



**Servicio  
de Transportes Eléctricos  
del D. F.**



**CIUDAD DE MÉXICO**

## **Contenido**

- Antecedentes de Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.
- Situación Actual del Organismo.
- Red de Trolebuses.
- Trolebuses Serie 9000.
- Externalización del Mantenimiento de Trolebuses.
- Laboratorio Electrónico

*Dirección de Trolebuses  
Abril 2000*

## ANTECEDENTES

El mejoramiento del transporte público de la Ciudad de México tuvo su primer hecho relevante a finales del siglo pasado cuando se dio el cambio de la tracción animal por la eléctrica, autorizado a través del acuerdo expedido por el Ayuntamiento de la Ciudad de México el 20 de febrero de 1891.

Sin embargo, fue hasta el 14 de abril de 1896 que la Compañía Limitada de los Ferrocarriles del Distrito, solicitó permiso al Ayuntamiento para cambiar en algunas de sus líneas, la tracción animal por la eléctrica.

De esta manera, quedaron planteados los más firmes propósitos para adoptar la tracción eléctrica, pero fue hasta el 15 de enero de 1900 cuando se inaugura la línea Ciudad de México a Tacubaya con tracción eléctrica, dando servicio al público el día siguiente.

En octubre de 1952, el Departamento del Distrito Federal adquiere todos los bienes de la Empresa Compañía de Tranvías de México, S.A. Compañía Limitada de Tranvías de México y Compañía de Ferrocarriles del Distrito Federal, mismas que pasaron a formar parte del patrimonio del Organismo Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal.

Consolidando esta acción el 30 de diciembre de 1955, el Congreso de la Unión decreta la Ley de la Institución Descentralizada de Servicio Público "Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.", publicada en el Diario Oficial el 4 de enero de 1956.

Cabe mencionar un hecho importante: la primera línea de trolebuses en la Ciudad de México se inauguró el 9 de marzo de 1951, poniendo en marcha vehículos del modelo Westram, fabricado en Estados Unidos y armados en México. A lo largo de la década de los cincuenta el parque vehicular del STE se renovó constantemente con la adquisición de trolebuses tales como Casaro, Marmon Herrington y Alfa Romeo.

En 1957 se inauguraron las instalaciones de San Andrés Tetepilco como parte de un programa modernizador del servicio de transporte urbano, a partir de entonces trolebuses de diversos fabricantes han conformado la flota vehicular de esta institución: Toshiba, Mitsubishi, New Flyer, Kiepe, entre otros.

Las últimas adquisiciones fueron los modernos trolebuses serie 9000 puestos en servicio en 1998 y que reúnen las aportaciones tecnológicas de Masa y Mitsubishi.

Ing. Gabriel Esparza Velázquez.  
Director de Trolebuses.



## **SITUACIÓN ACTUAL DEL ORGANISMO**

El S.T.E., actualmente administra y opera una Red Integral de Transporte conformada por 16 líneas de Trolebuses, 1 línea de Tren Ligero y 6 rutas de Autobuses Articulados, aunado al servicio especial para personas discapacitadas y de la tercera edad, el cual se ofrece con 3 rutas de autobuses sencillos y 1 de trolebuses con vehículos adoptados para este fin, lo que la convierte en una empresa de transporte multimodal, que en forma conjunta transporta un volumen superior a los 400 mil pasajeros en día laborable.

## **ESTRUCTURA ORGÁNICA**

Con el propósito de dotar al Organismo con una estructura que le permita contar con procesos y sistemas integrados lógicamente entre los distintos modos que opera, así como de mejorar sus niveles de eficiencia, productividad y calidad de los servicios, el Consejo de Administración aprobó en la segunda sesión ordinaria de 1998, reestructurar en forma integral la Entidad, autorizando la estructura vigente, misma que esta conformada por 1 Dirección General, 5 Direcciones de Área, 1 Contraloría Interna, 16 Gerencias y 47 Jefaturas de Departamento agrupados por modo de transporte.



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL  
Oficialía Mayor  
Dirección General de Modernización Administrativa



Servicio  
de Transportes Eléctricos  
del D. F.

(\*) ADICIONALMENTE CUENTA CON LOS SIGUIENTES PUESTOS HOMÓLOGOS:

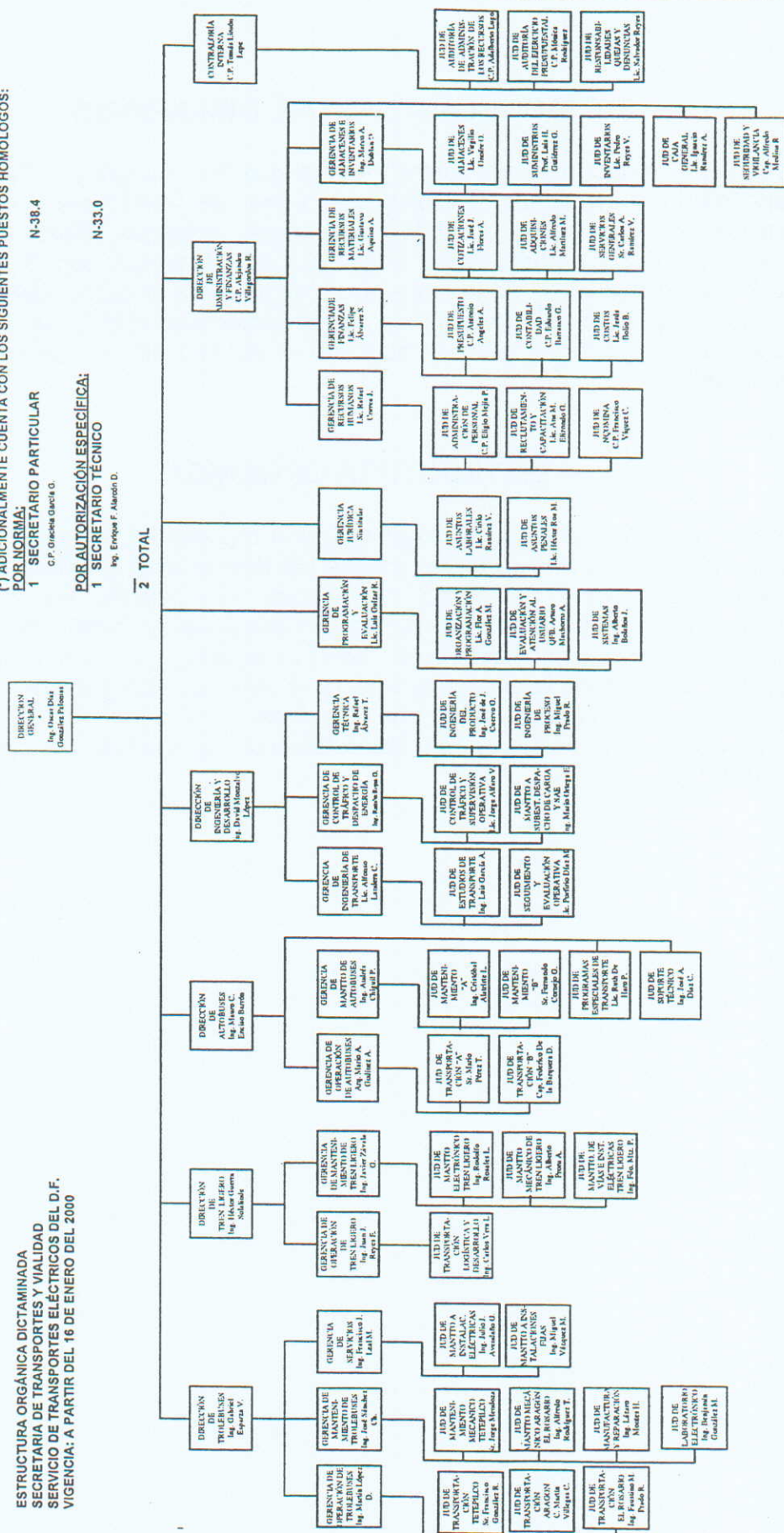
**POR NORMA:**  
1 SECRETARIO PARTICULAR N-38.4

**SECRETARIO PARTICULAR**  
N-38.4  
C.P. Graciela García O.

**POR AUTORIZACIÓN ESPECIAL:**

**SECRETARIO TÉCNICO**  
AUTORIZACIÓN ESPECÍFICA:  
N-33.0  
Ing. Enrique F. Alarcón D.

2 TOTAL



ACTUALIZACIÓN: 04/04/00



## RED DE TROLEBUSES

La Red de Trolebuses esta integrada por 16 líneas con una longitud de operación de 399.75 km, beneficiando en forma directa a la población de más de 380 colonias de 9 Delegaciones políticas del Distrito Federal.

## PARQUE VEHICULAR DE TROLEBUSES

Series	Marca	A/Fabric.	Tipo	Cantidad
32	Flyer Canadiense	1975	Reostático	9
42	Masa Toshiba	1981	Chopper GTC	53
43	Masa Toshiba	1984	Chopper GTO	98
44	Masa Toshiba	1984	Chopper GTO	97
47	Masa Mitsubishi	1988	Chopper GTO	45
55	Marmon Herrington	1944	Reostático TC-48	4
57	Marmon Herrington	1944	Reostático TC-44	1
70	Masa - Kiepe	1990	Reostático	30
97	Masa Mitsubishi VVVF	1997	Inversor VVVF	100
98	Masa Mitsubishi VVVF	1998	Inversor VVVF	100
<b>Total</b>				<b>537</b>

La flota vehicular programada en la Red es de 340 trolebuses, los cuales operan a un intervalo de paso promedio de 5 minutos, lo que permite transportar diariamente un volumen superior a los 250 mil usuarios.

Es importante mencionar que con el propósito de mejorar el nivel y calidad del servicio, el Organismo adquirió 200 trolebuses nuevos con tecnología de punta, los cuales han permitido obtener incrementos hasta de un 50% con relación a lo que transportaba antes de incorporar esta flota vehicular al servicio.

Con el propósito de mejorar el nivel de servicio en la Red, el S.T.E. ha llevado a cabo acciones orientadas para este propósito, al sustituir la flota vehicular de las principales líneas con trolebuses nuevos con tecnología de punta, reprogramar el servicio con base en las necesidades de la demanda y ampliar el horario de operación, entre otras.

En lo referente al servicio especial para personas discapacitadas y de la tercera edad, el servicio de trolebuses explota la vialidad del Eje 3 Oriente desde la Colonia a Nueva Atzacualco hasta el Metro Mixuca, operando una flota vehicular de 4 unidades adaptadas para este propósito, lo que permite transportar mensualmente un volumen superior a los 6,500 pasajeros.



## TROLEBUSES SERIE 9000

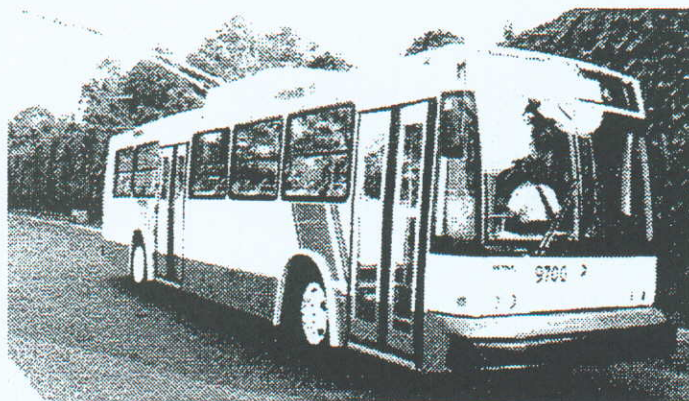
El contrato de ingeniería y fabricación de las unidades se firmó el 20 de diciembre de 1996 con la empresa japonesa Mitsubishi Electric Co. (MELCO), como líder del proyecto y fabricante del sistema de tracción frenado. Mediante contratos de coparticipación, MELCO encargó a Mexicana de Autobuses, S.A. de C.V. la fabricación de la carrocería y el ensamble general de los trolebuses; mientras que a la empresa anglo-francesa Gec Alstom, encargó la fabricación de los convertidores estáticos.

Con los nuevos trolebuses se cubrirá el programa de operación del servicio en beneficio del público usuario al mejorarse la calidad y confiabilidad de las expectativas de la ciudadanía. Esto implica renovar, reponer o sustituir más del 50% del parque vehicular operable. Este esfuerzo que requiere la coordinación técnica, financiera y de planeación estratégica, permitirá durante la actual administración del Gobierno de la Ciudad ubicar al STE como la sexta empresa de transportes eléctricos en el mundo y ante la ciudadanía nos permitirá ratificar el compromiso de impulsar los transportes limpios, no contaminantes, eficientes, seguros y con calidades de confort a nivel internacional.

Las especificaciones principales del trolebús serie 9000 son las siguientes:

### Dimensiones Exteriores:

Longitud total:	12,450 mm
Ancho total:	2,560 mm
Altura total:	3,070 mm
Distancia entre ejes:	6,562 mm
Volado delantero:	3,126 mm
Volado trasero:	3,750 mm



Vista Lateral

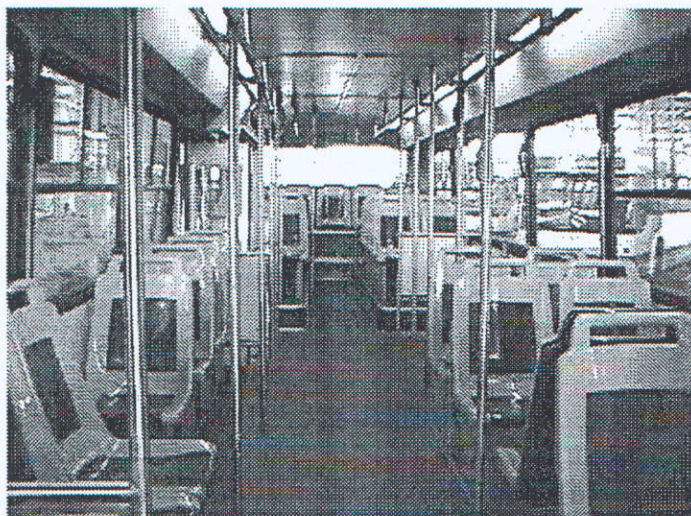


Vista Posterior

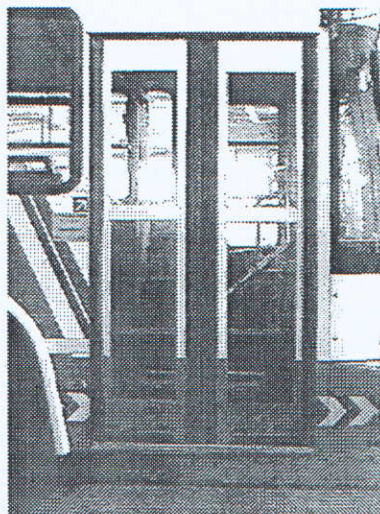


### Dimensiones Interiores:

Ancho:	2,407 mm
Altura:	2,100 mm
Cantidad de asientos:	36
Capacidad de pasajeros:	98
Altura de puertas de servicio:	2,200 mm
Ancho útil puerta delantera:	900 mm
Ancho útil puerta trasera:	1,200 mm



Vista Interior



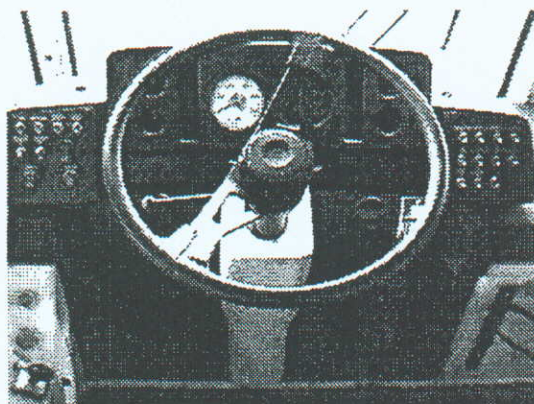
Puerta Delantera

### Pesos:

Peso Bruto vehicular:	18,375 kg.
Peso vehicular:	11,517 kg.
Peso en Eje Delantero:	3,727 kg.
Peso en Eje Trasero:	7,790 kg.

### Características de Marcha:

Velocidad Máxima:	60 km/h
Aceleración:	1.4 m/s <sup>2</sup> hasta 30 km/h 1.1 m/s <sup>2</sup> hasta 40 km/h
Desaceleración:	1.2 m/s <sup>2</sup> (sólo freno dinámico)



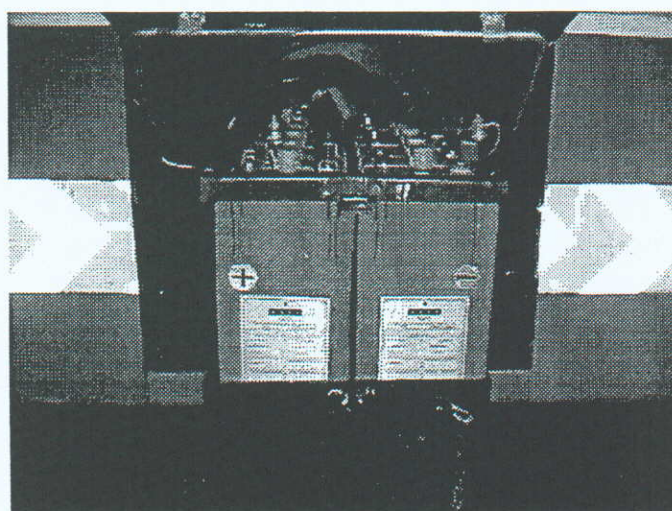
Puesto de Conducción

Sistema de Suministro de Potencia Eléctrica:

Tensión de Línea:	(Doble Catenaria)
Normal:	600 VCD
Máxima:	720 VCD
Mínima:	400 VCD

Batería:

Tensión:	24 VCD
Capacidad:	35 Ah
Tipo:	SBL-59 Batería de Níquel Cadmio

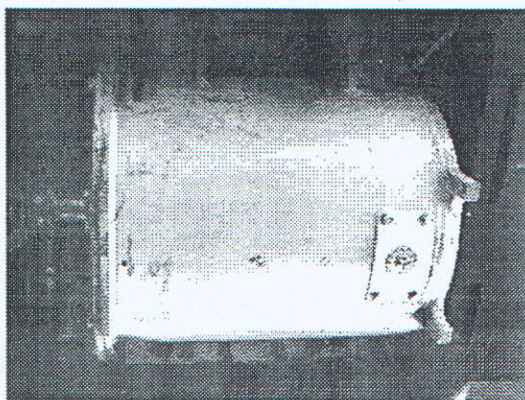




## MEJORAS TECNOLOGICAS DE LOS NUEVOS TROLEBUSES

### 1. Motor Trifásico de Inducción Jaula de Ardilla

Potencia nominal de 127 kW continuos (150 kW régimen de una hora), 4 polos, clase de aislamiento de 200°, con impregnación de devanados al vacío, 430 VCA, 60 Hz. Motor compacto diseñado especialmente para aplicaciones de tracción eléctrica, libre de mantenimiento con excepción de los períodos de engrasado de los rodamientos. Por su robustez y sencillez, es un motor de gran confiabilidad en su operación, además de alta eficiencia.



Motor de Tracción

### 2. Inversor de Tensión y Frecuencia Variable (VVVF)

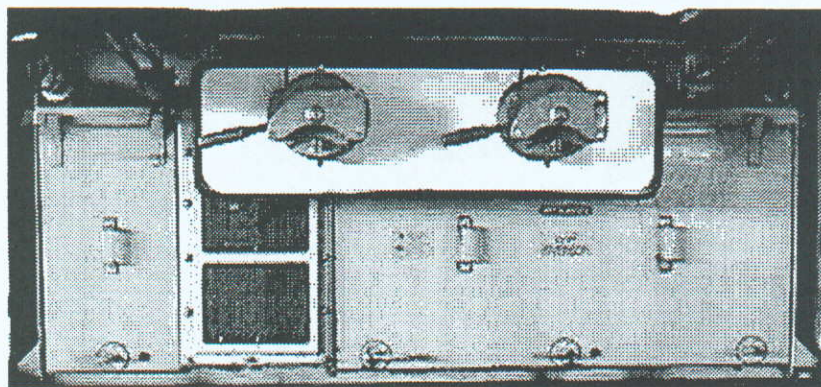
El trolebús utiliza un inversor que transforma la tensión de entrada de corriente directa (CD) en corriente alterna (CA) trifásica de tensión y frecuencia variable alimentada a un motor trifásico de inducción jaula de ardilla. Este equipo se denomina VVVF por sus siglas en inglés: "Variable Voltaje - Variable Frequency".

Dicho Inversor emplea transistores bipolares de compuerta aislada con protección y control integrados en el mismo semiconductor, denominados IPM's por sus siglas en inglés (Intelligent Power Module). Por lo tanto, elimina los contactores mecánicos y los arcos eléctricos que éstos generan. Los modos de tracción y frenado, así como las marchas adelante y atrás se llevan a cabo mediante el control de la frecuencia de deslizamiento y el control de permutación de fases de salida trifásica. Utiliza la técnica de modulación de pulsos para variar la tensión y la frecuencia de línea del motor de tracción, con lo cual se controla la velocidad del mismo de manera suave y eficiente.

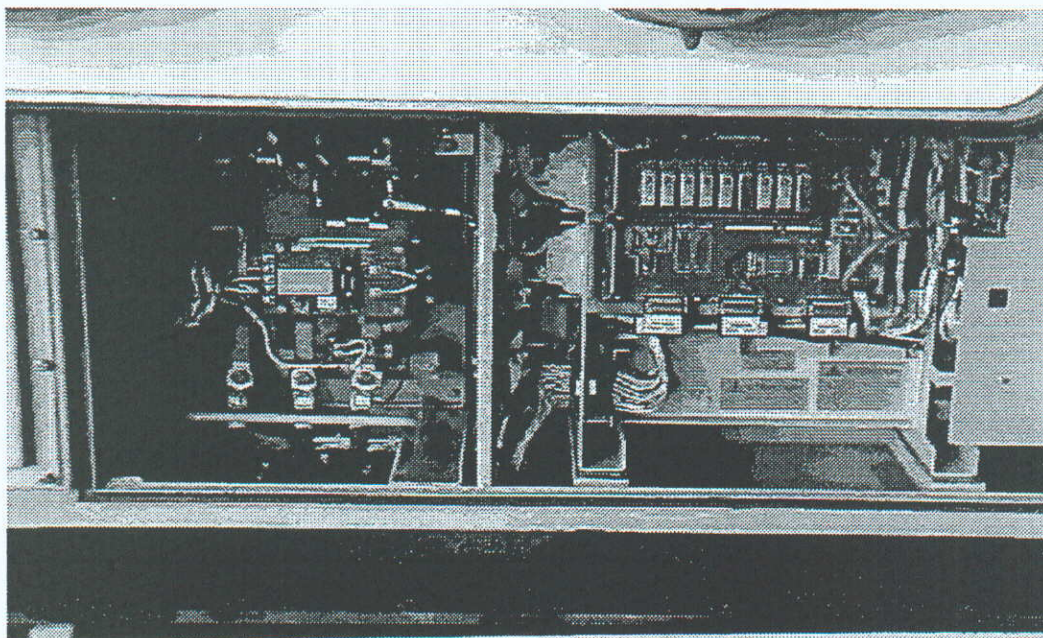


Inversor con capacidad de diagnóstico y registro de eventos por computadora para facilidad de mantenimiento y corrección de fallas. Control mediante fibra óptica para mayor inmunidad al ruido electromagnético del medio ambiente. Este equipo no tiene partes de desgaste, por lo que es de reducido mantenimiento y elevada confiabilidad.

El VWF además presenta protecciones contra Sobrecorriente, Bajo Voltaje y Carrocería Energizada. Está diseñado para aumentar la confiabilidad de las unidades y reducir los gastos de mantenimiento.

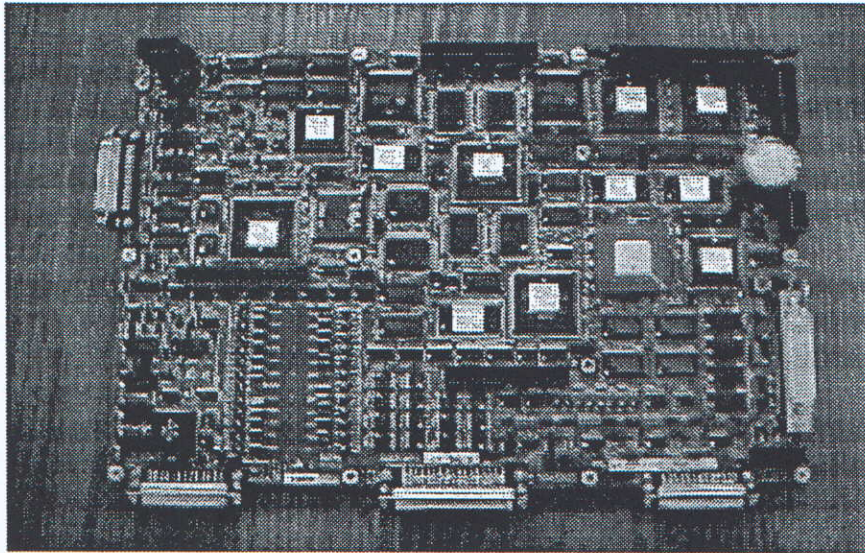


Equipo VWF y retrievers

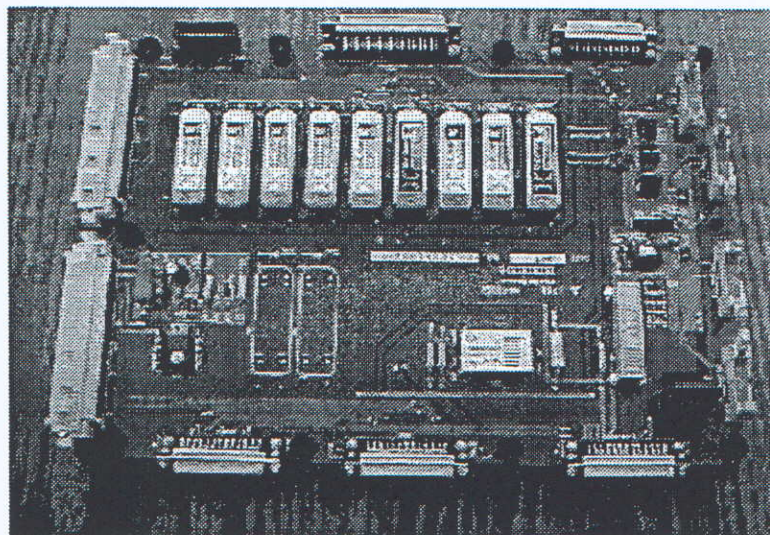


Módulos electrónicos





Tarjeta maestra MPU



Interface PCB

1.

→ 44 -



## 1. Convertidor Estático

Equipo de estado sólido que se basa en tecnología de módulos inteligentes de potencia (IPM's). Consiste en un convertidor de 600 VCD a 24 VCD para el sistema de alimentación de baja tensión, recarga de baterías y control de los sistemas electrónicos. Adicionalmente, tiene un convertidor de 600 VCD a 230 VCA, 60 Hz, para alimentar a los motores de compresor y ventilador del VVVF.

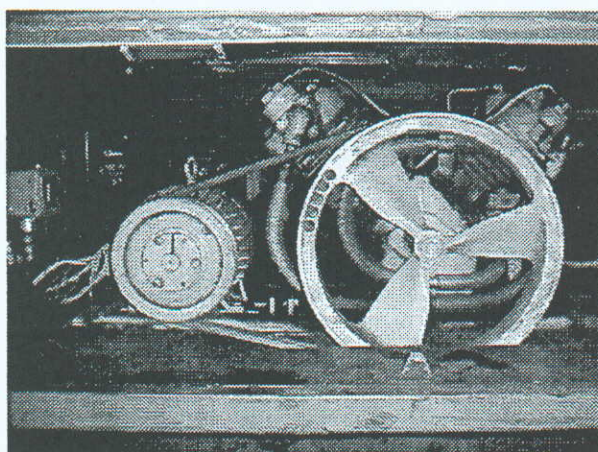
Como novedad tecnológica, este convertidor tiene un módulo de conversión de tensión de 600 VCD a 24 VCD que le permite iniciar sus funciones, las del VVVF y arrancar al trolebús aún cuando la batería está descargada hasta 3.5 VCD.

La tensión de respaldo se suministra mediante un banco de 17 baterías de níquel - cadmio. Estas baterías tienen menor peso y mayor capacidad de carga que las baterías de plomo-ácido utilizadas en las otras series de trolebuses.

El trolebús emplea un sistema de tensión de control de 24 VCD en lugar de los 12 VCD utilizados en las unidades anteriores. Este cambio permite que el control electrónico tenga mayor inmunidad a disturbios en la línea de alimentación y al ruido electromagnético.

## 2. Motor de Compresor

A diferencia de los otros trolebuses del STE, que emplean un motor de 3.5 HP corriente directa, 600 V, de diseño especial, las unidades de la serie 9000 utilizan un motor trifásico de inducción jaula de ardilla de alta eficiencia (92 % nominal), 230 VCA, 60 Hz, para servicio pesado industrial. Este es un motor de menor costo de adquisición que el de corriente directa, y sin partes de desgaste.





### 3. Doble Sistema de Aislamiento

Todos los componentes eléctricos de alta y baja tensión tienen un doble nivel de aislamiento según la norma IEC 77 del Comité Electrotécnico Internacional. El trolebús de la serie 9000 es el único vehículo de su tipo en México con un cople aislante entre el motor y la flecha cardán, con lo cual se logra el doble sistema de aislamiento.

Por otra parte, la unidad incorpora como adelanto tecnológico un detector de carrocería energizada que indica al operador el momento en que la carrocería del trolebús ha desarrollado un potencial con respecto a tierra. Esto representa una protección adicional para el usuario.

### VENTAJAS PARA LOS USUARIOS

1. Los nuevos trolebuses pueden alcanzar 30 km en 11 segundos. Su velocidad máxima es de 60 kilómetros por hora y la velocidad crucero es de 50 kilómetros por hora, suficientes para el servicio de transporte urbano.
2. Suspensión neumática para un viaje más suave.
3. Unidades con diseño moderno con colores ecológicos y pintura antigrafiti.
4. Iluminación exterior que satisface las normas internacionales y ayuda a prevenir accidentes.
5. Capacidad de arrodillamiento para facilitar el ascenso a personas con discapacidad física o de la tercera edad.
6. El confort de las unidades se expresa en la distancia entre asientos de 685 mm como mínimo, diseño ergonómico de los asientos, pasamanería de acero inoxidable aislada eléctricamente de la estructura, mejoras en los pisos antiderrapantes, mejoras en la ventilación y diseño de las ventanillas, aislamiento sonoro y térmico.
7. La seguridad de las nuevas unidades se concreta en una estructura integral para mayor resistencia, según norma internacional (FMVSS 208), el sistema de frenos satisface la norma internacional (FMVSS 121) y cuenta con tres ventanillas de emergencia.

Con estas unidades, México es el primer país del mundo que usa transistores bipolares de compuerta aislada con protección y control integrados (IPM's) en trolebuses.

El cuidado puesto en la especificación y fabricación de los trolebuses serie 9000, permite al STE ofrecer un transporte con avances tecnológicos y diseños vanguardistas en defensa del medio ambiente y con un alto grado de confort y seguridad en beneficio del usuario.



## **EXTERNALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE TROLEBUSES EN STE**

Los contratos de externalización tienen como objeto incrementar la disponibilidad diaria de unidades en servicio de las series 3200, 4700, 5000, 7000 y 9000, hasta un 90% de eficiencia de la flota asignada. Con esto el STE tendrá un mayor número de pasajeros transportados diariamente, garantizando un servicio de transporte eficiente prolongando la vida útil de los trolebuses.

Es importante mencionar que los procesos de STE para la adquisición de materiales y refacciones para trolebús es muy complicado, lo que se refleja en los tiempos de entrega de los suministros.

La externalización del servicio de mantenimiento integral para 289 unidades permitirá al STE el suministro de refacciones justo a tiempo, para dedicarse a su función principal que es la de operar eficientemente trolebuses y con ello transportar el mayor número de pasajeros en la ciudad de México.

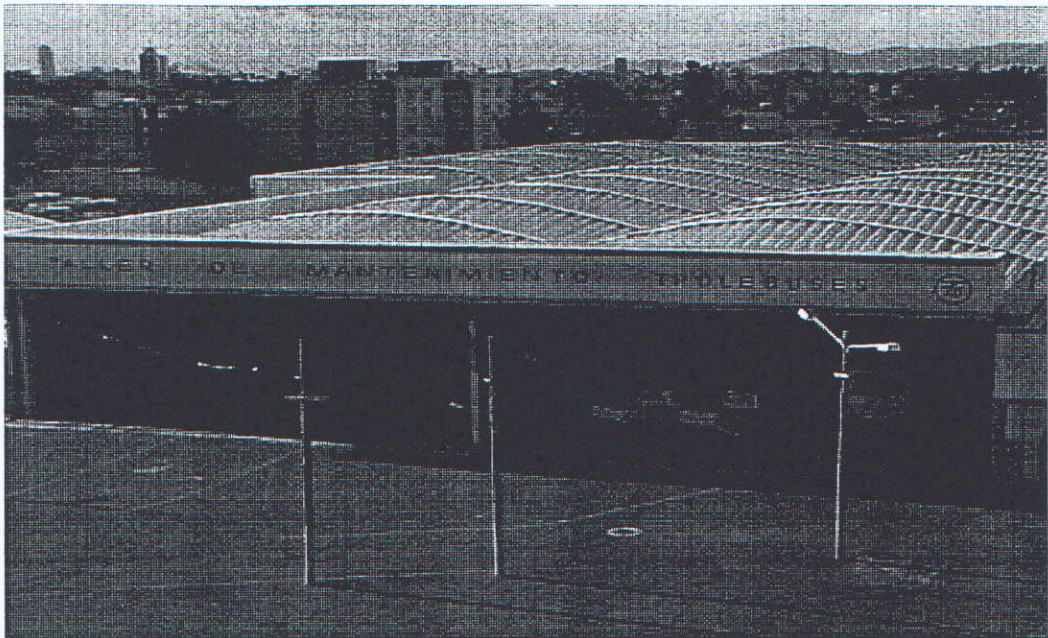
Adicionalmente STE se beneficiará mediante los siguientes conceptos:

- Los Prestadores de Servicio utilizarán para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento, además de su personal técnico-operativo y administrativo, personal técnico-operativo de la base sindical de STE, al cual deberá capacitar y adiestrar para desempeñar adecuadamente los trabajos.
- Los Prestadores de Servicio realizarán adecuaciones a las instalaciones asignadas para el desarrollo de los trabajos de mantenimiento y deberá adquirir el equipo, herramienta y mobiliarios para el desarrollo de estos trabajos, todas las inversiones en que incurra el Prestador de Servicios pasaran a formar parte del patrimonio de STE al termino del contrato.

Con la prestación del servicio de mantenimiento, se prevee que los equipos funcionen dentro de los parámetros para los que fueron diseñados evitando con esto su deterioro prematuro de las partes y componentes que conforman los equipos, así mismo se asegura la conservación de instalaciones fijas (línea elevada subestaciones, seccionadores, etc.) y la compatibilidad con trolebuses de tecnología diferente.

El área de mantenimiento de trolebuses, mediante la contratación de estos servicios aprovecha el desarrollo de las actividades para capacitar sus propios recursos humanos en los diferentes sistemas que componen las unidades, así mismo se establecen intercambios tecnológicos, aprovechando la infraestructura, soporte técnico y desarrollos en todos los ámbitos relacionados con el transporte eléctrico.







## LABORATORIO ELECTRONICO

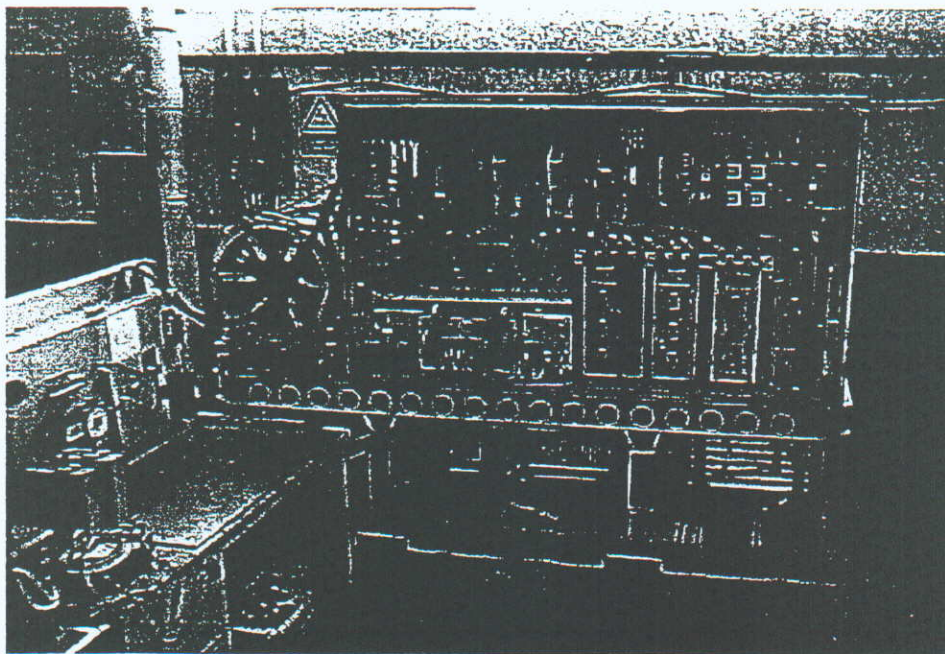
El laboratorio electrónico se creó en el año de 1980, esta área es la encargada de reparar módulos electrónicos para trolebús utilizando equipos y aparatos de medición modernos.

Para verificar el funcionamiento de los módulos electrónicos, una vez reparados, se cuenta con equipos de prueba dinámicos que simulan a los montados en los trolebuses.

### SIMULADORES DINAMICOS PARA PRUEBA DE EQUIPOS ELECTRONICOS

- Chopper tipo GTC.

El semiconductor principal utilizado en este simulador es el tiristor convencional SCR.

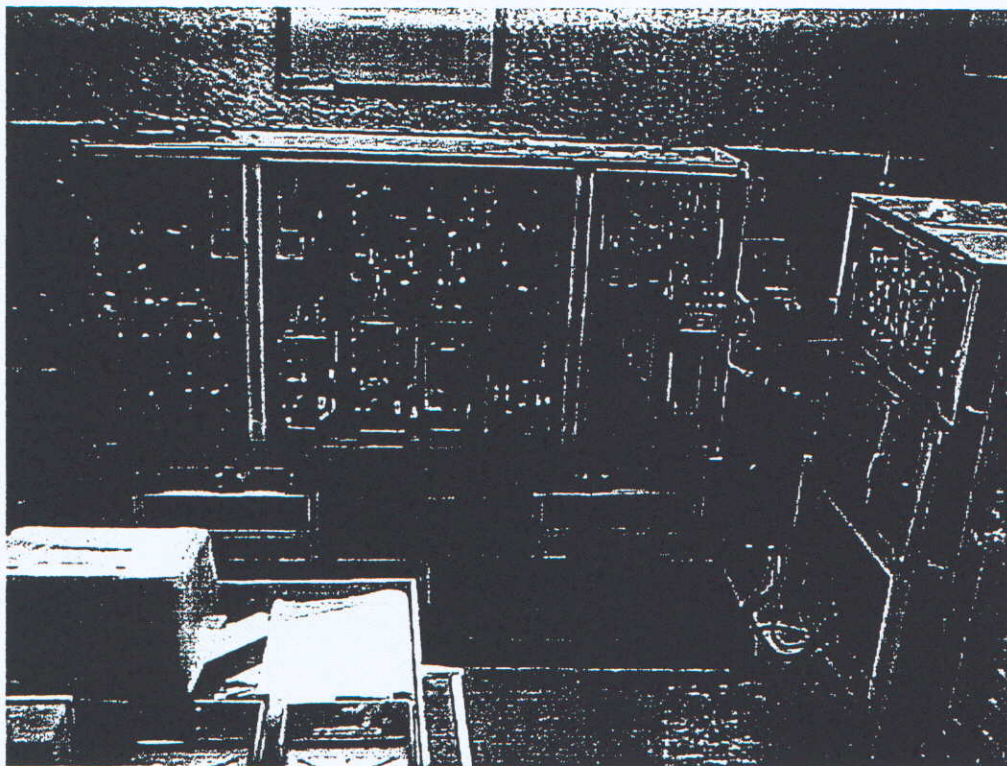


Este equipo de prueba nos permite verificar el funcionamiento de los equipos reparados en vacío (sin carga).



- Chopper tipo GTO.

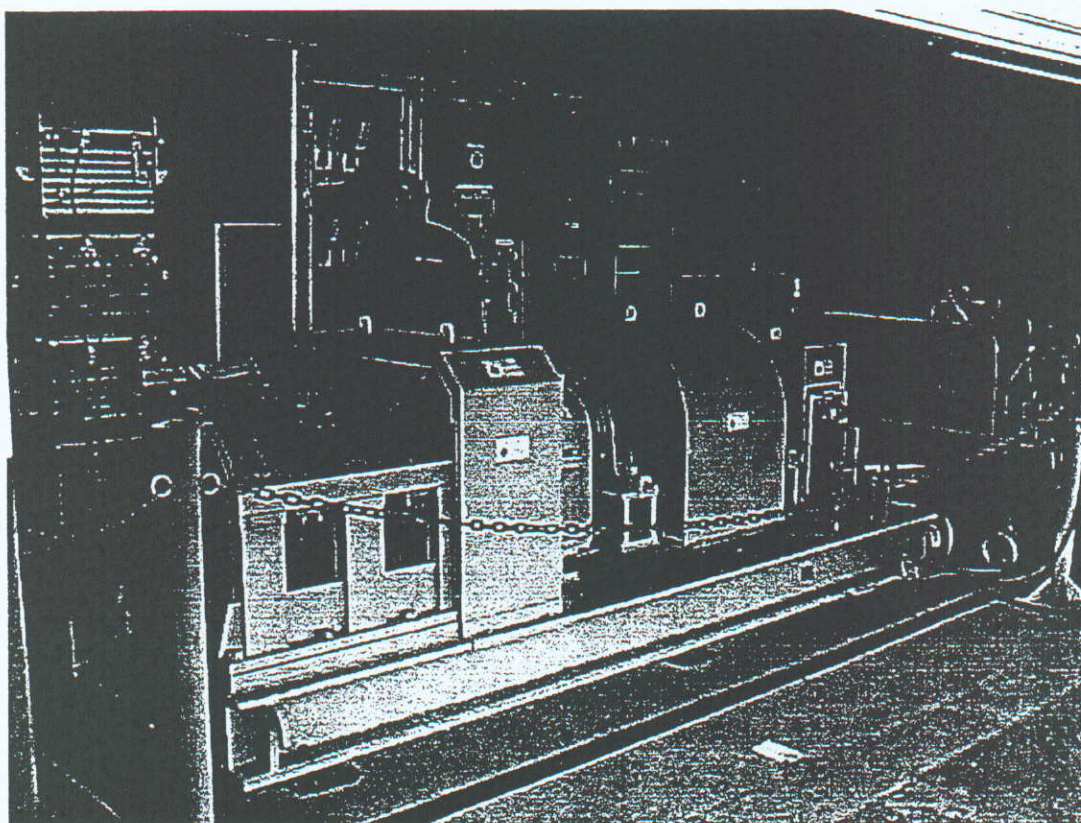
Este simulador utiliza como semiconductor principal el tiristor GTO.



Este equipo nos permite verificar el funcionamiento de los módulos electrónicos reparados sin carga.

- Fly wheel

Este equipo simula una carga aproximada a la de un trolebús.



Con este equipo a plena carga se prueban los módulos reparados. Además permite variar el voltaje de línea.