de la velocidad por segundos	Presión del aire comprimido		OBSERVACIONES
		Inclinación de las rasantes.	Longitud de las rasantes.			Velocidad propuesta	Velocidad efectiva				En el depósito principal	En la tubería y cilindro del freno.	
		Milímetros.	Metros.			K.º por hora	K.º por hora	Metros	Segundo	K.º p. hora	Atmósferas	Atmósferas	
9. <sup>a</sup>	32'580 Casilla número 12.	P. 15	3.014	Energía del freno en las fuertes pendientes marchando el tren á gran velocidad. . . . .	Abertura de la llave del freno por el maquinista. . .	60	66,52	300	30"	2'21	6	4,50	Vía mojada por la lluvia que caía durante el ensayo.
10. <sup>a</sup>	32 á 30 Pendiente del túnel de Corró á Granollers.	P. 15	3.014	Ensayo del freno como á moderador de la velocidad en las fuertes pendientes. .	Abertura y cierre consecutivos de la llave del freno por el maquinista, verificada de trecho en trecho para contrarrestar la fuerza aceleratriz. . . . .	45	43,37	»	»	"	»	4,50	Después de una velocidad inicial de 60 kilómetros por hora, se redujo ésta próximamente á la de 45, que se siguió con la mayor uniformidad desde el poste kilómetro 32 hasta el 30, y después se fué disminuyendo ésta gradualmente hasta parar en Granollers.
11. <sup>a</sup>	25'300 Casilla número 9.	P. 9,38	4.890	Ensayo comparativo de la energía de los frenos ordinarios y el de aire comprimido sistema Carpenter.	Uso de los frenos de tornillo del tender del furgón de cabeza y del de cola. . . .	60	60	1,077	52"	1,154	"	»	Vía seca. La relación entre el peso de los frenos, en este caso y el total del tren, era 20'82 por 100.
12. <sup>a</sup>	11. <sup>K</sup> Arenal del Besós.	P. 4,27	800	Idem id. . . . .	Abertura de la llave del freno de aire por el maquinista. . . . .	80	75	222	11"	6,82	6	4,50	Vía seca.



*Otros sistemas de frenos de aire comprimido.*—Ninguna importancia tienen los demás frenos de aire comprimido, por lo que nos limitamos á mencionar el Schleifer, y el Steel y Mac-Innes.

El freno Schleifer se parece mucho al Carpenter; consistiendo la diferencia en algunas disposiciones que nada tienen que ver con el aparato neumático y en que el muelle de hélice del cilindro está reemplazado por un contrapeso. Tiene pues, como aquel, sus ventajas y sus inconvenientes.

El Steel y Mac-Innes cuenta muy pocas aplicaciones, no obstante tener más de diez y seis años de existencia, y esto sólo basta para demostrar lo poco interesante que es su conocimiento; sin embargo, el que tenga gusto de conocerlo puede ver su descripción en la obra de Mr. Reynolds, publicada en Londres en 1882 con el título «A practical treatise on the several systems in use in the United Kingdom». Mr. Couche, al hablar de él dice: «que las dos zapatas de cada par de ruedas, son movidas »por un pistón; los vehículos de cuatro ruedas llevan á cada »extremo un cilindro vertical, al cual está unido un depósito »de aire, fundido con él en una sola pieza. El compartimiento »superior de cada cuerpo de bomba está en comunicación con »dos conductos que se extienden en toda la longitud del tren y »terminan en un depósito principal colocado en la máquina y »que mantiene en presión una bomba de vapor.» El freno funciona al dejar escapar aire de la conducción general.

#### FRENOS DE AIRE ENRARECIDO.

*Frenos del vacío, de Smith y de Hardy, y principios fundamentales de sus derivados.*—Este freno es el fundamento de todos los de este grupo, es muy sencillo y ha tenido una grande aceptación en ambos mundos.

Fué inventado en los Estados Unidos y de allí importado á Inglaterra; después se aplicó al Norte de Francia de donde lo tomó Herr Gottschalk para aplicarlo, en Austria, á la Compañía del Sur, de la cual era Ingeniero Jefe de Material y Tracción, para modificarlo Hardy después de algunos meses de tenerlo en experimentación.

El freno del vacío, en su origen, sólo era directo, y por supuesto continuo; pero después se hizo automático con la adición de algunos otros elementos.

El directo, obra apretando las almohadillas de las ruedas por la acción de la presión atmosférica en el momento de dis-



minuir la de la conducción general por medio de una bomba ó un *eyector* situado en la máquina que aspira el aire de dicha cañería produciendo un vacío imperfecto, y como este vacío puede ser mayor ó menor ó, hablando en términos más científicos, como la disminución de presión en la conducción y en los cilindros de frenos puede ser mayor ó menor á voluntad haciendo variable según se quiera la intensidad con que la presión atmosférica obre en los émbolos ó diafragmas de aquellos, así también es mayor ó menor la fuerza con que obra en las almoHADILLAS. De aquí, que este freno es sumamente moderable y muy adecuado para la tracción de trenes en líneas de fuertes rampas como las del Semering y del Breuner pertenecientes á la Compañía austriaca ya citada, que tienen 25<sup>m</sup>|<sub>m</sub> de pendiente en algunos puntos, y en muchas otras, de España mismo, sobre todo si las accidentaciones del perfil obligan á variar amenudo el esfuerzo con que los frenos hayan de trabajar. Por estas razones y por su origen primitivo, se ha extendido mucho. En España lo usa la Compañía del Norte en la línea de Madrid á Irún.

Este freno continuo consiste en un eyector, que no es más que una bomba de vapor ó un tubo de inyección de vapor dentro de otro que comunica con la conducción general, colocado en la máquina, que el maquinista pone en movimiento mediante una llave por la que se aspira el aire de la conducción extendida á lo largo de los vehículos por debajo de sus plataformas, con la cual comunican unos depósitos ó recipientes ó sacos de goma de poca altura con relación á su diámetro que hacen las veces de cilindros de freno, pues una de sus bases va unida con los tirantes de las zapatas que aprietan las ruedas, cuando, por disminuir la presión interior y á favor de la elasticidad del cauchouc, éste, entra hacia el interior del cilindro ó recipiente impelido por la presión atmosférica. Entre el recipiente, la conducción general y el depósito, hay una válvula esférica que permite establecer la comunicación entre los tres elementos; de modo, que en la marcha ordinaria del tren el depósito de vacío está á una presión de 50 á 60 centímetros de mercurio é incomunicado y el recipiente del saco de cauchouc comunica con la conducción general donde reina la presión atmosférica; cuando se quiere parar produciéndose un vacío en la conducción general la válvula abre la comunicación entre el depósito de vacío y el recipiente del saco ó diafragma de goma y éste impelido hacia á dentro por la presión exterior mueve las palancas del freno; y por último, cuando de nuevo se quiere aflojar el freno se permite la entrada del aire exterior á la conduc-



ción general, se incomunica de nuevo el depósito de vacío y entra el aire al recipiente á favor de un agujero que queda descubierto en la válvula apresurando el aflojado.

Se vé, pues, que el principio es muy sencillo; mas como todo el aire aspirado al querer apretar los frenos, ha de salir por otra llave que se halla así mismo en la máquina, no es tan rápida como se desea la acción del aparato. A fin de doblar esta rapidez, en lugar de una conducción se emplean dos, unidas en la cola del tren, aunque sólo con una de ellas van empalmadas las comunicaciones de los cilindros frenos; y en lugar de un eyector, también hay dos, uno en el extremo de cada una de las conducciones, con lo cual se produce la aspiración en la mitad de tiempo.

Pero, tiene el defecto, en cambio de tanta sencillez, de no funcionar los frenos si la cañería se rompe ó en ella se produce un escape importante, que es la condición requerida por un freno automático. Esta automaticidad se alcanza haciendo obrar el aparato al revés; esto es, cuando el apretado de las zapatas se produce al entrar el aire atmosférico en la conducción general y en los recipientes de freno. Para ello es preciso: en primer lugar, agregar á cada vehículo un depósito auxiliar en el cual se conserva el vacío y está en comunicación con la parte de recipiente de freno hacia la cual ha de ir el diafragma al apretar las zapatas; luego, en algunos sistemas se añaden distribuidores ó válvulas para dirigir las comunicaciones en el sentido conveniente; y el recipiente freno puede estar dispuesto de dos modos ó bien las dos cavidades que el diafragma separa en comunicación con la conducción general cuando los frenos están flojos, apretándose éstos al penetrar el aire exterior en uno de los dos compartimentos, ó bien puede estar tan solo uno de estos en comunicación con la conducción general y el otro con el depósito auxiliar de vacío, manteniéndose el equilibrio entre las dos caras del diafragma ó émbolo y flojas las zapatas mientras dicha conducción está vacía y apretándose estas últimas en cuanto el maquinista deja entrar aire en la conducción general ó ésta se rompe.

El freno de Hardy se diferencia del de Smith, tan sólo, en que los sacos de cauchouc se sustituyen por unos recipientes compuestos de dos cubetas de metal, unidas por sus rebordes y dentro de una de las cuales hay un diafragma de cuero que tiene la forma de dicha cubeta, fijado por su borde entre las bridas de unión de aquellas, lleva unos discos de plancha que sirven de refuerzo del cuero, y en su centro una espiga que sale al exterior y se articula con las palancas de las almohadillas



del freno. Además en este sistema se sustituyen las piezas de unión de las mangas de empalme de los vehículos por otras que resultan más prácticas, mitad macho mitad hembra, y en lugar de una conducción general hay dos, que van á parar ambas al eyector, pero que una de ellas sólo sirve para poner en comunicación á éste con los cilindros de freno de la máquina y del tender y la otra para comunicar dicho eyector con los cilindros de freno de los coches, con lo cual la acción es más rápida y aunque una de las conducciones se estropee queda la otra.

El freno Smith, ya hemos dicho que era continuo no automático, pero de él se han derivado los otros sistemas en uso, cuyos más notables, además del Hardy ya mencionado, son los siguientes:

*Freno Sanders.*—Tiene en una sola conducción general que contrariamente á la usual cuando hay una sola, entra en ella el aire al querer apretar los frenos, y se aflojan de nuevo al volver á rarificar el aire. Tiene además dos recipientes con diafragmas dispuestos en sentido contrario *C* y *C'* (fig. 28), sobre los bra-

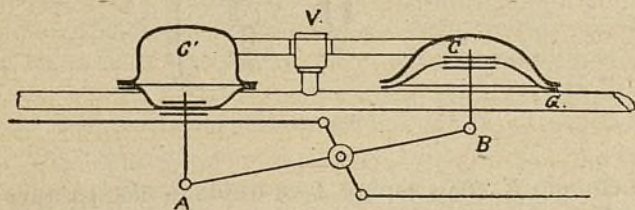


Fig. 28.

zos de una misma palanca *AB*, calada en ángulo casi recto y sobre el mismo eje de la que mueve los tirantes de las zapatas del freno. Estos dos recipientes comunican entre sí por su parte superior y en el tubo de comunicación que á su vez está unido con la comunicación general, hay una válvula que permite el paso del aire atmosférico con un recipiente, mientras cierra el paso del otro que es mayor y tiene practicado el vacío.

De este modo antes de funcionar el freno debe extraerse el aire de dicho recipiente mayor por medio del eyector de la máquina y la conducción general; luego el tren marcha en esta disposición que mantiene los dos diafragmas en el punto más alto de su carrera y los frenos flojos; para parar se deja entrar la presión de la atmósfera en la mencionada conducción y la válvula permite que entre también á uno de los dos reci-



pientes, cuyo diafragma está metido hasta tocar las paredes del recipiente, y como el otro extremo de la espiga del diafragma no halla resistencia en el vacío del cilindro mayor, esta palanca se mueve y frena los vehículos.

Para volver á aflojar no hay más que volver á hacer el vacío en la conducción, que lo hará á su vez en el interior de los recipientes hasta que sea la misma la presión interior y se restablezca el equilibrio.

Se comprende por lo expuesto que el freno Sanders será moderable y automático, pero será lento en su acción, porque el aire deberá recorrer toda la conducción.

*Freno Clayton.*—Consiste en un recipiente de hierro *D*, (figura 29) dentro del cual hay un cilindro *C*, abierto por su base superior y unido con el recipiente por lo inferior. Dentro del cilindro

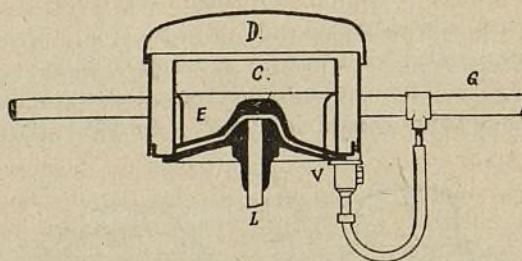


Fig. 29.

hay un émbolo *E*, cuya espiga *L* va unida á las palancas que mueven las zapatas del freno. Para que el movimiento de este émbolo sea libre sin que le obligue el cilindro cuando las palancas le exija oscilar hácia un lado ó hácia á otro, el recipiente *D* dentro del cual se mueve, lleva dos muñones por los cuales va montado. El fondo del recipiente comunica con la conducción general *G* por el intermedio de un tubo de goma que permita también el movimiento del aparato. Esta comunicación se establece en dos puntos: debajo del pistón y entre el cilindro y el depósito *D*. Mientras se aspira el aire de la conducción general en ambos lados del pistón se rarifica el aire, pero cuando se quiere hacer entrar el aire al aparato desde la misma conducción general entonces se cierra automáticamente la comunicación con el depósito *D* por medio de una valvula esférica que hay en *V* y que hace las veces de distribuidor, quedando abierta la comunicación con la parte inferior del émbolo. La presión atmosférica entra, de este modo, en esta última parte, conservándose el vacío en la superior y obligan-



do á subir el émbolo que en aquel momento aprieta las almohadillas.

Este sistema es muy sencillo y como una vez hecho el vacío en las dos caras del émbolo se puede dejar entrar en la inferior la cantidad de aire que se quiera, quedando el émbolo á la altura que convenga, puede fácilmente graduarse el apretado de las almohadillas haciendo muy moderable el sistema. Sin embargo, el aire ha de entrar desde la máquina y esto hace lento el sistema.

La Compañía del Norte lo emplea con buen éxito en la línea de Zaragoza á Barcelona para los expresos de Madrid á Barcelona en combinación con la Compañía de Madrid á Zaragoza y Alicante.

*Frenos Eames.*—Hay que distinguir dos tipos, el primitivo y el más perfeccionado, llamado *Duplex*, ó sea el continuo no automático, y el automático y no automático á la vez. El mismo *Duplex* tiene dos tipos, el antiguo que ha sido abandonado en todos los ferrocarriles y el moderno que es del año 1880, y del cual hay varias aplicaciones en América y en Inglaterra, otra en Holanda y otra en España en la línea de Barcelona á San Juan de las Abadesas. Como en lo sucesivo, de este constructor solo se ha de usar este último, de este únicamente nos ocuparemos.

El aparato de la caldera es análogo al de otros frenos de vacío. Su eyector es doble. El cuerpo pequeño del mismo está destinado á sostener el vacío durante la marcha del tren en la cañería de freno automático para compensar las entradas de aire debidas á los defectos de ajustaje, y el grande es para producir rápidamente el vacío en la cañería del freno directo, pudiendo obrar también los dos á la vez.

En los vehículos hay dos conducciones (*fig. 30*) *G* y *G'*, destinadas á permitir la acción directa del freno en la una y la automática en la otra; hay además en cada vehículo: un depósito de vacío de unos 34 litros *D*; un recipiente de fundición *C*, de la forma de un casquete esférico, con un diafragma *E*, de goma en capas alternadas con tela, llevando una espiga en el centro, que actúa sobre las palancas de las zapatas del freno; una doble válvula de parada *V*, que pone en comunicación este recipiente con la conducción directa ó con el depósito, y otra válvula llamada distribuidor ó válvula automática *U*, á la que concurren tres tubos: el que viene de la conducción automática, el del depósito *D*, del vacío y el que comunica con la parte inferior de la doble válvula *V*, y tiene además una co-



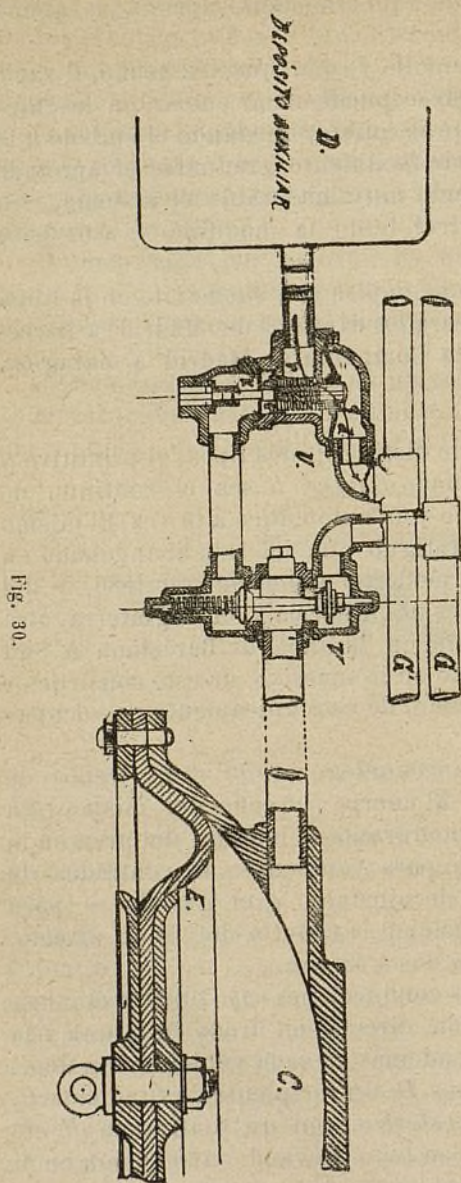


Fig. 30.

municación o con la atmósfera. La disposición de esta válvula se ve en la figura, pero hay otro tipo que no lo damos á fin de abreviar, el cual tiene unas pequeñas palancas y obra en posición invertida de ésta, en cuyo caso se deben invertir también los dos tubos que concurren á la válvula doble *V*.

Cuando marcha un tren, la conducción *G*, directa, está á la presión ordinaria y la automática á tres cuartos de atmósfera, próximamente, mantenidos por la bomba pequeña. Para las paradas ordinarias, se emplea el freno directo produciendo el vacío con la bomba ó eyector grande en el momento de querer parar. En aquel caso la válvula superior del grupo *V* sube y se abre mientras se cierra la inferior: el aire del interior del recipiente de frenos se enrarece y el diafragma retrocede hácia el interior de éste apretando las zapatas del

freno. Para aflojarlo no hay más que volver á dejar libre la entrada del aire al interior de la conducción *G*.

En casos de rotura de enganches, no hay más que permitir la entrada del aire desde la máquina ó por la fractura misma de los tubos para que la tubería automática poniéndose á la presión atmosférica haga cerrar la válvula superior y la infe-



rior *o* del distribuidor *U*, al propio tiempo que se cierra la superior y se abre la inferior del grupo *V*; de modo que quedan en comunicación el depósito auxiliar *D* y el recipiente *C*, cuyo diafragma *E* se eleva y aprieta las zapatas del freno. Para aflojarlo basta producir el vacío por el tubo directo que obliga á que la *o* se abra, penetrando el aire en el recipiente *C*.

Si hay un peligro muy inminente, se puede obrar con los dos frenos á la vez, lo cual da motivo á que se llame *duplex* á este sistema, consiguiéndose una parada muy rápida.

La aplicación de este freno á los trenes expresos de la línea de Barcelona á San Juan de las Abadesas, dió lugar á una série de experiencias que todos vosotros conoceréis por haber dado motivo á un brillante trabajo de nuestro distinguido compañero y ex-presidente, D. Rosendo Llatas, durante el Congreso de Ingeniería que se celebró en esta ciudad en la época de la Exposición Universal de 1888, y á algunas observaciones de otro compañero nuestro, D. José Sardá, á la sazón Ingeniero Jefe de Material y Tracción de aquella Compañía que hoy está fusionada con la del Norte; pero por lo mismo que ya conoceis estos trabajos que se insertaron en el libro que publicó la Comisión de conclusiones, de la que tuve el honor de formar parte, quedo dispensado de hacerlo ahora.

*Otros sistemas de frenos del vacío.*—Solo dos merecen citarse: el Rodrigue y el Koerting.

El sistema Rodrigue, experimentado por la Compañía «Great Northern» de Inglaterra, hace trece años, es automático y consiste en un recipiente Hardy, *C*, cuya parte inferior comunica con la conducción general, que consiste en un sólo tubo, y la superior con un depósito de vacío, *D*, y éste con la citada conducción mediante una válvula de charnela, *V*, colocada en el tubo de empalme *T*, que se abre de modo que permite aspirar

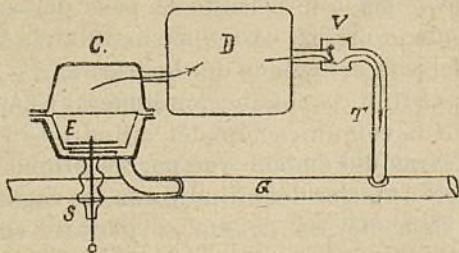


Fig. 31.

el aire del depósito desde la tubería general é impide pasar el aire de ésta hacia el depósito *D*.



El recipiente Hardy, tiene pequeñas modificaciones, tales son el ser más alta la cápsula superior aunque después se vió que era innecesario, y la adición de un saco *S* de goma ó cuero en forma de fuelle que cierra el paso del aire debajo del diafragma por el agujero por donde pasa la espiga *L*, sin impedir el movimiento de esta espiga.

Cuando se produce el vacío en el tubo *G*, las dos regiones del recipiente *C*, separadas por el diafragma *E*, quedan con aire rarificado y por su peso mismo el diafragma baja; pero cuando se permite la entrada del aire en dicha conducción *G*, la válvula *V*, impide que entre en el depósito *D* y en la parte superior del diafragma, sin que nada impida que entre en la parte inferior, por lo que el diafragma se eleva y aprieta los frenos. Para volverlos á aflojar no hay más que producir de nuevo el vacío en la conducción *G*.

El eyector es de dos cuerpos como en otros sistemas, uno grande y otro pequeño.

La rotura de este tubo hace que el freno obre automáticamente y como se instaló con ramales á los vehículos, con una llave en cada uno, resulta que desde ellos puede parar el tren cualquier empleado ó viajero.

El sistema Koerting, que fué ensayado por primera vez en Mayo de 1885, en el ferrocarril del San Gotardo, es una combinación del Clayton y del Rodrigue que á su vez ya sabemos se funda en un principio análogo al del citado Clayton, y es automático como éstos.

Tiene una conducción general que comunica con la parte inferior del cilindro de freno, y éste por su parte superior comunica con un depósito de vacío de 60 litros. El cilindro de freno de Koerting es de fundición, con un pistón de lo mismo, cuya espiga sale por la base del cilindro y está articulada con las palancas del freno, y para ajustar con el cilindro está guarnecido de un anillo de goma que permite el paso del aire de arriba abajo y no de abajo arriba, cosa que sustituye la válvula esférica del Clayton y la articulada del Rodrigue.

Marchando el tren, la conducción general está en depresión y por ella y por la comunicación del cilindro se verifica el vacío en las dos caras del émbolo que por su propio peso se mantiene en la parte inferior del cilindro con las zapatas flojas y en el interior del depósito. En cuanto se permite entrar aire en la conducción ó entra por sí mismo á causa de alguna rotura, se llena la parte inferior del émbolo ó diafragma y como no puede pasar este aire á la parte superior que comunica con el depósito del vacío, sube dicho diafragma apretando las zapa-



tas. Para aflojarlo no hay más que extraer de nuevo el aire.

Como la cantidad del aire que se introduce puede regularse á medida del gusto del maquinista, M. Koerting da por moderable el sistema. Sin embargo se ha propagado poco.

#### FRENOS QUE PUEDEN FUNCIONAR CON EL AIRE COMPRIMIDO Y CON EL VACÍO INDISTINTAMENTE.

*Freno Welch y Smith.*—Este freno es más teórico que práctico, porque la excesiva carrera que exige el cilindro de freno, no es posible podérsela dar en la disposición que el aparato ha de tener. Consiste en dos cilindros puesto el uno dentro del otro; abiertos ambos por su base superior, fijados por la misma superior debajo de la plataforma del coche y otro cilindro con la tapa debajo y la base abierta arriba que entra dentro del espacio anular de los dos anteriores. Este cilindro tiene cerca de 300 kilogramos de peso y obra á manera de un contrapeso, y por su base está unido á las palancas de las zapatas de freno; entra en el espacio anular que media entre este cilindro y el más interior de los dos anteriores que lo es también de este último, está incomunicado gracias á que sus bordes están ajustados convenientemente y en este hueco entra el aire comprimido que para ocupar mayor espacio tiende á hacer subir el referido cilindro de freno, cuyo propio peso le obliga á bajar en cuanto cesa este aumento de presión. Por el contrario, si se practica el vacío en el interior del cilindro de menor diámetro que resulta ser interior también del cilindro freno ó contrapeso, la presión atmosférica hace subir á éste. De manera, que ya se obre con aire comprimido ya con el vacío, se consigue elevar el cilindro freno, cuyo peso propio le obliga á bajar de nuevo moviendo así las palancas de las almohadillas.

Para llegar á este resultado, á lo largo de los coches hay dos conducciones que pueden ser aplicadas una á aire comprimido y otra á aire enrarecido, consiguiéndose siempre el funcionamiento de los frenos.

*Frenos Soulerin.*—*Su objeto.*—Es el freno más moderno y es verdaderamente notable por su mecanismo y por resolver prácticamente, al parecer, la cuestión de poder emplear un mismo aparato, ya sea para trabajar con aire comprimido ó ya con aire enrarecido; de tal manera que los vehículos que llevan este freno se pueden intercalar con otros cuyos frenos trabajen de una ú otra de las dos maneras. Y aún se puede hacer más; se pue-



den transformar los principales sistemas anteriores en éste, trabajando por el aire comprimido ó por el aire enrarecido, según se desee.

Sin embargo, según sea el uso á que se destina el aparato, así también será preciso estudiar las dimensiones y aún la forma de las válvulas que con otros detalles menos importantes caracterizan el sistema.

De aquí, que un freno de aire comprimido, Westinghouse, Wenger, Carpenter, etc., puede fácilmente transformarse en Soulerin que obre como él, ó que obre por el vacío y vice-versa, y de aquí también, que se puedan reunir en uno solo todos los elementos necesarios para disponer un aparato que sea susceptible de trabajar de ambas maneras.

*Principio fundamental de estos frenos.*—Todas estas combinaciones descansan en el principio de los pistones diferenciales que vamos á exponer brevemente, aconsejando á las personas que quieran estudiar más á fondo este asunto con todos sus detalles, vean la interesante Memoria que el mismo Mr. Soulerin leyó ante la «Société des Ingenieurs Civils» de París, en Septiembre de 1889.

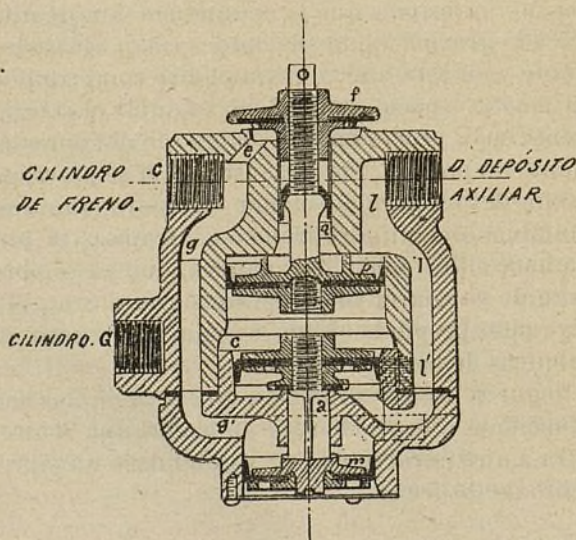


Fig. 32.

Si en un freno de aire comprimido sustituimos la válvula triple ó de distribución, que llevan los del sistema Westinghouse, Henry, Carpenter, Wenger, etc., por otra de la forma de la figura 32, caracterizada por el empleo de dos grupos de pistones:



$n, m, a$  y  $p, q, f$ , destinados al apretado del freno el primero y al aflojado del mismo el segundo, guarnecidos todos con cuero para el completo ajustaje, moldeado en algunos de ellos de la forma que la figura expresa, para que el aire pueda pasar en un sentido, pero no en el opuesto á semejanza de los pistones de algunos cilindros de freno, sucederá lo siguiente:

Durante la marcha del tren la conducción general y el depósito auxiliar estarán á la presión de 4 kilogramos á que trabaja el aparato y á esta misma presión próximamente entrará el aire por el orificio,  $c$ , en el espacio comprendido entre los dos grupos de pistones. El aire pasará por entre los cueros de los pistones  $n$  y  $p$  é irá al depósito auxiliar, que siempre hemos representado por  $D$ , y además separará ambos grupos haciendo que el disco  $f$  deje abierto el escape y el  $a$  cierre la región media y la superior de la inferior.

Si la presión de la conducción general baja, el aire comprimido del depósito auxiliar entrando por el conducto  $l, l'$ , empujará el pistón  $p$  hacia abajo arrastrando el grupo superior y cerrando el escape  $e$  del cilindro-freno al exterior, y el  $n$  lo empujará hacia arriba con los  $a$  y  $m$  dejando abierto el paso  $a$ ; de manera que el aire comprimido del depósito auxiliar podrá pasar al cilindro freno con los conductos  $l, l', g', g$ . Pero entonces, también el aire comprimido obrará sobre el émbolo  $m$  que en parte ó del todo neutralizará la presión ejercida en sentido contrario sobre el  $n$  y hará bajar nuevamente el grupo inferior volviendo á cerrar el paso  $a$ .

Se comprende que, por lo que acabamos de decir, las dimensiones relativas de los émbolos  $m$  y  $n$ , permiten regular el distribuidor de varias maneras.

Así, supongamos, como dice M. Soulerin, que sean:

$S_n$ , la superficie del émbolo  $n$ ;

$S_m$ , la superficie del émbolo  $m$ ;

$z$ , la presión del aire en la conducción general;

$y$ , la presión en el cilindro de frenos;

$x$ , la presión en el depósito auxiliar.

La presión ejercida en el émbolo del cilindro de freno, será

$$y = \frac{S_n}{S_m} (x - z)$$

y como puede hacerse

$$\frac{S_n}{S_m} > 1, \quad \frac{S_n}{S_m} = 1 \text{ y } \frac{S_n}{S_m} < 1$$

con sólo variar convenientemente el diámetro de  $n$  y  $m$ , así



también la presión ejercida en el émbolo del cilindro de freno será mayor, igual ó menor que la diferencia que exista entre las presiones del depósito auxiliar y de la conducción general.

*Si ocurre lo primero se obtendrá el apretado completo del freno con una pérdida parcial de la presión de la conducción general, como sucede con el aparato Westinghouse; pero el aparato permitirá la moderabilidad entre ciertos límites marcados por las dimensiones relativas de los émbolos  $m$  y  $n$ .*

Si lo segundo, tendremos:

$$y = x - z$$

es decir, que la presión en el cilindro freno será precisamente la diferencia entre las presiones del depósito auxiliar y de la conducción general; *ni más ni menos que si no hubiese los dos émbolos  $m$  y  $n$ , como sucede con los frenos Carpenter, Wenger y Schleifer, en los cuales no se puede tener el apretado completo hasta que la presión de la conducción general es nula.*

Y si lo tercero; esto es, si  $\frac{S_n}{S_m} < 1$  la presión en el cilindro de freno es una fracción determinada de la presión en el depósito auxiliar. Esta propiedad permite obtener aparatos que pueden funcionar *con la misma fuerza de cierre, ya trabajen con aire comprimido ó por el vacío.*

Por supuesto que para aflojar el freno, con el distribuidor que nos ocupa, no hay más que restablecer la presión en la conducción general, si se trata de frenos de aire comprimido.

De un modo semejante se puede construir un aparato que dé por resultado el apretado de los frenos por medio del vacío y así el constructor considera los dos casos, de la manera que sigue:

*a. Cuando funciona el freno por el aire comprimido:*

1.º Aparatos cuya acción puede ser graduada y que son aplicables á los sistemas de frenos en los cuales el apretado es producido por la admisión del aire comprimido en el cilindro de freno.

El estudio de este caso da lugar al distribuidor modelo número 1 cuyos émbolos  $n$ ,  $m$  y  $p$  tienen respectivamente 58  $\text{m/m}$ , 20'5  $\text{m/m}$  y 63  $\text{m/m}$  de diámetro, aplicable á los aparatos Westinghouse para reemplazar la triple válvula á fin de poder graduar la acción entre ciertos límites, y el distribuidor modelo núm. 2, cuyos diámetros de  $a$  y  $m$  son respectivamente 20'5 y 82'5  $\text{m/m}$ , y que puede ser empleado con un vaso de diafragma, en el cual la presión admisible no sea en ningún caso superior á 0'9 kilogramo por centímetro cuadrado.



2.º Aparatos cuya acción puede ser graduada, aplicables á los frenos en los cuales el apretado es el resultado de la salida del aire comprimido contenido en el cilindro de frenos.

Se consigue este fin por medio del distribuidor núm. 3 cuyos diámetros de  $n$ ,  $m$  y  $p$  son respectivamente 63  $\text{m/m}$ , 88  $\text{m/m}$  y 70  $\text{m/m}$ , pudiéndose con él transformar los frenos Carpenter, Schleifer y Wenger para activar el apretado y aumentar su moderabilidad, sin perder como en estos una cantidad considerable de presión de la conducción general.

3.º Aparatos que deben producir el apretado total con una depresión parcial producida en la conducción general y pueden funcionar á la manera de los frenos Westinghouse, no enviando, á los cilindros de freno, más que aire á muy baja presión.

El distribuidor que satisface este problema es el de modelo núm. 4 aplicable á unos aparatos que pueden trabajar tan pronto bajo la acción del aire comprimido como mediante el vacío. Este distribuidor es el más usado y tiene sus émbolos de los diámetros siguientes:

$$a = 22 \text{ m/m}; n = 70 \text{ m/m} \text{ y } m = 88 \text{ milímetros.}$$

4.º Aparatos de funcionamiento rápido aplicables á los frenos de los trenes de mercancías.

Para que gocen de esta utilidad es preciso que sean muy rápidos; de lo contrario, en los trenes de mercancías en los cuales entran muchos vagones, el freno no obedecería instantáneamente á la voluntad del maquinista.

El modelo de distribuidor usado en este caso por M. Soulerin, es el representado en la *figura 33*.

Tiene tres grupos de pistones ó válvulas, que son: el  $m, n, a$  análogo al de los modelos anteriores; el  $p, q, P, q', f$  que se compone de otros dos grupos independientes; el émbolo  $P$  y los  $p, q, q', f$  que resbalan en la espiga hueca de  $P$ ; y el  $b, c, d, d'$ , que cuando está bajo permite la comunicación del cilindro de frenos con el exterior por  $g \text{ ó } o$ , mientras que cuando está en la parte alta de su carrera, el aire contenido en el cilindro de freno puede penetrar en la conducción general pasando por alrededor del pistón  $d$  y cerrándose el paso de  $o$  á  $\varepsilon$ .

*b. Cuando funciona el freno por el vacío.*

En este caso se presenta un sólo modelo de distribuidor que es análogo á los cuatro primeros modelos. Sus dimensiones son:  $p = n = 90 \text{ m/m}$  de diámetro;  $q = a = 40 \text{ m/m}$  de diámetro, y  $m$ , 88  $\text{m/m}$  de diámetro.

El freno Soulerin, del vacío, se compone de las mismas partes que el de aire comprimido; es decir, de un eyector en la



máquina, que hace las veces de la bomba de aire aspirante é

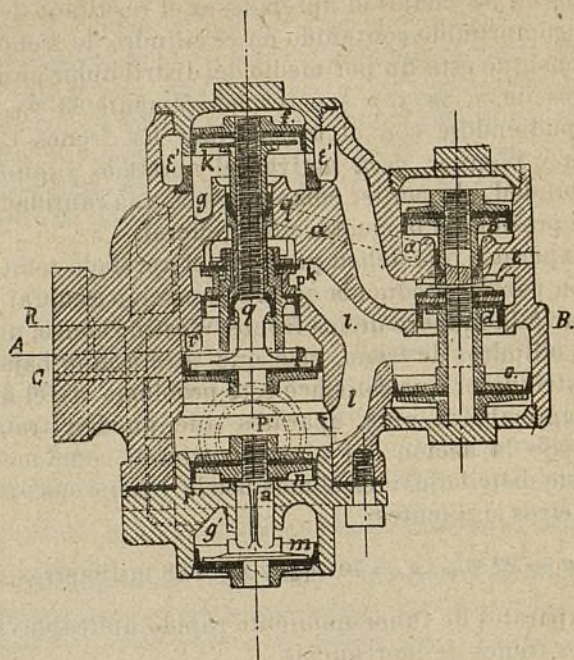


Fig. 33.

impelente; y en cada vehículo de una conducción general formada de un solo tubo de la cual se extrae el aire durante la marcha del tren, de un distribuidor que comunica con ella y con un depósito auxiliar de vacío por un lado y con un recipiente y diafragma por otro, permitiendo poner estos dos órganos en comunicación directa.

Cuando se quiere aplicar los frenos, no hay más que dejar entrar el aire en la cañería, como sucede con los frenos automáticos y el diafragma se pone en movimiento impelido por el aire que entra, ya que en el lado opuesto del recipiente hay aire rarificado.

*c. Cuando el freno puede funcionar indiferentemente por el vacío ó por el aire comprimido.*

En realidad estos aparatos no son más que aplicaciones más ó menos ingeniosas de los aparatos y modelos ya citados, en los cuales el aire comprimido se dilata siempre, entrando en el cilindro ó recipiente de freno, de manera, *que jamás ejerza en él más que una presión sensiblemente igual á la que puede obtenerse cuando funciona por el vacío.*



*Aplicaciones.*— He aquí ahora las disposiciones que se pueden encontrar lo más frecuentemente en la práctica, según el mismo inventor.

I. *Transformación del freno de vacío directo en freno que pueda ser accionado indiferentemente como freno de vacío directo ó como freno de aire comprimido automático; el funcionamiento, en este último caso, debe ser sincrónico del del freno Westinghouse.*

El freno de vacío *directo* sabemos que solo lleva una tubería general en la cual se hace el vacío en el momento de apretar el freno y no tiene depósito auxiliar. Pues bien, para convertir un freno de esta naturaleza en otro que pueda obrar además como freno de aire comprimido automático, M. Soulerin añade á cada vehículo: una tubería para aire comprimido, *G'*, con sus llaves y empalmes; un depósito auxiliar; un distribuidor del modelo núm. 4; una válvula doble *N*, que puede ser suelta ó

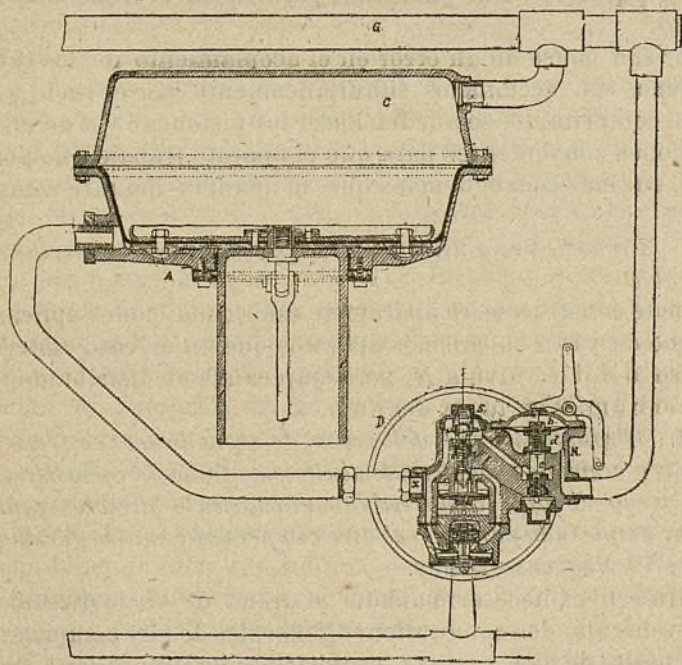


Fig. 34.

formando cuerpo con el distribuidor como en la *figura 34*; y además en la envolvente inferior del diafragma del freno, sistema Hardy, se deja una ranura *A*, destinada á recibir el aire comprimido que ha de elevar dicho diafragma en el momento de apretar el freno. La hermeticidad de esta ranura, que llama



cámara el inventor, está asegurada por una guarnición de cuero ajustada á la espiga del diafragma.

Cuando se aprieta el freno por el vacío, la doble válvula impide que el aire exterior pueda penetrar en el espacio *C*, mientras la presión atmosférica obra en la ranura *A*, escapándose, después, por el distribuidor y la válvula doble ó por esta sola en cuanto cesa de trabajar el freno.

Cuando se aprieta el freno empleando el aire comprimido, se llena de éste, el nuevo depósito *D*, por medio de la nueva tubería *G'*, mientras que el espacio *A*, sigue en comunicación con la atmósfera; pero tan pronto se disminuye la presión de *G'* para apretar el freno, el aire del depósito auxiliar *D* pasa al compartimiento *A*, y eleva el diafragma que aprieta las zapatas.

La doble válvula *N*, además de las dos válvulas *c* y *d* tiene un diafragma *b*, y una palanca *t*, para vaciar el freno si es necesario.

Por si á causa de un error en el acoplamiento de los tubos, los frenos son accionados simultáneamente por el vacío y por el aire comprimido, se pueden hacer los pistones *b* y *d* de las dimensiones convenientes para que el aparato trabaje solo por el vacío, sin más consecuencias que la pérdida del aire comprimido.

II. *Freno de vacío directo ó de aire comprimido automático y moderable.*

Puede construirse un aparato de estas condiciones aplicando al freno de vacío los mismos aparatos que en el caso anterior, incluso la doble válvula *N*, pero empleando el distribuidor del modelo núm. 2 en lugar del núm. 4.

III. *Transformación del freno de vacío directo en freno que puede ser accionado indiferentemente como freno de vacío directo ó como freno de aire comprimido automático ó directo, según se quiera, empleando para ello el aire comprimido en la forma del freno Westinghouse-Henry.*

Para esto es necesario añadir al freno de vacío directo, en cada vehículo, dos conducciones generales de aire comprimido, un depósito de aire auxiliar, un distribuidor núm. 4, que representamos por *S* en la *fig.* 34, y una doble válvula como la del caso anterior, que señalamos por *N*, y además otra doble válvula suplementaria que llamaremos *N'*, y que sirve solo para mantener cerrada la cámara *A* (*fig.* 34) del recipiente de freno y el escape del distribuidor cuando trabaje el aparato como freno directo de aire comprimido apretando el freno, dejándole abierto para que escape el aire de *A* cuando se afloja el freno.



Dicha válvula que llamamos  $N'$ , para abreviar, aunque no la hayamos representado en la figura, se compone de dos pistones movibles y de un obturador, todos guarnecidos de cuero, y se coloca entre el distribuidor y la cámara  $A$  del recipiente del freno, ya independientemente de dicho distribuidor, si bien siempre en comunicación con él por  $X$ , ó ya formando cuerpo con él mismo.

IV. *Modificación que debe darse al distribuidor, modelo n.º 4, para que los aparatos puedan funcionar, ya como el freno Westinghouse ó ya como los frenos Carpenter, Wenger y Schleifer.*

Mediante la supresión de unos pequeños orificios del modelo núm. 4, la adopción de un pequeño conducto y la colocación de una llave de tres pasos que se mueve á mano, se consigue lo que acabamos de anunciar; de tal manera, que cuando éste se le coloca en su posición anormal, el funcionamiento por el vacío tiene lugar del mismo modo que cuando se halla en su posición normal.

Además del distribuidor modificado, se ha de colocar la válvula doble  $N$  y ésta y la  $N'$  según lo que se quiera conseguir, y cuando se ponga un vehículo en un tren es preciso á mano poner la llave de tres pasos en la disposición conveniente para que trabaje su freno en la forma en que lo hagan los demás vehículos de aquel tren, á cuyo efecto permite mantener la comunicación entre el espacio de encima del émbolo  $n$  (fig. 32) y el exterior, ó permite que comunique la parte superior de  $n$  con la inferior de  $q$ . De esto M. Soulerin saca la siguiente afirmación, que si los hechos posteriores lo comprueban sin ulteriores inconvenientes, es muy importante.

Un vehículo provisto del distribuidor modelo n.º 4, con llave de tres pasos, y las válvulas dobles  $N$  y  $N'$ , puede entrar en la composición de un tren cualquiera de los que circulan por las redes francesas sin interrumpir la continuidad de los frenos.

V. *Aparatos que permiten accionar los frenos indiferentemente, como frenos de vacío automáticos, como frenos de aire comprimido automáticos, moderables ó no, ó bien, como frenos que funcionen á la manera que el Westinghouse-Henry.*

A medida que se van pretendiendo más favorables ventajas á estos aparatos Soulerin, van complicándose también sus diferentes partes. El que ahora nos ocupa exige dos conducciones generales de vacío, una para el caso de obrar como directo y otra para cuando lo haga como automático, y otros dos para trabajar con el aire comprimido, así mismo destinadas, una al freno directo y otra al automático. Además precisa el depósito auxiliar,  $D$ , que ha de servir indistintamente



para el vacío y para el aire comprimido, la ranura, *A*, del recipiente debajo del diafragma, que puede reemplazarse por un cilindro con su émbulo, el uso del distribuidor modelo n.º 4, ligeramente modificado y provisto de la llave de tres pasos movida á mano, el empleo de la doble válvula, *N*, el de la *N'* completada con otro juego de pistones como se manifiesta en la *figura* 35, y una válvula *T*, en el centro del diafragma que tiene acceso por la espiga, la cual permite que el aire circule de *C* á *A*, por los conductos *i*, oponiéndose á que lo haga en sentido inverso.

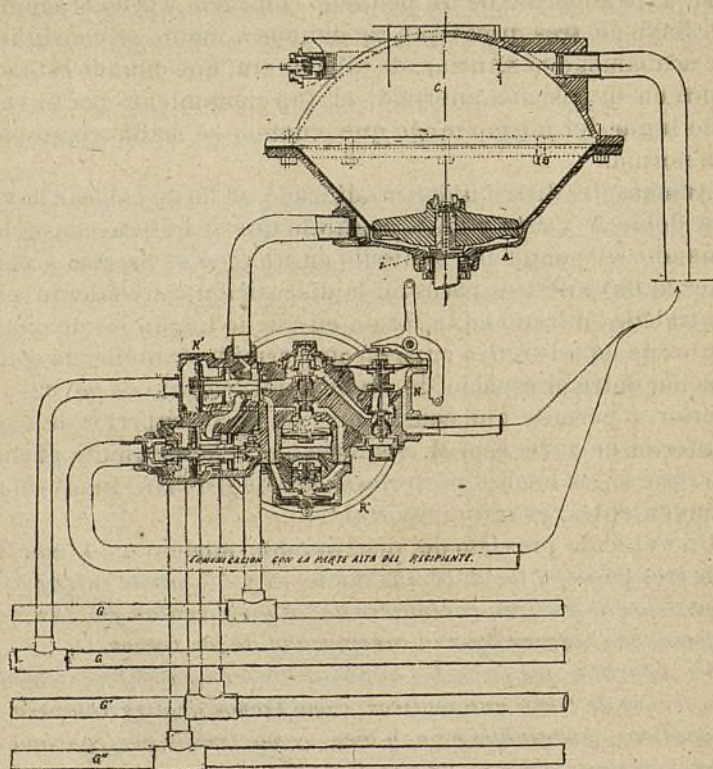


Fig. 35.

*VI. Aparatos que permiten accionar los frenos indiferentemente como frenos de aire comprimido automáticos, moderables ó no moderables, y como frenos por el vacío automáticos y moderables.*

Este es el freno genuinamente Soulerin, y ya no lleva la



complicación del caso anterior, porque tampoco se le sujeta á las necesidades de ningún otro de los tipos conocidos.

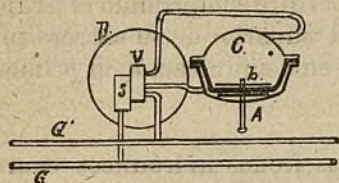


Fig. 36.

La *figura 36*, representa un croquis de la disposición de este freno, que como puede verse se compone de dos conducciones *G* y *G'*, la primera para que el freno pueda trabajar por el aire comprimido y la segunda para el vacío; del recipiente, *C*, con diafragma de la misma forma

del de la *figura 35*, con la válvula *b*; de un depósito *D*, y de un distribuidor, *S*, con una doble válvula *V*, que comunica con la tubería *G'*, con la parte inferior del diafragma ó ranura *d*, y con el recipiente, *C*.

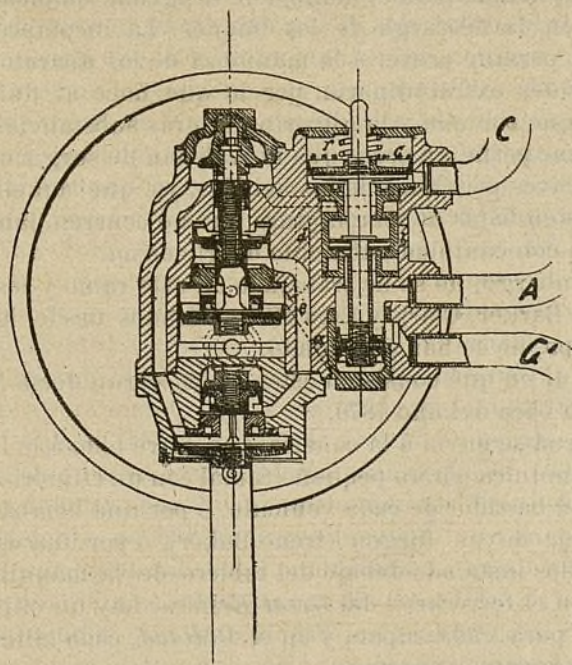


Fig. 37.

La doble válvula tiene un juego de émbolos *a*, *b*, *c*, que se mantiene en su parte baja, como en la *figura 37*, mientras funciona el vacío, gracias á la acción del resorte *r*, dejando libre la comunicación de *G* con el depósito *D* por el interior de la conducción *d*, con lo cual el aire está rarificado en estos recipientes.



tes y los frenos flojos, que se aprietan tan pronto el aire entra en ellos por la conducción general *G'*.

Cuando el aparato funciona por el aire comprimido el grupo *a, b, c*, se eleva hasta la extremidad superior de su carrera comunicando *C* con *D*, y poniendo en comunicación el primero con la atmósfera.

*Frenos hidráulicos continuos.*—Los frenos hidráulicos continuos han tenido también sus inventores desde hace muchos años y no es extraño; pues todos sabemos cuan fácilmente puede transportarse la fuerza por medio de los líquidos, y que en otro orden de mecanismos la fuerza hidráulica ha sido grandemente aplicada con el mayor éxito. Con ella se puede llevar á domicilio la fuerza para los usos de las pequeñas industrias y aquí, en Barcelona mismo, tenemos en el puerto una aplicación notabilísima para el manejo de las gruas empleadas en la carga y en la descarga de los buques. La incompresibilidad del agua permite prever á la maniobra de los aparatos hidráulicos rapidez extraordinaria, por lo que hace al fluido, y las mezclas que con ella y la glicerina ú otras sustancias se pueden formar permiten creer que no habrían de surgir complicaciones graves por causa de las heladas, ya que aquellas mezclas resisten bajas de temperatura que no ocurren jamás, si se preparan con cantidad suficiente de glicerina.

Sin embargo, no se ha trabajado en este ramo y los tres sistemas de Barker, Clark y Esra Miles, ideados desde hace mucho tiempo, no se han propagado.

Hé aquí en qué consisten estos tipos, según decía Mr. Couche en su obra del año 1876:

«El agua se envía á la cañería que corre todo á lo largo del tren y comunica por un pequeño ramal con un cilindro colocado debajo del bastidor de cada vehículo, ó por una bomba movida por un eje de un furgón (freno Baker), ó por una especie de acumulador instalado debajo del tablero de la máquina (freno Clark). En el ferrocarril del *Great Eastern*, hay un cilindro hidráulico para cada zapata y en el *Midland*, cada cilindro obra sobre dos zapatas opuestas.»

«En el freno de Esra Miles, la conducción se bifurca en dos tubos que el uno va á la caldera y el otro al tender. En estado de reposo, la primera comunicación está cerrada, la segunda abierta, y la presión sobre los pistones es nula. Para hacer obrar los frenos, el maquinista no tiene más que, por medio del manejo de llaves, substituir la presión de la caldera por la del tender. Para aflojar, tiene que interceptar la comunicación



con la caldera, y unos resortes atraen los émbolos. Este proyecto, parece que no llegó á realizarse, porque tenía el inconveniente de hacer depender la potencia limitada del freno de la elevada presión de la caldera.»

Desde aquella fecha nada más se ha hecho con esta clase de frenos.

### FRENOS ELÉCTRICOS.

*Generalidades y división.*—La eficacia de un freno depende en gran parte de la rapidez con que obra, pues el tiempo transcurrido entre la acción de quererlo apretar el maquinista y el obedecer completamente el aparato, por corto que sea, es siempre excesivamente largo y permite al tren correr una excesiva longitud. Además, ya hemos visto que cuando el aire de toda la conducción debe entrar ó salir por la sola extremidad de la misma conducción que termina en la máquina, como en los neumáticos, por ejemplo, séguense algunos segundos de tiempo, tratándose de trenes de viajeros compuestos de ocho ó diez vehículos tan solo, por cuyo motivo se han ideado algunos medios para acelerar esta salida, y el más eficaz de todos, es la *triple válvula rápida, quick-valve*, que hemos visto ya, de Westinghouse y la del New-York, y aun, quizás, el aparato Soulerin.

Pero, como todos conocemos la inmensa superioridad que tiene la electricidad para propagarse de un punto á otro, sobre el aire, háse creído con razón, que aquel flúido podría ser un poderoso elemento ó base de un buen freno. Esta rapidez es tanto más preciosa cuanto mayor sea la longitud de un tren; de tal manera, que los frenos ordinarios continuos se vió pronto que no servían para trenes de mercancías de 40, 50 ó 60 vagones, ya que mientras quedaban casi totalmente frenados los vehículos de delante no habían experimentado aun los efectos del freno los vehículos de cola, produciéndose en ellos fuertes averías por precipitarse sobre los que les precedían.

Esto dió lugar á que la Sociedad norte-americana «Master car Builders Association» (Asociación de constructores de vagones) celebrase una serie de pruebas con los frenos que quisieran presentarse á concurso; y efectivamente, estas pruebas tuvieron lugar en Burlington en los años 1886 y 87, concurrendo á ellas los constructores Westinghouse, Card, Waldumer, Widdifield-Button y Bowman, Eames, Carpenter, Sigmund von Sawiczski, Siemens y Bootby y Marcel Deprez.

También ha sido un fecundo tema para las importantes dis-



cusiones de los Congresos de Caminos de Hierro, especialmente en los celebrados en los años 1889 y 90 y si bien se dedujo de aquellos experimentos y de estas discusiones que no está el asunto bastante estudiado aun, vamos á decir algo, rápidamente, para dar una simple idea de los principios en que descansan esta clase de aparatos.

Unos han creído que la solución debía buscarse de modo que la electricidad pusiera los vehículos en disposición de aprovechar la fuerza viva del tren, como hacen los frenos automotores de que luego hablaremos; otros pensaron en utilizar los frenos neumáticos, especialmente los de aire comprimido acelerando su acción por la electricidad, y otros, en fin, han trabajado para resolver el problema con la aplicación exclusiva de la electricidad, como único motor del freno.

De aquí la división en tres grupos de frenos que distinguiremos, apartándonos de la clasificación que se hizo en el Congreso de Bruselas, de Caminos de Hierro, de 1889, porque nos parece más lógica, y es: *Frenos Electro-automotores, aéreo-eléctricos ó pneumato-eléctricos y exclusivamente eléctricos*, y los citamos por este orden, porque coincide con el de su antigüedad. (1)

## I. FRENOS ELECTRO-AUTOMOTORES

*Freno Achard.*—El primer freno eléctrico que se conoció y que pertenece á este grupo, es el de Achard inventado en Francia, en el año 1865 y con el que ganó el premio Monthyon. Pero, desde entonces ha sufrido diferentes modificaciones, pues Achard ha hecho con su freno, lo que Westinghouse con el suyo: perfeccionarlo continuamente.

El actualmente en uso en los ferrocarriles del Estado belga, en los del Este y del Norte de Francia y en la red del Estado francés, consiste en lo siguiente:

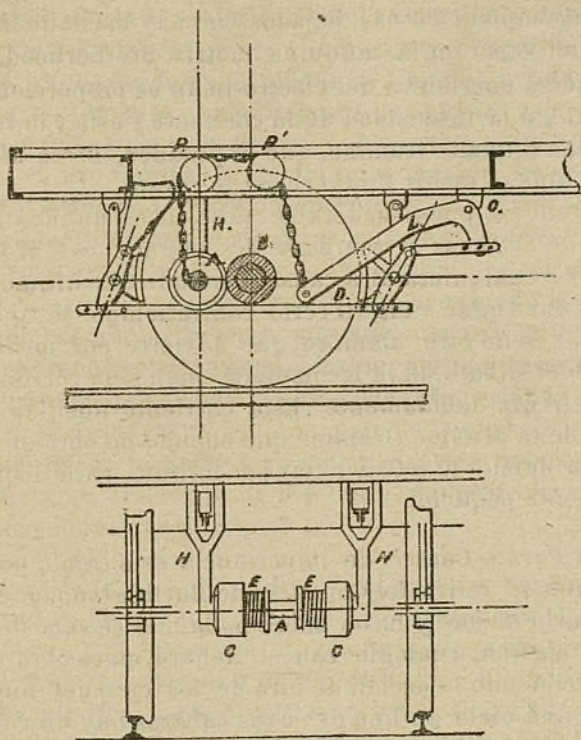
Frente á uno de los ejes *B*, de cada vehículo y paralelamente á él, se coloca otro eje auxiliar *A*, de una longitud próximamente igual á la mitad del ancho de la vía, sostenido en sus

---

(1) La división adoptada en dicho Congreso es la siguiente: I. *Frenos eléctricos de embrague* que á su vez se descompone en dos grupos; *A* exclusivamente eléctricos y *B* aéreo-eléctricos; y II *Frenos de acción directa*; advirtiendo que se colocaron en el grupo *A* de los frenos exclusivamente eléctricos, varios frenos, que como el Achard, no pueden llamarse así, puesto que como vamos á ver el verdadero motor del freno es el trabajo desarrollado por el mismo tren en movimiento, sirviendo la electricidad de mera fuerza auxiliar.



dos extremidades por medio de unas barras *H, H*, articuladas debajo del piso del vehículo; de modo que dicho eje *A* puede oscilar como un péndulo (*figuras 38 y 39*). Hacia las extremida-



Figs. 38 y 39.

des de este eje, que no es otra cosa que un electro-imán, se colocan dos bobinas *E*, por las cuales y á favor de dos conductores se hace pasar una corriente eléctrica producida por una máquina Gramme situada en la locomotora, y que se mueve por una máquina de vapor Brotherhood con el vapor de la caldera, cuando se quiera apretar el freno.

Hay también otras dos piezas cilíndricas *C, C*, que en el momento de atravesar la corriente el electro-imán, son atraídas por los dos polos de éste respectivamente, y se ponen en contacto con un fieltro que recubre con un espesor de 20 milímetros parte del eje *B* del vehículo girando desde entonces con él y arrollando en la parte central *A*, libre del electro-imán ó eje auxiliar, una cadena *C P' D*, que apoya en las dos poleas *P, P'* y termina en la extremidad *D*, de la palanca *L*, articulada



en *O*, y que como muestra la figura sirve para apretar las almohadillas contra las llantas de las dos ruedas del eje *A*.

Para aflojar los frenos no hay más que interrumpir la corriente eléctrica, y para moderar el apretado sosteniendo su acción incompleta en las bajadas, no hay más que limitar la entrada del vapor en la máquina motriz Brotherhood, puesto que la fuerza magnética del electro-imán es proporcional, sensiblemente, á la intensidad de la corriente y ésta y la fuerza de la máquina dinamo Gramme, que la produce, lo es al trabajo mecánico que el motor Brotherhood le presta.

Este freno es, pues, moderable, pero no es automático porque cesa de accionar al romperse los enganches ó al descomponerse por cualquiera otra causa. Para que este último defecto no pueda dar lugar á algún serio contratiempo, M. Achard ha aplicado al freno otro alambre que advierte por medio de un timbre ó del silbato de la locomotora, cuando la corriente eléctrica no circula debidamente. Esta corriente auxiliar se toma también de la dinamo Gramme que cuando no obra el freno se hace girar dando 40 ó 50 vueltas por minuto, para disponer de una corriente pequeña.

*Freno Park.*—Carece de importancia este freno, porque su mismo autor lo retiró del Concurso de Burlington con el objeto de estudiarlo mejor, y hasta ahora nada más se sabe de él.

Tiene alguna analogía con el Achard, pues obra en cada vagón recibiendo la acción de uno de los ejes del mismo por medio de una biela en una de cuyas cabezas hay un collar que abraza un escéntrico montado en dicho eje y en el otro extremo un cric que va haciendo girar un tambor sobre el cual se arrolla la cadena que aprieta las zapatas del freno, y un segundo cric, impide que el mencionado tambor pueda retroceder.

Para determinar la acción del freno se envía desde la locomotora una corriente eléctrica que produce el embragado del tambor con la extremidad de la biela del escéntrico, que tiene el cric y va apretando mientras dura esta corriente y hay cadena para arrollar, quedando en la disposición que se halla el aparato cuando la corriente cesa. Para aflojar el freno se suelta el segundo cric que mantiene en su posición al tambor enviándole una segunda corriente eléctrica.

El freno Park necesita tres conductores eléctricos y aun no es automático, pero moderable sí, porque lo dicho basta para hacer comprender que el freno se puede mantener en el grado de cierre que se desee con solo interrumpir la primera corriente sin aplicar la segunda.



*Freno Card.*—Paralelamente á los ejes del vagón y cerca de uno de ellos hay otro pequeño eje ausiliar en el cual están montados dos tambores que giran independientemente uno de otro, pero que por medio de una corriente eléctrica producida por acumuladores y enviada desde la máquina y desde el furgón de cola por medio de dos conductores, pueden embragarse girando juntos desde aquel instante. Uno de estos tambores recibe constantemente el movimiento del eje del vagón comunicado por una cadena sin fin que abarca á un rodillo de este eje y en el otro tambor se arrolla la cadena de freno destinada á apretar las almohadillas de las ruedas.

El primer tambor gira mientras lo hace el eje del vagón y en el momento que se abre la corriente eléctrica se embraga dicho tambor con el otro y se aprieta el freno arrollando la cadena.

Se comprende fácilmente, que esta disposición ha de dar lugar á un freno fácilmente moderable, pero no automático.

Las instalaciones eléctricas de este freno estaban hechas por personas poco prácticas en el manejo de la electricidad, lo cual juntamente con no estar bien calculadas las fuerzas á que debían sujetarse, fué causa de diferentes desperfectos que obligaron á suspender sus ensayos.

*Freno Waldumer.*—Es parecido al anterior por recibir la potencia del freno, de uno de los ejes del vagón por el intermedio de tambores y cadenas sin fin. Al efecto el eje del tambor es un electro-imán transversal á la vía, que tiene un movimiento de rotación mientras corre el vagón, producido por una cadena sin fin que envuelve uno de los ejes del vehículo. Cuando se hace circular una corriente eléctrica se imanta este eje y atrae unas varillas paralelas á él repartidas dentro del tambor, cuyas extremidades pueden moverse en unas entallas radiales que hay en los círculos extremos del mismo tambor y así se encajan con otras fijadas en el eje imantado, de modo que constituyen un embragado que obliga al repetido tambor á girar con el electro-imán, el cual á su vez por otra cadena sin fin, mueve un nuevo eje paralelo á los anteriores sobre del que se arrolla la cadena que aprieta las zapatas.

En este sistema se produce la corriente eléctrica por medio de una dinamo movida por una máquina de tres cilindros situada en la locomotora, cuya intensidad se gradúa por la cantidad de vapor que se proporciona á la máquina y por un conmutador que permite introducir en el circuito las resistencias convenientes. El conductor es de un solo hilo, cerrándose el circuito con las ruedas de la locomotora.



A fin de que el freno sea además de moderable, automático, es preciso establecer otra dinamo generatriz en el furgón de cola con la originalidad de trabajar con el movimiento de uno de los ejes de dicho furgón, cosa que le dá un carácter más automotor todavía que los anteriores, y la corriente eléctrica de esta segunda dinamo; pero no entra en acción hasta que una falta de aislamiento, una rotura ú otro defecto inutiliza la primera corriente eléctrica, en cuyo caso queda unida la nueva dinamo con el conductor, obrando sobre los frenos.

La disposición que como hemos apuntado, tiene el tambor de embrague parecido al de una variedad del freno Achard, debida á Masui, que puede verse descrito en la página 1695 del Vol. III, N.º 8, Agosto de 1889 del «Bulletin de la Commission Internationale du Congrès des Chemins de Fer», del cual tomamos algunos de estos apuntes sobre frenos eléctricos, interesante trabajo debido á la ponencia formada por los señores Sartiaux y Weissenbruch.

*Freno Widdifield y Bowman.*—Esté freno tiene dos circuitos eléctricos producidos por dos pilas colocadas respectivamente sobre la locomotora y sobre el furgón de cola. Una de estas corrientes obra sobre un electro-imán colocado dentro de una caja y por el cual se pone el freno en acción, pues atrae una pequeña palanca que mueve el eje de una poleita que se aplica contra un eje del vagón recubierto con un manguito formado de rodajas alternadas de metal y de papel comprimido. En el eje de esta poleita se enrolla una cadenita que tirando de otra palanca pone en contacto una polea mayor con el mencionado eje del vagón arrollándose en el árbol de la polea la cadena que cierra el freno tirando de las palancas que mueven las almohadillas. La otra corriente sirve para hacer cesar la acción del freno mediante otro electro-imán encerrado en la misma caja del primero y cuya armadura separa la pequeña polea del eje del vagón y enseguida se separa también la grande aflojándose la cadena de las almohadillas.

## II. FRENOS AÉREO-ELÉCTRICOS

Tres son los frenos de esta clase experimentados el año 1887, en Burlington, el Westinghouse, el Carpenter y el Eames, establecidos todos bajo un mismo punto de vista.

El Westinghouse no es otra cosa que el que ya conocemos sin la *válvula rápida*, que entonces todavía no la había ideado,



solo que la triple válvula ordinaria se movía por medio de la electricidad á fin de permitir que el aire comprimido de la conducción general pudiera escaparse más rápidamente que cuando no tenía otra salida que la extremidad del tubo.

La corriente eléctrica la obtenía por una pila Léclanché colocada en la locomotora y los conductores pasaban por el interior de los tubos de aire dividiendo el tren en dos, tres ó cuatro grupos que funcionaban separadamente.

El freno era tan automático como su originario, y obraba con las dos terceras partes de tiempo que aquel; pero tenía el inconveniente de no poderse aflojar si por falta de aislamiento se cerraba el circuito apretándose el freno á no ser que se vaciase el aire comprimido de los depósitos auxiliares. Tenía aún algunos otros inconvenientes que hicieron estudiar á Westinghouse la solución de la válvula rápida (quick-valve) para poderlo abandonar, como así lo ha hecho.

El freno Carpenter aéreo-eléctrico resultó superior á los otros dos neumáticos concurrentes. En él cada distribuidor se mueve directamente por la electricidad, en lugar de hacerlo por grupos como en el Westinghouse. A este efecto sobre la locomotora hay un acumulador Julien que proporciona la corriente eléctrica, con la cual puede moverse la válvula del distribuidor destinada al apretado de los frenos, además de que puede moverse, también, por el aire de la conducción general, según sea la voluntad del maquinista, mientras que la que sirve para aflojarlos se manipula tan solo por la electricidad.

Finalmente el freno Eames puede maniobrarse indistintamente por la acción del aire ó por la electricidad, de modo que el maquinista tiene á su mano dos medio distintos, cosa que algunos creen puede ser perjudicial porque confiando en que siempre tendrá uno de los dos medios á su disposición los descuide ambos y en un momento dado no tenga ninguno; pero que á nosotros no nos parece lo mismo, creyendo, por el contrario, que es muy ventajoso tener dos.

La electricidad obra como auxiliar, abriendo un agujero cerca de cada vehículo, en la conducción general, para que el aire entre rápidamente en ella, ya que como sabemos, este freno obra por el vacío y aprieta las almohadillas cuando desaparece el vacío de dicha conducción general. Esta electricidad se desarrolla por una máquina dinamo-eléctrica colocada en la locomotora, que se pone en movimiento en el momento de querer aplicar el freno.

Los experimentos de Burlington demostraron que este freno obra tan bien como el Westinghouse por más que se notaron



en él imperfecciones debidas á no haber aplicado los aparatos eléctricos una persona verdaderamente práctica.

### III. FRENOS EXCLUSIVAMENTE ELÉCTRICOS

Los frenos eléctricos que hasta ahora hemos visto, emplean las corrientes eléctricas á muy poca tensión, porque el esfuerzo que están destinadas á producir es pequeño, toda vez que se limitan á mover algún órgano para poner el conjunto del aparato en actitud de poder trabajar bajo la acción del verdadero motor del freno, que en el primer grupo de este capítulo es la fuerza viva del mismo tren y en el segundo es el aire comprimido ó enrarecido. Pero, dado el giro que los motores eléctricos están tomando en estos últimos años en que se ha resuelto tan prácticamente el transporte del trabajo mecánico, es natural que se ocurra también á cualquiera la posibilidad de conseguir el apretado de los frenos por la misma fuerza eléctrica transmitida á elevada tensión al través de los conductores y tomada sobre la potencia de la locomotora misma ó de una máquina de vapor auxiliar impulsada por el vapor de la caldera.

Hánse hecho algunos experimentos partiendo de este nuevo y fecundo punto de vista, que no han dado todavía resultados completamente satisfactorios, pero no cabe dudar que no ha de tardarse muchos años en hallar alguna combinación que constituya un freno, tan poderoso como rápido, superior bajo el punto de vista mecánico á todos los conocidos aunque tal vez su aplicación resulte más cara que la de los hasta ahora conocidos. Y será bueno no despreciar, en estos estudios ulteriores, la fuerza viva del tren, pues sobre ser una medida económica su aprovechamiento, ha de acelerar la parada del mismo.

Pueden citarse ya tres tentativas en este sentido debidas á Sigmund von Sawiczski, la primera, á Siemens y Bootby, la segunda y á Marcel Deprez la tercera. Aquella se funda en la acción de poderosos electro-imanes que obran sobre las llantas mismas de las ruedas retrasando su velocidad hasta reducirla á cero, aunque siempre resultan impotentes los electro-imanes para completar el frenado; el último toma el problema bajo un aspecto más original todavía, haciendo desarrollar por medio de fuertes electro-imanes corrientes «Foucault», que obran en un disco de cobre calado en un eje del vagón; y el Siemens y Bootby, es el que en el estado actual de la ciencia parece más práctico y de más seguro porvenir, consistente en lo que sigue:



En cada vehículo hay una dinamo *D*, que se mueve por la corriente eléctrica de una gran dinamo generadora situada en la locomotora. El eje de la dinamo de cada vehículo está colo-

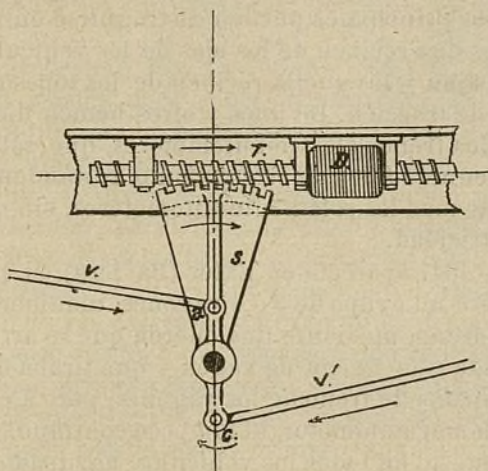


Fig. 40.

cado paralelamente á los carriles y siendo hueco sirve de tuerca á un tornillo de filete rectangular *T*, (*fig. 40*), que adquiere un movimiento de traslación en sentido longitudinal á la vía y otro de rotación que trasmite á un sector dentado, de plano vertical *S*, y eje *O*, cruzado perpendicularmente con el del tornillo. En este mismo eje está fijada la palanca *ac* cuyas articulaciones *a* y *c*, corresponden á dos varillas *V*, *V'*, que aprietan ó aflojan las zapatas de freno según el sector y por consiguiente la dinamo *D*, gire en un sentido ó en otro, para lo cual la corriente debe dirigirse ya en un sentido, ya en sentido contrario.

Se ve, según esto, que el principio no puede ser más sencillo; lo que falta es que se estudie una combinación provechosa.

Después de todo lo manifestado resulta, que hoy por hoy, los frenos eléctricos están todavía en estudio y que en atención á la rapidez con que se cierran y abren, llevando en esto grandísima ventaja á todos los demás frenos conocidos, son los aparatos del porvenir, sobre todo para los trenes largos, como los de mercancías, siendo de desear que los inventores no se desalienten y que los Congresos de Caminos de Hierro futuros se ocupen atentamente de ello y se abran nuevas series de experimentos premiando al que acierte en tan interesante asunto.



## FRENOS AUTOMOTORES.

Dos grupos principales pueden distinguirse entre esta clase de frenos: los que reciben de los ejes de los vehículos la fuerza con que trabajan y los que la reciben de los topes ó muelles de los ganchos de tracción. De unos y otros hemos dicho algo ya al tratar de los frenos electro-automotores, que tal vez debíamos haber reunido á los de este artículo, restándonos, tan solo, particularizar más los solamente automotores, sin que entre en ellos la electricidad.

En el año 1847 apareció en Exter (Baviera), el primer freno que obró sobre un grupo de 3 ó 4 vagones, maniobrado por un solo guarda-freno, mediante una cuerda que se arrollaba sobre un torno desde una garita de vagón y que tiraba de las palancas de las zapatas de freno de los vagones; pero á este freno no se le podía llamar automotor, ni tampoco continuo, á no ser que se hubiese puesto en todos los vehículos agrupados entre sí y aun en este caso no tendría el carácter de verdadero freno continuo. Pronto, sin embargo, se comprendió que el tren en movimiento representa un trabajo motor de alguna consideración, susceptible de poderse utilizar para ofrecer una resistencia á las ruedas del mismo y conseguir su parada. Este es el principio de esta clase de frenos y desde entonces se han ideado varios ingeniosos medios de conseguirlo, siendo uno de los primeros y que en aquel tiempo mejores resultados dió, el de M. Guérin, que se aplicó rápidamente en Francia por la Compañía de Orleans, la del Este, la del Norte y en España por la del Norte también, á la sazón siendo Ingeniero de Material y Tracción Mr. Ricourt, que creyó podía ser un buen complemento del contra-vapor que ya había establecido.

Este freno, sin embargo, fué cayendo paulatinamente en desuso, porque tenía algunos inconvenientes y el personal de trenes lo miraba con cierta prevención.

Más tarde apareció el de cadena de Clark y Webb y se empleó durante muchos años en Inglaterra en el North Western Railway, para ser después reemplazado por el de vacío automático, diferenciándose de los de Heberlein y de Schmid en que tiene un solo rodillo de fricción por cada grupo de vagones mientras que en estos últimos hay un rodillo por cada vagón, y en que el apretado de los frenos en el sistema Clark y Webb se obtiene tirando la cadena que pasa por debajo de los vehículos, mientras que en los de Heberlein y Schmid se consigue aflojando la cadena, ventaja grande porque esto los hace auto-



máticos y aquel no lo puede ser. Sin embargo, M. Park, ingeniero que fué del North-London Railway, ya citado, introdujo una modificación que lo hizo automático. El uso de rodillos de fricción data ya del año 1848 próximamente, en que lo empleó Noséda.

El freno Heberlein data ya del año 1868 y M. Couche lo describe en su clásica obra sobre ferrocarriles (1). Es pues muy antiguo para que nos detengamos en su descripción. Bastará decir que en uno de los ejes de cada vehículo hay un rodillo de fricción y que hay otro rodillo análogo aunque más pequeño en otro eje ausiliar, paralelo al anterior y montado en el codo de dos palancas acodadas iguales y paralelas como si fueran un bastidor, que apoyan en una articulación del bastidor del vehículo por uno de sus extremos y llevan un contrapeso en el otro, cuyo contrapeso obliga á que este segundo rodillo se ponga en contacto con el primero tan pronto se afloja una cadena unida á una cuerda que corre á lo largo del tren. Al ponerse en contacto el segundo rodillo con el primero, aquel se pone en movimiento como éste y arrolla en su eje una cadena Gall que tira de las zapatas del freno por el intermedio de varillas.!

Este mismo procedimiento, de un rodillo de fricción, poco más ó menos, es el empleado en otros varios sistemas que con posterioridad se han ideado, porque es evidentemente racional, teóricamente considerado.

El freno Heberlein fué aplicado primero en el Norte de Austria á los trenes correos, desde donde se extendió á varias líneas de Alemania, en la de Orleans en Francia, en una línea de Inglaterra y dos de Rusia.

Todo el aparato se maneja, por supuesto, desde la máquina, y puede obrar en todos los vehículos, de modo que es continuo, pero no puede aplicarse á trenes de muchas unidades porque á medida que se alarga la cuerda que sirve para poner en acción el freno, aumentan considerablemente los rozamientos y va dificultándose mucho su empleo. Además, el espacio que necesita un tren para parar no es mucho menor que el que se necesita para hacerlo con frenos ordinarios de tornillo, y si bien la ventaja de la automaticidad no debe despreciarse, resulta muy inferior á todos los frenos neumáticos que posteriormente se han inventado.

Otros han creído preferible suprimir el rodillo de fricción montado sobre el eje de las ruedas y poner en contacto directa-

---

(1) Más detalladamente que en la citada obra puede verse en el semestre segundo, pág. 136 del año 1881, de la «Revue Général des Chemins de fer».



mente las llantas de las ruedas con el rodillo que produce el arrollado de la cadena que aprieta el freno. Tal sucede, por ejemplo, en el freno Becker, cuya descripción detallada puede verse en la «Revue Général des chemins de fer,» año 1878, tomo I, página 238.

M. Becker da al rodillo de fricción la forma ligeramente cónica cuando está en contacto con la parte cónica de la llanta y de la pestaña, y aun prefiere la de una garganta de polea que abraza la pestaña de la rueda cuando es dicha pestaña la encargada de transmitir el movimiento del eje al rodillo de fricción. Este rodillo se pone en contacto de la rueda en el preciso momento que se afloja, voluntariamente ó por rotura, la cuerda que corre á lo largo del tren uniendo los mecanismos de todos los vehículos á partir de la máquina, pasando por debajo de estos, y al girar arrolla en su eje una cadena que aprieta las almohadillas contra las llantas de las ruedas por la parte opuesta de donde se produce la fricción.

Es muy sencillo é ingenioso el acoplamiento de los vagones para que la cadena no sufra interrupción, mediante dos varillas, una para cada vehículo, que se articulan formando un ángulo vertical, por ser mayor la suma de la longiitud de dos de ellas que la separación de dos vehículos, y que llevan media polea cada una en el extremo articulado, por cual polea pasa la cadena, uniéndose la de un coche con la de otro en una anilla y dejando suspendida de su extremidad la parte sobrante.

Becker cree que los trenes dotados de su freno pueden pararse en una distancia de 300 metros.

El rodillo de fricción ha dado lugar á muchas experiencias relativas á los materiales empleados por Becker en su construcción, deduciendo que la corona ó garganta que abraza la pestaña de la rueda debe ser de fundición y aun es preferible de acero fundido, mientras que el cubo sobre el cual esta corona tiene una cierta libertad de moverse en llegando á una determinada velocidad ha de ser de madera dura, densa, seca y cocida en aceite: tal es la encina y la haya.

Uno de los más graves defectos de estas clases de frenos es el desgaste de los órganos y por esto tienen importancia estos experimentos, porque este desgaste, además del gasto que ocasiona, supone una marcha irregular en el tren y de la eficacia de su freno, y otro de los defectos, es lo sujetos que están estos órganos al estado del tiempo, variando con él dicha eficacia.

Por esta razón, Herr Wolfgang-Schmid, Ingeniero del servicio de Tracción de los caminos de hierro del Estado de Baviera, ideó una combinación que remedia en parte ambos defectos



valiéndole muy recientemente, en 1888, un premio de la «Unión de los caminos de hierro alemanes»

El sistema descansa en el mismo principio de los rodillos de fricción, pero no están en contacto más que en el momento preciso de estarlo, y tiene lugar con una presión ligera, porque arrastran una cadena sin fin muy corta que mueve ligeramente un tornillo sin fin, cuya rueda dentada tiene en su eje dos discos metálicos con ondulaciones circulares que encajan en otras de otros dos discos colocados en cada extremo de un pequeño tambor, sobre el cual se arrolla la cadena que aprieta las zapatas del freno, cuando todos estos discos se ponen en movimiento una vez puestos en contacto por la acción del mismo mecanismo.

La rueda y los discos están encerrados dentro de una caja que les preserva del hielo y de la nieve, causas frecuentes de inutilización de los frenos automotores.

Este freno es maniobrado desde la máquina por una cuerda que corre por debajo de las plataformas ó por encima de las cubiertas de los vehículos, dá buenos resultados en los ferrocarriles secundarios, se puede apretar en seis segundos, ha sido muy aplicado en aquellos, en Alemania, durante estos cinco años, y parece que con los últimos perfeccionamientos del inventor el desgaste es casi nulo. Puede verse su descripción detallada en la «Revue Général des chemins de fer», tomo XI, semestre segundo, página 127.

Ha habido inventores que han buscado la aplicación de la fuerza viva del tren en los topes de los vehículos, siendo el más notable ejemplo de ellos el freno de Bode, Ingeniero de Tracción de la «Compañía de Tranvías de vapor piamonteses», ideado en 1886.

Es un freno continuo que se estudió para satisfacer á la condición puesta por la Dirección de Obras públicas de Italia á la Compañía de Tranvías que le había pedido autorización para aumentar la velocidad de sus trenes y el número de vehículos de los mismos, de que parasen en una longitud igual á la del tren.

Cuando el tren está en marcha, los ganchos de tracción y tirantes de los muelles trabajan por tracción sin que ninguno de los órganos del freno sufra movimiento alguno; es solamente cuando el maquinista frena la máquina por medio de un freno de tornillo, cuando experimentando ésta una disminución brusca de velocidad choca contra el primer vehículo comprimiéndose los topes y en aquel momento empiezan á obrar los frenos.

Los trenes en los cuales se aplicó, no tienen más que un tope central en cada testero y las barras que hay longitudinal-



mente, una en cada extremo del vagón, que reciben el esfuerzo de compresión de los muelles, obran en la extremidad de una palanca cada una, articuladas en el bastidor del vehículo una á cada lado y reunidas entre sí por unas pequeñas bielas á un balancín central, transversal á la vía, desde cuyos extremos se tira de las varillas que oprimen las zapatas del freno contra las llantas de las ruedas.

Para que no se ponga en función este freno cuando se hacen maniobras, hay una palanca que sale fuera del vagón y según se incline hacia delante ó hacia atrás coloca ó quita entre las extremidades de las barras de los ganchos de tracción, que como hemos dicho obran sobre las palancas del freno un obstáculo, permitiendo en el segundo caso y no en el primero que el freno funcione.

El principio del freno es, pues, muy sencillo y racional y es indudable que bien aplicado, puede prestar señalados servicios este aparato. Por otra parte, no es caro, pues parece no cuesta más de 100 pesetas por vehículo el instalarlo y bastante menos cuando se encarga al construirlos.

No puede preverse lo que sucederá, pero hoy por hoy, los ingenieros de ferrocarriles tienen poca afición á los frenos automotores apesar de los dos notables sistemas que acabamos de mencionar, pues ninguno se ha propagado y esto que alguno de ellos llegó á que se le admitiera por compañías distinguidas.

#### RESUMEN DE LOS FRENOS EXAMINADOS.

Para presentar de una manera condensada, tangible y clara, el conjunto de los frenos de que nos hemos ocupado, facilitando su clasificación y la manera de hallar el lugar ocupado por cualquiera de ellos, damos á continuación un cuadro, y en él expresamos además las aplicaciones ó circunstancias más salientes de cada uno de ellos.



# CLASES DE FRENOS EMPLEADOS EN LOS TRENES

I. Cuando el motor es el hombre.		Nombres.	Cualidades.	Aplicaciones principales y observaciones.
Frenos de tornillo á mano	Usuales obrando en un vehículo.		(1)	
	Obrando en grupos de varios vehículos á la vez.	Exter. . . . .		Baviera.
		Newall. . . . .	A. . . . .	Norte de Francia hasta que se aplicó el de vacío.
		Fay. . . . .	A. . . . .	Una Compañía inglesa y dos rusas. Es modificación del anterior.

## II. Cuando el motor no es el hombre ni la fuerza viva del mismo tren.

### A. No continuos. (2)

Cuando el motor es el vapor.	Contravapor	Ricour. . . . .	M. . . . .	Norte de España.—P. L. M.—N. Francia.—Orleans, etc.
	Represión de vapor.	Lechâtelier. . . . .	M. . . . .	Sud de Austria, etc.
		Krauss. . . . .	M. . . . .	Baviera.
		Vapor. . . . .	Flaman. . . . .	Este de Francia; p. <sup>a</sup> maniobras Sajonia.
Cuando el motor es el agua . .	Hidráulicos.	Id. . . . .	Hartmann. . . . .	
		Id. . . . .	Clark-Webb. . . . .	
Cuando el motor es el aire . .	Aire comprimido. . . .		M. . . . .	No han tenido éxito.
		Debergue. . . . .	M. . . . .	Id. id. id.

### B. Continuos.

a. Neumáticos. . . .	De aire comprimido. . .	Westinghouse, primitivo. . .	D, M. . .	Estados Unidos, Inglaterra, Francia, etc.
		El mismo, modificado. . . .	A, M. . .	Id. id., id., España, etc.
		El mismo, rápido. . . . .	A, M. . .	Estados Unidos.
		Henry. . . . .	D, A, M.	Es una modificación del segundo de Westinghouse. P. L. M.
		The New York.	D, A, M.	Estados Unidos. Puede alternar con el Westinghouse.
		Clark. . . . .	A, M. . .	
		Wenger, de un cilindro, de dos y rápido.	A, M. . .	Puede alternar con el Westinghouse y el The New York.
		Carpenter. . . . .	A, M. . .	Francia, Bélgica, Suiza, etc.
		Schleifer. . . . .	A, M. . .	Alemania, Francia, España, etc.
		Steel y Mac-Innes. . . . .	A, M. . .	Parecido al Carpenter.
		Soulerin. . . . .	A, M. . .	Poco usado. En Inglaterra lo tiene el Great-Western y el Midland.
		Smith. . . . .	D. . . . .	Reciente, sin aplicaciones.
		Hardy. . . . .	A, M. . .	Inglaterra (en el Great-Western), Estados Unidos, España, etc.
		Sanders. . . . .	A, M. . .	Sud de Austria, Alemania, Italia, etc. Modificación del Smith.
		Clayton . . . . .	A, M. . .	Inglaterra, Bélgica, Francia, etc.
	De aire enraecido. . . .	Eames, primitivo y duplex. .	D, A, M.	Inglaterra, Norte de España, etc.
				Estados Unidos, Francia y España (B. á S. J. de las A).



		Nombres.	Cantidades.	Aplicaciones principales y observaciones.	
			(1)		
De aire comprimido y enrarecido a la vez. . . . .		Rodrigue. . . . .	A, M..	Inglaterra.	
		Koerting.. . . .	A, M..	Suiza; es combinación del Clayton y Rodrigue.	
		Boyden.....	A, M..	Rápido, sin aplicación. Tiene el inconveniente de tener que regular á mano un freno de tornillo de cada vehículo.	
		Soulerin.....	A, M..	Reciente. Sin aplicaciones.	
		Welch y Smith.	A, M..	No es práctico.	
		Soulerin común	A, M..	Es muy reciente, de gran porvenir.	
		El mismo, rápido.	A, M..	Id. y aplicable á trenes largos.	
		Barker.....	A, M..	Se distinguen por pequeñas variaciones.	
		Clark.....	A, M..		
		Esra Miles.....	A, M..		
6. Hidráulicos.. . . . .		Great Eastern..	A, M..		
Electro-automotores. . . . .		Midland.....	A, M..	Estado Francés.	
		Achard (primativo).....	M. . . . .		
		El mismo, moderno. . . . .	A, M..		Norte de Francia.
		Achard-Masui..	A, M..	Id. id.	
		Park. . . . .	A, M..	Se retiró del concurso de Burlington por defectos de las instalaciones eléctricas.	
		Card. . . . .	A, M..	Id. id. id.	
		Waldumer.....	A, M..	Sin aplicaciones.	
		Widdifield y Bowman. . . . .	A, M..	Id. id.	
	y Eléctricos.		Westinghouse..	A, M..	Muy rápido, pero abandonado por invención de la válvula rápida del sistema neumático.
		Aereo-eléctricos. . . . .	Carpenter. . . . .	A, M..	Sirve bien para trenes de 50 vagones. Sin aplicar todavía.
			Eames. . . . .	A, M..	Id. id. id.
	Exclusivamente eléctricos. . . . .		Sigmund von Sawiczkeski. . . . .	A, M..	Sin aplicaciones.
			Siemens Bootby	A, M..	El mejor del grupo.
			Marcel Deprez.	A, M..	En proyecto.

### III. Cuando el motor es la fuerza viva del mismo tren.

Automotores.		Accionados por los ejes.	Heberlein. . . . .	A . . . . .	Norte de Austria, Alemania, Francia, Inglaterra y Rusia.
			Clark y Webb. . . . .	A. . . . .	Inglaterra (North-Western).
			Clark y Webb-Park. . . . .	A. . . . .	Es modificación del anterior.
			Backer. . . . .	A. . . . .	
			Wolfgang-Schmid. . . . .	A. . . . .	Baviera.
		Accionados por los topes y ganchos de tracción. . . . .	Guérin. . . . .	A . . . . .	Orleans, Este de Francia y Norte de España.
			Bode. . . . .	A. . . . .	Italia (Compañía de tranvía).

(1) Las letras, A, M, D, de esta casilla significan respectivamente: automático, moderable y directo, y determinan las condiciones de cada sistema.

(2) Pueden además comprenderse en este grupo todos los modernos continuos cuando solo se aplican á la locomotora.



## APLICACIÓN DE LOS FRENOS CONTÍNUOS EN ESPAÑA.

*Frenos continuos existentes.*—Podemos dar la estadística de los frenos de cada sistema colocados en locomotoras y en vehículos de todas las naciones del mundo, porque todas las hemos visto publicadas, pero la de España no.

Se pidió á la Dirección de Obras Públicas, y nada se pudo obtener, tal vez, porque nada tendrían en aquel centro, y como la premura con que ha debido hacerse este trabajo no permitía hacérsela nosotros mismos, como así lo hubiéramos hecho en otras circunstancias, forzoso nos será prescindir de ella y contentarnos con algunos datos incompletos que tenemos y que ya hemos dado á conocer en parte. (1)

Las Compañías españolas, que nosotros sabemos tienen aplicados frenos continuos, son:

La del Norte: que tiene el primitivo freno Smith, de acción directa, por consiguiente no automático, en los trenes expresos que circulan por la línea de Madrid á Irún; tiene además el freno al vacío, automático, Clayton, en los expresos entre Madrid y Barcelona, que llegan y salen de esta última estación los días pares de la semana; tiene, además, el freno Eames, duplex, en el material necesario para un tren, con el cual la suprimida Compañía del ferrocarril y Minas de San Juan de las Abadesas hacía los expresos durante el verano; pero que hoy día está sin aplicación; y tiene, por fin, en montaje para probarlo, el Soulerin de vacío automático.

La de Madrid á Zaragoza y Alicante: que tiene el freno Clayton para los expresos, siendo por esta razón que la del Norte también lo tenga en la línea de Zaragoza á Barcelona, en combinación con la de Madrid á Zaragoza.

La de Cáceres á Portugal: que tiene asimismo el automático por el vacío de Clayton aplicado á unos pocos trenes de viajeros.

La de los Ferrocarriles Andaluces, que parece tiene el de vacío automático, de Smith.

---

(1) La Asociación de Ingenieros Industriales pidió los aludidos datos á la expresada Dirección General de Obras Públicas y no obstante haber transcurrido algunos meses desde entonces hasta hoy, en que se publica este trabajo, aquella Dirección no se ha dignado contestar. No le envidiamos el procedimiento, bien distinto, por cierto, del que la Asociación ha seguido con las Direcciones generales y otros centros del Estado que le han consultado en distintas ocasiones.



La de Almansa á Valencia y Zaragoza, que ha aplicado á algunas máquinas el de Carpenter y ha encargado su colocación á algunos de los coches que tenía pedidos.

La de Tarragona á Barcelona y Francia, que como ya sabemos, tiene aplicado el Westinghouse automático, en el material móvil y locomotoras procedentes de la disuelta Compañía de los ferrocarriles Directos de Madrid á Zaragoza y Barcelona (Barcelona á Villanueva) y que actualmente se emplean para los expresos de verano entre Barcelona y Francia, y el Carpenter en los mismos expresos durante el invierno. Los primeros se hacen con los coches norte-americanos y los segundos con coches de intercomunicación, tipo alemán. El número de frenos que tiene esta Compañía es el siguiente:

Coches de tipo norte-americano provistos de freno	
Westinghouse. . . . .	11
Id., id., id. provistos de cañería de comunicación..	18
Locomotoras que tienen freno Westinghouse. . . .	6
Coches con freno Carpenter. . . . .	10
Id. con simple cañería de comunicación. . . . .	10
Locomotoras con freno Carpenter. . . . .	22

La del tranvía de Manresa á Berga, que tiene el freno Carpenter en los coches y un freno de vapor en las locomotoras, pero, que no utiliza los primeros y sí únicamente los segundos. (1)

La de Medina á Zamora y de Orense á Vigo ha encargado la colocación de algunos ejemplares del sistema Carpenter.

La de Santander á Solares, que está en construcción, tiene aplicado en su material móvil el Soulerin.

Y, por último, la Compañía Internacional de Vagones Camas tiene el freno Smith, automático, aplicado á sus coches, con el cual hacen, por la línea de Madrid á Irún, perte-

(1) Nuestro querido compañero, D. Joaquín Volart, ingeniero Jefe de explotación de esta Compañía, nos ha manifestado, que el freno Carpenter funcionaba perfectamente bien, y que si no lo usan es porque con el de vapor de la locomotora tienen bastante para las necesidades de su línea y se evitan así la molestia que el primero les causaba al hacer maniobras, cosa frecuente en sus trenes, puesto que son mixtos; se ahorran además, la continua renovación de tubos de goma que con frecuencia se los robaban por tener que dejar los vehículos á la intemperie, y á pesar de la supresión no se ven obligados á emplear mayor número de agentes en los trenes en razón de necesitarlos también para las cargas, descargas y maniobras.



neciente al Norte, los Sud-Expresos. Sin embargo, las máquinas y furgones que van en estos trenes no son de la citada Compañía, sinó de la del Norte.

En resúmen, los frenos continuos aplicados en España, enumerados por orden de su importancia, deducida del número de sus aplicaciones son:

Clayton,  
Smith, directo,  
Carpenter,  
Smith, automático,  
Westinghouse,  
Eames y  
Soulerin.

y por lo manifestado, se vé claramente, que es muy poco lo que se ha hecho para implantar los frenos continuos en este país, ya que los únicos trenes que los usan son los expresos, y esta clase de trenes son bastante raros en España. Ni los trenes mixtos los tienen, ni siquiera los tienen los correos, y esto es lo que según todas las señales tratan de conseguir la mayor parte de las compañías, para lo cual vienen haciéndose trabajos preparatorios tiempo há, siendo uno de ellos el Congreso que se celebró en Madrid para determinar el sistema de freno continuo que sería mejor adoptar por todas las compañías á fin de no tener dificultades para el cambio de material.

*Uniformación de los frenos continuos.*—El gobierno no se ha atrevido á imponer un sistema determinado, en primer lugar porque sería un acto autoritario, que las compañías, que son dueñas de trabajar como mejor les parezca dentro de los límites que la ciencia del ingeniero aconsejan, verían con desagrado, y en segundo lugar, porque esto equivaldría á cerrar la puerta al progreso ya que no podría llegar el abuso de autoridad hasta el extremo de imponerles otro sistema si más adelante apareciera como mejor que el adoptado.

Y, sin embargo, es de grandísima utilidad que todas las Compañías puedan cambiarse el material, para lo cual han de tener todos los vehículos, un sistema de freno continuo que permita interpolarlos entre los coches de los demás sistemas, trabajando su freno, si es posible, ó por lo menos, que su cañería sea aprovechable y no se tenga que colocar á la cola fuera de los frenos continuos.

¿Cuál será, pues, el sistema que debería adoptarse?

Desde luego, está fuera de duda que el freno que se emplee ha de ser no solo continuo, sinó también automático, que no



deberá ser automotor y dado el estado de incubación (perdónenos la frase) de los frenos eléctricos, tampoco podrá ser de ninguna de las variedades, de estos, ni menos podrá ser hidráulico, que ya sabemos son los que han quedado más rezagados y por consiguiente está fuera de duda que deberá ser *neumático*.

Pero ¿de qué clase, de las tres en que se dividen?—Aquí está la dificultad.

En el Congreso ya citado se vieron los autorizados pareceres de muchos ingenieros españoles y aunque no estamos del todo conformes con ellos, añadamos que según cartas recibidas de los Ingenieros de Material y Tracción de las Compañías de Almansa á Valencia y Tarragona, y Tarragona á Barcelona y Francia, ningún freno neumático satisface mejor las condiciones de un buen freno continuo, por ser sencillo, automático y moderable como el Carpenter, y permítasenos que á este propósito transcribamos algunos párrafos de la carta que tenemos de uno de dichos ingenieros, D. Pedro Gras y Bertrán, en otra ocasión citado, porque es extensa y categórica é interpretará, indudablemente, el parecer de la Compañía de T. á B. y F., á que pertenece, cuya Compañía se puede considerar como una autoridad en la materia ya que ha sido siempre la que ha ido á la vanguardia de todos los adelantos, en España, empezando por ser su línea de Barcelona la primera que se construyó inaugurándose en 1848.

Dicho compañero nuestro, dice así:

«Los frenos de aire comprimido que empleamos, son de dos sistemas, el Carpenter y el Westinghouse. El primero adoptado por esta Compañía y el segundo procedente del material de los exdirectos. Los dos son continuos y automáticos, habiendo dado su empleo hasta hoy muy buenos resultados.

»El sistema Carpenter es más sencillo que el Westinghouse y sus aparatos pesan mucho menos, por suprimirse la triple válvula y el depósito auxiliar que forman parte del segundo.

»El freno Carpenter es semejante á los Wenger, Steel-Clark y Schleifer, y solo se distingue de éstos en sus detalles. En dichos sistemas el aire ejerce presión en ambas caras del émbolo y para frenar se deja escapar el aire de uno de los lados del cilindro de freno. En el Westinghouse el aire comprimido penetra en el cilindro en el momento de frenar y empuja el émbolo hácia adelante.

. . . . .

»También te incluyo unos estados que contienen los resultados de las pruebas verificadas en 10 de Junio de 1885 con dichos frenos y de ellos deducirás perfectamente que dichos re-



sultados fueron satisfactorios. Notarás en los mismos, que por efecto de hallarse la vía mojada, las distancias recorridas después de frenar fueron mayores en el tren de ida que en el de vuelta.

»Algunas de las experiencias demuestran también la energía del freno y en otras la influencia del mismo como moderador y se comprende su utilidad, teniendo en cuenta, que con esta clase de frenos, se reduce á una cuarta parte el tiempo y la longitud necesarias para detener un tren al que se necesita empleando los frenos ordinarios á mano.

»Esta Compañía fué la primera, en España, que empleó los frenos de aire comprimido continuos y automáticos, resultando sus ventajas ser ya un hecho indiscutible. El Carpenter es solo empleado por nuestra Compañía y la de Valencia, pero esta última solamente en algunas de sus máquinas de viajeros. En Alemania su uso está muy extendido, pues solo la Administración de los ferrocarriles del Estado Prusiano lo emplea en una red de más de 20.000 kilómetros.

»El Westinghouse, es más conocido y lo emplean muchas compañías de Europa y América á pesar de algunos inconvenientes que presenta en la práctica y el esmero que exige su conservación, sobre todo para la de la triple válvula.

»El Carpenter, ya he dicho que se distingue por su sencillez y también por su más seguro efecto en el servicio ordinario, así como por ser eminentemente moderador. Por esto, se decidió nuestra Compañía por adoptarlo, así como conserva aún al mismo tiempo el primero, ó sea el Westinghouse, á pesar de ser muchos sus inconvenientes por algunas ventajas que tiene sobre el otro, especialmente por la rapidez de su acción. El principal defecto que tiene este último es no ser moderador, pues su moderabilidad no es más que el 15 p. % de la presión inicial en el émbolo.

»Debo hacer notar también, que desde que se ha introducido el freno Carpenter en estas líneas, no se ha dado el caso de que se haya sentido la necesidad de mayor rapidez en su funcionamiento para evitar un accidente.

«Dejo de hacer comparaciones de dichos frenos con el empleado por la Compañía del Norte ó sea el Smith, por el vacío no automático, porque tú que conocerás los resultados que da este último, podrás hacerlas con más conocimiento de causa.

»No por esto dejaré de decirte que la deficiencia que yo encuentro en el que vosotros empleáis, es la falta de automaticidad, pues que ella es una de las circunstancias que más hacen recomendable un freno. Es verdad que el Smith es muy sencillo y



práctico, pero la causa citada y el mayor consumo de vapor para el funcionamiento de los eyectores, no lo hacen en ciertos casos tan recomendable como los demás.»

Por lo que antecede, se vé que en España tiene muchos partidarios el freno Carpenter y no sería extraño que hallase muchas más aplicaciones, no obstante su falta de rapidez. Sin embargo, á pesar de su mayor complicación, nos parece, teóricamente hablando, que el Soulerin, que puede funcionar por el vacío y por el aire comprimido, debe ser preferible por las muchísimas combinaciones á que se presta y sobre todo porque puede alternar con otros sistemas ó se pueden modificar estos últimos convirtiéndose en Soulerin. Mas no sabemos si en la práctica responderá á estas esperanzas y entendemos que las compañías, antes de tomar resolución alguna, deberían probar este sistema como va á hacerlo la del Norte. Y caso de obtener buenos resultados, como es de esperar, deberían preferir el tipo rápido aplicable á los trenes largos, de pasajeros y de mercancías; porque aún cuando la colocación de frenos continuos en esta última clase de trenes no deba ser inmediata, hay que prepararse para cuando se apliquen á ellos, en lugar de crear nuevas dificultades. Ya comprendemos que una resolución de esta naturaleza es difícil por ser general, pero como no excluye el aprovechamiento de los frenos actuales con ó sin modificación, entendemos que, como tomasen la iniciativa las dos ó tres compañías principales no tardarían en seguirlas las demás.

*Empalmes.*—Se habrá visto que en el transcurso de esta peregrinación que hemos hecho examinando sistemas y más sistemas de frenos, hemos prescindido casi por completo de los empalmes; y lo hemos hecho porque los consideramos de poca importancia en comparación con los demás aparatos de los frenos y sobre todo porque no afectan al sistema mismo de éstos.

Un buen empalme ha de satisfacer á las condiciones de: *hermeticidad, sencillez y adaptación á muchos sistemas*. Las dos primeras condiciones las satisfacen la mayor parte de los empalmes, pero no así la última, cuya primera medida que había que tomar para conseguirla es, que las compañías se pongan de acuerdo sobre cual de los tipos conocidos debería adoptarse. Esto es lo que hicieron las compañías de ferro-carriles de Inglaterra con respecto á los frenos del vacío, reuniéndose en Euston en el año 1881, en cuyas conferencias acordaron por



unanimidad que el empalme mejor de todos era el de Clayton-Hardy (1).

Si se tratase de frenos por el aire comprimido podría adoptarse el empalme Westinghouse que ya tácitamente está adoptado por muchas compañías aunque no sea el freno de este sistema el que usen; y como quiera que Mr. Soulerin propone con su freno, un empalme que lo mismo puede servir para trabajar con aire enrarecido que con aire comprimido, debería probarse este sistema, y de ir bien adoptarlo sin reserva, sea cual fuere el sistema de freno de aire y la presión á que trabaje.

### CONCLUSIÓN.

Bien ó mal y siempre con la brevedad posible, hemos expuesto lo que nos propusimos. Muchas cosas habrán quedado incompletas por falta de detalles que de buena gana hubiéramos prodigado, pero ¿cómo hacerlo todo en un trabajo de esta índole? Muchos aparatos hemos dejado por describir y otros los hemos descrito á medias, y hemos omitido asuntos de alguna importancia con relación al tema de nuestro humilde trabajo; así, por ejemplo, tratando de la manera de asegurar la marcha de los trenes, nada hemos dicho de los procedimientos ingleses del bastón (stik) ó de los bastones según los casos y de éstos y los billetes (tikets), con los cuales un maquinista en llegando á una estación no puede pasar adelante aunque se lo ordene el jefe de la misma, si no se le puede dar al mismo tiempo un pequeño bastón pintado de un color determinado; y todo esto no lo hemos detallado, porque no podíamos ser tan prolijos sin hacernos excesivamente pesados y esto último lo omitimos en atención á que son procedimientos que tienen pocos adeptos, siendo aplicables solo á las líneas de muy reducido tráfico y pocos trenes.

Con los medios expuestos se pueden conseguir grandes garantías de seguridad, nunca seguridad absoluta, pues todos estos medios son inútiles si los maquinistas no hacen caso de las señales, ven las cosas con negligencia, y si con su censurable abandono cometen errores en casos que el automatismo de los aparatos no los puede corregir.

---

(1). Véase su descripción en la «Revue General des Chemins de Fer», tomo 4, segundo semestre, página 66.



Aquí, á este automatismo es á donde debemos acudir para alcanzar la mayor suma de garantías posible: hemos de hacer que en cuanto se forme un tren le acompañen en todas partes y le ayuden en todas sus operaciones los aparatos automáticos; que los viajeros hallen en él *comfort* y seguridad, y que tanto estos como los maquinistas y los conductores, sean dueños del movimiento de los trenes que deben poder parar en muy pocos segundos.

Para todos estos múltiples fines existen aparatos que ya conocemos y saliendo del rutinario temor que se tiene de confiar estos servicios delicados á la electricidad, no hay más remedio, en muchísimos casos, que acudir á ella; porque, hoy, ya no es un flúido inconstante: se conocen sus leyes, se sabe la manera de aprovechar sus raras cualidades y bajo la dirección de personas peritas tiene una docilidad extraordinaria.

Los electricistas sorprenden diariamente con sus nuevos inventos y es indudable que todavía se han de descubrir grandes cosas; pero, aun prescindiendo de este risueño porvenir, el estado actual de la ciencia nos revela una realidad tan provechosa que sería una grave falta no utilizarla por completo sacando el mejor partido que de ella se pueda.

Sea como quiera, ya valiéndose de la electricidad ó no, empléense aparatos de seguridad para las maniobras de los trenes, para la circulación de los mismos sobre la vía y aplíquense según requiera cada caso particular los principios expuestos; sobre todo los pedales con que en el momento de salir un tren de una estación, anuncie el mismo á la estación siguiente, que la vía está ocupada. Aplícanse, también, sin demora los frenos continuos á todos los trenes expresos, correos y mixtos, preparándose para el día en que se deba hacer igual mejora en los trenes de mercancías, que entonces podrán llevar mayor velocidad compensando en parte á las compañías los gastos que la mejora ocasione, y proporcionando al país un aumento en la riqueza producida; porque es indudable que cuanto menos tiempo emplee la mercancía en los viajes más tiempo queda para transformarla y comerciar con ella. Así lo han comprendido en Inglaterra y en Bélgica, sobre todo en Inglaterra, haciendo expresos de cierta clase de mercancías y trenes de gran velocidad con mensajerías, y las ventajas que las compañías pueden reportar no son insignificantes, puesto que cuanto menos tiempo empleen los trenes en sus itinerarios menos material móvil necesitan.

La gran dificultad está en el periodo de transición que mediará hasta que los frenos se generalicen en todos estos trenes



secundarios, pero hay que pasar por estos inconvenientes secundarios á fin de evitar males peores.

Naturalmente, que no se puede exigir, hasta cierto punto, lo que las compañías no pueden hacer por no permitírsele su situación económica; pero éstas, con decisión, deben estudiar bien las ventajas y los perjuicios que estos gastos les pueden proporcionar y aprovechar el momento oportuno para implantar tales mejoras.

Tampoco debe olvidarse que estas últimas, no son una panacea infalible; de lo contrario no ocurriría nunca accidente alguno en las naciones más adelantadas que las poseen tiempo ha, y sin embargo no sucede así. En Inglaterra, por ejemplo, durante el año 1886, han ocurrido las siguientes desgracias, que son á corta diferencia en número igual á las del año 1885:

	Muertos.	Heridos.
Desgracias ocurridas en los trenes por imprevisión de las mismas víctimas..		
{ Viajeros. . . . .	87	727
{ Empleados de las Compañías. . . .	421	1929
Id., id., en id. sin que sea por culpa de las víctimas.		
{ Viajeros. . . . .	8	615
{ Empleados. . . . .	4	18
Id., id., en la vía por imprudencia de las mismas víctimas, como: suicidios, cogidas por los trenes, etc. . . . .	418	187
Totales. . . . .	938	3539

Que teniendo en cuenta el número de viajeros transportados por aquellas compañías durante el citado año 86, supone, 6'17 víctimas, entre muertos y heridos, por cada millón de viajeros transportados.

Y esto, que Inglaterra, es indudablemente la nación que más se preocupa de evitar los accidentes de los ferrocarriles; por lo tanto hay que tener presente estos hechos para no extremar el rigor, casi diremos odio, que muchos tienen á las compañías de caminos de hierro, censurándolas muchas veces sin causa justificada.

Barcelona, 29 Octubre de 1891.

ANTONIO SANS Y GARCÍA.



# INDICE

	Páginas.
Introducción. . . . .	1
DESGRACIAS EN LOS FERROCARRILES Y MEDIOS DE EVITARLAS Ó ATENUARLAS.	
I.	
Clasificación de las desgracias que ocurren en los trenes. . . . .	4
Primer grupo. . . . .	4
Segundo grupo. . . . .	5
Intercomunicación. . . . .	7
Tercer grupo. . . . .	9
MEDIOS DE SEGURIDAD DEBIDOS Á LAS SEÑALES.	
Señales primitivas. . . . .	9
Id. modernas. . . . .	10
Grupo a. . . . .	11
Grupo b. . . . .	11
Campanas alemanas. . . . .	12
Id. Siemens y Halske y sus modificaciones. . . . .	16
Id. Leopolder ó austriacas. . . . .	18
Id. Verité. . . . .	18
Grupo c. . . . .	18
Block-system: en qué consiste. . . . .	20
Su división. . . . .	20
Caso general del block-systema. . . . .	22
Aparatos no automáticos. . . . .	22
Id. primitivos. . . . .	22
Id. Tyr y Regnault. . . . .	23
Id. Leblanc y Loiseau. . . . .	24
Id. Lartigue, Tesse y Prud' home. . . . .	24
Id. Siemens y Halske. . . . .	25
Caso de una sola vía. . . . .	27
Aparatos automáticos. . . . .	28
Id. Hodgson de la casa Saxby y Farmer. . . . .	28
REUNIÓN DE LAS MANIOBRAS DE LOS APARATOS DE LAS ESTACIONES Á UNO Ó MÁS CENTROS Y ENCLAVAMIENTO DE ESTOS APARATOS Y DE LOS DE SEÑALES.	
Reunión de las maniobras de los aparatos. . . . .	37
Transmisiones en general. . . . .	41
Aparatos de transmisiones rígidas. . . . .	43
Sistema Saxby y Farmer. . . . .	43
Otros sistemas de transmisiones rígidas. . . . .	49
Aparatos de transmisión funicular. . . . .	50
Sistema de transmisión hidrodinámica de Bianchi y Ser- vattaz. . . . .	51
Sistema de transmisión neumática. . . . .	52
Sistemas de transmisión eléctrica. . . . .	54
Enclavamientos aplicados en España. . . . .	54
DE LOS FRENOS.	
Su clasificación. . . . .	56
Frenos á mano. . . . .	56
Frenos en los cuales el motor no es el hombre ni la fuerza viva del tren. . . . .	57
Su división. . . . .	57
A. FRENOS NO CONTÍNUOS.	
Frenos de vapor. . . . .	57



Freno de contra-vapor de la Compañía del Norte de España. . . . .	58
Freno de Lechâtelier. . . . .	59
Id. de Flaman. . . . .	59
Otros sistemas. . . . .	60
<i>Frenos hidráulicos.</i> . . . .	60
<i>Frenos de aire.</i> . . . .	61
Su división. . . . .	61
B. FRENOS CONTINUOS.	
División. . . . .	61
<i>a. Frenos neumáticos.</i>	
<i>Frenos de aire comprimido.</i> . . . .	62
Elementos que constituyen el freno. . . . .	62
Frenos Westinghouse. . . . .	63
Freno Westinghouse-Henry del P. L. M.. . . .	66
Perfeccionamientos del freno Westinghouse. . . . .	67
Gastos id. id. . . . .	68
Número de frenos Westinghouse en uso. . . . .	69
Freno de la Compañía New-York. . . . .	69
Bomba duplex. . . . .	69
Llave de tres pasos y válvulas triples. . . . .	71
Freno Clark. . . . .	72
Id. Wenger. . . . .	74
Id. Carpenter. . . . .	76
Id. Su uso. . . . .	77
Id. Aplicaciones en España. . . . .	77
Experimentos de la Compañía de Tarragona á Barcelona y Francia con el freno Carpenter. . . . .	79
Otros sistemas de frenos de aire comprimido. . . . .	84
<i>Frenos de aire enrarecido.</i> . . . .	84
Frenos del vacío, de Smith y de Hardy, y principios fundamentales de sus derivados. . . . .	84
Freno Sanders. . . . .	87
Id. Clayton. . . . .	88
Id. Eames: sencillo y duplex. . . . .	89
Otros sistemas de frenos del vacío: sistema Rodrigue. . . . .	91
Sistema Koerting. . . . .	92
<i>Frenos que pueden funcionar con el aire comprimido y con el vacío indistintamente.</i> . . . .	93
Freno Welch y Smith. . . . .	93
Frenos Soulerin. . . . .	93
Su objeto. . . . .	93
Principio fundamental de estos frenos. . . . .	94
a. Distribuidores de modelos núms. 1, 2, 3 y 4 aplicables á los frenos conocidos que funcionan por el aire comprimido, según los casos. . . . .	96
Aparatos de funcionamiento rápido aplicables á los frenos de los trenes de mercancías. . . . .	97
b. Cuando funciona el freno por el vacío. . . . .	97
c. Cuando el freno puede funcionar indiferentemente por el vacío ó por el aire comprimido. . . . .	93
Aplicaciones de los modelos anteriores. . . . .	99
I. Transformación del freno de vacío directo en freno que pueda ser accionado indiferentemente como freno de vacío directo ó como freno de aire comprimido automático, siendo en este último caso, el funcionamiento, sincrónico del Westinghouse. . . . .	99
II. Freno de vacío directo ó de aire comprimido automático y moderable. . . . .	100
III. Transformación del freno de vacío directo en freno que puede ser accionado indiferentemente como freno de vacío directo ó como freno de aire comprimido au-	



tomático ó directo, según se quiera, empleando para ello el aire comprimido en la forma del freno Westinghouse-Henry. . . . .	100
IV. Modificación que debe darse al distribuidor, modelo n.º 4, para que los aparatos puedan funcionar, ya como el freno Westinghouse ó ya como los frenos Carpenter, Wenger y Schleifer. . . . .	101
V. Aparatos que permiten accionar los frenos indiferentemente, como frenos de vacío directos, como frenos de vacío automáticos, como frenos de aire comprimido automáticos, moderables ó no, y ó bien, como frenos que funcionan á la manera que el Westinghouse-Henry. . . . .	101
VI. Aparatos que permiten accionar los frenos indiferentemente como frenos de aire comprimido automáticos, moderables ó no moderables, y como frenos por el vacío automáticos y moderables. . . . .	102
6. Frenos hidráulicos continuos. . . . .	104
7. Frenos eléctricos. . . . .	105
Generalidades y división. . . . .	105
I. Frenos electro-automotores. . . . .	106
Freno Achard. . . . .	106
Id. Park. . . . .	108
Id. Card. . . . .	109
Id. Waldumer. . . . .	109
Id. Widdifield y Bowman. . . . .	110
II. Frenos aéreo-eléctricos. . . . .	110
III. Frenos exclusivamente eléctricos. . . . .	112
Cuando el motor es la fuerza viva del mismo tren. . . . .	112
Frenos automotores. . . . .	114
Freno Heberlein. . . . .	114
Id. Becker. . . . .	116
Id. Wolfgang-Schmid. . . . .	116
Id. Bode. . . . .	117
Resumen de los frenos examinados. . . . .	118
Cuadro de los diversos frenos vistos. . . . .	119 y 120
Aplicaciones de los frenos continuos en España. . . . .	121
Uniformación de los frenos continuos. . . . .	123
Empalmes. . . . .	126
Conclusión. . . . .	127

## ERRATAS NOTABLES

Página.	Línea.	Dice.	Léase.
7	37	á la salida	ó la salida
20	7	Disposición	División
26	27	que se ha	que ha
37	25	Former	Farmer
37	36	carros y travers	carros-travers
50	4	a', b',	c', b',
55	6	36	365
72	21	partícula	particular
84	28	Este freno es	El freno Smith es
87	15	Tiene en una	Tiene una
88	19	exija	exijan
103	16	síguense	requiere
107	10	quiera	quiere
110	6	dinamo; pero no entra	dinamo no entra
110	11	embrague parecido	embrague es parecida
114	34	Nort	North
124	34	Steel-Clork	Steel-Clark
127	21	(stik)	(stick)
127	22	(tikets)	(tickets)



## NOTICIAS

Durante el mes de Enero han ingresado en la Asociación los Ingenieros industriales cuyos nombres y domicilios á continuación se expresan:

D. Miguel de Aramburu y Biarrote.—Consejo de Ciento, 329, 1.º

D. Francisco Gimeno Galí.—Plaza de Manises, 2, 1.º—Valencia.

D. Marcelo Boy y Rabassa.—Aribau, 47, pral.

D. Antonio de Satrústegui y Barrie.—Paseo de Gracia, 82, 1.º

D. Enrique de Satrústegui y Barrie.—Paseo de Gracia, 82, 1.º

D. Narciso Maristany y Anglada.—Balmes, 10, entresuelo.

D. Pedro V. Mata y Juliá.—Moncada, 18, 2.º

D. Manuel Crusat y Decrey.—Paseo de Gracia, 131, 1.º

D. Miguel Joarizti y Lasarte.—Elisabets, 11, 3.º

D. Pascual Godo y Llorens.—Gerona, 29, 1.º

LA PRENSA TÉCNICA EXTRANJERA Y LA FORMA RACIONAL DE LOS CUCHILLOS DE ARMADURA.—Acabamos de ver inserta en la «Revue universelle des Mines et de la Metallurgie» de Noviembre de 1891, página 208, tomo XV, la contestación de nuestro compañero señor Arájol con motivo del juicio crítico, por dicha revista efectuado, de la Memoria de nuestro consocio, al dar cuenta en la pág. 210 del tomo XIV de la publicación del tomo oficial del Congreso internacional de Ingeniería de Barcelona en 1888.

El trabajo de dicho Ingeniero fué, de entre todos los del Congreso, uno de los pocos mencionados y el único analizado por aquella Revista belga.

Ignoramos si las observaciones que en el número de Noviembre siguen á la réplica del señor Arájol, originarán nueva contestación por parte de este.

ERRATA.—En el número correspondiente á Diciembre próximo pasado, se nos deslizó una de tal importancia, que no es posible dejarla sin rectificación: en la Memoria relativa al concurso de los coches correos, página 461, línea 28, se lee: «Colocamos el centro de los topes sobre carriles á 0'030 mts.» siendo así que debe decir á 1<sup>m</sup>'030 que es la cota verdadera.

---

## BIBLIOGRAFIA

### LIBROS RECIBIDOS EN ESTA ASOCIACIÓN.

— *Traité pratique d'électricité à l'usage des Ingénieurs et des Constructeurs*, par Félix Lucas. Un volume grand in-8.º avec 278 figures dans le texte.—Paris, Librairie Polytechnique Baudry et C.<sup>ie</sup> Editeurs.—Prix: 15 francs.

Nuestros lectores podrán apreciar la importancia de esta obra, sólo con que indiquemos las materias principales que en ella se tratan.



En la primera parte de las seis en que está dividida, estudia con gran extensión la teoría mecánica de la electricidad y del magnetismo, empezando por exponer las unidades concretas en mecánica, siguiendo luego con el estudio de las acciones magnéticas y aplicaciones del teorema de Green y de las ecuaciones de Poisson y Laplace. Al tratar de los imanes, indica su constitución, teoría y unidades magnéticas, así como la hipótesis y teoría de la imantación por influencia. Entra enseguida en el estudio de la electricidad estática, indicando sus leyes y las unidades eléctricas; estudia las corrientes eléctricas y las importantes leyes de Ohm, Kirchhoff y Joule y expone las unidades C. G. S. prácticas. Dedicó además capítulos especiales al electro-magnetismo con sus leyes y unidades electro-magnéticas; á la electro-dinámica y á las corrientes inducidas. Esta primera parte de teoría, el autor ha conseguido presentarla con la mayor claridad y sencillez, evitando al efecto cálculos y demostraciones largas y penosas y escogiendo en cada caso entre las demostraciones analítica y geométrica, aquella que más rápidamente conduce al fin propuesto.

En la segunda parte, se estudian las medidas eléctricas y los aparatos y métodos actualmente en uso, dedicando capítulos especiales para tratar de la medida de la intensidad de la corriente y descripción de los diferentes galvanómetros; de la medida de las resistencias y sus procedimientos y de la medida de las fuerzas electro-motrices, así como también para tratar de las medidas de los momentos magnéticos, de los potenciales electro-estáticos y de los coeficientes de self-inducción.

En la parte tercera, después de estudiar los fenómenos termo-eléctricos y electro-capilares, se describen los principales tipos de pilas; pasando luego á los acumuladores ó pilas secundarias, describiendo de ellas los más importantes, y finalmente dedica un capítulo para el estudio de las máquinas electro-estáticas.

El estudio de las máquinas dinamo-eléctricas generatrices ocupa la parte cuarta de la obra y es la que el autor trata con más extensión, estudiando sucesivamente el circuito inducido y el circuito magnético inductor, considerando los diversos modos de arrollamiento de los inducidos y de las diversas formas de los inductores. Pasa luego á ocuparse en las máquinas de corrientes continuas estableciendo de ellas una clasificación que comprende: Máquinas Gramme y sus derivadas; Máquinas de anillo plano; Máquinas Siemens y derivadas; Máquinas de disco; y, finalmente, algunos tipos diversos. De cada uno de estos grupos describe los modelos más importantes y concluye exponiendo su cálculo y haciendo un estudio comparativo de las mismas, así como de los distintos modos de excitación.

Dedicó un capítulo para las máquinas de corrientes enderezadas, describiendo las de Brush y Thomson-Houston y concluye esta parte con un estudio amplio de las máquinas de corrientes alternativas, describiendo los alternadores más en uso, sus características y modo de acoplamiento.

La parte quinta, está exclusivamente dedicada al transporte, distribución y transformación de la energía eléctrica, y en ella se estudian sucesivamente: las canalizaciones eléctricas en los



diversos casos que la práctica presenta; los diferentes sistemas de distribución; los transformadores describiendo los tipos más conocidos y por último los electro-motores, sentando su teoría y examinando aquellos más notables.

Finalmente, el autor reserva la parte sexta para las aplicaciones ó sean los distintos modos de utilizar la energía eléctrica, ya sea para el alumbrado eléctrico, ya para la transmisión eléctrica de la potencia mecánica, ya para la tracción eléctrica y por último para la electro-metalurgia. En lo que se refiere al alumbrado eléctrico, indica las importantes leyes empíricas del fenómeno de la incandescencia en el vacío en función de la temperatura, describiendo las experiencias hechas; al tratar de la transmisión de fuerza, considera el empleo de las corrientes alternativas; en la tracción eléctrica considera la tracción por medio de acumuladores y en la electro-metalurgia, trata especialmente de la metalurgia del aluminio y de la soldadura eléctrica.

En resumen: la obra del señor Félix Lucas es de un gran valor para los Ingenieros así como para los Constructores que se dediquen á este ramo de la industria cada día más vasto por las nuevas aplicaciones que la electricidad consigue no solo en las demás industrias, sino también en los servicios públicos, comprendiendo los de la guerra y los de la marina. Además, la claridad con la cual las diversas materias están tratadas, los extremos tan bien escogidos para aumentar esta y el esmero por parte de los editores, contribuyen considerablemente á la mayor utilidad de esta obra que recomendamos.

---

*Bateaux et Navires*, progrès de la Construction navale à tous les âges et dans tous les pays, par le marquis de Folin, ancien officier de marine. 1 vol. in 16 de 328 pages avec 132 figures dessinées par l'auteur (*Bibliothèque scientifique contemporaine*). — Librairie J.-B. Baillière et Fils, 19 rue Hautefeuille, à Paris; prix: 3'50 francs.

Este libro nos hará conocer todas las formas de los barcos usados desde el origen de la navegación hasta nuestros días, en todos los países del mundo.

Son desde luego las *almadías* y las *piraguas*; luego las *embarcaciones de pesca* que el autor estudia en las costas y los ríos de Francia, en los mares del Norte, en las costas de España, de Portugal, de Italia, en el archipiélago griego, en Egipto, en Marruecos, en el Japón, en la China y Conchinchina y en las dos Américas; enseguida vienen los *barcos de transporte*, *bricks*, *goletas*, *barcos de costa*, *pontones*, *dragas*, *diques flotantes*, *brulotes*, *puentes de barcas*, etc.

En el capítulo de los *buques mercantes*, encontramos los de tres palos, los paquebotes, desde los tipos primitivos hasta los modelos más perfeccionados y en los *buques de guerra*, las corbetas, las fragatas, los buques de dos y tres puentes, los acorazados y los torpederos.

La obra termina por los *buques de recreo* y los *sub-marinos*.

Es un magnífico libro por la rareza de los asuntos que trata, por la diversidad de los países que nos hace recorrer y de los cuales



el autor ha visitado una gran parte, por las narraciones atractivas con las cuales ha sembrado sus descripciones, y sobre todo por las numerosas figuras con que ha enriquecido su texto.

---

De la «Société des Ingénieurs Civils».—*Annuaire de 1892.*

---

De nuestro apreciado compañero y consocio D. Mariano Capdevila y Pujol, hemos recibido los interesantes opúsculos siguientes:

*Saneamiento de una población.*—Aprovechamiento agrícola y desinfección subsiguiente de las aguas inmundas de una red de cloacas.

*Caracteres de la enfermedad causada por la filoxera.*—Medios de hacer frente á esta plaga.—Indicaciones sobre la elaboración de los vinos y fabricación de segundos vinos por adición de azúcar al orujo.

En ambos trabajos que han sido objeto de conferencias especiales, el señor Capdevila ha demostrado una vez más su competencia en estos estudios y ha dado una nueva prueba de lo bien que sabe corresponder á la confianza que en él tiene depositada la Excmá. Diputación de esta provincia.

---

—De la Dirección General de Contribuciones indirectas hemos recibido;

*Estadística general del Comercio de Cabotaje entre los Puertos de la Península é Islas Baleares en 1890.*

---

—De «El Economista Español»:

*Aranceles de Aduanas para la Península é Islas Baleares.*—Franquicias de derechos y disposiciones relativas al arancel.

---

—Del socio D. Emilio Riera;

*Catalogue des Machines* de Dobson D' Barlow de Boston (Angleterre.)

---

—De la Dirección de Estadística general de la República Oriental del Uruguay:

*El Anuario Estadístico de la República* correspondiente al año 1890.

---

—De la Asociación de Arquitectos de Cataluña:

*Lista de los Individuos* que la componen en 1892.

---