



**NI DAYS 2013**

AQUISIÇÃO DE DADOS  
PARA  
ESTUDO DE ECONOMIA DE  
ENERGIA EM TRENS E  
LOCOMOTIVAS

Sérgio Matsudo  
11/04/2013

TRANSPORT

**ALSTOM**



**ALSTOM**





**Presente há 57 anos no Brasil**

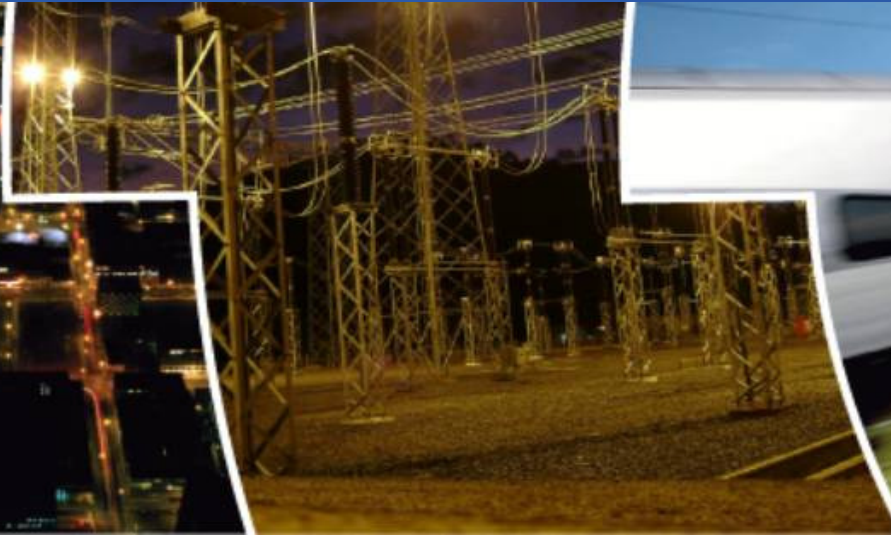
# Grupo Alstom

Renewable  
&  
Thermal Power



**Equipamentos e serviços  
para  
geração de energia**

Grid



**Equipamentos e serviços  
para transmissão de energia**

Transport



**Equipamentos e  
serviços  
para o transporte  
ferroviário**

TRANSPORT

**ALSTOM**

# Grupo Alstom



## Renewable & Thermal Power

- Hydro
- New Energies
- Wind
- Gas
- Nuclear
- Steam



TRANSPORT

**ALSTOM**



# Grupo Alstom

## Grid – Transmissão de Energia

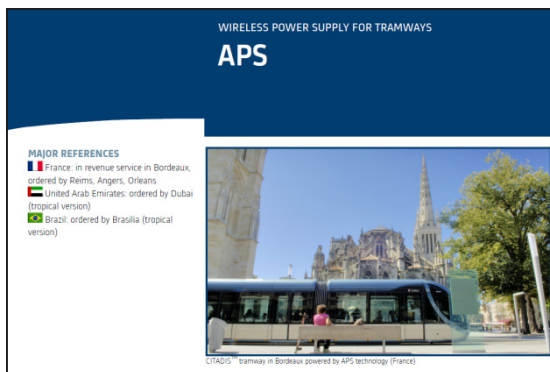
- Produtos
- Sistemas
- Automação
- Serviços



# Grupo Alstom

## Transport

- Components
- Information Solutions
- Train Life Services
- Transport Global Solutions
- Rolling Stock



TRANSPORT

**ALSTOM**



# Setor Transporte

## Rolling Stock

- Metrô
- Trens Regionais
- VLT – Veículo Leve sobre Trilhos
- Locomotivas
- Trens de Alta Velocidade
- Trens de Altíssima Velocidade





# **ECONOMIA DE ENERGIA**

TRANSPORT



# Estudo de Economia de Energia

## Metropolitano de São Paulo – Linha 1, Linha 2 e Linha 3

- Transporte de passageiros
- > 3 milhões de pessoas / dia
- > 35 milhões de KWh / mês.





# Estudo de Economia de Energia

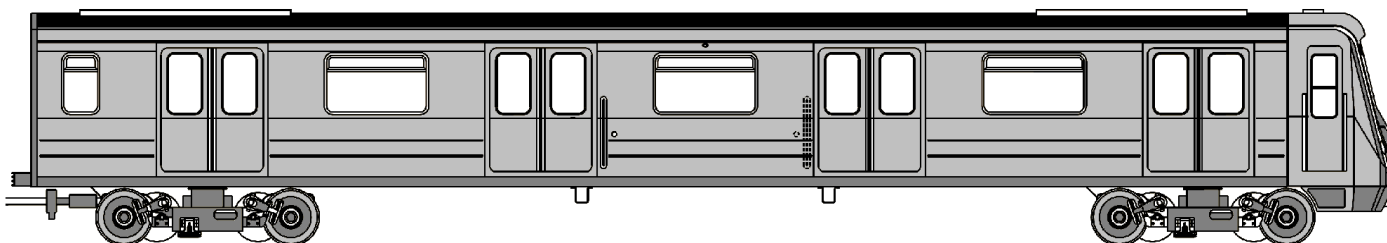
## Vale S.A. – Locomotiva GE BB40 – 9W

- Transporte de carga
- 115 mil ton. de minério / composição
- 1 milhão de litros diesel / locomotiva



# Sistemas de Propulsão

Alstom - Metrô SP – Trem Elétrico



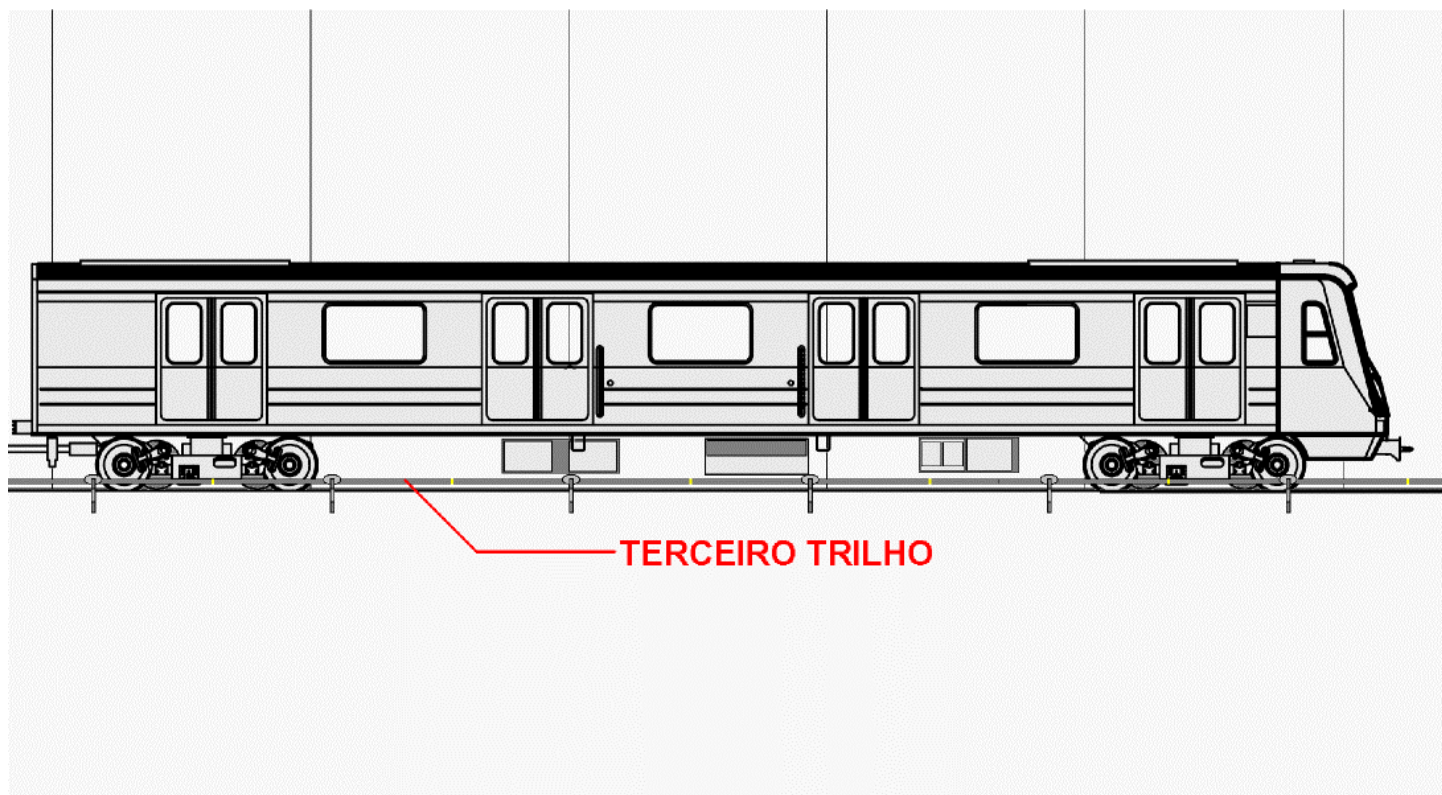
Locomotiva GE BB40-9WM – Diesel-Elétrico



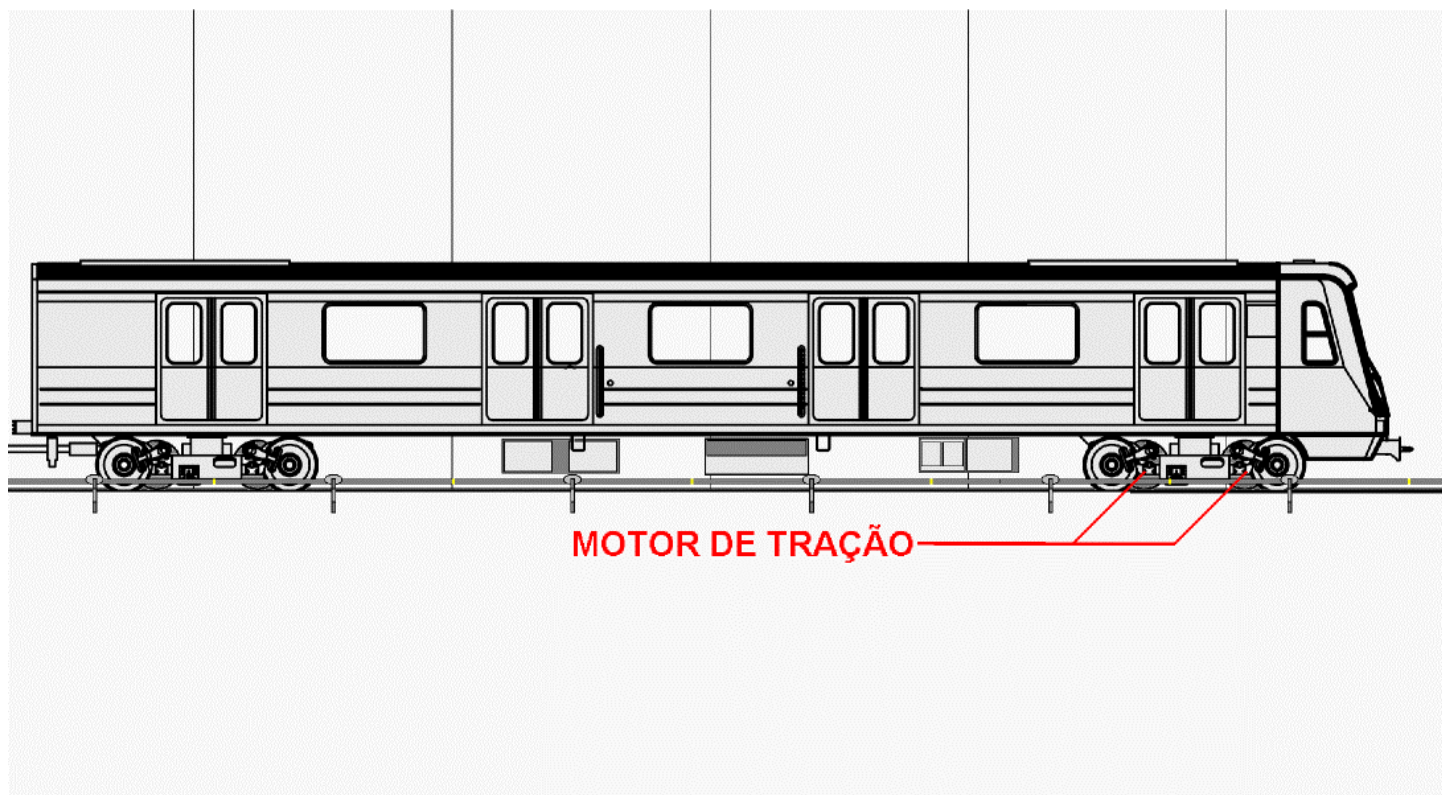
TRANSPORT

**ALSTOM**

# Sistema de Propulsão - Metrô



# Sistema de Propulsão - Metrô

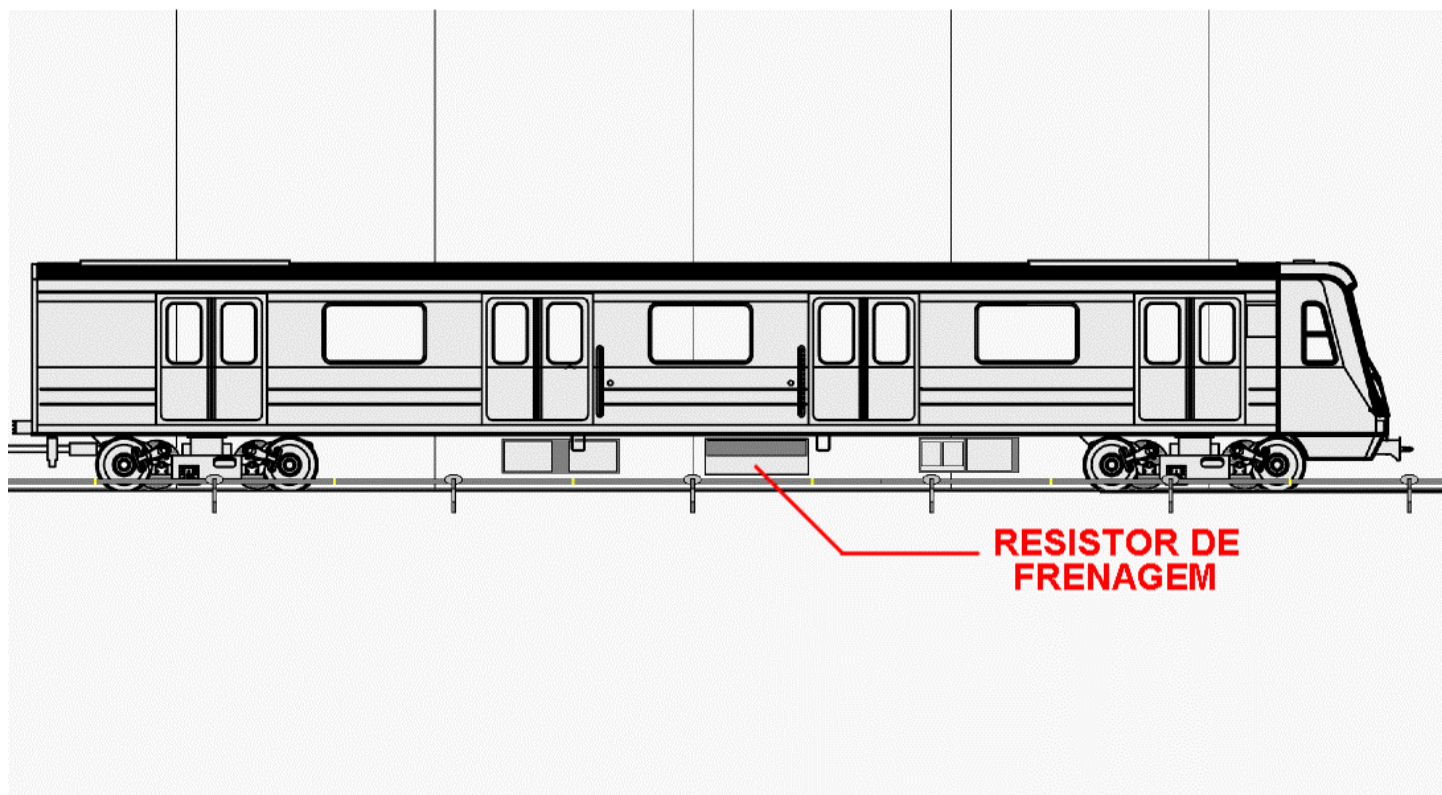


TRANSPORT

**ALSTOM**



# Sistema de Propulsão - Metrô



TRANSPORT

**ALSTOM**

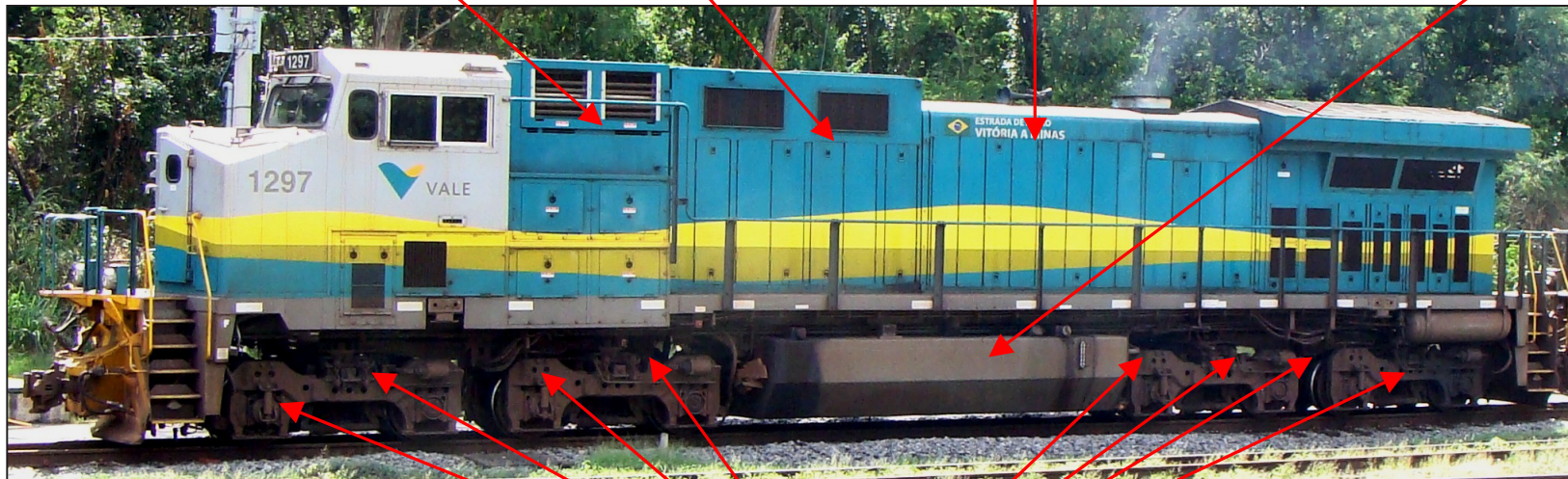
# Sistema de Propulsão – Diesel-Elétrica

Resistores  
Frenagem

Alternador

Motor Diesel

Tanque de  
Combustível

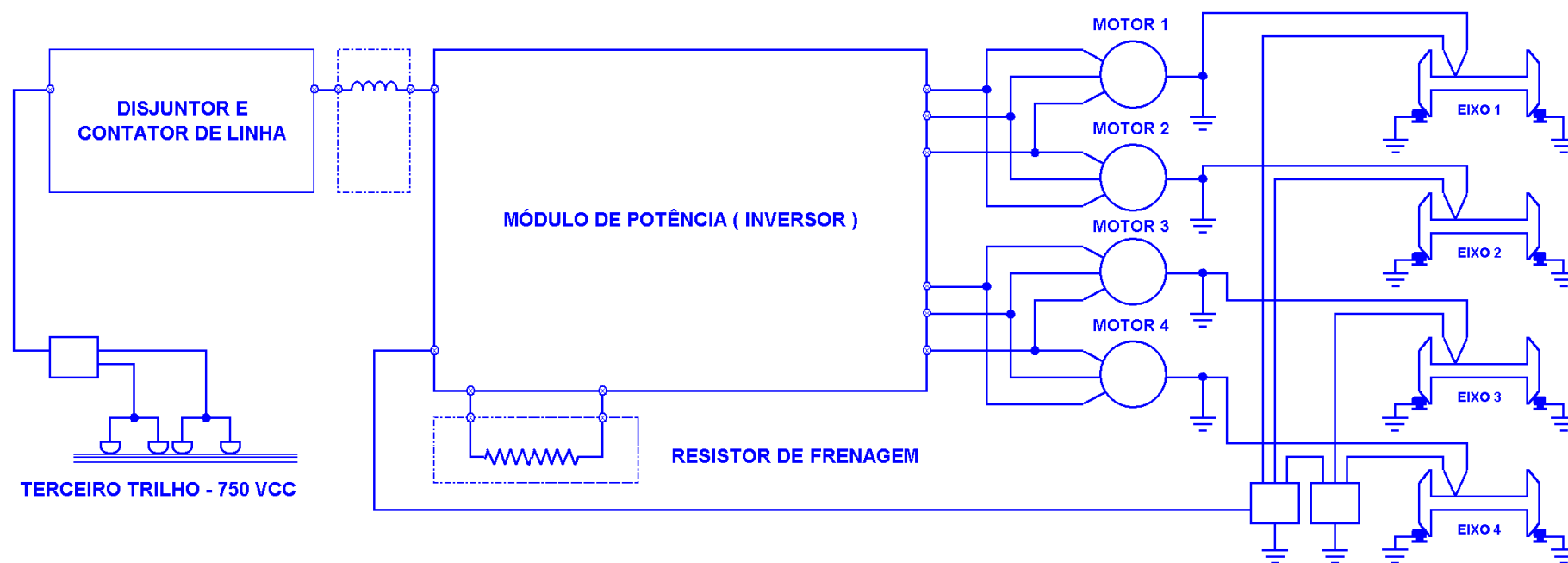


Motores de Tração

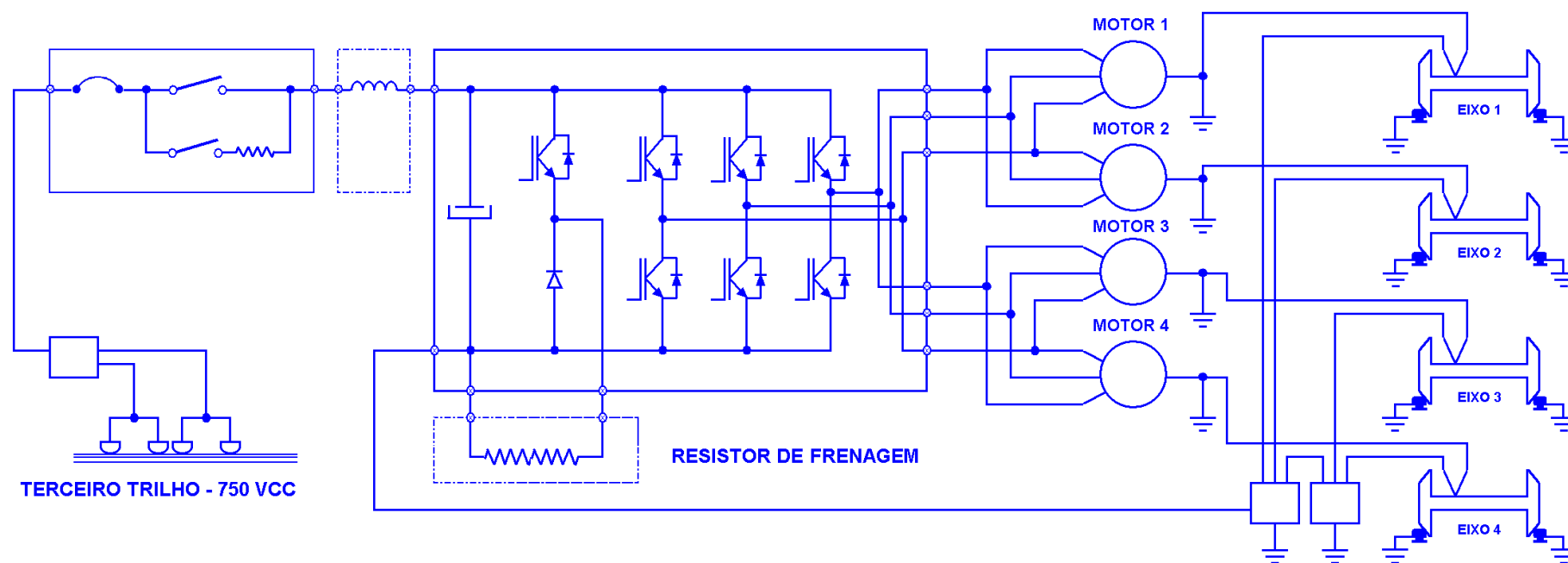
TRANSPORT

ALSTOM

# Sistema de Propulsão - Metrô

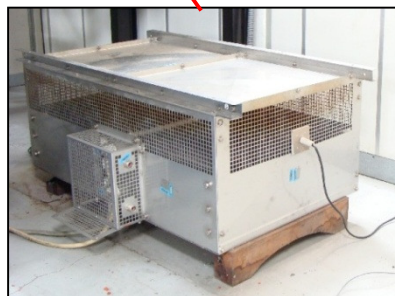
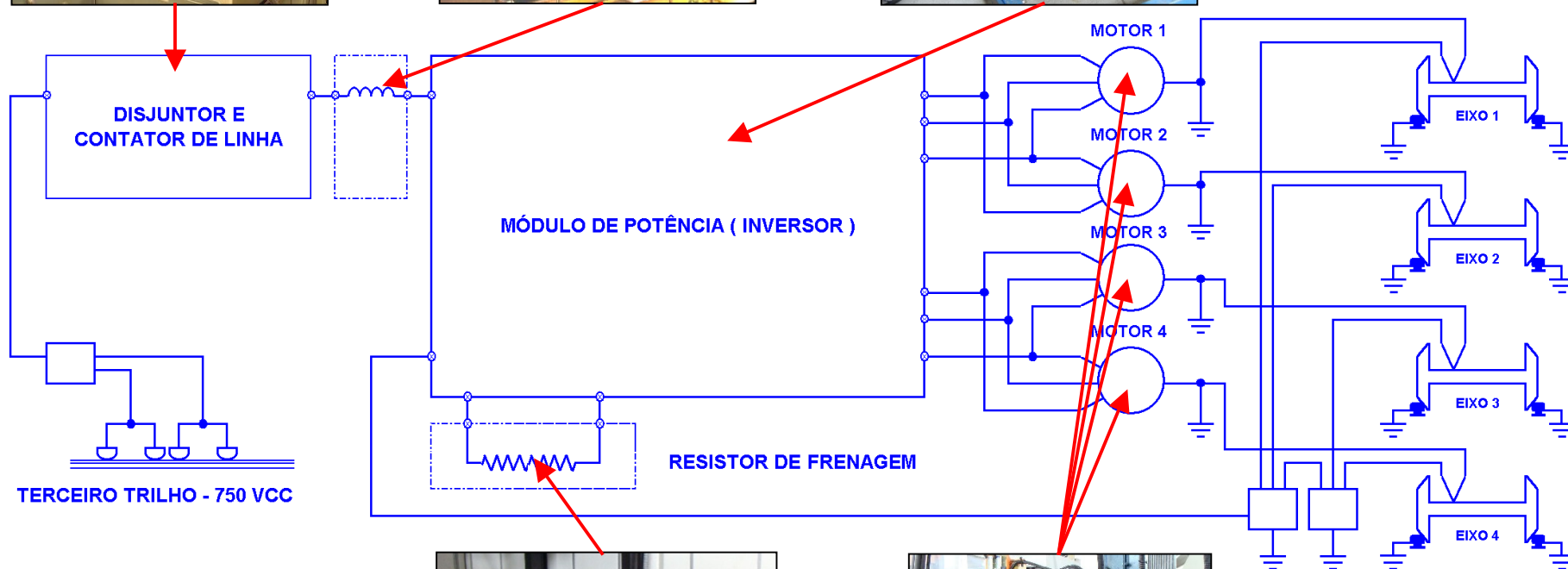


# Sistema de Propulsão - Metrô





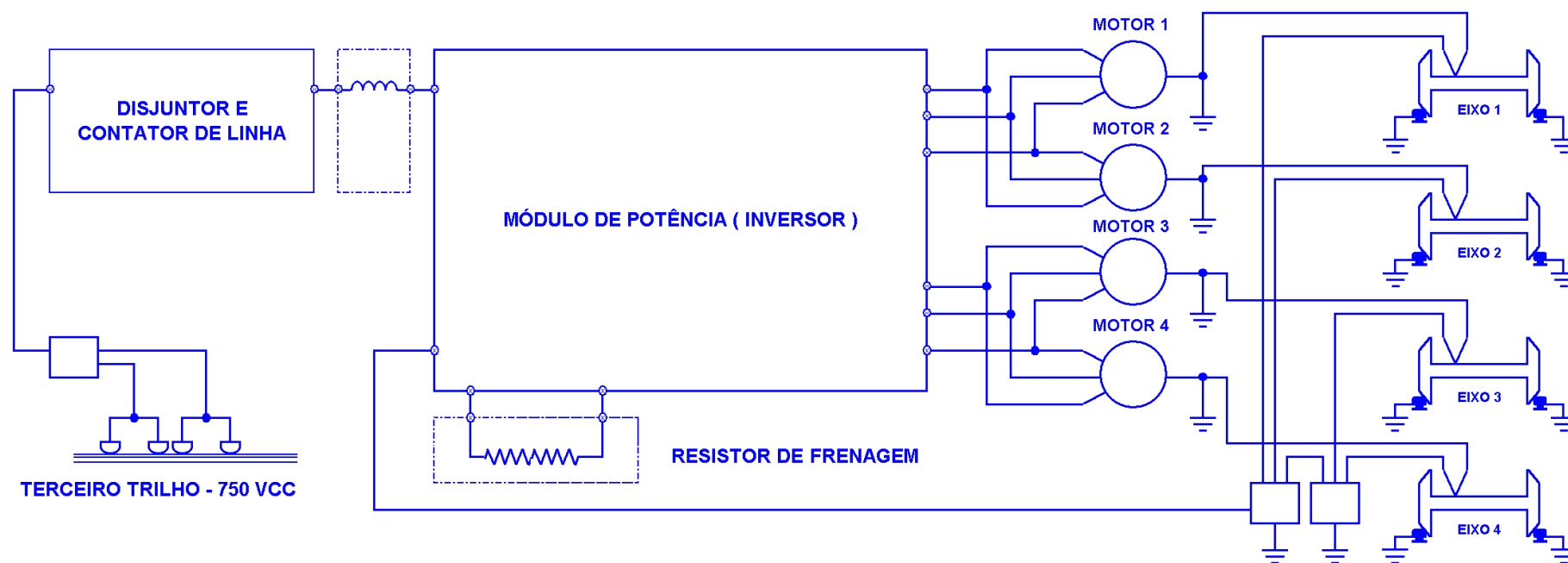
# Sistema de Propulsão - Metrô



TRANSPORT

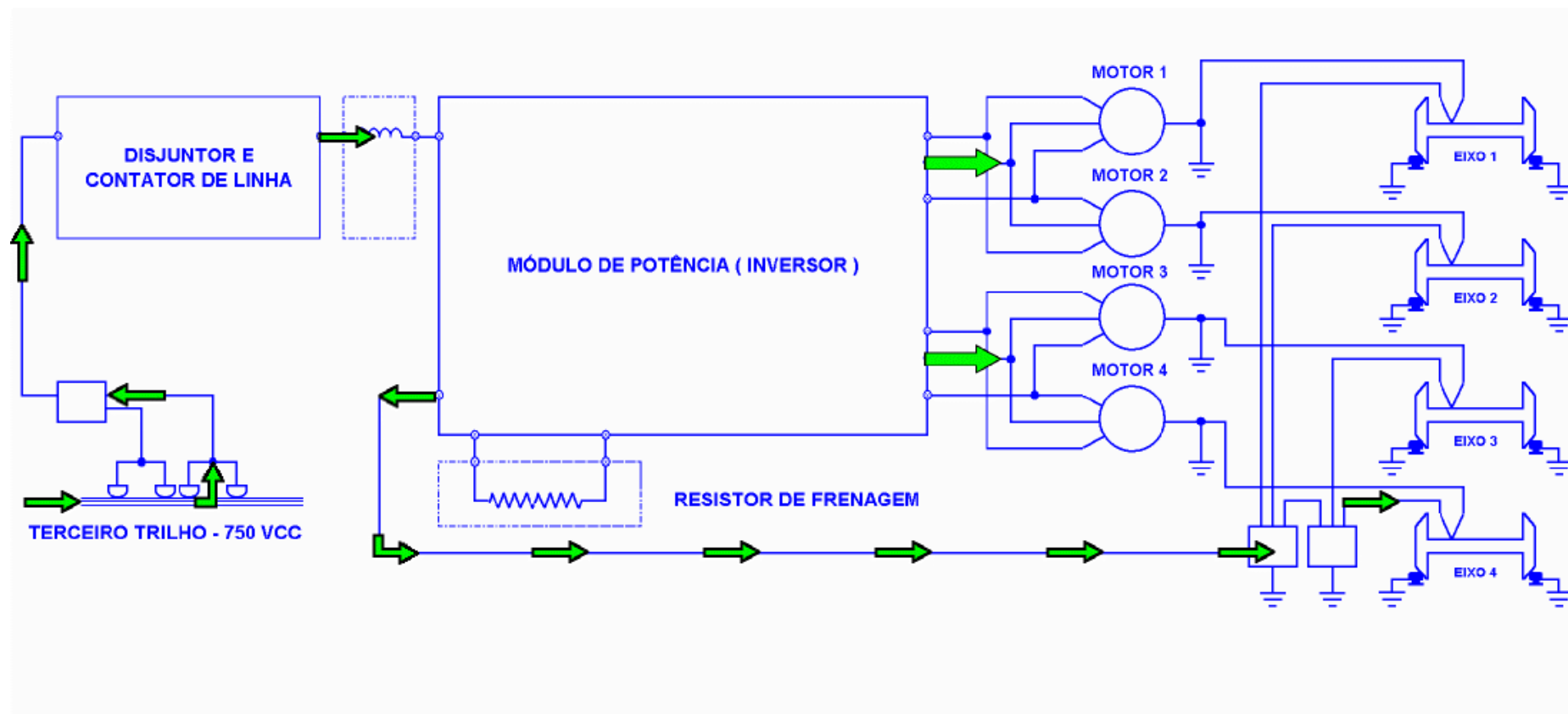
**ALSTOM**

# Sistema de Propulsão - Metrô



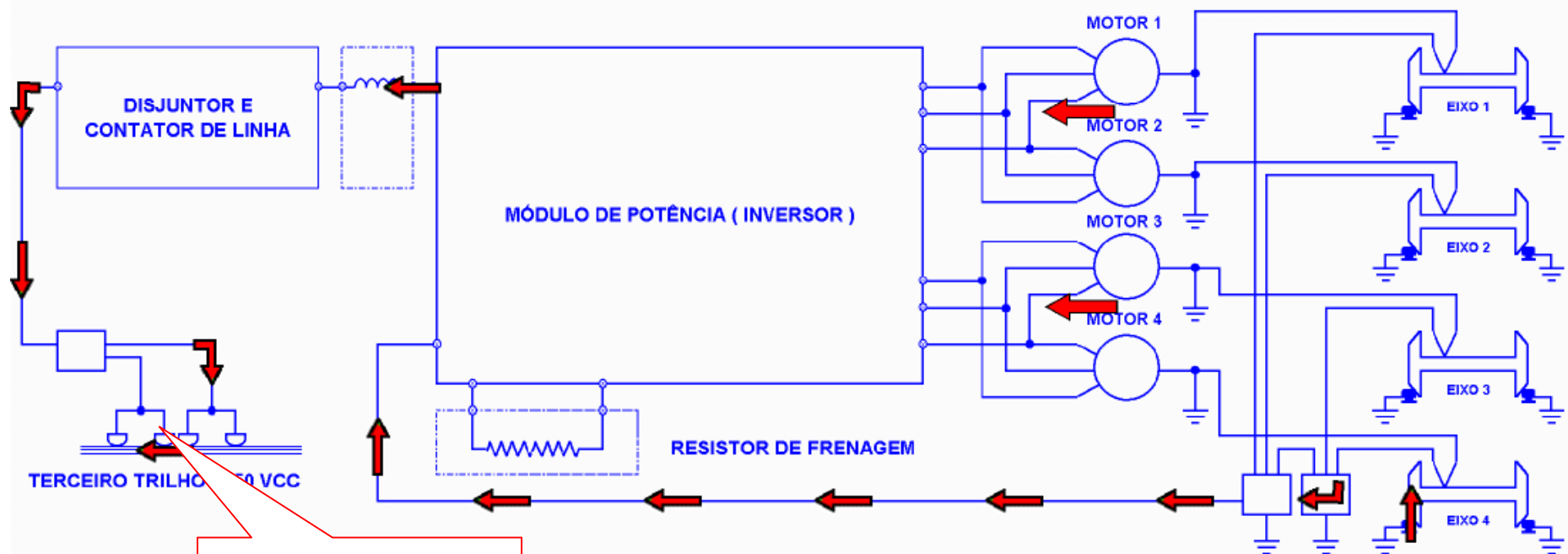
# Sistema de Propulsão - Metrô

## Fluxo de Corrente em Tração



# Sistema de Propulsão - Metrô

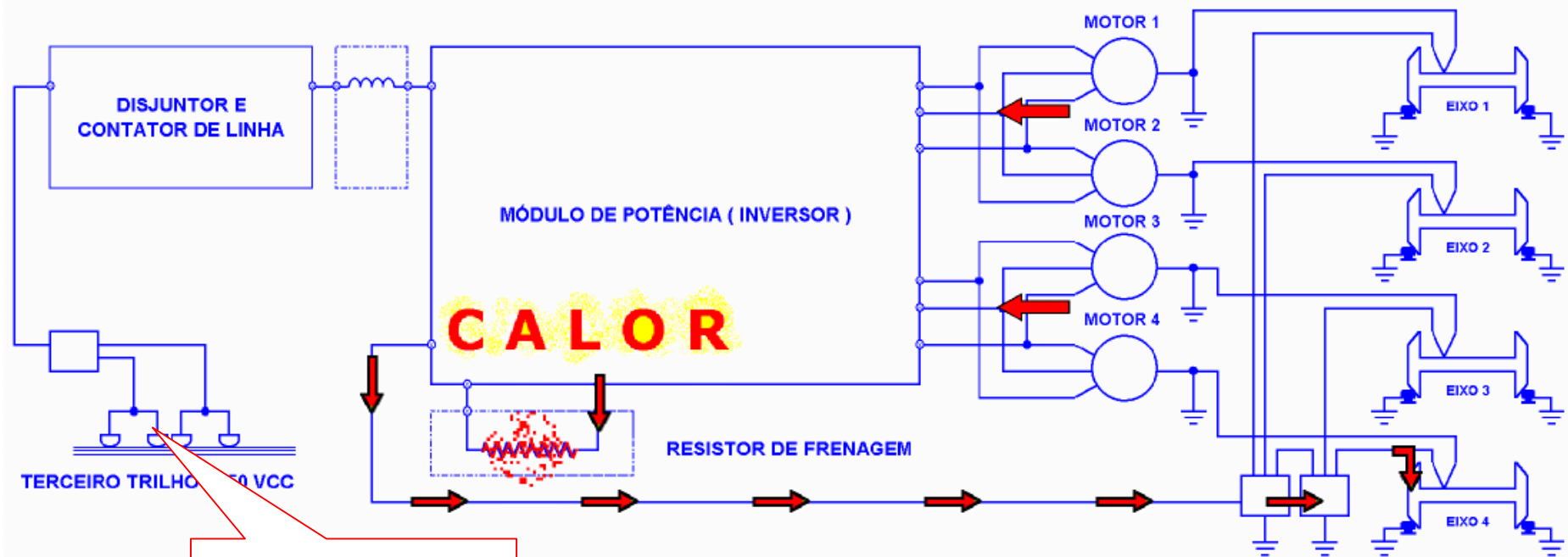
## Freio Regenerativo – motores como geradores



**ENERGIA  
RECUPERADA**

# Sistema de Propulsão - Metrô

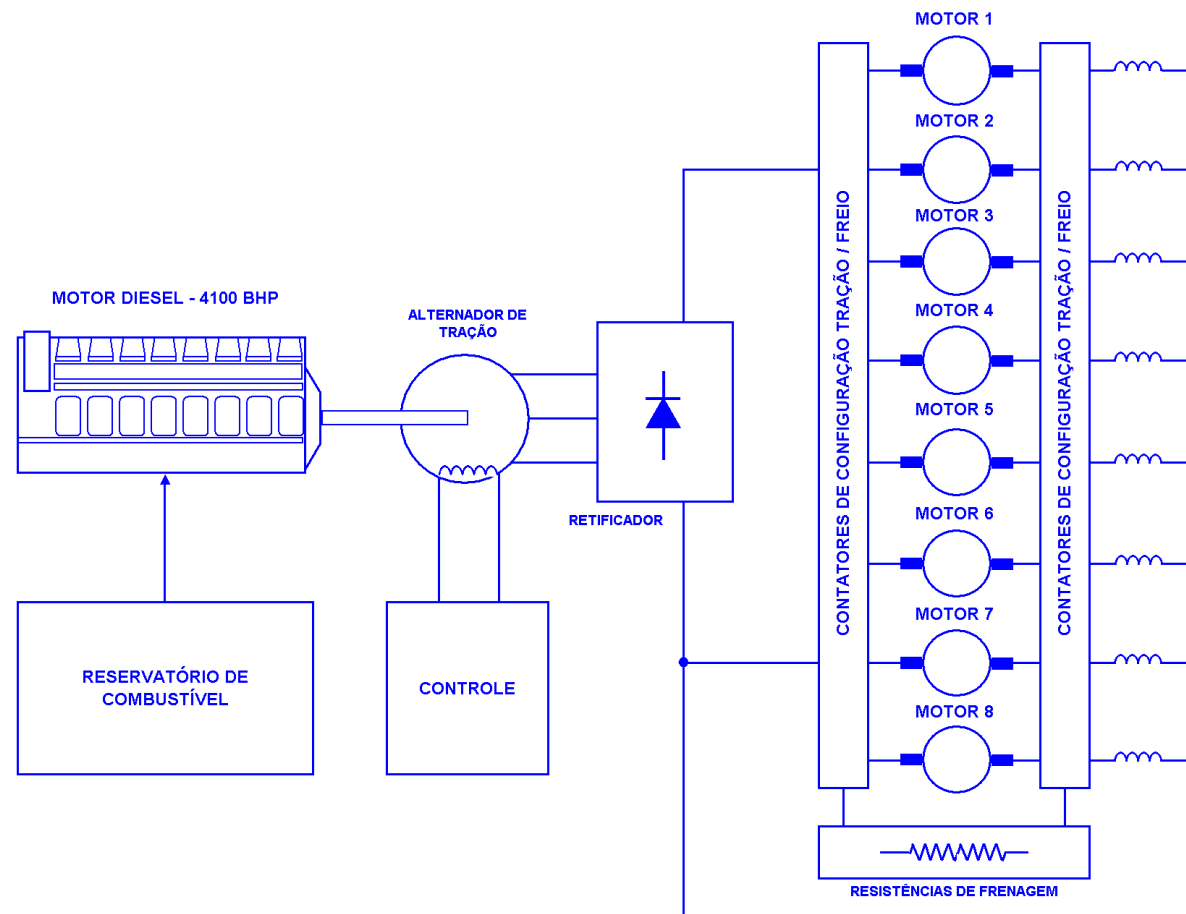
## Freio Reostático – motores como geradores



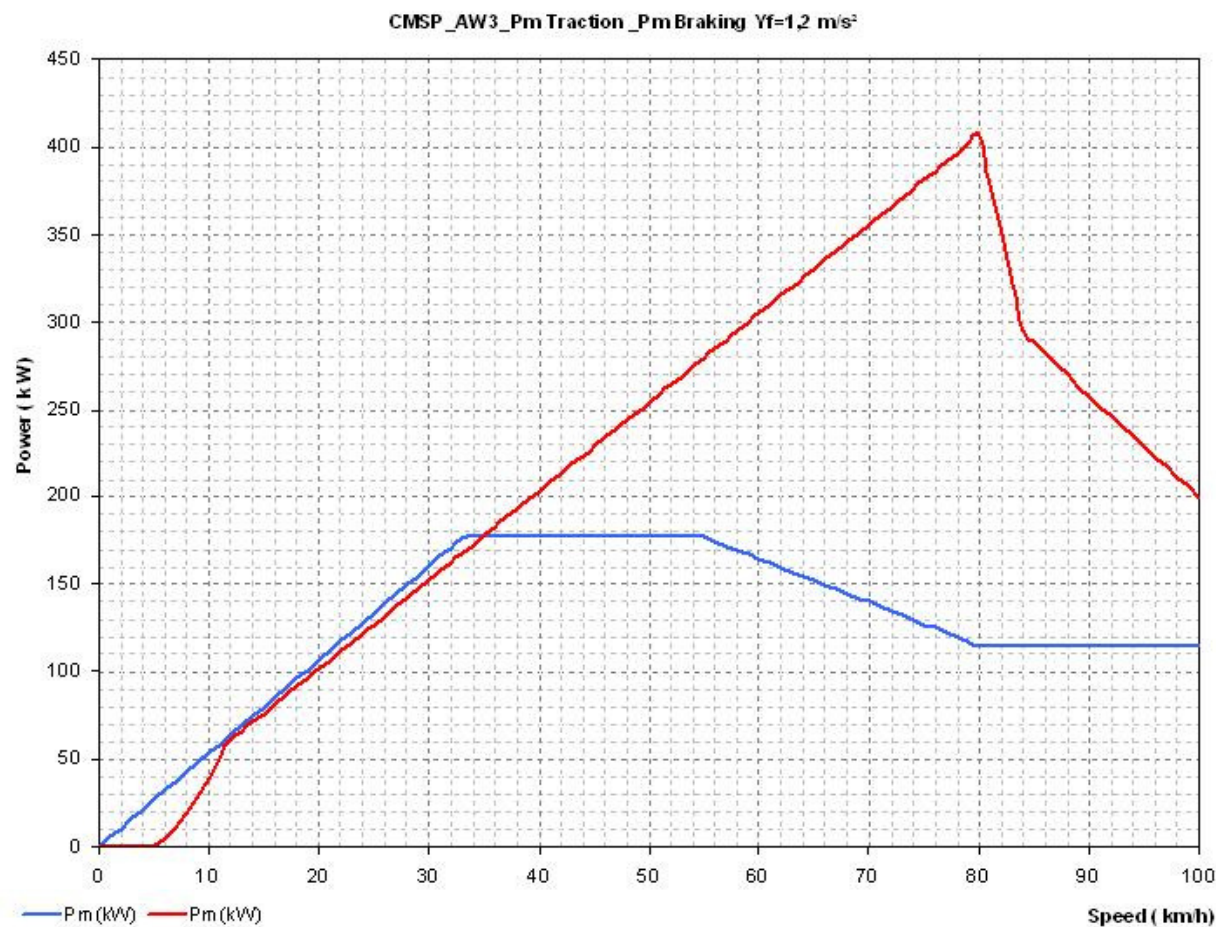
Linha não  
receptiva

# Sistema de Propulsão – Diesel-Elétrica

- Locomotiva BB40-9WM (simplificado)



# Potência em Tração e Frenagem - Metrô

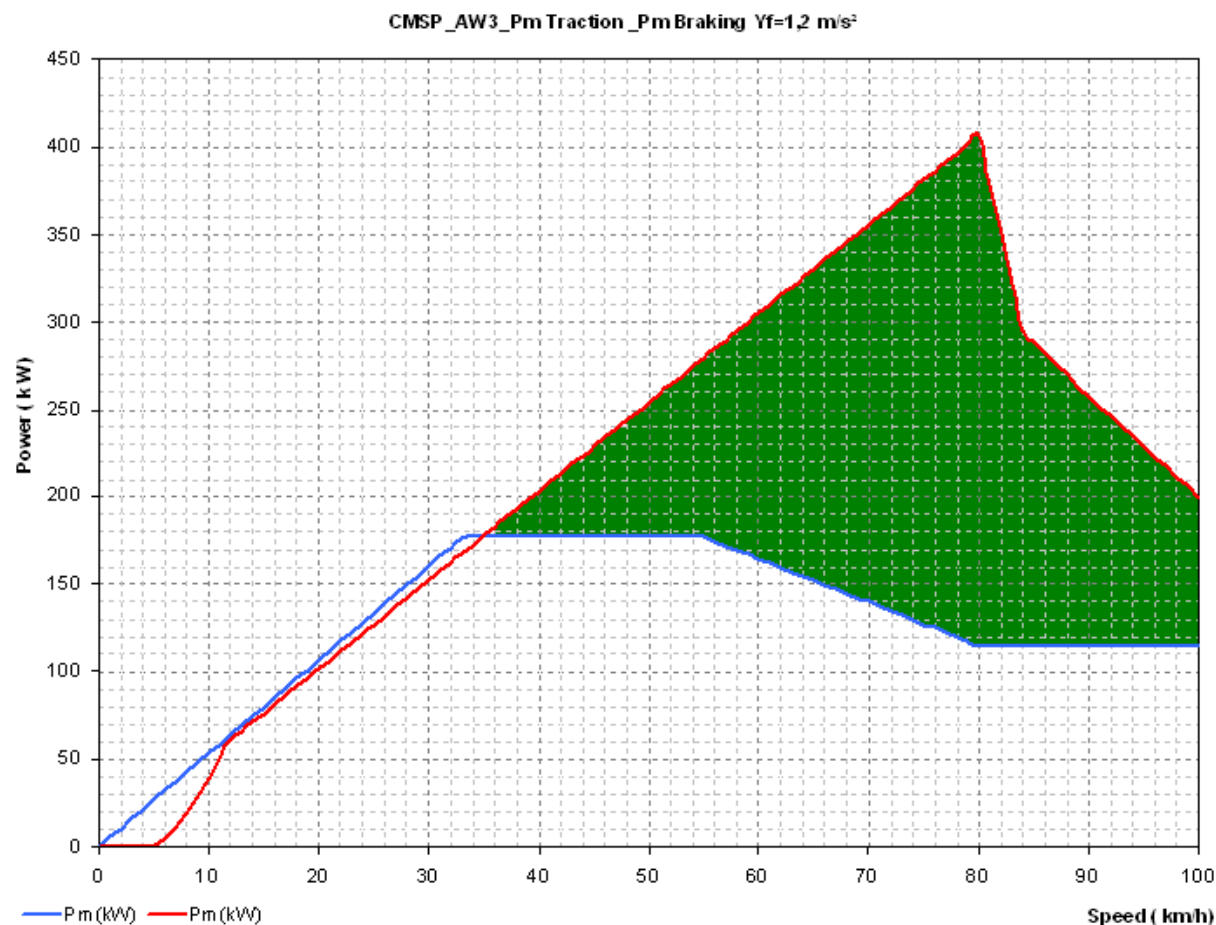


A potência do motor em tração e freio são muito diferentes:

400 KW em freio a 80 Km/h

120 KW em tração

# Potência em Tração e Frenagem - Metrô



Uma questão:

Seria possível absorver a energia produzida em frenagem quando é dissipada no resistor de frenagem?



# Aquisição de Dados – Requisitos do Sistema

---

## Objetivo: conhecer o perfil operacional

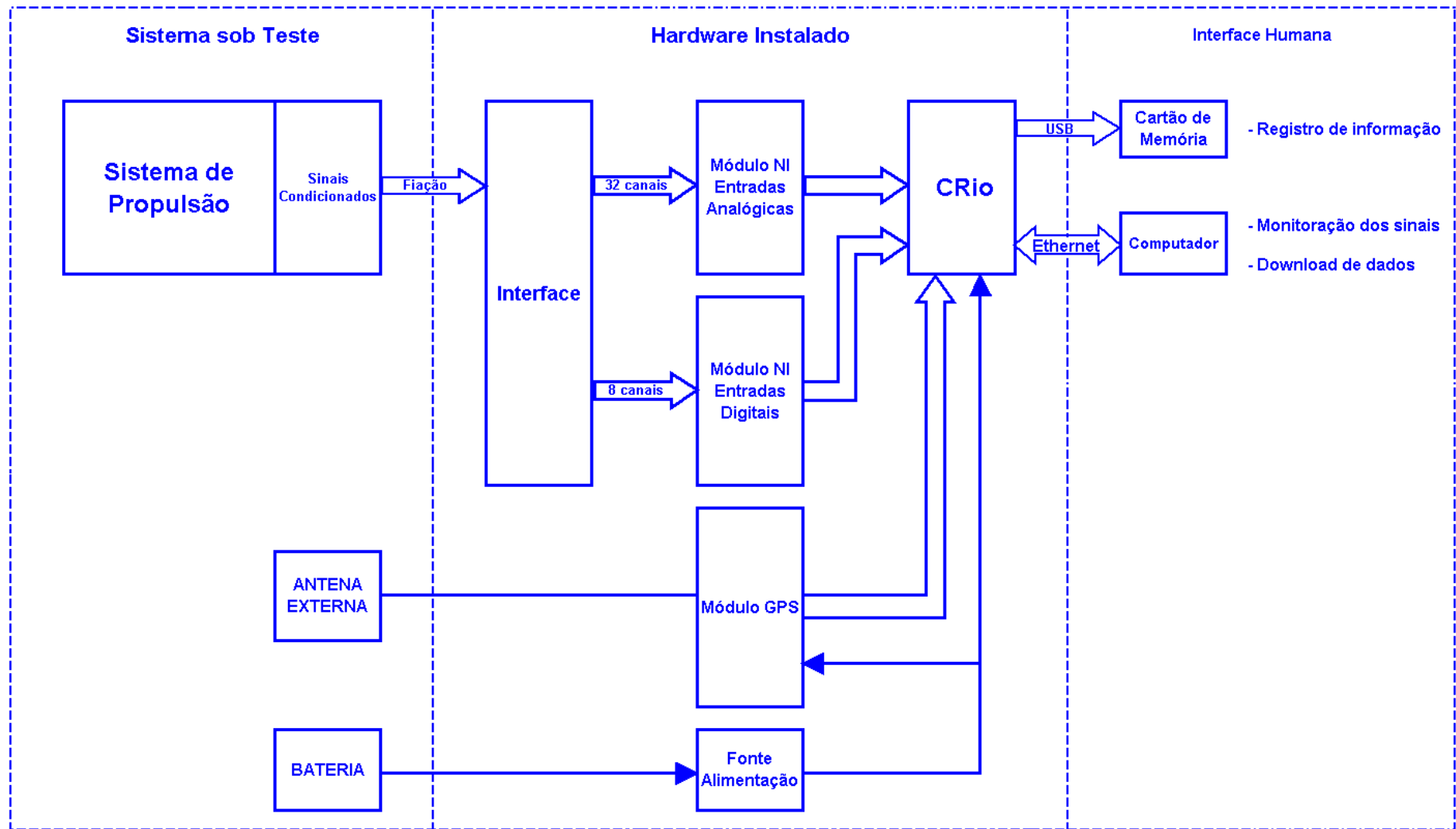
- Sistema de Aquisição de Dados Flexível
- Volume Reduzido
- Funcionamento Autônomo
- Autonomia
- Confiabilidade
- Robustez

# A Escolha National Instruments

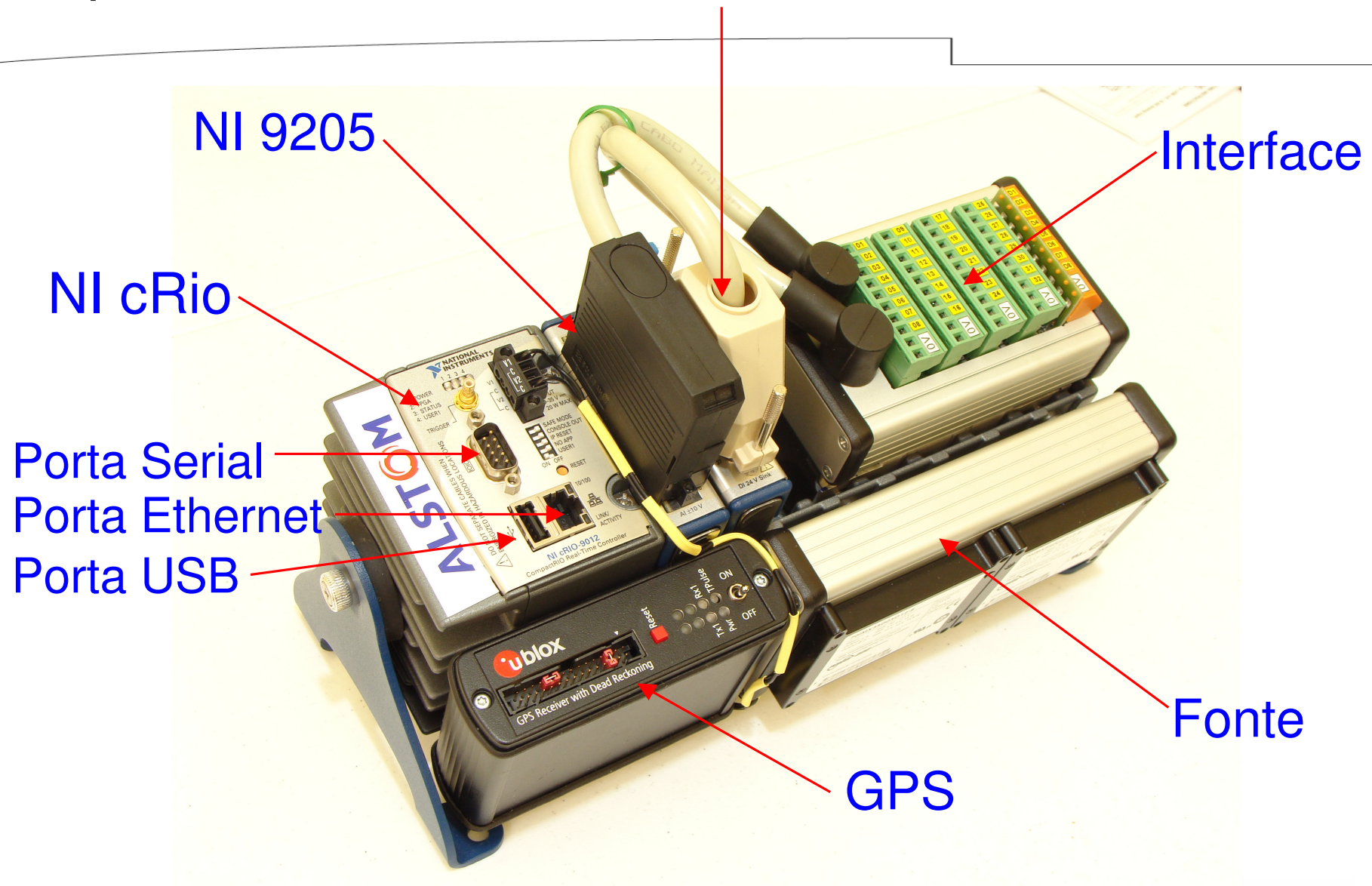
- Manipulação de Grande Volume de Informação
- Aquisição de Dados em Tempo Real
- Software Facilmente Programável
- Portabilidade de Equipamento



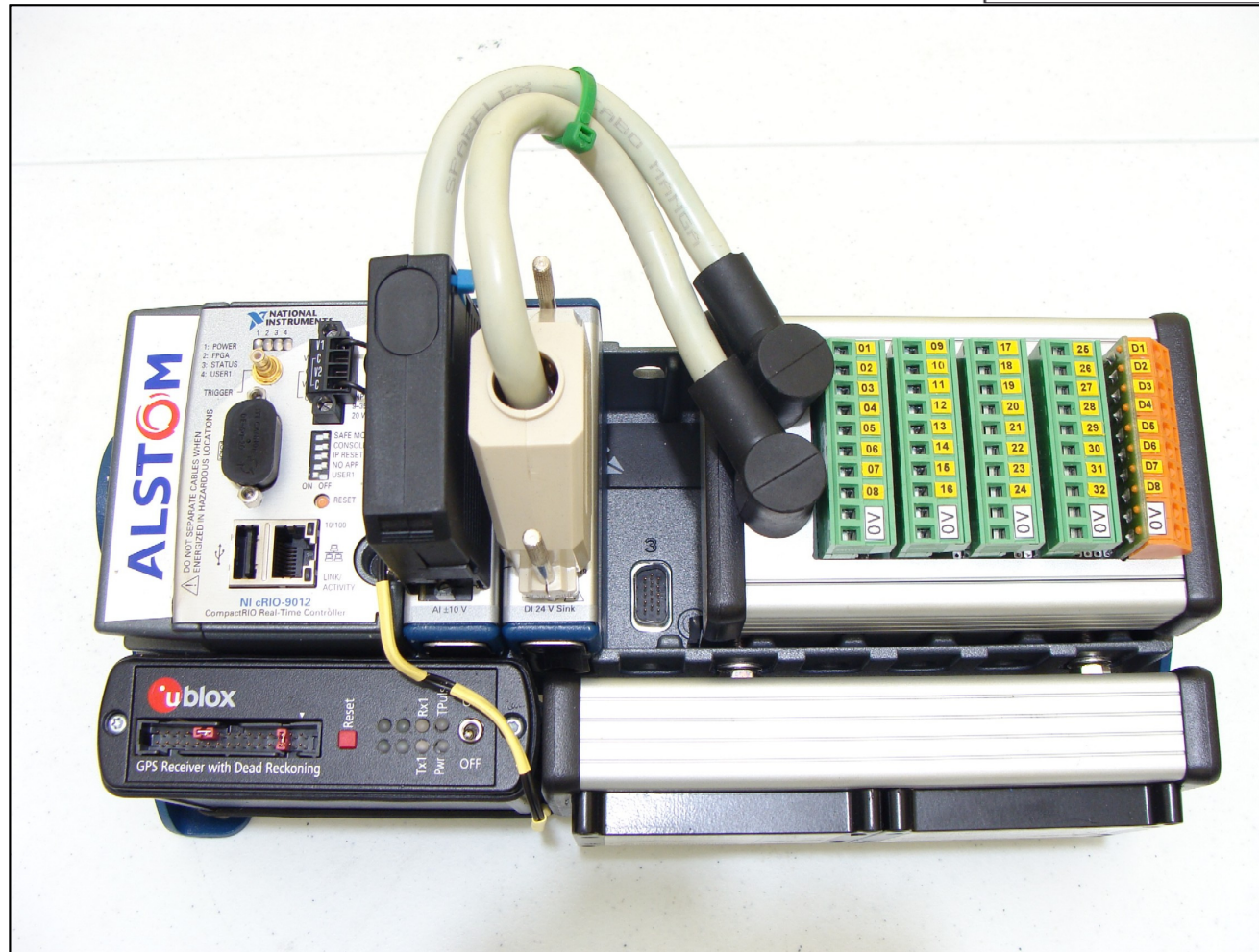
# Aquisição de Dados - Diagrama



# Aquisição de Dados - NI 9477



# Aquisição de Dados - Hardware



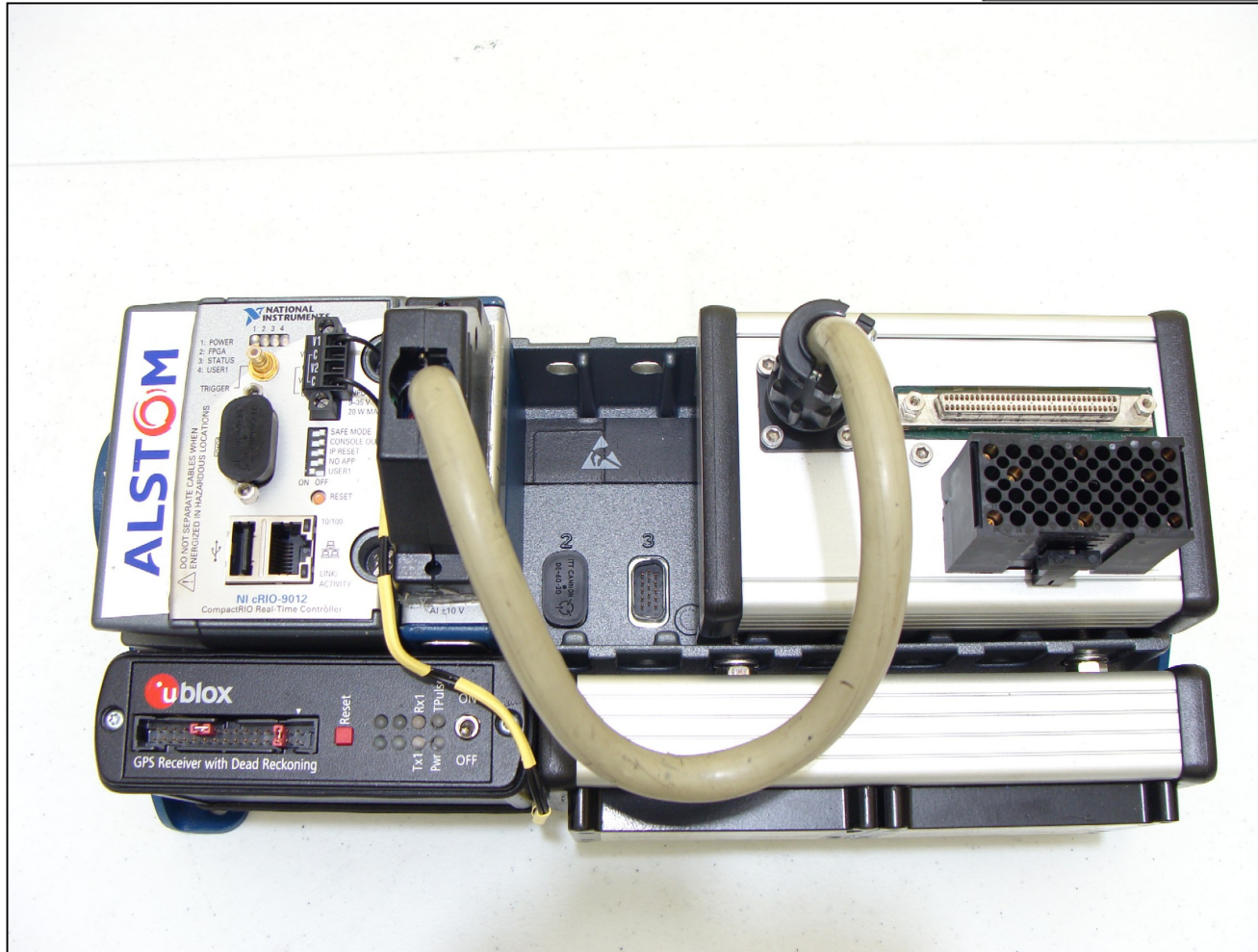
Interface entradas analógicas e digitais

TRANSPORT

**ALSTOM**



# Aquisição de Dados - Hardware



Interface para sistema de tração Alstom

TRANSPORT

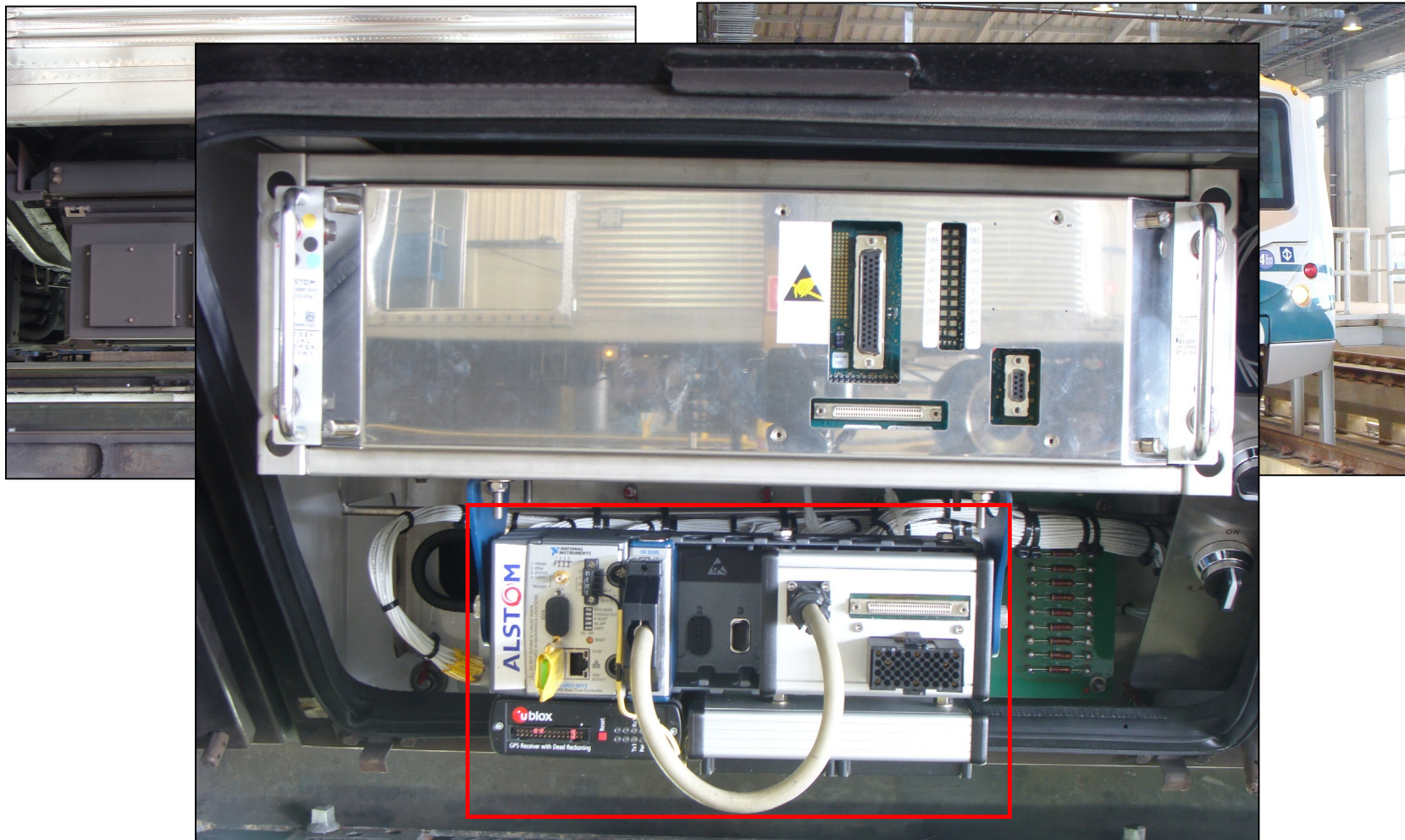
**ALSTOM**

# Aquisição de Dados – Instalação Metrô SP



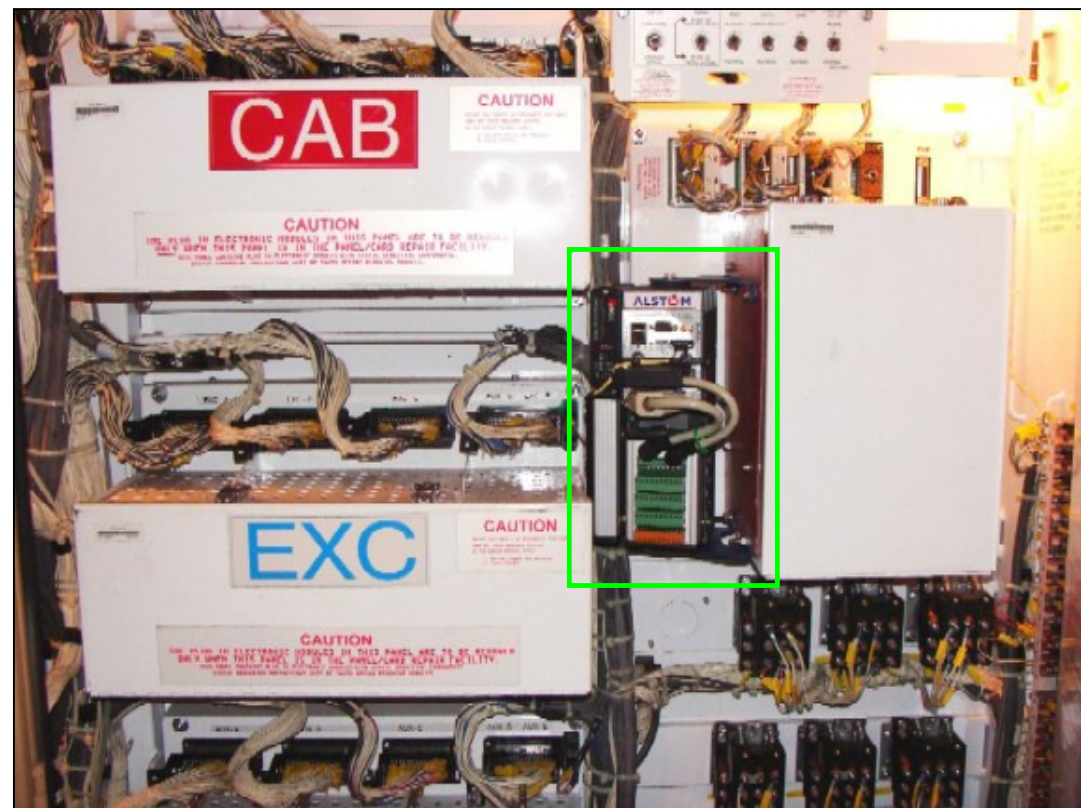


# Aquisição de Dados – Instalação Metrô SP

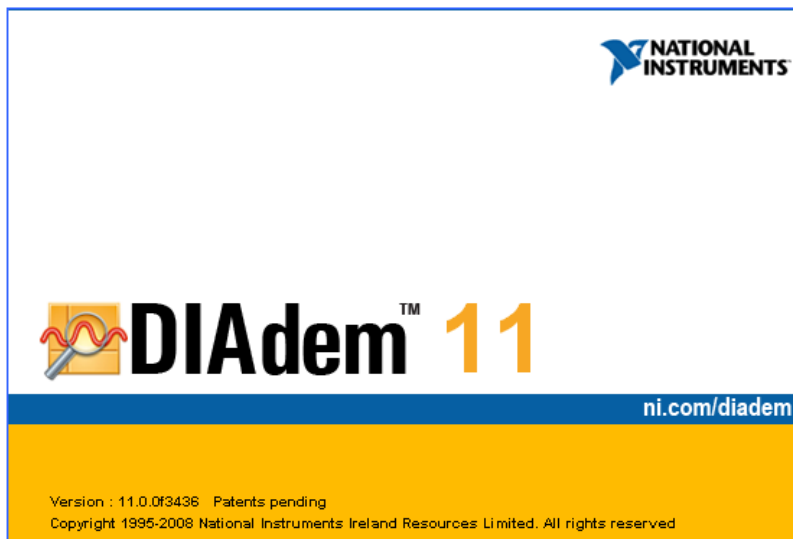




# Aquisição de Dados – Instalação Vale S.A.



# Aquisição de Dados - Análise



# Resultados – Metrô de São Paulo

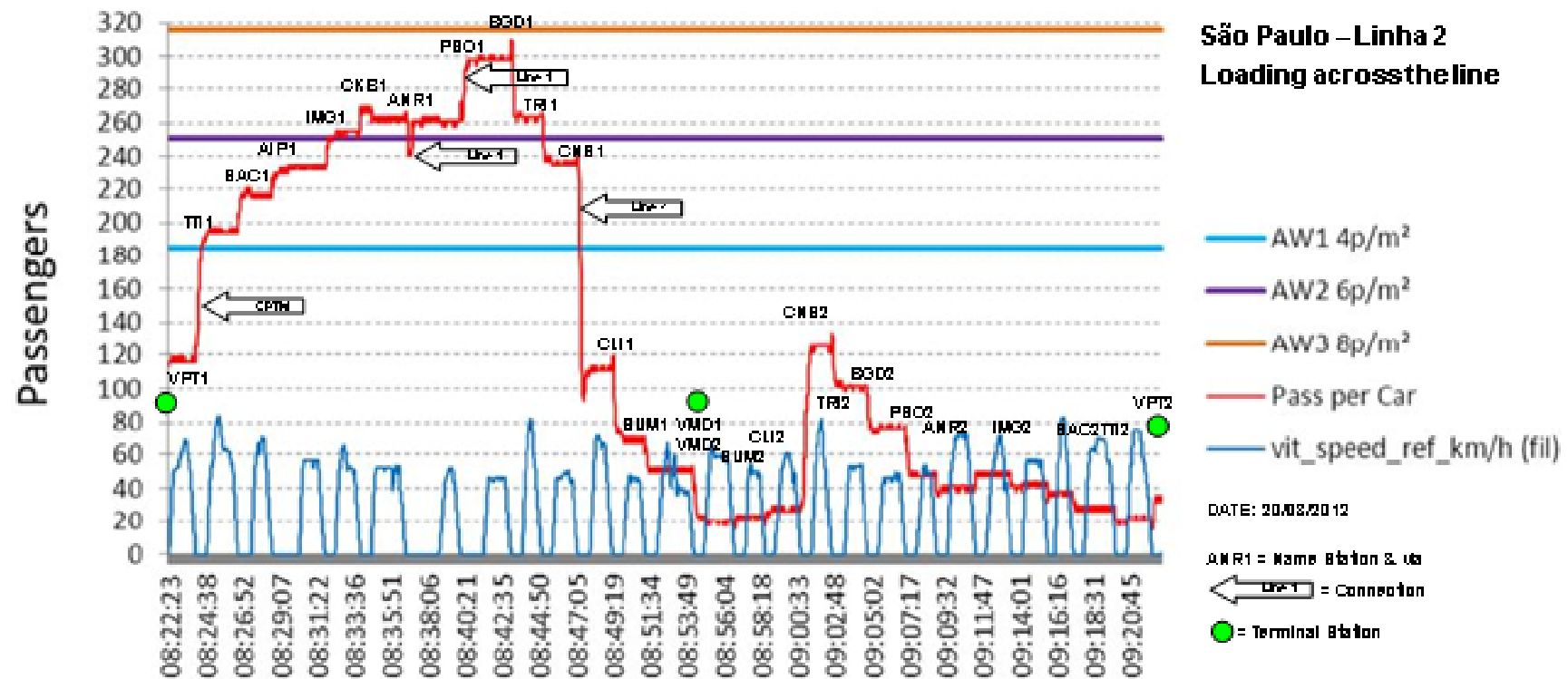
---

## Metrô de São Paulo – Linhas 2 e 3

- Taxa de recuperação de 50%, nas linhas 2 e 3.
- Consumo médio de energia constante, ao longo do dia:
  - 200 KW/h para a linha 2
  - 400 KW/h para a linha 3

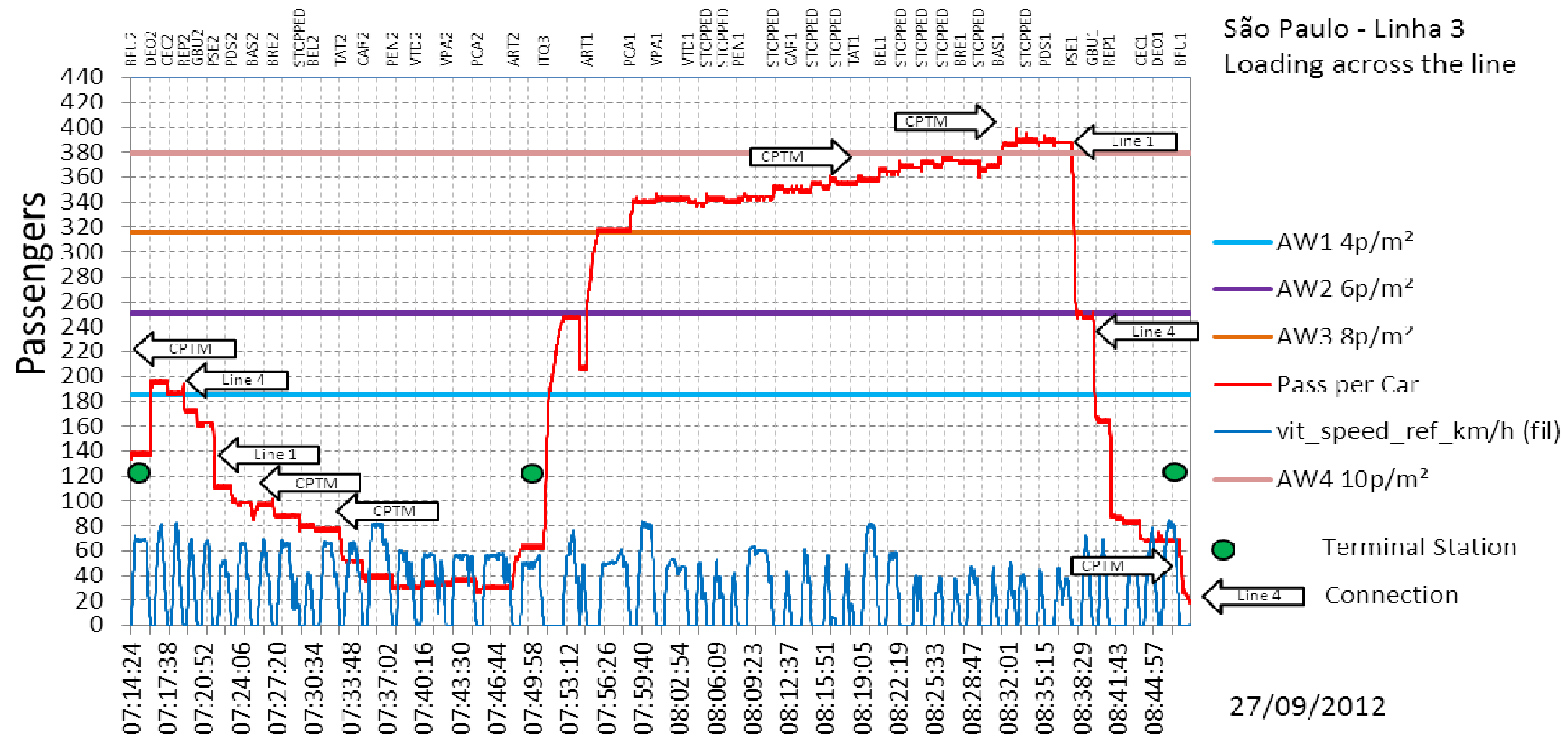
# Resultados – Metrô de São Paulo

## Carregamento de passageiros em horário de pico – Linha 2



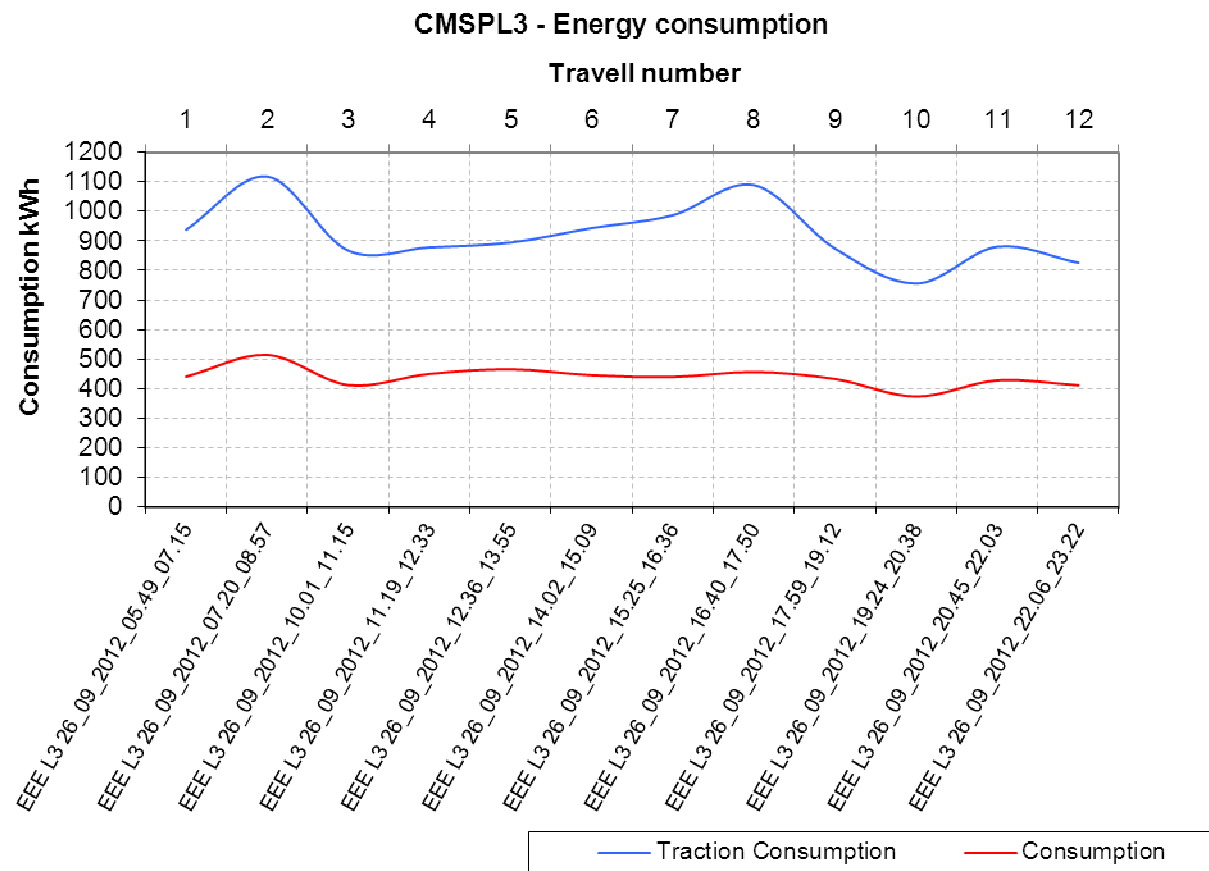
# Resultados – Metrô de São Paulo

## Carregamento de passageiros em horário de pico – Linha 3



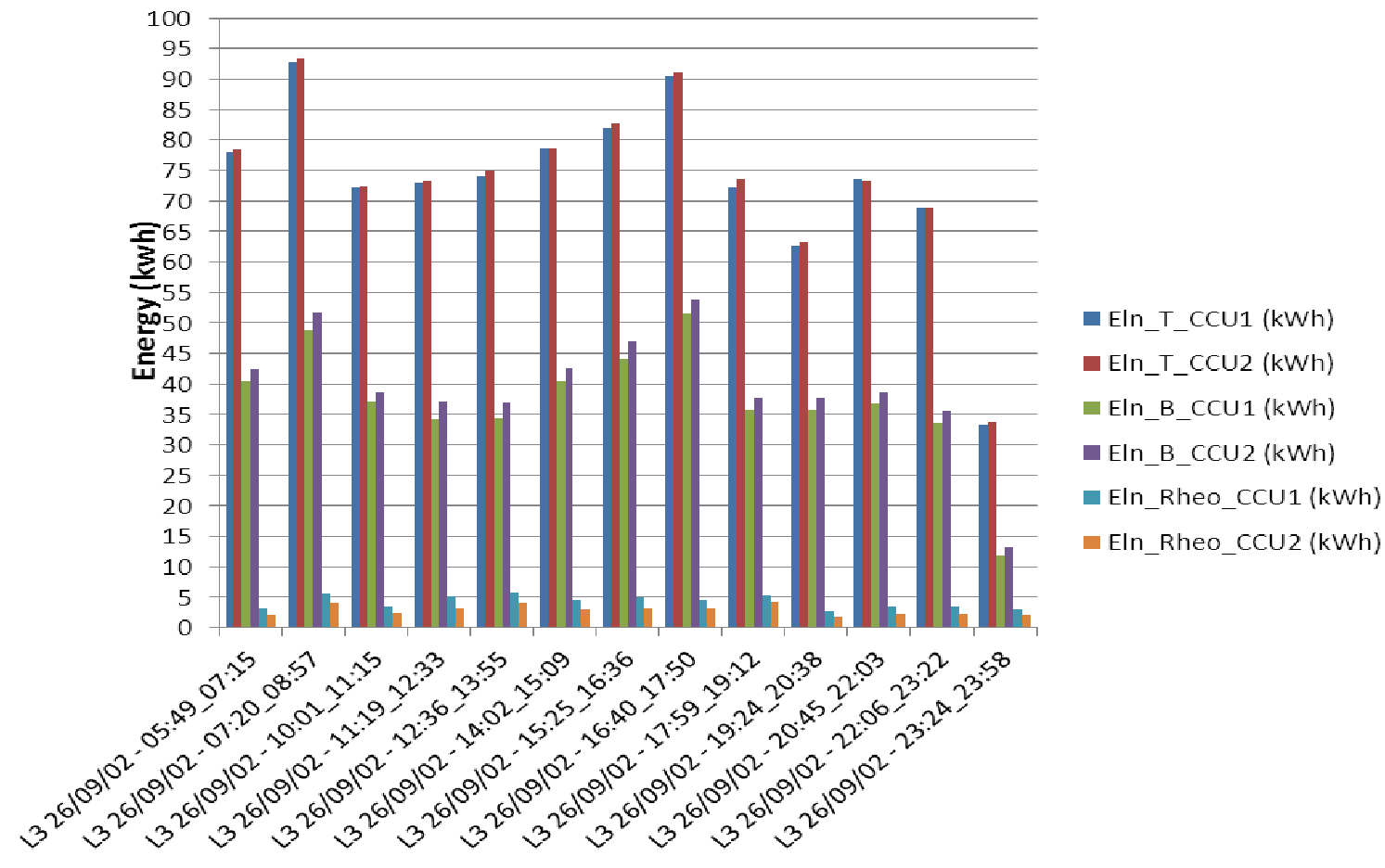
# Resultados – Metrô de São Paulo

## Consumo de energia



# Resultados – Metrô de São Paulo

## Energia em Tração, Frenagem Regenerativa e Frenagem reostática





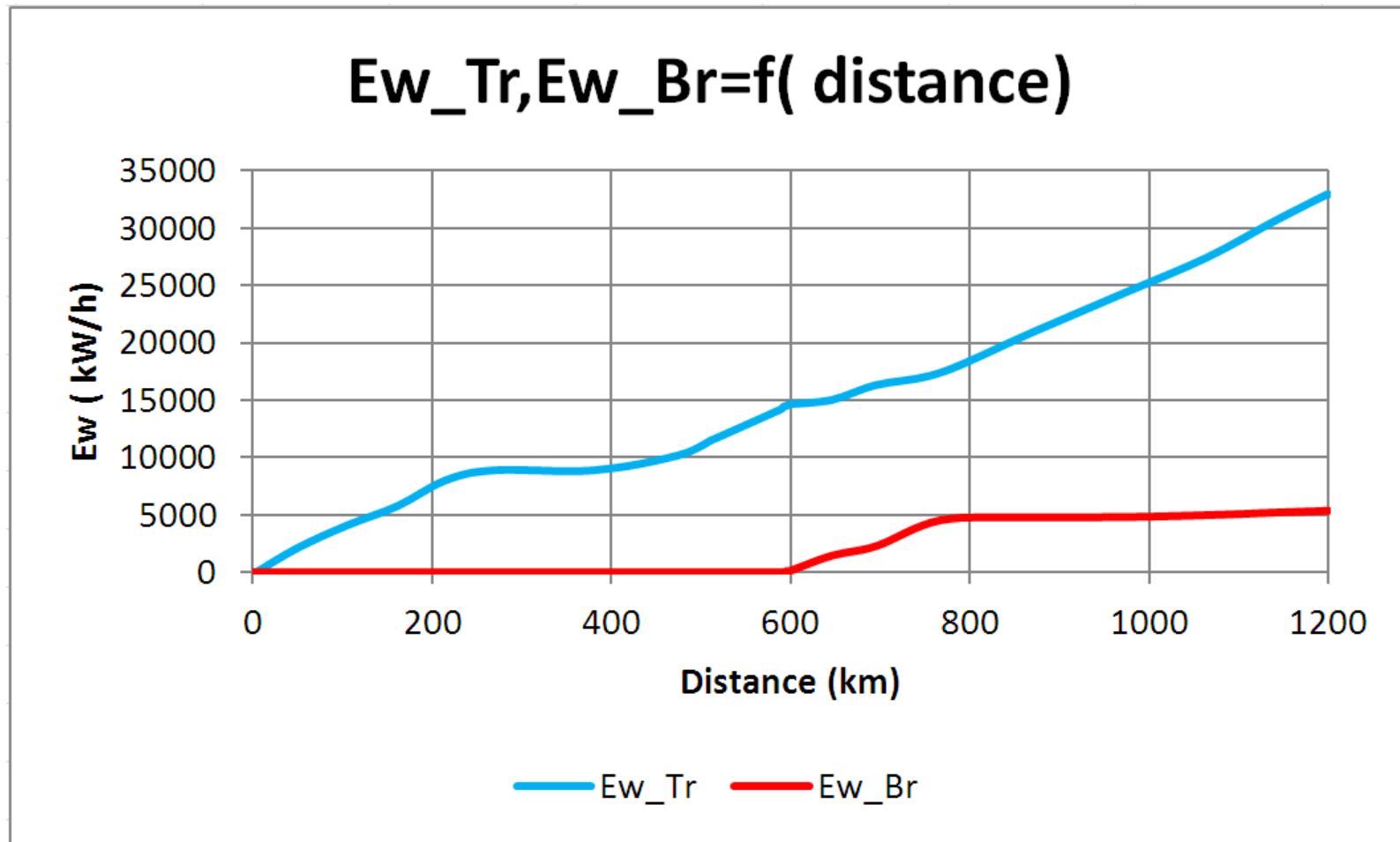
# Resultados – Vale S.A.

## Análise do Registro de Três Percursos

- Taxa de recuperação média de 16 %.
- Energia média por percurso de 1200 Km:
  - Em Tração: 31729 KW/h
  - Em Freio Dinâmico: 5979 KW/h

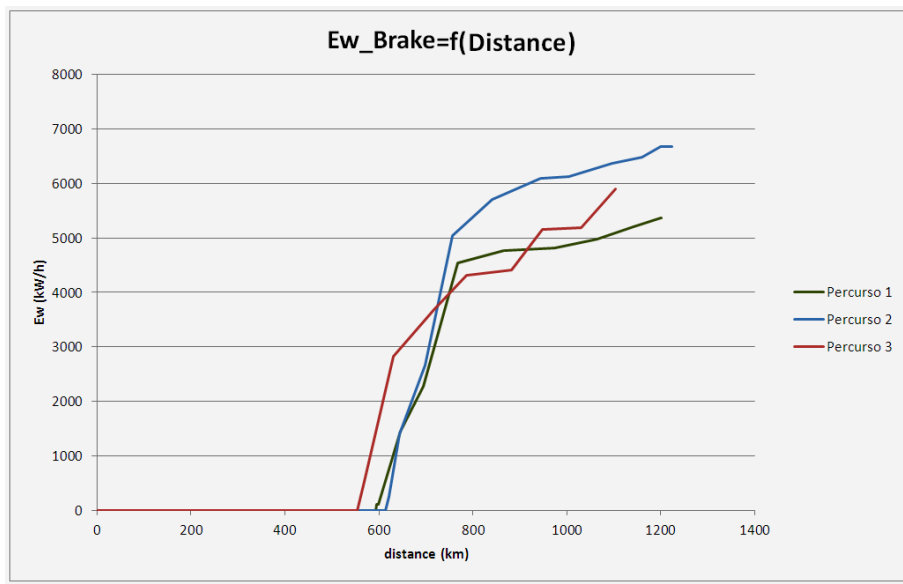
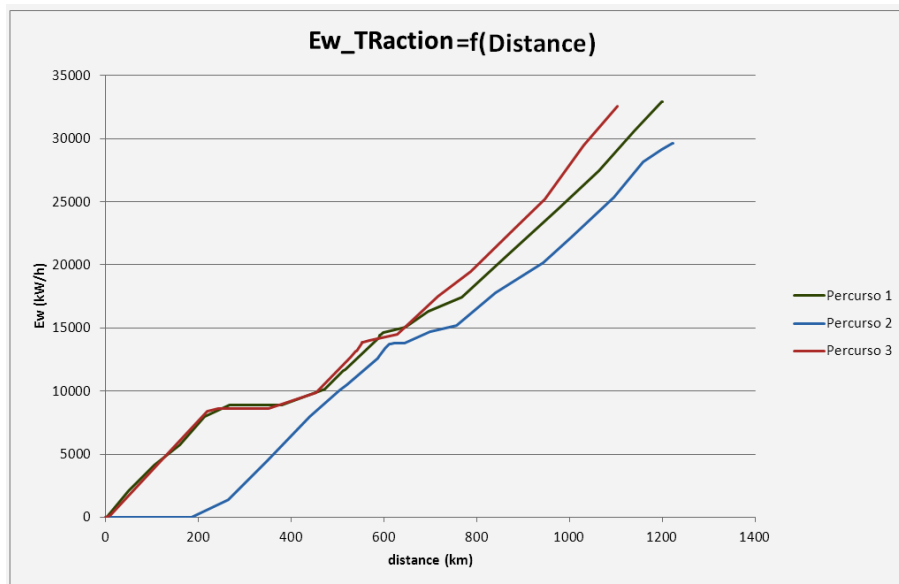
# Resultados – Vale S.A.

## Energia em Tração e em Freio



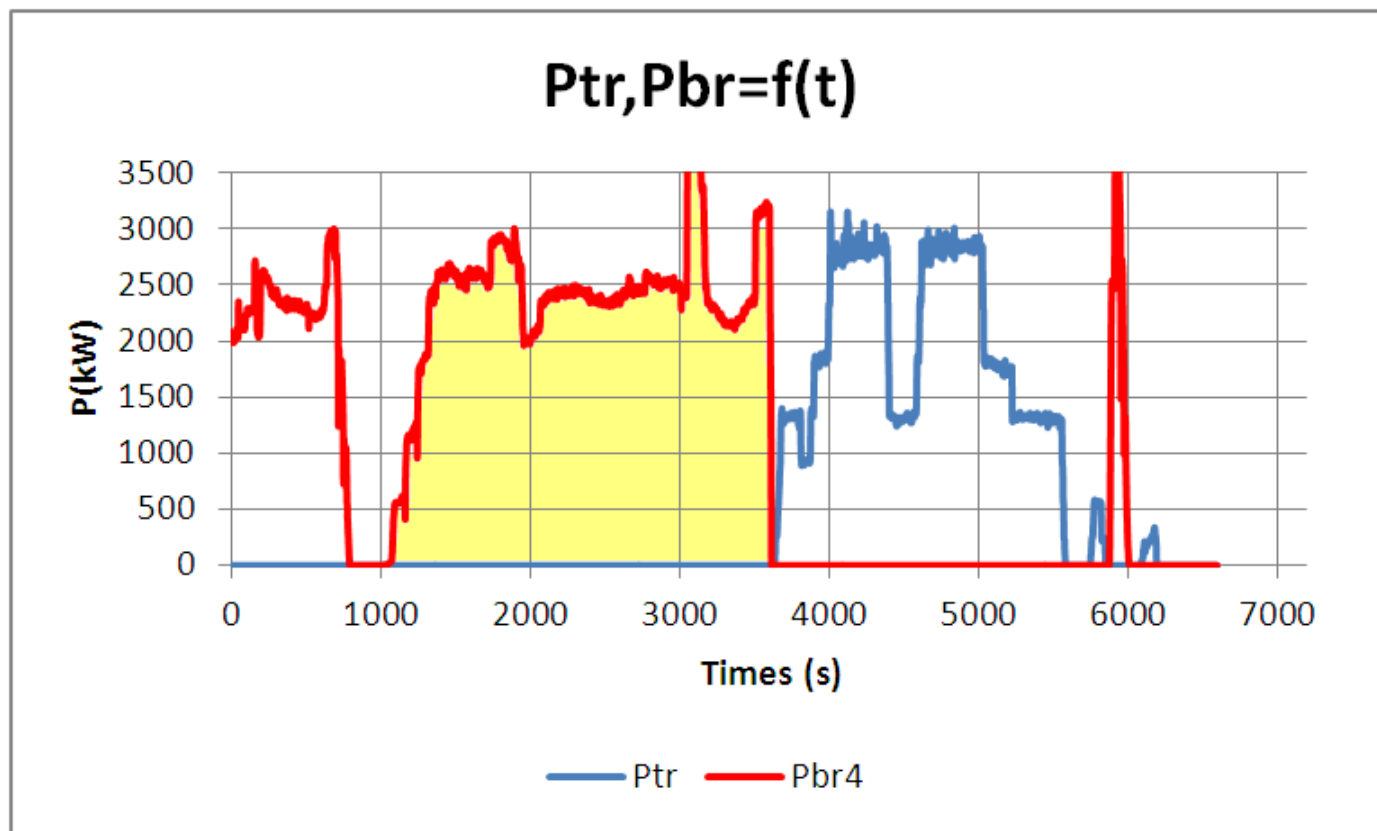
# Resultados – Vale S.A.

## Energia em Tração e em Freio

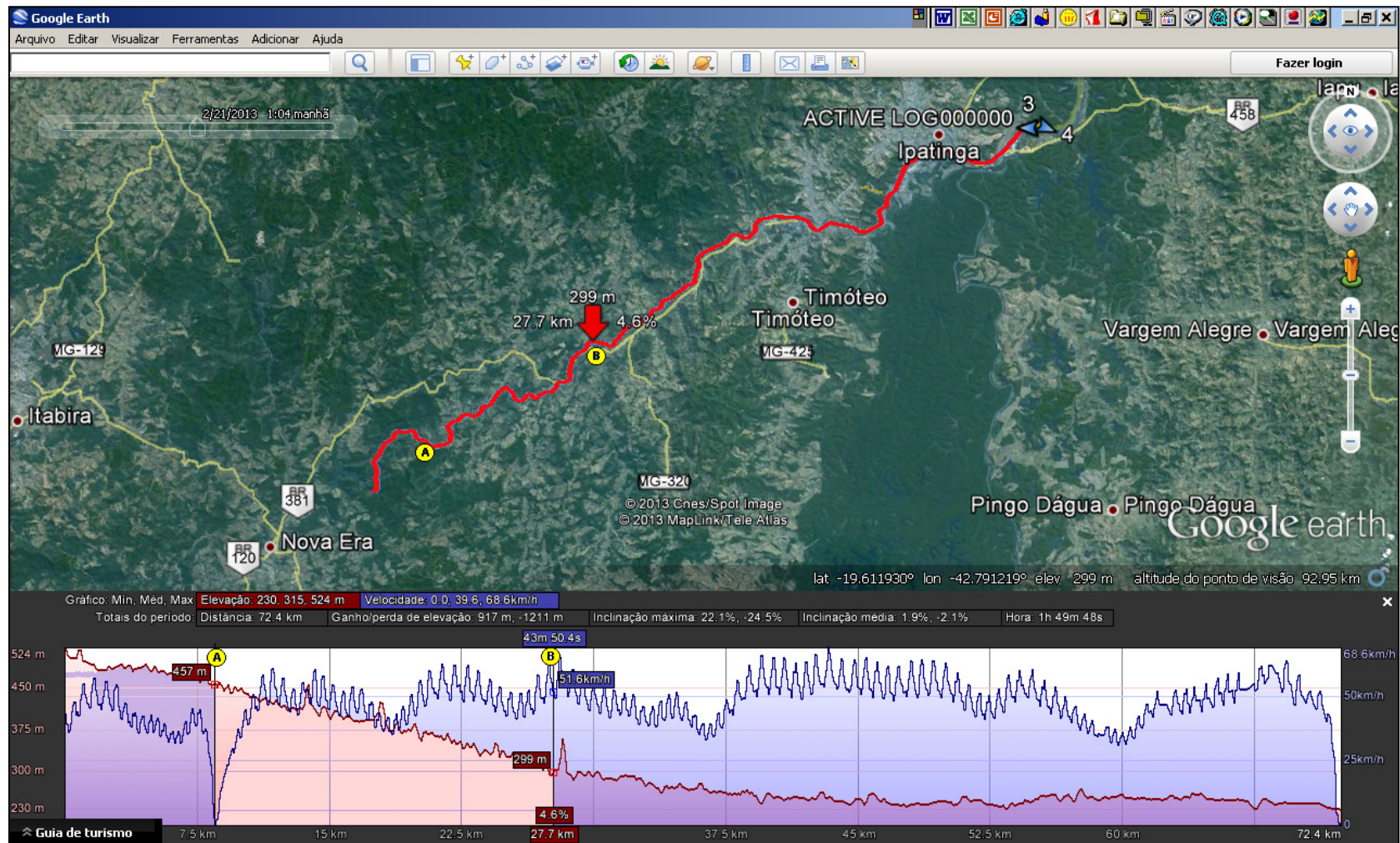


# Resultados – Vale S.A.

## Exemplo – Frenagem de Longa Duração



# Resultados – Vale S.A.



TRANSPORT

ALSTOM





TRANSPORT

**ALSTOM**



[www.alstom.com](http://www.alstom.com)

TRANSPORT

**ALSTOM**