

$$\int c \cdot (y - (r - f)) \cdot dy = -\frac{2}{3} r^3 \cdot \sin^3 \frac{\alpha}{2} -$$

$$- (r - f) r^2 \left(\sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} \right) + k$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{x}{r}; \quad \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{y}{r}; \quad \alpha = 2 \cdot \text{áng} \cos \frac{y}{r}$$

$$\int c \cdot (y - (r - f)) dy = -\frac{2}{3} r^3 \cdot \frac{x^3}{r^3} -$$

$$- (r - f) r^2 \left(\frac{x}{r} \cdot \frac{y}{r} - \text{áng} \cos \frac{y}{r} \right) + k$$

$$\int_{r-f}^r c \cdot (y - (r - f)) dy = \frac{2}{3} (2r - f) f \cdot \sqrt{(2r - f) f} +$$

$$+ (r - f) r^2 \left(\frac{\sqrt{(2r - f) f}}{r} - \text{áng} \cos \frac{r - f}{r} \right)$$

$$\int_{r-f}^r c \cdot (y - (r - f)) dy = \left[\frac{2}{3} (2r - f) f + (r - f)^2 \right] \cdot$$

$$\cdot \sqrt{(2r - f) f} - (r - f) \cdot r^2 \cdot \text{áng} \cos \frac{r - f}{r}$$

Momento estático de la armadura de sección ω en barras iguales e igualmente repartidas

$$15 \cdot \omega \cdot (r - f)$$

La fibra neutra queda determinada por la condición de que los dos momentos del hormigón y del metal sean iguales:

$$\left[\frac{2}{3} (2r - f) f + (r - f)^2 \right] \cdot \sqrt{(2r - f) f} -$$

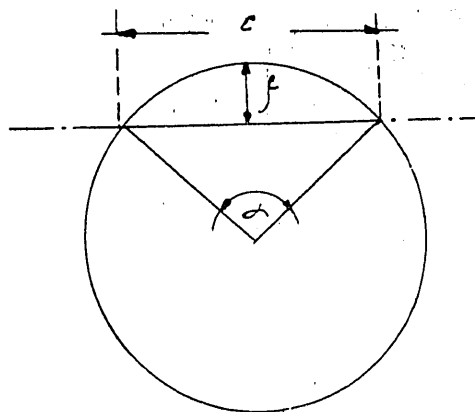
$$- (r - f) r^2 \cdot \text{áng} \cos \frac{r - f}{r} = 15(r - f) \cdot \omega$$

Segundo procedimiento.—Intervienen el área del segmento de círculo

$$S = \frac{1}{2} r^2 (\alpha - \sin \alpha)$$

y la distancia del centro de gravedad del segmento al centro del círculo:

$$z = \frac{c^3}{12 \cdot S} = \frac{8 \cdot (2r - f) f \cdot \sqrt{(2r - f) f}}{12 \cdot \frac{1}{2} r^2 (\alpha - \sin \alpha)}$$



Momento estático respecto a la fibra neutra:

$$S \cdot (z - (r - f)) =$$

$$= \frac{1}{2} r^2 (\alpha - \sin \alpha) \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{(2r - f) f \cdot \sqrt{(2r - f) f}}{\frac{1}{2} r^2 (\alpha - \sin \alpha)} - (r - f) \right)$$

$$S \cdot (z - (r - f)) = \frac{2}{3} (2r - f) f \cdot \sqrt{(2r - f) f} -$$

$$- \frac{1}{2} (r - f) r^2 (\alpha - \sin \alpha)$$

$$\alpha = 2 \cdot \text{áng} \cos \frac{r - f}{r}; \quad \sin \alpha = \frac{c}{r} \cos \frac{\alpha}{2} =$$

$$= \frac{2 \sqrt{(2r - f) f}}{r} \cdot \frac{r - f}{r}$$

$$S \cdot (z - (r - f)) = \frac{2}{3} (2r - f) f \sqrt{(2r - f) f} -$$

$$- (r - f) r^2 \left(\text{áng} \cos \frac{r - f}{r} - \frac{(r - f) \sqrt{(2r - f) f}}{r^2} \right)$$

$$S \cdot (z - (r - f)) = \left[\frac{2}{3} (2r - f) f + (r - f)^2 \right] \sqrt{(2r - f) f} -$$

$$- (r - f) r^2 \text{áng} \cos \frac{r - f}{r}$$

Momento estático de la armadura:

$$15 \cdot \omega \cdot (r - f)$$

Igualando los dos momentos resulta la misma expresión obtenida en el primer procedimiento.

Dejamos para otro día la deducción del momento de inercia.

Juan J. G.-CORDOBES
Ingeniero de Caminos

Las recientes electrificaciones de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España

Barcelona a Manresa y San Juan de las Abadesas.—Alsasua-Irún

VI

Coches automotores y remolques

Se destinan estos coches al servicio de los trenes-tranvías, elemento básico del programa proyectado

¹ Véase el número anterior, página 275.

para las líneas de Barcelona y también muy importante en el previsto para la sección Alsasua-Irún, según ya se ha indicado en la primera parte de este trabajo.

Se desarrolla dicho servicio en la región de Barcelona, entre esta población y las de Tarrasa (32 km), Sabadell (23 km), Manresa (64 km) y Vich (69 km), principalmente; los tiempos invertidos en estos recorridos son, respectivamente, de 38 minutos, 29 mi-

nutos, 1 hora 12 minutos y 1 hora 34 minutos, tanto a la ida como a la vuelta, siendo de notar que con la tracción por vapor la duración del viaje Barcelona-Vich era de 2 horas 20 minutos. En la sección de Alsasua-Irún el servicio de trenes-tranvías más intenso tiene lugar entre San Sebastián y la frontera francesa, prolongándose algunos de ellos hacia el interior hasta Beasáin y Zumárraga; los trayectos San Sebastián-Irún (17 km), San Sebastián-Hendaya (19 km) son cubiertos, tanto a la ida como a la vuelta, respectivamente, en 17 minutos y 21 minutos, con ganancias de 8 minutos y 10 minutos respecto de la tracción por vapor. En el recorrido ascendente Irún-Beasáin (58 km), se invierte 1 hora 8 minutos, con ventaja de 40 minutos sobre los antiguos trenes-tranvías de la tracción por vapor.

La variable densidad de estos tráficos en cada trayecto mencionado obliga, para que su explotación resulte económica, a buscar la mayor flexibilidad posible, adaptando en cada caso el peso del tren al de los viajeros que ha de transportar. Por otra parte, son necesarias elevadas velocidades, paradas muy cortas en las estaciones (algunas llegan a 30 segundos) y fuertes aceleración de arranque y deceleraciones de frenado; condiciones que, todas ellas, determinan las

reostático para casos de urgencia, y en cada cabina de la unidad de tren se dispone un freno de mano.

Cada coche va montado sobre dos *bogies* de dos ejes; y cada uno de los cuatro ejes del coche automotor es accionado por un motor serie, suspendido por la nariz, con transmisión por engranajes sencillos de dientes rectos. Los dos motores de un mismo *truck* van permanentemente conectados en serie.

El control es electroneumático, automático y con dispositivo *dead man* (hombre muerto), estando previsto para el accionamiento en unidades múltiples; la tensión secundaria de 65 voltios utilizada en el mismo es suministrada por un grupo motor-generador, y el aire comprimido, a una presión de 5 kg/cm², procede de un motor compresor, alimentado en baja tensión por el grupo citado.

La captación de corriente se efectúa por medio de dos pantógrafos colocados en el techo del coche automotor; pero los circuitos de alta tensión y control se hallan dispuestos para establecer, si así fuera preciso, zapatas colectoras para la toma de corriente por tercer carril. Esta previsión debe su origen a la posible circulación de los trenes-tranvías por las líneas del Ferrocarril Metropolitano Transversal de Barcelona, equipadas con dicha clase de alimentación.

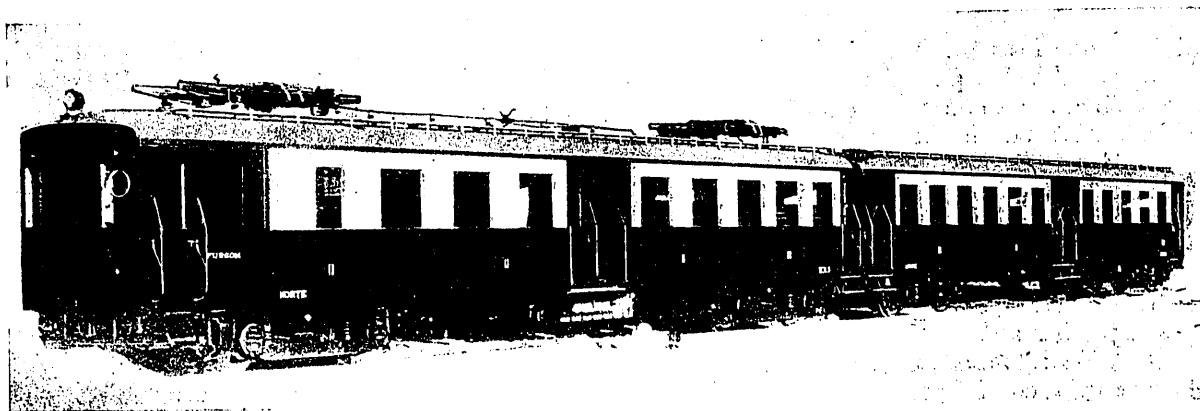


Fig. 49. Unidad de tren, automotor-remolque

características especiales de que ha de estar dotado el material que se estudia.

Los trenes-tranvías están formados por una o varias «unidades de tren»; cada una de éstas se compone de un coche motor y un coche remolque, ambos metálicos e inseparablemente unidos en servicio normal por medio de un enganche de corta longitud. Cada unidad va provista de dos cabinas de maniobra situadas a uno y otro extremo de la misma, y de enganches automáticos para su rápido acoplamiento a las demás unidades que sea preciso (hasta un máximo práctico de cuatro); el tren, así formado, puede ser gobernado desde una cualquiera de sus cabinas extremas.

La velocidad máxima que alcanzan estos trenes es de 90 km/h, desarrollando normalmente la de 65 km/h sobre rampas de 16 mm, y las de 70 a 75 km/h en el resto de sus recorridos; son también susceptibles de alcanzar una aceleración de arranque de 0,6 m/seg⁻² (3,6 km/hora/seg), si bien la fijada prácticamente es de 0,4 m/seg⁻².

Las elevadas deceleraciones de frenado necesarias imponen la adopción de frenos de aire comprimido, que son automáticos, tipo «Westinghouse»; además, van también los coches motores provistos de frenado

Los coches automotores van provistos de potente silbato y areneros, accionados por aire comprimido. La intercomunicación del coche motor y del remolque de cada unidad se realiza por medio de amplios puentecillos provistos de barandillas, para el paso cómodo y seguro de los viajeros entre ambos coches; el paso de una a otra unidad de las que forman un tren se establece también por medio de puertas y puentecillos previstos en los testeros, pero es sólo normalmente accesible a los agentes del tren.

En cada unidad (fig. 49) solamente se han previsto las clases 2.^a y 3.^a y un pequeño furgón destinado a paquetería y encargos de gran velocidad, siendo como sigue la composición de cada coche:

Automotor: Cabina de conducción; furgón de 6 m²; departamento de 2.^a clase con 38 asientos; *water-closet* y lavabo; departamento de 3.^a clase con 29 asientos.

Remolque: Departamento de 3.^a clase con 104 asientos; *water-closet* y lavabo; cabina de conducción.

El número total de asientos se eleva, por tanto, a 171 por unidad, siendo también considerable la cabida de viajeros de pie en las amplias plataformas que quedan en los accesos.

Las dimensiones y características generales de la unidad de tren son las siguientes:

Longitud de la caja del coche automotor . . .	19,550 m
Longitud de la caja del coche remolque	20,550 m
Distancia entre ejes de <i>bogies</i> del coche automotor	12,950 m
Distancia entre ejes de <i>bogies</i> del coche remolque	13,950 m
Base rígida de los <i>bogies</i> motores	2,415 m
Base rígida de los <i>bogies</i> del remolque	2,500 m
Longitud total de la unidad de tren entre cabezas de los enganches automáticos	41,170 m
Anchura máxima de los coches (estribos)	3,200 m
Anchura de las cajas	3,050 m
Altura de los frotadores con el pantógrafo plegado	4,020 m
Peso en vacío del coche automotor	60,5 t
Peso en carga del coche automotor	66,0 t
Peso de su equipo eléctrico y aparatos de freno automático	18,5 t
Carga máxima en el furgón	2 t
Diámetro de las ruedas motoras	0,996 m
Relación de engranajes	61/19
Peso en vacío del coche remolque	45,5 t
Peso en carga del coche remolque	53,0 t
Peso de su equipo eléctrico y aparatos de freno	1,45 t
Diámetro de las ruedas del remolque	0,996 m
Peso total de la unidad en vacío	106 t
Peso total de la unidad en carga	119 t
Potencia unihoraria	920 CV

Se advierte que los pesos por eje exceden algo de los límites ya indicados para las locomotoras; tolerancia admisible, dada la separación de los *bogies*.

Las cajas de estos coches han sido construidas por la Sociedad Española de Construcción Naval en sus talleres de Sestao (Bilbao), donde también se ha realizado el montaje de los equipos eléctricos; de éstos, los motores proceden de los talleres Metropolitan Vickers (Inglaterra), y los aparatos de control y frenos, ambos «Westinghouse», son americanos, así como los enganches automáticos.

Trucks.—Los correspondientes al coche automotor son del tipo «Brill», con largueros de acero forjado; la traviesa bailadora es de acero moldeado y va provista de un dispositivo de amortiguamiento de sus desplazamientos transversales. El bastidor del *bogie* apoya sobre las cajas de grasa por medio de dos cuellos de cisne dobles, uno a cada lado, y cuatro juegos de muelles espirales compensados.

Los motores descansan sobre los ejes por intermedio de cojinetes de bronce fosforoso rellenos de metal blanco, fácilmente reemplazables y provistos de engrase por empaquetadura (de algodón y crin) introducida en depósitos de aceite de gran capacidad. El piñón del juego intercambiable de engranajes, montado sobre el eje de la armadura del motor, es de acero al cromoníquel, cementado y rectificado; la rueda dentada está compuesta de un centro de acero moldeado montado sobre el eje por medio de cuñas y tornillos de aprieto y de una corona de acero forjado, sólidamente fijada sobre dicho centro. El conjunto de piñón y rueda dentada gira dentro de una caja de engranajes o cárter, de chapa de acero embutida con juntas soldadas, suspendida en tres puntos del armazón del motor (dos en el bastidor y uno en la tapa) y provista de las necesarias aberturas de engrase.

Los dos *bogies* del coche remolque son de acero moldeado tipo «Commonwealth». El bastidor principal, compuesto de dos largueros, dos cabeceros, dos traviesas intermedias y un larguerillo central, doble, va fundido en una sola pieza con las placas de

guardia; también es de acero moldeado la traviesa central móvil, sobre la cual gravita en su cazoleta el pivote del bastidor del vehículo y que por intermedio de cuádruples muelles pinzas se apoya en otra traviesa inferior co'gada del bastidor del *bogie* por cuatro bielas de suspensión.

La timonería de freno de los *bogies* permite ejercer sobre los vehículos un esfuerzo de frenado igual al 80 por 100 de su tara; cada rueda motora va provista de dos zapatas de freno.

Las cajas de grasa son del tipo «Isothermos», con cojinetes de bronce fosforoso rellenos de metal blanco; las guías de dichas cajas llevan, en contacto con éstas, suplementos de acero de fácil sustitución.

Los ejes montados son del tipo de la Compañía, con mangietas de 130 x 280 mm y ruedas de centro lleno bombado.

Caja.—Las cajas de ambos coches son metálicas, construidas de forma que el piso, costados y techo constituyen un conjunto con resistencia propia, reforzada ésta por una viga dorsal que corre a lo largo del techo. La estructura metálica se compone de armaduras de perfiles laminados unidos por escuadras y cartabones o por piezas de acero moldeado donde así lo exige la disposición constructiva de los coches.

La armadura del piso está compuesta por cuatro barras de U (arriostradas por traviesas metálicas), de las cuales las dos exteriores van unidas a los montantes y costados del coche, constituyendo con éstos los largueros propiamente dichos, mientras que las otras dos centrales aseguran la necesaria rigidez de la estructura, para las transmisión de los esfuerzos de tracción y choque, exigida por el sistema combinado que implica el empleo de los enganches centrales automáticos; estos esfuerzos se transmiten también en parte a los costados mediante diagonales situadas entre los cabeceros y las traviesas de pivote.

Los montantes de los costados se unen entre sí y al techo por su parte superior, por medio de un pabellón constituido por dos angulares y una platabanda; la armadura del techo está formada por cerchas metálicas angulares, unidas al angular superior de la viga del pabellón, y a las cuales se sujetan contracerchas de madera para la fijación del forro interior del techo del coche. El forro exterior, tanto en los costados como en el techo, está constituido por chapas de acero de 2 mm de espesor.

Además de las puertas de acceso situadas en los testeros, poseen ambos coches amplios accesos centrales, provistos de puertas giratorias; los montantes correspondientes al umbral de la plataforma (el que implica una solución de continuidad en el costado del coche) van reforzados, así como el pabellón y barra inferior del costado, en los que se colocan vigas de acero moldeado.

Con objeto de evitar el empotramiento de las cajas de los coches en caso de colisión, los testeros de éstos van provistos de un dispositivo antitelescópico, consistente en un falso tope central de acero moldeado, de sección exterior en dientes de sierra. Bajo estos falsos topes se disponen los enganches automáticos, que son del tipo Tomlison y realizan, además del acoplamiento mecánico de los coches, el de los circuitos eléctricos de control y tuberías de los frenos de aire comprimido.

Los costados y techo interiores de los coches van forrados de chapa de aluminio; el piso es de Terrazolid, sobre chapa ondulada. Con objeto de procurar

un aislamiento suficiente respecto de la temperatura exterior y aminorar los ruidos producidos por la vibración de las estructuras metálicas de los coches, las chapas del forro exterior e interior de los costados, así como las de aluminio que constituyen el forro interior del techo, llevan pegados por su cara interna planchas de amianto de 3 mm de espesor.

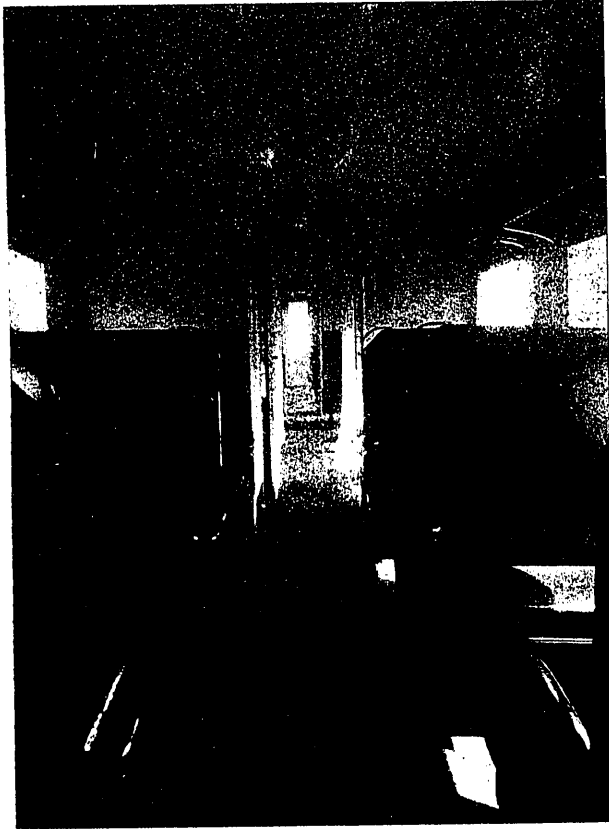


Fig. 50. Interior de un departamento de segunda clase

Las ventanas van provistas de lunas sin marco, compensadas, y sobre sus huecos se disponen rejillas para equipajes, con soportes de bronce.

Los asientos se hallan colocados a uno y otro lado de un pasillo central y van dispuestos sobre armaduras metálicas; son de madera los de 3.^a clase y de almohadones forrados de paño azul o de cuero los de 2.^a clase (fig. 50). En el ángulo superior de los respaldos, correspondiente al pasillo central, se dispone una abrazadera de bronce para facilitar la circulación de los viajeros por el pasillo mencionado, durante la marcha.

Motores de tracción.—Según ya se ha indicado, los motores correspondientes a los dos ejes de cada *bogie* motor van permanentemente conectados en serie; los dos grupos así formados en cada coche automotor pueden acoplarse bien en serie o en paralelo. Además, los motores se hallan previstos para funcionar con campo reducido obtenido por separación de espiras y poseen dos tomas auxiliares para reducciones respectivas del 20 por 100 y del 40 por 100 de la intensidad de campo primitiva; se consigue de este modo aunar una fuerte aceleración de arranque con la consecución de elevadas velocidades de marcha. Los shuntados de campo se utilizan en el acoplamiento en paralelo, obteniéndose, por consiguiente, cuatro velocidades económicas.

Los motores son del tipo serie, autoventilados, provistos de cuatro polos principales y cuatro polos auxi-

liares de conmutación. El aire de ventilación penetra por una abertura situada en el extremo de la caja del motor correspondiente al colector, pasando en corrientes paralelas a través de unos conductos axiales practicados en el cuerpo del inducido, sobre la superficie de éste y entre las bobinas de campo, siendo finalmente expulsado por medio de un ventilador calado sobre el extremo del eje del inducido correspondiente al piñón, a través de unos orificios taladrados en la caja del motor; tanto estos orificios como el de entrada van protegidos por rejillas metálicas.

La potencia unihoraria del motor a la tensión de 675 voltios (correspondiente a la media de 1 350 voltios en línea) y con campo corto, es de 230 CV; la intensidad absorbida es de 276 amperios y la velocidad que corresponde es de 60 km/h con las cifras ya consignadas para la relación de engranajes y diámetro de las ruedas propulsoras. Las intensidades absorbidas en régimen unihorario y para los campos pleno e intermedio son, respectivamente, de 240 y 255 amperios; en régimen continuo, la intensidad con campo corto es de 200 amperios y la correspondiente a los campos pleno e intermedio, respectivamente, de 165 y 185 amperios. En la figura 51 se representan las curvas características de estos motores para las tres posiciones de campo pleno, intermedio y corto.

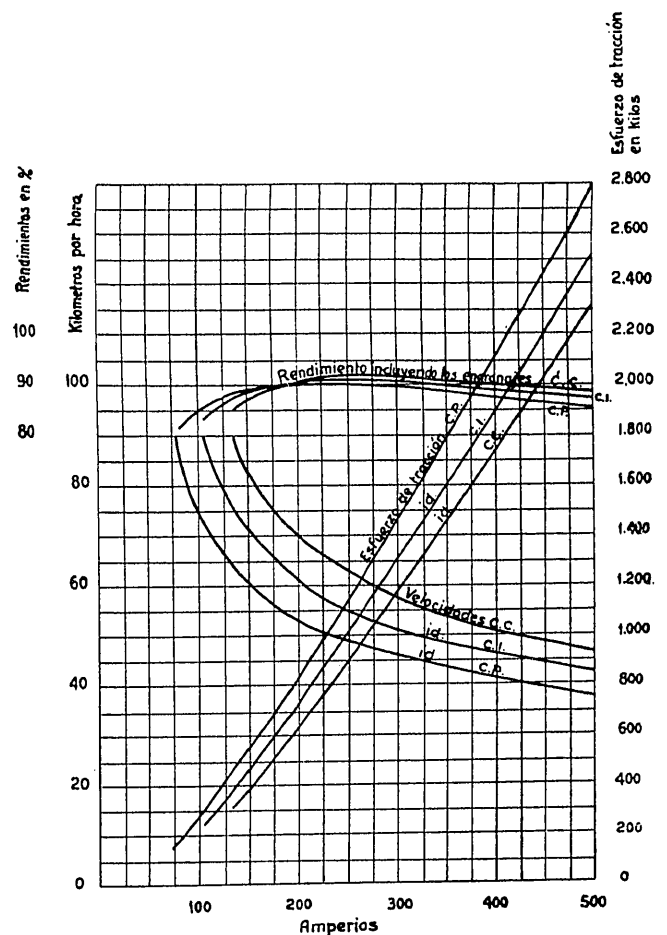


Fig. 51. Curvas características de los motores de tracción

El peso de un motor completo, con piñón, rueda dentada y caja de engranajes es de 2 706 kg.

Equipo de control.—Los aparatos que le integran funcionan normalmente a la tensión de 65 voltios, pero pueden también hacerlo con tensiones reducidas hasta la de 45 voltios. Juntamente con otras consi-

deraciones relativas al frenado automático, esta mínima tensión de funcionamiento es uno de los límites que fijan el número de unidades acoplables en múltiple, ya que, aparte de la caída de tensión en los cables conductores, en los enchufes de la caja de conexiones de los enganches automáticos es inevitable

válvulas neumáticas, con independencia absoluta de las condiciones en que momentáneamente se encuentre el suministro de aire a dicho sistema de freno y a los pantógrafos, areneros y silbato, que funcionan también con aire comprimido.

Todos los aparatos del control (excepto el regulador de mando y tambor de sucesiones con sus *relais* que se disponen en las cabinas de maniobra) van colocados en los bastidores de los coches bajo las cajas de éstos y son de una construcción especial que proporciona la gran compacidad obligada por el escaso sitio disponible.

Los contactores del control son en número de 19, distribuidos en dos grupos. Cada grupo va encerrado en una caja metálica (fig. 52), cuyo bastidor sirve tanto para la fijación de los contactores como para la de unas placas laterales sobre las que se montan los *relais* de sobrecarga, los de aceleración, el *relais* de línea, inversor, desconectador y tambor conmutador, formando

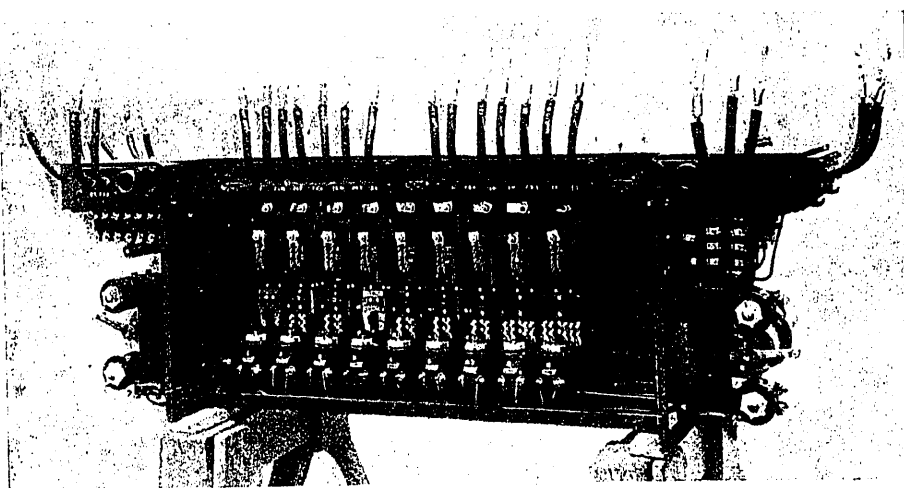


Fig. 52. Vista de la parte posterior de una caja de contactores de control

conjuntos muy compactos pero de fácil inspección. El aire comprimido para su funcionamiento proviene del depósito principal del sistema de frenado, y si su presión excediera de 5 kg/cm², una válvula reductora la reduce a este valor; el esfuerzo en el émbolo de los cilindros neumáticos es de 172 kg, contrarrestado por un potente muelle para la apertura del contactor, siendo la presión efectiva de los contactos de éste de unos 45 kg. Las válvulas magnéticas de los contactores se excitan por la corriente que proviene de los dedos del tambor de sucesiones o regulador auxiliar, que, gobernado por el regulador de mando principal y los *relais* limitadores, provoca el sucesivo funcionamiento de aquéllos; el regulador de mando determina la extensión del avance del tambor de sucesiones y los *relais* citados fijan el tiempo en que ha de efectuarse dicho avance, operaciones que se desarrollan automáticamente, como más adelante se describe.

el depósito de polvo o suciedad, lo que produce elevadas resistencias de contacto y consiguientes caídas de tensión (hasta de 5 ó 6 voltios).

Los equipos que se examinan están estudiados para el mando de trenes formados hasta de cuatro unidades.

Un grupo motor-generator, alimentado por la corriente continua a 1 500 voltios, suministra normalmente la energía necesaria (a la tensión de 65 voltios) para el compresor, el alumbrado y los circuitos de control; una batería, conectada permanentemente en tampón al generador de dicho grupo, sirve de reserva suministrando durante una hora la energía necesaria para el funcionamiento de socorro del compresor, control, faros y luces de socorro y de señales de ambos coches, en caso de avería del grupo motor-generator.

La energía necesaria para la calefacción se toma directamente a 1 500 voltios de la línea de contacto.

Los circuitos principales que gobiernan los cuatro motores de tracción de cada unidad comprenden 19 contactores electroneumáticos individuales que realizan las conexiones necesarias para la marcha en tracción (serie, paralelo y dos posiciones de campo corto) y para el frenado reostático de socorro. Los circuitos principales están dispuestos en tal forma que las resistencias de aceleración van intercaladas antes de los inducidos de los motores, quedando los campos de éstos del lado de tierra; la transición de la combinación serie a la de paralelo se hace por el método de shuntado.

El suministro de aire para el funcionamiento de los contactores y demás aparatos electroneumáticos del control se gobierna por medio de válvulas magnéticas que funcionan al excitarse o desexcitarse, cuando por sus electroimanes circula o se interrumpe la corriente a 65 voltios que a través del regulador de mando proviene de los circuitos de control, alimentados por el grupo motor-generator. El aire, comprimido a la presión de 5 kg/cm², proviene del sistema de freno; pero su suministro se hace por medio de

El regulador de mando (figura 53) se compone de un armazón de hierro que lleva dos tambores, principal y de inversión, montados sobre árboles independientes; el extremo del primero, sobre la placa superior del armazón, lleva la maneta principal de control, y el del segundo, otra maneta más pequeña y desmontable. Van provistos ambos de un enclavamiento mecánico tal que se necesita volver la maneta princi-

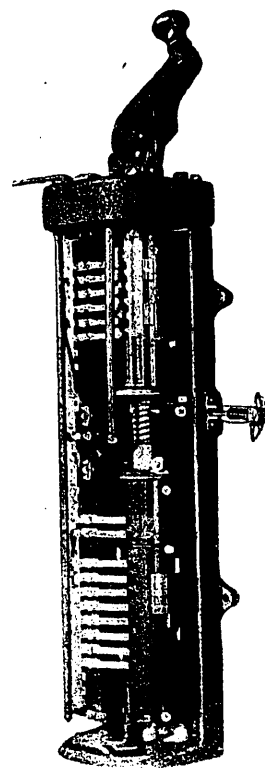


Fig. 53. Regulador de mando

El regulador de mando (figura 53) se compone de un armazón de hierro que lleva dos tambores, principal y de inversión, montados sobre árboles independientes; el extremo del primero, sobre la placa superior del armazón, lleva la maneta principal de control, y el del segundo, otra maneta más pequeña y desmontable. Van provistos ambos de un enclavamiento mecánico tal que se necesita volver la maneta princi-

pal a la posición «off» antes de poder mover la de inversión y, recíprocamente, ésta deberá estar en una de las posiciones de funcionamiento antes de que pueda moverse aquélla.

La maneta principal tiene ocho posiciones (incluyendo la neutra), correspondientes a otras tantas muescas de su tambor. Las siete muescas de marcha son: 1), interrupción o maniobra; 2), posición serie; Ss), aceleración no automática, serie; Sp), aceleración no automática, paralelo; 3), posición paralelo, campo pleno; 4), posición paralelo, campo intermedio; 5), posición paralelo, campo corto.

El maquinista puede avanzar a voluntad la maneta principal del regulador hasta ocupar una de estas posiciones, sin hacer alto en ninguna de las intermedias. La primera muesca de marcha, como su nombre indica, corresponde a una posición de interrupción durante la cual el circuito principal se cierra con todos los motores y resistencias en serie; al lanzar la maneta a una de las muescas 2), 3), 4) ó 5), el tambor de sucesiones avanzará automáticamente bajo el control de los *relais* limitadores, eliminando las resistencias de arranque y efectuando las conexiones necesarias hasta ocupar la posición correspondiente al respectivo acoplamiento de los motores. Los *relais* limitadores están calibrados y la resistencia de arranque calculada de manera que con las intensidades admitidas se obtenga la aceleración prevista en condiciones normales.

El control puede también funcionar de una manera no automática, es decir, independientemente de los *relais* limitadores, con objeto de conseguir (de momento) una aceleración mayor o menor que la fijada por éstos. Para ello basta llevar la maneta a una de las muescas auxiliares o selectivas situadas entre las 2) y 3); cuando el regulador principal se encuentra en una de estas posiciones, el funcionamiento del *relais* selectivo hace que el tambor de sucesiones avance sólo una posición, de manera que haciendo oscilar la maneta entre la muesca 2) ó la 3) y la selectiva correspondiente, el tambor de sucesiones avanzará escalón por escalón hasta la posición que se desee.

El tambor de sucesiones (fig. 54) que actúa como un segundo regulador automático bajo la acción del regulador de mando, se compone de dos cilindros de aire, diferenciales (de eje común), colocados horizontalmente, cuyos émbolos se hallan enlazados por medio de una cremallera, y de un tambor, también horizontal, provisto de un juego de dedos y contactos y enlazado a la citada cremallera por medio de un engranaje a 45°. Ambos cilindros, provistos de válvulas magnéticas, funcionan según el principio de las presiones equilibradas; la válvula magnética del cilindro denominado «on» admite el aire en aquél cuando está excitada y lo deja escapar cuando está desexcitada, ocurriendo lo contrario con la válvula magnética correspondiente al cilindro «off». La válvula magnética «on» está siempre excitada durante la aceleración y permite el establecimiento de la presión

en el cilindro correspondiente, no produciéndose movimiento alguno del tambor por ser iguales las dimensiones y la presión de ambos cilindros; si la válvula magnética «off» se excita a través del *relais* limitador de corriente, deja escapar el aire de su cilindro, y la presión existente en el otro produce el movimiento de su émbolo y hace girar un escalón al tambor de sucesiones. Cuando ambas válvulas magnéticas están desexcitadas, el tambor vuelve a su posición neutra bajo la acción del aire a presión existente en el cilindro de la válvula «off». Los contactos del tambor determinan el funcionamiento de los contactores, dependiendo el del tambor mismo, según acabamos de ver, de la posición que ocupe el regulador de mando y de los *relais* limitadores.

Estos son tres, idénticos en cuanto a su construcción y alimentados por la corriente principal; uno de ellos gobierna el tambor de sucesiones cuando los motores están en serie; el segundo funciona cuando están en paralelo, y el tercero durante el frenado eléctrico. Los contactos cierran el circuito de la válvula «off» cuando la intensidad de la corriente prin-

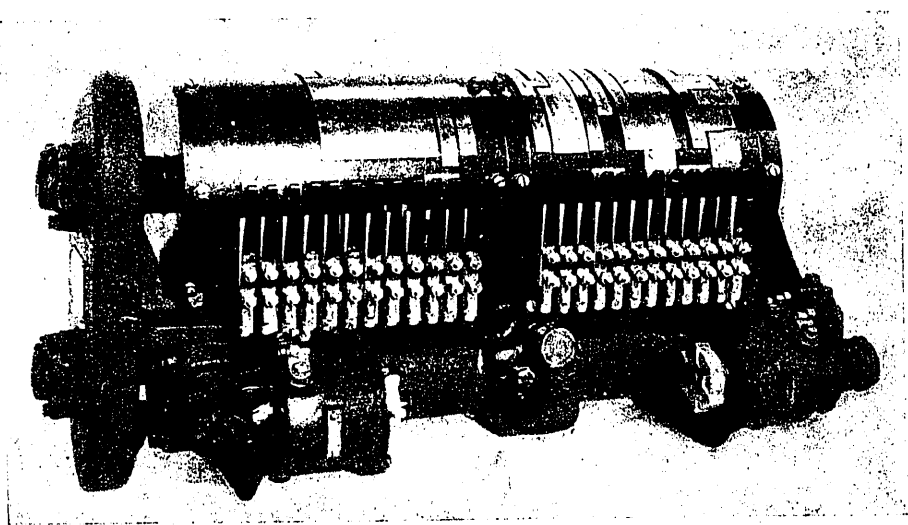


Fig. 54. Tambor de sucesiones

cipal cae por debajo de cierto valor y su calibración permite, por consiguiente, fijar la intensidad media de aceleración y el valor de ésta.

En el funcionamiento del tambor de sucesiones intervienen también el *relais* selectivo y el *relais* de sucesiones. Este último funciona tanto durante la aceleración automática como durante la no automática, sirviendo en el primer caso para que el tambor de sucesiones prosiga su marcha entre dos posiciones del mismo independientemente de los *relais* limitadores; durante la aceleración no automática, las bobinas de los dos *relais*, selectivo y de sucesiones, se excitan al hacer oscilar la maneta del regulador principal entre las muescas de marcha y las selectivas correspondientes, siendo tal la disposición de sus bobinas y contactos, que sólo puede avanzar un escalón el tambor de sucesiones, por cada oscilación de la maneta del regulador.

El regulador de mando va equipado con el dispositivo denominado «hombre muerto»; el conductor está obligado, durante todo el tiempo que está el tren en marcha, a sostener sobre la maneta principal una ligera presión constante y vertical; al soltarse dicha

maneta en cualquiera de sus posiciones (excepto en la «off» o neutra), un contacto auxiliar abre el circuito de control, interrumpiéndose de esta manera el suministro de energía a los motores, y se origina al mismo tiempo una aplicación inmediata y enérgica de los frenos de aire comprimido, mediante el funcionamiento de una «válvula piloto» (montada dentro del regulador de mando), que a su vez origina la apertura de la válvula de socorro de la tubería de freno del tren. Una vez que se ha soltado la maneta principal, sólo podrá restablecerse el circuito después de volver dicha maneta a la posición neutra y ejercer sobre ella la presión necesaria.

La maneta de inversión del regulador de mando tiene cinco posiciones: neutra, adelante, atrás, freno (eléctrico) en marcha adelante y freno en marcha atrás; dicha maneta acciona a distancia un inversor electroneumático (fig. 55) montado sobre la placa extrema de uno de los equipos de contactores y compuesto de un tambor de contactos movido mediante cilindros de aire y válvulas magnéticas. Los enclavamientos previstos impiden el funcionamiento del mismo bajo corriente, así como el cierre de los contactores de línea, hasta que el inversor haya funcionado por completo.

En caso de que se inutilizase uno de los motores de tracción, el grupo a que pertenece puede aislarse abriendo la cuchilla del desconectador previsto a este objeto y de tal modo enclavado con el circuito de control que se impide el avance del tambor de sucesiones más allá de la última muesca en serie cuando uno de los grupos de motores se encuentra fuera de servicio; en este caso solamente podrá disponerse del otro grupo con la combinación serie.

El frenado eléctrico se emplea solamente (en unión del freno de aire) en caso de socorro. Se obtiene lle-

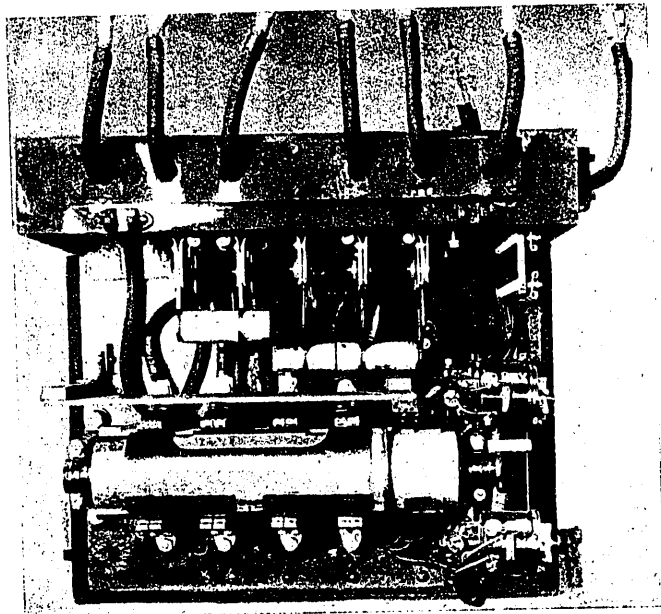


Fig. 55. Vista del extremo de una caja de contactores de control con inversor y desconectores de los motores

vando la maneta del inversor de regulador de mando a la muesca de freno, con lo que se acciona a distancia un tambor conmutador electroneumático (fig. 56), cuya misión es invertir los campos de los motores, abriéndose a la vez los contactores de línea; los moto-

res quedan separados de la toma de energía y, convirtiéndose en generadores, envían la corriente producida a través de la resistencia principal de arranque.

La regulación de dicha corriente, y por consiguiente la del esfuerzo de frenado, se hace mediante la ma-

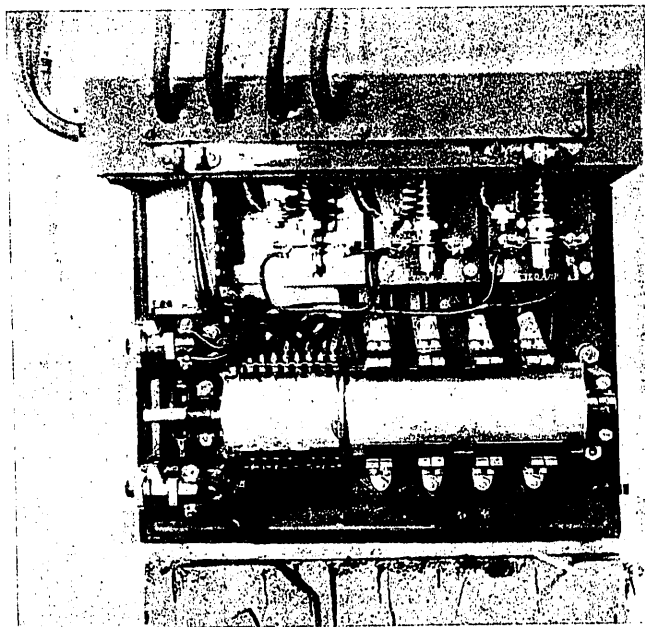


Fig. 56. Vista del extremo de una caja de contactores de control con los relés limitadores y tambor conmutador de frenado

netta principal del regulador de mando y puede ser automática, bajo la acción del *relais* limitador de frenado, o a mano (si se desea una aplicación más enérgica), haciendo oscilar la maneta entre la muesca 2) y la selectiva Ss), como para la marcha en tracción.

La resistencia principal de arranque y frenado se compone de 14 bastidores conteniendo cada uno 30 parrillas de hierro fundido.

La protección de los equipos eléctricos contra las descargas atmosféricas se obtiene por medio de una bobina de *self* montada en el techo del automotor y de un pararrayos electrolítico, de aluminio, compuesto de seis celdas y colocado bajo el bastidor del coche. Van, además, protegidos dichos equipos por un interruptor principal, unipolar, de ruptura brusca (maniobrado por pértiga), un fusible principal de soplo magnético, dos *relais* de sobrecarga, un *relais* de tensión y tres contactores de línea (fig. 57).

Los *relais* de máxima están intercalados uno en cada uno de los circuitos motores, a los que protegen de una sobrecarga excesiva abriendo 6 de los contactores del sistema; pueden calibrarse para varias cargas y su reengunche se efectúa en todo el tren mediante uno de los botones pulsadores situados en la cabina de maniobra.

El *relais* de tensión interrumpe el circuito de control cuando falta la energía en la línea de contacto y al paso por las secciones muertas de dicha línea; también funciona este *relais*, abriendo los contactores de línea, cuando la tensión en línea cae por bajo de 1 000 voltios. Dichos contactores no se cerrarán otra vez hasta que la maneta principal del regulador de mando se haya llevado a la posición neutra, evitándose que los motores puedan de nuevo recibir corriente sin tener resistencias en su circuito.

Cada automotor va provisto de dos pantógrafos,

que se elevan por medio de aire comprimido y descienden por gravedad, mediante la acción de válvulas electromagnéticas que admiten o expelen el aire de los cilindros de cada pantógrafo, y cuyo funcionamiento es simultáneo para todo el tren. El depósito

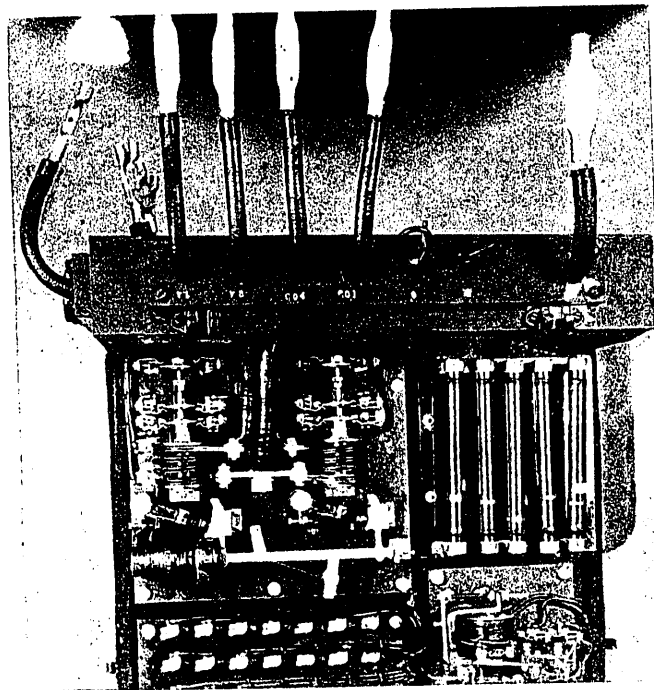


Fig. 57. Vista del extremo de la caja de contactores de línea con relays de sobrecarga y relays de línea

de aire de los pantógrafos puede aislarse del sistema de freno mediante una válvula que se hace funcionar al dejar de prestar servicio la unidad correspondiente, manteniéndose en aquél la presión de 5 kg/cm² durante varios días, si fuera necesario. Al volver a entrar en servicio, el maquinista abre la válvula citada, cerrando una de las individuales de los pantógrafos, y al hacer funcionar el botón pulsador correspondiente se elevará el otro pantógrafo, suministrando energía al grupo motor-generator, el cual enviará corriente al motor del compresor, cargándose el sistema de freno sin necesidad de emplear la batería; se dispone también de una bomba de mano para los casos necesarios. Cada pantógrafo lleva un desconector automático para aislarlo cuando está plegado; la presión de aplicación de las zapatas a la línea general puede regularse entre 7 y 16 kg.

En cada cabina de maniobra (fig. 58) hay una caja de botones pulsadores, conteniendo los ocho que mandan cada uno de los circuitos siguientes: 1), pantógrafos arriba; 2), pantógrafos abajo; 3), toma por pantógrafo; 4), toma por tercer carril; 5), grupo motor-generator; 6), control; 7), reenganche de los relays de máxima; 8), faro a luz reducida. Los contactos de estos generadores están encerrados en su posición normal por medio de un árbol auxiliar provisto de una maneta que el conductor lleva consigo cuando abandona el tren o cambia de cabina, de modo que persona alguna ajena al servicio pueda maniobrar intempestivamente los botones pulsadores.

Lleva también cada cabina un pequeño panel de instrumentos; en la del automotor van montados un amperímetro y un voltímetro de línea y un contador

de watios-hora; en la del remolque, un amperímetro de línea y un amperímetro y voltímetro para la batería.

El funcionamiento de los aparatos reseñados es simultáneo para todo el tren; con la manipulación progresiva del regulador de mando de la cabina en cabeza del tren se obtiene el funcionamiento de todos los aparatos de control en cada unidad, y si se lleva la maneta principal de aquél a la posición «off» o neutra, se interrumpen todos los circuitos de control, desconectándose del suministro de energía los circuitos principales de todos los motores. Para el accionamiento en unidades múltiples necesita el equipo descrito 19 conductores de línea de tren a 65 voltios, que se extienden a lo largo del mismo; las conexiones entre las unidades de un tren se hacen, como ya se ha indicado, a través de los acoplamientos automáticos de los enganches, que llevan los enchufes correspondientes a los conductores necesarios, numerados como sigue: N), línea omnibus negativa de control; 1), interrupción; 2), aceleración en serie; 3), aceleración en paralelo; 4), adelante; 5), atrás; 6), aceleración no automática; 7), reenganche de los relays de máxima; 8), tracción; 9), freno; 10), pantógrafos abajo; 11), pantógrafos arriba; 13), campo intermedio; 14), campo corto; 15), grupo motor-generator; 17), sincronización de los compresores; 12), toma por pantógrafo; 18), toma por tercer carril; 19), reserva.

Servicios auxiliares.—El grupo motor-generator y

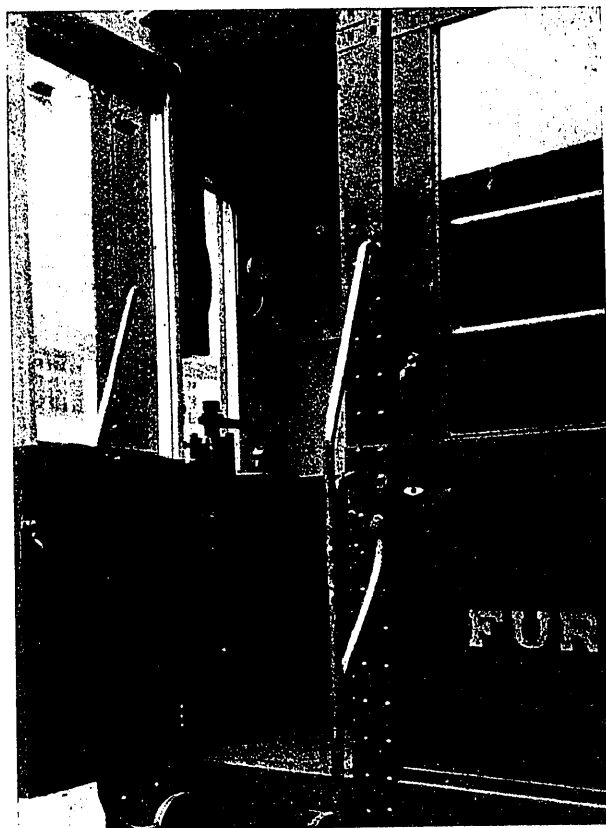


Fig. 58. Cabina de maniobra

la batería se encuentran conectados sobre los circuitos de alumbrado, control y del compresor, como se representa en la figura 59. En caso de interrupción de la corriente principal o de avería en el grupo motor-generator, la apertura de un contactor impedirá

que la batería se descargue sobre el grupo. Este, cuyo funcionamiento se gobierna a distancia por medio de los pulsadores ya citados, se compone de un motor compound de 8 CV a 1 500 voltios, provisto de dos polos principales y sin polos de conmutación, y de un generador shunt montado sobre el mismo árbol, de 7 CV a 65 voltios, dotado de cuatro polos principales, cuatro de conmutación, y de un dispositivo regulador de voltaje que, actuando sobre los campos shunt del motor y del generador, mantiene la tensión de éste prácticamente constante, independientemente de su carga y de la tensión de la línea de trabajo. La batería de acumuladores es del tipo «Tudor», compuesta de 30 elementos distribuidos en cinco cajas, siendo su capacidad de 175 amp/hora en régimen de descarga de 10 horas y de 90 amp/hora en régimen de una hora.

mediante los seis conductores siguientes: 1), línea ómnibus positiva general; 2), línea ómnibus positiva de alumbrado; 3), línea ómnibus negativa de alumbrado; 4), regulación de la tensión de trabajo; 5), conductor positivo de los amperímetros; 6), conductor negativo de los mismos.

La calefacción se obtiene independientemente para cada unidad de tren, por medio de 27 caloríferos por coche alimentados por la corriente de línea a 1 500 voltios y de una capacidad unitaria de 450 watios. Estos aparatos son de dos tipos: uno para montar debajo de los asientos y otro para adosar a los tabiques del coche; están dispuestos formando dos circuitos distintos que pueden conectarse al hilo ómnibus a 1 500 voltios, bien simultánea o independientemente, obteniéndose así tres grados de calefacción. Cada circuito va gobernado por un contactor

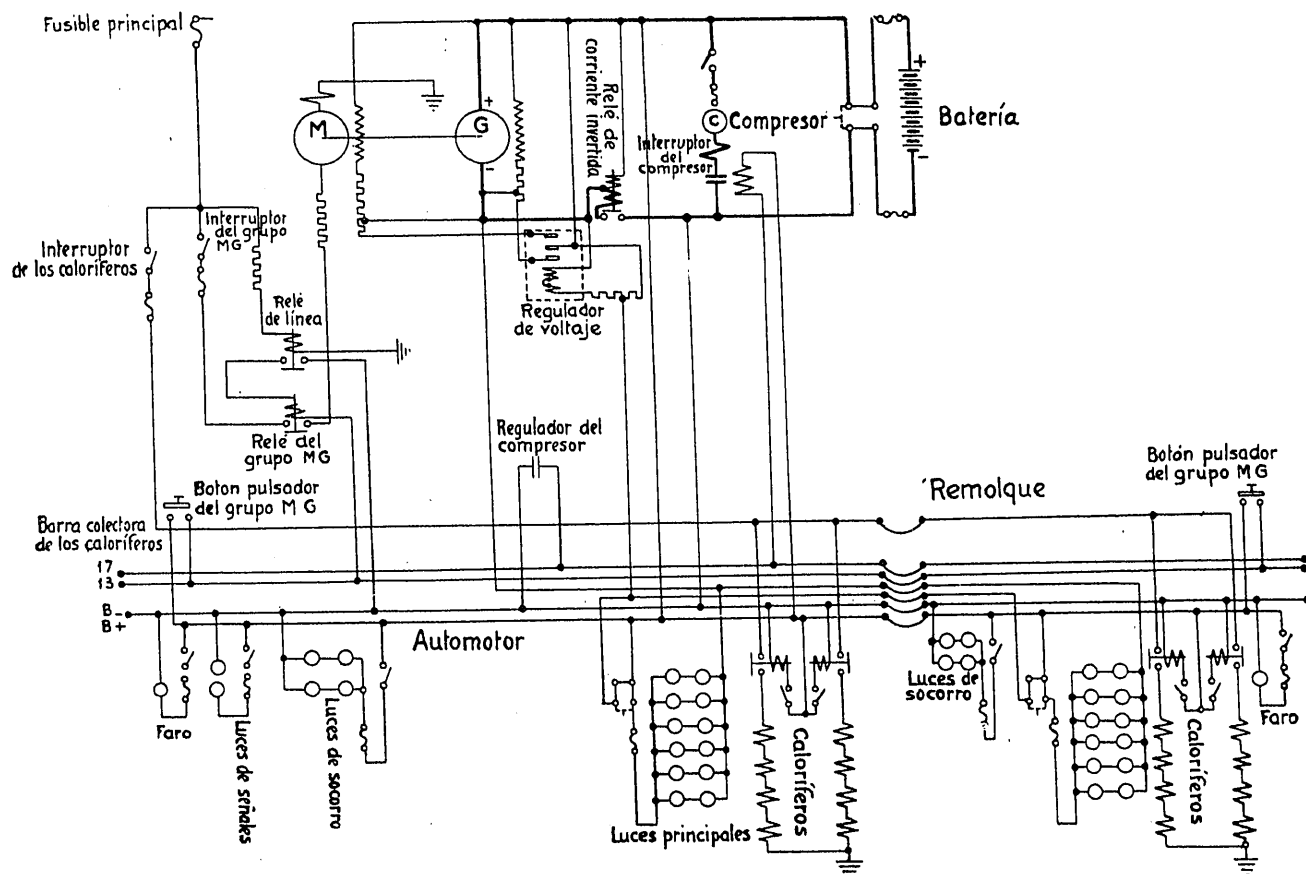


Fig. 59. Esquema de los circuitos de los servicios auxiliares

El alumbrado de los coches se obtiene por medio de bombillas de 25 W a 32 voltios, conectadas dos en serie en el circuito de baja tensión a 65 voltios. Tanto en el automotor como en el remolque hay tres clases de lámparas: principales, de socorro y de señales; el automotor y el remolque llevan, respectivamente, 18 y 22 de las primeras, 6 de las segundas y 4 de las terceras. Las tres clases de alumbrado forman tres circuitos distintos que se gobiernan independientemente por medio de un interruptor de cuchilla con su fusible, y de ellos el principal es alimentado solamente cuando funciona el grupo motor-generator; la energía necesaria para el alumbrado de los dos coches que componen la unidad de tren es suministrada por el grupo y batería de la misma, sin que sea posible obtenerla de las unidades adyacentes. Los circuitos de alumbrado entre los dos coches se establecen

magnético, y el circuito general de calefacción se protege por un interruptor y un fusible de expulsión montado bajo el coche automotor.

Sistema de frenado neumático.—Las principales características del sistema empleado consisten en la posibilidad de la aplicación a voluntad del freno «independiente» sólo en el coche de cabeza (ya sea automotor o remolque) o del freno «automático» en todos los coches de un tren formado por varias unidades; en la automática aplicación (con el esfuerzo total) de los frenos del tren en caso de reducciones anormales de presión en la tubería de freno originadas por roturas de ésta, de las mangueras o por división del tren; en la rápida carga o reposición de la presión después de efectuada una liberación; en la liberación graduada, que permite al maquinista regular como quiera la presión de escape de los cilindros de freno y

aflojar parcial o totalmente los frenos del tren completo, y en la alta presión ($4,7 \text{ kg/cm}^2$) con que se ejerce el frenado en caso de socorro, si se tiene en cuenta que para las aplicaciones automáticas en servicio corriente la máxima presión obtenida en los cilindros de freno es de $3,5 \text{ kg/cm}^2$.

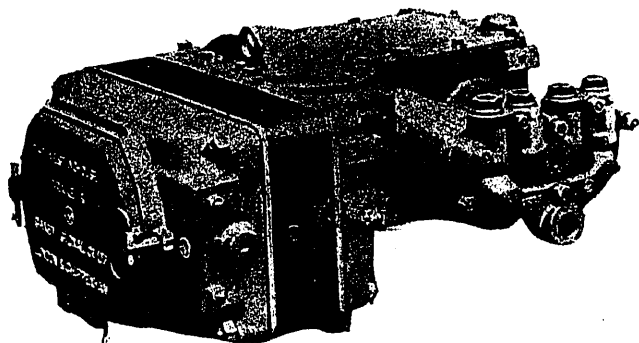


Fig. 60. Conjunto del compresor de aire

Los principales elementos que integran el sistema correspondiente a una unidad de tren son:

1.º Un compresor de aire compuesto de dos cilindros de simple efecto, accionado por engranajes helicoidales mediante un motor de 5 CV a 65 voltios, que forma con aquél un conjunto compacto (figuras 60 y 61). Cada grupo compresor va provisto de un regulador automático que gobierna su funcionamiento entre límites máximo y mínimo de presión fijados de antemano, y de un contactor electroneumático que, en unión del regulador, constituye el dispositivo de sincronización para asegurar el funcionamiento uniforme de los compresores de todo el tren.

2.º Dos depósitos principales que reciben el aire comprimido por el compresor y en los que se enfría y almacena para cargar el sistema de freno. Una válvula de seguridad protege dichos depósitos contra una presión excesiva, si por cualquier causa no funcionase el regulador del compresor.

3.º Una válvula de alimentación que mantiene automáticamente la presión normal en el sistema de freno.

4.º Un manómetro de doble escala, indicando con una aguja roja la presión en los depósitos principales y con una aguja negra la presión en la tubería de freno.

5.º Dos depósitos de equilibrio, sobre el pistón equilibrador de las válvulas de mando, para obtener el adecuado funcionamiento del freno con independencia de la longitud del tren.

6.º Dos depósitos auxiliares en los que se almacena el suministro de aire necesario para accionar los frenos de cada coche.

7.º Dos depósitos suplementarios que se cargan por medio de las triples válvulas y suministran el aire para la recarga rápida, liberación graduada y alta presión de socorro.

8.º Dos válvulas triples que funcionan automáticamente respondiendo a los aumentos o disminuciones de la presión en la tubería de freno y sirven para cargar los depósitos auxiliares (abriendo la comunicación entre éstos y las tuberías de freno y de los depósitos suplementarios) para aplicar los frenos (permitiendo al aire comprimido almacenado en los depósitos auxiliares descargar en el cilindro de freno) y para aflojar parcialmente los frenos durante el funcionamiento automático (permitiendo a parte del aire del cilindro de freno escapar directamente a la atmósfera).

9.º Dos cilindros de aire, cuyos pistones y varillas accionan las zapatas de freno (a través de la timonería), aplicándolos a las ruedas cuando los pistones son impulsados hacia afuera por la presión del aire comprimido. Estos cilindros se hallan provistos de ajustadores automáticos que mantienen una carrera predeterminada del pistón y, por tanto, una presión uniforme en los cilindros. El pistón tiene una varilla hueca dentro de la cual se encuentra una varilla maciza, que es la que se une a las palancas de la timonería; esto permite aplicar a mano los frenos sin mover el pistón, que solamente es impulsado por una aplicación neumática. Los pistones poseen también un resorte de liberación, colocado en la cara opuesta a la entrada de aire, que impulsa el pistón a su primitiva posición de liberación, una

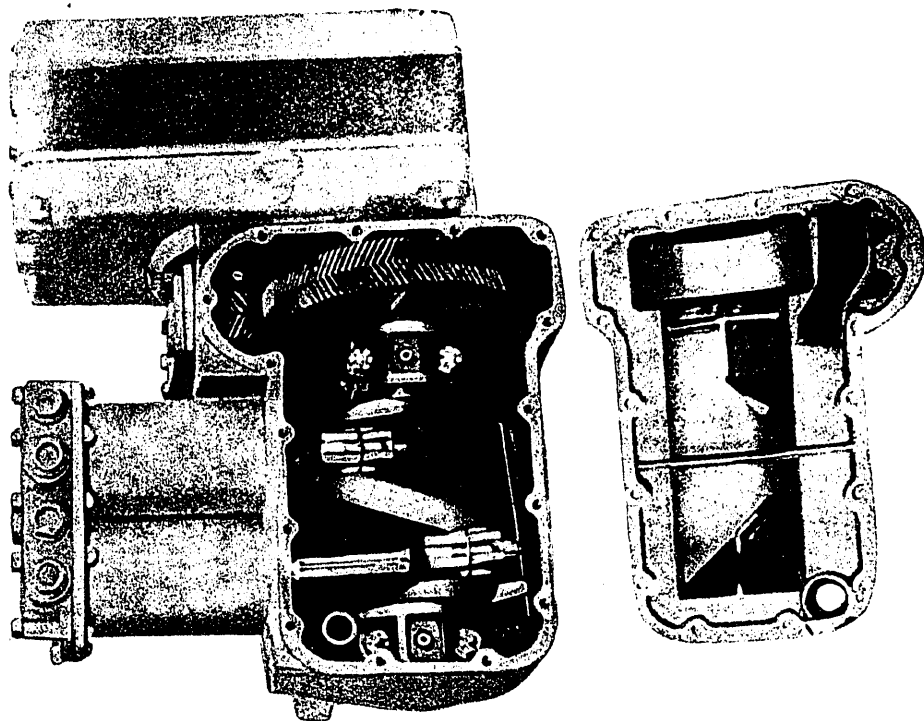


Fig. 61. Compresor de aire; caja de la transmisión y cigüeñal, con tapa levantada

vez que el aire a presión se escapa a la atmósfera.

10. Dos válvulas dobles interruptoras, que separan los sistemas de freno independiente y automático, permiten obtener el funcionamiento de uno cualquiera de ellos.

11. Dos válvulas de descarga de la tubería de

freno, que se emplean para reducir suficientemente la presión en ésta durante la aplicación del frenado de socorro, de modo a obtener una acción enérgica en los frenos de todo el tren, coadyuvando a la acción de las triples válvulas.

12. Cinco válvulas de aparatos de alarma (situadas tres dentro del automotor y dos en el remolque), dos silbatos, varias válvulas de cierre, dos coladores de aire, dos colectores de polvo, mangueras, acoplamientos, etc.

13. Con este equipo se emplean tres sistemas de tuberías: la tubería de los depósitos principales, la tubería de freno y la tubería de freno independiente; de las cuales las dos primeras corren a todo lo largo del tren, efectuándose su acoplamiento entre las distintas unidades de un tren a través de los enganches automáticos.

La *tubería de los depósitos principales* se conserva siempre cargada a la presión determinada por la graduación de las válvulas de alimentación, a través de las cuales suministra el aire necesario a las válvulas de mando.

La *tubería de freno* conecta las válvulas de mando a las triples válvulas a lo largo de todo el tren, sirviendo para el gobierno de los frenos en cada una de las unidades de éste; de ella parten tubos de derivación a las válvulas de mando, aparatos de alarma, válvulas triples en las cabezas de los cilindros y válvulas de descarga. Cuando se sueltan los frenos la presión de esta tubería es la misma que en la de los depósitos principales, a la que queda conectada a través de la válvula de mando.

La alimentación de esta tubería se realiza por las válvulas de alimentación de cada coche; si éstas funcionan en condiciones y tienen la regulación apropiada, cada una de ellas suministrará la parte proporcional de aire necesario para recargar la tubería de freno y depósitos auxiliares, cuando la presión se haya reducido por efecto de una liberación de los frenos; de este modo cada compresor de aire contribuye por igual al trabajo de restablecer la presión, y si uno de ellos fallara, dicho trabajo se repartiría por igual entre los compresores restantes.

Sin embargo, para garantizar que cada compresor suministre su proporción adecuada de aire en el recargue de la tubería de freno y depósitos auxiliares, independientemente de la incorrecta graduación del regulador o válvula de alimentación y de las fugas que pudieran producirse en los depósitos principales y tuberías de un coche, se ha previsto el empleo de un sistema de sincronización que produce la arrancada y parada simultánea de los compresores de todo el tren, eliminando la posibilidad de que cualquiera de ellos suministre el aire necesario para todo el tren o tenga que realizar un trabajo mayor que el que proporcionalmente le corresponde. Para ello, un hilo ómnibus de sincronización (ya citado) corre a lo largo de todo el tren y a él se encuentran conectados todos los reguladores automáticos y las bobinas de los contactores electroneumáticos de todos los compresores; todos los depósitos principales del tren se hallan unidos por medio de la tubería reseñada en primer lugar, y los depósitos principales de cada unidad de tren van conectados a la parte neumática del regulador automático del compresor correspondiente. Cuando baja la presión en la entrada de aire de un depósito cualquiera, funciona su regulador automático y excita la línea de sincronización, cerrándose los cir-

cuitos de los contactores electroneumáticos de todos los compresores del tren, que entonces arrancan simultáneamente y elevan la presión en los depósitos principales de cada unidad de tren y en la tubería de aquéllos, hasta que el funcionamiento del regulador automático, graduado para menor presión de parada, funcione, cortando la corriente de la línea de sincronización y produciendo la parada simultánea de todos los compresores.

La *tubería de freno independiente* va instalada independientemente en el automotor y en el remolque y conecta las válvulas de mando a las válvulas dobles interruptoras; en el funcionamiento del freno independiente el aire pasa a través de esta tubería cuando se aprietan y sueltan los frenos. Además, en la aplicación del freno de socorro, la tubería de freno independiente recibe también aire de la tubería de los depósitos principales para la rápida aplicación combinada del freno automático e independiente

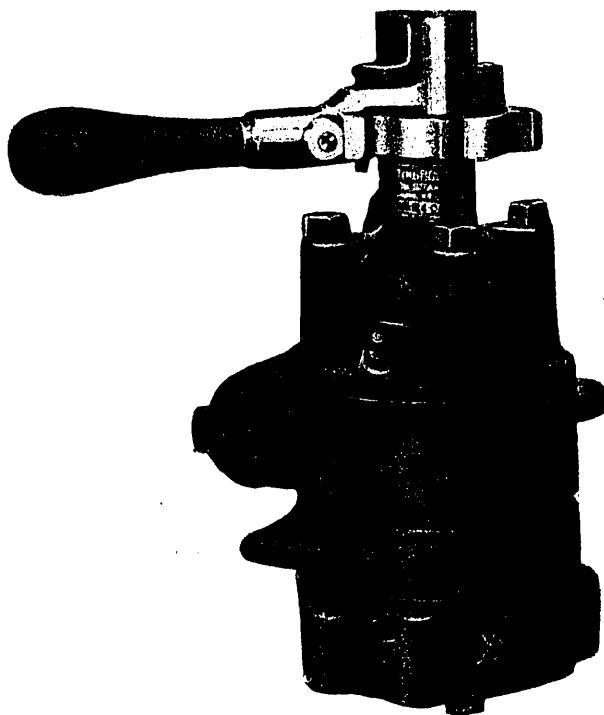


Fig. 62. Válvula de mando del freno automático

en el coche de cabeza; en los demás coches solamente se obtiene la aplicación automática corriente en su máximo grado de intensidad.

14. Dos válvulas de mando (fig. 62), situadas una en cada cabina de la unidad. La maneta de estas válvulas es desmontable y puede ocupar cada una de las siete posiciones siguientes: a), *liberación y marcha*, empleada para la marcha normal sin frenos y para la liberación de éstos una vez que hayan sido aplicados; las válvulas de alimentación mantienen una presión prácticamente constante (5 kg/cm^2) en la tubería de freno y en las cámaras a uno y otro lado de los pistones equilibradores de los cilindros de freno. b), *aplicación de freno independiente*, en cuya posición se aplican los frenos sólo en el coche de cabeza; cuando se ha obtenido la presión deseada en los cilindros de freno, se lleva la maneta a la posición c), *retención de freno independiente*, en la que quedan retenidos los frenos, debiendo dejarse en ella la maneta hasta que se quieran aflojar aquéllos o hacer una aplica-

ción más enérgica, en cuyo último caso se vuelve de nuevo la maneta a la posición anterior; d), *aplicación del freno automático*, para la aplicación automática de los frenos en servicio normal a todos los coches que componen un tren formado por una o más unidades; cuando el manómetro de la tubería de freno indica que se ha efectuado una reducción de presión en la misma suficiente para la aplicación de los frenos según lo requieran las condiciones de la marcha, se lleva la maneta a la posición e), *retención freno automático*, en cuya posición deberá permanecer hasta que se desee aflojar los frenos o hacer una aplicación más enérgica, caso en el cual se vuelve la maneta a la posición d); la presión de la tubería de freno no debe reducirse por debajo de un «punto de equilibrio» para el cual se igualan la presión en el cilindro de freno y del depósito auxiliar, reducción que en condiciones normales de servicio es de $1,5 \text{ kg/cm}^2$, y cuyo rebase sólo produce un mayor gasto de aire sin aumentar el esfuerzo de frenado; f), *posición de socorro*, para casos de urgencia, en la que la tubería de freno queda conectada a la atmósfera a través de una amplia abertura que permite el rápido escape del aire (en la aplicación corriente dicha comunicación se hace a través de pequeños orificios que originan una mayor lentitud de evacuación); a la vez se produce una rápida admisión en la tubería de freno independiente procedente de la tubería del depósito principal, admisión que da la máxima pre-

sión en el cilindro de freno del coche en que se verifica la maniobra. Por último, antes de la posición anterior, que es la extrema derecha de la maneta, existe otra, g), en la cual puede retirar-

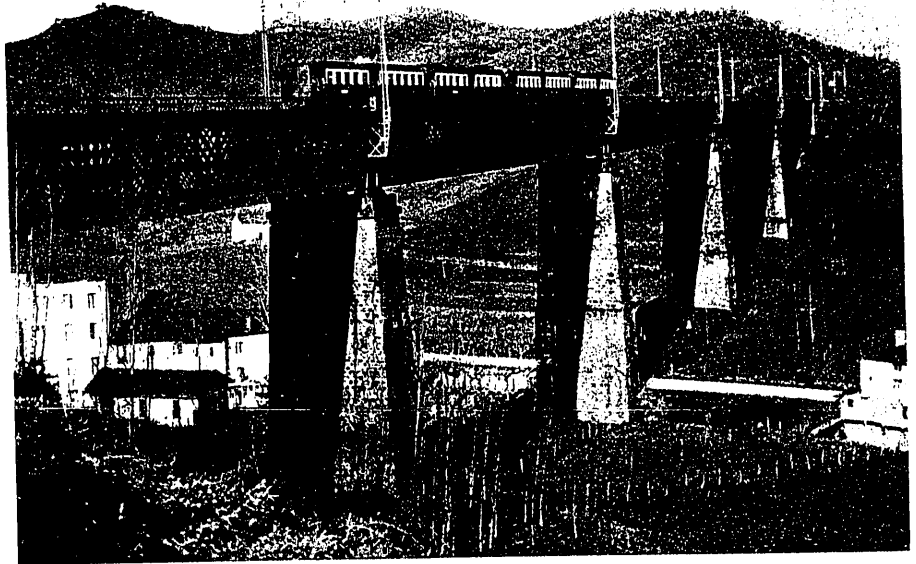


Fig. 63. Paso de un tren automotor de dos unidades sobre el viaducto de Ormáztégui

se la maneta de su asiento sobre la válvula de mando.

15. Finalmente, y como ya se ha indicado, de la tubería de los depósitos principales de cada unidad se deriva la de alimentación de dos depósitos independientes, uno para los pantógrafos y otro para el control, provisto cada uno de ellos de una válvula de retención.

José M.^a GARCÍA LOMAS
Ingeniero de Caminos

El cambio¹

II

Ley de variación de los precios.—La demanda

27. **Ley de la oferta y la demanda.**—Fijemos la atención en el cuarto caso del núm. 25. Sean (D) y (O) (fig. 14) las curvas de demanda y oferta colectivas respecto a una mercancía y . Dichas curvas determinan el estado del mercado en un instante y afectan aproximadamente la forma que se dibuja en la figura, como se demostrará más adelante. Consideremos un intervalo finito de tiempo durante el cual admitamos que estas curvas permanecen sensiblemente en la misma posición. El precio que rige en el mercado durante este intervalo es p_1 y el estado de equilibrio que define el punto M es un estado de equilibrio estable. En efecto: si por circunstancias especiales se hicieran operaciones al precio p_2 , mayor

que p_1 , se tendría una cantidad de mercancía ofrecida ab que no encuentra su contrapartida en la de-

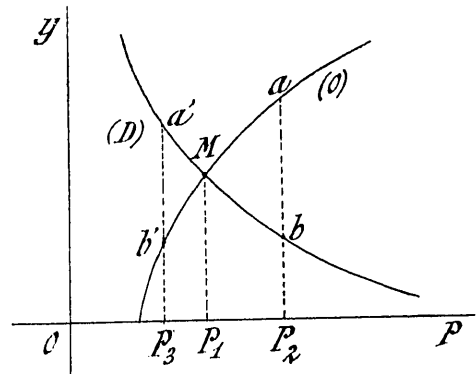


Fig. 14

manda correspondiente, y los vendedores ofrecerían a más bajo precio la mercancía hasta llegar al precio

¹ Véase el número anterior.