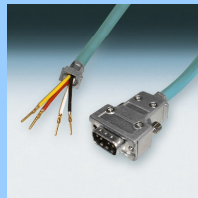




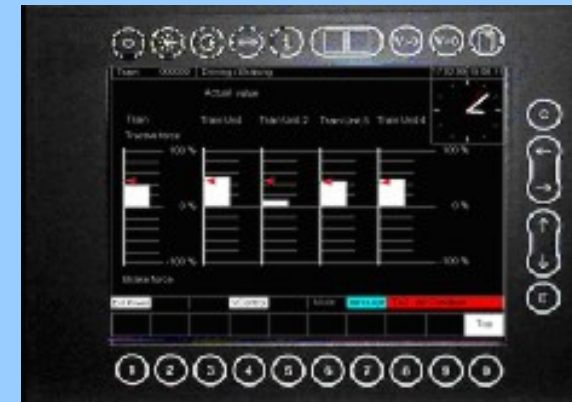
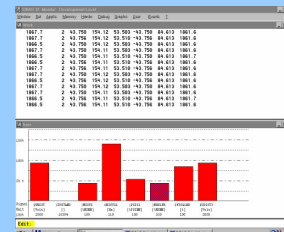
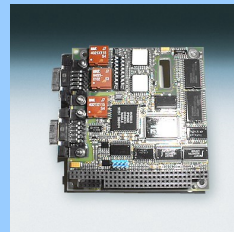
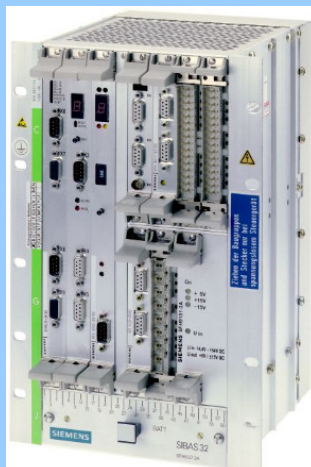
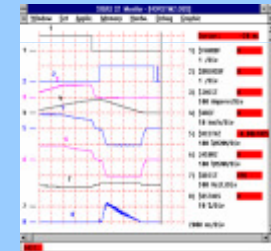
## Sistemas de controle e monitoração de trens



**TCN – Train control Network**

**WTB – Wire Train Bus**

**MVB - Multifunction Vehicle Bus**





## ***Sistemas de controle e monitoração de trens***

1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas



## *Sistemas de controle e monitoração de trens*

### 1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas

- ✓ Rede digital de dados para sistemas embarcados
- ✓ Realizada com um mínimo de hardware e fiação
- ✓ Com muitas e diversas ferramentas de software
- ✓ Compatível com diversos fabricantes de equipamentos
- ✓ Sistema baseado em protocolo aberto (não proprietário)



Semana de Tecnologia Metroviária

SIEMENS

## **Sistemas de controle e monitoração de trens**

1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas

Transportation Systems  
Material Rodante



## Sistemas de controle e monitoração de trens

A Siemens dispõe de **dois conceitos** padronizados na família **M.M.M** para realizar o controle e monitoração do trem

- Sistemas para o Controle e Monitoração **sem** bus serial  
Usado em trens com configuração fixa

**Horário de ~~pico~~**



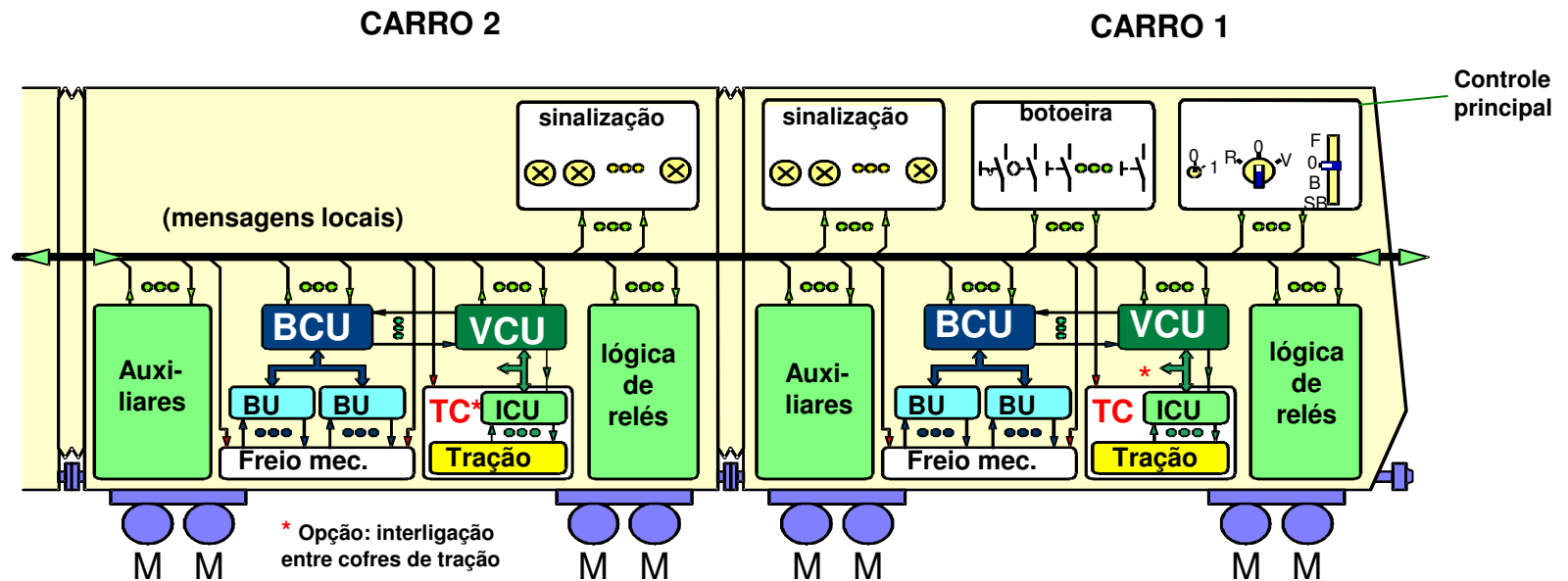
- Sistemas para o Controle e Monitoração **com** bus serial  
Usado em trens com configuração variável



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 1 - sem *data bus serial* e trem em *configuração fixa*

Todas as cabeceiras dos carros intermediários podem ser executadas sem cabines



Estrutura simples com conexões diretas

Sistema de Freio  
Sistema de Tração  
Nível básico

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 1 - sem *data bus serial* e trem em *configuração fixa*

#### Principais vantagens

- Transmissão direta de sinais entre equipamentos através de *linhas individuais*
- Transmissão de sinais entre o controle do trem com equipamentos através de *linhas individuais*
- Transmissão de sinais dentro do sistema através de um *data bus local* (tração, freio, ...)
- Processamento dos sinais através de uma *lógica de relés* (controle central e monitoramento de sinais)

## Sistemas de controle e monitoração de trens

Aplicação 1 - sem **data bus serial** e trem em **configuração fixa**

### Desvantagens do uso deste conceito

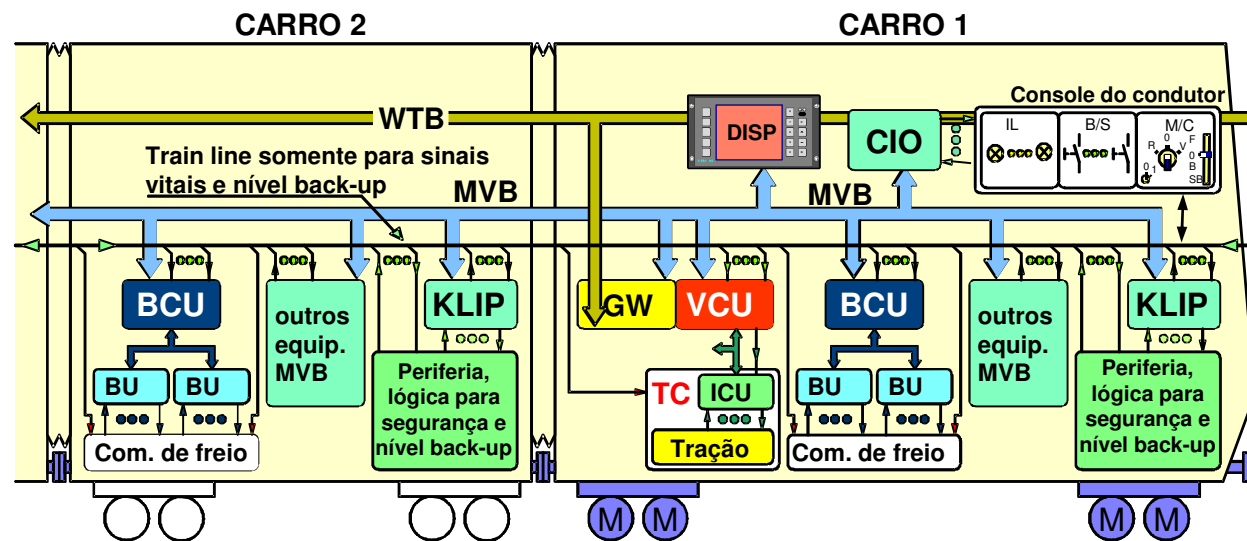
- Sem nível de back-up
- Indicação de estados e falhas somente através de lâmpadas em painéis ou displays pré-programados
- Acesso à memória dos equipamentos: apenas local, individualmente por sistemas



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 2 - com *data bus serial em configuração variável*

Típicamente TUEs de 2 ou 3 carros – outras configurações são possíveis



Sistema de Freio  
Sistema de Tração  
Nível básico

Train line local do TUE - MVB  
Segundo nível

Train line da composição - WTB  
Terceiro nível

A ligação física entre o WTB e o MVB é redundante

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 2 - com *data bus serial* em *configuração variável*

Controle eletrônico abrangente  
com poucas linhas individuais

#### Principais vantagens

- Transmissão dos sinais de controle e diagnose do TUE pelo bus TCN
- Transmissão dos sinais entre equipamentos individuais pelo SIBAS KLIP e MVB
- Processamento de sinais (funções de monitoramento e controle) do TUE pela unidade central de controle (“Master-VCU”)

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 2 - com *data bus serial* em *configuração variável*

Controle eletrônico abrangente  
com poucas linhas individuais

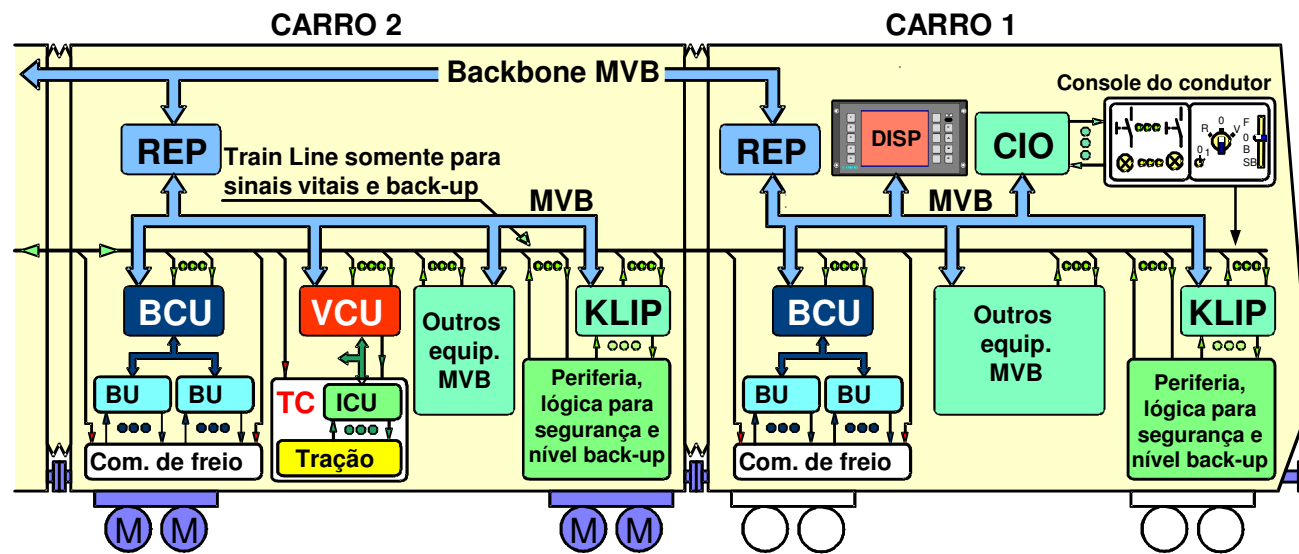
#### Principais vantagens

- Linhas individuais para funções vitais e nível de back-up
- Indicação de estados através de um display ou lâmpadas indicativas no painel do condutor
- Diagnose possível a nível local, nos equipamentos, bem como de maneira centralizada, na unidade central de controle (“Master-VCU”)

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 3 - com **bus serial em configuração fixa**

TUEs típicos com configuração fixa de carros (de 2 a 12), que não é alterada durante a operação. Outras variantes de motorização são possíveis.



Sistema de Freio

Sistema de Tração

Nível básico

Train line local do TUE - MVB

Segundo nível

Train line da composição – Backbone MVB

Terceiro nível

As conexões entre o MVB e o Backbone MVB são redundantes

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Aplicação 3 - com *bus serial em configuração fixa*

#### Principais vantagens

- Transmissão de sinais do TUE e/ou da composição através do *bus serial MVB* e do *Backbone MVB*
- *Transmissão direta* dos sinais do trem é possível *entre todos os subsistemas* do veículo Não são necessários gateways.
- Todas as características de construção e funcionamento são análogas ao conceito de controle do trem com plena redundância ou semi-redundância



Semana de Tecnologia Metroviária

SIEMENS

## **Sistemas de controle e monitoração de trens**

1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas

Transportation Systems  
Material Rodante



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Exemplos de aplicação e Referências



é um conceito para veículos de Metrô – Heavy Rail

Exemplos:



#### ■ BTS Bangkok:

- **sem** sistema de data bus serial para o controle do trem
- configuração do trem **variável** (MC-T-MC)



#### ■ Metro Viena, série V:

- **com** sistema de data bus serial para o controle do trem
- configuração do trem **fixa** (TC-M-M-M-M-TC)



SIEMENS

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Exemplos de aplicação e Referências



Os conceitos de controle de trem e monitoração de equipamentos embarcados se baseiam em **muitos anos** de experiência no desenvolvimento de sistemas para veículos metro-ferroviários

- Veículos Leves sobre Trilhos (Bondes, Pré-metrôs e Trens Regionais)
- Veículo tipo Heavy Rail (Metrôs)
- Trens Metropolitanos
- Trens de longo percurso e de alta velocidade (ICE 3)
- Locomotivas

Transportation Systems  
Material Rodante





## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Exemplos de aplicação e Referências

#### Veículos Leves sobre Trilhos – *Light Rail*

Ano de fornecimento	Tipo	País	Unidades	Tipo de Data bus
1994-1995	Light Rail Braunschweig Low-Floor	Alemanha	12	DIN
1994-1999	Light Rail Vienna ULF	Áustria	152	DIN
1995	Light Rail Copenhagen	Dinamarca	240	DIN
1997	ÜSTRA Series 2000	Alemanha	144	DIN
1998-1999	Light Rail Stuttgart S-DT 8.10	Alemanha	23	TCN
1996-2000	Light Rail Low-Floor Combino	Alemanha	75	DIN
1999	Combino NF 100 Hiroshima	Japão	4	DIN
2001	Combino NF 100 Amsterdam	Holanda	95	TCN
2002	Combino NF 100 Melbourne	Austrália	59	TCN

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Exemplos de aplicação e Referências

#### Veículos de Metrô – Heavy Rail

Ano de fornecimento	Tipo	País	Unidades	Tipo de Data bus
1993	Metro Nuremberg DT 2	Alemanha	25	DIN
1995	Taegu Subway Line 1	Coreia	80	DIN
1997	Metro Guangzhou Line 1	China	40	DIN
1998-1999	Shanghai Metro Line II	China	70	DIN
2000	Metro Prague	Tchecoslovaquia	22	TCN
1998-2001	Tren Urbano, Puerto Rico	USA	32	TCN
2000	ISAP-III, Athens	Grécia	14(40)	TCN
2000	Metro Vienna, V-Series (Prototype)	Áustria	1(60)	TCN*
2001	Metro Munich, C.1	Alemanha	2(10)	TCN*

\* - apenas MVB (Comunicação através de Backbone MVB)

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Exemplos de aplicação e Referências

#### Trens Metropolitanos, Longa distância e Alta Velocidade

Ano de fornecimento	Tipo	País	Unidades	Tipo de Data bus
1998-1999	DB VT 642	Alemanha	151	TCN
1998-2000	CP Pendoluso	Portugal	10	TCN
2000	Slovenian EMG 312	Eslovênia	30	TCN
2000	Sao Paulo CPTM	Brasil	10	TCN
2001	Airport Link Kuala Lumpur	Malásia	8	TCN
1995-1997	DB ICE 2	Alemanha	48	DIN
1997-1999	DB ICE 3 Single-System	Alemanha	37	TCN
1998-1999	DB ICE-T	Alemanha	43	TCN
1996/98	DB ICE-TD	Alemanha	20	TCN

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Exemplos de aplicação e Referências

#### Locomotivas

Ano de fabricação	Tipo	País	Unidades	Tipo de Data bus
1995	ÖBB 1012	Áustria	3	DIN
1996	152 Freight Train for DB	Alemanha	195	TCN
1998	ÖBB 1016	Áustria	50	TCN
1998-2000	ÖBB 1116	Áustria	350	TCN
1998-2000	EG 3100	Dinamarca	13	TCN
1998-2000	BR 189	Alemanha	100	TCN



## **Sistemas de controle e monitoração de trens**

1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### SIBAS 32 - Hardware

O SIBAS 32 é um sistema modular para uso embarcado

- Controle e monitoração da tração (funções locais para tração e frenagem)
- Controle e monitoração do trem ou composição (funções centrais de controle e monitoração)
- Diagnose local e central do próprio equipamento bem como dos demais equipamentos ligados no bus de dados



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### SIBAS 32 - Hardware

#### Aplicação em metrô

Uma unidade SIBAS 32 Vehicle Control Unit – VCU

– para cada carro MC para:

- Monitoração do controle de tração (local)
- Monitoração do trem/composição (central)
- Funções de diagnóstico (local e central)

Para todas as funções centrais do trem/composição um dos VCUs do veículo é o “Master-VCU”. O(s) outro(s) se tornam “Slave-VCU”.

O “Slave VCU” pode assumir as funções do “Master-VCU”. imediatamente am caso de falha (redundância tipo *hot stand-by*).



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### História do desenvolvimento do SIBAS 32

1983

Introdução do SIBAS 16 no mercado

SIBAS 16 é um sistema baseado em um microprocessador de 16 bits

Mais de 9000 sistemas foram fornecidos e funcionam até hoje

1993

Siemens introduz a nova geração baseada em 32 bits, o SIBAS 32

- Aumenta o pacote de ferramentas para desenvolvimento (SIBAS G)
- O software de projetos apresenta-se modularizado
- Software de comissionamento confortável (SIBAS Monitor)
- Ferramenta de Software para apoio à manutenção (SIBAS Expert 2)

Mais de 3000 sistemas já estão operando e continuam os pedidos em todo o mundo

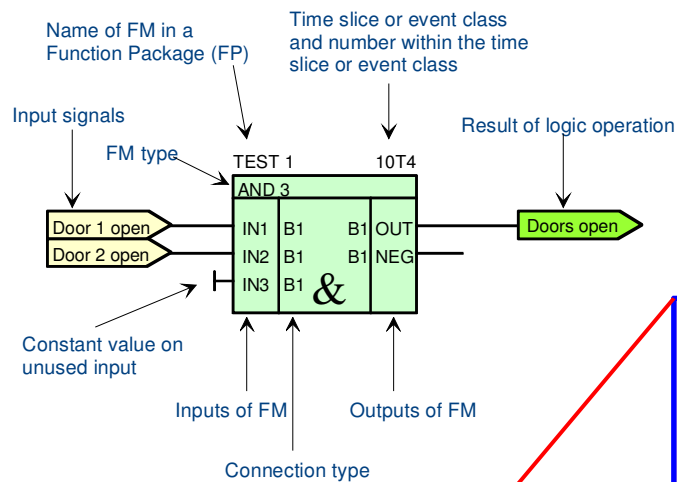
“**Estado da arte**” – a conexão de bus no padrão TCN está incluída no SIBAS e se expande rapidamente no setor metro-ferroviário



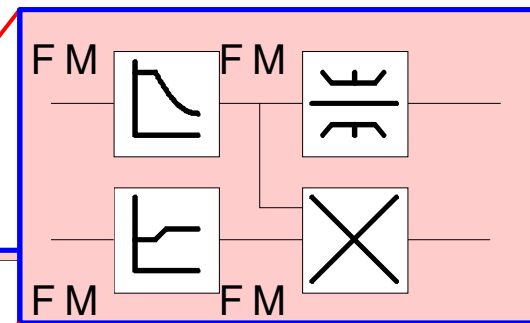
# Sistemas de controle e monitoração de trens

## SIBAS 32 – Ferramentas de projeto – SIBAS G

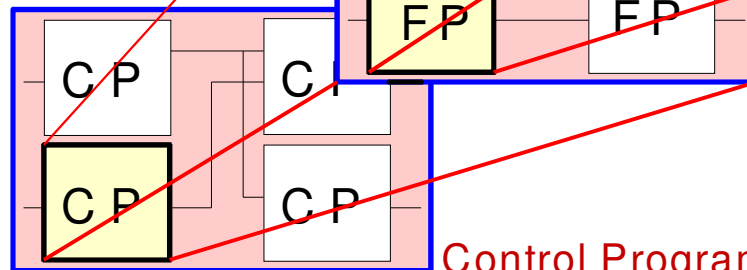
Transportation Systems  
Material Rodante



Function Modules (FM)



Exemplo de um módulo de Função



Function Groups (FG)  
Grupo de funções

Function Packages (FP)  
Pacote de funções

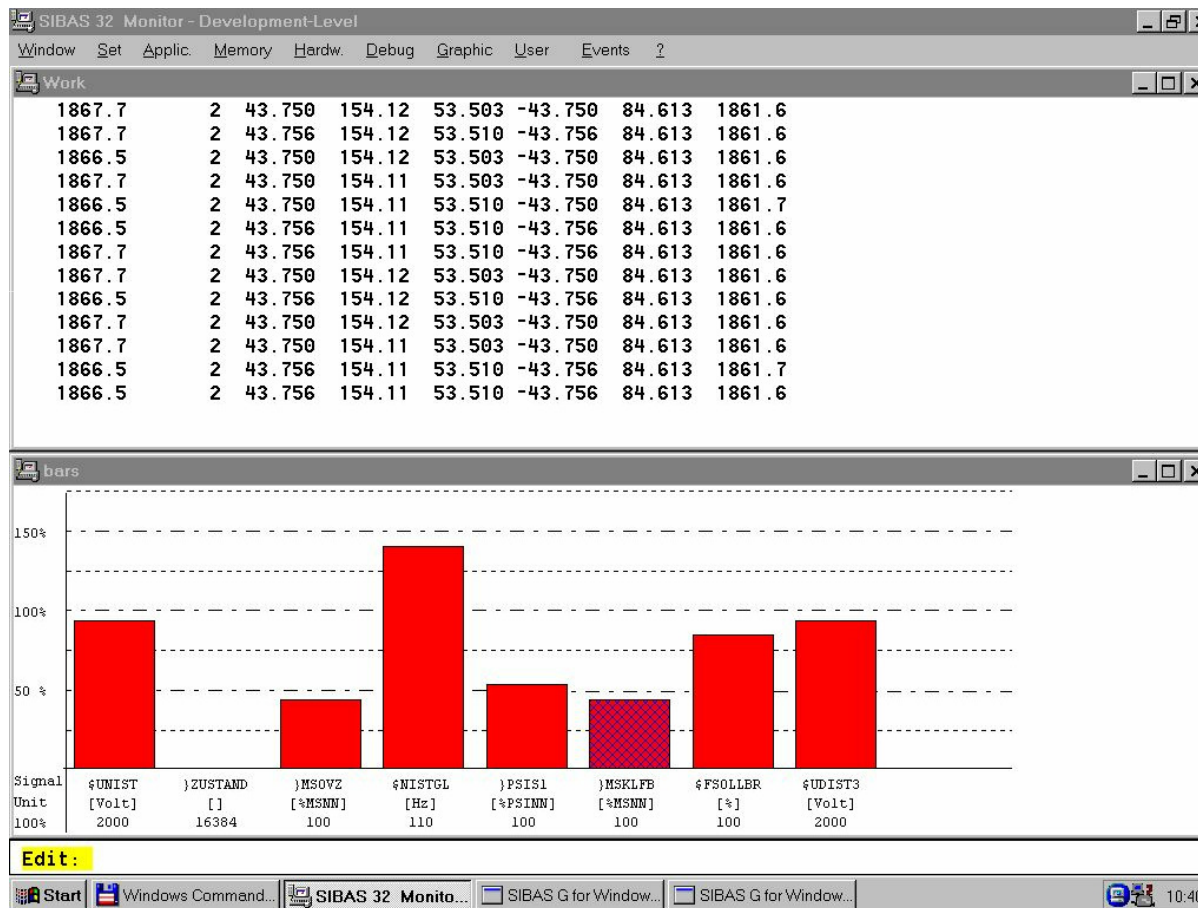
Control Programs (CP)  
Programa de funções

Estrutura hierárquica do SIBAS G

# Sistemas de controle e monitoração de trens

## SIBAS 32 – Ferramentas de comissionamento – SIBAS Monitor

Transportation Systems  
Material Rodante



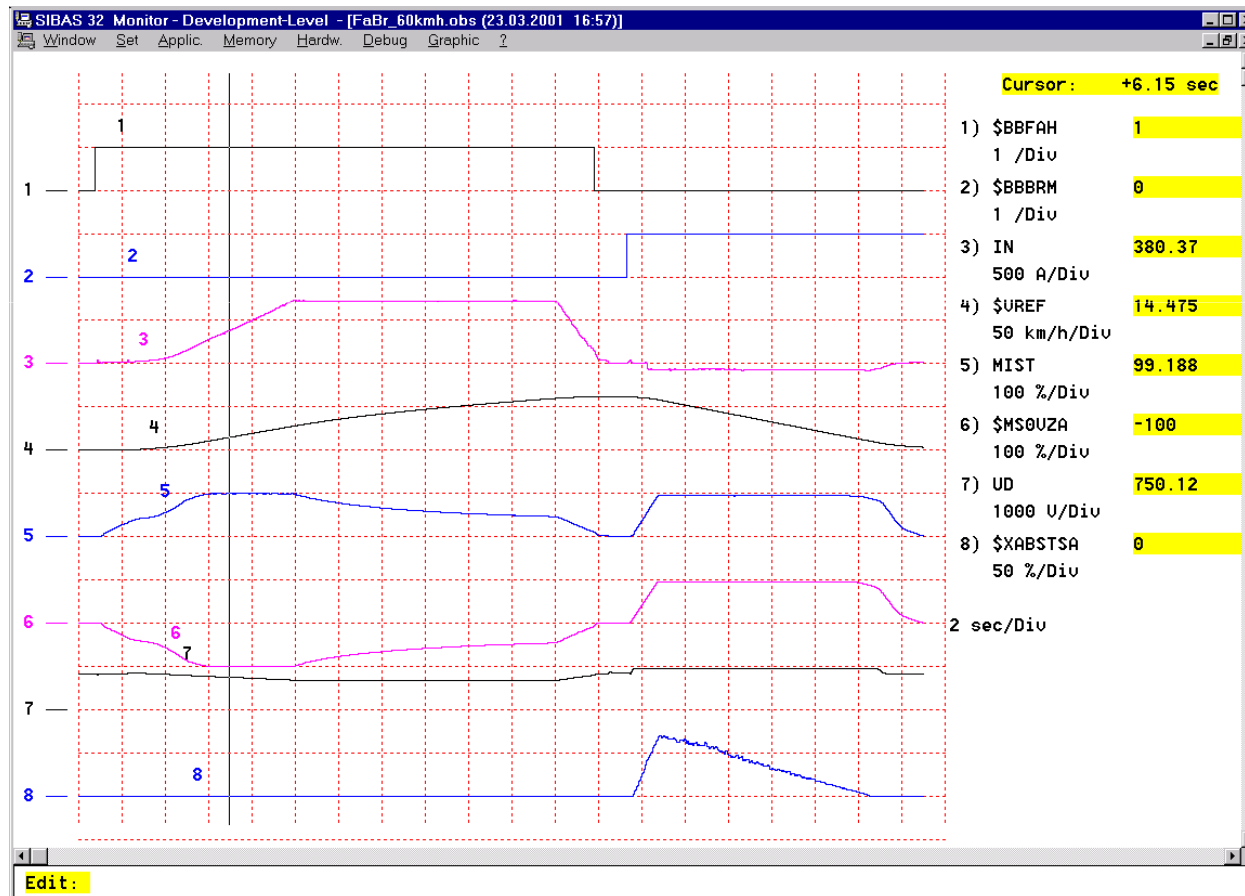
Monitoração  
numérica  
Tabela de  
valores atuais

Monitoração  
gráfica  
Diagrama  
de barras

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### SIBAS 32 – Ferramentas de comissionamento – SIBAS Monitor

Transportation Systems  
Material Rodante



Acompanha-  
mento gráfico  
de estados  
“Oscilógrafo”



## **Sistemas de controle e monitoração de trens**

1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Train Communication Network (TCN)

$$\text{TCN} = \text{MVB} + \text{WTB} \text{ (IEC 61375, IEEE 1473-T)}$$

#### MVB - Multifunction Vehicle Bus (duas linhas de redundância):

- Comunicação entre subsistemas dentro do mesmo carro
- Comunicação entre subsistemas dentro do mesmo TUE (ex. MC-T-MC)
- Comunicação entre subsistemas dentro da mesma composição (apenas em configuração **fixa**)

#### WTB - Wire Train Bus (duas linhas de redundância)

- Comunicação entre subsistemas dentro da mesma composição (configuração **variável**)

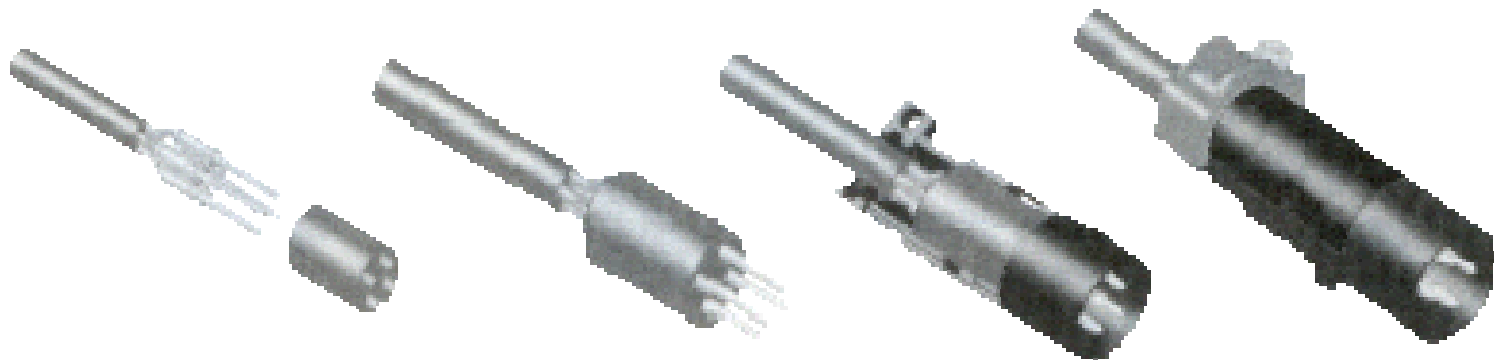
A troca de dados entre MVB e WTB se dá no Gateway TCN, localizado no VCU (SIBAS)



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### MVB – cabos e conectores

- São utilizados dois pares para a linha A e a linha B, 0.5 mm<sup>2</sup>, par cruzado com isolamento de espuma de polietileno, fita de blindagem, cobre estanhado e camada anti-chama livre de halogênio
- Conectores para interface MVB: **SUB-D**
- Conectores entre containers e em jumpers (entre carros do TUE): **Quintax**



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### **WTB – cabos e conectores**

#### **WTB - Wire Train Bus**

- São utilizados dois pares para a linha A e a linha B, 0.73 mm<sup>2</sup>, par cruzado com isolamento de espuma de polietileno, fita de blindagem, cobre estanhado e camada anti-chama livre de halogênio
- Conexão com o Gateway TCN: **SUB-D**
- Conectores entre containers e em jumpers (entre carros do TUE): **Quintax**
- Engate (automático) dos TUE: **pin - sleeve contacts** (banhados a ouro)



## **Sistemas de controle e monitoração de trens**

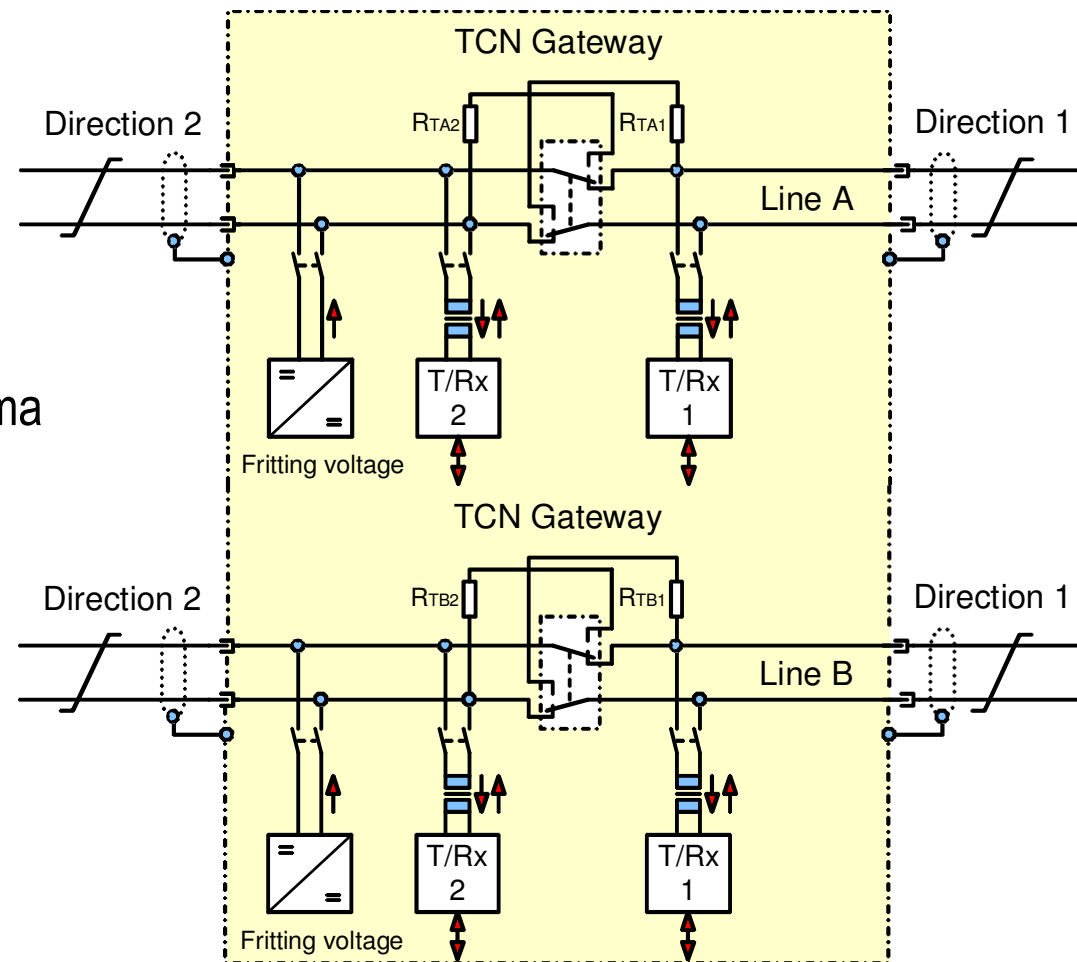
1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### WTB – Transmissão dos sinais

Os sinais WTB são transmitidos sobre uma “Tensão imposta”

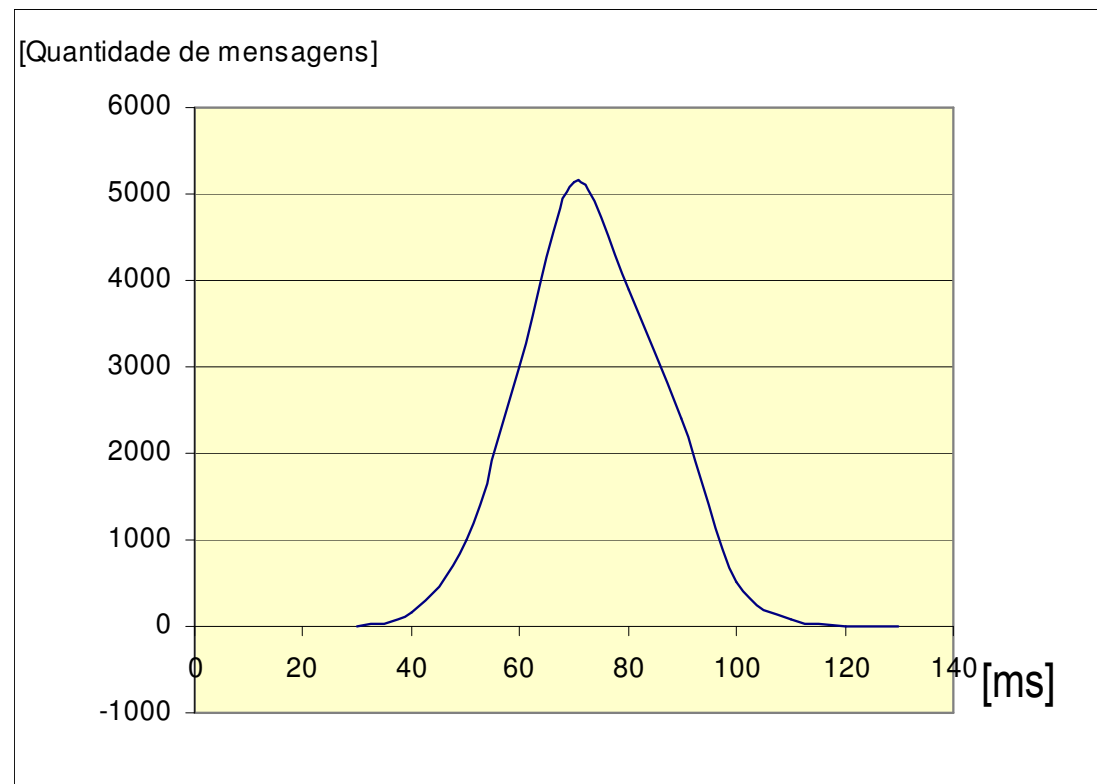


## Sistemas de controle e monitoração de trens

### TCN – Atrasos na transmissão

Transmissão de um sinal – exemplo de caminho:

VCU 1 ⇒ MVB ⇒ TCN GW 1 ⇒ WTB ⇒ TCN GW 2 ⇒ MVB ⇒ VCU 2



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Engate automático – acoplamento elétrico do Train Line

- A comunicação de dados entre TUEs – controle e monitoração – é realizada através do bus WTB e uma pequena quantidade de linhas vitais (segurança e back-up).
- Todos os sinais transmitidos pelos Train Lines também são transmitidas via TCN (redundância, diagnóstico de elementos convencionais)

#### Sinais de segurança

- Loop de emergência (freio)
- Loop de portas (todas fechadas)
- Abertura de portas (direita/esquerda)

#### Outros sinais do Train Line

- Cabine ocupada
- Comandos de direção, tração e frenagem
- Funcionamento em nível Back-up
- Freio de estacionamento
- Controle de pantógrafos
- outros

#### Engate elétrico: 2 x 36 contatos

- 2 x 8 pinos – contatos tipo tulipa para: WTB, sinais de áudio, vídeo, reserva
- 2 x 28 contatos a pressão de molas para energia, relés etc.



## **Sistemas de controle e monitoração de trens**

1. Conceitos da Siemens para redes de dados embarcadas
2. Dois conceitos para train lines  
Três aplicações  
Exemplos e referências
3. Equipamentos  
SIBAS – Hardware e Software  
SIBAS como VCU – Unidade de controle do veículo
4. Transmissão de dados  
TCN Rede de comunicação embarcada  
MVB Rede de comunicação do trem  
WTB Rede de comunicação da composição  
Transmissão dos dados a bordo e entre TUEs  
Detecção de falhas

## Sistemas de controle e monitoração de trens

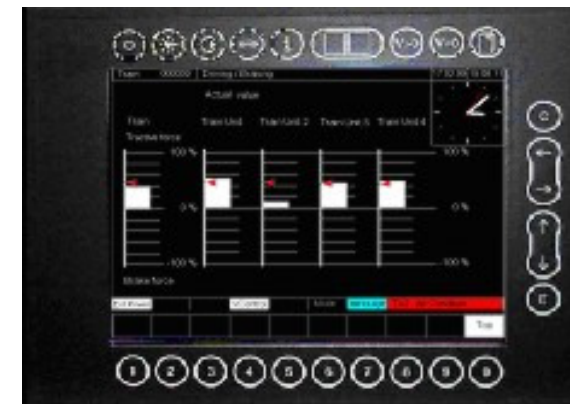
### Deteção de falhas

- Todos os sistemas microprocessados têm sua memória e seus próprios sistemas de diagnose
- Os subsistemas conectados no MVB transmitem informações ao VCU para processamento e armazenamento de dados de diagnose e para visualização no display:
  - ▽ Informações sobre o estado
  - ▽ Classificação de falhas (simples, média, grave, nível "n", etc...)
  - ▽ Detalhes de contexto
- As saídas digitais que não estão no MVB são conectadas às entradas do SIBAS-KLIP que as retransmitirá ao "Master VCU" para processamento, armazenagem e preparação dos dados para exibição no display.

## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Indicação de falhas em operação – console do condutor

- Uma pequena quantidade de LEDs ou lâmpadas indicativas está situada no console do condutor. Indica o estado dos sistemas mais importantes (por exemplo todas as portas fechadas, classificação de falhas...)
- O display do condutor indica, no modo operação:
  - ∇ Informações de estado dos equipamentos (por ex. disj. extra-rápido, ...)
  - ∇ Informações sobre falhas de equipamentos com:
    - natureza da falha
    - localização (carro, sistema, etc. ...)
    - classificação da falha (A, B, C)
    - instruções ao condutor



## Sistemas de controle e monitoração de trens

### Indicação de falhas em manutenção – oficinas

- Todos os subsistemas possuem LED's de indicação de estado e falhas
- O display do condutor indica no modo manutenção:
  - ▽ Informações sobre estado dos componentes
  - ▽ Informações sobre falhas dos sistemas
  - ▽ Estatística de falhas
  - ▽ Registro de eventos
  - ▽ Indicação de estados individuais (por ex.. 50 sinais escolhidos)
- As memórias de cada sistema (incluindo o “Master VCU”) contém informações sobre falhas (atuais, antigas e história) e função de leitura via interface
- A ferramenta SIBAS Monitor possibilita a observação de sinais escolhidos (todos os sinais dos MVB e dos VCU's do TUE)



SIEMENS

Transportation Systems  
Material Rodante

Perguntas ?

Muito Obrigado por sua atenção

