

La acequia de alimentación, incluyendo un largo rápido de caída, importó 89 000 pesetas.

Lo gastado hasta la fecha asciende a 1 266 000, con obras en las acequias de toma y distribución y expropiaciones.

Los gráficos adjuntos muestran el estado de avance

de la obra al quedar organizada la Confederación.

La obra llevaba en ejecución once años. Ahora lleva tres de servicio.

Fué inaugurada oficialmente por el ex director general de Obras públicas Sr. Martínez Acacio, en 23 de julio de 1930.

M. LORENZO PARDO

Las recientes electrificaciones de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España¹

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

V

LOCOMOTORAS SERIE 7 200

Características generales.—Se destinan estas máquinas al remolque de los grandes trenes expresos y rápidos entre la estación de Alsasua y la frontera francesa.

Como ya se ha indicado en la primera parte de esta exposición, consistía el programa proyectado, en lo referente al servicio de dichos trenes, en el remolque de composiciones de 400 toneladas de peso a una velocidad máxima de 65 km por hora sobre las rampas de 16 mm por metro que se encuentran en el recorrido Irún-Alsasua. Prácticamente, y por razones de previsión y comodidad de los viajeros, la velocidad sobre la rampa máxima ha quedado reducida en los nuevos itinerarios a la de 55 km por hora, lo que aun así permite a los trenes antes mencionados una ganancia en tiempo de treinta minutos sobre el recorrido entre Irún y Alsasua, en el que el tiempo invertido era de 2 horas 23 minutos; si a esto se añade que el empleo de las locomotoras de vapor tipo «Montaña» en el recorrido Madrid-Miranda y la doble vía entre Avila y Medina han permitido una economía de una hora como promedio en el tiempo invertido entre Madrid y la frontera francesa, se tendrá idea de las considerables ventajas que en poco tiempo (dos años) se ha logrado incorporar al servicio de viajeros de la línea principal de la Compañía.

Como dato complementario añadiremos que las locomotoras de vapor más modernas (series 3 100 y 4 000) empleadas en la sección Alsasua-Irún para el remolque de los trenes de viajeros sólo admitían cargas, respectivamente, de 200 y 300 toneladas en tracción sencilla; cargas fijadas por las condiciones del trayecto Beasain-Cegama, en el que la velocidad desarrollada era de 40 km por hora.

Las velocidades asignadas a los trenes rápidos en el resto de la sección varían de 65 a 70 km por hora, si bien las locomotoras en cuestión son capaces de remolcar un tren de 400 t a la velocidad de 75 km por hora en rampa de 11 mm por m. La máxima velocidad que pueden desarrollar estas máquinas es de 110 km por hora.

Las locomotoras eléctricas 7 200 son del tipo correspondiente a la notación 2-C₀ + C₀-2 y se compo-

nen, por consiguiente, de dos *trucks* simétricos, cada uno de los cuales consta de tres ejes motores independientes y dos ejes libres reunidos en un *bogie* guiador bajo el extremo exterior de cada *truck*. Los motores, en número de uno por eje, van montados sobre el bastidor de los *trucks* y atacan los ejes respectivos mediante dobles engranajes elásticos con accionamiento individual sistema «Brown-Boveri».

Los aparatos eléctricos se montan en el interior de la caja, compuesta de un cuerpo central y de dos *capots* extremos; la captación de la corriente se verifica por medio de dos tomas de pantógrafo situadas en el techo de aquélla.

El control es electro-neumático, dispuesto para trabajar a una tensión de 65 voltios, con una presión de aire comprendida entre 5 y 7 kg por cm², y para el accionamiento en unidades sencillas; el equipo eléctrico está calculado para una tensión media de trabajo de 1 350 voltios, en la línea de contacto, pudiendo soportar en funcionamiento normal fluctuaciones de voltaje comprendidas entre 1 100 y 1 800 voltios.

Además del freno por el vacío sistema «Clayton», van también provistas estas locomotoras de frenado por recuperación de energía.

A continuación se reseñan las principales características generales de dichas máquinas:

Ancho de vía	1,674 m
Peso total de la locomotora	145 t
Peso adherente	96 »
Peso por eje motor	16 »
Idem por metro lineal entre topes	6 »
Longitud entre topes	24,0 m
Base rígida	4,5 m
Diámetro de las ruedas motoras	1,56 m
Idem de las ruedas libres	0,86 m
Relación de engranajes	3,43
Esfuerzo de tracción unihorario en la llanta	15 600 kg
Potencia unihoraria en llantas	3 240 CV

Estas locomotoras han sido montadas en los talleres de la Sociedad Española de Construcciones «Babcock & Wilcox», en Bilbao, donde también ha sido construída toda su parte mecánica; los equipos eléctricos proceden de los talleres de la Sociedad «Brown-Boveri», en Baden (Suiza).

Parte mecánica.—Según ya hemos dicho, cada carrerón consta de cinco ejes, de los cuales los tres mo-

¹ Véase el número anterior, página 257.

tores poseen una separación de 2,25 m entre centros, siendo de 2,20 m la correspondiente a los dos ejes del *bogie* portador.

La locomotora debe poder inscribirse en curvas de

lleva el eje de un balancín que no puede desplazarse más que en el sentido longitudinal de la locomotora. Los extremos del balancín se apoyan mediante cabezas semiesféricas sobre dos ranguas de articulación

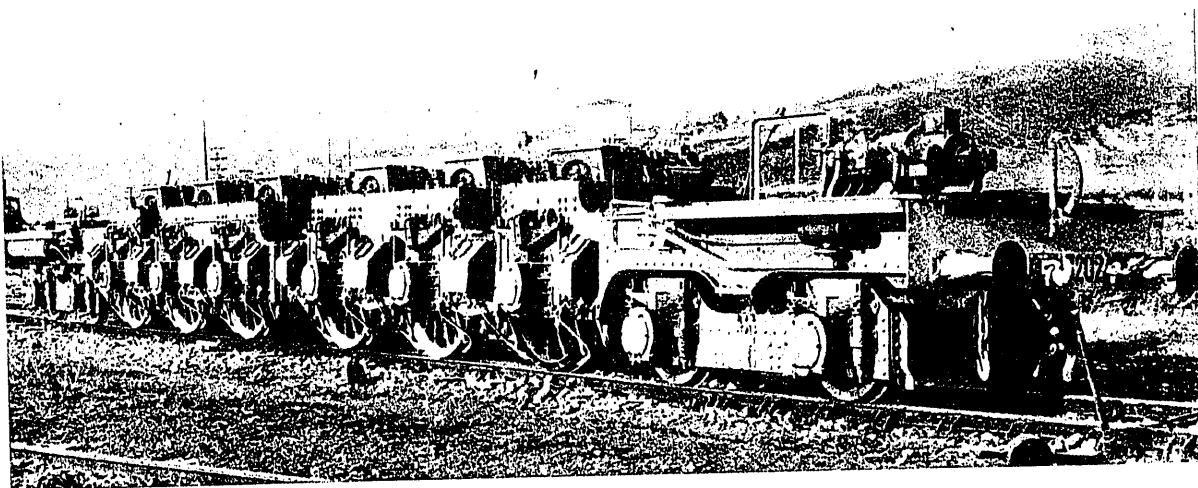


Fig. 37. Bastidores principales con los motores montados y bogies libres; disposición general

250 m de radio en plena vía y en curvas de 100 m de radio en las vías de estaciones o depósitos, sin peralte; a estos fines, las ruedas del eje motor intermedio de cada *truck* poseen pestañas cuyo espesor es 11 mm menor que el de las correspondientes a los demás ejes, lo que facilita su paso por las curvas, sin juego lateral.

El bastidor de los *trucks* está formado por dos largueros de chapa de acero recortada de 25 mm de espesor, arriostrados por fuertes traviesas entre los ejes motores y en los extremos. La traviesa exterior de cada carretón lleva los aparatos de tracción y choque del tipo normal de la Compañía, mientras que las interiores de ambos se encuentran enlazadas por medio de un acoplamiento corto destinado a la transmisión de los esfuerzos entre los dos *trucks* sin intervención de la caja de la locomotora; las dos mitades de ésta se encuentran también unidas por un vástago colocado en diagonal entre ambos *trucks* y provisto de resortes, cuyo objeto es mejorar las condiciones de marcha de los dos carretones, especialmente en las curvas. Las traviesas extremas van dispuestas para recibir los quitanieves metálicos del tipo usado en la Compañía.

El bastidor de los carretones descansa por un lado sobre los ejes motores mediante resortes de ballesta, de hojas ranuradas, que se apoyan sobre las cajas de grasa de acero moldeado tipo «Isothermos», de que van provistos aquéllos; de cuyos resortes se suspende el bastidor por medio de varillas extremas roscadas, de long tud, por tanto, regulable. Los terminales inferiores de las varillas extremas de cada *truck* se unen al bastidor, mientras que los de las varillas de suspensión intermedias se enlazan a los extremos de balancines fijos al bastidor entre los ejes motores, conjugación que permite obtener una buena repartición de la carga sobre los ejes motores (fig. 37).

Por otra parte, descansa también el bastidor principal sobre el del *bogie* libre mediante un pivote de acero moldeado, fijo a aquél, cuya cabeza inferior

esférica, que pueden desplazarse lateralmente en unas cajas de deslizamiento de acero moldeado dispuestas en el bastidor del *bogie*, de modo que éste puede desplazarse y girar como lo exijan las curvas de la vía. Va provisto, además, de un dispositivo de «rappel»,

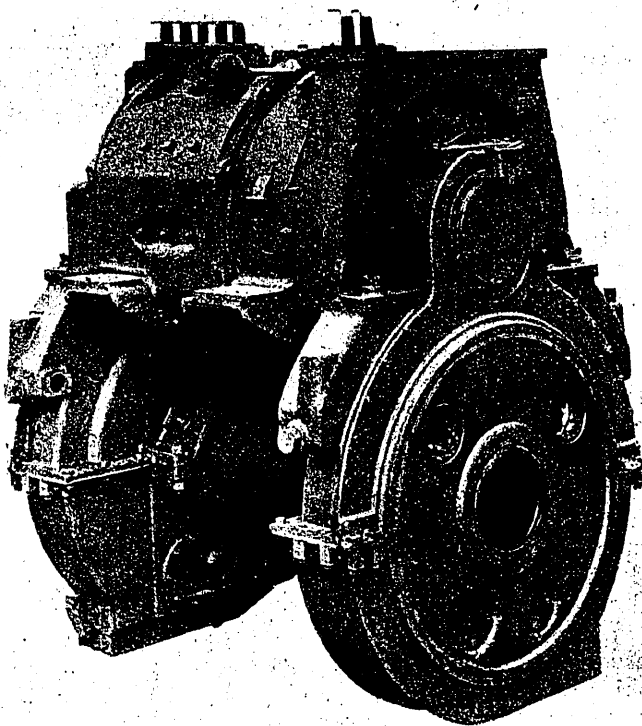


Fig. 38. Motor con árbol hueco y cárter de engranajes

compuesto de balancines, resortes de tensión inicial elevada y superficies inclinadas, que tiende a restablecer el *bogie* en su posición normal, según el eje longitudinal de la locomotora.

Con objeto de disminuir las reacciones producidas por las desigualdades de la vía sobre el *bogie*, el bastidor de éste se monta sobre los ejes libres (provistos también de cajas de grasa «Isothermos») por intermedio de resortes de ballesta y espirales de elevada tensión inicial. Asimismo, para aumentar el rozamiento de las cajas de deslizamiento, van éstas provistas, en su parte inferior, de ranuras transversales que mejoran la amortiguación y, por consiguiente, reducen el movimiento de lazo del *bogie*.

A cada lado del pivote y del dispositivo de «rappel» del *bogie* se encuentran unos patines de apoyo regulables y provistos de rótulas, que poseen un juego de 5 mm entre la superficie de apoyo y la correspondiente del *truck*, y cuyo objeto es limitar las oscilaciones laterales de éste.

Cada rueda motora posee dos zapatas de freno (lo que hace un total de veinticuatro zapatas por locomotora), estando accionadas las doce zapatas de un mismo carretón por dos cilindros de vacío, de 53 centímetros de diámetro; para un vacío de 58 cm de mercurio, la presión de frenado es de 3 170 kg por zapata, o sea en total 76 000, aproximadamente el 80 por 100 del peso adherente. La timonería de frenos en cada *truck* puede también ser accionada por el freno a mano situado en la cabina correspondiente; con un esfuerzo de 32 kg en la manivela se puede ejercer sobre el *truck* correspondiente un esfuerzo de frenado del 60 por 100 del peso adherente.

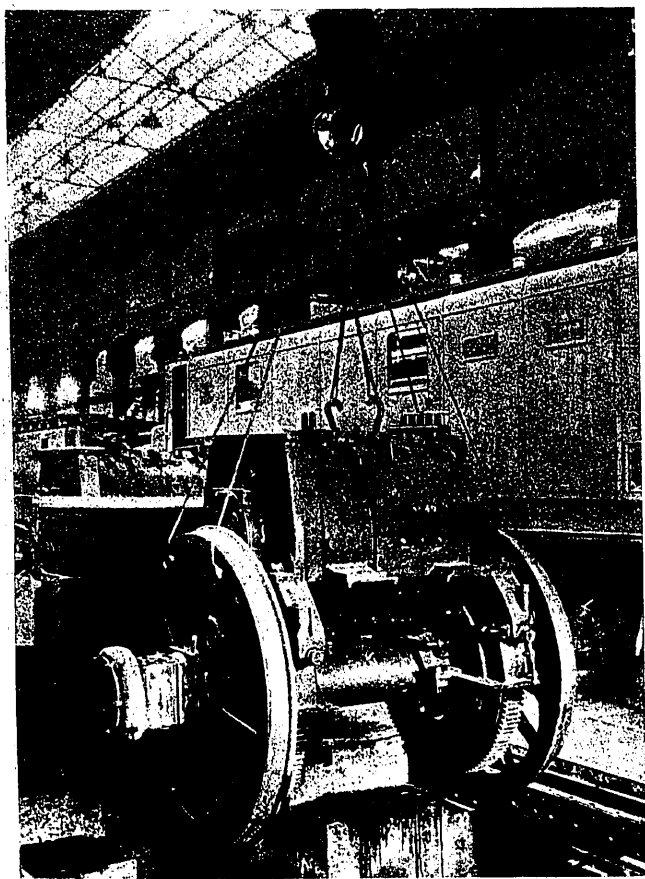


Fig. 39. Eje montado en el acto de ser introducido en el foso de revisión

Sobre los largueros, a uno y otro lado del bastidor, se disponen areneros neumáticos (uno por rueda) accionados desde ambas cabinas.

El accionamiento de cada eje motor se hace me-

dante un motor fijo rigidamente al bastidor del *truck* y por intermedio de dos piñones de corona elástica y dientes rectos, montados sobre los extremos del eje motor, que atacan las grandes ruedas dentadas.

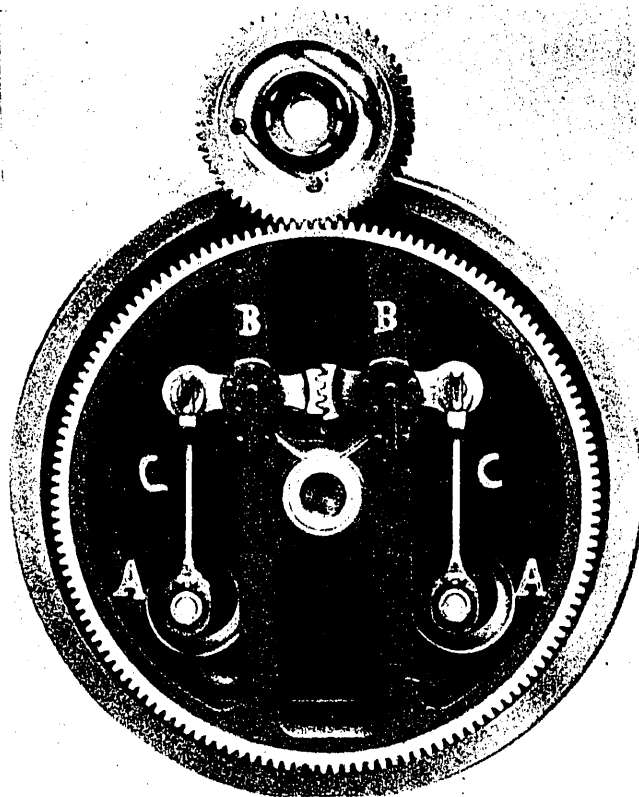


Fig. 40. Dispositivo de transmisión Individual, sistema Brown Boveri

de la transmisión. Estas ruedas, interiores a las motoras, giran en cojinetes de metal antifricción sobre los extremos de un árbol hueco que forma cuerpo con el motor, lo mismo que el cárter hermético de cada rueda dentada, asegurándose un engrane perfecto; dentro del citado árbol hueco gira el eje motor (figuras 38 y 39). Las ruedas de éste se acoplan a las ruedas dentadas mediante un sistema articulado que, permitiendo todos los movimientos relativos de unas y otras originados por las desigualdades de la vía y las oscilaciones de los resortes de suspensión, impide toda rotación relativa y produce el arrastre de las ruedas motoras. El mecanismo se compone de dos balancines *B* (fig. 40) fijos sobre la rueda dentada y que poseen dos pequeños sectores dentados cuyo engrane hace solidarios sus movimientos; el otro extremo de cada balancín se une por medio de una biela *C* a un gorrón *A* fijo sobre la rueda motora, que atraviesa la rueda dentada. Los cojinetes de estas bielas son esféricos, para permitir que la rueda motora tome una posición oblicua respecto de la rueda dentada, sin que en dichos cojinetes se produzcan agarrotamientos; la línea que une los centros de los cojinetes de biela sobre los balancines *B* se conserva siempre paralela a la de los centros de éstos, y si de aquélla se suspende el cuadrilátero articulado formado por las bielas y la línea que une los centros de los gorriones, a toda rotación de esta última (unida a la rueda motora) corresponde otra de la que une los centros de los balancines (unida a la rueda dentada), y viceversa.

El engrase de este acoplamiento se verifica por bar-

bótaje; la rotación de la rueda dentada proyecta el aceite sobre pequeñas bolsas previstas en la parte superior interna del cárter, y por la acción de la gravedad se desliza el engrase sobre el cojinete de la rueda den-

El cuerpo central de la caja se compone de dos cabinas de maniobra y un departamento central en el que se encuentran los aparatos del equipo de control, interruptor extrarrápido, bobina de self, fusibles de alta tensión, contactores de los servicios auxiliares y cuadro de baja tensión; todos ellos van montados sobre un bastidor o plataforma especial que puede extraerse completa por el techo de la locomotora y en la que también se disponen la pequeña bomba de vacío de servicio continuo, los grupos de ventilación y los canales de aire que desembocan en las cajas que contienen las resistencias de arranque y estabilización para el frenado por recuperación, colocadas en un lucernario central.

Los aparatos de alta tensión están protegidos por rejillas en-cerrojadas.

Las cabinas de maniobra (figura 41) contienen todos los aparatos de mando, regulación e indicadores, entre ellos el regulador principal y las manetas de los combinadores; la de la válvula del freno de vacío (situada a la izquierda, en el centro del púlpito) y las correspondientes a

tada y la mangueta del árbol hueco, desde donde es proyectado por fuerza centrífuga sobre los elementos del acoplamiento, para caer nuevamente al fondo del cárter del engranaje y repetirse el proceso; las bolsas citadas poseen un filtro para impedir el paso de las impurezas.

La caja de la locomotora, enteramente metálica, reposa sobre los trucks por medio de dos pivotes semiesféricos (distantes 9,75 m) fijos a aquélla; las rangas o cazoletas correspondientes se apoyan en las traviesas de acero comprendidas entre los dos ejes motores exteriores de cada carretón. Uno de los pivotes posee un desplazamiento longitudinal de ± 25 mm, para permitir los relativos de ambos trucks en curva; además, en cada ángulo de la caja se dispone un apoyo elástico que limita sus oscilaciones.

Adosados a la caja y sobre el extremo de los bastidores principales sustentados por los bogies libres, se encuentran dos capots metálicos provistos de puertas y trampillas de visita: en uno de ellos se coloca el compresor, el grupo motor-generator con sus resistencias y la batería de acumuladores; en el otro van dispuestos el grupo convertidor para la recuperación y la bomba grande de vacío para servicio intermitente, con sus resistencias de regulación.

los pantógrafos y areneros neumáticos; vacuómetros, manómetros, amperímetros, voltímetros y los conmutadores para el funcionamiento de los servicios auxiliares; el freno de mano (cuya manivela aparece en

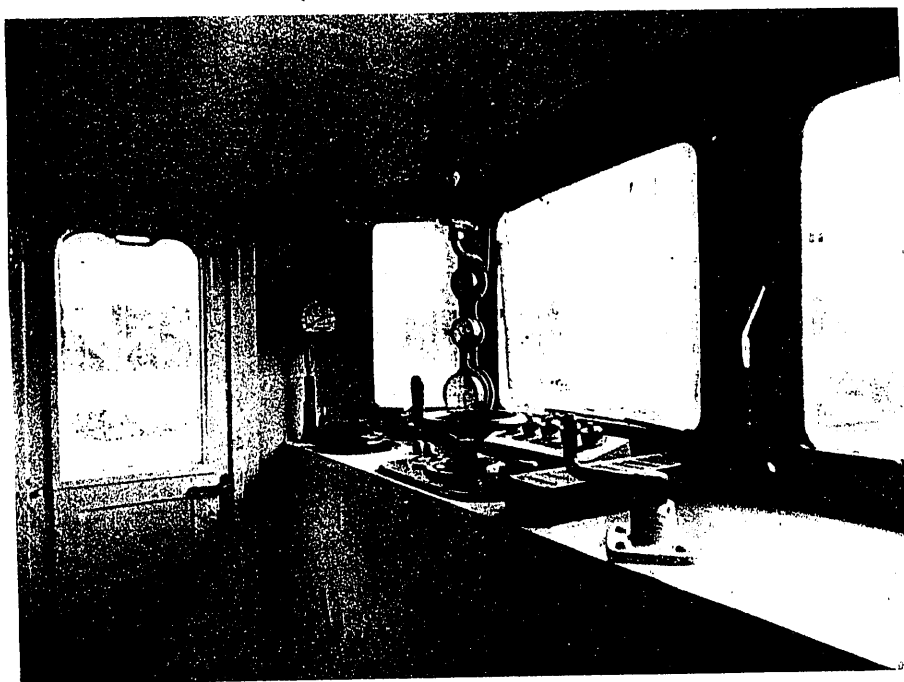


Fig. 41. Cabina de maniobra; disposición de los aparatos de mando

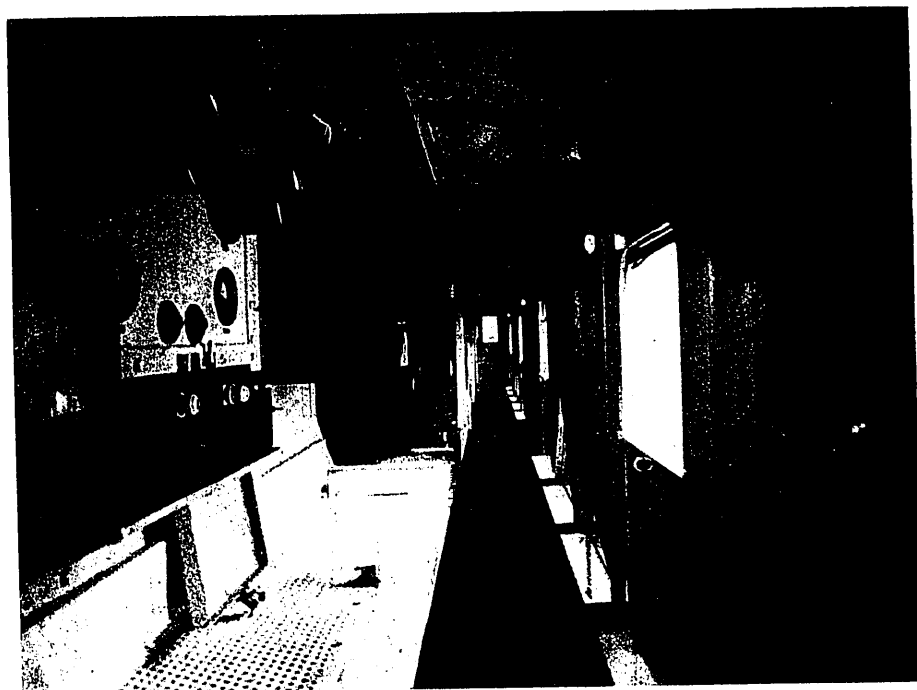


Fig. 42. Pasillo lateral de la locomotora; en el piso se advierte el borde de la plataforma central desmontable

primer término), el tirador del silbato y un indicador de velocidad «Teloc», que en una de las cabinas es registrador. Ambas cabinas son accesibles desde el exterior por cada lado de la locomotora y se comunican

entre sí por medio de dos pasillos laterales que corren a todo lo largo del departamento central (fig. 42).

Sobre el techo de la locomotora se encuentran dos pantógrafos accionados por aire comprimido, cuya carrera está comprendida entre las alturas de 4,2 m a 6,2 m del hilo de contacto. La construcción de estos pantógrafos es extremadamente sencilla, como se aprecia en la figura 47; los brazos superiores se componen solamente de dos tubos laterales unidos por una diagonal articulada en sus dos extremos, sin que existan otras traviesas ni enlaces suplementarios entre las articulaciones exteriores ni bajo el arco del frotador.

La determinación estática de todas las fuerzas que intervienen en el paralelogramo articulado impide la producción de rozamientos o acuíñamientos en las articulaciones en cuanto por torcedura u otra cualquier circunstancia se altere la longitud de algún tubo o la posición del bastidor inferior, garantizándose aún en estas condiciones un contacto perfecto con el hilo de trabajo; la rigidez transversal está asegurada por la robustez del bastidor inferior.

Equipo eléctrico.—Los motores son del tipo serie, provistos de seis polos principales y polos de conmutación; además de la ventilación forzada que suministra un grupo de ventilación independiente, poseen dichos motores una autoventilación producida por una doble rueda de aletas montada en el cuerpo del colector y que aspira el aire de refrigeración parcialmente a través de los canales de ventilación practicados en la masa del rotor y parcialmente sobre la superficie del rotor y del colector y a través de las bobinas de excitación.

Según ya se ha indicado, la caja de cada motor, con los cojinetes de éste (de engrase por anillo), forma cuerpo con el eje hueco y con el cárter de los en-

Para la marcha en tracción los motores pueden acoplarse según uno de los tres acoplamientos siguientes: los seis en serie; dos grupos en paralelo de tres motores en serie; tres grupos en paralelo de dos motores en serie (fig. 43). Además, cada arrollamiento de excitación está provisto de una toma suplementaria y

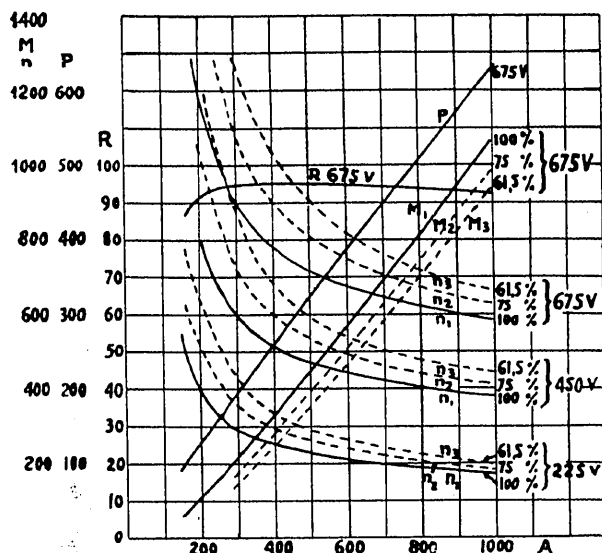


Fig. 44. Curvas características de los motores de tracción

ésta, a su vez, puede ser utilizada, bien directamente o con intercalación de un shunt parcial; se obtienen de este modo excitaciones del 75 por 100 y 61,5 por 100 del campo normal, respectivamente, con lo que se consigue disponer de nueve velocidades económicas.

En la figura 44 se consignan las principales curvas características de estos motores; los índices representan la excitación en por 100 de la normal, figurándose las curvas n de la velocidad en revoluciones por minuto para cada uno de los voltajes correspondientes a los acoplamientos antes citados (suponiendo una tensión media en línea de 1 350 voltios); las curvas M representan el par en el árbol del motor, en kilogramos, metros, y las P y R , respectivamente, la potencia en el árbol, en kilovatios, y el rendimiento del motor sin engranajes.

El arranque de la locomotora y la regulación de cada grupo de motores se hace por medio de resistencias dispuestas en doce escalones correspondientes a otras tantas muescas del regulador principal; todas ellas se utilizan cuando los motores están acoplados en serie y sólo parte de las mismas en los otros dos acoplamientos. Las resistencias de arranque están divididas en dos grupos casi idénticos, conectados en serie para el primer acoplamiento de los motores y en paralelo para los otros dos (fig. 43); están formadas por rejillas de fundición, intercambiables, reunidas en grupos con doble aislamiento montados sobre bastidores dispuestos en el linternón de la locomotora y refrigeradas por el aire que proviene de la ventilación de los motores a una temperatura aproximadamente de 10° a 20° C, superior a la del ambiente.

Para la marcha en recuperación, los motores pueden también conectarse según los tres acoplamientos siguientes: seis inducidos en serie con sus polos de conmutación; dos grupos en paralelo de tres inducidos en serie con sus polos de conmutación, y tres grupos en paralelo de dos inducidos en serie con sus polos de conmutación. Los seis arrollamientos inductores

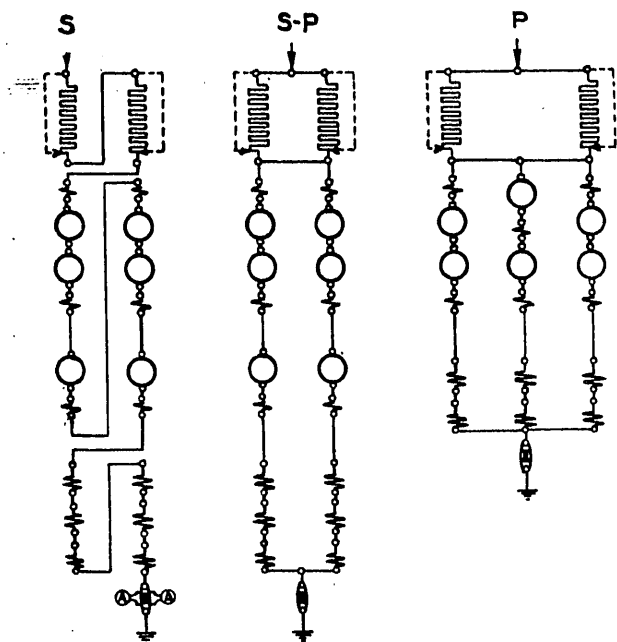


Fig. 43. Esquema de los acoplamientos de los motores para la marcha en tracción

granajes (fig. 38), lo que redonda en una construcción muy recogida e impide el desperdicio del aceite en el que giran los engranajes.

La potencia unihoraria en el árbol del motor es de 555 CV a la velocidad de 655 r. p. m. y 675 voltios; la potencia continua es de 475 CV a 695 r. p. m.

están siempre conectados en serie para cualquiera de los tres acoplamientos anteriores y se alimentan directamente por medio de una excitatriz (fig. 45).

Las seis posiciones principales para la tracción y la recuperación se obtienen mediante un combinador cuyos contactores se maniobran por un árbol de

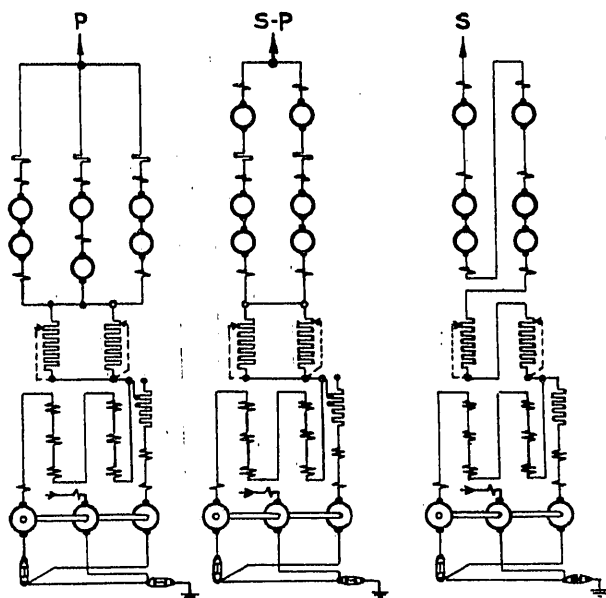


Fig. 45. Esquema de los acoplamientos de los motores, resistencias y grupo de frenado para la marcha en recuperación

levas; la palanca de este combinador se encuentra en la misma placa del regulador principal, juntamente con otra maneta para la maniobra del inversor de marcha (fig. 41). Posee este último dos posiciones (atrás y adelante) y su accionamiento es electro-neumático, pudiendo también realizarse a mano la operación necesaria para separar el grupo correspondiente a un motor averiado.

El regulador principal acciona también electro-neumáticamente los contactores que separan las resistencias de arranque y los correspondientes a los shuntados de campo; el árbol de levas que establece los contactos necesarios en los circuitos de baja tensión se maniobra por medio de un volante provisto de un mango, tal como se aprecia sobre la figura 34. Diferentes enclavamientos mecánicos y eléctricos impiden una falsa maniobra de todos estos aparatos.

El circuito principal y aparatos derivados del mismo van protegidos por un interruptor extrarrápido, accionado por un motor de aire comprimido, cuyo mando es eléctrico. Su disparo puede ser provocado, bien a voluntad (cortando la corriente de mando de la válvula de admisión de aire comprimido en el motor) o automáticamente por el *relais* de tensión nula, el de tensión máxima y el de sobrecarga, insertos en los tres circuitos de los motores de tracción. También puede producirse su funcionamiento por el *relais* de máxima colocado en el circuito del grupo convertidor para la recuperación o directamente por otro *relais* de máxima calibrado para la corriente total y colocado sobre el interruptor mismo. El interruptor va, además, provisto de un dispositivo de disparo mecánico de socorro accionado desde las cabinas de maniobra.

De los servicios auxiliares de la locomotora, unos se alimentan directamente a la tensión de línea y otros a baja tensión (65 voltios), producida por un grupo convertidor 1 500-65 voltios, provisto de un dis-

positivo para la regulación automática de esta última. Entre los primeros, y además del grupo convertidor de tensión citado, se encuentran la gran bomba de vacío de servicio intermitente, los grupos de ventilación (compuestos cada uno de un motor que acciona dos ventiladores) conectados todos ellos antes del interruptor principal y protegidos por contactores y fusibles de alta tensión; y el grupo convertidor para el frenado por recuperación, protegido por el *relais* de máxima antes citado.

Los servicios auxiliares alimentados a 65 voltios son, además de la batería, control y alumbrado, la pequeña bomba de vacío de servicio continuo y el motor del compresor rotativo, que se pone en marcha o se para automáticamente por medio de un regulador de presión; la alimentación de estas dos máquinas a baja tensión permite que el tren circule sin peligro alguno durante un cierto tiempo, aun cuando faltara la tensión en la línea de contacto.

En el exterior de cada cabina y a la altura del techo se dispone un gran reflector parabólico de 250 watios, cuya intensidad puede ser atenuada al paso por las estaciones.

Frenado por recuperación.—Para la marcha en recuperación, que se realiza según uno de los tres acoplamientos antes dados a conocer, los inducidos de los motores de tracción se conectan a la línea por intermedio de una resistencia auxiliar regulable, para lo que se utilizan las resistencias de arranque; en el circuito de excitación, además de los campos de los motores (conectados en serie) y del inducido de la excitatriz, se intercala la resistencia de estabilización y un pequeño motor serie de corriente continua que reemplaza gran parte de la resistencia de estabilización, que en otro caso sería necesaria. Esta sustitución (que puede realizarse por el hecho de que la tensión en bornas de una máquina serie no saturada y girando a velocidad constante es proporcional a la intensidad de corriente, como si se tratase de una resistencia óhmica), tiene dos ventajas: la primera es que dicho motor serie (sobre todo si no se encuentra

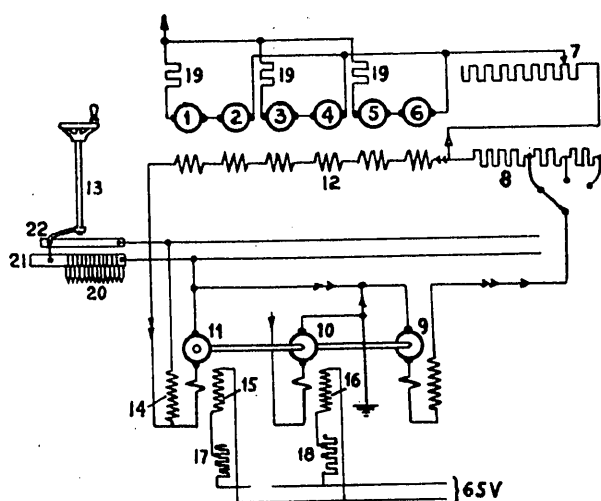


Fig. 46. Esquema de los circuitos de recuperación para la marcha en paralelo

saturado) tiene una reactancia mucho mayor que la de una resistencia óhmica y procura una igualación de las constantes magnéticas de tiempo de los dos circuitos en paralelo (inducidos y campos), condición necesaria para que la disminución de la corriente de excitación consiguiera a un crecimiento rápido de

la corriente de frenado (producido, por ejemplo, por una disminución de la tensión en la línea de contacto) sea también lo suficientemente rápida para evitar los golpes de corriente y fogonazos en el colector de los motores de tracción; en otro caso, la inducencia de los arrollamientos de excitación de los motores de tracción produce un retardo en la mencionada disminución de la corriente de excitación, llegándose más de prisa al estado de régimen permanente en el circuito de los inducidos que en el de excitación, y pudiendo provocarse variaciones molestas en el esfuerzo de frenado y en la velocidad.

En segundo lugar, se economizan parte de las pérdidas que serían transformadas en calor en la resistencia de estabilización durante el frenado, utilizándose en el accionamiento del grupo de frenado, en beneficio del motor de éste.

En la figura 46 se representa el esquema de conexio-

quias: el motor de accionamiento (10), el motor de estabilización (9) y la excitatriz (11). El primero se alimenta directamente a 1 500 voltios; lleva, además, un devanado de excitación en derivación alimentado a 65 voltios y su arranque se hace automáticamente por medio de dos contactores electromagnéticos. La excitación shunt de este motor tiene por objeto hacer la velocidad del grupo independiente de la carga y evitar su embalamiento caso de encontrarse fuertemente descargado por la acción del motor de estabilización; además, es posible que durante las grandes intensidades de corriente, que en la recuperación pueden resultar por disminuciones imprevistas de la tensión en la línea de contacto, sea sobrada la potencia del motor de estabilización para el accionamiento de la excitatriz, y en tal caso se produce automáticamente una recuperación por el motor shunt funcionando como generador.

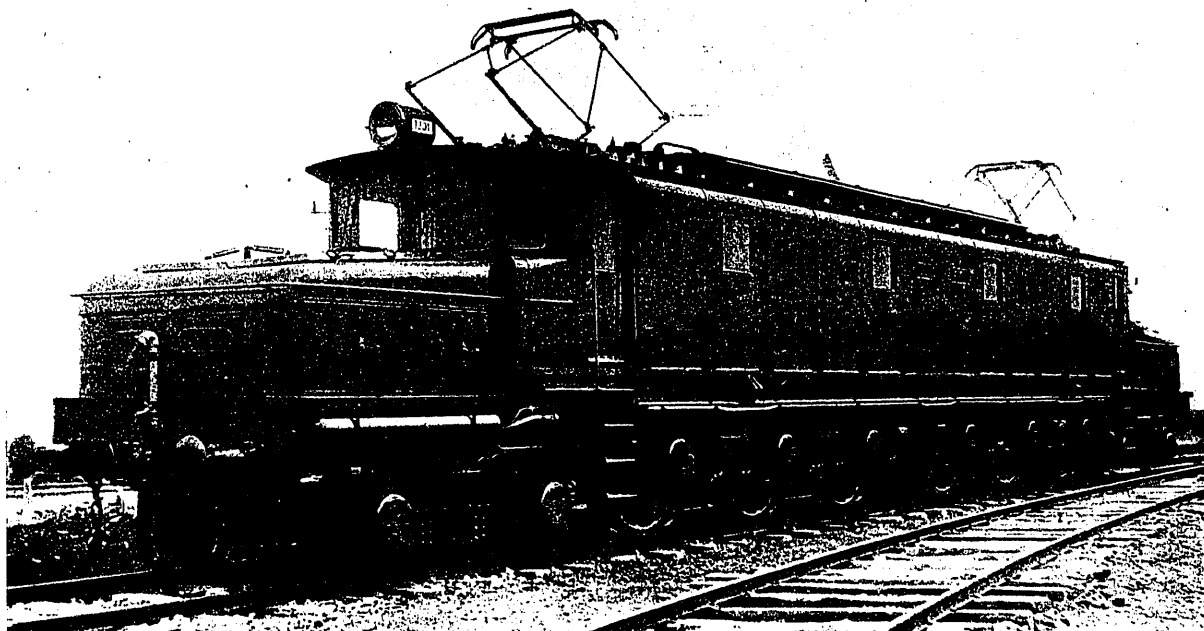


Fig. 47. Aspecto general de una locomotora 7 200

nes correspondiente a la marcha en recuperación para el acoplamiento en paralelo; sobre ella, los números que se consignan al lado de los distintos aparatos dan a éstos la siguiente significación: 1 a 6, inducidos de los motores de tracción; 7, resistencias de arranque; 8, resistencia de estabilización; 9, motor de estabilización; 10, motor de accionamiento del equipo de frenado; 11, excitatriz; 12, arrollamientos de excitación de los motores de tracción; 13, regulador de maniobra; 14, arrollamiento de excitación shunt; 15, arrollamiento de excitación independiente; 16, devanado de excitación del motor 10; 17, resistencia de regulación de la excitación independiente; 18, resistencia de regulación de la excitación del motor 10; 19, resistencias de equilibrio; 20, resistencia de regulación auxiliar; 21 y 22, órgano y contacto móvil. Además, la corriente de frenado se representa por una flecha y por dos la de excitación.

El grupo de frenado se compone, pues, de tres má-

El motor de estabilización es una máquina serie de baja tensión y elevada intensidad de corriente; está recorrido simultáneamente por la corriente de frenado y por la de excitación, que se superponen, y la potencia eléctrica que desarrolla se recupera mecánicamente en el árbol del grupo.

La excitatriz alimenta los circuitos de excitación, conectados en serie, de los seis motores de tracción, y su tensión es regulable entre 30 y 110 voltios; su excitación se compone de dos arrollamientos independientes, de los cuales uno está alimentado a 65 voltios por el grupo convertidor de tensión y la batería y el otro es en derivación. La excitación constante a 65 voltios proporciona una excitación mínima, tanto a la excitatriz como, consiguientemente, a los motores de tracción, que subsiste en tanto la maneta del combinador se encuentre sobre una de las posiciones de recuperación y, por consiguiente, se halle en marcha el grupo de frenado. Esta disposición tiene la ventaja

de que la excitación no puede bajar de cierto valor, ni producirse, por tanto, una relación demasiado desfavorable entre la corriente de excitación y la de frenado, evitándose la posibilidad de un fogonazo en el colector; la excitación independiente de la excitatriz previene también la posibilidad de que se invierta la polaridad de esta máquina.

vil (22) que se desplaza sobre una resistencia auxiliar de regulación (20). La utilización de este devanado shunt (14) tiene también la ventaja de realizar una cierta amortiguación en caso de un descenso brusco de tensión en línea, ya que entonces girará el grupo a menor velocidad y disminuirá, por tanto, la excitación de los motores principales, así como la afluencia de corriente, evitándose toda variación brusca de velocidad debida a la del esfuerzo de frenado; la excitación shunt de la excitatriz obra también en el mismo sentido, provocando una disminución de su tensión más rápida aún que la producida por la disminución de la velocidad del grupo.

Para utilizar el frenado por recuperación basta llevar la maneta del combinador a una de las posiciones de recuperación, escogida según la velocidad a la que se quiere marchar; con esta maniobra se verifica el correspondiente acoplamiento de los motores principales y de sus campos, así como las necesarias conexiones auxiliares, y se pone en marcha automáticamente el grupo de frenado; girando lentamente el volante del regulador principal entre las muescas 0 y 13 se produce una corriente de recuperación, y, según la velo-

cidad que lleve el tren, una aceleración o un frenado del mismo; en la posición 13 todas las resistencias se hallan fuera de circuito, y continuando el giro del volante se puede proceder, mediante la regulación de la excitación antes mencionada, a una regulación muy afinada de la velocidad entre amplios límites.

José M.^a GARCÍA LOMAS
Ingeniero de Caminos

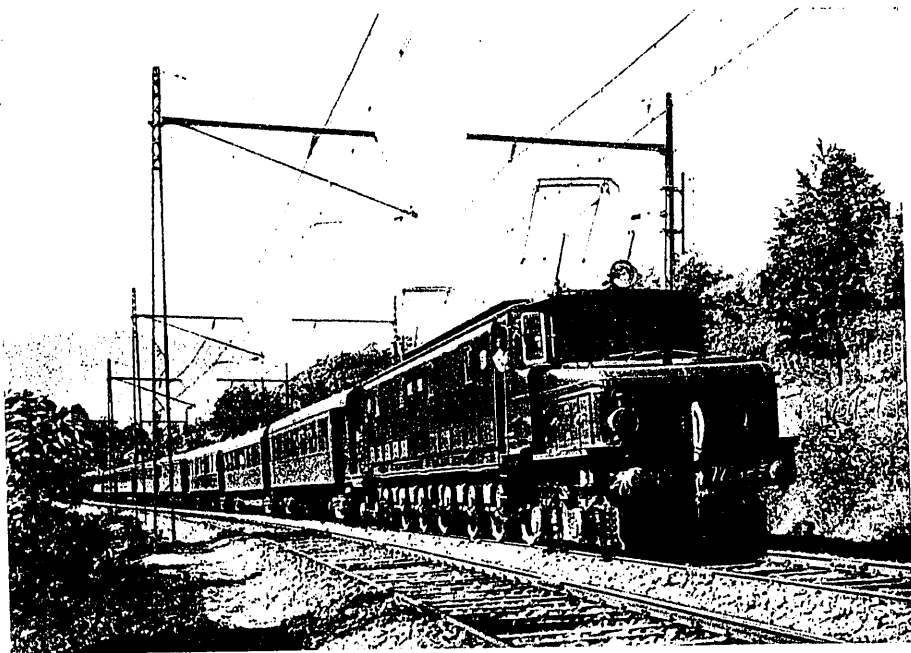


Fig. 48. Tren rápido, remolcado por una locomotora 7 200, en las proximidades de la estación de Alsasua

El segundo devanado excitador (shunt) de la excitatriz provoca un aumento de la tensión de ésta y permite reforzar la excitación de los motores de tracción y, por tanto, regular entre límites muy amplios la velocidad correspondiente a cada uno de los acoplamientos de los motores principales; a este fin, el árbol del regulador principal lleva un contacto mó-

E l c a m b i o

I

La ofelinidad.—Equilibrio del consumidor

22. **Noción de ofelinidad.**—Ya se ha dicho que una primera exposición de la teoría del equilibrio económico tiene por fundamento el postulado de que el placer es medible, que en el hombre existe un criterio que le permite comparar sus distintas sensaciones y estimar en *cuánto* una sensación es mayor o menor que otra. A la cantidad que mide esta sensación es a lo que hemos llamado *ofelinidad*, cuya existencia es, como puede observarse, puramente hipotética, pues no está basada en hecho de experiencia alguna.

Supongamos un individuo poseedor de una cierta cantidad de riqueza x . Si la ofelinidad existe, será una función de esta cantidad de riqueza $f(x)$, pero nos es completamente desconocida, por ahora, la forma de esta función. Podemos enunciar, sin embargo, algunas de sus propiedades.

1.^a Como la ofelinidad sólo mide grados de placer, quedan excluidas de la cuestión las cantidades negativas, porque se puede llegar al placer nulo, pero no al negativo, o sea al dolor. La ofelinidad sólo tiene, por lo tanto, valores positivos: $f(x) > 0$.

2.^a Se admite, para simplificar el problema, que todo fenómeno económico es continuo; por consecuencia, la ofelinidad será una función continua y su primera derivada la definiremos como el límite de la razón del incremento de placer al incremento de riqueza que lo ha producido cuando éste tiende hacia cero. Esta primera derivada de la ofelinidad se la denomina *ofelinidad elemental* u *ofelinidad marginal*.

3.^a En general, a una variación de riqueza corresponde una variación de placer, en el mismo sentido, lo que nos indica que la ofelinidad elemental sólo adquiere valores positivos: $f'(x) > 0$, y la ofelinidad, es, por consiguiente, una función creciente con la riqueza.