

Eficiência energética e economia de energia através de soluções eficientes de eletrificação metro-ferroviária

AEAMESP, Sao Paulo

2007-08-28

Sistemas de Transporte, Eletrificação

Michael Meinert

e

K. Rechenberg, G. Hein, A. Schmieder

Agenda

1. Visão geral técnica do sistema metro-ferroviário
2. Tecnologias para eficiência energética
3. Comparação das tecnologias utilizando energia da frenagem dos trens
4. Aplicações satisfatórias de tecnologias de eficiência de energia
5. Utilização de tecnologias de eficiência energética
6. Conclusão

1. Visão Técnica Geral

Visão Geral de Eletrificação Ferroviária

Alimentação de Energia em CA

Rede Aérea p/ Linhas Principais

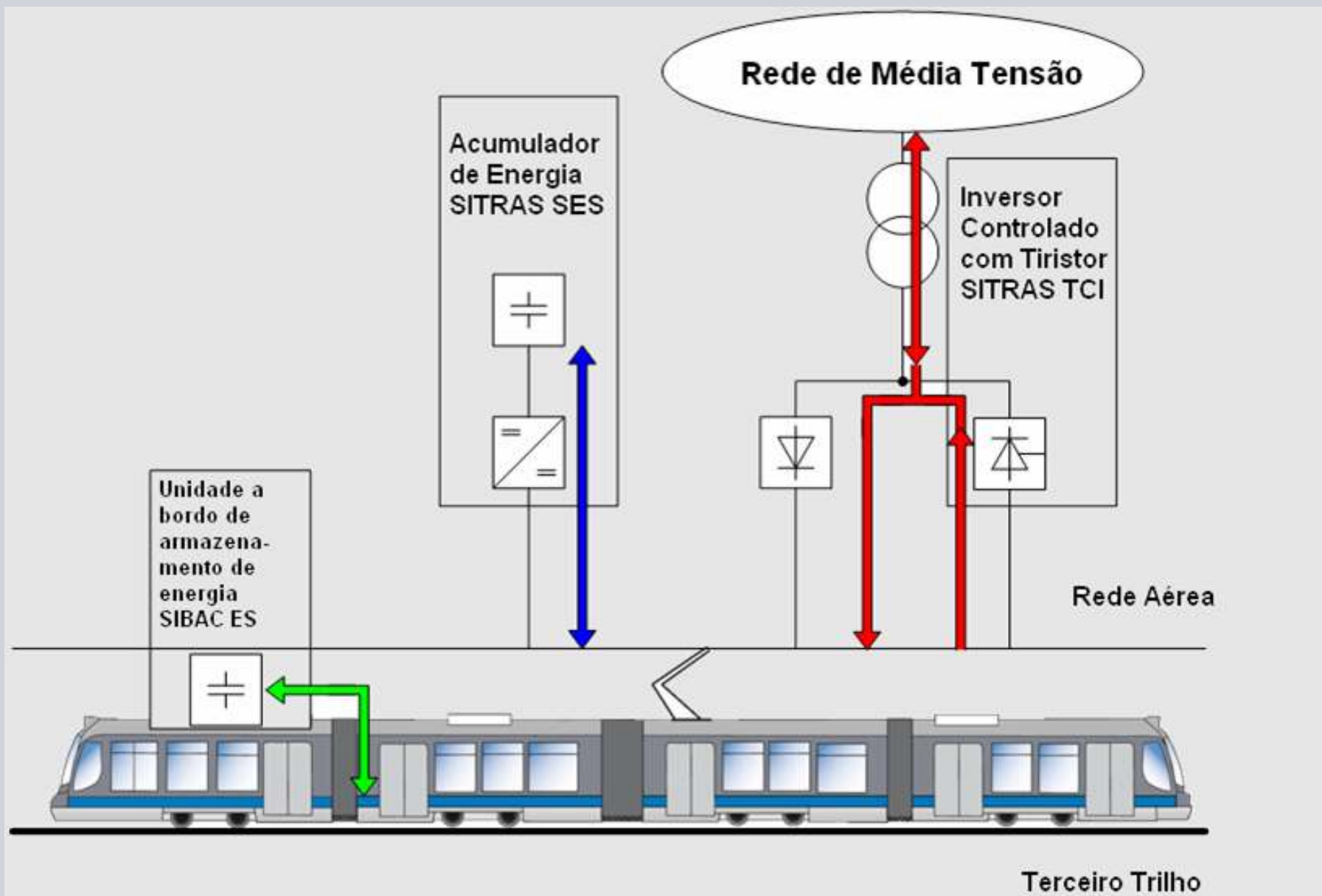
Rede Aérea p/ Linhas de Passageiros

Alimentação de Energia em CC



1. Visão Técnica Geral

Eficiência em Energia é a chave para a inovação dos sistemas metro-ferroviários



2. Tecnologias Eficientes de Energia

Inversor Controlado com Tiristor – SITRAS TCI

Inversor Controlado com Tiristor é caracterizado por:

- Robustez e confiabilidade utilizando tecnologia com tiristor
- Integração simples com unidades existentes
- Diagnóstico & controle remoto com facilidade

Principais vantagens:

- Subestações convencionais podem reutilizar energia de frenagem dos trens através do inversor controlado com tiristor
- Energia de frenagem pode ser transportada por longas distâncias através da rede de média tensão, a qual é normalmente capaz de absorver energia constantemente
- Redução no consumo de energia. Conseqüentemente, redução também nos custos de operação



2. Tecnologias Eficientes de Energia

Unidades de Armazenamento de Energia – SITRAS SES & SIBAC ES

SIEMENS

Capacitores de camada dupla são caracterizados por:

- Excelente eficiência e alta capacidade de transferência de energia
- Ciclo de carga e descarga e vida longa
- Operação segura e baixa manutenção

Principais vantagens:

- Absorção da energia de frenagem a bordo
- Uso da energia de frenagem para aceleração
- Redução no consumo de energia. Conseqüentemente, redução também nos custos de operação



Unidade estática



Unidade móvel

© Siemens AG 2007

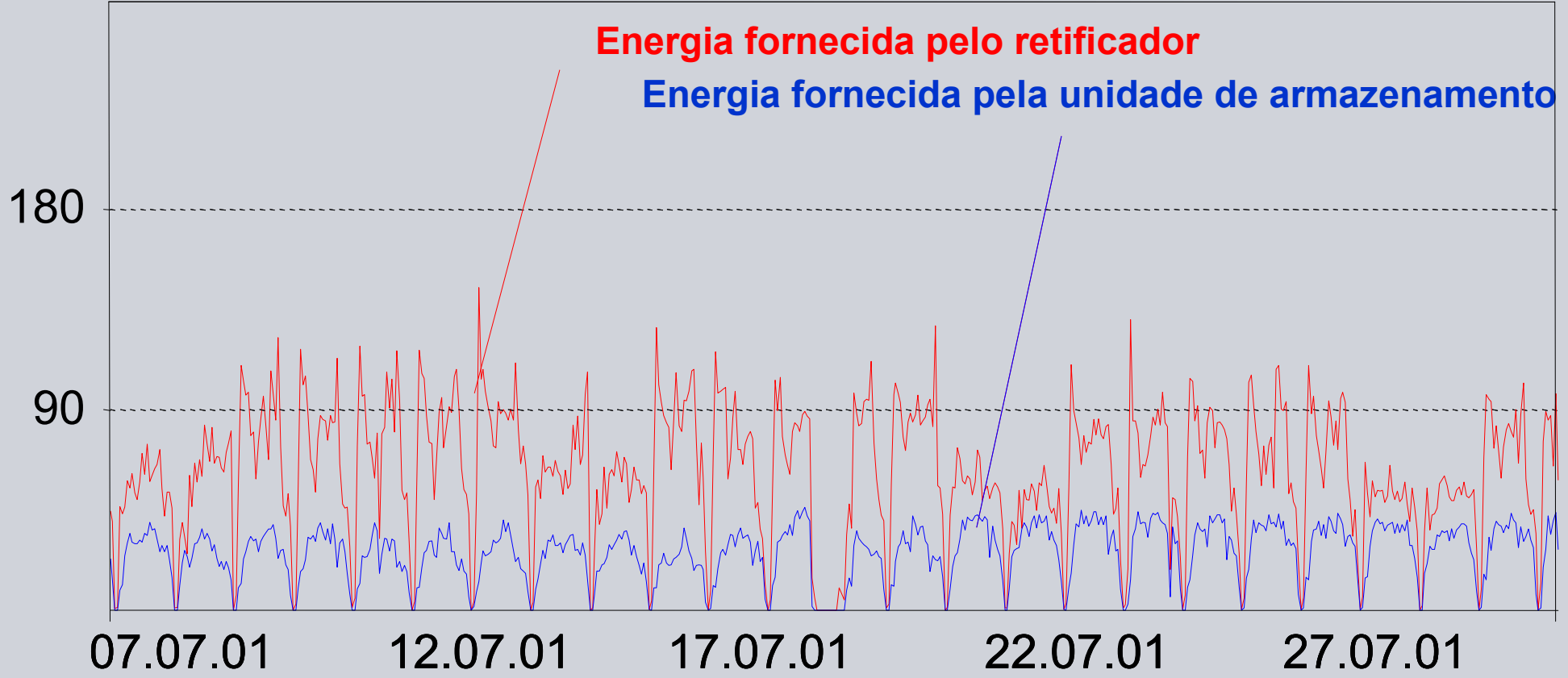
Transportation Systems

2. Tecnologias Eficientes de Energia



Acumulador de Energia – SITRAS SES – absorve energia de frenagem

$$P = W/t / \text{kWh/h}$$



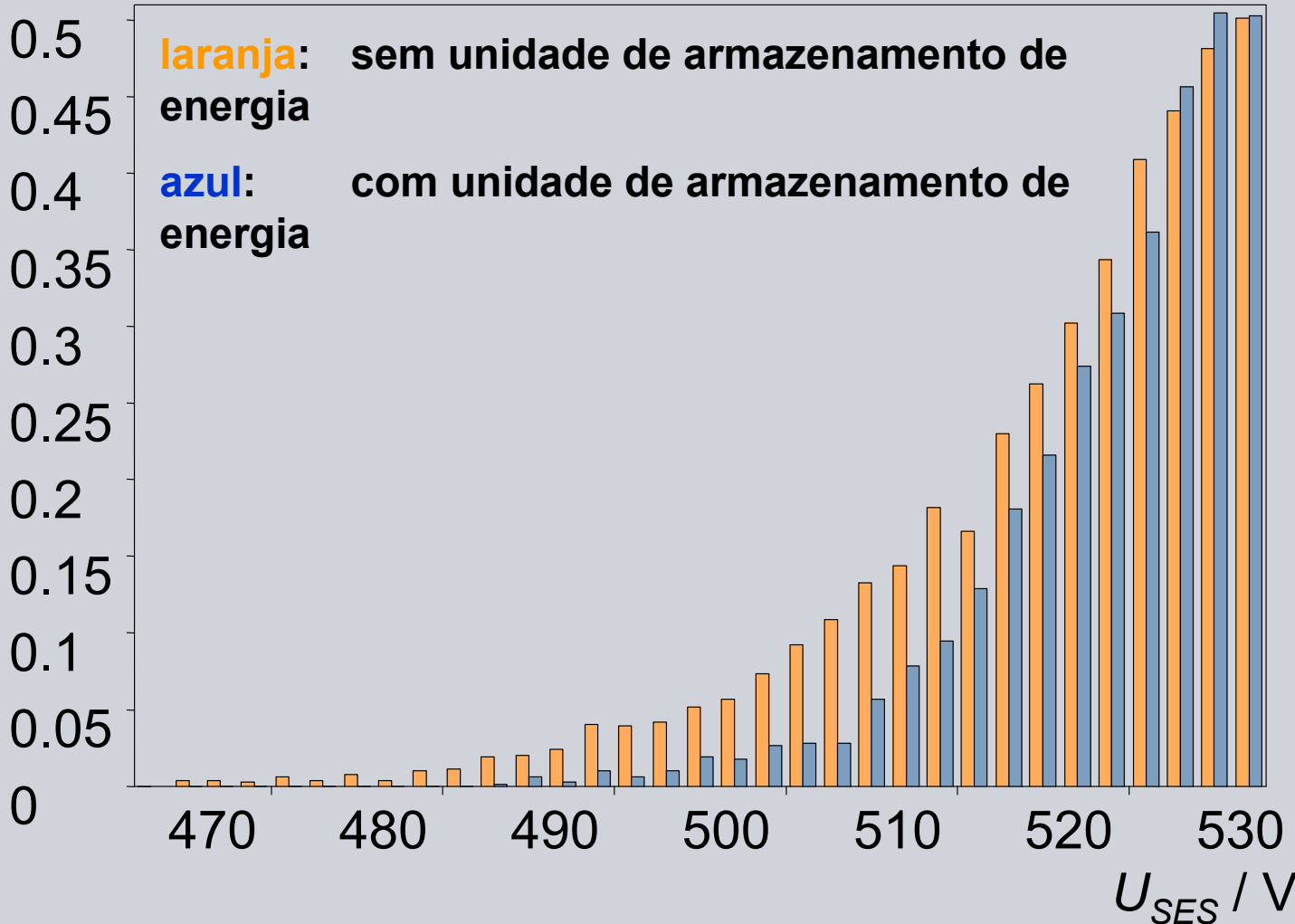
Medições na linha de bonde em Colônia, 2001 (Colônia-Brueck)

2. Tecnologias Eficientes de Energia

Acumulador de Energia – SITRAS SES – melhora a estabilidade de tensão



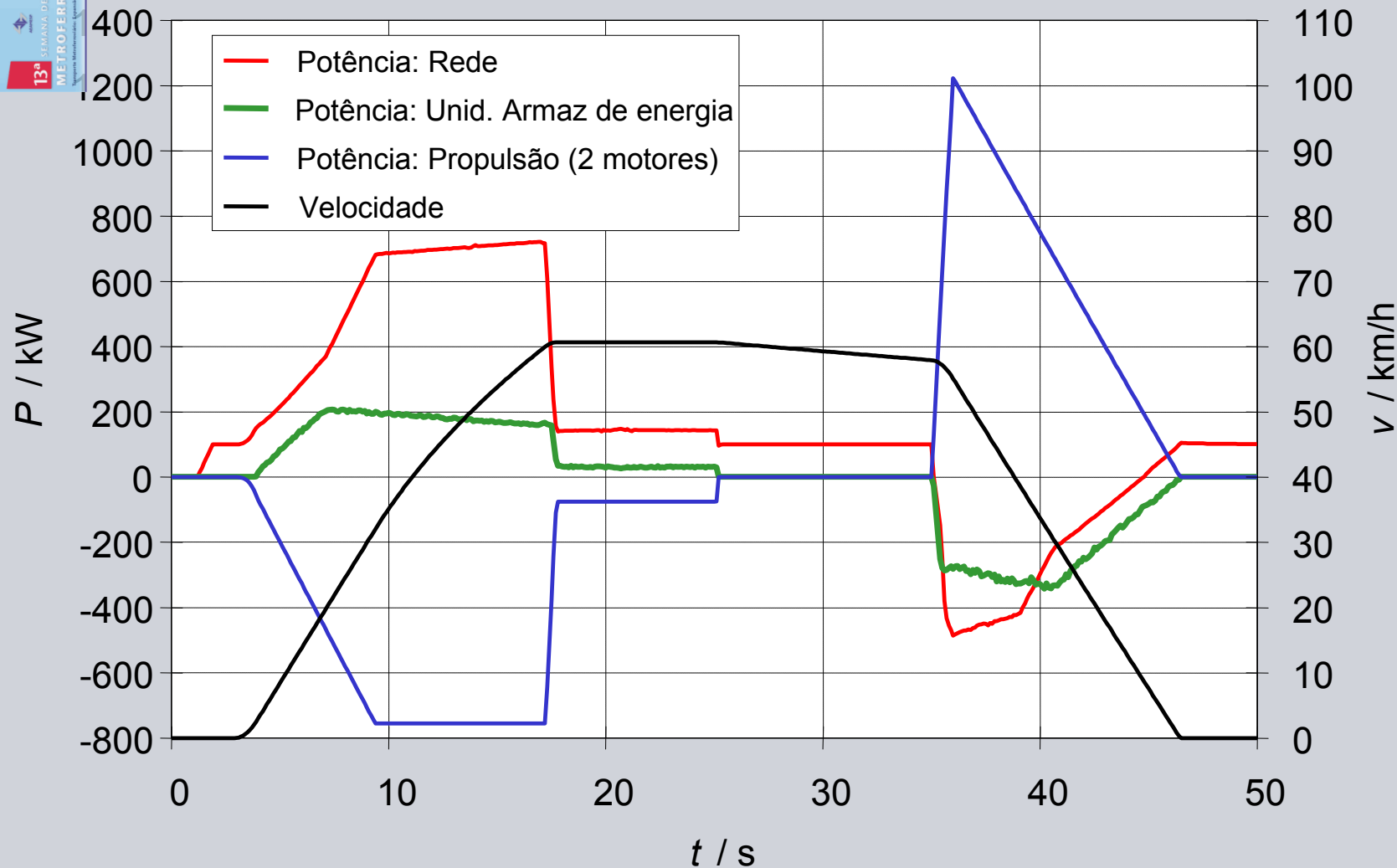
$H_U / \%$



Distribuição de frequência H_U da tensão da linha do Metro de Madrid (Ventas), 2002

2. Tecnologias Eficientes de Energia

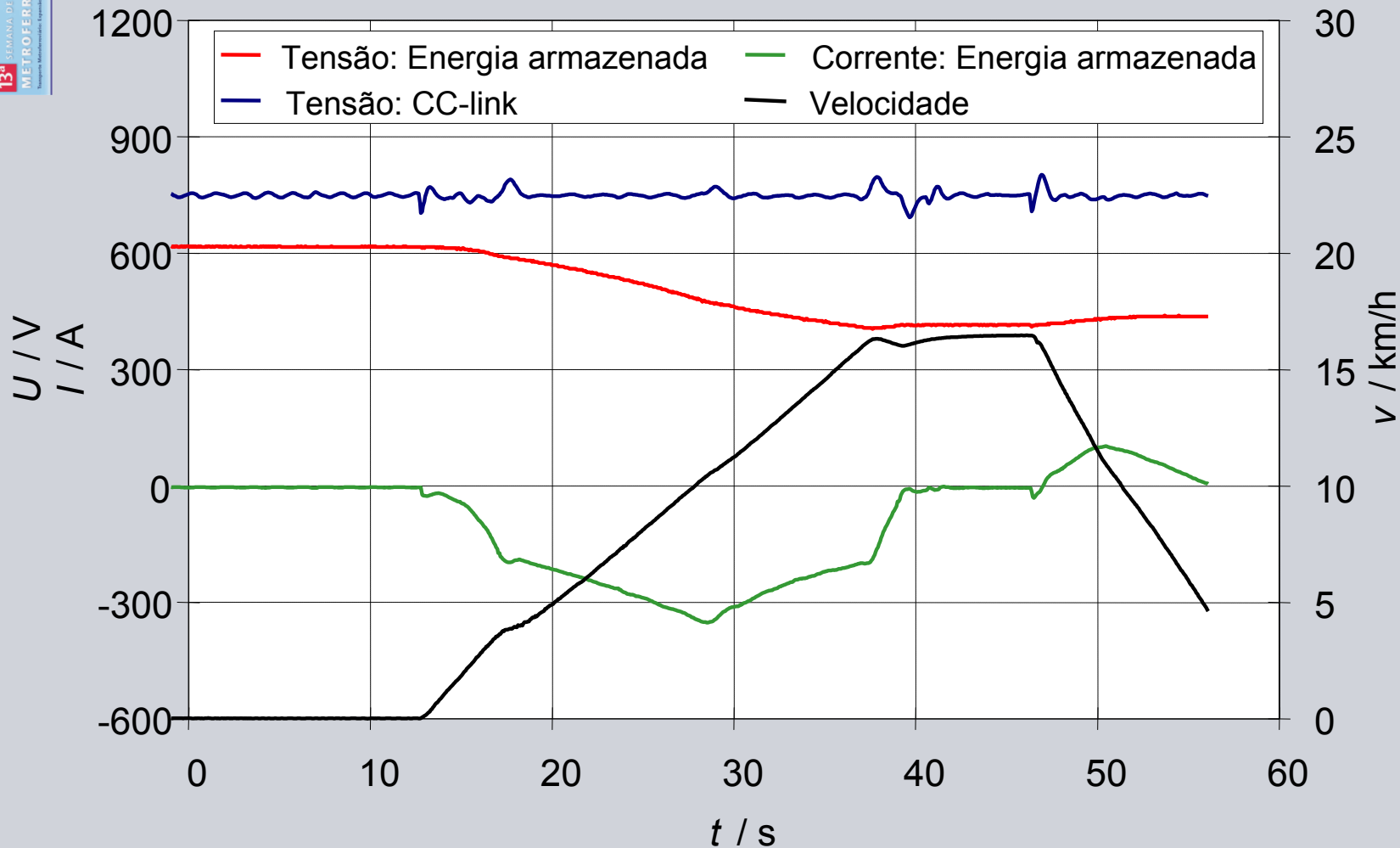
Armazenamento de energia a bordo – SIBAC ES – absorve energia de frenagem



Simulação de 2 unidades de armazenamento de energia a bordo, 2006

2. Tecnologias Eficientes de Energia

Armazenamento de energia a bordo – SIBAC ES – possibilita a operação com carga reduzida



Medições no sistema de teste de campo em Nuremberg, 2006

3. Comparação das tecnologias

Parâmetros operacionais permitem combinações

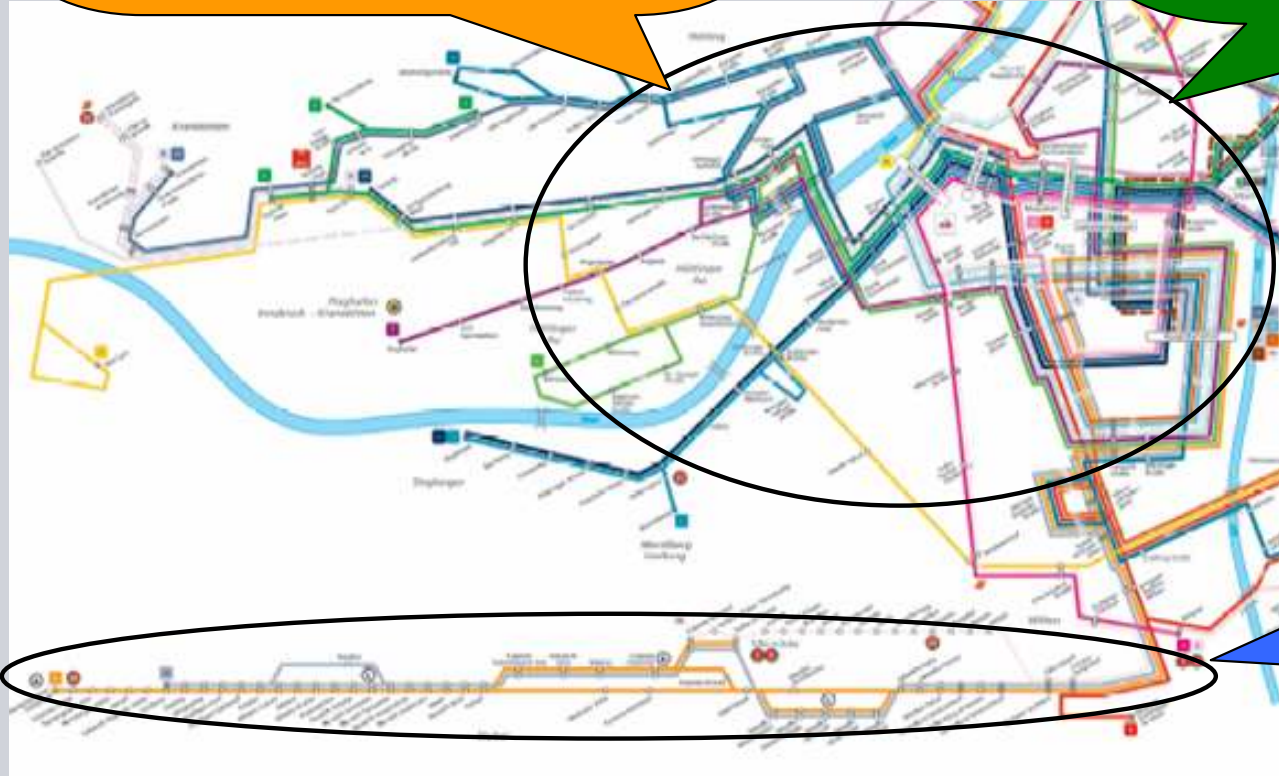
<i>Parâmetro</i>	<i>Inversor controlado com Tiristor</i>	<i>SITRAS SES Acumulador de Energia</i>	<i>SIBAC ES Unidade de armazenamento de energia a bordo</i>
Tensão	≤ 1500 V (opcional: 3000 V)	≤ 750 V	≤ 750 V (opcional: 1500 V)
Características da Rede	Alta potência, Mesmo com alto headway (>10 min)	Rede fraca, Alimentação única	Distâncias livres da rede aérea
Alimentação de Energia	Rede aérea, 3º Trilho	Rede aérea, 3º Trilho	Uso da energia de frenagem
Características da Linha	Sistemas radiais, Mesmo com alto headway, Alta velocidade	Preferencialmente: ramificações na rede	Local, Túnel, áreas públicas livres, arquitetura, etc.
Distância entre estações	Apr. 400 m ... 1000 m	Apr. 200 m ... 600 m	Apr. 200 m ... 400 m
Tipo de veículo	Metro, (Tramtrain)	(Metro), Tramtrain, Tramway	Tramtrain, Tramway
Possível influência	Retirada de carga dos resistores de frenagem	Como aplicação booster	Como aplicação booster

4. Aplicações ideias das tecnologias

Redes complexas permitem diferentes aplicações

Unidade de armazen. de energia
ou
Inversor controlado com tiristor

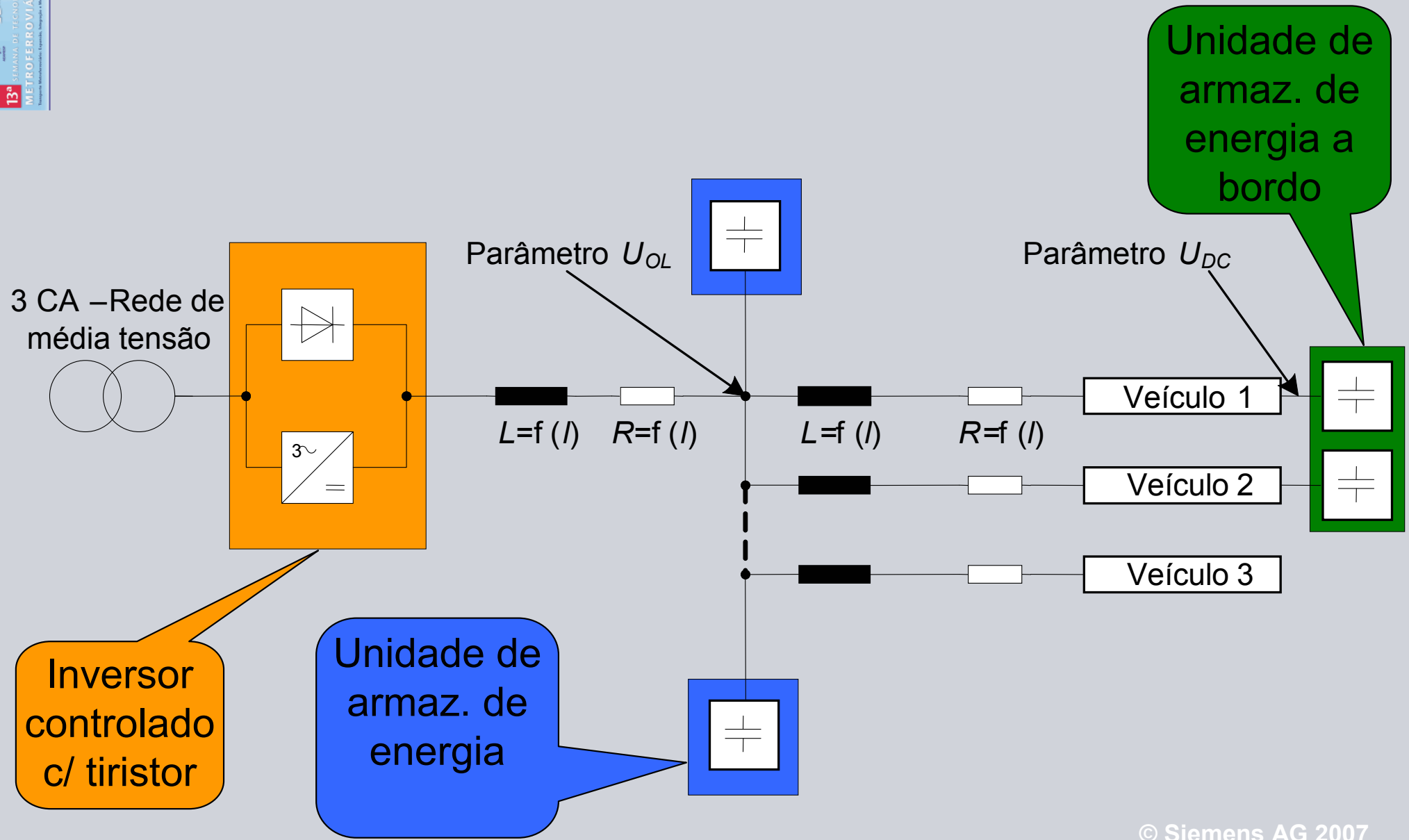
Unid. de armazen. de energia a bordo p/ a rede de alimentação com pequenas distâncias
ou
Absorver energia de frenagem



Acumulador de energia no final da rede

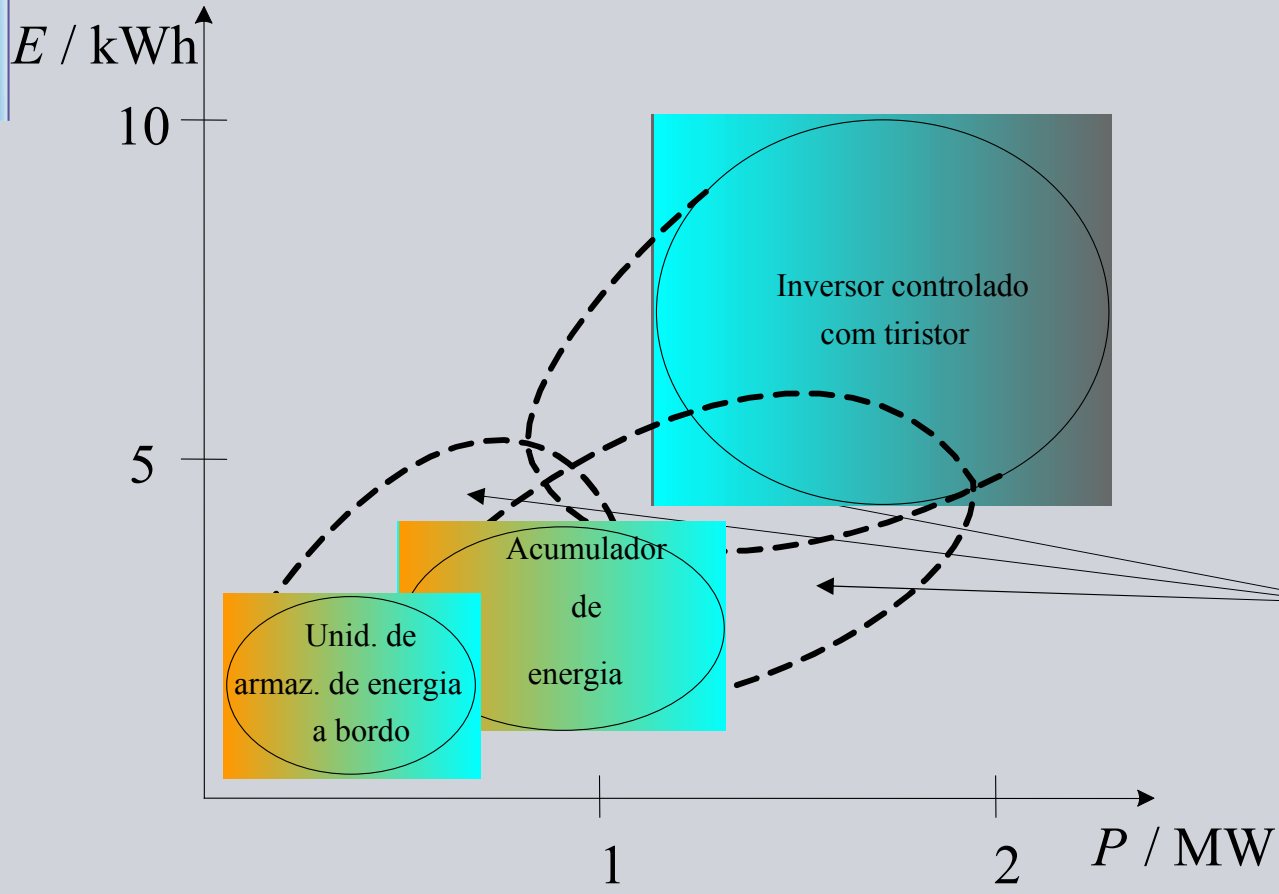
4. Aplicações ideias das tecnologias

Estudos devem ser base para modelos simples



5. Utilização das tecnologias

Aplicações atuais serão estendidas e parcialmente combinadas



Futuras extensões pelo progresso da tecnologia e também pelo desenvolvimento

Tramway

Tramtrain

Metro

6. Conclusão

Tecnologias de eficiência de energia oferecem vantagens sustentáveis

- Redução do consumo (pico de potência da linha),
- Oferece uma solução compatível ao meio ambiente
 - Reuso da energia de frenagem,
 - Redução do consumo total de energia de até 40 %,
 - Redução da emissão de CO₂ e “Greenhouse gas”,
- Melhora na estabilidade da tensão, e.g. alimentação única,
- Extensão de subestações, e.g. no final das linhas,
- Operação da rede de alimentação livre de secções

RESULTADO

Eficiência energética é a chave para a inovação em sistemas metro-ferroviários, baseado em um estudo abrangente de toda o sistema, considerando todos os requisitos dos clientes.