NUEVOS ELECTROTRENES PARA 160 KM/H

Durante esta primavera, RENFE va a recepcionar los primeros electrotrenes aptos para circular a 160 km/h. Se utilizarán en los servicios «Intercity» en los trayectos Madrid-Levante, cuya velocidad máxima se elevará a 160 km/h con la aplicación de los nuevos horarios de verano de 1987.
Los servicios «Intercity», Madrid-Albacete-Valencia-Castellón se efectuaban, desde su implantación en junio de 1980, con los electrotrenes de la serie 444-000, que por esa circunstancia se les conoce generalmente con el nombre de «Intercity».
Como la velocidad de estos electrotrenes 444-000 es de 140 km/h, la velocidad de los servicios «Intercity» no pudo elevarse a 160 km/h en junio de 1986, cuando se implantó dicha máxima en el triángulo Madrid-Barcelona-Valencia. Ahora, esto será ya posible con los nuevos electrotrenes de 160 km/h, cuya construcción está terminándose.

JUSTO ARENILLAS

RENFE contrató el 28 de mayo de 1985 el suministro de seis electrotrenes, con una opción de compra de otros cinco. Esta opción se ejercitó con posterioridad, por lo que el total de electrotrenes a suministrar es de once. La numeración asignada es la 444-500 para distinguirlos de los 444-000, puesto que sus velocidades máximas son diferentes. El contrato se firmó con las sociedades siguientes:

- ☐ Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A. (CAF).
- ☐ Westinghouse, S.A. (WESA).
- ☐ Material y Construcciones, S.A. (MACOSA).
- ☐ Aplicaciones Técnicas e Industriales, S.A. (ATEINSA).
- ☐ General Eléctrica Española, S.A. (GEE).
- ☐ La Maquinista Terrestre y Marítima, S.A. (MTM).
- ☐ Mitsubishi Electric Corporation, S.A. (MELCO).

CARACTERISTICAS BASICAS

Las características básicas de los nuevos once electrotrenes de la serie 444-500 son las siguientes:

Composición del electrotrén	Mc-R-Rc
Masa del electrotrén	151 t
Potencia continua	1.160 kW
Velocidad máxima	160 km/h, tipo A
Tensión de alimentación	3.000 V, CC
Plazas sentadas	212
Longitud del electrotrén	80.044 mm

OTRAS CARACTERISTICAS

Longitud de las cajas (Mc/R/Rc), en mm	25.945/26.200/26.385
Anchura de las cajas, en mm	2.950
Altura de las cajas, en mm	4.180
Distancia entre bogies (M/R), en mm	18.350/18.790
Base rígida de bogies (M/R), en mm	2.600/2.500
Diámetro de rueda nueva (M/R), en mm	1.000/940
Masa de los coches (Mc/R/Rc), en t	64/39/48
Masa de los bogies (M/R), en t	13,2/6,7
Enganches automáticos extremos	Scharfenberg

CARACTERISTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Las características de tracción son las siguientes:

Régimen continuo, con el 80% del campo	45 kN a 92 km/h, con 210 A por motor
Esfuerzo tractor a 160 km/h	22 kN
Aceleración del electrotrén cargado	0,45 m/s² hasta 76 km/h
Velocidad del electrotrén cargado en rampa	89 km/h en 20 mm/m

Las características de frenado son las siguientes:

Distancia de parada del electrotrén cargado, a 160 km/h, con freno neumático y sin patines	1.280 m
Freno eléctrico de retención del electrotrén cargado, en pendiente	.20 mm/m.

Han sido contratados 11 trenes. Los primeros se recepcionarán antes del verano.

Durante el periodo de fabricación de los electrotrenes, WESA ha pasado a denominarse Constructora Nacional de Maquinaria Eléctrica (CENEMESA), recuperando así su antigua denominación, y GEE se llama ahora Constructora de Equipos Eléctricos (CONELEC)

CAF ha construido las cajas y bogics de los coches motores en su factoría de Beasain, y las cajas de los coches remolques con cabina en Zaragoza. Por su parte, ATEINSA ha fabricado todos los bogies remolques y las cajas de los remolques intermedios. MTM y ATEINSA forman parte del INI, por lo que la construcción se concentró en ATEINSA, en su factoría de Villaverde. Los equipos eléctricos se distribuyeron, a partes iguales, entre CENEMESA y CONELEC, mientras que MELCO aporta el proyecto del equipo eléctrico y algunos aparatos de dicho equipo.

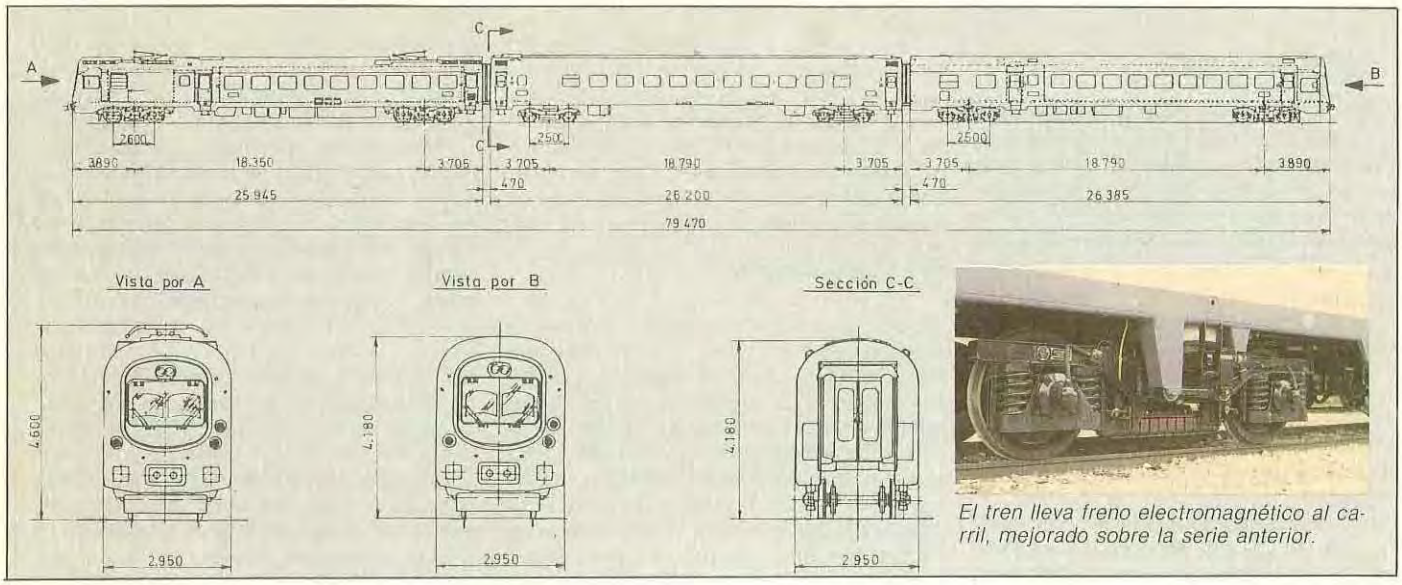
La tercera generación

Los electrotrenes de la serie 444-500 constituyen la tercera generación de electrotrenes que tiene RENFE. Estos nuevos electrotrenes derivan de las dos anteriores, la 432 y la 444-000.

En el año 1971 entró en servicio la primera generación de electrotrenes, constituida por 20 unidades de las que actualmente quedan en servicio 18. La construcción de éstos se originó por la terminación de la electrificación de líneas completas, como por ejemplo la de Madrid-Gijón y Madrid-Santander, donde hasta entonces prestaban servicio los trenes diesel TER. Esta primera generación de electrotrenes era bitensión, es decir, aptos para circular bajo catenarias de 3.000 y 1.500 Voltios, ya que en aquel tiempo todavía estaban electrificadas a 1.500 Voltios varias líneas del Centro y Norte de España. Las

La cabina de conducción tiene un pupitre muy amplio y ergonómico, situado hacia la derecha de la cabina, aunque también ocupa parte del centro. El electrotrén trae de origen equipo «Tren-Tierra».

La decoración exterior recuerda de alguna forma los más modernos trenes británicos.



El tren lleva freno electromagnético al carril, mejorado sobre la serie anterior.

cajas y bogies originales de estos electrotrenes 432 derivan de los trenes TER, y en cierto modo podía decirse que un electrotrén 432 era un TER electrificado.

Forman una tercera generación de electrotrenes derivada de los 432 y 444-000.

El notable impulso dado a la electrificación a finales de los años 70 exigió la ampliación del parque de electrotrenes, por lo que se adquirieron 14 que formaron la serie 444-000. Esta segunda generación se conoce generalmente con el nombre de «Intercity», ya que los primeros trenes construidos se utilizaron para inaugurar el día 1 de junio de 1980 el servicio «Intercity» en la línea Madrid-Valencia, servicio que ha conseguido gran éxito debido a su elevada velocidad comercial y su notable frecuencia (con cuatro servicios diarios en cada sentido). Los «Intercity» fueron entregados a RENFE en 1980 y 1981. Sus novedades principales con respecto a los electrotrenes 432 consistían en que son monotensión, a 3.000 Voltios, y que los bogies utilizados son los mismos que los de las unidades 440. Estos bogies proporcionan un confort muy superior al de los bogies de la primera generación de electrotrenes, debido a su mejor es-

Interior del remolque intermedio. Los asientos de 2.ª clase corresponden al tipo unificado adoptado por Renfe en sus últimos vehículos.

El equipo mecánico

Las cajas de los tres coches son de acero soldado. Cada uno de los tres coches consta de un salón de viajeros, con pasillo central, y acceso con plataformas situadas a ambos extremos de cada salón. Los asientos de 1.ª y 2.ª clase están dispuestos en filas de cuatro, dos a cada lado del pasillo central. El paso entre asientos es de 1.100 mm en 1.ª clase y de 830 mm en 2.ª clase. Las butacas de 1.ª clase son giratorias según el sentido de la marcha, y tienen respaldo inclinable. Los asientos de 2.ª clase tienen respaldo abatible según el sentido de la marcha. Las puertas de acceso exterior son de accionamiento manual, pivotantes y con estribo deslizante. Las ventanas son fijas, de doble cristal.

El aire acondicionado se difunde por el techo, su equipo, suministrado por Stone Ibérica, consta de dos equipos semicompactos P-20 en cada coche, y es capaz de suministrar, para el conjunto del electrotren, 93.000 kcal/h cuando funciona en refrigeración y 80.500 kcal/h cuando funciona en calefacción. La calefacción se complementa con radiadores situados en los costados de los coches. Además, las cabinas de conducción poseen equipos independientes de aire acondicionado.

Los bogies motor y remolque son similares a los de las unidades 440 y electrotrenes 444-000, adaptados para circular a 160 km/h. El bastidor del bogie es de acero soldado. La suspensión primaria es de muelles helicoidales con dos amortiguadores-guía. La suspensión secundaria es neumática, con amortiguador hidraulico horizontal. Existe una viga pivotante unida a la caja del coche mediante dos bielas longitudinales, que transmiten los esfuerzos de tracción y frenado. Al inscribirse en curva, la viga pivotante gira junto con la caja, evitando la deformación de los muelles neumáticos, que se encuentran situados entre la caja y la viga pivotante.

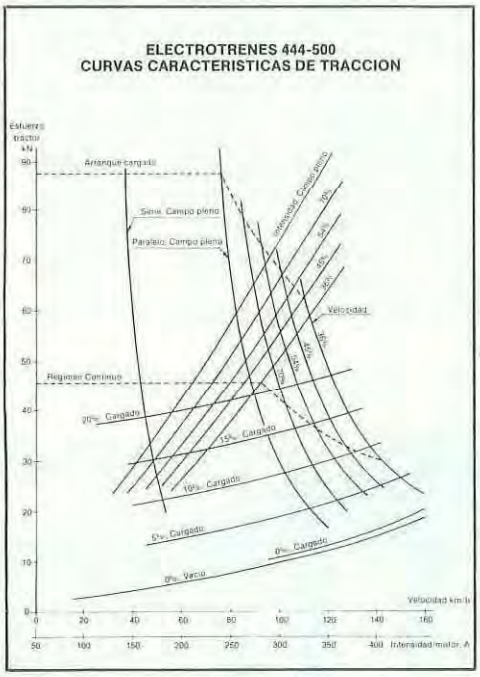
Cada bogie motor tiene dos motores de tracción, completamente suspendidos, dos acoplamientos elásticos tipo WN, y dos reductores suspendidos por la nariz. Cada electrotren tiene dos bogies motores y cuatro bogies remolques.

Todos los bogies tienen cuatro frenos de disco, montados sobre las ruedas en los bogies motores, y sobre los ejes en los bogies remolques. Hay dos cilindros de freno en cada bogie motor o remolque, cada uno de los cuales acciona los dos discos de cada eje. Todos los bogies tienen patines de freno electromagnético al carril, que sólo se utilizan como freno de urgencia.

El equipo eléctrico

Cada electrotren tiene cuatro motores de tracción, tipo MB 3165-C, de 290 kW en régimen contínuo y 320 kW en régimen unihorario. Estos motores se caracterizan porque tienen arrollamiento de compensación, con lo cual mejorar sus condiciones de conmutación. El grado de shuntado máximo corresponde a un 36% del campo. La tensión nominal del motor es de 1.500 V, por lo que siempre hay dos motores conectados en serie. Son motores autoventilados.

El equipo eléctrico es del tipo convencional, con resistencias de arranque y aceleración, dos combinaciones de motores (serie y paralelo), dos grados de shuntado en serie y cuatro en paralelo. El número de muescas de arranque y aceleración es de 13 en serie y 8 en paralelo. El freno eléctrico es del tipo reostático, autoexcitado, con 4 grados de shuntado y 12 muescas con campo pleno y resistencia variable. El freno reostático se utiliza solo para mantener constante la velocidad del electrotren en la bajada de pendientes, o combinado automáticamente con el freno de aire comprimido durante la parada del electrotren. Las resistencias principales (arranque, aceleración y frenado reostático) tienen ventilación forzada, y se encuentran situadas debajo del bastidor del coche motor. El equipo eléctrico es idéntico al de las unidades 440, excepto las resistencias principales.



El grupo convertidor y el grupo motor-compresor se encuentran situados debajo del bastidor del coche Rc. El grupo convertidor es rotativo, y tiene una potencia de 140 kVA. Suministra corriente alterna trifásica a 220 V y 50 Hz para alimentar los servicios auxiliares del electrotren: alumbrado fluorescente, aire acondicionado, motoventiladores trifásicos de resistencias principales, grupo motor-compresor en corriente contínua, carga de bateria, control de electrotrén y freno de patines electromagnéticos. La bateria es de 72 Voltios.

El equipo de freno neumático

El compresor y el equipo de freno neumático ha sido suministrado por Frenos Knorr. El compresor suministra un caudal de 1.000 l/min a 10 bar. El equipo de freno neumático es del tipo Kbr Xl-E, similar al de las unidades 440. El control del freno es electroneumático, y se efectua mediante tres cables eléctricos que recorren todo el electrotrén, y que con un código adecuado de alimentación producen siete grados diferentes de frenado. Además, existe un segundo sistema de control del freno, que es totalmente neumático. El freno de estacionamiento es hidromecánico, y se actua manualmente mediante un volante con manivela.

Finalmente, hay que señalar que los electrotrenes están dotados con el equipo de seguridad ASFA, suministrado por Dimetronic.

Además de la velocidad máxima, las principales novedades son el diseño del testero, cabina, y la decoración exterior.

de electrotrenes, debido a su mejor estabilidad de marcha, ya que se trata de un bogie con una concepción mucho más moderna y con suspensión neumática. El éxito conseguido con estos bogies en los «Intercity» motivó, en 1984-85, la sustitución de los bogies originales de los coches motores de los electrotrenes 432, con lo que su confort de marcha ha aumentado espectacularmente. Esta operación de sustitución se va a completar ahora con los bogies de los dos coches remolques, por lo que en junio de 1986 se efectuó la sustitución de los mismos de un coche remolque con cabina, que servirá de prototipo para el resto de la serie.

El éxito de los «Intercity» ha aconsejado la ampliación de este tipo de servicios, rápidos y frecuentes, a otros trayectos del triángulo Madrid-Barcelona-Valencia, lo que ha dado lugar a la tercera generación de electrotrenes, los 444-500, que van a comenzar a prestar servicios del tipo «Intercity» en 1987. La principal novedad de estos nuevos electrotrenes, entre otras, es que son aptos para 160 km/h, lo que permite aprovechar la posibilidad de circular a esta velocidad en el triángulo Madrid-Barcelona-Valencia.

Los electrotrenes 444-500 son aptos para 160 km/h por cambio de la transmisión sobre los 444-000.

Los elementos del servicio son semejantes a los de las series más recientes de Renfe.

Caracteristicas

La composición normal de un electrotren es de tres coches: motor con cabina de conducción (Mc), remolque intermedio (R) y remolque con cabina de conducción (Rc). La composición mínima teórica sería Mc-Rc y la máxima posible es de doce coches, acoplando cuatro Mc-Rc, o bien más electrotrenes hasta formar 12 coches en el supuesto ideal de que existiesen composiciones Mc-Rc.

Los electrotrenes 444-000 y 444-500 son del tipo A, es decir, pueden circular en curva con una aceleración centrífuga no compensada del 1 m/s² a nivel de la vía, mientras que los 432 sólo pueden hacerlo con 0,65 m/s², que es el valor convencional autorizado en RENFE. Esta característica permite a los electrotrenes 444-000 y 444-500 circular en curva con una velocidad un 11% mayor que la de los trenes convencionales.

Se ha mejorado el confort interior. Los trenes cuentan con 72 plazas de 1.ª, 140 de 2.ª y bar-cafetería.

Las 212 plazas de un electrotrén se reparten en 42 de primera clase, situadas en el coche Rc, y 160 de segunda, repartidas entre los coches Mc y R (72 y 88 plazas, respectivamente). El coche Rc dispone de una cafetería. El furgón de equipajes se encuentra en el coche Mc. El electrotrén es totalmente reversible, es decir, puede circular normalmente en ambos sentidos, gracias a la existencia de una cabina de conducción en cada extremo del tren.

Novedades

Con relación a los electrotrenes 444-500, los nuevos 444-500 presentan las principales novedades siguientes:

☐ La velocidad máxima es de 160 km/h en lugar de 140. Esto se ha conseguido instalando un nuevo reductor de engranajes, en el que la relación ha pasado de 74/23 = 3,22 a 72/25 = 2,88. La potencia del tren se mantiene constante (1.160 kW) con objeto de poder utilizar el mismo equipo eléctrico, pero evidentemente la aceleración residual de los electrotrenes 444-500 a 160 km/h será menor que la de las 444-000 a 140 km/h. Durante 1986 se efectuaron una serie de ensayos en vía para determinar la estabilidad de los electrotrenes a 160 Km/h, y se comprobó la validez de los bogies para circular a esta velocidad aunque introduciendo algunas modificaciones en la suspensión primaria.

☐ Nuevos testeros de los electrotrenes, gracias a la eliminación de la puerta frontal. Esta puerta no se utilizaba en servicio normal y sólo era una causa de problemas, porque era muy difícil asegurar una buena estanqueidad a alta velocidad, por lo que no podía evitarse la entrada de aire frío que reducía el confort de la cabina.

Otras ventajas muy importantes que trac consigo la eliminación de la puerta frontal es la posibilidad de construir un pupitre de conducción más ancho, y por tanto más cómodo y ergonómico, y también la posibilidad de instalar una resistente estructura frontal que mejora la seguridad del personal de conducción en caso de arrollamiento de algún vehículo pesado de carretera en un paso a nivel. Esta estructura frontal queda cubierta totalmente con un testero de poliéster, que proporciona una nueva estética, totalmente diferente a la de los anteriores electrotrenes. Además, se ha instalado una única luna central de alta resistencia mecánica al impacto de objetos exteriores, con objeto de mejorar también la seguridad del personal de conducción. Con todas estas modificaciones, se ha conseguido una cabina de conducción más segura y confortable.

☐ La pintura exterior del electrotrén es totalmente diferente. Se ha abandonado el color rojo característico de las dos generaciones de electrotrenes anteriores, y siguiendo las directrices de una empresa especializada en el diseño industrial, se ha aplicado una decoración exterior con una combinación de diferentes colores.

La instalación de video está prevista para un inmediato futuro.

☐ Los nuevos electrotrenes estarán dotados con vídeo en los tres coches de la composición. Cada salón de viajeros, de 1.ª ó 2.ª clase, tendrá seis pantallas de vídeo de 16 pulgadas, orientadas tres en un sentido de marcha y las otras tres en el contrario. Cada asiento dispondrá de un sistema de audición individual, de forma que el viajero, si lo desea, podrá escuchar el sonido correspondiente al vídeo visible en las pantallas, mediante el uso de unos auriculares que le serán facilitados por el personal del tren. En ca-

CARACTERISTICAS BASICAS DE TRES GENERACIONES DE ELECTROTRENES DE RENFE

SERIE	COMPOSICION	POTENCIA kW	MASA t	VELOCIDAD Km/h	TENSION V	PLAZAS SENTADAS	LONGITUD mm	SISTEMAS DE FRENO	AÑOS DE RECEPCION	ELECTROTRENES CONSTRUIDOS	CONSTRUCTORES
432 ELECTROTRENES	Mc-R-Rc	1160	150,4	140	3000/1500	212	79870	AIRE REOSTATICO	1971/79	20 PARQUE: 18	CAF, MM y C MACOSA CENEMESA
440-000 INTERCITY	Mc-R-Rc	1160	151	140 (tipo A)	3000	212	79864	AIRE, PATINES REOSTATICO	1980/81	14	CAF, MACOSA, GEE, WESA, MELCO
440-500 NUEVOS INTERCITY	Mc-R-Rc	1160	151	160 (tipo A)	3000	212	80044	AIRE, PATINES REOSTATICO	(1987)	11	CAF, WESA, MACOSA,ATEINSA GEE, MTM, MELCO

En el cuadro se indican las características de las tres generaciones de electrotrenes que tiene RENFE, lo que facilita su comparación. Además, RENFE tiene un electrotrén basculante, que no se incluye en dicho cuadro porque su concepción difiere totalmente a las de las generaciones consideradas en el presente estudio.

da electrotrén existirá una unidad central de mando situada en el departamento furgón del coche motor, accesible solamente para el personal de servicio responsable del mando y control del sistema de vídeo. El suministro de los equipos de vídeo se efectuará con posterioridad a la recepción de los primeros electrotrenes, por lo que la puesta en servicio del sistema de vídeo se realizará algo más tarde que la entrada de los electrotrenes en servicio comercial. Saldrán de fábrica con la instalación preparada para poder montar fácilmente los equipos de video en cuanto sean suministrados.

☐ El confort de los asientos de 1.ª clase se mejorará sensiblemente, al instalarse butacas análogas a las montadas en los electrotrenes 432 modernizados.

☐ Se ha mejorado el sistema de entrada de aire de ventilación de las resistencias eléctricas principales, para evitar la entrada de agua y nieve en las resistencias, y aumentar así la fiabilidad de dichas resistencias.

☐ También se ha perfeccionado la concepción de la fijación de los patines de freno electromagnético al carril, y se ha instalado un nuevo tipo de cilindros de aire comprimido para aproximar los patines al carril. Este nuevo sistema es apto para 160 km/h y su fiabilidad es superior a la del antiguo sistema.

Freno electromagnético, sistema de «hombre muerto» y bocina, de nueva concepción.

☐ El sistema de megafonía se ha ajustado a las prescripciones de la ficha UIC-568.

☐ Se han realizado diversas modificaciones en la cafetería, de acuerdo con la experiencia obtenida en los electrotrenes 444-000.

Los depósitos de agua van sobre techo, en lugar de bajo bastidor, como los anteriores.

☐ Los depósitos de agua se han instalado en los techos de los coches, en lugar de hacerlo bajo bastidor, con objeto de mejorar la fiabilidad del sistema de alimentación de agua a los servicios y a la cafetería.

☐ Los pantógrafos se han instalado con las articulaciones intermedias dirigidas hacia el centro del coche motor, es decir, al revés que en los electrotrenes 444-000.

☐ Se han eliminado las zapatas de limpieza instaladas en los bogies por haberse verificado su poca utilidad en servicio normal.

☐ Instalación de dos bocinas, de tonos diferentes, en cada cabina de conducción.

☐ Instalación de un equipo secador del aire comprimido.

☐ «Hombre muerto» eléctrico en lugar de neumático.

☐ Instalación del equipo de comunicación tren - tierra, suministrado por AEG Ibérica de Electricidad.

El electrotrén 444-500 en sus aspectos técnicos es muy semejante al 444-000 (izquierda). Aunque en la foto aparezcan acoplados, no pueden circular de esta forma.