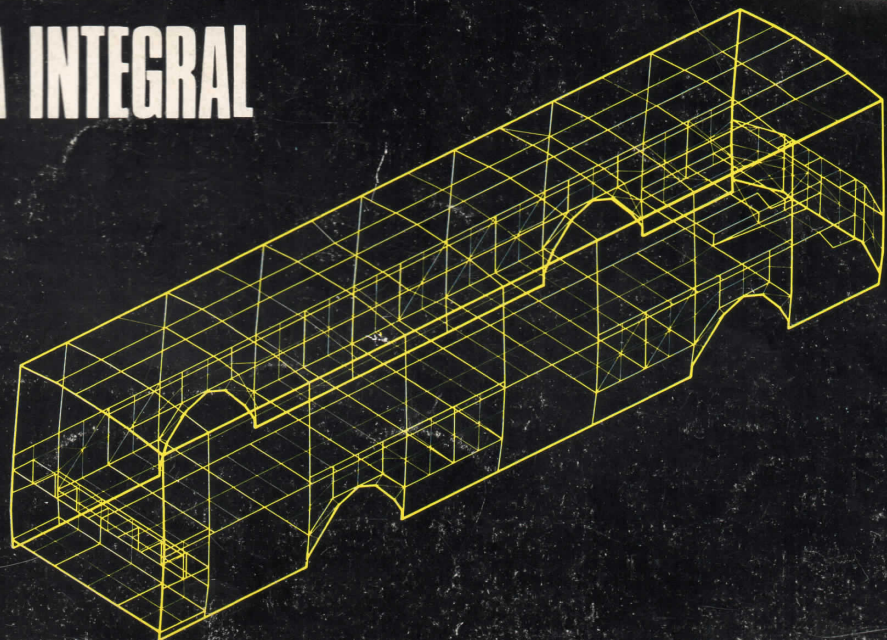


Trólebus Mafersa



**TRÓLEBUS DE 2 EIXOS
COM ESTRUTURA INTEGRAL
E MODULAR**



A TRADIÇÃO

A MAFERSA Sociedade Anônima é uma empresa brasileira que se dedica desde 1944, à produção de veículos e componentes utilizados em transporte de cargas e de passageiros.

Com a experiência adquirida na fabricação de mais de 1200 carros metro-ferroviários de passageiros, com elevada tecnologia de projeto e fabricação, garante aos seus veículos segurança e confiabilidade operacional.

Sua trilha em busca do desenvolvimento tecnológico e da sua preservação vem sendo traçada por relevantes sucessos, em que o pioneirismo de suas atividades tem sido marcante.

A partir de 1977, ao seguir uma política de redução de consumo de energia adotada pelos operadores de sistemas de transporte com veículos de tração elétrica, que impunha a redução de tara de seus carros, a MAFERSA dedicou-se ao desenvolvimento de análises estruturais utilizando o método dos elementos finitos por computador.

Em seguida, investia na montagem de um laboratório próprio de ensaios estruturais, que lhe permitiu desenvolver com sucesso vários programas de cálculos para sua Engenharia de Produto e, também, realizar ensaios em carros e em modelos parciais, em laboratório e em vias normais de operação, para comprovação das análises

teóricas e para formação de um arquivo técnico de dados de via que lhe permite desenvolver análises de estrutura, suspensão e conforto.

Foram formadas equipes próprias para projeto e análise de sistemas, capazes de criar soluções para incorporação de equipamentos e acompanhar o produto com testes de qualificação e desempenho, para garantia de pleno atendimento a especificações de clientes.

A MAFERSA investiu também em pessoal para oferecer ao cliente um programa de treinamento adequado, entregando junto com seus veículos manuais completos de manutenção e de operação.

Hoje, a MAFERSA conta com extensa experiência no setor e com conhecimento avançado em veículos de tração elétrica para transporte de passageiros.

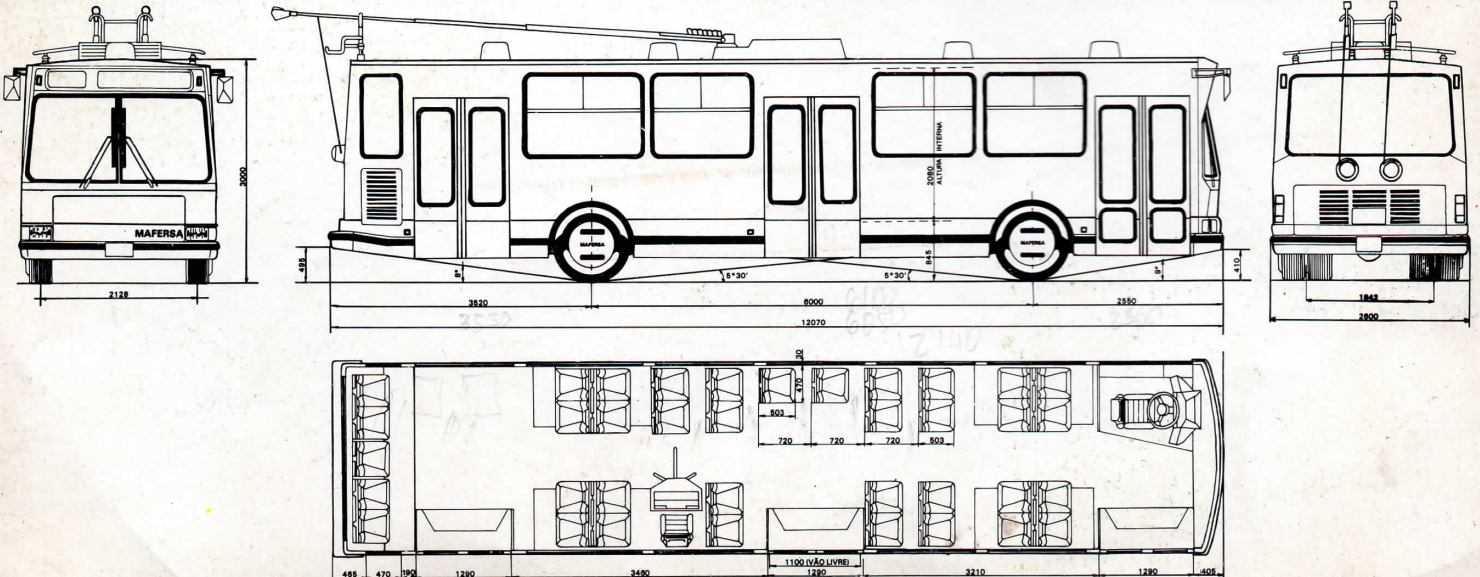
Assim, alicerçado nessa tecnologia, nasce no Brasil um trólebus em estrutura integral, projetado, calculado e testado à fadiga por modernas técnicas de engenharia e ensaios.

A MAFERSA acredita ter assim contribuído substancialmente, com a sua tecnologia, para mais um avanço no projeto e fabricação de trólebus no Brasil, estando apta a atender aos requisitos, desejos e solicitações de seus clientes, também nesse tipo de veículo.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE GEOMETRIA, CAPACIDADE E DESEMPENHO

| | | |
|--|-------|--------|
| Comprimento total | mm | 12.070 |
| Largura máxima externa | mm | 2.600 |
| Largura do corredor interno | mm | 680 |
| Largura de livre passagem das portas | mm | 1.100 |
| Altura do 1.º degrau | mm | 370 |
| Altura do piso acabado | mm | 845 |
| Altura interna do teto acabado | mm | 2.080 |
| Inclinação ao longo do piso | % | não há |
| Passo dos bancos | mm | 720 |
| Peso em ordem de marcha (tara) | kgf | 10.200 |
| Capacidade de passageiros sentados | pass. | 37 |
| Capacidade nominal com 5 pass./m ² + sentados | pass. | 91 |
| Capacidade com 7 pass./m ² + sentados | pass. | 112 |

| | | |
|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Velocidade máxima | km/h | 65 |
| Acelerações | | |
| ativa (%) | | min. acel. (m/s ²) |
| 0 | | 1,30 |
| 5 | | 0,86 |
| 9 | | 0,50 |
| 12 | | 0,24 |
| 15 | | 0,20* |
| * com auxílio do reforço de tração. | | |
| Desaceleração média | | |
| (de 50 km/h ao repouso) | m/s ² | 5,0 a 5,5 |



UMA QUESTÃO DE CONCEITO E TECNOLOGIA

Aplicando sua mais expressiva experiência e tecnologia de projetos, a MAFERSA criou uma solução estrutural própria para aplicações em trólebus, tendo em mente um projeto modular, integral, que fizesse uso da eficiência das laterais do veículo como elementos de maior contribuição nos carregamentos verticais.

Dessa forma, sua base possui duas longarinas centrais, com a função de levar as cargas verticais para vigas que, dispostas transversalmente, transferem esse carregamento para as laterais.

Visando, ainda, aumentar a eficiência da estrutura sob cargas laterais e torsionais, sua solução dispõe de elementos na cobertura, laterais e base que se unem formando anéis em várias seções transversais do veículo.

Para a verificação e a otimização da estrutura do trólebus, durante a fase de projeto, a MAFERSA utilizou o método dos elementos finitos, através de programas em computadores digitais.

Essa análise, tridimensional, permitiu um conhecimento completo do fluxo de esforços solicitantes, das tensões e deformações da estrutura.

Assim, através da dosagem de inércias, áreas e espessuras, foi possível impor aos elementos estruturais um trabalho eficaz, a níveis de tensões compatíveis com a resistência dos respectivos materiais, o que garantirá ao TRÓLEBUS MAFERSA baixo peso e operação segura sob os diversos tipos de carregamentos operacionais.

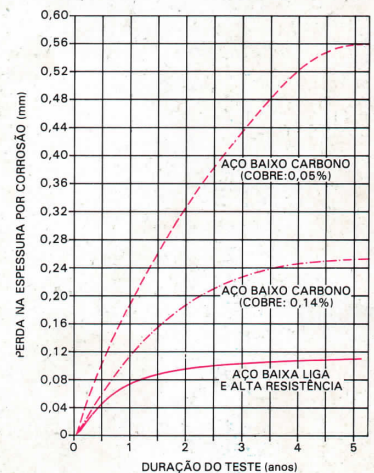
MATERIAIS BÁSICOS

Com resistência à corrosão 5 a 6 vezes maior do que a do aço carbono comum, devido à estabilização da camada oxidada de superfícies expostas sem proteção, no lapso de 3 a 4 anos, a MAFERSA aplicou na fabricação do trólebus um aço de baixa liga e alta resistência mecânica.

Nas caixas de roda, em constante contato com umidade e acúmulo de materiais do pavimento, foi adotado o aço inoxidável.

Para o revestimento externo foram usadas chapas de alumínio, exceto na frente e traseira do veículo, onde foram aplicadas máscaras de poliéster com fibra de vidro.

Resistência à corrosão atmosférica. Ensaio feito em atmosfera industrial localizada no litoral. Corpos de prova de 3,2 X 50 X 200 mm foram lixados até # 600 e expostos a 30° com a horizontal.

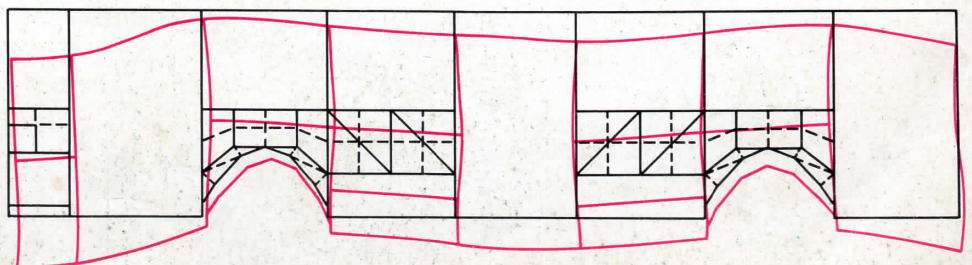


CARGAS DE PROJETO

O comportamento estrutural do veículo foi analisado com 10 passageiros por metro quadrado (142 passageiros), sob as seguintes solicitações:

- carga vertical;
- torção nos 2 sentidos de aplicação;
- carga longitudinal devida à frenagem máxima;
- carga lateral proveniente de inscrição em curvas e/ou oscilações oriundas de irregularidades do pavimento.

DEFORMADA DA LATERAL DIREITA PARA CARGA VERTICAL
(ESCALA AMPLIADA)



MODERNA TÉCNICA DE ENSAIOS APLICADA EM VEÍCULOS URBANOS

Em seu laboratório de ensaios estruturais, a MAFERSA está equipada para executar qualquer ensaio de fadiga em componentes de veículos.

Com a experiência adquirida em ensaios de carros metroferroviários, a MAFERSA executa, pela primeira vez no Brasil, ensaios de fadiga em todas as partes estruturais de um trólebus, tais como:

- Simulação I — estrutura completa;
- Simulação II — suspensão dianteira com eixo;
- Simulação III — suspensão traseira com eixo, quadro e barras de ligação.

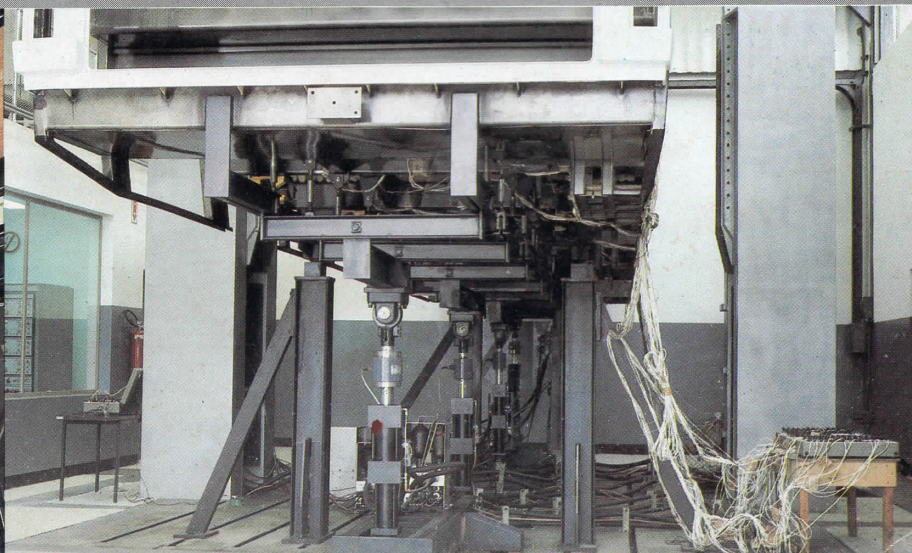
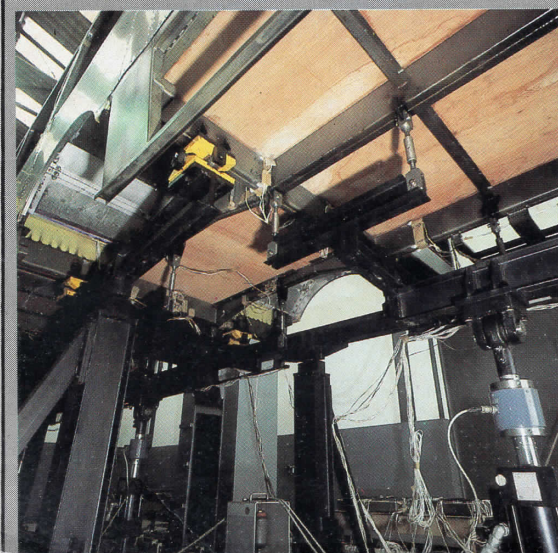
Para obtenção dos esforços que são aplicados nos ensaios de fadiga, um veículo foi instrumentado com extensômetros elétricos colados nas seções mais solicitadas da estrutura e eixos. Os sinais das tensões dinâmicas

foram gravados para posterior análise estatística. Esse ensaio foi realizado com o veículo carregado, circulando, principalmente, em ruas de pavimento deteriorado, a fim de que fossem determinados os máximos esforços a que o trólebus se submete nas ruas brasileiras.

Após análise dos sinais gravados (contagens de máximos e mínimos pelo método "Rain Flow" em computador) foram definidas as cargas que, aplicadas nos ensaios de fadiga durante um curto espaço de tempo, representam mais de 15 anos de utilização do trólebus no pavimento considerado.

Com a execução desses ensaios, o TRÓLEBUS MAFERSA, sob o aspecto de fadiga, está apto a operar com segurança e garantia sob as solicitações operacionais brasileiras.

As fotografias abaixo ilustram o ensaio de fadiga da estrutura do trólebus no laboratório da MAFERSA.



SOLUÇÕES PRÓPRIAS

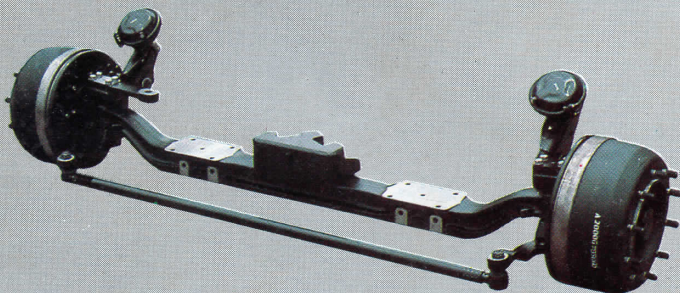
Através da utilização de componentes mecânicos desenhados especificamente para aplicação em trólebus e operação em pavimentos brasileiros, a MAFERSA põe à disposição do mercado um veículo com as seguintes características mecânicas básicas:

- eixo dianteiro: viga I, forjada, com capacidade nominal de 6 t e ancoragem tipo "V", para eliminar deslocamentos laterais durante o curso da suspensão;
- suspensão dianteira: pneumática, com 2 bolsas de ar conjugadas comandadas por 1 válvula de nivelamento, e 4 amortecedores telescópicos;
- direção hidráulica integral;
- eixo traseiro: dupla redução, redução no diferencial

1:2,944, redução no cubo 1:4, redução total 1:11,777, tambor removível sem necessidade de desmontagem do redutor do cubo e com capacidade nominal de 12 t;

- suspensão traseira: pneumática com 4 bolsas de ar, sendo 2 a 2 com circuitos independentes de nivelamento e 4 amortecedores telescópicos;
- freios a tambor tipo "S-Cames" com ajustadores de folga, sapata de 6" no eixo dianteiro e 8" no eixo traseiro;
- freio de estacionamento no eixo traseiro;
- pneus radiais sem câmara 11R22.5, ou com câmara 11.00R22.

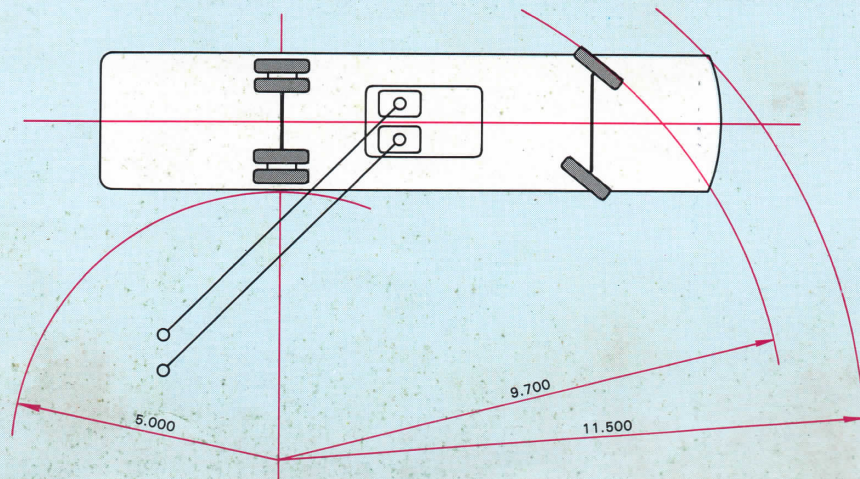
EIXO DIANTEIRO



EIXO TRASEIRO



MANOBRABILIDADE
(MÁXIMO ESTERÇAMENTO)



A EXPERIÊNCIA APLICADA AO PROJETO DOS EQUIPAMENTOS

Tendo já desenvolvido vários projetos de incorporação de equipamentos e análise de sistemas para veículos de tração elétrica, nos quais os fatores humanos, a confiabilidade, as facilidades de manutenção e a segurança (RMSH) são vitais, a MAFERSA concentrou seus esforços para gerar um novo modelo de tróibus brasileiro. Nele estão incorporados equipamentos da mais nova geração.

Com a utilização de uma moderna tecnologia de processo, fabricação e montagem metrológica, os equipamentos elétricos são instalados em compartimentos iluminados, protegidos contra a entrada de água, dotados de grelhas de tomadas de ar providas de chicanas e forrados em tecidos de amianto impermeabilizado nos casos de alta tensão. O grupo auxiliar, dotado de máquinas rotativas, é montado sob coxins que atenuam suas vibrações e minimizam os efeitos da vibração do veículo sobre os componentes do grupo. Dessa forma e concentrando os equipamentos em basicamente 4 caixas de

acesso externo (caixa do controle principal, caixa de baterias, caixa do grupo auxiliar com compressor incorporado e caixa de painéis de comandos auxiliares e portas) os trabalhos e acessos para manutenção ficam sensivelmente facilitados.

Na parte externa da cobertura estão montados os coletores de corrente e o grupo de resistores, enquanto que toda a passagem de cabos está protegida e embutida no revestimento do teto. Assim, a cobertura do veículo fica sensivelmente desobstruída para os serviços de lavagem externa.

Um projeto que se caracteriza pela simplicidade das soluções, pelo arranjo adequado dos subsistemas, cabos e tubulações, pelas facilidades de manutenção e pela escolha criteriosa de componentes, o que gerou análises de funções, desempenho, vida e custo de reposição ao cliente.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Tração e Frenagem

Motor de tração — 550 Vcc — faixa de 400 Vcc a 720 Vcc tipo série com excitação separada, isolamento classe H;
 Controle de tração e frenagem elétrica por recortador ("chopper") com dispositivo de reforço de tração e controle de velocidade;
 Freio de serviço com atuação pneumática, com recurso para emergência e circuitos independentes para cada eixo;
 Freio auxiliar elétrico dissipativo, acionado automaticamente pelo pedal de comando;
 Freio de estacionamento com atuação por molas;
 Componentes principais ligados ao circuito de A.T. com dupla isolamento;
 Terceiro nível de isolamento para embarque e desembarque através de isolamento do 1.º degrau, das portas e dos balaústres.

Auxiliares

Grupo auxiliar acionado por motor de 600 Vcc dotado de:

- bomba hidráulica da direção;
- volante de inércia para manutenção momentânea da assistência hidráulica em casos de perda da alimentação 600 Vcc;
- compressor de ar — 7 a 8 bars;
- alternador 28 Vcc.

Baterias tipo chumbo/ácido — 24 Vcc (2 de 12 Vcc ligadas em série) 130 Ah — montadas em gavetas de aço inoxidável;

Ventilação forçada no salão de passageiros — 24 Vcc — acima de 60 trocas/h;

Desembaçador e ventilação para o motorista;

Iluminação interna fluorescente;

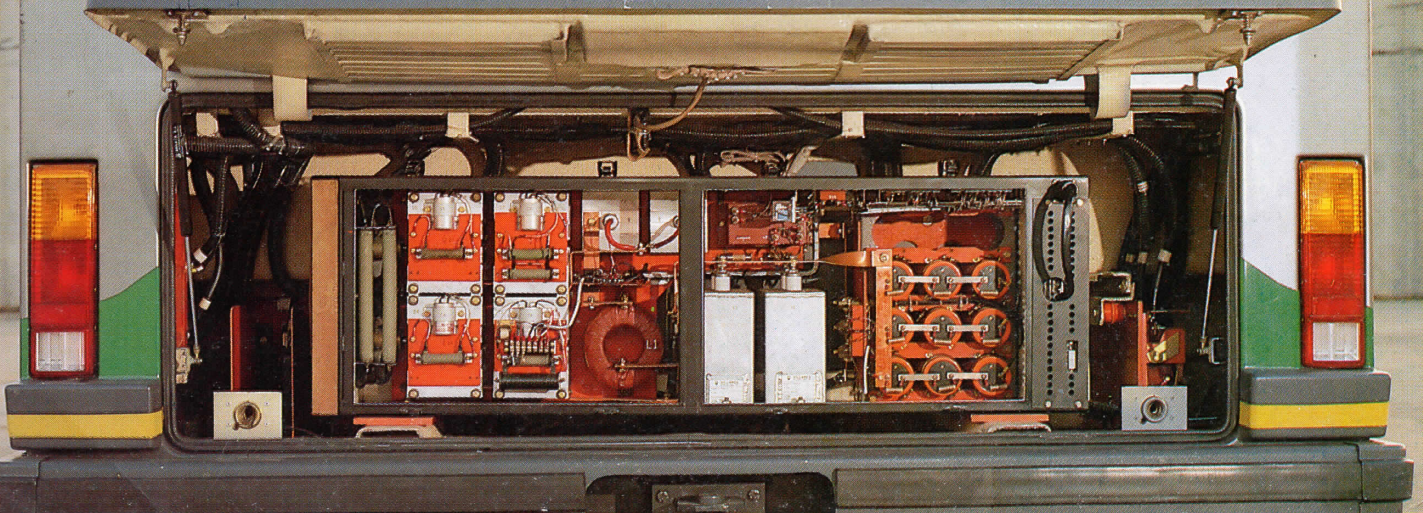
Acionamento eletropneumático, das portas com pistão para acionamento conjugado das 2 folhas;

Comando de abertura e fechamento independentes para as 2 portas de desembarque e para a de embarque;

Comando simultâneo de abertura e fechamento de todas as portas;

Velocímetro eletrônico — 24 Vcc — com odômetro incorporado.

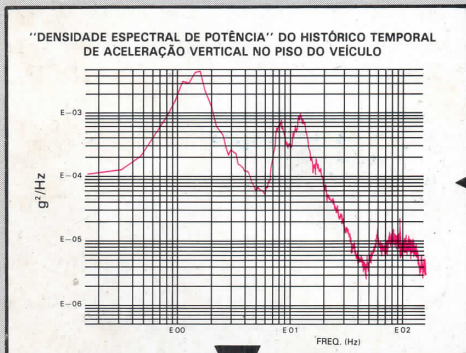
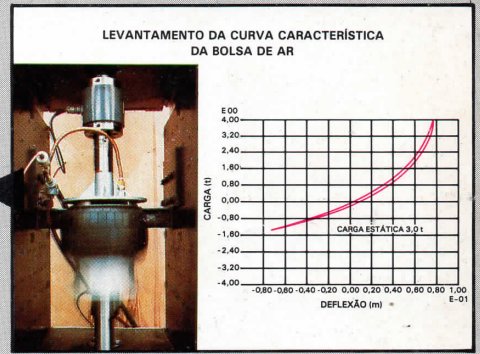
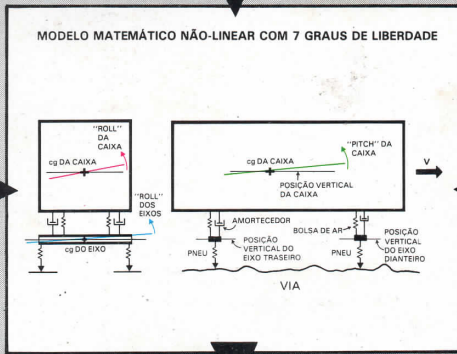
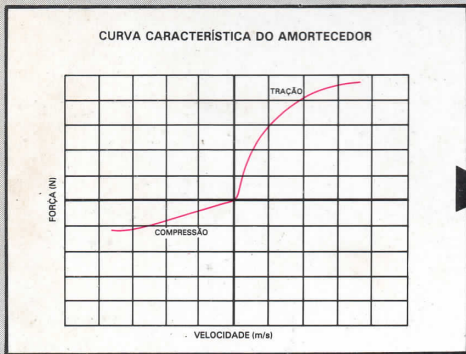
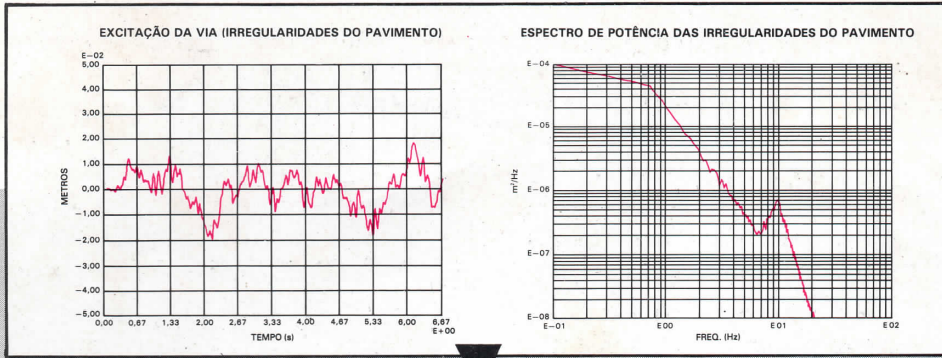
CONTROLE PRINCIPAL "CHOPPER" MONTADO NO TRÓIBUS MAFERSA



UM PROJETO RACIONAL DE SUSPENSÃO

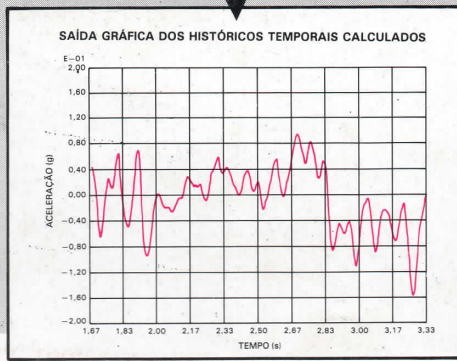
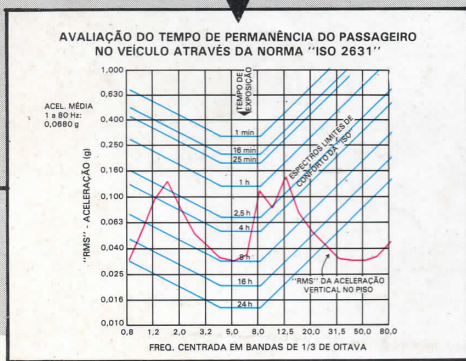
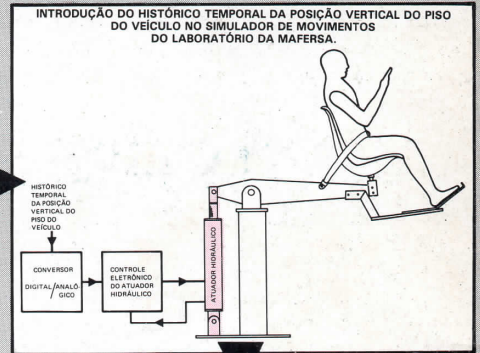
PROJETO

Simulação matemática em computador de modelo dinâmico não linear (até 60 graus de liberdade) para análise de conforto.



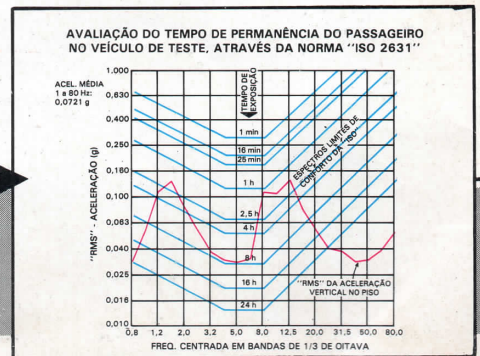
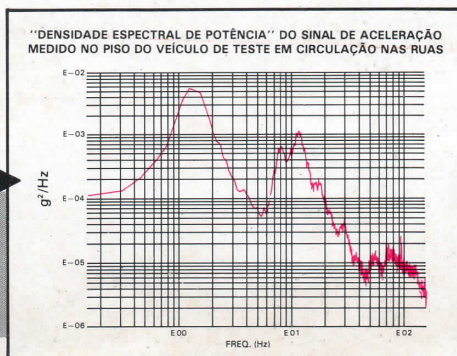
HISTÓRICOS TEMPORAIS DA ACELERAÇÃO, VELOCIDADE E DESLOCAMENTO EM QUALQUER PONTO DO VEÍCULO, ARQUIVADOS NO DISCO DO COMPUTADOR

| INSTANTE (s) | POSIÇÃO (cm) | VELOCIDADE (m/s) | ACELERAÇÃO (g) |
|--------------|--------------|------------------|----------------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,01 | 0,05 | 0,50 | 0,08 |
| 0,02 | 0,10 | 1,00 | 0,10 |
| 0,03 | 0,12 | 1,20 | 0,12 |
| 0,04 | 0,20 | 1,30 | 0,13 |
| ... | ... | ... | ... |
| 0,11 | 3,01 | 5,00 | 0,20 |
| 0,12 | 2,95 | 5,30 | 0,25 |
| ... | ... | ... | ... |



ENSAIOS

Ensaio na via com um veículo instrumentado com acelerômetros, amplificadores e gravador.



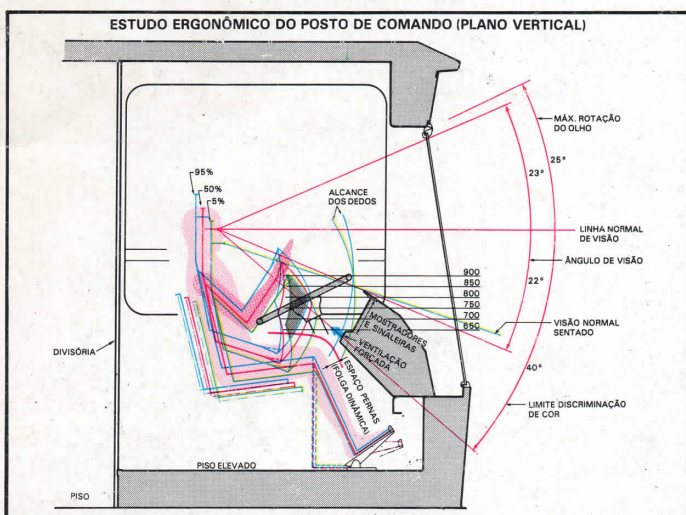
O HOMEM É A RAZÃO DO PRODUTO

Nos projetos de seus veículos a MAFERSA considera que as propriedades formais são geradas a partir da integração de fatores funcionais, culturais, tecnológicos e econômicos.

Para agilização e garantia de bons resultados adotou, como metodologia, a divisão do trólebus em duas áreas: externa (forma) e interna (função). O interior foi subdividido em três subáreas básicas: salão, posto do cobrador e posto de comando.

O posto de comando foi definido pelo volume da zona ideal de trabalho dos condutores, pela silhueta e regulagens do banco. Esse volume foi obtido através da intersecção de sólidos de revolução, definidos em três planos (horizontal, transversal e vertical), adotando a altura do homem brasileiro como sendo aquela que representa 90% de sua distribuição de Gauss, os valores da antropometria estática de Dreyfuss comparados aos de I. Iida e associando as faixas de conforto estipuladas no levantamento antropométrico dinâmico de Rebifée.

Concomitantemente, foram fixados os ângulos de visão dos condutores e a faixa de focalização simultânea, nascendo assim a forma do painel de comando, com as posições dos instrumentos seguindo uma hierarquia em função da frequência de utilização e grau de importância operacional. Como meio de verificação prática, foi construído um modelo (escala 1:1), no qual motoristas experientes testaram as proposições teóricas.



Assim sendo, para satisfazer as exigências de conforto necessárias ao bom desempenho do motorista, o TRÓLEBUS MAFERSA possui:

Banco anatômico com sistema de suspensão e amortecimento, cinto de segurança e as seguintes regulagens:

- peso do motorista;
- altura e inclinação do apoio-cabeça;
- inclinação do encosto;
- altura dianteira do assento;
- altura traseira do assento;
- deslocamento longitudinal.

Painel de comando poligonal envolvente com:

- área central estritamente para mostradores e sinaleiras;
- dois planos laterais para controles visando facilidades de acesso;
- grelhas direcionais com ventilação forçada;
- volante com empunhadura e inclinação adequadas.

As proposições assumidas no estudo do posto de comando orientam a estética externa da frente do veículo na medida em que os estudos de volume da máscara frontal atenderam às dimensões e forma do pára-brisa e ainda a posição e dimensões do indicador de destino, para-choques e outros acessórios.



Mafersa

MAFERSA Sociedade Anônima

DIRETORIA E ADMINISTRAÇÃO CENTRAL

Av. Raimundo Pereira de Magalhães, 230 - Tel. (011) 261-8911 - CEP 05092 - SÃO PAULO

Telegramas: "MAFERSA" - Telex (11) 23862 - Caixa Postal 11.881

SÃO PAULO - SP - BRASIL

FÁBRICAS: SÃO PAULO, CONTAGEM E CAÇAPAVA