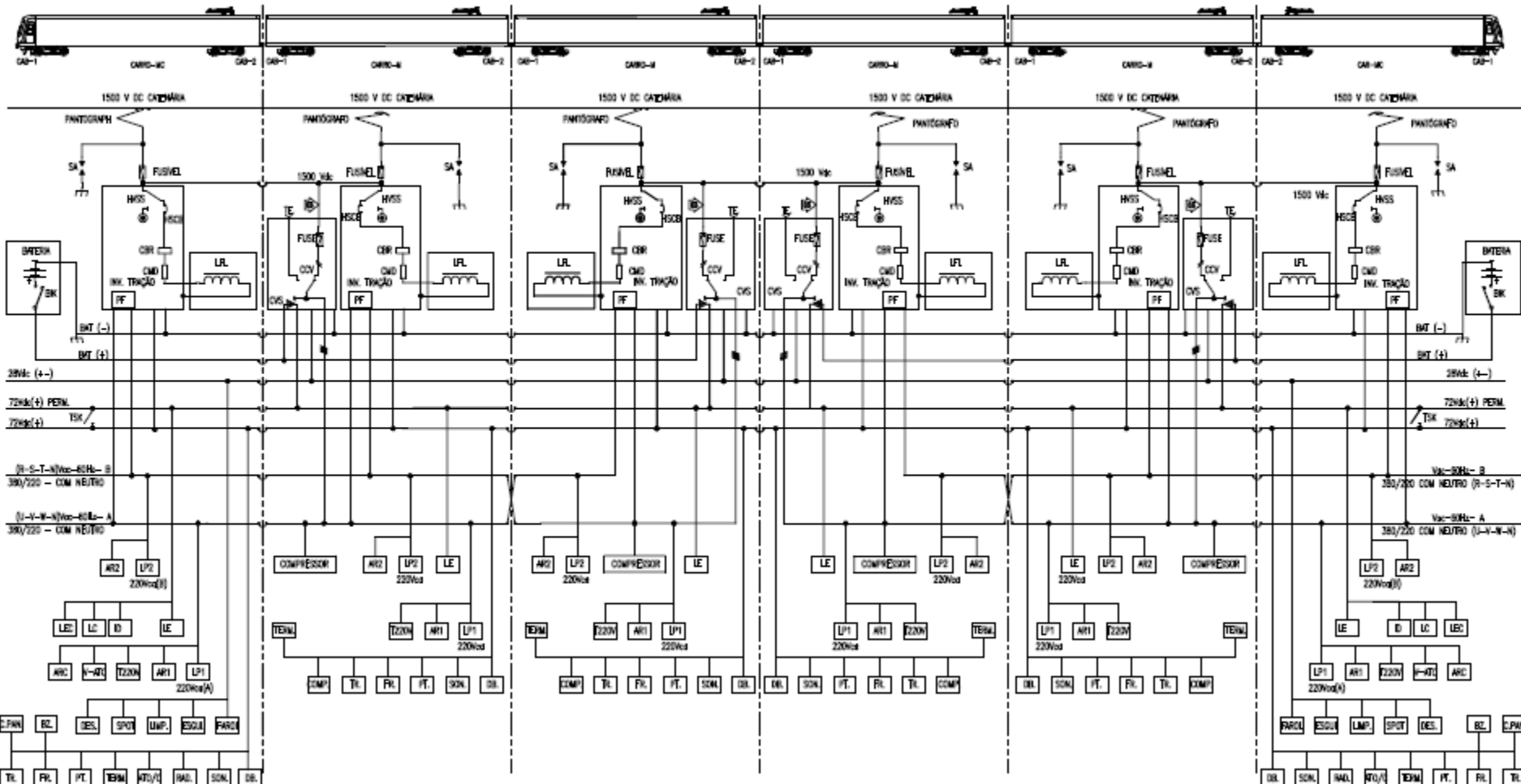




# **Pantógrafos dos metrocarros da Linha 5-Lilás: Adaptação à nova demanda**

- **Motivação:** Adequação à demanda futura do contato pantógrafo x catenária (historicamente deficiente);
- **Localização no trem**





# **LINHAS DE ATUAÇÃO:**

- **Alteração da Canoa;**
- **Reprojeto da mola principal;**
- **Reprojeto da mola de estabilidade da canoa;**
- **Plano de Manutenção;**
- **26 trens novos.**



## Alteração da Canoa

- Presença de faiscamento desde o início da operação comercial;
- Teste: operar com os 06 (seis) pantógrafos do trem ativos;
- Efeito colateral não previsto: ENROSCAMENTO e gabarito crítico na entrada do túnel em Largo Treze. Utilização de 06 pantógrafos DESCARTADA;
- Medida emergencial: prolongamento do “chifre”;
- Medida a médio prazo: desenvolvimento de nova canoa (chifre AM57);
- Medida a longo prazo: substituição de lâminas de cobre por grafite.



## Alteração da Canoa – prolongamento do chifre

- Averiguação satisfatória do comportamento dinâmico dos pantógrafos durante a passagem nas regiões de transições de circuitos de rede aérea;
- Acréscimo de 1kg na canoa (5%). O aumento do peso é crítico para operação do pantógrafo, refletindo na variação da força de contato.



# Alteração da Canoa – prolongamento do chifre



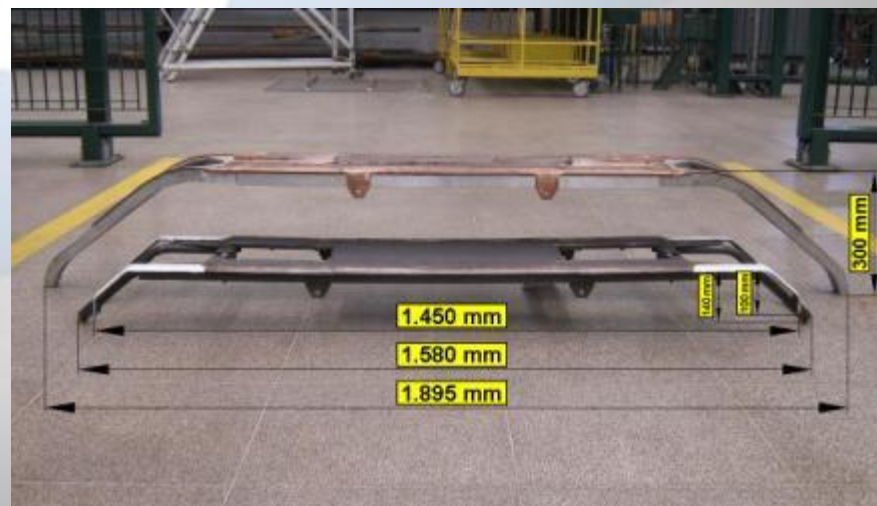
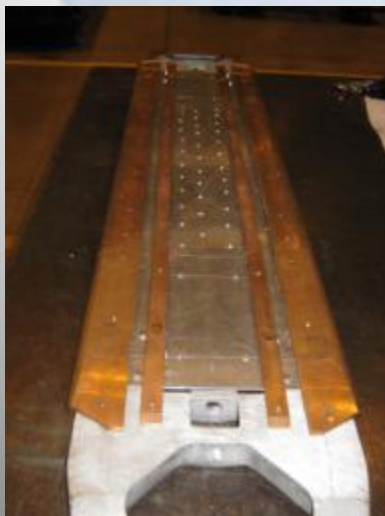


## Alteração da Canoa – chifre AM57

- Trem F02 na seleção B (03 pantos) em operação desde 12/2011;
- Excelente resultado nos trechos críticos da entrada do túnel – pantógrafo atual dista 45mm de triângulo de sustentação;
- Aumento de 140mm para 300mm no desnível admissível nas transições dos circuitos de rede aérea, evitando o enroscamento;
- Peso de 20,6kg para 17,3kg (16%);
- Mudança da estratégia de passagem de corrente pela canoa – direto da lâmina de contato;
- Implantação em toda a frota.



# Alteração da Canoa – chifre AM57





# Alteração da Canoa – chifre AM57



## Alteração da Canoa – chifre AM57



- [Teste com canoa protótipo em PCR;](#)
- [Trem entrando em LTR;](#)
- [Trem saindo de LTR.](#)



## Alteração da Canoa – lâminas de grafite – 1º proposta 04/2011

- Melhoria de desempenho esperada não foi obtida;

## Alteração da Canoa – lâminas de grafite – nova proposta

- Utilização lâmina única com ponto de captação de corrente agregado durante fabricação – fixação reforçada (“rabo de andorinha”);
- Adaptação das lâminas à canoa com chifre AM57;
- Redução de peso da canoa – extinção da massa de lubrificação;
- Menor desgaste do cabo tróleis;
- Trem F03 operando com pantógrafos de grafite desde 27/03/2012;
- Peso de 17,3 para 12,5kg (27,7%);
- Medição de desgaste (16/05/2012): 15.000km/mm contra desgaste atual (cobre) de 13.500km/mm.

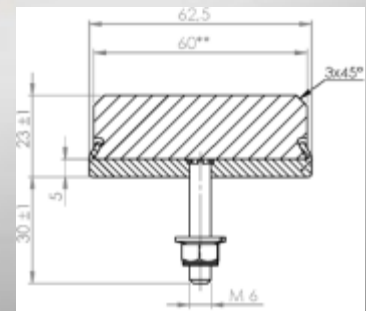
## Alteração da Canoa – lâminas de grafite – 1º proposta 04/2011



- [Teste noturno em 17/04/2011](#)



# Alteração da Canoa – lâminas de grafite – nova proposta



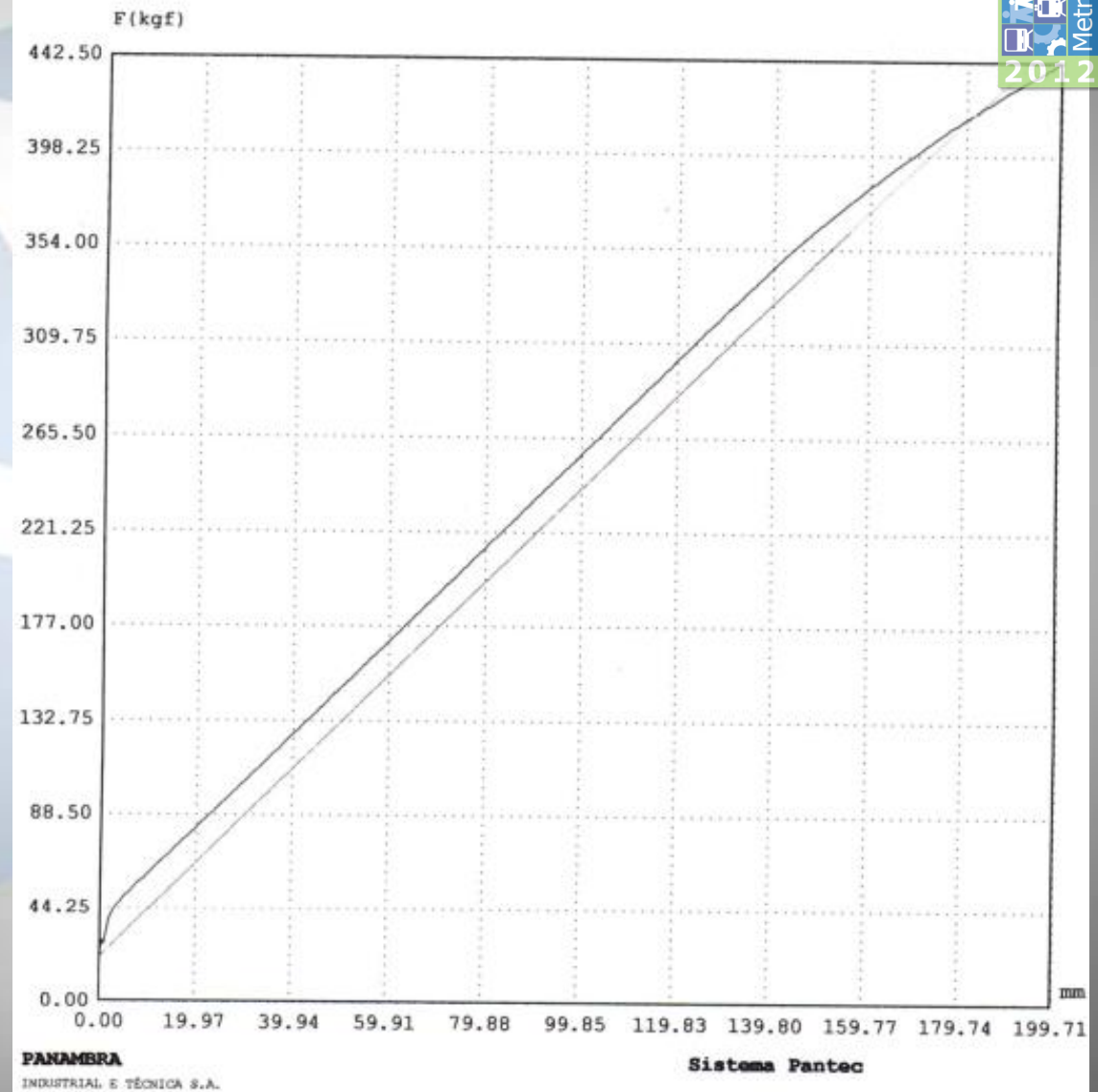
## Reprojeto da mola principal

- Força de contato deve ser constante para toda abertura (MOLA) – 6 a 6,5kg;
- Alguns pantógrafos apresentaram variação de até 3kg na região de operação;
- Componente responsável pela manutenção da força de contato: MOLA;
- Ensaio mola usada x mola nova.



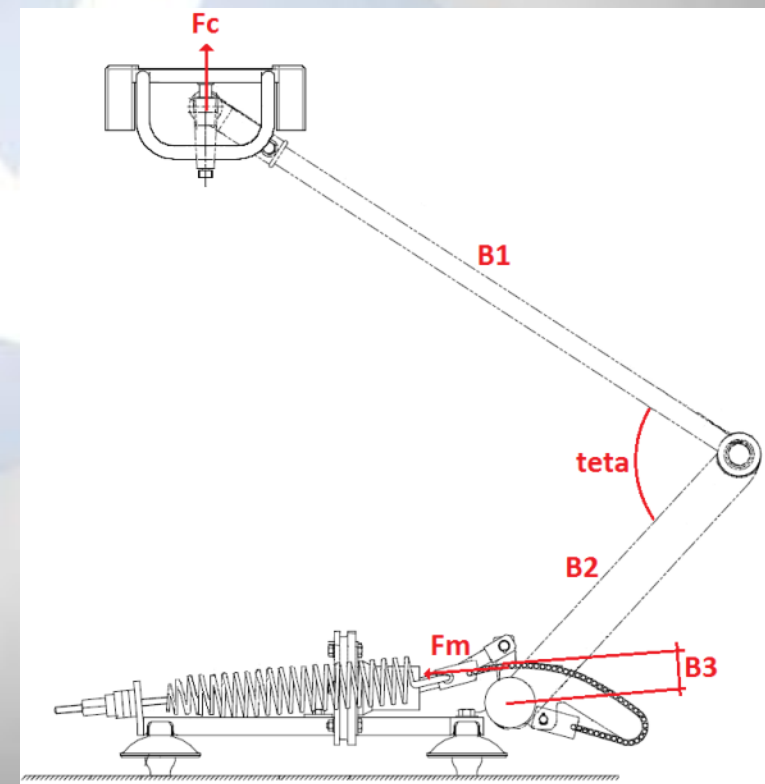
## Reprojeto da mola principal

- Deslocamento da mola: 135 a 150mm;
- Curvas paralelas: manutenção das características da mola.
- **CONCLUSÃO:** Reprojeto da mola desnecessário.



## Reprojeto da mola principal

- **SOLUÇÃO:** Alteração do BRAÇO DE FORÇA.
- **B1 e B2:** medidas constantes;
- **B3:** medida variável de acordo com abertura do panto;
- **Fm:** força da mola – variação linear;
- **Fc:** força de contato – constante;
- **Teta:** ângulo de abertura do pantógrafo;





## Reprojeto da mola principal

- Confeccção de calços para mudança do BRAÇO DE FORÇA;

### Medida de força após colocação do calço

Carro	60cm	70cm	80cm
F022	6,25kg	6,25kg	6,35kg
F024	6,20kg	6,15kg	6,10kg
F026	6,45kg	6,30kg	6,30kg



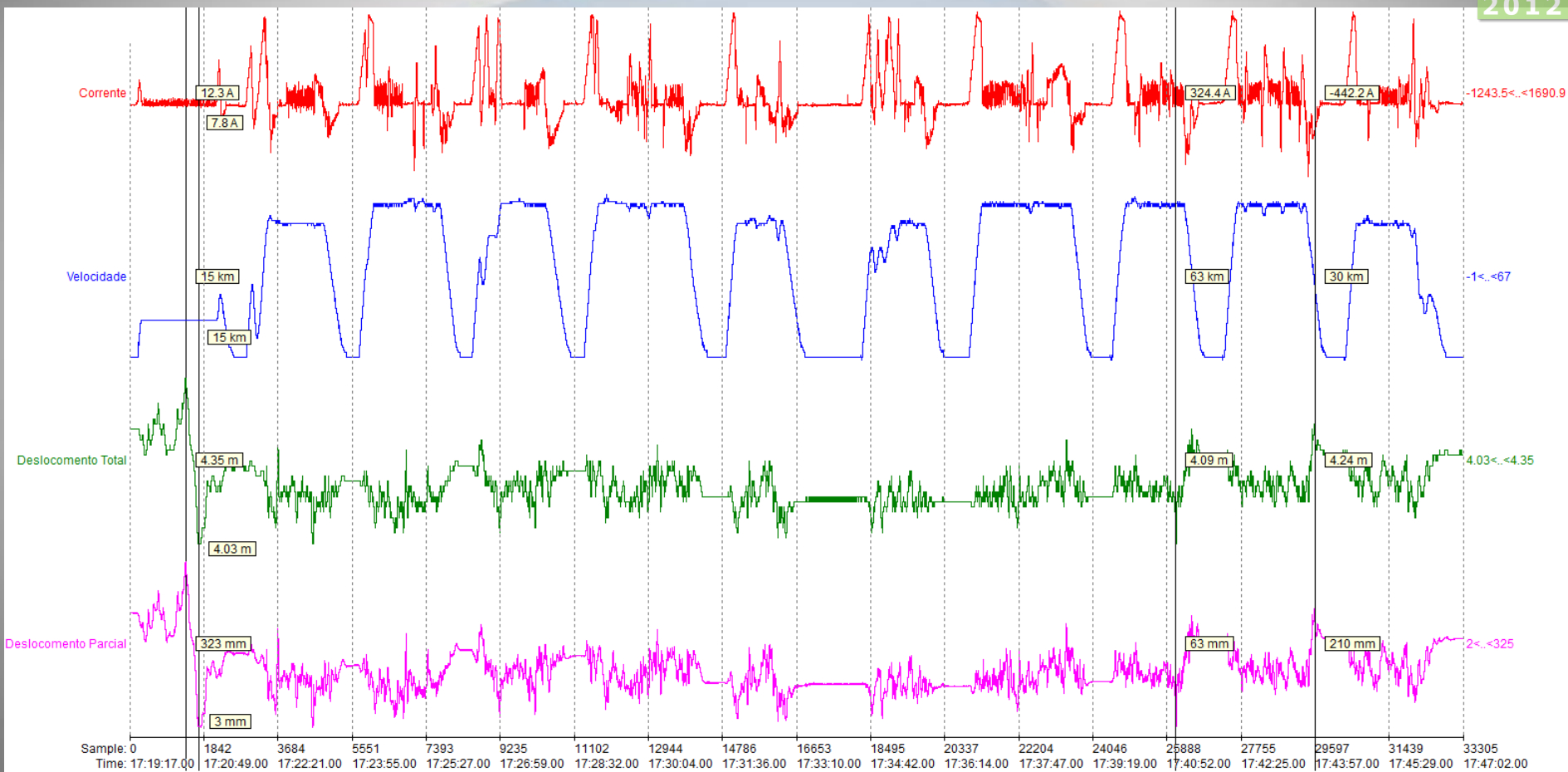
## Reprojeto da mola de estabilidade da canoa

- Aumento do diâmetro do arame – aumento força;
- Melhor resposta a desníveis pequenos – garantia de contato;





# Registro embarcado





## Número de ocorrências

- Queda de 40% no número de ocorrências de faiscamento nos 7 primeiros meses de 2012 em comparação com o mesmo período do ano anterior;
- Trens com pantógrafos já modificados – ocorrência ZERO.

## Plano de Manutenção

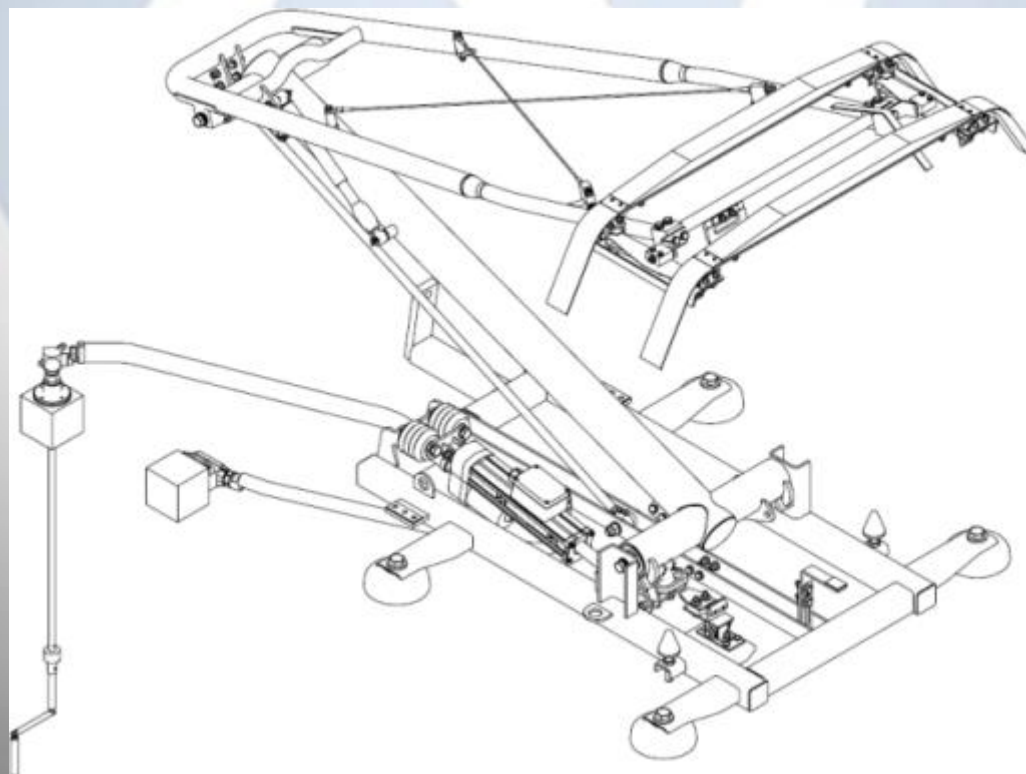
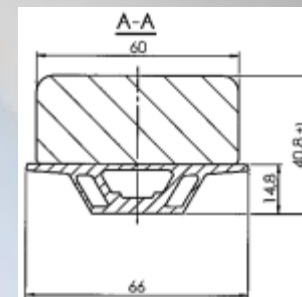
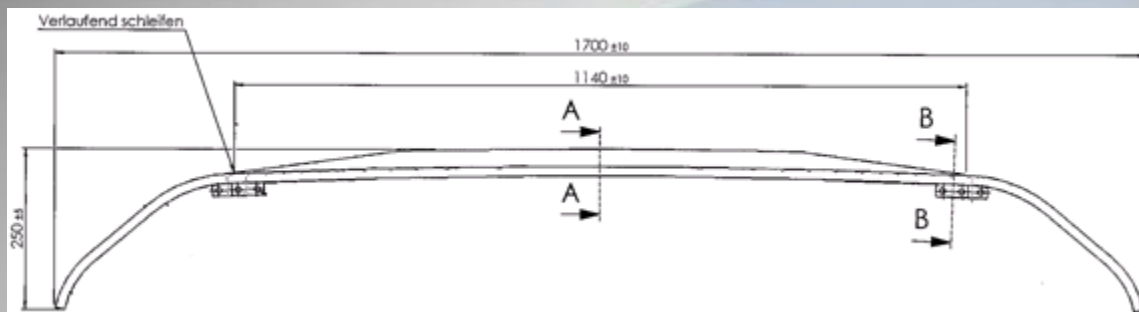
- Troca de rolamentos e gaxetas deve ser realizada a cada quatro anos;
- Levantamento da curva de força de contato (bancada de teste) a cada ano. Acompanhamento do comportamento do calço e desgaste da mola principal e de estabilidade da canoa;
- Revisão dos procedimentos de Oficina.



## 26 trens novos

- Canoa com lâminas de grafite com suspensão independente;
- Perfil da canoa análogo ao modelo AM57;
- Acionamento elétrico – possibilidade abertura e fechamento manual através de alavanca dentro do carro;
- ADD (Automatic Drop Device) – pantógrafo recolhido em caso de grande solicitação mecânica (enroscamento por exemplo) visando preservação da rede aérea;
- Responsável pela manutenção da força de contato: MOLA.

# 26 trens novos





## Agradecimentos

- Material rodante Linha 5 (MRN)
- Oficina Capão Redondo (OFJ)
- Gerência de Logística (GLG)

## Contatos

- Marcio Pimenta - Engenheiro (GMT/MTT/EPR)  
[marciopimenta@metrosp.com.br](mailto:marciopimenta@metrosp.com.br)
- José Miguel Maltoni – Oficial Manutenção Industrial Mecânica (GMT/OFJ/EMV)  
[jmaltoni@metrosp.com.br](mailto:jmaltoni@metrosp.com.br)
- Sidney Lazaro Alves – Supervisor Manutenção (GMT/OFJ)  
[sidney\\_alves@metrosp.com.br](mailto:sidney_alves@metrosp.com.br)