

SIEMENS



16ª Semana de
Tecnologia

Metroferroviária

Veículos Leves sobre Trilhos

Avenio®

Solução de Mobilidade com Eficiência Energética

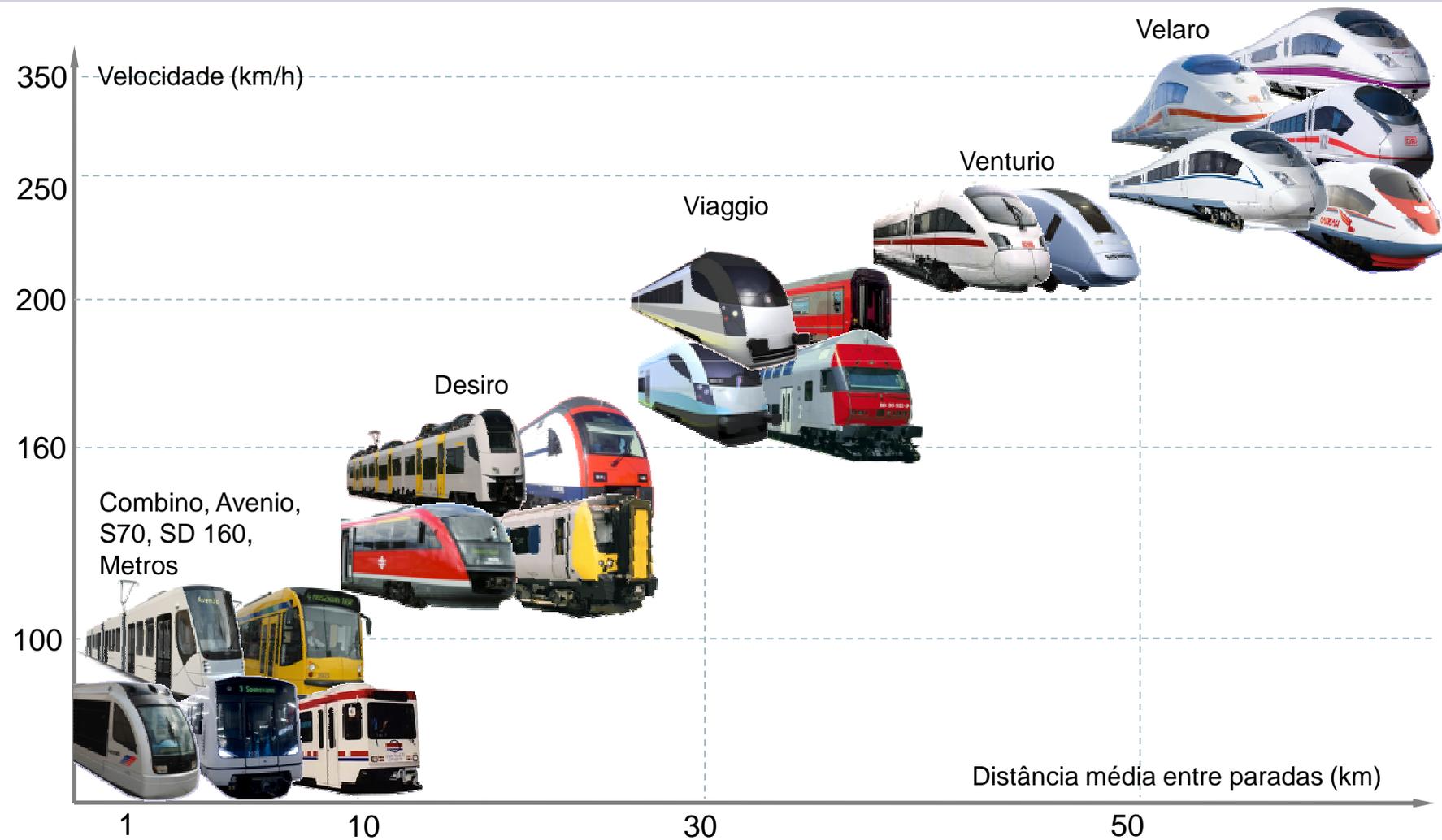
Apresentação: Eng. Juarez Barcellos Filho

© Siemens Ltda. 2010

Avenio® - Siemens Mobility

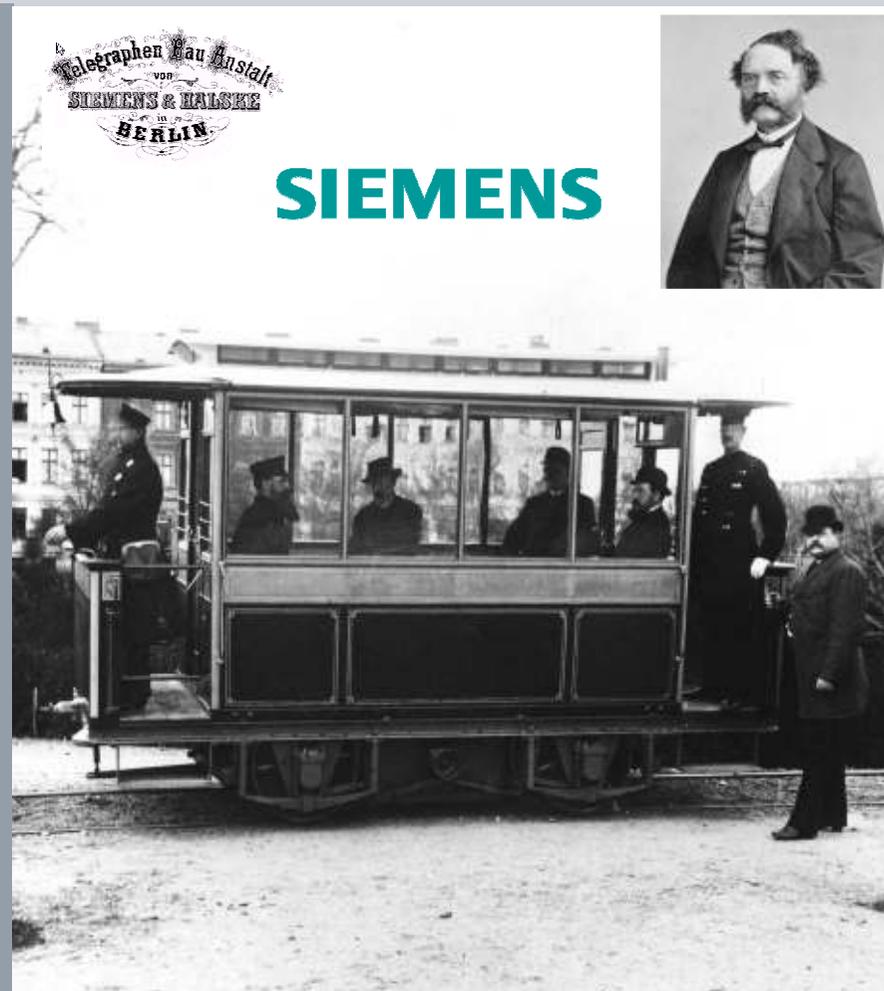


Portfólio de Produtos da Public Transit



O VLT da Siemens do Passado ao Presente

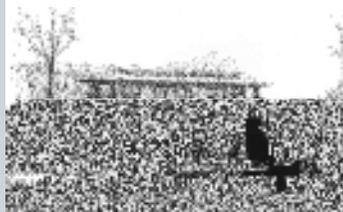
Em 1881, Werner von Siemens, o fundador da Siemens, inventou o primeiro bonde elétrico do mundo, que viajava entre a região de Berlim e a escola de cadetes a uma velocidade de 30 km/h, transportando 20 passageiros. O transporte por bondes foi se estabilizando desde então e hoje é um meio convincente 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!

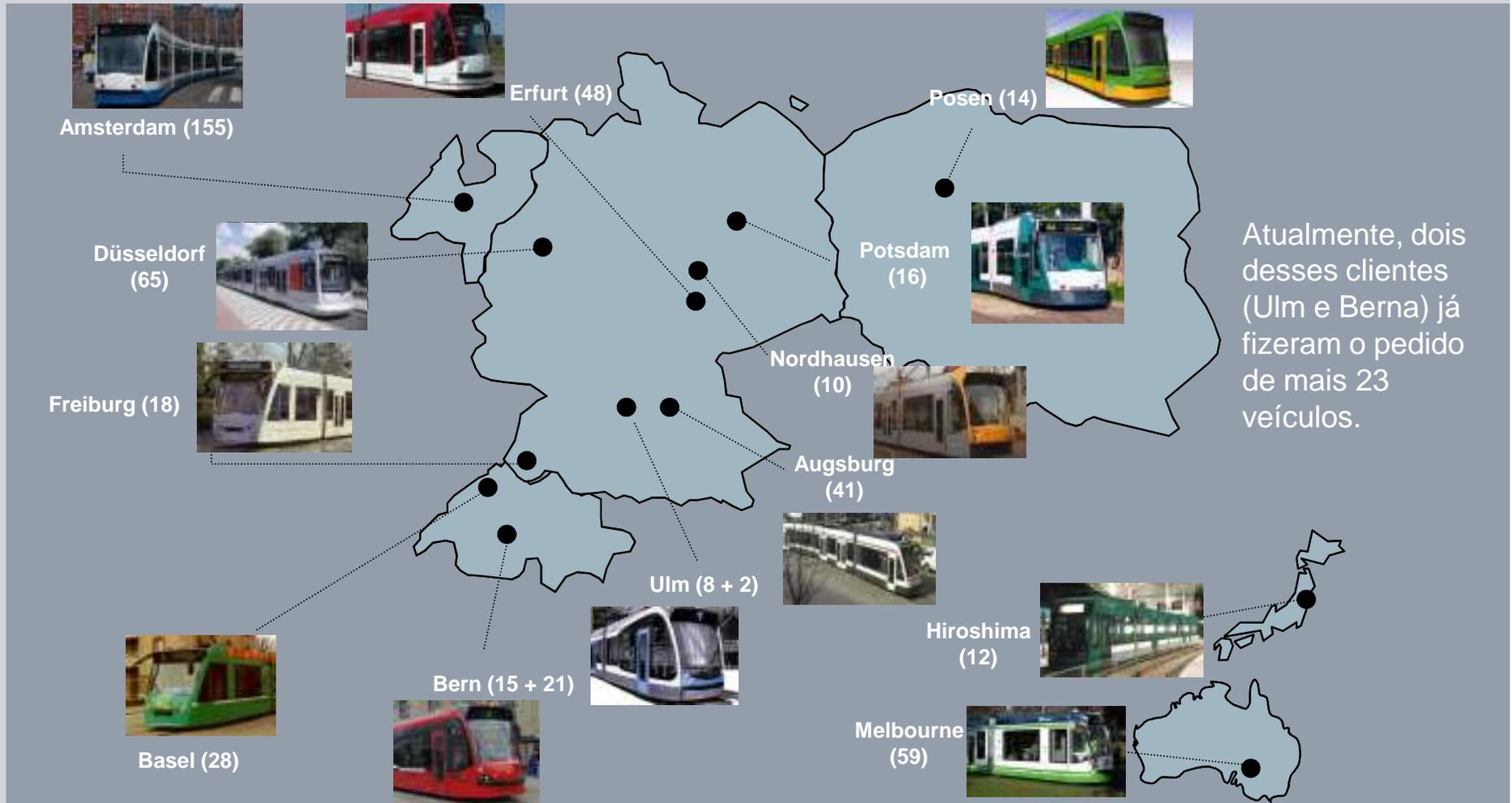
→ Introdução → [História](#) → Combino Classic → Avenio → Nossa Missão

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

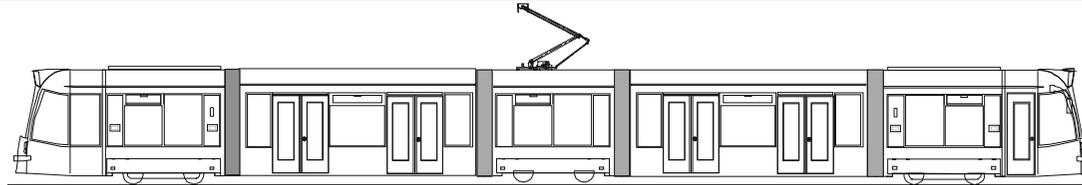
SIEMENS



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

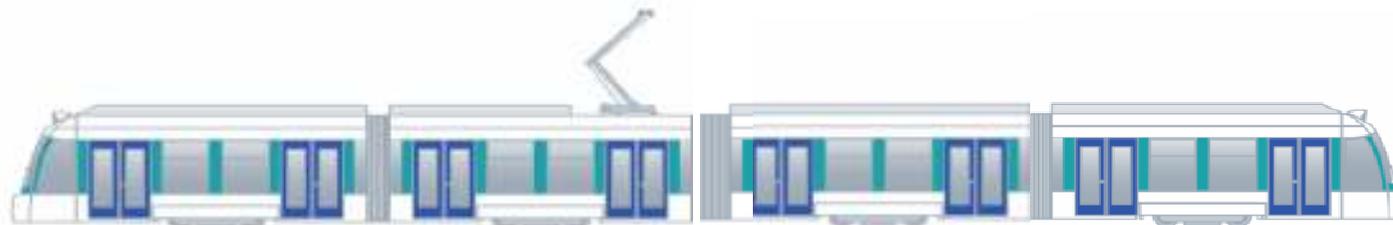
Do Combino para o Avenio – novo conceito de articulação simples



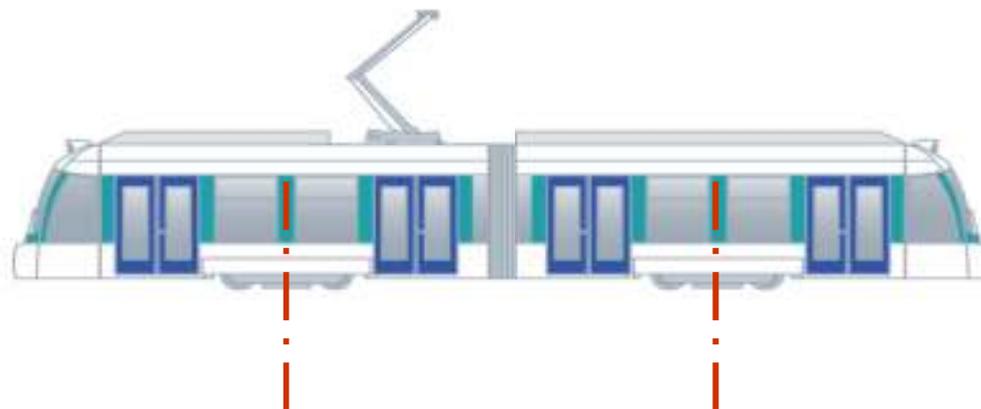
O **Combino** multi-articulado, lançado em 1996, criou um novo padrão em VLTs.

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.



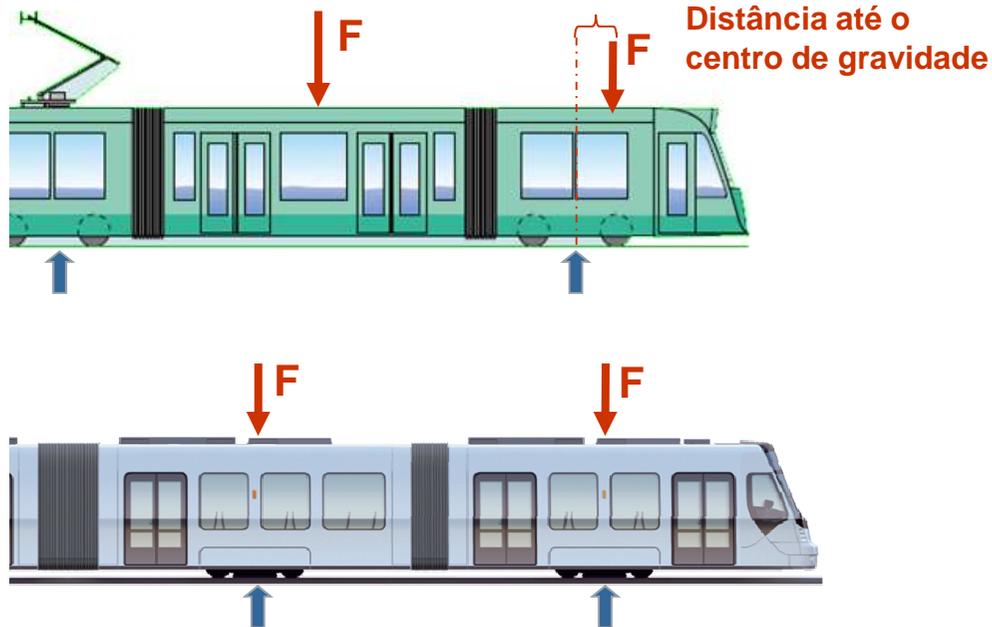
Eficiência e conforto – Mínimo desgaste das rodas e da via



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

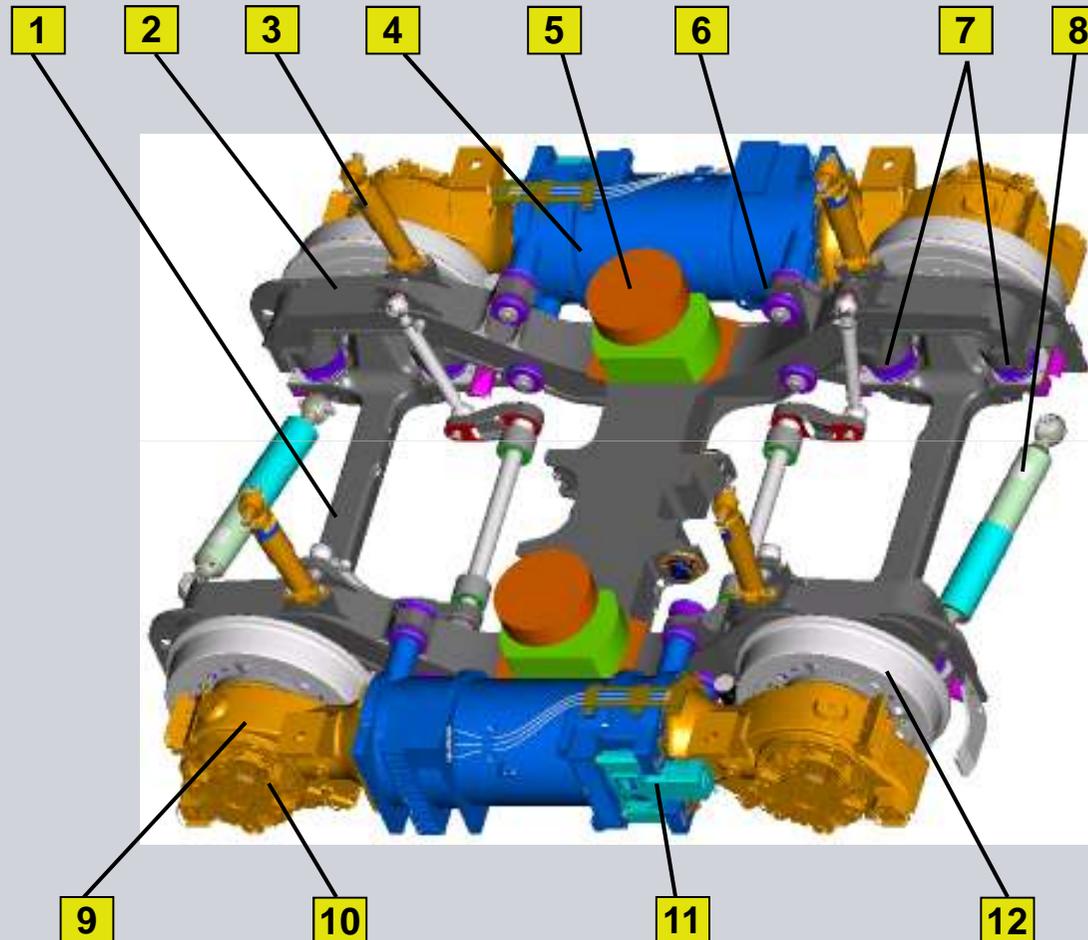
Truque

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

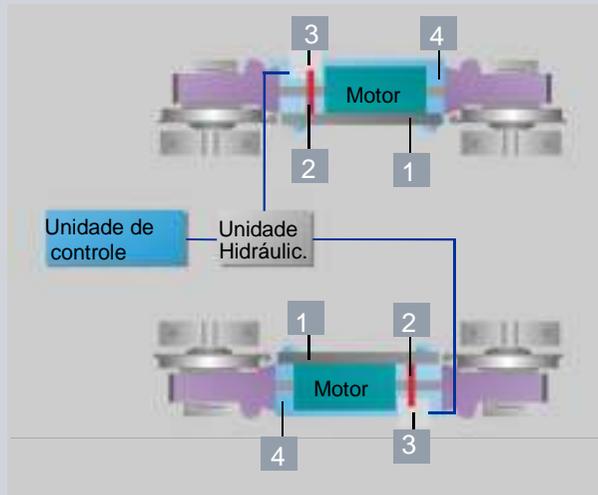
Truque motor



- 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

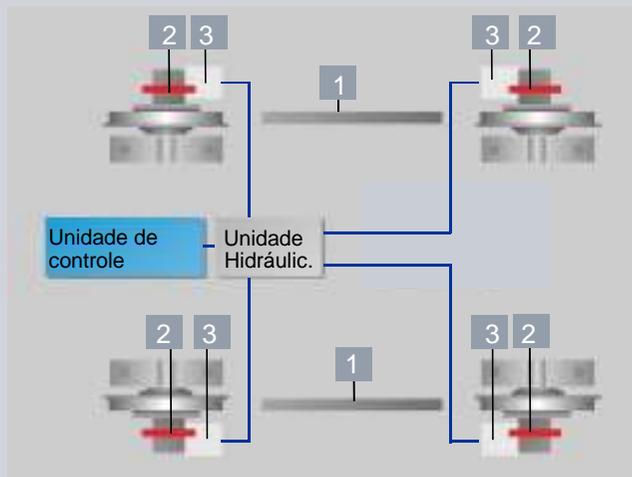
Com a inovação da suspensão secundária, o Avenio permite um giro do truque debaixo do carro de até 4,5 graus, reduzindo as forças laterais.

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

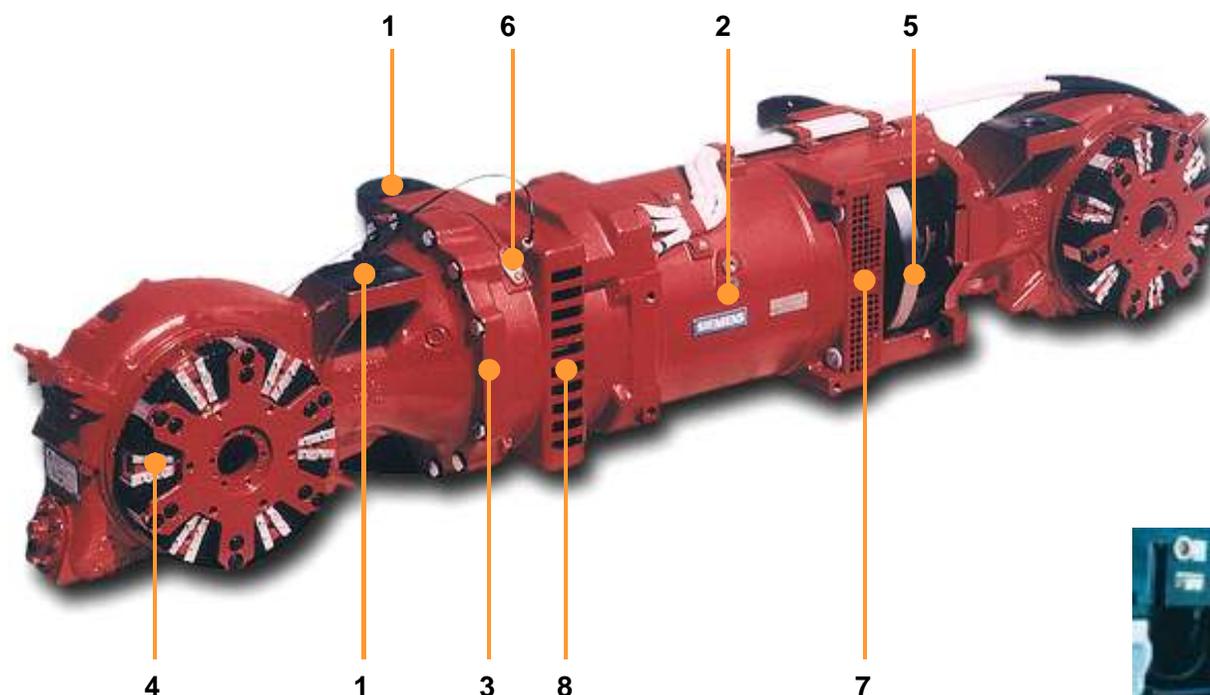
O Avenio é equipado com quatro sistemas de freio independentes:

- 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.

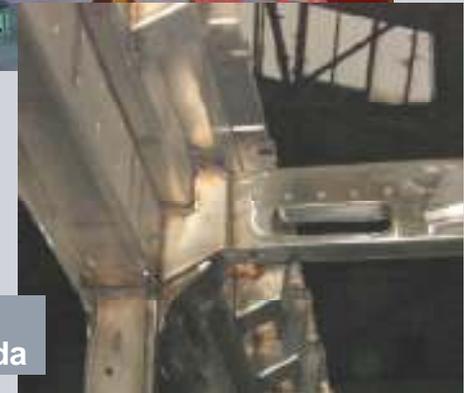
Estrutura do Avenio Segurança em primeiro lugar

- 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

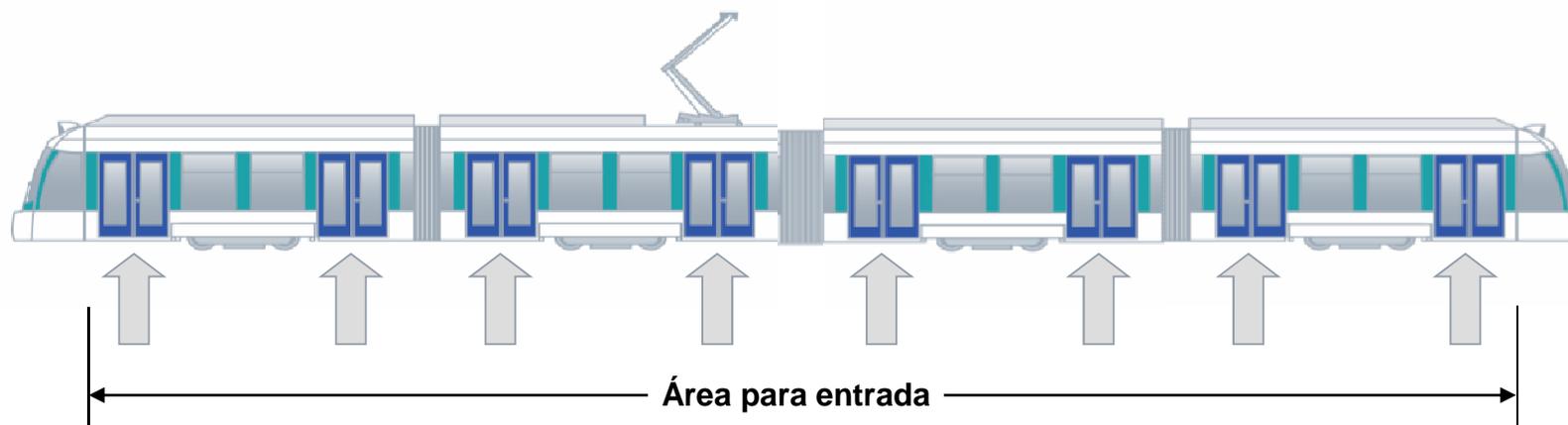
Reduzido tempo de embarque e desembarque - menor tempo de viagem

O melhor em tecnologia e experiência

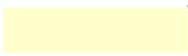
O mais moderno VLT do mundo

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.

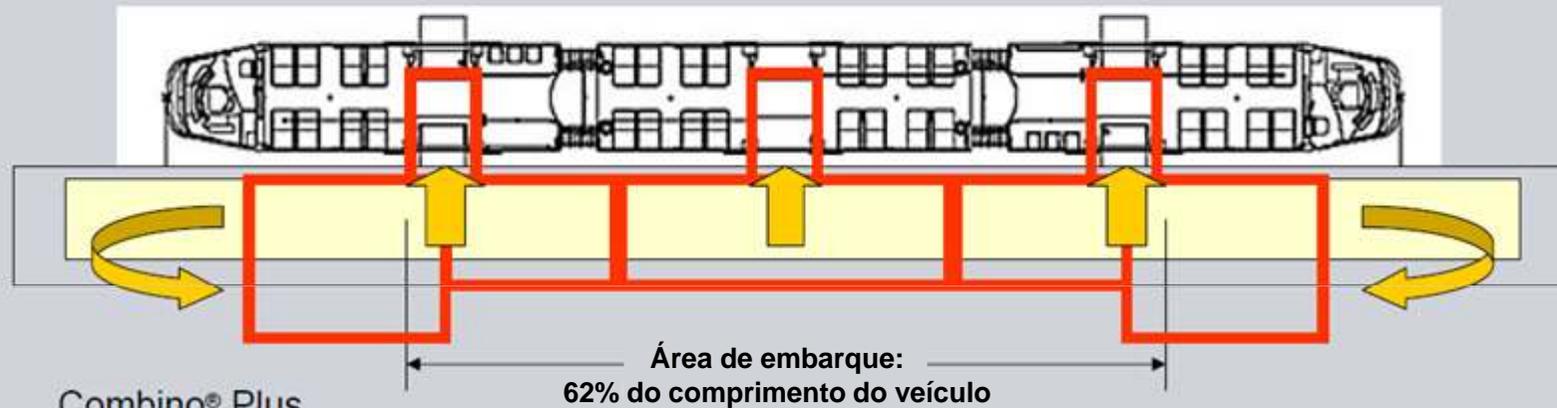


Mais portas, mais conforto
Fácil acesso – portas bi-partidas.

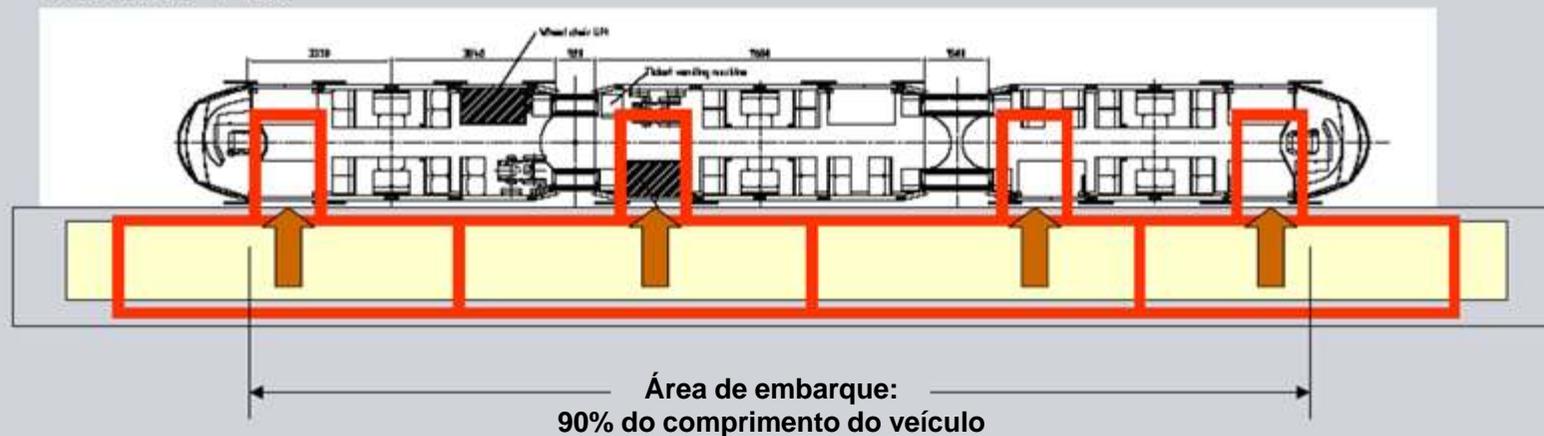
Distribuição dos passageiros na plataforma: 

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

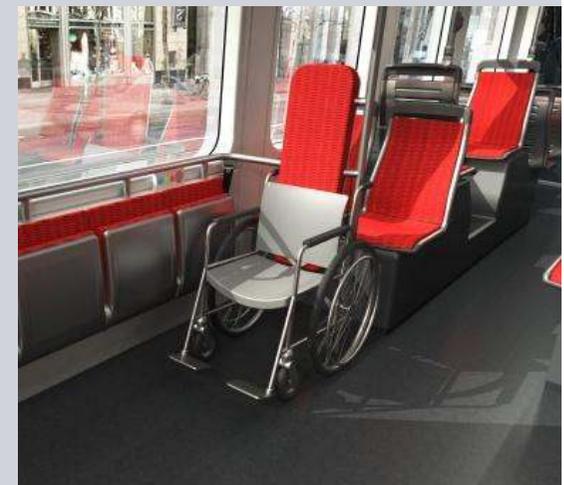
Avenio – Design interior funcional e atraente



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

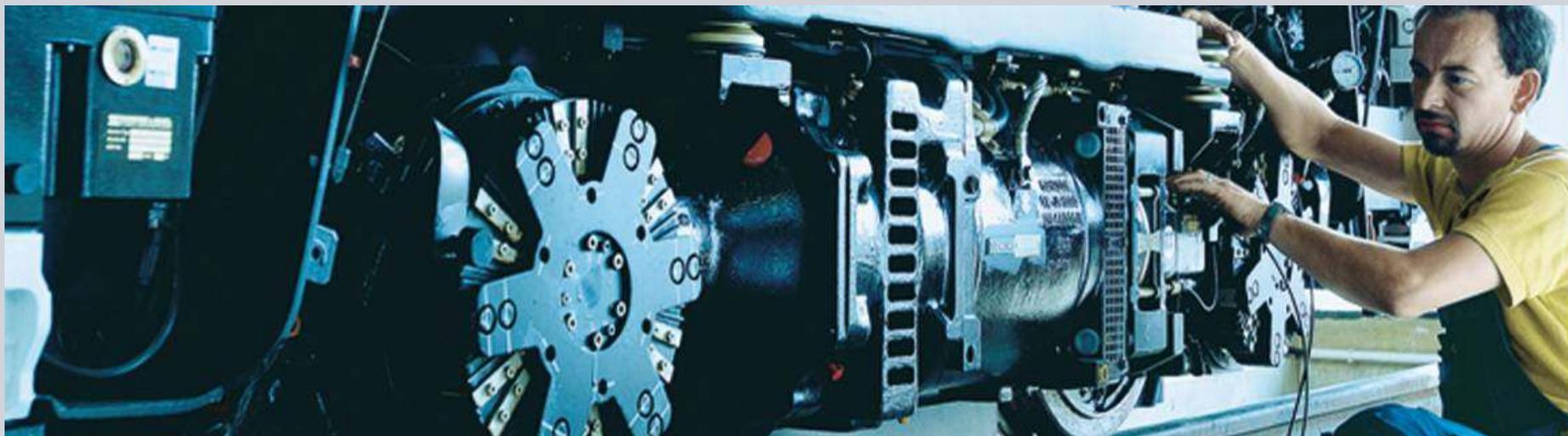
Nossa definição de flexibilidade

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



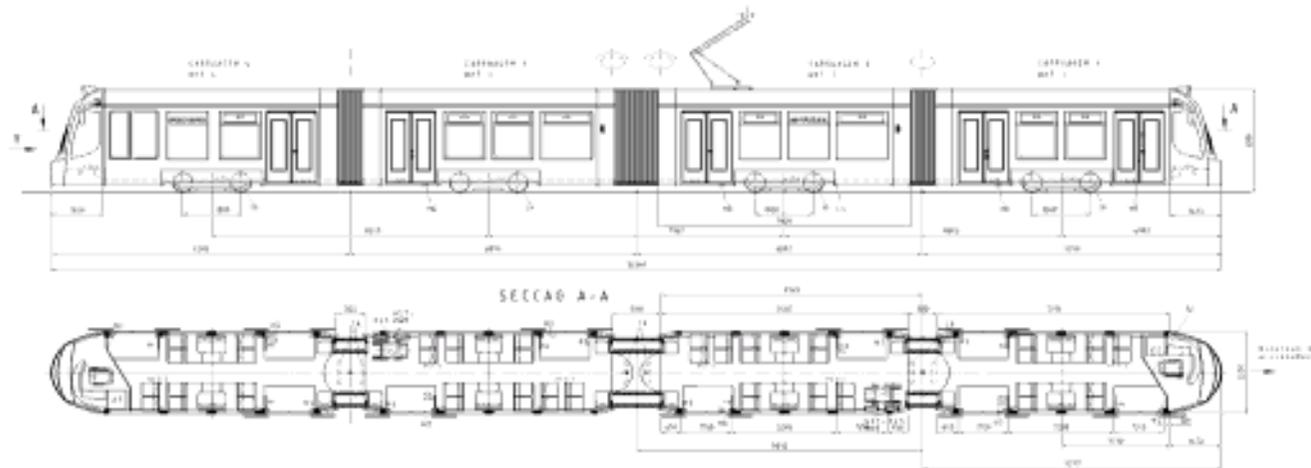
→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

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



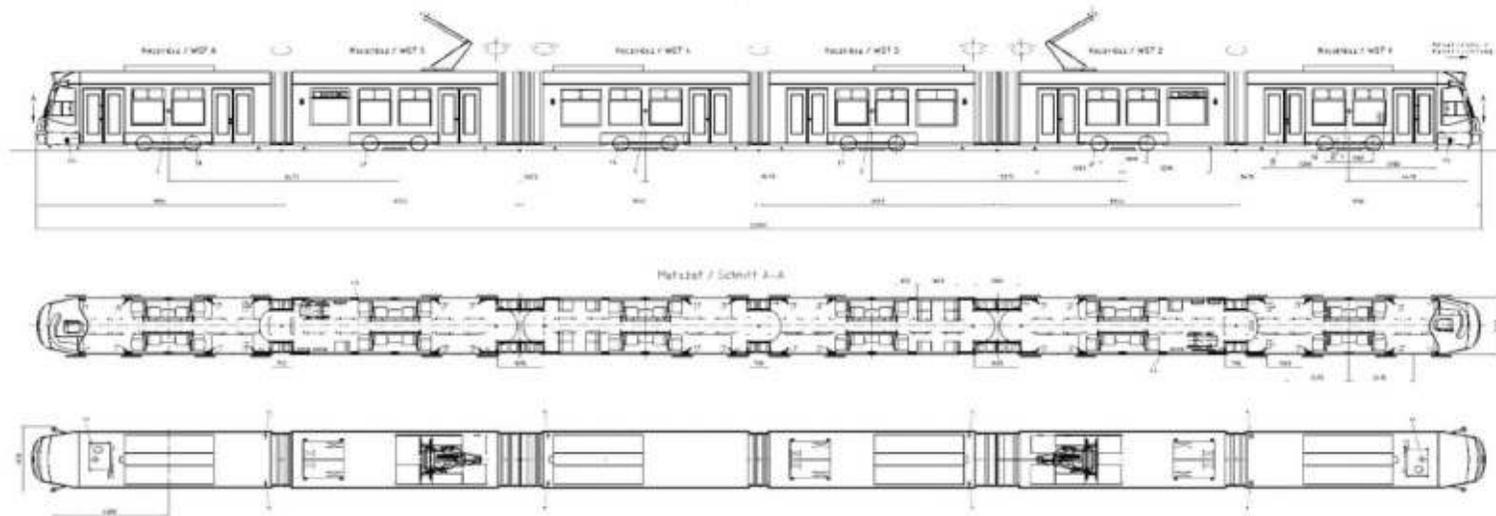
→ Introdução → História → Combino Classic → **Avenio** → Nossa Missão

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.

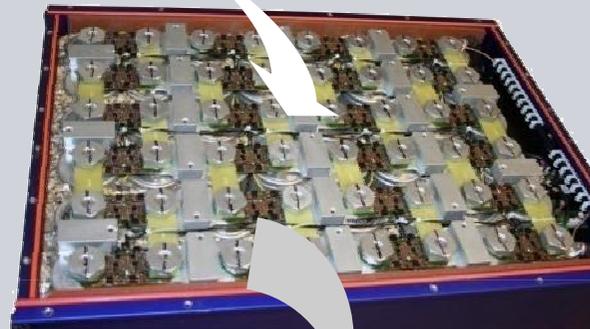
O Sistema NVC já está em operação no Avenio Lisboa!



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



Capacitores (DLC)



Conjunto com dissipador de calor

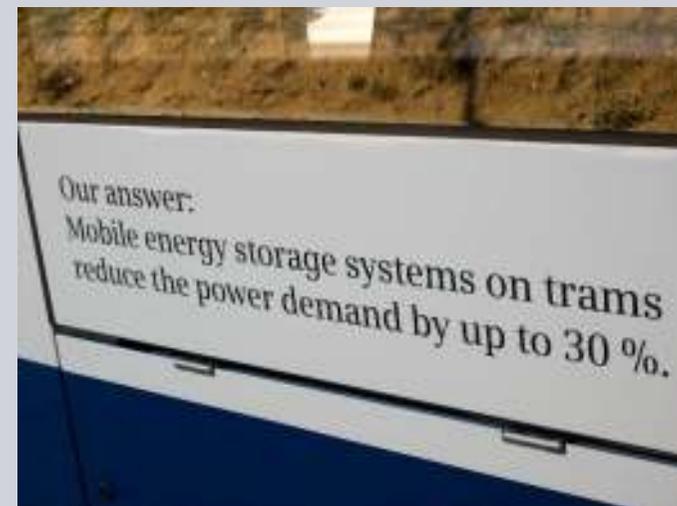


Aparência final – Unidade Móvel

- 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:

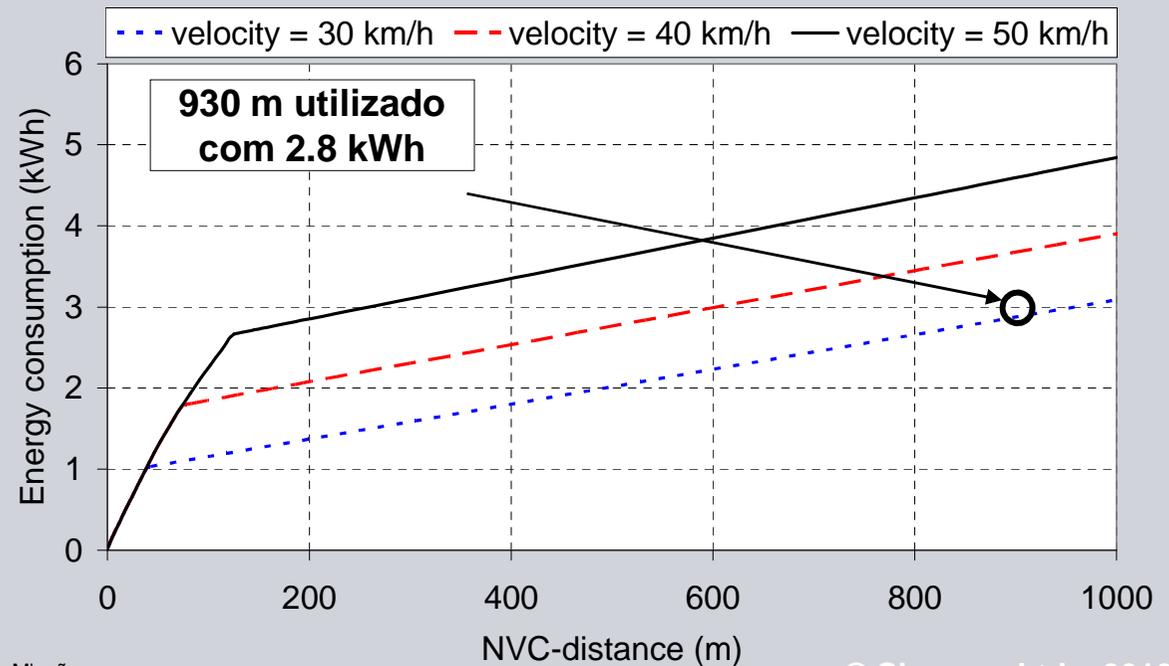
- Economia de energia ~10,8% em 24.000 Km.
- Disponibilidade de 99,998%

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**