

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 30 DE MAYO DE 1886.

4.ª Serie.

Tomo 4.º

Número 10.

AÑO XXXIV DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Frenos continuos, por E. Maristany y Gibert (continuación).—Saneamiento de las poblaciones, por D. Pedro García Faria.—Memoria sobre el Renacimiento, por D. Teodosio Alonso y Pesquera (continuación).—Estado de las carreteras provinciales de Barcelona, por D. Melchor de Palau.—Lámina 40: *Freno continuo automático y moderable, sistema Westinghouse modificado, por la Compañía de París, Lyon, Mediterraneo.*

FRENOS CONTÍNUOS.

(Continuación.)

Digamos, pues, que los órganos del freno Westinghouse son susceptibles de dar gran moderacion al enfrenamiento, como lo demuestran asimismo la práctica y la experiencia.

Por el manómetro que el maquinista tiene constantemente á la vista, conoce el grado de presion de la tubería general y, por consiguiente, el esfuerzo resistente desarrollado sobre las ruedas, puesto que prescindiendo de los rozamientos de todos los órganos, este esfuerzo sólo es funcion de la presion del aire que actúa sobre los émbolos de los cilindros de los frenos, y ya hemos dicho que el maquinista en muy poco tiempo adquiere la facilidad de conocer esta relacion, y por tanto, la facultad de moderar la accion del freno á su voluntad.

En resúmen; los frenos de aire comprimido tienen grandes ventajas sobre los otros sistemas, y no merecen, de ningun modo, la imputacion de no ser moderadores, porque teórica y prácticamente lo son; y así lo han confirmado las experiencias verificadas por la Compañía del Oeste de Francia, así como que para las pendientes inferiores á 17 milésimas y de poca longitud, las citadas experiencias, dadas á conocer en otro lugar, hacen irreprochable el freno Westinghouse.

Pero se ha pretendido que en pendientes superiores á 20 ó 30 milésimas y de gran longitud, el freno no tendria buena aplicacion, porque los depósitos de aire se vaciarían muy rápidamente, y para llenarlos seria preciso aflojar los frenos. Se ha dicho tambien que si la presion en los depósitos llegase á ser superior á la conveniente, habria que esperar el escape

de cierta cantidad de aire y aflojar los frenos para tener de nuevo una presión inferior, y que como al aflojar los frenos el tren adquiere velocidad, se presentarían grandes dificultades para mantener la velocidad constante.

A estas objeciones debe contestarse, que conseguir aquella velocidad es más bien una consideración teórica que práctica, porque no hay ninguna utilidad en alcanzarla, ni el maquinista dispone generalmente de medio alguno exacto para apreciarla. Lo único que puede exigirse es que se mantenga entre límites estrechos, por ejemplo, entre 4 ó 5 kilómetros de diferencia.

El tiempo necesario para aflojar y apretar de nuevo los frenos para que se restablezca la presión en la tubería general y en los depósitos no pasa, por término medio, de 4 ó 5 segundos, y como demostraremos por el cálculo, un tren de viajeros, por fuerte que sea la pendiente sobre que marche y por pesado que sea, no puede tomar gran incremento de velocidad al cabo de aquellos segundos.

En efecto, si designamos por $P = 200.000$ kilogramos el peso total del tren (guarismo que de propósito tomamos exagerado), y por i la pendiente = $0^m,030$; en el momento en que se aflojen los frenos, el tren, bajo la influencia de las fuerzas que lo soliciten, tomará una aceleración j . Estas fuerzas son: 1.ª El peso P multiplicado por la pendiente i , es decir,

$$F = 200.000 \times 0,030 = 6.000 \text{ kilogramos,}$$

y 2.ª Las resistencias que se oponen al movimiento, que se pueden evaluar en $3^k,5$ por tonelada del peso del tren, ó sea

$$R = 200 \times 3^k,5 = 700 \text{ kilogramos.}$$

Es sabido, por un principio de mecánica, que las aceleraciones son entre sí como las fuerzas que solicitan una misma masa; de consiguiente,

$$\frac{j}{g} = \frac{F - R}{P} .$$

$$j = 9,80 \times \frac{6.000 - 700}{200.000} = 9,80 \frac{5.300}{200.000} .$$

$$j = 0^m,25.$$

Admitamos que el movimiento es uniformemente acelerado, aunque no sea rigurosamente exacto, porque la resistencia del tren crece con la velocidad; pero como esto nos conducirá á un valor muy grande para j y contrario á nuestro propósito, no lo modificaremos, porque al fin vendrá á apoyar lo que nos proponemos demostrar: tenemos, pues,

$$V = V_0 + jt,$$

y siendo t igual á 4 ó 5 segundos,

$$jt = 0,25 \times 5 = 1^m,25,$$

y expresando la velocidad en kilómetros por hora,

$$jt = 1^m,25 \times 3.600 = 4,5 \text{ kilómetros};$$

es decir, que resultaria una variacion de 4 á 5 kilómetros por hora en la velocidad, áun suponiéndola uniformemente acelerada, variacion que es absolutamente insignificante en la práctica y que apénas se puede apreciar sin disponer de algun indicador de velocidad. Además, se podrian citar numerosos ejemplos de líneas de largas y fuertes pendientes, en las que se usan los frenos de aire comprimido, y con los que se modera y mantiene constantemente la velocidad de los trenes.

En resúmen, de la cualidad moderadora de los sistemas de frenos continuos puede decirse:

1.º Que los sistemas mecánicos y eléctricos no son moderadores. 2.º Que lo son en mayor ó menor grado todos los atmosféricos, bien sean del vacío ó de aire comprimido. 3.º Que las opiniones están muy divididas respecto á si son más moderadores los unos que los otros. 4.º Que áun suponiendo cierto que posean más accion moderadora los del vacío que los de aire comprimido, como estos últimos son tambien perfectamente moderadores, y como además son más potentes y de accion más rápida y simultánea, nada tiene de extraño que se hayan considerado como superiores en la discusion anterior.

INCIDENTES Y ACCIDENTES PRODUCIDOS Y EVITADOS CON LA APLICACION DE LOS FRENOS CONTÍNUOS.

Se citan á menudo, y á propósito de los incidentes ó accidentes debidos al empleo de los frenos continuos, los guarismos de las relaciones trimestrales del *Board of Trade* para deducir consecuencias favorables á un sistema dado. Estas relaciones de nada nos sirven para aducir nuevas ventajas ó inconvenientes en favor de los frenos de aire comprimido ó del vacío, acerca de los que gira principalmente esta discusion. Y no las tendremos en cuenta: primero, porque todas las estadísticas allí consignadas se refieren, más que á dichos sistemas, á los frenos automáticos ó no automáticos en general, y al hablar de la automaticidad ya se dijo cuanto se creyó pertinente á este objeto; segundo, porque las estadísticas del *Board of Trade*, desde el punto de vista de la comparacion de los diversos sistemas de frenos, no tienen el alcance y la importancia que por otros conceptos merecen; y esto se comprende, porque dichas estadísticas son una recopilacion de los datos, no siempre exentos de parcialidad, entregados por las mismas Com-

pañías inglesas, sin inspeccion ninguna del *Board of Trade*; y tercero, porque muchas Compañías, al remitir sus datos, mezclaron los incidentes y los accidentes, dando lugar á gran confusion. Por todas estas razones, para sacar de dichas estadísticas deducciones favorables á uno ú otro sistema, seria preciso hacer una clasificacion metódica de los hechos en ellas señalados para que permitiesen apreciar con entero conocimiento su gravedad é importancia, y esto seria causa de tan improbo trabajo que si el mismo *Board of Trade*, al publicar sus estadísticas no lo ha hecho, evidentemente ménos podremos nosotros hacerlo aquí.

INCIDENTES.—Los incidentes á que dá lugar el empleo de los frenos continuos pueden dividirse en tres clases, tanto bajo el aspecto de su naturaleza, como del de sus consecuencias.

1.º *Mayor tiempo invertido en las paradas de las estaciones*.—Estos incidentes tienen poquísima importancia, puesto que no comprometen la seguridad de los frenos, y producen, en todo caso, retrasos insignificantes de uno ó dos minutos. Su proporcion, relativamente al número de paradas, es, además, muy pequeña. Al principio de la aplicacion del freno Westinghouse por la Compañía del Oeste de Francia, habia retrasos en las paradas de las estaciones intermedias para aflojar los frenos. Estos retrasos de 1 ó 2 minutos, y algunas veces de 3 ó 4, eran debidos casi siempre á la inexperiencia de los maquinistas y á la falta de esmero en la construccion de las triples válvulas; pero hoy, el número de estos incidentes con el freno Westinghouse no pasa de 1 por cada 30.000 paradas, y tambien son en pequeño número los que ocurren con los demás sistemas de aire comprimido y del vacío.

2.º *Paradas inesperadas*.—Estos incidentes en los sistemas automáticos se han considerado por muchos como inconvenientes de gran importancia, pero no la tienen en realidad, como hemos demostrado anteriormente; de tenerla, alcanzaria lo mismo á los frenos de aire comprimido que á los del vacío.

Las paradas intempestivas se producen igualmente por averías en las piezas de la máquina; pero estos casos están previstos en los reglamentos de explotacion de los ferrocarriles, y los agentes de los trenes saben cómo se protege un tren detenido en la vía general. Que la detencion provenga de avería en un órgano del freno ó de la rotura de un tubo de la caldera, el resultado es el mismo, y el tren queda en idénticas condiciones. No hay, pues, razon para dar tanta importancia á estos incidentes cuando provienen del freno, y no dársela cuando dependen de otras causas.

Si estos incidentes se multiplicasen, es cierto que serian origen de perturbaciones serias en las líneas de mucho tráfico; pero la experiencia prueba que no sucede así, y que es infinitamente mayor el número de veces que

un tren se detiene intempestivamente en la vía general por otras causas que por desarreglo de los frenos continuos. La mayoría de las paradas ocasionadas por los frenos provienen de la rotura de los tubos de acoplamiento, que son de caucho, y este inconveniente existe en todos los sistemas de frenos continuos.

Si se consigue, pues, evitar el empleo del caucho, desaparecerán casi en absoluto las ya poquísimas paradas inesperadas de los trenes en la vía general, debidas á los frenos continuos.

3.º *Falta del freno en un momento dado.*—La falta de acción del freno continuo y de toda su potencia cuando se trata de evitar un accidente, es, sin contradicción, el mayor defecto que puede presentar aquél. En tesis general, todos los aparatos que interesan á la seguridad, deben poderse inspeccionar constantemente para tener la evidencia de que el tren puede refrenarse. En los frenos continuos, la facilidad de inspeccionar se realiza maravillosamente por la automaticidad, que acusa en seguida cualquier defecto, sea cualquiera su importancia. Si el maquinista ha reconocido y ensayado su freno ántes de la partida, no es posible que le falte en marcha cuando haya de hacer uso de él, y por el contrario, se ha visto ya, al tratar de la automaticidad, que son numerosos los casos en que los frenos no automáticos no funcionaron en el momento preciso en que el maquinista tuvo que servirse de ellos, porque ninguna señal le avisó ántes que el aparato no estaba en buen estado para tomar las medidas de precaucion consiguientes. Las estadísticas inglesas publicadas por el *Board of Trade*, relativas al primer semestre de 1883, no acusan ningun incidente de esta naturaleza imputable al freno Westinghouse, mientras que hay 211 de estos incidentes para el freno del vacío no automático.

Resúmen.—En resumen, las estadísticas relativas á los incidentes, nos enseñan:

1.º Que no es posible deducir de ellas cuál de los dos sistemas, si el de aire comprimido ó el del vacío, es mejor.

2.º Que es incontestable la gran superioridad de los sistemas automáticos sobre los no automáticos, cualquiera que sea la clase de motor empleado para que funcionen.

3.º Que el número de los incidentes con frenos continuos automáticos es reducidísimo, y que disminuye extraordinariamente en virtud de las reformas introducidas en los distintos órganos de los aparatos, y á medida que los maquinistas saben manejarlos mejor.

ACCIDENTES.—Los accidentes evitados con los frenos continuos son tan varios y numerosos, que seria curioso y daria gran idea de su inmensa importancia y utilidad una estadística completa de aquéllos.

Entre los ocurridos en época reciente, y de los que dan cuenta periódicamente

camente las revistas profesionales, hay muchos en que se han evitado choques y alcances de trenes, atropellos de personas que caminaban ó que atravesaban la vía, ó que cruzándola en una estacion, han sido sorprendidas por la llegada de un tren, y otros, en fin, en que se han colocado obstáculos de pronto sobre la vía ó se encontraban trenes ó material estacionado ó en maniobras en las estaciones, ó habia agujas mal presentadas, etcétera, etc.

En España apénas si son conocidos los frenos continuos; sólo sabemos que los emplea en los trenes expresos la Compañía de los ferrocarriles directos de Madrid y Zaragoza á Barcelona, en la línea de Valls á Villanueva y Barcelona (1); pero lo dicho basta para demostrar la inmensa ventaja que tienen sobre los ordinarios, y lo confirma la carta que á continuacion transcribimos, autorizados por la amabilidad de su autor, Sr. Guasch, Jefe de traccion y talleres de los referidos ferrocarriles. Dice así la carta: «Barcelona 8 de Abril de 1884. Sr. D. Eduardo Maristany. Estimado amigo: Dispense V. si no he cumplido ántes su encargo referente al freno, por hárbmelo impedido ocupaciones perentorias. El día que mejor pudimos apreciar los buenos resultados del freno Westinghouse automático fué el 17 de Febrero último, que descarriló el tren núm. 6 (expreso), entre el primero y segundo túnel que se encuentran saliendo de Barcelona en direccion á Valls, ó sea en el kilómetro 22,400 de la primera seccion. Momentos ántes de pasar dicho tren, cuando el guarda habia ya recorrido el punto, se desprendió una piedra del desmonte, chocando contra el carril exterior del lado del mar, doblando dicho carril hácia el exterior de la vía, y quedando ésta bastante ensanchada en aquel punto. La piedra que chocó con el carril saltó luego á la cuneta, de modo que no se veía obstáculo alguno sobre la vía. Además, la curva que hay en aquel punto y el desmonte de mucha cota impidieron que el maquinista pudiese ver con anticipacion el desperfecto de la vía. El tren, que estaba formado por un furgon americano de 14^m,80 de longitud y 16.000 kilogramos peso, un coche de tercera de 16^m,32 largo y 17.000 kilogramos peso, y un coche de primera de 16^m,23 largo y 20.000 kilogramos de peso, llegó al sitio del descarrilamiento con una velocidad de unos 70 kilómetros por hora, cayó entre los dos carriles en el punto en que la vía estaba ensanchada, y frotando las ruedas con el carril interior de la curva, fué doblando el carril y convirtiéndole en una hélice de unos 12 metros de paso. Casi inmediato al punto ensanchado de la vía el maquinista aplicó el freno Westinghouse, y gracias á esto, el

(1) Al escribirse esta Memoria, en Abril de 1884, sólo se usaban los frenos continuos en la línea de Valls á Villanueva y Barcelona.

Posteriormente han adquirido diferentes sistemas las Compañías del Norte de España, Tarragona á Barcelona y Francia, y Almansa á Valencia y Tarragona.

tren recorrió sólo unos 100 metros descarrilado, quedando la máquina con un solo eje descarrilado y los demás sobre la vía, sin ninguna avería; el ténder completamente descarrilado, y descarrilados y bastante atravesados en la vía el furgon y los dos coches. Los pasajeros experimentaron sólo alguna sacudida, sin que ninguno de ellos sufriera la menor contusion, en términos que, la mayoría, sólo se dieron cuenta de que el tren había descarrilado cuando ya había pasado el peligro, es decir, cuando el tren estaba ya parado. El mucho peso de los coches americanos, y sobre todo la inmensa ventaja del freno Westinghouse, por el que quedaron refrenados los coches y furgon al mismo tiempo que la máquina, impidió que la inmensa fuerza viva de que aquéllos estaban animados los hiciese chocar entre sí, aplastándose unos con otros, como indudablemente hubiera sucedido á no estar provistos de un freno tan activo. El material móvil sufrió sólo pequeños desperfectos en sus cajas de engrase, ataguías y ejes. En algunos otros casos he tenido ocasion de probar el freno por obstáculos en la vía, y constantemente en las paradas de las estaciones, y siempre se han conseguido magníficos resultados; de modo, que si en todos los trenes de viajeros se adoptare, podrian evitarse la mayor parte de accidentes. Creo que para su objeto, etc.»

Así como de los incidentes es difícil sacar consecuencias favorables á uno ó á otro de los sistemas de aire comprimido ó del vacío, no sucede lo mismo con los accidentes. Los frenos de aire comprimido son más potentes y de acción más rápida y simultánea que los del vacío, y hé aquí por qué evitan mayor número de accidentes que estos últimos, de acuerdo siempre con la práctica y la estadística.

(Se continuará.)

E. MARISTANY Y GIBERT.

MEMORIA SOBRE EL RENACIMIENTO,

POR

DON TEODOSIO ALONSO PESQUERA

INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

PREMIADA EN LOS JUEGOS FLORALES DE VALLADOLID.

(Continuación.)

Lo mismo que en arquitectura, vemos germinar en Pisa la escultura en la primera mitad del siglo XIII. Bajo la dinastía artística de los Pisanos se labran los famosos púlpitos de las *catedrales de Siena y Pisa*, los bajos re-