



El confort ha sido uno de los criterios tomados en consideración para la remodelación de esta unidad.

## Cinco empresas, bajo la supervisión de TIFSA, han trabajado en él PROTOTIPO U/T 445, AL SERVICIO DE LAS CERCANÍAS

SERAFIN AMORES

EN 1980, RENFE inició un proyecto de investigación que tenía como principal objetivo definir las condiciones óptimas de un tren especialmente concebido para el tráfico de cercanías. Una vez definidas estas condiciones, se planteó la construcción de un prototipo que permitiera contrastar su eficacia antes del lanzamiento de la serie.

Para construir esta unidad de tren se han considerado como características específicas de la demanda del transporte de cercanías la necesidad de gran capacidad de carga y facilidad de accesos. Velocidad máxima adecuada a los cortos trayectos entre paradas sucesivas. Elevada relación potencia/peso con objeto de obtener prestaciones brillantes en aceleración y frenado y reducción del tiempo empleado en los recorridos. Alta fiabilidad bajo condiciones de servicio rigurosas. Economía en servicio y ahorro energético por la utilización de un equipo chopper que además permite el frenado con recuperación. Mantenimiento reducido. Equipos tecnológicamente avanzados previstos para futura automatización. Elevado nivel de confort.

**RENFE acaba de recibir en su parque el prototipo de unidad eléctrica 445, que ha sufrido concienzudas pruebas de varios meses para un posible pedido más amplio. Esta unidad es de construcción y diseño enteramente nacional, patrocinado por el CEDETI y la supervisión técnica de RENFE, para su implantación en los servicios de cercanías. Con este motivo, publicamos un amplio artículo técnico en el que se describen sus características.**



El 445 está especialmente diseñado para prestar el mejor servicio en las cercanías.

Este proyecto, realizado en su totalidad con diseño y construcción nacional, representa el primer paso firme en la colaboración en el campo de la creación de tecnología entre RENFE y la industria del sector. En efecto, bajo la supervisión técnica de TIFSA, empresa creada por RENFE para potenciar el desarrollo tecnológico en el campo ferroviario, cinco empresas del sector, CAF, GEE, MACOSA, MTM y WESA han llevado a cabo la materialización de este proyecto.

En su concepción, la U/T está constituida por dos coches motores idénticos y un remolque intermedio, acoplados semipermanentemente y con cabina de conducción en ambos extremos de la composición. Asimismo, será posible acoplar en unidades múltiples hasta tres composiciones, que permitirán formar trenes de 12 coches.

### Mayor accesibilidad

Las cajas son enteramente metálicas, autoportantes y construidas con tecnología de diseño adecuada para lograr un peso lo más reducido posible. La caja del remolque se ha construido a base de perfiles extraídos de aleaciones de aluminio. Cada caja consta de una sala de viajeros totalmente diáfana, en la que se encuentran perfectamente diferenciadas tres amplias plataformas de acceso, separadas de las zonas de asientos por paneles transparentes. En los coches motores existe, además, una cabina de conducción con una puerta de intercomunicación interior, otra situada en un costado para acceso directo desde el exterior y, por último, una puerta central en testeros.

Con objeto de conseguir la máxima capacidad de viajeros, la mayoría de los equipos eléctricos y neumáticos están situados debajo del piso o en el techo, excepto el disyuntor y convertidor, que están situados entre la cabina de conducción y el departamento de viajeros adyacente. Para el servicio a que está destinada esta U/T es fundamental conseguir un flujo elevado de entrada y salida de viajeros, por lo que el piso de plataforma y departamentos está al mismo nivel, y se ha previsto un sistema de estribo móvil, compatible con las diferentes alturas de andenes existentes en RENFE.

Las puertas de dos hojas, y en número de tres por costado y coche, son del tipo desplazables-deslizantes con una anchura libre de 1.300 mm. El dispositivo de apertura y cierre permite el accionamiento individual por los viajeros, previo consentimiento del mando centralizado del conduc-



*Durante varios meses, el prototipo U/T 445 ha sufrido concienzudas pruebas hasta su entrega a RENFE. La foto está tomada en el otoño de 1984.*



tor. Un dispositivo de seguridad impide la puesta en marcha de la U/T hasta tanto todas las puertas no estén cerradas.

Tanto los bogies de los coches motores como los del remolque responden a la misma concepción. El bastidor del bogie es en forma de H, en estructura soldada de chapa de calidad A-52-d.

Las cajas se apoyan sobre los bogies por intermedio de una suspensión neumática que permite mantener a un valor casi constante la altura de las cajas con respecto al carril, aun en el caso de cargas extremas que pueden presentarse en el servicio de cercanías.

La suspensión primaria está constituida por muelles helicoidales y amortiguadores para los movimientos verticales y transversales. El bogie no dispone de traviesa bailadora, por lo que es de una concepción muy simple.

El equipo de frenado está constituido por un freno combinado de discos y zapatas, disponiendo, además, de freno de estacionamiento de muelle, que queda bloqueado en todas las circunstancias de frenado de servicio ordinario. Sin embargo, en caso de fugas en el circuito neumático, sustituye progresivamente al freno neumático, aplicando sobre las zapatas un esfuerzo creciente en la medida que la presión baja en el circuito de frenado.

En los coches motores, el bogie es bimotor con los motores totalmente suspendidos del bastidor y transmisión del par motor por acoplamiento elástico y caja reductora.

## Equipo eléctrico

El equipo eléctrico de la U/T está caracterizado por la utiliza-

ción de equipo chopper que permite una regulación progresiva de la tensión de los motores de tracción.

El circuito de potencia de cada coche consta de un chopper bifásico AVF (variación automática de campo), que alimenta los cuatro motores de tracción. Estos están conectados permanentemente en semiparalelo, formando dos ramas en paralelo, con dos motores en serie dentro de cada rama.

En el sistema chopper AVF, los arrollamientos de campo de los motores están divididos en dos secciones, una de las cuales está conectada en serie con el inducido y la otra es insertada en el circuito del chopper bifásico, de forma que los flujos magnéticos de ambos campos sean acumulativos.

Con este sistema, la capacidad del freno regenerativo es aumentada y el control de campo se realiza automáticamente, simplificándose el circuito de control de campo, ya que no son necesarios contactores, resistencias ni elementos inductivos.

El freno eléctrico es mixto, regenerativo-reostático, actuando cada uno de ellos proporcionalmente a la capacidad de absorción de energía de la línea en cada momento. El sistema de frenado permite, por tanto, la máxima recuperación de energía posible en cualquier circunstancia.

*El prototipo es fruto de la colaboración de CAF, GEE, MACOSA, MTM y WESA, bajo la supervisión de TIFSA.*



El freno eléctrico está concebido como freno principal de parada de la U/T, con una capacidad tal que permite una deceleración media de 0,92 m. desde 100 km/h. hasta una velocidad inferior a 10 km/h., en que es sustituido por el freno neumático. De esta forma, el desgaste de zapatas será inapreciable.

El motor de tracción es del tipo GEE-326 de una potencia de 240 kW autoventilado.

El equipo de control, totalmente electrónico, comprende:

Circuito de mando y protección del chopper. Regulador de la velocidad. Control de aceleración. Control de antipatinaje y antibloqueo.

## Equipo auxiliar

La alimentación del equipo de control, aire acondicionado, alumbrado, carga de batería, etc., corre a cargo de un convertidor

estático por coche motor de una potencia de 70 KVA.

Cada convertidor es capaz de alimentar los servicios auxiliares de ambos coches, excepto a los equipos de aire acondicionado que, en caso de avería de un convertidor, deben de trabajar en condiciones restringidas.

Dispone, asimismo, por coche motor, de un grupo motor-compresor con motor trifásico a frecuencia industrial.

La batería de acumuladores está concebida para suministrar 210 A durante una hora.

El coche remolque dispone de un convertidor de 45 KVA. para el aire acondicionado y alumbrado.

Un equipo de megafonía permite dar avisos a los viajeros en caso necesario, así como la comunicación con el maquinista desde cualquier coche a voluntad del interventor. También se establece la comunicación con el maquinista al accionar cualquier aparato de alarma.



## PROTOTIPO UNIDADES DE TREN ELECTRICAS SERIE 445

### Características básicas

Unidades construidas y contratadas.....	1
Año de recepción.....	1985
Composición de la unidad.....	Mc-R-Mc
Masa de la unidad.....	162 t.
Potencia continua.....	1.920 kW.
Velocidad máxima.....	100 km/h.
Tensión de alimentación.....	3.000 V.
Sistemas de freno.....	Aire comprimido, reostático y regenerativo.
Plazas sentadas.....	276
Servicio.....	Cercanías
Constructores.....	CAF-GEE-MACOSA- MTM-WESA.

### Dimensiones

Longitud de la unidad.....	75.719 mm.
Distancia entre bogies.....	17.400 mm.
Base rígida del bogie.....	2.500 mm.
Anchura de cajas.....	2.900 mm.
Altura del techo.....	3.750 mm.
Altura del piso en plataformas.....	1.150 mm.
Anchura de puertas exteriores.....	1.300 mm.
Número de puertas por costado.....	9 mm.
Separación entre asientos.....	1.600 mm.
Diámetro de ruedas nuevas.....	860 mm.
Ancho de vía.....	1.668 mm.

### Masas y plazas

Masas de los coches vacíos:	
Motores.....	63 t.
Remolque.....	36 t.
Masa de la unidad vacía.....	162 t.
Masa máxima por eje del motor en tara.....	15,7 t.
Masa máxima por eje del motor en carga.....	18 t.
Masa de la unidad cargada.....	195 t.
Plazas sentadas de los coches:	
Motor.....	64/88 (*)
Remolque.....	76/100 (*)
Plazas sentadas de la U/T.....	204/276 (*)
Plazas de la unidad (sentadas y de pie).....	720/642

### Motor de tracción

Número de motores.....	8
Modelo.....	GEE-326
Potencia continua.....	240 kW.
Tensión nominal.....	1.500 V.

### Servicios de la unidad

Cabinas de conducción.....	2
Señalización en cabina.....	Sí, ASFA.
Furgón de equipajes y correos.....	No.
Calentamiento.....	Climatización, aire acondicionado.
Alumbrado interior.....	Fluorescente.
Aseos.....	No.
Megafonía.....	Sí.

### Acomplamiento entre unidades

Aparato de tracción y choque.....	Scharfenberg.
Mando múltiple.....	Sí.

### Características de la unidad

Motor.....	Motores GEE-326. 1.500 Vcc-1.500 r. p. m.-240 kW. Excitación série + AVF. 76 KN.
Esfuerzo tractor a 100 km/h.....	0,72 m <sup>2</sup> hasta 60 km/h.
Aceleración media.....	0,58 m <sup>2</sup> hasta 100 km/h.
Deceleración media máxima.....	0,92 m <sup>2</sup> desde 100 km/h.
Freno eléctrico.....	Desde velocidad máxima hasta menos de 10 km/h.

### Características del equipo

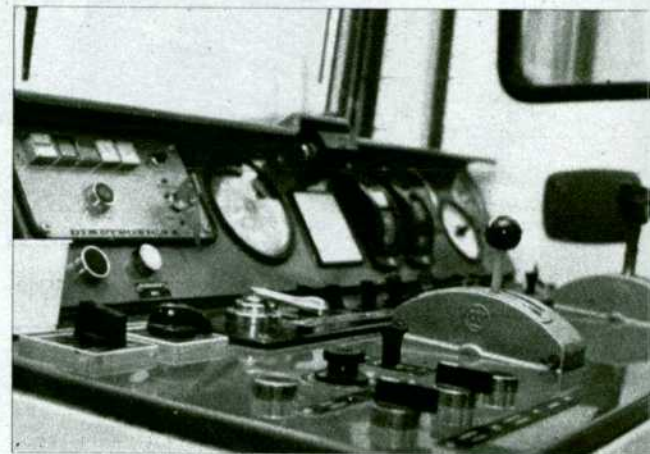
Chopper.....	Bifásico.
Frecuencia.....	183,1 Hz.
Excitación motores.....	Serie + AVF.
Conexión motores.....	2 S/2 P.
Mando.....	Control por tensión o velocidad prefijada.
Freno eléctrico.....	Mixto (regenerativo y reostático).
Ventilación.....	Aire impulsado.

(\*) Con asientos en plataforma abatidos.



J. C. ARRIBAS

Las cajas se apoyan sobre los bogies por intermedio de una suspensión neumática que permite mantener a un valor casi constante la altura de las cajas con respecto al carril.



Un detalle de la cabina de conducción.

J. C. ARRIBAS

## Ahorro energético

Esta unidad se ha proyectado para satisfacer las necesidades del tráfico en un entorno de 40 a 50 km. alrededor de grandes centros urbanos, donde los trayectos entre paradas sucesivas son generalmente muy cortos, con arranques y paradas frecuentes y continuados. Se ha buscado, por tanto, en esta U/T obtener una gran aceleración y deceleración, en detrimento de la velocidad punta, con lo que se reduce el tiempo empleado en los recorridos de estos trayectos.

Por otra parte, al disponer la U/T de tres puertas por costado y coche con estribos móviles y piso de plataforma y departamentos al mismo nivel, se facilitan los accesos, obteniéndose un flujo elevado de entrada y salida de viajeros. Todo ello repercute en beneficio de la velocidad comercial.

Los restantes objetivos citados en la introducción se han conseguido al disponer al U/T de equipos chopper, convertidores estáticos, aire acondicionado, etc., y al someter a todos los equipos a ensayos y pruebas exhaustivos hasta conseguir, previas modificaciones, una fiabilidad plenamente satisfactoria. Esto ha llevado a la sustitución de los bastidores de los bogies y convertidores estáticos primitivos y a la modifi-

cación de gran parte del equipo chopper.

Las ventajas de este equipo, por lo que se refiere a facilidad de conducción, mejor aprovechamiento de la adherencia y mantenimiento reducido, son de todos conocidas, pero sobre todo el ahorro energético que se obtiene con este equipo, al permitir el frenado regenerativo, es ciertamente notable, pues se puede conseguir un ahorro del 30 por 100 si la línea es capaz de absorber toda la energía generada en el frenado.

Por lo que se refiere al nivel de confort, e independientemente de la calidad de la suspensión, asientos, etcétera, que son plenamente satisfactorios, el equipo de aire acondicionado eleva el nivel de confort de esta unidad a cotas superiores a las de los actuales vehículos de cercanías de RENFE.

No obstante, el nivel de confort de las nuevas unidades de serie derivadas de este prototipo se optimizará, ya que el confort es, entre otros, uno de los criterios considerados en el proyecto de remodelación de esta unidad, realizado recientemente.

El nuevo diseño afecta a las cajas de la U/T excepto bastidores, por lo que el aspecto exterior e interior de las unidades de serie será totalmente distinto al de este prototipo.