



SIEMENS



16ª Semana de
Tecnologia

Metroferroviária



Veículos Leves sobre Trilhos

Avenio®

Solução de Mobilidade com Eficiência Energética

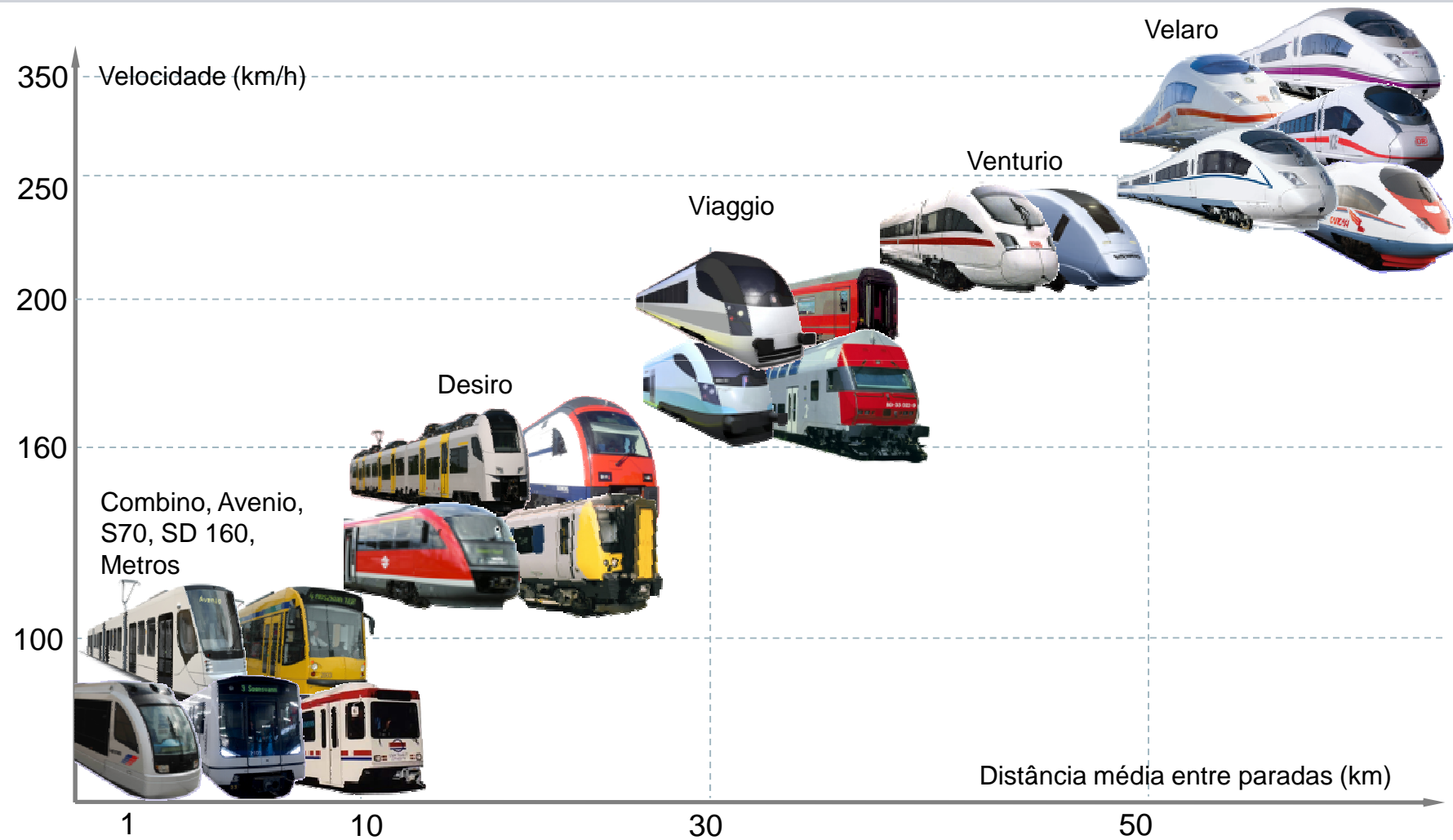
Apresentação: Eng. Juarez Barcellos Filho

© Siemens Ltda. 2010

Avenio® - Siemens Mobility

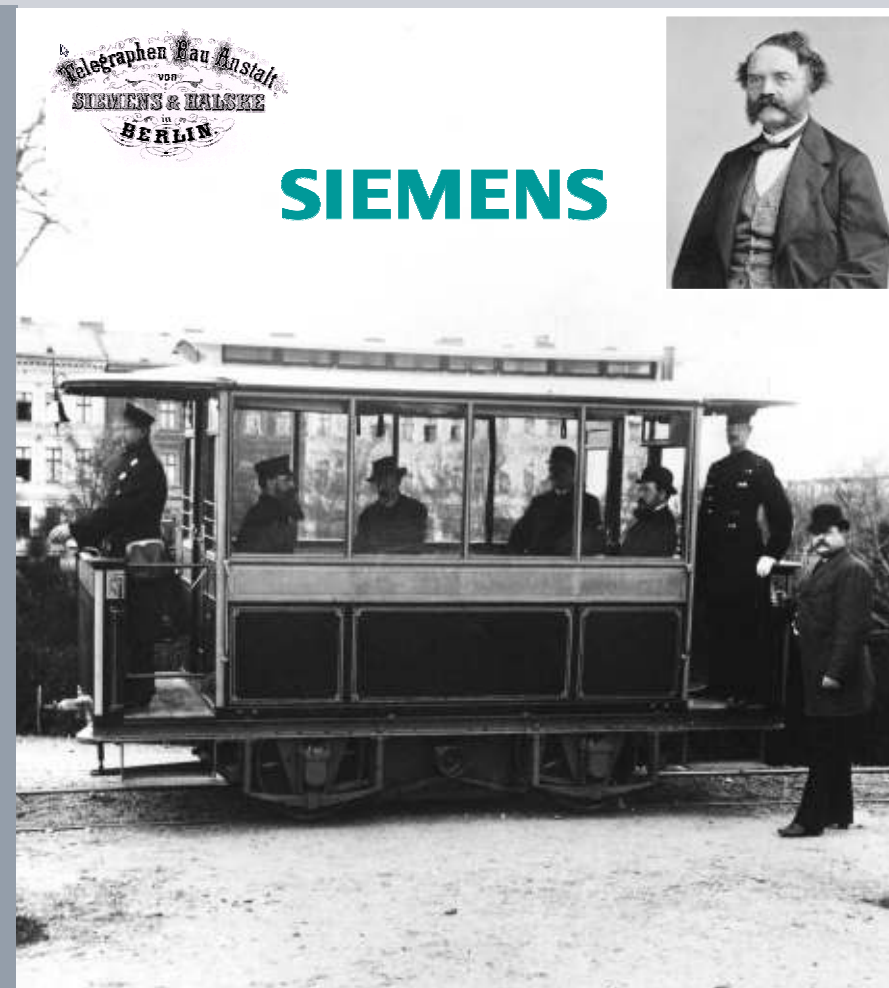


Portfólio de Produtos da Public Transit



O VLT da Siemens do Passado ao Presente

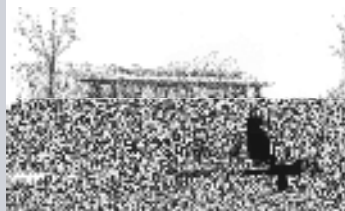
Em 1881, Werner von Siemens, o fundador da Siemens, inventou o primeiro bonde elétrico do mundo, que viajava entre a região de Berlim e a escola de cadetes a uma velocidade de 30 km/h, transportando 20 passageiros. O transporte por bondes foi se estabilizando desde então e hoje é um meio convincente e moderno, e a Siemens continua a desenvolver tecnologias inovadoras com segurança, conforto e acessibilidade para estes veículos. Desde então, os bondes da Siemens operam ao redor do mundo em diversas cidades como Amsterdam, Hiroshima e Melbourne.



Siemens: Único fornecedor com mais de 100 anos de experiência e competência

SIEMENS

Sempre presente! Desde o lançamento do bonde até a última geração de VLT!!!



- Bonde simples
- Sem catenária



- VLT simples articulado
- Mais de 500 VLTs



- VLT multi articulado
- Mais de 550 VLTs



- VLT simples articulado
- 64 VLTs



- VLT simples articulado
- Combinando as duas tecnologias: simples e multi-articulado

1881: Primeiro bonde do mundo

1992 – 2000 GT-Trams

1996 – 2010 Combino

2005 - 2008 Combino Plus

2009 Avenio

Siemens estabelecendo novos padrões na evolução do VLT!

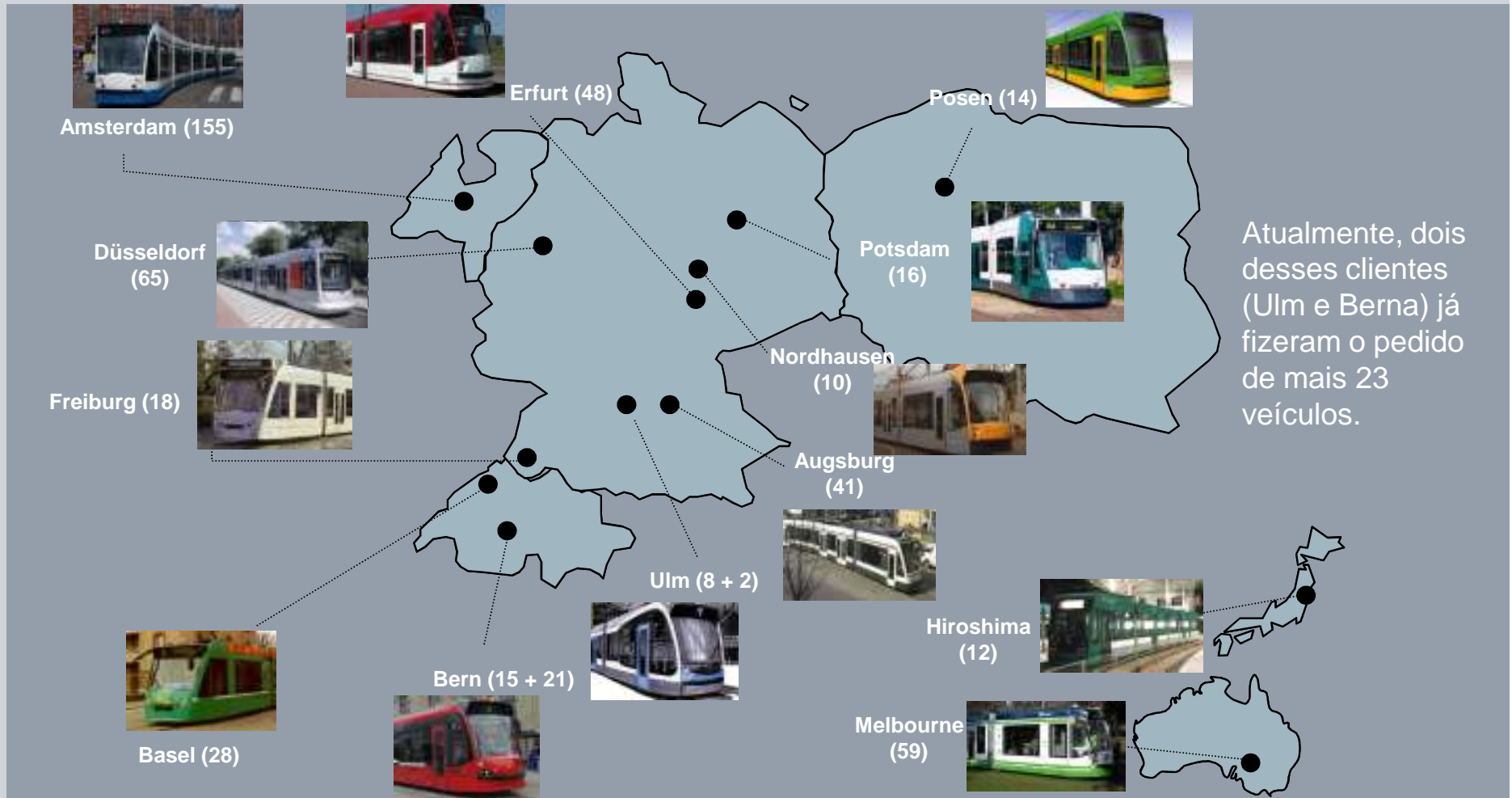
→ Introdução → [História](#) → Combino Classic → Avenio → Nossa Missão

Combino Classic



Combino Classic – Primeiro veículo 100% piso baixo

**Em todo o mundo, a Siemens forneceu
489 veículos Combino Classic para 13 clientes**



Atualmente, dois desses clientes (Ulm e Berna) já fizeram o pedido de mais 23 veículos.

Combino Classic ao redor do mundo



1996 Potsdam – Alemanha

1997 Freiburg – Alemanha



Combino Classic ao redor do mundo



1997 Augsburg – Alemanha

1997 Düsseldorf – Alemanha



Combino Classic ao redor do mundo



1998 Hiroshima – Japão

1999 Erfurt – Alemanha



Combino Classic ao redor do mundo



1999 Nordhausen – Alemanha

1999 Basel – Suíça



Combino Classic ao redor do mundo



2000 Amsterdam – Holanda

2000 Melbourne – Australia



Combino Classic ao redor do mundo



2001 / 2007 Ulm – Alemanha

2001 Bern – Suíça



Combino Classic ao redor do mundo



2002 Posen – Polônia

2007 Bern – Suíça



Avenio

A nova geração de VLTs

SIEMENS



→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

Pág. 15

Setembro / 2010

Mobility Division / Juez Barcellos

© Siemens Ltda. 2010



Avenio – Muito mais atraente, flexível e econômico

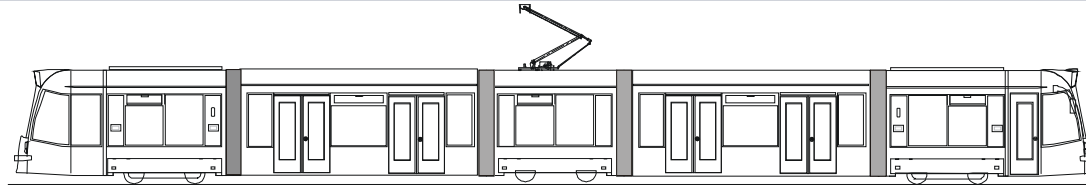
SIEMENS



O Avenio® é o novo VLT feito pela Siemens que oferece flexibilidade e atratividade para sua cidade hoje e no futuro. O Avenio® é o VLT de piso baixo mais avançado do mundo. Ele garante aos seus passageiros um passeio confortável, e do ponto de vista da operação, um custo operacional extremamente rentável. Veja por você mesmo.

→ Introdução → História → Combino Classic → [Avenio](#) → Nossa Missão

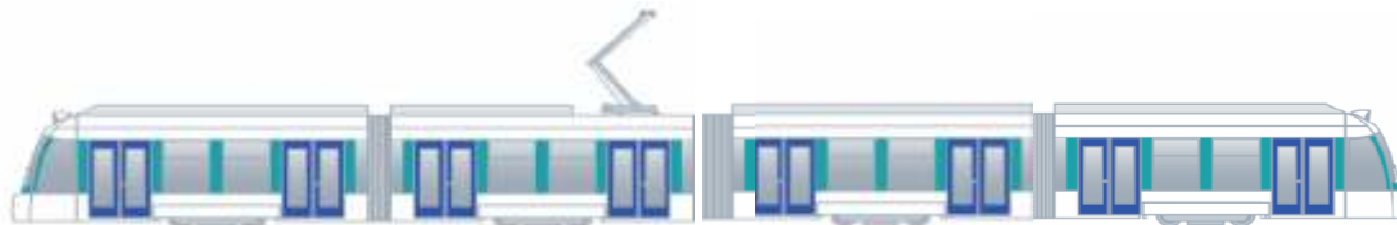
Do Combino para o Avenio – novo conceito de articulação simples



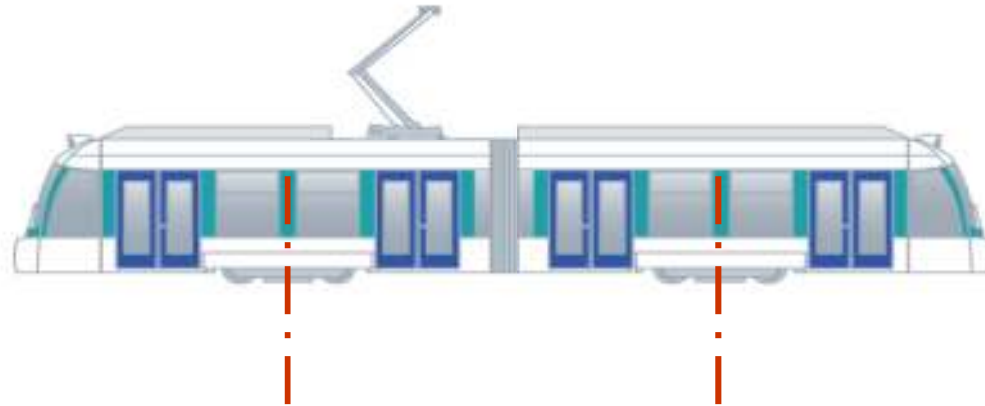
O **Combino** multi-articulado, lançado em 1996, criou um novo padrão em VLTs.

As experiências da operação permitiram-nos incorporar nosso processo de melhoria contínua, levando ao conceito otimizado de articulação simples do **Avenio**.

O **Avenio** tem truques colocados no meio de cada módulo. Este arranjo garante que o centro de gravidade do carro seja idêntico ao centro de rotação do truque, permitindo condições de manobra muito melhores e reduzindo o desgaste.



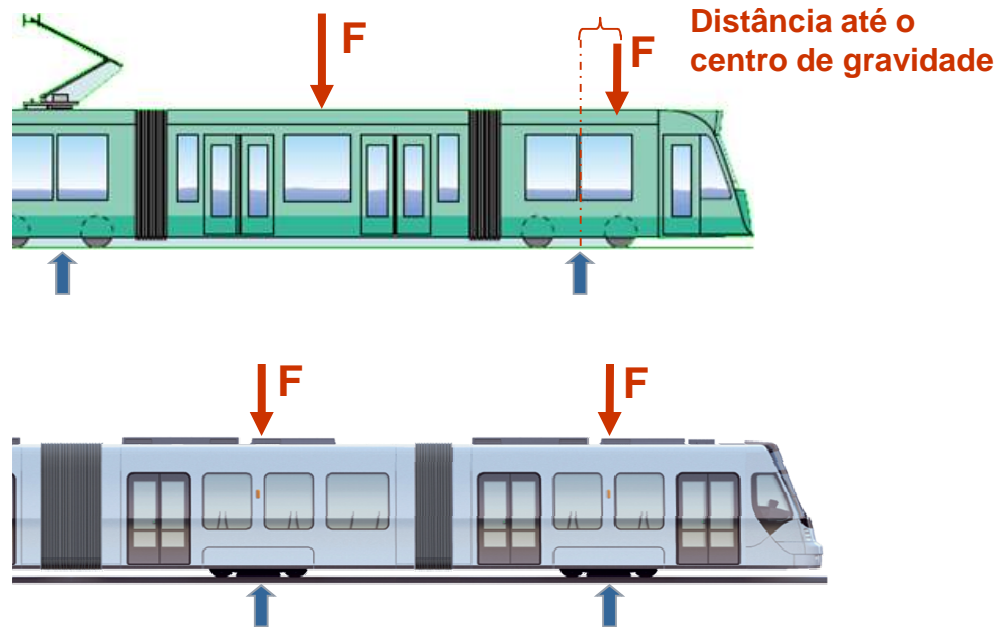
Eficiência e conforto – Mínimo desgaste das rodas e da via



Centro de gravidade da caixa perto do centro do truque:

- Redução de forças laterais nas rodas
- Truque, a principal fonte de ruídos, fica longe dos acoplamentos, reduzindo o ruído interno

Eficiência e conforto – Mínimo desgaste das rodas e da via



Características do novo conceito Avenio:

- Todo carro tem um truque centralizado
- Os truques podem rotacionar 4,5° em cada direção
- Distribuição de carga otimizada
- Minimiza esforços laterais

...leva às vantagens:

- Melhora do conforto dos passageiros e condutor
- Reduzido nível de ruído no interior do veículo
- Menor desgaste de rodas e trilhos
- **Em Budapeste foi atingida uma redução de 15% no LCC (Life-Cycle Cost)**

Avenio



Avenio – Dados Técnicos

Dados técnicos (1)

Opções para fácil mudança

Dimensões do veículo

Porção em piso baixo		100 %
Número de módulos		2 até 8
Tração		até 100 %
Capacidade (todos assentos ocupados + 6 pass/m ² em pé)		até 765 Passageiros
Comprimento do veículo		18 m – 72 m
Largura do veículo		2300 – 2650 mm
Altura do piso na entrada		300 – 350 mm
Carregamento (de acordo à VDV 152)	() = opção	280 kN (400 kN)
Altura do acoplamento		455 mm
Material da caixa do carro		Aço inoxidável e LAHT
Altura do carro		3460 mm
Pantógrafo, área de operação		3750 mm até 6000 mm
Altura do pantógrafo abaixado		3616 mm

Aceleração e Desaceleração

Máxima aceleração		1.3 m/s ²
Desaceleração (freio de serviço)		1.2 m/s ²
Desaceleração (freio de emergência)		2.73 m/s ²
Máxima velocidade	() = opção	70 km/h (80 km/h)

→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

Dados técnicos (2)

Flexibilidade do design à aplicação

Equipamentos Elétricos

Tensão do equipamento de propulsão	() = opção	(600) / 750 / (1500) Vcc
Sistema de alimentação em baixa tensão		24 Vcc
Performance (por truque motor)		2 x 100 kW
Controle do veículo		Sibas 32

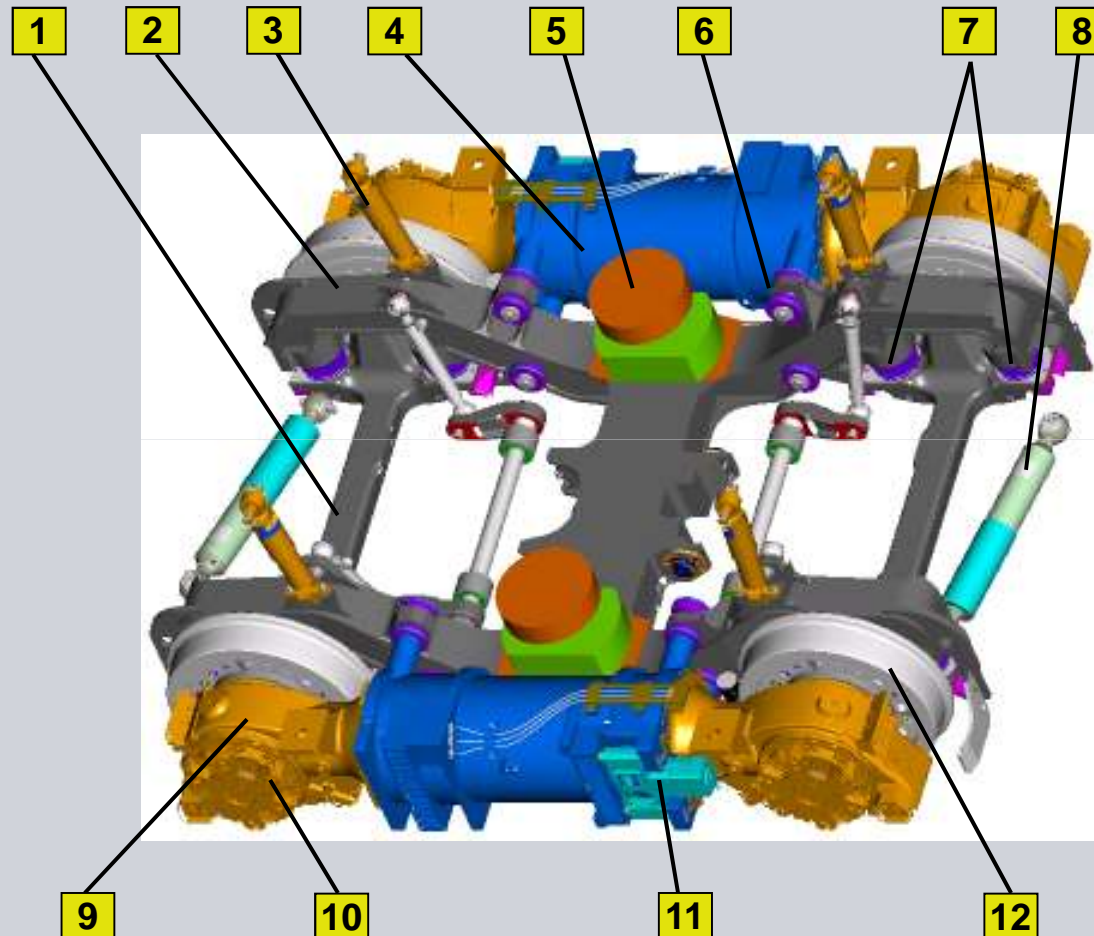
Truque

Carregamento máximo por eixo		100 kN
Diâmetro da roda (nova / usada)		600 mm / 520 mm
Base da roda (truque motor e reboque)		1800 mm
Bitola da via	() = opção	1435 mm (1000 mm)

Extras

Formação do trem		Max. 2 x 36 m disponível
Poder de Tração		2x100 kW por módulo motorizado
Raio Mínimo		15 m (para 2.4 m); 18 m (para 2.65 m)
Rampa Máxima		10% (c/ 100% motor); 08% (c/ 75% motor)
Controle e combate a incêndio	() = opção	Din 5510, Level 1 (Level 3)
Aquecimento e ar condicionado	() = opção	Cabine do Condutor (salão dos passageiros)
CCTV e dispositivos de mídia		Disponível

Truques do Avenio – Testados e aprovados em serviço



1. **Sustentação do conjunto de tração (rodas independentes)**
2. **Aranha do truque**
3. **Amortecedor vertical**
4. **Motor de tração**
5. **Suspensão secundária**
6. **Acoplamento resiliente**
7. **Suspensão primária**
8. **Amortecedor transversal**
9. **Engrenagem cônica**
10. **Caixa redutora tipo cunha**
11. **Freio de atrito**
12. **Roda**

Configuração Padrão

→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

Truques do Avenio – Testados e aprovados em serviço

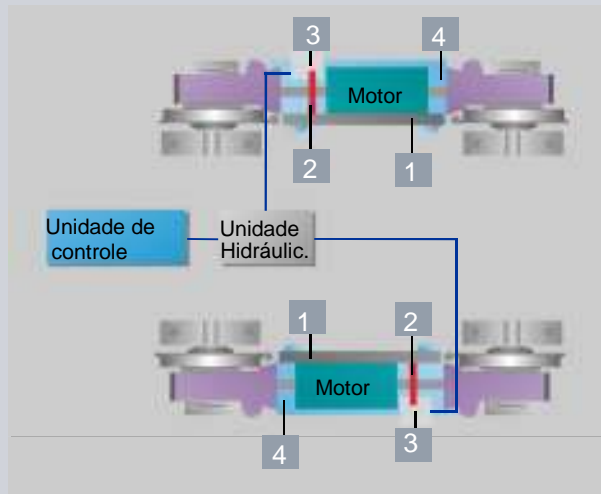
Truque motor



- Diâmetro da roda 600 / 520 mm
- Rodas acopladas longitudinalmente através de redutor monobloco: menos escorregamento nas curvas
- Sistema de acionamento totalmente suspenso: menos desgaste dos equipamentos
- Suspensão secundária progressiva características de amortecimento garantidas

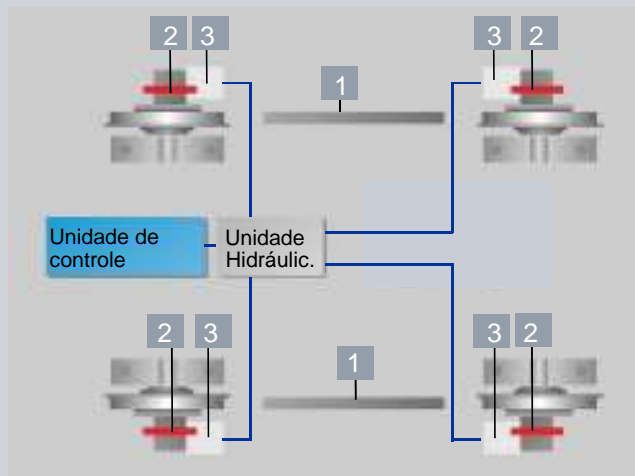
Com a inovação da suspensão secundária, o Avenio permite um giro do truque debaixo do carro de até 4,5 graus, reduzindo as forças laterais.

Freio eletrodinâmico até velocidade zero – Desgaste mínimo dos componentes de frenagem



Truque motor

- 1 Freio magnético
- 2 Disco de freio
- 3 Ativador do freio
- 4 Sensor de velocidade



Truque reboque

- 1 Freio magnético
- 2 Disco de freio
- 3 Compasso de calibre

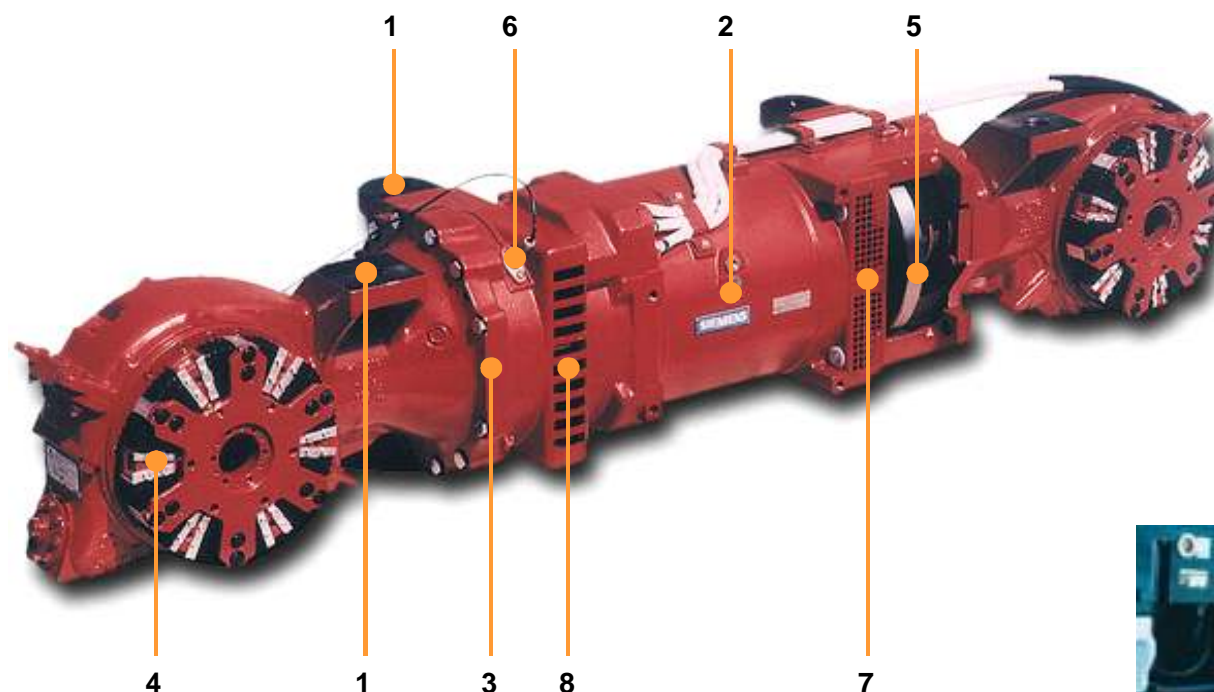
O Avenio é equipado com quatro sistemas de freio independentes:

- Freio eletrodinâmico com pouco desgaste até a parada total
- 2 motores
- 4 freios passivos hidráulicos a mola em cada truque reboque
- 2 freios magnéticos em cada truque (70 kN de esforço cada)

Freio mecânico é projetado somente para:

- Freio de estacionamento
- Falha no freio eletrodinâmico
- Frenagem de emergência

Tração no Avenio – Projeto único Siemens para mais de 500 veículos



- 1 Suspensão
- 2 Motor
- 3 Acoplamento
- 4 Eixo oco, com acoplamento de borracha em forma de cunha
- 5 Disco de freio
- 6 Sensor de veloc.
- 7 Entrada de ar
- 8 Saída de ar



- Os motores de tração AC longitudinais do Avenio são auto-ventilados e montados totalmente suspensos em um arranjo externo.
- As rodas em cada lado são mecanicamente acopladas uma a outra via engrenagens cônicas hipóides.

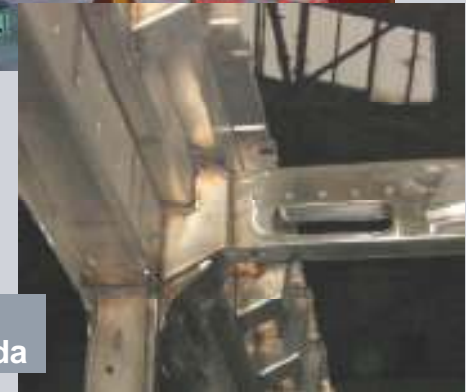
Estrutura do Avenio Segurança em primeiro lugar

- Estrutura em aço inoxidável soldada
- Projetada para agüentar um carregamento de 289 kN, em concordância das normas atuais
- A seção frontal é projetada de acordo com as últimas pesquisas sobre acidentes e absorção de impacto
- O Avenio é projetado para garantir o maior grau de segurança de seus passageiros, do condutor e dos pedestres e para minimizar os danos em caso de colisões
- Somente o truque e seus equipamentos são instalados abaixo do carro

Caixa nua



Detalhe das
estrutura soldada



Avenio



Avenio – Conforto

Avenio – Benefícios para o comprador e para os usuários

Maior conforto de viagem entre todos os 100% piso baixo

Passageiros satisfeitos

Desgaste reduzido de rodas e trilhos

Baixo LCC, Green reduzido custo de manutenção

Distribuição de carga otimizada

Maiores especificações de limite de peso

Portas largas, conceito Modular, alta capacidade

Alta capacidade de passageiros (até 765) e embarque facilitado

Melhor configuração de portas – onde elas são realmente necessárias

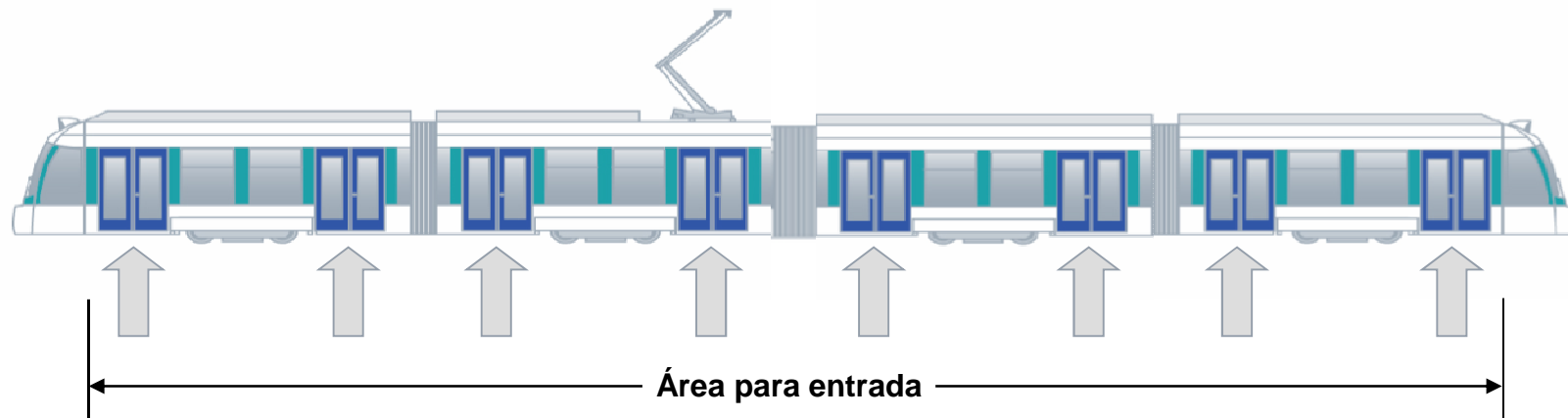
Reduzido tempo de embarque e desembarque - menor tempo de viagem

O melhor em tecnologia e experiência

O mais moderno VLT do mundo


Mais portas, mais conforto Fácil acesso – portas bi-partidas.

- Portas duplas, mesmo ao lado das cabines.
- Fluxo de passageiros otimizado para minimizar o tempo de parada.
- Acesso fácil, rápido e confortável ao veículo.
- Altura das portas pode ser escolhida entre 320 e 350 mm.
- Rampas para pessoas com dificuldades de locomoção.

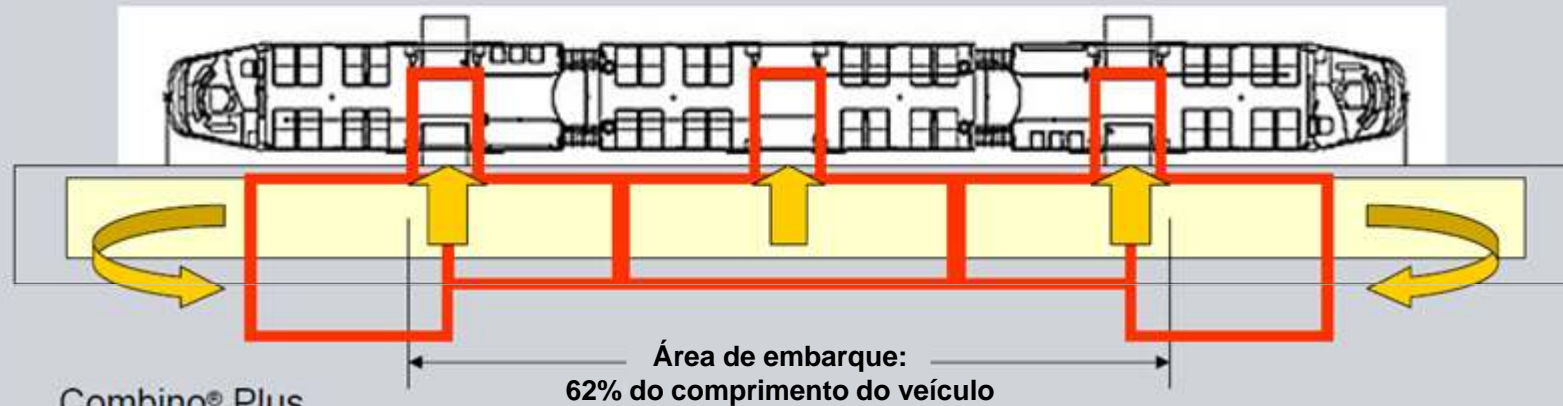


Mais portas, mais conforto Fácil acesso – portas bi-partidas.

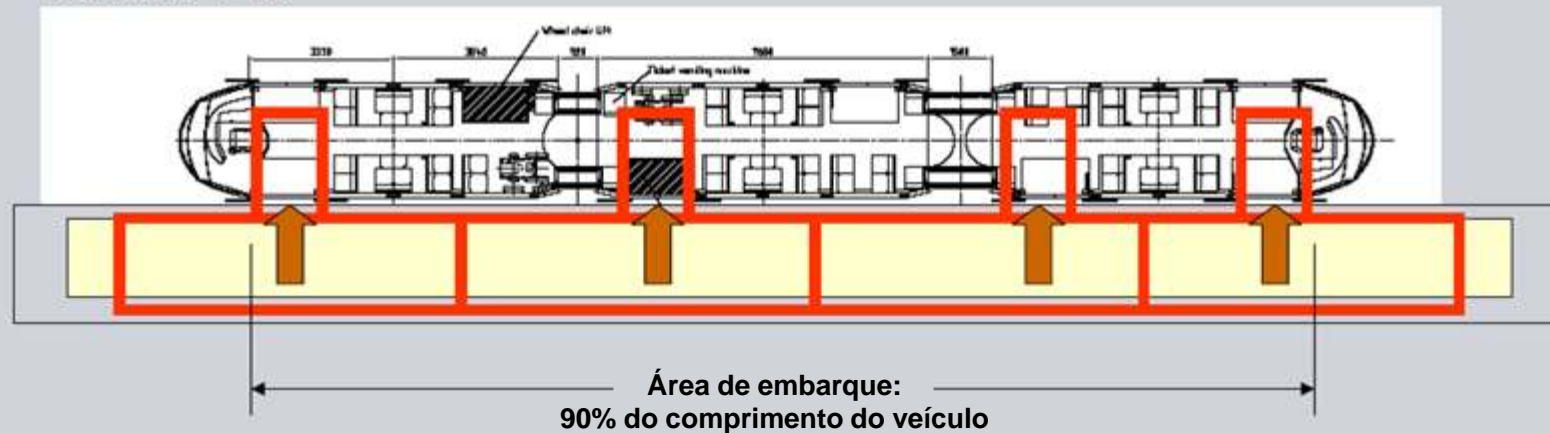
Distribuição dos passageiros na plataforma: 

Distribuição dos passageiros nas entradas: 

Veículo 70% Piso Baixo



Combino® Plus



Portas largas, conceito modular e alta capacidade



- Único no mundo que atinge 72 m (8 módulos), somente fabricado pela Siemens
- Ampla área de embarque e desembarque por toda a extensão do veículo
- Menos articulações em relação ao seu comprimento, comparado a outros veículos multi-articulados
- Articulações amplas e transparentes levam a capacidade adicional

➡ **Capacidade máxima de 765 passageiros** (bi-direcional, 6 pass./m²)



Avenio – O mais longo VLT do mundo

Avenio – Interior otimizado



Arranjo dos assentos



Espaço de cadeira de rodas ou carrinhos de bebê



Articulação



- O design do interior pode ser modificado de acordo com as necessidades do cliente;
- Nenhuma diferença de elevação em todo veículo - 100% piso baixo!

Avenio – Design interior funcional e atraente



Exemplo: Maiores áreas para passageiros em pé

➡ Customização a pedido do cliente

Avenio – Design interior funcional e atraente



Exemplo: Espaço para cadeiras de rodas e/ou assentos retráteis

➡ Soluções especiais para cada necessidade

Avenio – Design interior funcional e atraente



Configuração de assentos sobre a área dos truques com 16 lugares



**Patamar intermediário para os pés
190 mm acima do piso**

➡ Máxima capacidade de transporte

Avenio – Design interior funcional e atraente



Exemplo de assento na parte traseira

➡ Soluções para cada tipo de necessidade

Avenio – Design interior funcional e atraente



→ Transparência ao longo de todo comprimento do veículo

Avenio – Design interior funcional e atraente



Avenio – Design interior funcional e atraente



Avenio – Interior atrativo e projeto flexível



Cabine do Condutor – Projetada para atender aos requisitos do ambiente de trabalho moderno



Avenio MST Lisboa



Avenio Budapest

- A cabine do condutor foi desenhada para atender aos requisitos de um ambiente de trabalho moderno com equipamentos projetados ergonomicamente.
- Unidades de ar condicionado para os condutores sempre estão presentes.
- A visão frontal do veículo atende às normas correntes. Espelhos externos permitem visualizar toda extensão do veículo. Alternativamente, esta visão pode ser feita através de câmeras.








Avenio



Avenio – Flexibilidade

Avenio

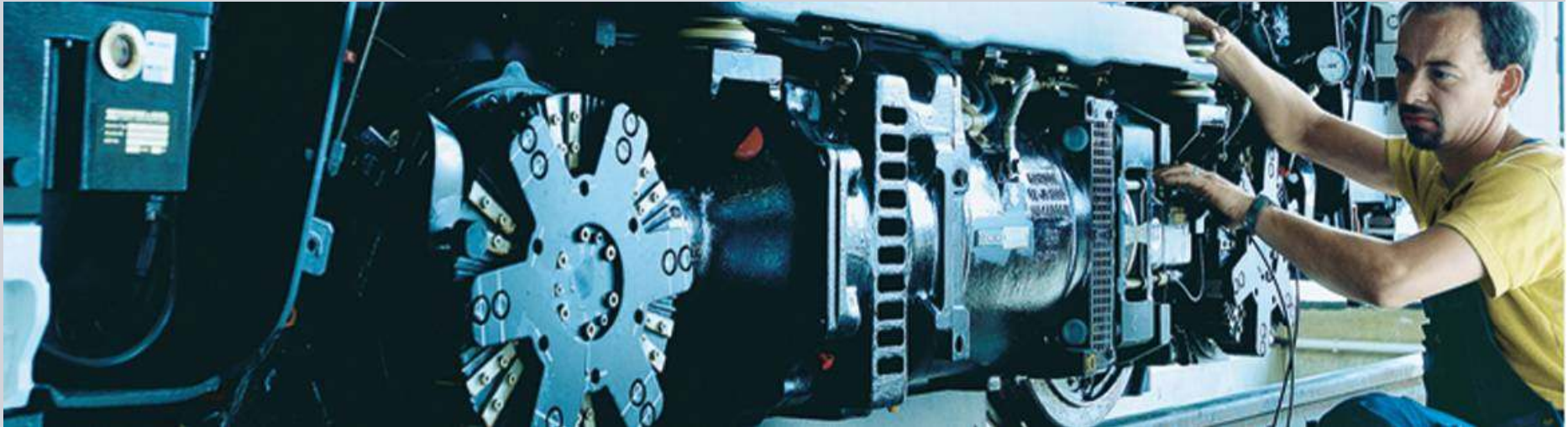
Nossa definição de flexibilidade

Comprim.	Formação	Núm. de passageiros nas larguras de:		
		2.3m	2.4 m	2.65 m
18 m		157	165	180
27 m		247	255	270
36 m	 ← Lisboa	337	345	375
45 m		427	435	465
54 m	 ← Budapeste	510	525	570
63 m		600	615	675
72 m	 → TelAviv	690	705	765

6 passageiros / m², operação bi-direcional

O melhor projeto em eficiência de custo e adaptado às necessidades - o comprimento do veículo, a largura do veículo, diferentes tensões da linha, unidirecional ou bi-direcional, configurações com múltiplos veículos: O Avenio tem a solução certa - hoje e no futuro.

Avenio – Projeto que facilita a manutenção



- Cada unidade de acionamento (motor, caixa redutora e freio mecânico) pode ser facilmente acessada pelo lado do veículo, que tem poucos equipamentos montados no seu sobestrado. Desta forma, posições de trabalho desfavoráveis são evitadas.
- Para trocar todo o acionamento não é necessário desconectar o carro do truque.

Avenio



Avenio – Referências

Avenio – Referências

MST Lisboa: O Primeiro Veículo Avenio



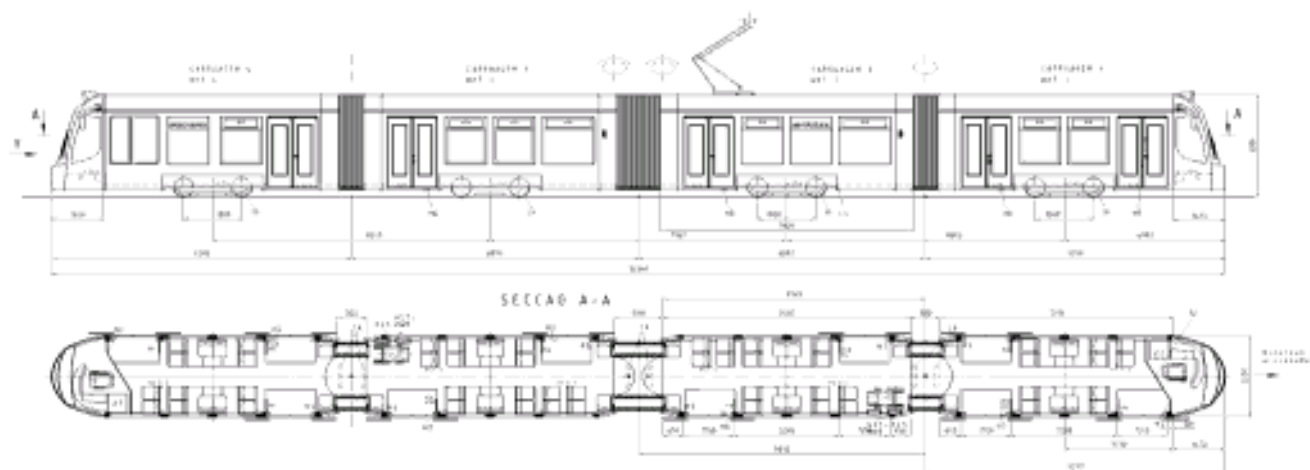
→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

Avenio – Referências

MST Lisboa: O Primeiro Veículo Avenio



- 24 Veículos entregues
- Comprimento de 36 m
- Largura de 2.65 m
- Altura do piso de 350 mm
- Tração de 6 x 100 kW
- Capacidade de 232 passageiros (4 P/m²) incluindo 78 sentados



Avenio – Referências

Budapeste: O Maior VLT do mundo



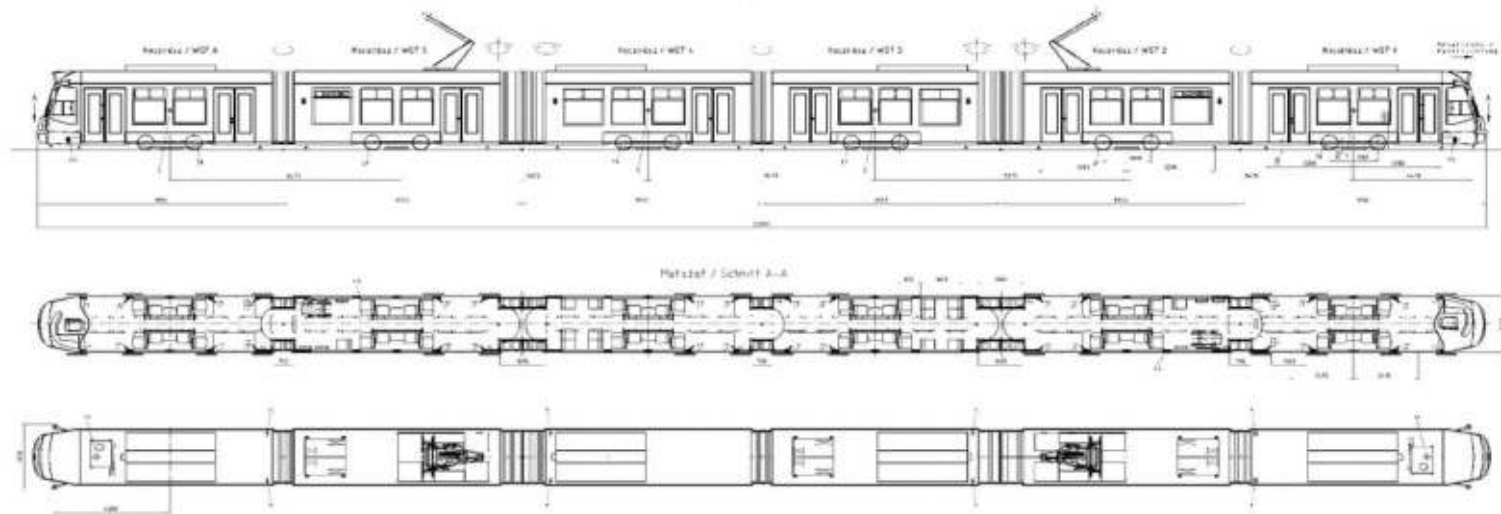
→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

Avenio – Referências

Budapeste: O Maior VLT do mundo



- 40 Veículos entregues
- Comprimento 54 m
- Largura 2.40 m
- Altura do piso 350 mm
- Tração 100 kW
- Capacidade de 353 passageiros (4 P/m²) incl. 62 sentados



Avenio



Avenio – Inovação

Avenio – Sistema de Armazenamento e Economia de Energia



DSK- Acumulador de Energia

- **Novos capacitores de camada dupla (DSK ou Ultra-Capacitores) e novas baterias de tração que permitem o armazenamento da energia de frenagem nos veículos**



Baterias de Tração

- **Condução do VLT em trechos sem catenária**
 - ➔ Evita a poluição visual e auxilia no planejamento urbano

Nomes: Sitras[®] MES (*Mobiler EnergieSpeicher*) com DSK

Sitras[®] HES (*Hybrider EnergieSpeicher*) com DSK e Baterias

Sistema de Armazenamento de Energia Sitras HES

Inovação no Avenio: *Non Visible Contact Line*

SIEMENS



Sem necessidade de catenárias

O Sitras HES é um sistema híbrido de armazenamento de energia que permite um percurso sem catenárias e/ou terceiro trilho.

A tecnologia verde do Sitras HES reduz a poluição e o nível de ruído, e através da recuperação e armazenamento da energia, pode atingir 30% de economia.

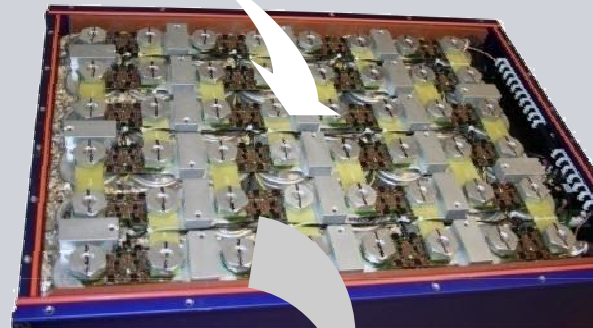
O Sistema NVC já está em operação no Avenio Lisboa!



Inovação no Avenio: *Non Visible Contact Line* Vantagens comprovadas em VLTs



Capacitores (DLC)



Conjunto com dissipador de calor

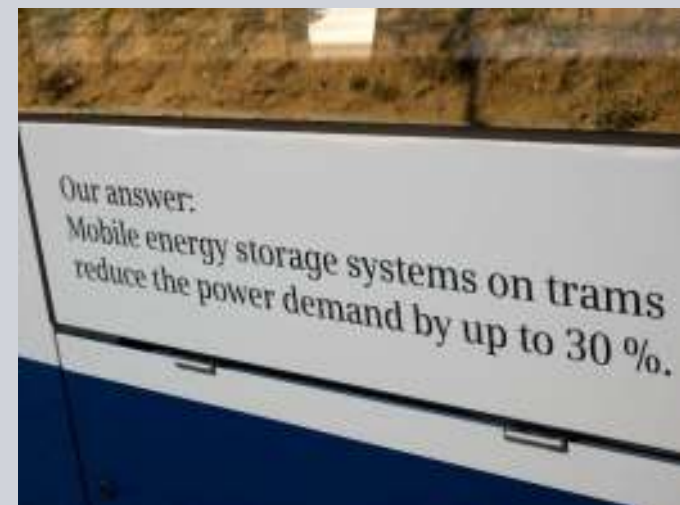


Aparência final – Unidade Móvel

- Operação sem catenária devido a dificuldade construtiva ou necessidade no aspecto estético.
- Sistema híbrido de armazenagem de energia permite maiores distâncias percorridas sem contato com a catenária.
- Armazenamento de Energia baseado em Capacitores de Dupla Camada (DLC).

Inovação no Avenio: *Non Visible Contact Line* Vantagens comprovadas em VLTs

- **Uso da energia de frenagem:**
 - ✓ Redução no consumo de energia
 - ✓ Baixo custo em horários de pico
 - ✓ Mais de 30% de economia na utilização primária de energia
- **Percurso sem as catenárias favorece a uma redução no custo com eletrificação em túneis, sob pontes, cruzamentos e intercessões**
- **Estabilidade na tensão fornecida**
- **Reduz em mais de 80t por ano as emissões de CO₂**
- **Redução nos custos de operação**



Case de Sucesso: Avenio em Lisboa Operando com o NVC desde Novembro de 2008



Operação sem catenárias –

O Avenio em operação em Lisboa, foi adaptado para operar com o Sistema Híbrido de Armazenamento de Energia, Sistras HES, obtendo os seguintes resultados:

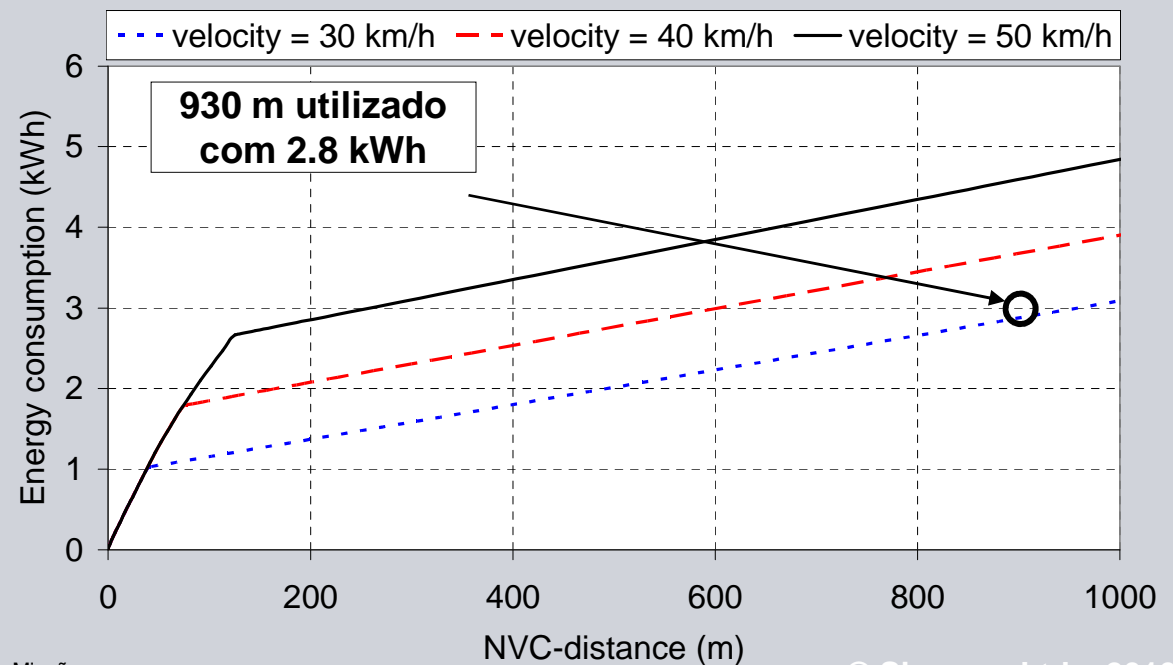
- Economia de energia ~10,8% em 24.000 Km.
- Disponibilidade de 99,998%

Além disso, não foi necessária nenhuma alteração na infraestrutura da via



Operação sem catenária para distâncias entre paradas típicas do transporte público

- Avenio com 4 articulações
- 20 kW de potência
- Nível da via (0 % gradiente)
- Veículo acelera até velocidade de cruzeiro e percorre a via sem contato com a catenária



Sustentabilidade:
Parte integrante da nossa cultura corporativa.

**Siemens – O parceiro confiável para
o transporte dentro e fora das cidades**

Industry Sector - Mobility Division
Av. Mutinga, 3800
05110-902 – São Paulo – SP

Eng. Juarez Barcellos Filho
Tel.: (11) 3908-5403
Fax.: (11) 3908-2027
juarez.barcellos@siemens.com