

EL FRENADO DE LOS VEHICULOS AUTOMOVILES DE CARGA

Por JOSÉ MARÍA PAÚL DE GOYENA,
Ingeniero.

La cuestión del frenado en los grandes vehículos de carga y especialmente de los que arrastran pesados remolques, no está prevista en los reglamentos de circulación de nuestro país; de ahí que consideremos de especial interés la completa información que se presenta en este artículo.

Con la técnica que se sigue actualmente en la fabricación de los motores para los vehículos automóviles y especialmente para los camiones de carga y los tractores destinados a arrastrar pesados remolques, se hace necesario perfeccionar el sistema de frenado de acuerdo con las exigencias del tráfico y con las velocidades crecientes que se consiguen para estos vehículos, cada vez más pesados.

Hace algunos años bastaba levantar el pie del acelerador de un camión automóvil para que se obtuviera ya un efecto retardador de consideración en la marcha del vehículo. Hoy día no sólo es necesario aplicar a fondo el pedal del freno para conseguir el necesario efecto retardador, sino que además se exigen mecanismos que proporcionen la mayor eficacia y ofrezcan las máximas garantías en las operaciones de frenado, lo mismo del camión o del tractor como del remolque acoplado a aquellos.

Las condiciones que principalmente se exigen en el frenado son:

1.º Lograr un gran efecto de frenado en los vehículos tractores y en los remolcados para que su parada se pueda conseguir en la menor distancia posible.

2.º Debe ser posible obtener efectos de frenado y de aflojamiento proporcionales a la presión aplicada al pedal del freno.

3.º La intensidad de frenado en el remolque, cuando existe, debe corresponder a la obtenida en el vehículo tractor.

Para conseguir las condiciones expuestas empleáanse de ordinario mecanismos accionados por aire comprimido, pues este medio de transmisión del frenado es el que con mayor sencillez y seguridad se preconiza hoy día para lograrlas.

Reglamentaciones referentes al frenado de vehículos de carga.

Los reglamentos para la circulación de tales vehículos en nuestro país se refieren únicamente al frenado de los camiones sin remolques y establecen las reglas generales para este frenado, que en esencia

consisten en exigir un freno sobre las ruedas accionado por un pedal y otro independiente de aquél accionado por palanca de mano.

Prescribe, además, nuestro código de circulación, que la distancia de parada, en metros, para un vehículo debe ser igual al cuadrado del número de miriámetros por hora expresivo de su velocidad. Así, un vehículo a la velocidad de 50 Km. por hora (o sea 5 Mm. por hora) deberá parar con el frenado principal a una distancia de 25 metros.

Distancias de parada según otras reglamentaciones.

La reglamentación alemana fija, como mínimo, en 2,5 m. segundo por segundo la deceleración del camión que ha de poder obtenerse con el freno de pedal y en 1,5 m. segundo por segundo la deceleración que proporcionará el freno de mano, suponiendo que los tambores de freno estén calientes y que el camión circule por una pista llana y seca. Para los vehículos nuevos estos coeficientes deben ser considerados con un aumento de un 25 %, en previsión de los futuros desgastes que sufran los mecanismos.

La reglamentación francesa dicta la fórmula siguiente, en la que V representa la velocidad en miriámetros por hora:

Con el frenado principal (por pedal):

Para un turismo: $D = 0,6 V^2 + 2,5 V$.

Para un camión de peso hasta 16 toneladas:
 $D = 0,75 V^2 + 3 V$.

Para un camión de peso mayor de 16 toneladas:
 $D = 0,80 V^2 + 3 V$.

Utilizando sólo el freno de mano, estas distancias deben multiplicarse por 1,8.

Aplicando estas fórmulas a los vehículos a la velocidad de 50 Km. por hora, se obtiene con el frenado principal, en un coche de turismo: $D = 27,50$ m.

Idem id. en un camión hasta 16 toneladas:
 $D = 33,75$ metros.

Idem id. en un camión de más de 16 toneladas:
 $D = 35$ metros.

Con sólo el freno de mano, estas distancias son, respectivamente, de 49,50, 60,75 y 63 metros.

Las deceleraciones que corresponden a estas cifras para vehículos de tipo medio son, con el frenado principal:

Para turismos: 6,5 m. seg. por seg.

Para camiones de menos de 16 toneladas: 5,5 m. seg. por seg.

Para camiones de más de 16 toneladas: 5 m. seg. por seg.

Y con el freno de mano:

Para turismos: 2,75 m. seg. por seg.

Para los demás vehículos: 2,35 m. seg. por seg.

Los reglamentos franceses han establecido recientemente que el frenado de las ruedas delanteras y el de las ruedas traseras hayan de ser realizados por medio de dos distintos circuitos de aire independientes, cuando se emplea el freno por aire comprimido, con objeto de que se conserve íntegro el mando de freno encomendado a uno de ellos en el caso de que en el otro circuito de freno se produzca interrupción o avería.

Con respecto al frenado de los remolques, las reglamentaciones extranjeras establecen preceptos encaminados: unos, a lograr que en el caso de rotura de los enganches del remolque con el camión o tractor queden ambos vehículos frenados automáticamente, y otros, a conseguir que el frenado del remolque se efectúe con intensidad semejante a la del camión y que no se produzcan durante el frenado sacudidas peligrosas para la seguridad de los órganos de enganche entre ambos.

Deceleraciones y tiempos del frenado.

La distancia de parada de un vehículo normal de 4 a 5 Tn. de carga lanzado a la velocidad de 50 Km.

por hora, depende mucho de la clase de firme sobre que rueda y del estado de dicho firme.

La figura 1.^a indica estas distancias de parada en las clases de firmes más corrientes en nuestro país.

Estas distancias de parada se deben de lograr en

— Clases de firmes —

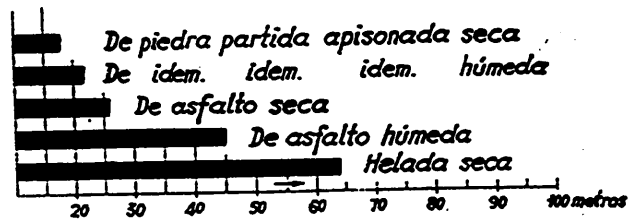


Fig. 1.^a — Distancias de parada a la velocidad de 50 Km. por hora.

el supuesto de que la aplicación de los frenos se efectúe dentro de las normas prescritas por las reglamentaciones que a ello se refieren.

A título de ejemplo, en la figura 2.^a se indican los datos que se estiman como consagrados por la práctica y a los que debe de responder un sistema de frenado eficaz y bien dispuesto.

El tiempo T_a que transcurra antes de empezar a responder el freno desde que se intenta ejercer su acción, debe ser lo más corto posible.

Igualmente debe suceder con el tiempo T_s transcurrido antes de que el freno se aplique.

Se representan también en el gráfico el tiempo

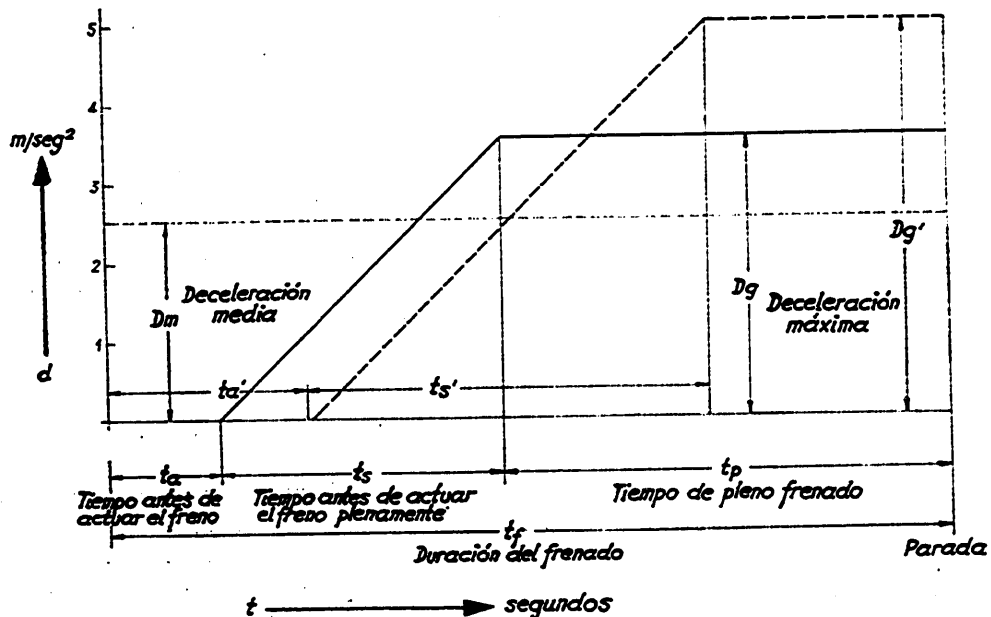


Fig. 2.^a — Deceleraciones y tiempos de frenado.

T_p de aplicación del pleno frenado hasta la parada y el tiempo total T_f invertido en estas operaciones. Este tiempo total T_f , con los sistemas modernos de freno no debe de exceder de unos tres segundos, aproximadamente. Ello corresponde en un camión normal de 4 a 5 Tn. de carga, en pista de asfalto seca y partiendo de la velocidad de 50 Km. por hora. a una distancia de parada de unos 20 a 25 m. La deceleración máxima obtenida en los últimos momentos de frenado llega a ser hasta de 6 m. segundo por segundo.

Las líneas de trazos en el gráfico de la figura 2.^a indican los datos que se refieren a la reglamentación alemana sobre este punto. Como se puede apreciar, los tiempos que se exigen en ella son algo más latos, pero en cambio la deceleración máxima alcanza un valor algo superior con el resultado de obtener igual tiempo de parada con igual deceleración media.

Los gráficos de la figura 3.^a representan los diagramas obtenidos con registradores adecuados en los ensayos efectuados en el Instituto Técnico de Hannover con un camión pesado de tipo moderno dotado de un sistema de freno por aire comprimido sistema Westinghouse, partiendo de una velocidad inicial de 50 Km. por hora.

El diagrama superior representa los tiempos obtenidos en las operaciones del frenado y las deceleraciones que corresponden a estas mismas operaciones. Se puede observar en el diagrama que el tiempo T_a invertido en la preparación del frenado queda reducido a 0,5 de segundo. El tiempo T_s de aplicación del frenado hasta lograr su plena acción es de 0,4 de segundo y el tiempo total T_f invertido en la parada es de tres segundos. La deceleración máxima alcanzada llega a 5,8 m. segundo por segundo.

En el diagrama inferior se representan las mismas operaciones referidas a la distancia recorrida por el camión con el resultado de parar a los 25 m. del punto en que se intentó aplicar los frenos.

Deceleraciones

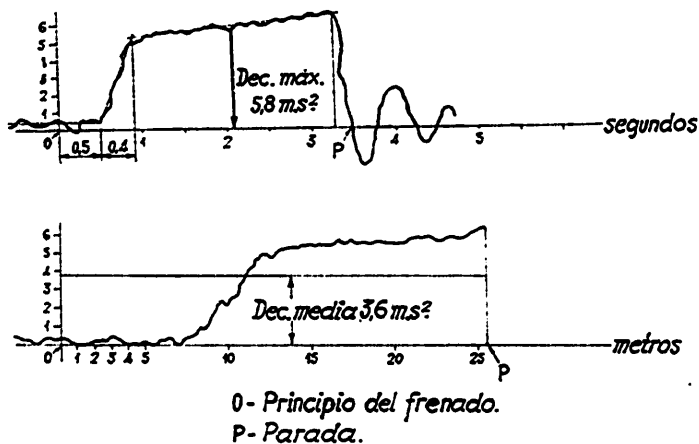


Fig. 3.^a — Retardos en función del tiempo y de la distancia.

Medios de abreviar los tiempos en las operaciones de frenado.

Como se puede apreciar por los diagramas precedentes, es necesario llegar a abreviar lo más posible el tiempo que se invierte en lograr la total aplicación de los frenos. Una de las causas que principalmente intervienen en ello es la proximidad de los cilindros de freno a las válvulas de paso del aire comprimido que procede de los depósitos adecuados. A estas válvulas intermedias de paso se las suele denominar válvulas relé. Su misión consiste en dejar pasar el aire directamente desde un depósito auxiliar al cilindro o cilindros de freno, tan pronto como aquéllas reciben el mando de aire desde la válvula de mando principal, colocada relativamente lejos de las válvulas relé.

La figura 4.^a representa diversos esquemas de la colocación de los depósitos y de las válvulas relé en relación con los cilindros de freno. Los resultados que en cada caso se obtienen en los tiempos del frenado se indican en el cuadro de la derecha de la figura. Se ha supuesto que las tuberías que enlazan las válvulas relé con los cilindros tienen diámetros de 15/18 mm.

En el esquema superior el vehículo no lleva depósitos auxiliares ni válvulas relé, y se obtienen, por lo tanto, tiempos muy latos antes de que empiecen a responder los frenos con plena eficacia. Los tiempos obtenidos con este montaje son de 0,9 segundo para las ruedas delanteras y de 1,1 segundo para las posteriores (con carreras de vástagos de cilindros de 70 mm.).

En el esquema intermedio la colocación de un depósito auxiliar y una válvula relé cerca de las ruedas posteriores, reduce casi a la mitad los tiempos necesarios para la aplicación de los frenos en iguales circunstancias.

En el esquema inferior el empleo de un depósito auxiliar y una válvula relé para cada uno de los juegos delanteros y traseros proporciona la máxima rapidez en la aplicación total de los frenos. Obsérvese, en efecto, que los tiempos conseguidos para la aplicación de los frenos delanteros (0,28 de segundo) y de los posteriores (0,38 de segundo), llega a ser una tercera parte de los obtenidos en el primer caso para las carreras de vástagos allí consideradas.

Funcionamiento general del frenado por aire comprimido.

FRENADO DE UN CAMIÓN O TRACTOR.

El aire comprimido se produce por medio de un compresor de capacidad variable (entre 100 y 250 litros por minuto, según el tonelaje del camión) que es accionado, bien sea por acoplamiento directo a un árbol secundario del motor o bien por el arrastre de

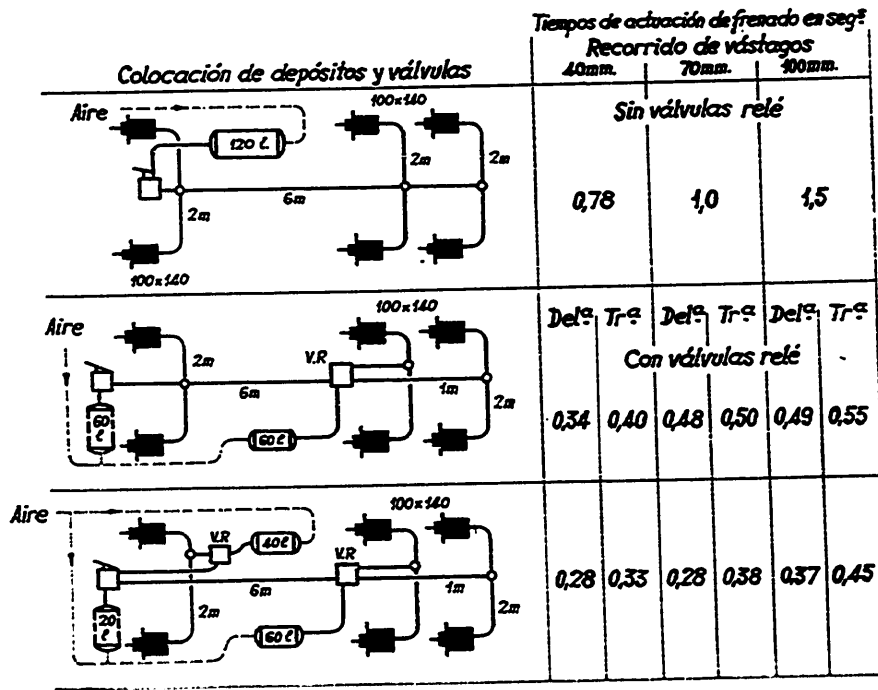


Fig. 4.^a — Tiempos de frenado obtenidos con diversas instalaciones

una correa trapezoidal encajada en otra polea solidaria del cigüeñal del compresor.

El aire comprimido se almacena, por lo general, a la presión de 7 Kg. en los depósitos, después de pasar por algunos aparatos auxiliares destinados a purificar el aire y a regular su presión, como se indica en el esquema figura 5.^a.

De los depósitos para el aire comprimido a la

válvula de freno del conductor, de doble circuito, accionada comunmente por pedal; y de ahí cuando el pedal es oprimido por el conductor pasa el aire a presión a los cilindros de freno del camión o tractor, bien sea directamente o bien por intermedio de válvulas relé, como antes quedó explicado en la figura 4.^a.

A este sistema de frenado se le denomina frena-

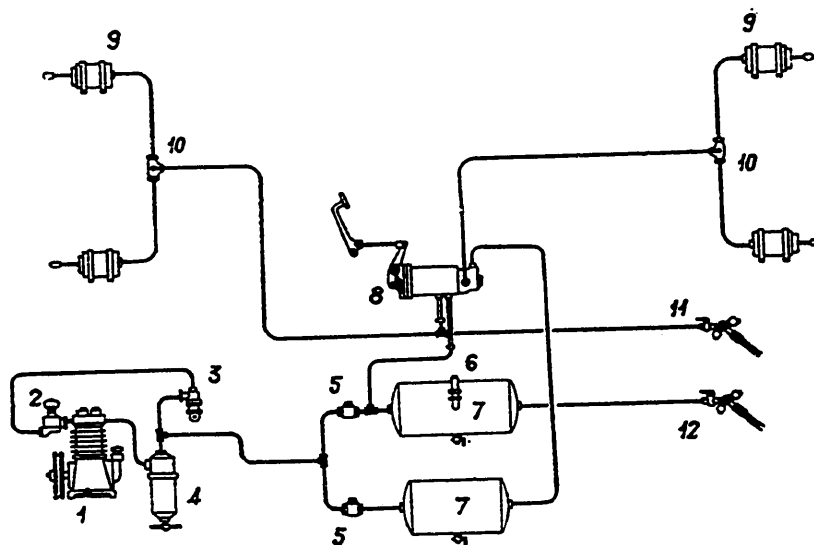


Fig. 5.^a — Esquema de frenado de un vehículo tractor.

1, compresor; 2, aspiración y filtro; 3, regulador; 4, desengrasador; 5, válvula de retención; 6, válvula de seguridad; 7, depósitos; 8, válvula principal de freno; 9, cilindros de freno; 10, válvulas de aflojamiento; 11 y 12, conexiones al remolque.

do directo, puesto que la presión del aire se transmite directamente desde los depósitos principales a los cilindros o diafragmas de freno de las ruedas.

FRENADO DE UN REMOLQUE.

En el frenado de un remolque ha de seguirse un procedimiento sustancialmente diferente del frenado del camión, toda vez que el remolque deberá quedar frenado automáticamente cuando se lo desligue del camión o cuando accidentalmente sufra rotura el enganche del camión o tractor con el remolque.

Dos distintos métodos pueden seguirse para esta realización, según la técnica que se emplea para lograrlo.

FRENADO DEL REMOLQUE CON DOS TUBERÍAS (FIG. 6.ª).

Una de estas tuberías, denominada tubería de frenado directo, puede considerarse como una pro-

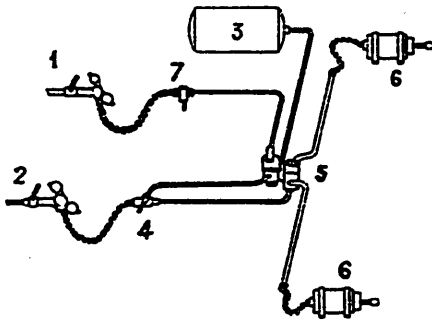


Fig. 6.ª — Frenado de un remolque con dos tuberías. 1 y 2, conexiones al tractor; 3, depósito de aire; 4, llave de tres vías; 5, válvula de aplicación y urgencia; 6, cilindros de freno; 7, llave vacío cargado.

longación de la tubería de frenado del camión y transmite a los cilindros de freno del remolque una presión aproximadamente igual a la que se aplica a los del camión, siendo como ésta graduable a voluntad del mecánico. Este sistema directo se emplea para el servicio normal de frenado al remolque.

La segunda tubería, denominada de frenado automático, se mantiene cargada a presión durante la marcha del vehículo y, por intermedio de una válvula denominada de urgencia, mantiene a su vez cargado de aire un depósito auxiliar emplazado en el remolque. Cuando se descarga la tubería automática o se produce una depresión en ella por una causa cualquiera (rotura o avería en el enganche), la válvula de urgencia permite el paso de aire a presión desde el depósito auxiliar a los cilindros o diafragmas de freno, produciéndose el frenado automático o de urgencia. Este sistema de frenado en este caso no es graduable, y en cierto modo es independiente de la voluntad del conductor.

El sistema de freno reseñado es, en resumen, un sistema de dos tuberías con frenado directo graduable para el servicio normal y frenado automático no graduable para servicio de urgencia. Este sistema de frenado se emplea frecuentemente en los camiones americanos y en la mayor parte de los camiones europeos.

FRENADO DEL REMOLQUE POR UNA SOLA TUBERÍA. (FIGURA 7.ª)

Este sistema de frenado suele ser utilizado en los camiones alemanes. Se caracteriza por emplearse para frenado del remolque sólo una tubería automática y de depresión graduable, que normalmente se

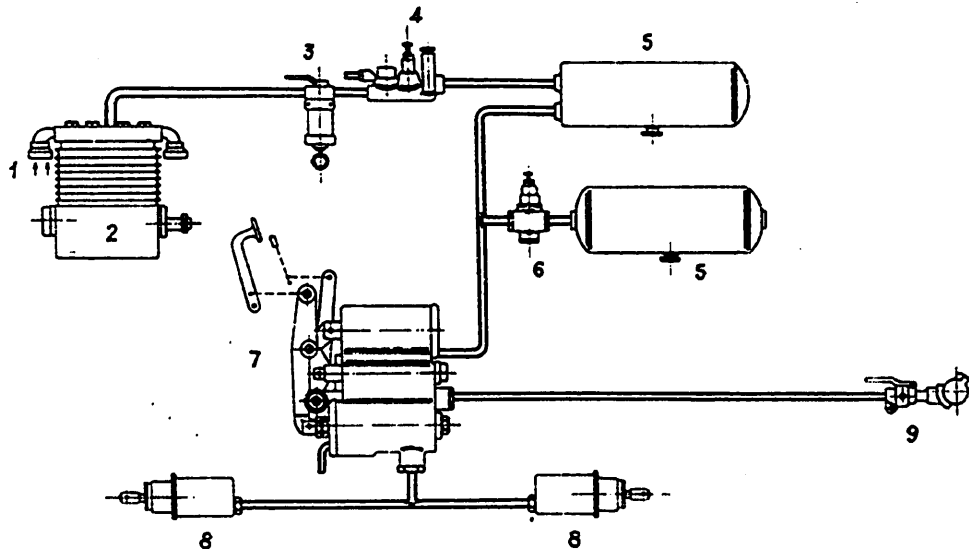


Fig. 7.ª — Frenado de un remolque con una tubería. 1, filtro de aspiración; 2, compresor; 3, botella de neumáticos; 4, conjunto de regulador, válvula de seguridad y válvula de retención; 5, depósitos; 6, válvula de retención; 7, válvula principal de freno, 8, cilindros de freno; 9, conexión al remolque.

halla cargada a presión y que alimenta al depósito auxiliar del remolque por intermedio de una válvula de servicio y urgencia graduable.

En el frenado de servicio, el conductor puede hacer variar la depresión en la tubería automática provocando un paso graduado del aire desde el depósito auxiliar a los cilindros o diafragmas de freno en el remolque.

El frenado de urgencia se produce de igual modo que en el caso anterior, cuando accidentalmente la rotura del enganche produce una depresión brusca del aire en la tubería de enlace con el remolque.

Este sistema es, por lo tanto, un sistema de frenado de una sola tubería, automático para el frenado de urgencia, pero graduable para el frenado de servicio.

OBSERVACIÓN PERTINENTE AL FRENADO DE LOS REMOLQUES.

En cualquiera de los indicados sistemas de frenados debe disponerse el funcionamiento de las válvulas de accionamiento de los frenos de manera que la acción del frenado en el remolque empiece un poco antes que el frenado del camión, con el objeto de evitar que el remolque pueda lanzarse sobre el camión con ocasión de la frenada.

Prescripción de los reglamentos franceses sobre el frenado de los remolques.

(Orden de 15 de julio de 1954.)

A título informativo se reproducen abreviadamente las prescripciones francesas en lo que atañe al frenado de los vehículos remolcados. Los remolques cuyo peso cargados exceda de 750 Kg. deben estar provistos de una instalación de frenado que

comprenda un frenado de aparcamiento y otro frenado de servicio, según las reglas siguientes:

1.^a En los remolques ligeros de dos ruedas para efectos o equipajes cuyo peso se halle comprendido entre 750 Kg. y 1 250 Kg. el frenado de servicio puede ser directo, o sea mandado por la misma presión de aire que acciona el freno del vehículo tractor.

2.^a En los remolques ligeros de equipajes de peso superior a 1 250 Kg. y en los de cuatro ruedas con peso superior a 750 Kg. el frenado cumplirá doble misión: frenar al remolque con freno directo para el servicio normal y con freno automático en el caso de rotura de su enganche con el vehículo tractor.

Algunas variantes en el sistema de frenado.

I

FRENO AUXILIAR DEL REMOLQUE CON VÁLVULA DE MANDO A MANO.

Con objeto de poder frenar el remolque con independencia del tractor o camión, se dispone de un frenado independiente del remolque gobernado por una válvula de mano colocada en la columna de dirección, cerca del volante. Este freno debe de ser accionado con alguna anticipación al frenado del camión, con objeto de evitar las sacudidas en el enganche del remolque si éste se frenara en retardo con respecto a aquél.

La figura 8.^a representa esta disposición, en la cual se pueden observar la necesidad de prever una tubería especial para el frenado independiente del remolque y el empleo de una válvula doble que separe la acción de este frenado a mano de la del frenado que pueda recibir el remolque en combinación

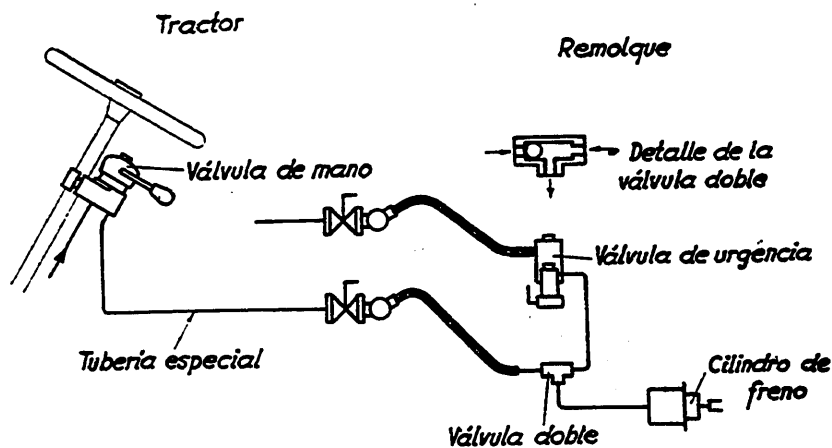


Fig. 8.^a — Válvula de mano para frenado del remolque.

con el frenado ordinario directo mandado por el pedal de freno.

La figura 9.^a representa una mejora de esta disposición, consistente en conjugar el frenado a mano del remolque con el frenado simultáneo de uno de los ejes del camión, mandado también a mano. Esta disposición presenta la ventaja de que puede hacerse uso de toda la presión disponible para el frenado utilizándola simultáneamente en el eje frenado del camión y en el remolque.

Cuando se emplea esta disposición, los reglamentos franceses exigen que el depósito de aire que lo alimenta sea independiente del depósito principal de aire y vaya aislado de éste por medio de una válvula de retención, como se indica en la citada figura 9.^a.

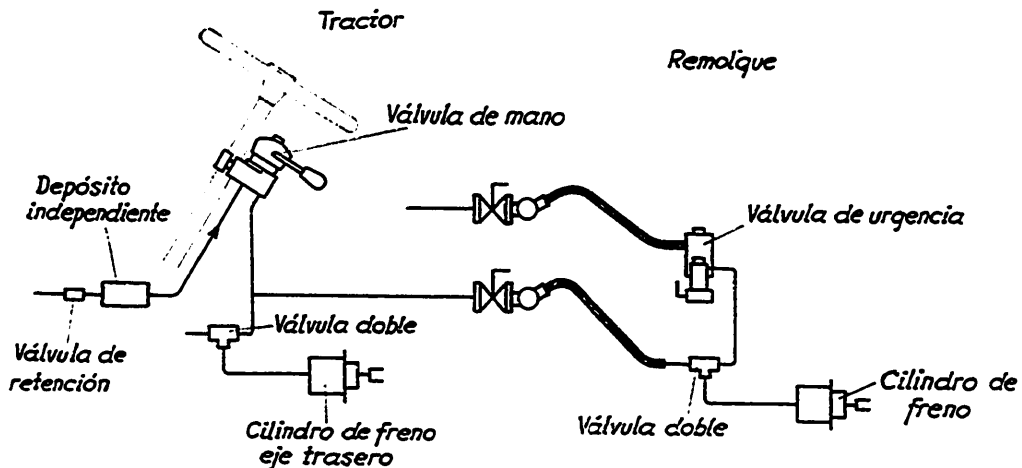


Fig. 9.^a — Válvula de mano para frenado del tractor y del remolque.

II

SERVOFRENOS.

Con el nombre genérico de "servofrenos" se conocen los mecanismos que multiplican el esfuerzo del pedal de freno, bien sea utilizando la depresión del motor (servofreno a depresión) o bien el aire comprimido de que se disponga en el vehículo (servofreno a presión).

SERVOFRENO A DEPRESIÓN.

En este sistema el accionamiento del pedal de freno permite establecer un grado mayor o menor de depresión (tomado de la aspiración del motor) en un cilindro de freno cuyo vástago se mueve a merced de la succión establecida. Este sistema suele ser muy empleado en el frenado de los coches automóbiles.

Cuando sea necesario frenar un ligero remolque arrastrado por el coche automóvil, este sistema de

freno es un auxiliar muy apreciado que resuelve este problema con gran sencillez.

En la figura 10 se representa un remolque ligero cuyo frenado se establece desde el coche automóvil por medio de un sencillo distribuidor enlazado al pedal de freno, y que efectúa el frenado del remolque por medio del servofreno a depresión instalado en el mismo remolque.

Si las condiciones del remolque exigieran el empleo de un doble freno (directo y automático), se utiliza el procedimiento indicado en la figura 11, empleado por la Westinghouse de Frenos. En el remolque se establece un depósito de vacío cuya depresión la sostiene la aspiración del motor. El coche y el remolque están enlazados por dos tuberías: la

del frenado directo (normalmente a la presión atmosférica) y la tubería automática (normalmente sometida a depresión). Cuando se acciona el freno directo (por la voluntad del conductor), el distribui-

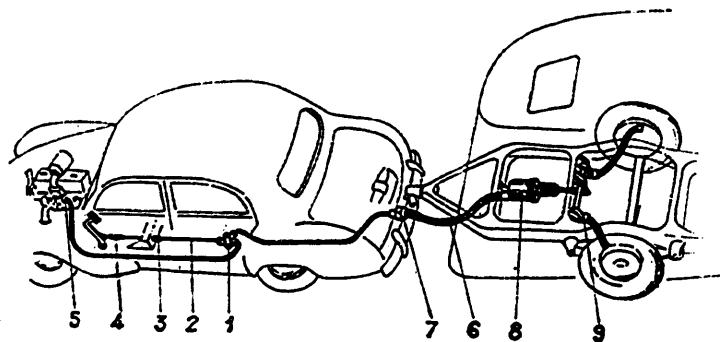


Fig. 10. — Servofreno en un remolque ligero acoplado a un coche de turismo.

1, distribuidor; 2, cable de mando; 3, tornillo de regulación; 4, resorte; 5, toma de depresión; 6, acoplamiento flexible; 7, racor rápido; 8, cilindro de depresión; 9, árbol repartidor.

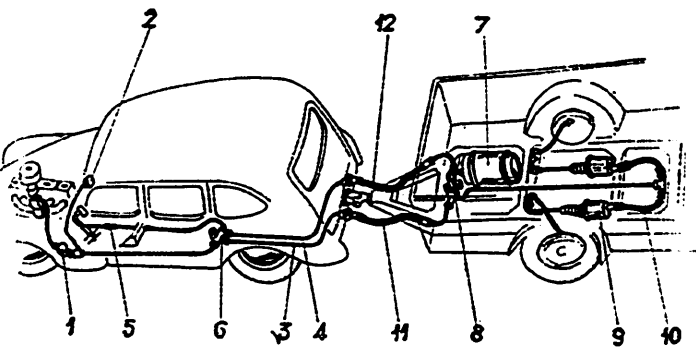


Fig. 11. — Servofreno en un remolque pesado acoplado a un coche de turismo.

1, válvula de retención; 2, vacuómetro; 3, tubería de freno automático; 4, tubería de freno directo; 5, resorte; 6, distribuidor; 7, depósito de vacío (15 litros); 8, válvula de urgencia; 9, cilindros de freno; 10, flexibles; 11, acoplamiento de freno automático; 12, acoplamiento de freno directo.

dor de depresión gobierna directamente la depresión en los servofrenos del remolque. En caso de rotura de la tubería automática, la entrada de aire en la válvula de urgencia provoca la comunicación entre el depósito de vacío y los servofrenos del remolque, produciendo el frenado total de éste.

SERVOFRENO MIXTO POR AIRE COMPRIMIDO E HIDRÁULICO (óleoneumático).

Para los vehículos de tres a cinco toneladas de carga útil dotados de freno hidráulico se suele emplear un servofreno como medio auxiliar de reforzar el frenado. El esfuerzo aplicado al pedal para frenar el vehículo de tracción es secundado por el aire comprimido, el cual al propio tiempo puede proporcionar el frenado del remolque.

En el sistema que se expone el pedal del freno

forma un bloque con el equipo del servofreno, en cuya parte posterior se encuentra fijado el cilindro hidráulico.

En los equipos de servofreno para camiones aislados se suele adoptar la disposición de la figura 12, que se explica por sí sola.

El equipo de servofreno puede también utilizarse combinándolo con el frenado del remolque, bien sea por una tubería o bien por dos tuberías, actuando la tubería automática por depresión, como se explicó más arriba.

La figura 13 se refiere a este último caso, y en ella se puede observar el enlace del bloque óleoneumático a las tuberías del freno directo del remolque. La tubería del freno automático parte directamente del depósito de aire.

Al accionar el pedal de freno se producen los dos efectos siguientes:

1.º Se transmite la presión de aire a la tubería del remolque, lo que produce el frenado de éste con algún avance sobre la del camión o tractor, dependiendo lo mismo esta anticipación que el efecto de este frenado de la graduación que se dé a la válvula de frenado del remolque.

2.º Cuando la presión establecida llega a 0,2 ó 0,3 Kg., se envía aire comprimido al cilindro de aceite, el cual, por esta causa, adquiere una presión del orden de 40 a 50 Kg. (y hasta de 90 Kg. en caso de urgencia) y acciona los frenos del vehículo tractor por el procedimiento normal de cilindros de doble émbolo que actúan sobre las zapatas de las ruedas.

El frenado óleoneumático es susceptible de una sencilla graduación, lo mismo para el frenado como para el aflojamiento de frenos.

En el caso de que el aire comprimido se agotara eventualmente, queda la posibilidad de utilizar direc-

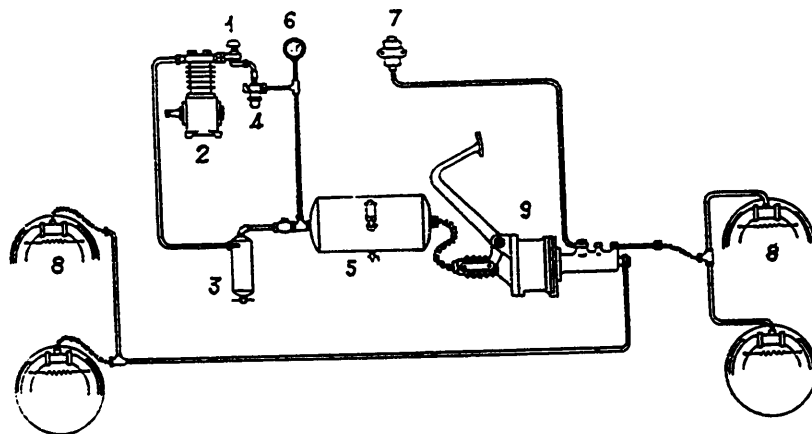


Fig. 12. — Servofreno óleoneumático en un camión.

1, aspiración y filtro; 2, compresor; 3, desengrasador; 4, regulador; 5, depósito con válvula de seguridad; 6, manómetro; 7, depósito de líquido; 8, cilindros de freno; 9, bloque óleoneumático.

tamente el frenado hidráulico, aplicando para ello un mayor esfuerzo sobre el pedal de freno.

En los vehículos pesados o camiones industriales de dos o tres ejes el bloque óleoneumático principal, o en alguno de dichos grupos, o en alguna canalización hidráulica, queda subsistente el frenado para los demás grupos, que no dejarán de recibir el aire comprimido del bloque principal.

En los vehículos pesados o camiones industriales de dos o tres ejes el bloque óleoneumático principal, o en alguno de dichos grupos, o en alguna canalización hidráulica, queda subsistente el frenado para los demás grupos, que no dejarán de recibir el aire comprimido del bloque principal.

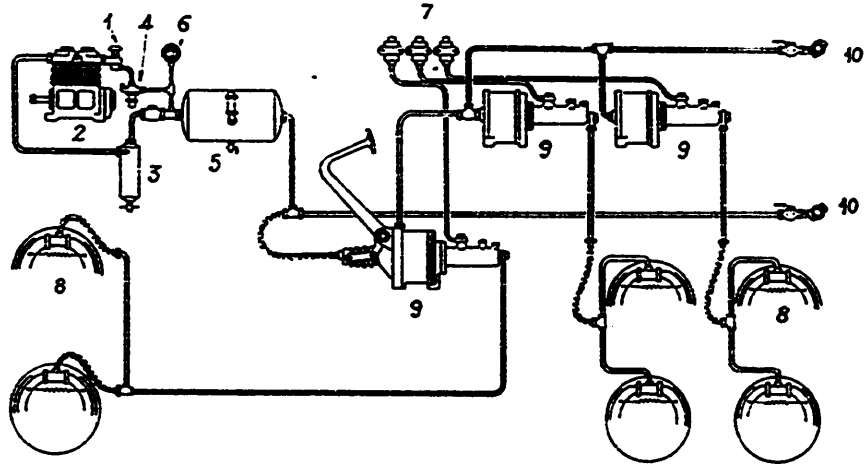


Fig. 13.—Freno óleoneumático múltiple de camión y remolque.

1. aspiración y filtrado: 2. compresor: 3. desengrasador: 4. regulador: 5. depósito y válvula de seguridad: 6. manómetro: 7. depósitos de líquido: 8. cilindros de freno: 9. bloques óleoneumático: 10. acoplamientos al remolque.

permite accionar por medio del aire comprimido otros grupos óleoneumáticos suplementarios instalados en los ejes que han de frenarse, como indica la figura 13. Todos ellos actúan simultáneamente, y en el caso que exista fuga del líquido bien sea en el bloque prin-

Es de observar que en los vehículos que no llevan remolques (los autobuses, por ejemplo) se puede lograr con el empleo del servofreno un aumento de potencia de frenado de un 25 por 100 sobre el frenado normal.

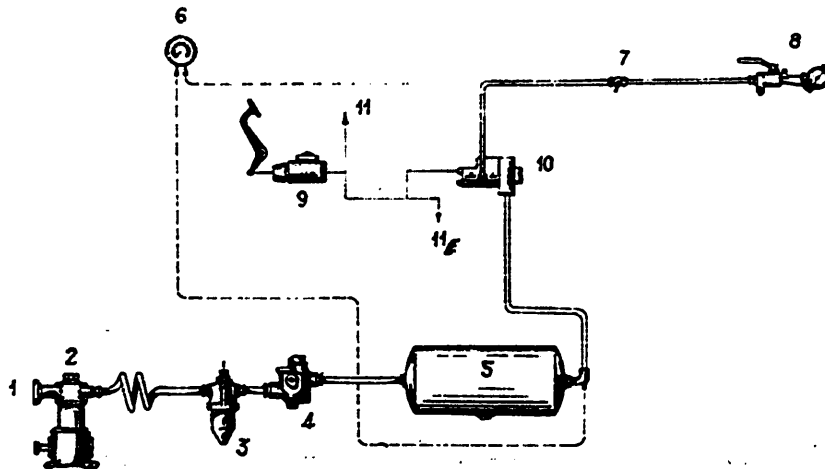


Fig. 14.—Frenado de un remolque por aire (con accionamiento hidráulico).

1, filtro: 2, compresor; 3, botella de llenado de neumáticos; 4, conjunto de regulador, válvula de seguridad y válvula de retención; 5, depósito; 6, manómetro doble; 7, llave de cierre; 8, acoplamiento al remolque; 9, válvula principal de freno; 10, distribuidor óleoneumático; 11, tuberías para el freno hidráulico del camión.

III

FRENADO DEL REMOLQUE POR AIRE COMPRIMIDO CON ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO.

En los vehículos de tracción que sólo disponen del freno hidráulico puede efectuarse el frenado del remolque mediante el aire comprimido, utilizando una válvula especial de freno del remolque accionado por el líquido a presión.

La experiencia demuestra que el freno hidráulico basta para satisfacer las necesidades de vehículos de tracción ligeros que no lleven remolque; pero en el caso en que sea necesario engancharle un remolque, debe de disponerse de un freno de aire comprimido accionado por una válvula de distribución adecuada al peso del vehículo.

Para ello es necesario que en el camión se disponga un pequeño compresor de aire. La figura 14 indica el montaje que hay que emplear en este caso.

La disposición de la válvula de accionamiento descrita permite frenar el remolque con cierta anticipación, con el fin de evitar su choque contra el vehículo de tracción.

IV

SERVOFRENO APLICADO AL FRENO DE MANO.

El freno de mano, además de ser necesario durante el estacionamiento del vehículo, debe de ser susceptible de utilizarse como freno adicional y de urgencia. Las disposiciones actuales no exigen su enlace a todas las ruedas del vehículo, pues es suficiente con que pueda accionar sobre dos de ellas. Sin embargo, su efecto debe ser tal que las ruedas del eje sometido al freno de mano lleguen casi a patinar cuando se lo aplica fuertemente.

El freno de mano debe producir en los coches nuevos un retardo medio teórico de 1,5 m./seg. segundo, más un 25 por 100 adicional destinado a prevenir desgastes; es decir, que el retardo del freno de los coches nuevos debe ser aproximadamente de

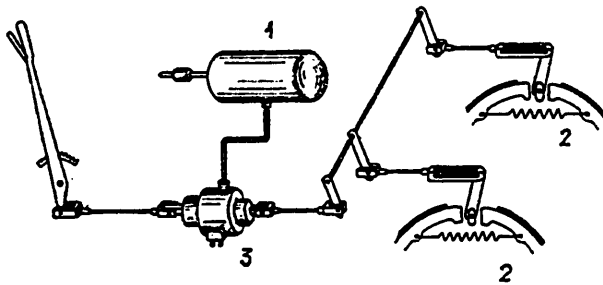


Fig. 15. — Servomando aplicado al freno de mano.

1. depósito de depresión; 2, mando de las zapatas; 3, servomando por depresión.

1,9 m./seg. segundo. En la práctica suele considerarse que sea de 2,5 m./seg. segundo.

No es fácil, por lo general, lograr que el freno de mano produzca en los vehículos pesados el efecto retardador que se exige en ellos. Esta deficiencia puede subsanarse fácilmente con el empleo del servofreno de aire comprimido o por depresión figurado en el esquema de la figura 15. La ampliación de potencia del frenado que con su empleo se obtiene basta para lograr el efecto retardador que pueda exigirse.

Puede apreciarse en este esquema que la aplicación del servofreno puede hacerse bien sea por medio del aire comprimido (empleando un adecuado distribuidor) o bien por medio de la depresión del motor (empleando un servofreno semejante al antes descrito). Este último método presenta la ventaja de no ser necesaria la instalación de un compresor de aire.

V

EL TERCER FRENO.

Con este apelativo se distinguen varias disposiciones empleadas para mejorar o robustecer la acción de los frenos. Entre ellas pueden considerarse como las más usadas y eficaces:

- 1.º Los frenos motores y sobre el escape de los cilindros.
- 2.º Los retardadores mecánicos refrigerados.

FRENO MOTOR SOBRE EL ESCAPE.

Sabido es que el solo efecto de levantar el pie del acelerador y cortar el encendido en la bajada de una larga pendiente, colocando antes el cambio en una velocidad baja, proporciona un frenado suficiente a veces para no ser necesario hacer uso del pedal de freno por efecto del par resistente del motor en vacío al suprimir el esfuerzo motor.

Con objeto de reforzar la acción de este frenado, se puede utilizar el freno sobre el escape, aplicable a los motores de cuatro tiempos, y que está formado por los órganos siguientes:

- 1.º Un obturador que cierra el escape de gases y que convierte, por lo tanto, al tiempo de escape en un tiempo resistente de compresión.

- 2.º En los motores Diesel, un mecanismo de supresión de la inyección. En los motores de gasolina, un mecanismo que cierra la admisión de gasolina y abre la de aire fresco en el motor.

La figura 16 indica la instalación del freno Westinghouse sobre el escape en un motor Diesel por un procedimiento mecánico.

Puede también utilizarse para igual objeto un mando neumático que a la vez que acciona el obturador del escape efectúa el cierre de la inyección en el motor, utilizándose al efecto una llave de tres vías

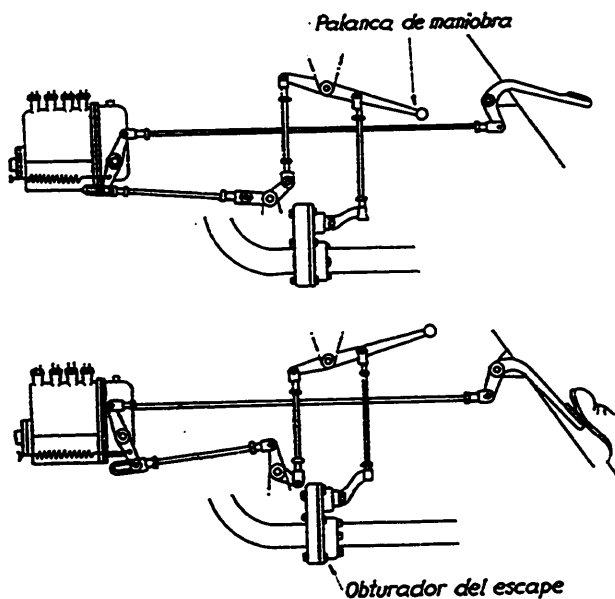


Fig. 16. — Freno al escape.

colocada en la columna de dirección, cerca del volante.

En los sistemas precitados es de observar que se enclava la acción del pedal acelerador con la del obturador del escape para evitar la posibilidad de una falsa maniobra.

RETARDADOR REFRIGERADO.

Este aparato tiene por objeto reemplazar al frenado sobre las ruedas en los descensos de pendientes o en los casos en que la frecuencia de los frenados pueda ocasionar el excesivo calentamiento de las zapatas de las ruedas.

Está formado por dos platillos intercalados en el eje de transmisión y arrastrados por él y dotados de guarniciones de fricción sobre sus caras internas. Entre ambas se encuentra un plato fijo hueco cuyas paredes interiores están provistas de aletas refrigeradas por circulación del agua del radiador.

Normalmente ambos platillos giratorios están separados del plato fijo central por la acción de un resorte. Cuando por medio de la palanca de freno de mano se acciona este mecanismo, ambos platillos se aplican contra el plato fijo hueco, produciendo un

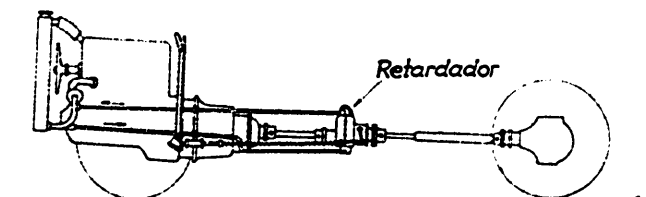


Fig. 17. — Retardador refrigerado.

enérgico frenado sobre el eje de transmisión. Este frenado puede ser todo lo prolongado que fuera necesario dentro de límites prudentes por causa de la refrigeración a que está sometido. La figura 17 indica la adaptación de este moderno freno a un vehículo automóvil.

Equipo completo de freno para un camión destinado a llevar remolque.

La figura 18 representa un equipo de freno actual de esta naturaleza, cuya leyenda explica suficientemente el cometido de cada aparato.

El equipo que se presenta responde a la actual legislación francesa para camión de más de 16 toneladas y dispuesto para arrastrar un remolque.

ALGUNOS DATOS PRÁCTICOS ACERCA DEL FRENO POR AIRE COMPRIMIDO.

Al oprimir ligeramente el pedal que acciona la válvula de mando del frenado, se producen los efectos siguientes en relación con las presiones de frenado:

a) *Frenado directo de tractor o camión y del remolque* (sistema de dos tuberías). — Se establece una presión de 0,2 a 0,3 Kg. en las tuberías del tractor y del remolque, que da por resultado el frenar los cilindros del tractor a la presión de 0,2 a 0,3 Kg., y los del remolque (por intermedio de la válvula de aplicación) a la presión de 0,4 a 0,5 Kg. Este adelanto del frenado del remolque sobre el frenado del camión es necesario para impedir que el remolque se lance sobre el camión durante la frenada. El frenado automático del remolque no es graduable en este sistema de dos tuberías y se produce por depresión total en la tubería automática cuando una causa extemporánea lo origina.

b) *Frenado directo del tractor o camión y automático graduado del remolque* (sistema de única tubería). — Como en el caso anterior, se establece una presión en las tuberías y cilindros del tractor de 0,2 a 0,3 Kg. Al mismo tiempo se establece una depresión en la tubería del freno automático del remolque de 1,3 ó 1,5 Kg., lo cual da por resultado (por intermedio de la válvula automática graduada) el frenado de los cilindros del remolque a la presión de 0,4 a 0,5 Kg., como en el caso anterior.

En ambos casos, cuando la presión del pedal de freno es grande, las presiones y depresiones que se establecen en uno y otro caso aumentan en relación con la presión aplicada al pedal.

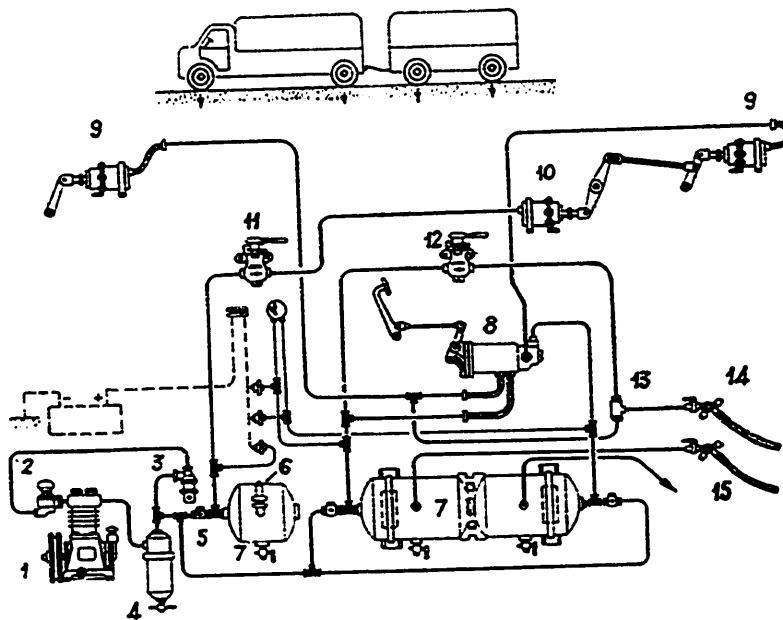


Fig. 18. — Instalación completa de freno para un camión con remolque.
 1, compresor; 2, aspiración y filtro; 3, regulador; 4, desengrasador; 5, válvula de retención; 6, válvula de seguridad; 7, depósitos; 8, válvula principal de freno; 9, cilindros de freno; 10, cilindro de freno auxiliar; 11, válvula de freno auxiliar; 12, válvula de frenado a mano del remolque; 13, válvula doble; 14 y 15, acoplamientos al remolque.

Comprobación práctica de las deceleraciones obtenidas por el frenado en un vehículo tractor y en su remolque.

Es conveniente, por no decir necesario, el comprobar la deceleración que se obtiene al frenar un convoy en marcha y establecer comparación con la que resulta para el tractor y el remolque considerados separadamente.

La deceleración de un convoy, referida al tiempo, se calcula fácilmente observando el tiempo que tarde en detenerse a partir de una velocidad determinada leída en el marcador de velocidad. Por ejemplo: si a una velocidad de 54 Km. por hora, o sea 15 m. por segundo, se detiene el convoy en un tiempo de cinco segundos, la deceleración media obtenida por el frenado se estimará en 3 m./seg. por segundo.

Separadamente y por igual método se puede medir la deceleración del vehículo tractor aislado. Supóngase que se obtiene un valor de 3,20 m./seg. por segundo. Si el peso del convoy es de 10 toneladas (correspondiendo seis al tractor y cuatro al remolque), se puede escribir:

Peso del convoy por deceleración del convoy =
 = (peso del tractor por deceleración del tractor) +
 + (peso del remolque por deceleración del remolque); o sea: 10 Tn. \times 3,0 m./seg. por segundo = (6 toneladas por 3,20 m./seg. por segundo) + (4 Tn. por deceleración remolque), y por tanto: deceleración remolque = (30 Tn. m./seg. por segundo —

— (19,20 Tn. m./seg. por segundo) : 4 = 2,7 m./segundo por segundo.

Esta deceleración obtenida para el remolque es perfectamente admisible y no es muy distinta de la de 3,50 m. obtenida para el tractor.

Las prescripciones alemanas exigen una deceleración para un remolque en servicio del orden de 2,5 m./seg. por segundo. En las pruebas de recepción en estado nuevo este valor se debe de aumentar en un 25 por 100, resultando una deceleración exigible de 3,1 m. por segundo.

Detalles principales de algunos de los aparatos de frenado considerados.

VÁLVULA DE FRENADO POR EL CONDUCTOR.

Esta válvula de mando es esencialmente diferente según se trate de un sistema de dos tuberías o de una sola tubería para el servicio del remolque. Asimismo puede mandarse directamente por el pedal o por medio de una biela acoplada al árbol del pedal.

Puede construirse para utilizar un único circuito de accionamiento de las ruedas delanteras y posteriores o bien para emplear dos distintos circuitos separados para el objeto. Sus dimensiones son también variables según la potencia para la que hayan de destinarse.

Con objeto de acelerar todo lo posible el aflojamiento de los frenos del remolque y también algunas veces los de las ruedas posteriores del camión tractor, se emplea una válvula de afloje rápido que se suele colocar muy próxima a los cilindros de freno, según se indicó en las figuras 4.^a y 5.^a. El funcionamiento se describe en los folletos referentes a esta clase de instalaciones de frenado.

CILINDROS DE FRENADO.

Los cilindros de freno para los camiones se construyen de fundición o de chapa. En su interior, y por la acción del aire comprimido, se desplaza un émbolo a cuyo vástago se enlaza la timonería adecuada al sistema de frenado de los tambores de las ruedas. Su carrera es variable con el recorrido que se necesita para accionar los frenos. Su diámetro se calcula en función del tonelaje del camión y de la carga que haya de llevar. Como regla general se puede estimar que un eje cargado con seis toneladas necesita un cilindro de freno de 6" (150 mm.) de diámetro o bien dos de 4" (100 mm.) de diámetro.

VASOS DE DIAFRAGMA O PULMONES DE FRENO.

En algún caso se emplean vasos de diafragma o pulmones en lugar de cilindros de freno. Los vasos de diafragma se diferencian esencialmente de los cilindros en que su diámetro es mucho mayor, pero su longitud menor, que la de los cilindros. El recorrido de su vástago también suele ser más corto que el de los cilindros. El émbolo está sustituido en estos vasos por un diafragma de caucho especial que se dobla para seguir el movimiento del vástago. Para un eje cargado con seis toneladas se suelen emplear dos vasos de diafragma de 150 mm. de diámetro, cada uno de los cuales actúa sobre una de las ruedas.

El cilindro de freno debe siempre montarse en el remolque, de tal forma que esté colocado horizontalmente o ligeramente inclinado hacia la cabeza de la horquilla.

Estando el freno bien ajustado, el recorrido del cilindro del freno debe ser de 35 a 40 mm. Por lo general, no debe durante el servicio utilizarse más del 60 por 100 del recorrido total del cilindro, con objeto de conservar la suficiente seguridad en los trayectos de prolongadas pendientes. Téngase en cuenta que en tales ocasiones suelen dilatarse los tambores de los frenos a consecuencia de su calentamiento, lo cual origina un aumento en el recorrido del vástago del cilindro.

Al ajustar el vástago del cilindro al dispositivo de frenado ha de procurarse que el vástago no efectúe recorrido en vacío, sino que se halle siempre aplicado al fondo del cilindro (fig. 19). El recorrido en vacío del vástago puede averiar con facilidad el fondo del cilindro, afecta a la sensibilidad de la graduación del dispositivo de frenado y aumenta innecesariamente el consumo del aire.

DEPÓSITOS DE AIRE. — SU ELECCIÓN.

Para asegurar los efectos del frenado es de una importancia decisiva la adecuada elección del volumen de los depósitos del aire comprimido destinado al servicio del frenado, lo mismo en el vehículo de tracción que en el remolque. Los depósitos de aire comprimido en los vehículos de tracción calculados con insuficiente volumen originan aflojamiento de freno deficientes, puesto que se hace demasiado pronunciada la disminución de su presión al efectuar una frenada. Dicha disminución de presión en el depósito, estando los frenos del vehículo de tracción bien ajustados, *no debe ser superior* a 0,3 Kg. por

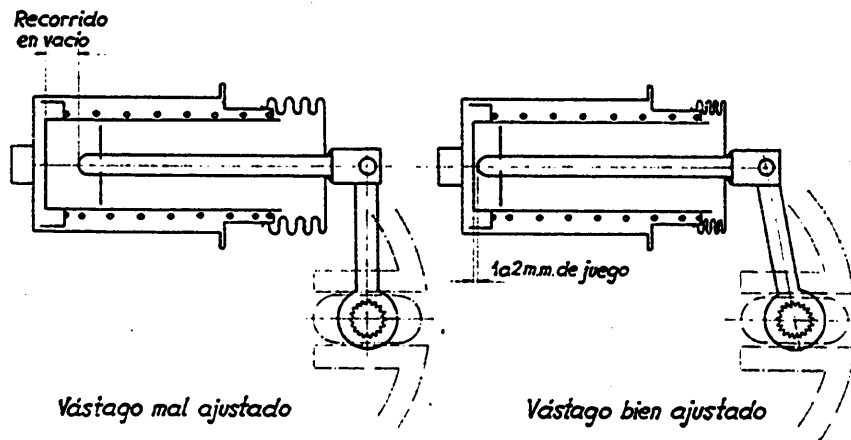


Fig. 19. — Ajuste del vástago de un cilindro de freno.

cada frenada. En cambio, el ser algo excesivo el volumen de los depósitos del vehículo de tracción nunca resulta ser perjudicial. No puede decirse lo mismo de los depósitos de los remolques, ya que, en el caso de ser demasiado voluminosos, surge la posibilidad de que el afloje de sus frenos se efectúe incompletamente o con demasiada lentitud. La disminución de presión en el depósito del remolque debe ser, *por lo menos*, de 0,3 Kg. por cada frenada.

A este efecto, la reglas que normalmente se siguen son:

1.ª El vehículo de tracción debe disponer de una capacidad de aire almacenado en los depósitos equivalente, por lo menos, a 20 veces el volumen total de todos los cilindros de freno montados en el vehículo.

2.ª En el remolque debe disponerse de una reserva de aire equivalente a 12 y hasta 16 veces el volumen total de todos los cilindros de freno de que está provisto.

Debe ser considerado el hecho de que en los remolques provistos de excéntricas para accionar las zapatas de freno se produce un consumo de aire comprimido superior al de los remolques que llevan cilindros para igual objeto. A un freno de excéntricas bien ajustado corresponde un recorrido del vástago de 40 a 50 mm.; en cambio, a un freno de cilindros no corresponde más que un recorrido de vástago de 25 a 30 mm. en el mismo remolque. Por consiguiente, y como consecuencia de ello, ha de elegirse el depósito del aire comprimido de tal forma que co-

rresponda su capacidad a los consumos de aire ocasionados por los recorridos de vástagos señalados.

A continuación se ofrece una tabla que contiene los datos correspondientes al volumen del aire que se consume en los cilindros de freno de distinto tamaño y con ocasión de los diversos recorridos de su vástago:

Consumo de aire, expresado en litros, en diversos cilindros, correspondientes a diversos recorridos.

Cilindro de freno diámetro	Recorrido — mm.	Espacio vacío — Litros	Litros con 1/3 de recorrido	Litros con 1/2 de recorrido	Litros con recorrido completo
3" — 75 mm.	90	0,06	0,13	0,21	0,43
4" — 100 " .	140	0,12	0,37	0,55	1,10
5" — 125 " .	140	0,18	0,57	0,85	1,72
6" — 150 " .	160	0,26	1,03	1,55	2,85

A un metro de tubo de acero de 1/2" (12,5 mm.) de diámetro interior corresponde un volumen de aire de 0,11 litros.

Con las descripciones y datos que anteceden, le será fácil a cualquier usuario de vehículos de carga y sus remolques, formarse una idea de las condiciones óptimas en las que debe tener su equipo de freno por aire comprimido.