



www.thalesgroup.com

# O Sistema CBTC e a Otimização dos Tempos de Implantação e dos Custos Operacionais

Dan Filip, Marcelo Pardal & Thomaz Aquino

## Lider mundial de sistemas de informação associados a missão crítica

### ◆ Três atividades principais:

- ◆ Aeroespacial e espacial
- ◆ Defesa e Segurança
- ◆ Transportes



**13 € bilhões de vendas**

### Um Grupo Mundial

67,000 funcionários em todo o mundo  
Presente em 56 países

- ◆ A Investigação e Desenvolvimento representa cerca de 20% da receita
- ◆ 22 500 investigadores de tecnologias de ponta
- ◆ 300 invenções por ano
- ◆ Mais de 15 000 patentes
- ◆ Mais de 30 acordos de cooperação com universidades e laboratórios públicos de investigação na Europa, Estados Unidos e Ásia



Copyright © Nobel Web AB 2007  
Photo: Hans Mehlin

THALES

## ◆ Presença

- Mundial - 35 anos de experiência, em mais de 25 países, com mais de 6800 pessoas em 9 Centros de Competência e 15 centros de Integração
- Adaptável e compatível com as normas internacionais e locais

## ◆ Posição no mercado

- N°1 em sinalização - Infraestrutura ETCS, para Linhas de Longo Percurso e Suburbanas, CBTC para Metrô, Monotrilhos e "People Movers" e Sinalização tipo VLT
- N°1 em CBTC
- N°1 Sistemas Integrados de Comunicações
- N°3 em Bilhetagem (especialista em sistemas multiregionais e multimodais)

## O que é o CBTC?

**É um Sistema de Sinalização**

- ◆ **totalmente automatizado**
- ◆ a prova de falhas
- ◆ baseado na tecnologia de blocos móveis
- ◆ **desenvolvido, pela Thales**
- ◆ **em operação há mais de 26 anos (Vancouver – 1986)**

# Principais Desafios

- ◆ Redução do intervalo entre trens,
- ◆ **Otimização dos investimentos e Tempos de Implantação**
- ◆ Flexibilidade (investimentos e operação)
- ◆ **Redução de custos operacionais**
- ◆ Ampliação do horário de operação comercial
- ◆ Insensibilidade a falhas humanas

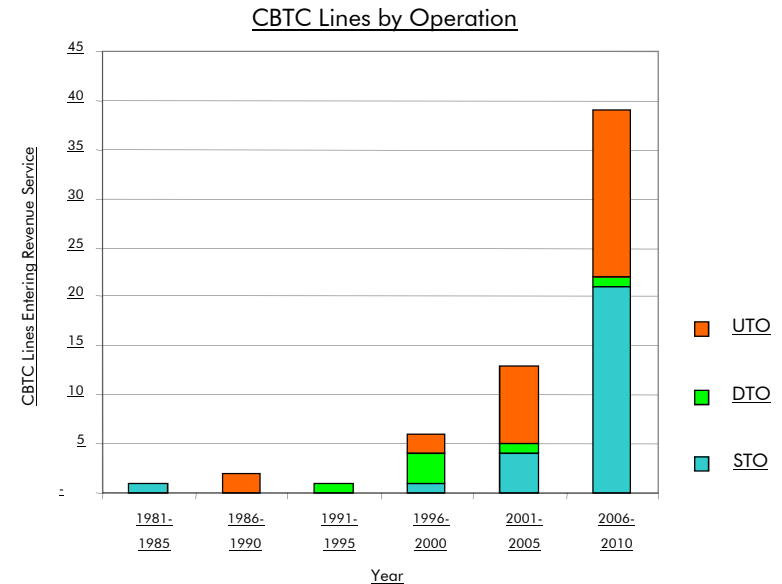
# Respostas com CBTC

- ◆ Permite intervalos entre trens de menos de 90 segundos,
- ◆ **Otimiza os tempos de implementação e os investimentos em obra civil, trens, subestações, via permanente, etc.**
- ◆ Dá maior flexibilidade (independente do tipo de trem)
- ◆ Dá resposta imediata a mudanças operacionais previstas e não previstas (incidentes)
- ◆ **Reduz os custos de operação e manutenção (energia, manutenção de via e veículos, pessoal)**
- ◆ Pode operar 24 horas por dia
- ◆ Não susceptível a falhas humanas (UTO)



- ◆ **Renovação de Linhas**  
24% selecionam a tecnologia CBTC driverless
- ◆ **Novas Linhas**  
  
(~100% selecionam CBTC)  
  
33% selecionam STO e  
67% selecionam DTO ou UTO
- ◆ **Linhas com CBTC**

de 200 km, em 2000 a 2000 km, em 2010



**Novos operadores preferem a tecnologia “driverless”**

**Operadores tradicionais estão migrando para a tecnologia “driverless”**



### CBTC IEEE - Definição (1474.1)

- ◆ **Localização do trem, com alta precisão e independentemente de circuitos de via**
- ◆ **Comunicação de dados, contínua e bi-direcional, entre o trem e o Centro de Controle Operacional**
- ◆ **Uso de processadores vitais nos equipamentos embarcados e não-embarcados**
- ◆ **Continuous Automatic Train Protection (ATP)**
- ◆ **Automatic Train Operation (ATO)**
- ◆ **Automatic Train Supervision (ATS)**

## CBTC - Princípios de Segurança

- ◆ A operação é baseada na distância de frenagem determinada pelas características do trem e as condições operacionais do momento (velocidade, rampa, condições meteorológicas, etc.)
- ◆ A distância de segurança do trem (“Bloco”) não está associada a segmentos / elementos fixos, na via (circuito de via)
- ◆ A distância de segurança é calculada a cada momento, tendo em conta os elementos acima mencionados
- ◆ Total compatibilização entre o movimento dos trens e as necessidades operacionais

# TECNOLOGIA DE BLOCO MÓVEL

BAIXOS CUSTOS OPERACIONAIS  
E DE MANUTENÇÃO

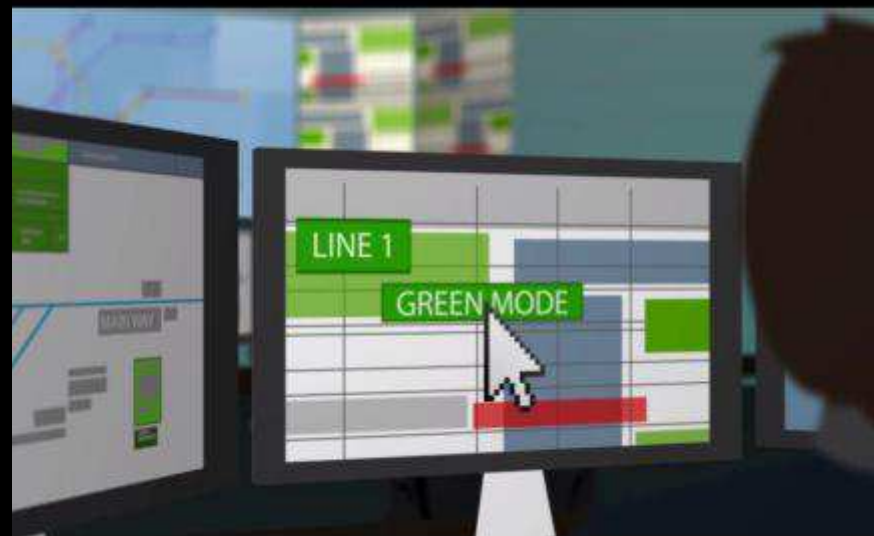


BAIXO CUSTO DE CAPITAL

Melhor uso do material rodante  
Estações menores com plataformas mais curtas

## COMUNICAÇÃO

COM CONTROLADORES DE ZONA E TRENS  
PARA OPERAÇÃO COM SEGURANÇA



SEGURANÇA

&

ECONOMIA

## SINCRONIZAÇÃO DA ACELERAÇÃO COM A FRENAGEM

MAIS ECONOMIA DE ENERGIA  
OTIMIZANDO A DENSIDADE DE TRÁFEGO  
E O AUMENTO DA CAPACIDADE COM CBTC





## STO - Semi-automatic Train Operation

Piloto na cabine

Controla a partida e atua em caso de incidentes

Possui estratégia de recuperação de falhas

## DTO - Driverless Train Operation

## UTO - Unmanned Train Operation



Hong Kong



London



Guangzhou



Ankara

**STO - Semi-automated Train Operation**

**DTO - Driverless Train Operation**

Staff a bordo (não conduz o trem)

**UTO - Unmanned Train Operation**



San Francisco



London



DLR

**STO - Semi-automated Train Operation**

**DTO - Driverless Train Operation**

**UTO - Unmanned Train Operation**



Las Vegas



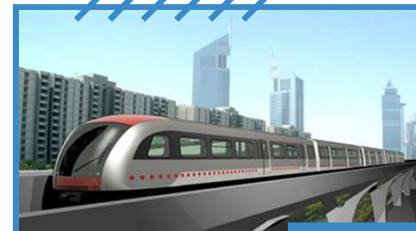
NY - JFK



Vancouver



Kuala Lumpur



Dubai



Kong Kong DRL



## THALES:

*Sólida reputação de entrega de projetos em Tempo e dentro do Orçamento*

- Instalação realizada em fases garantindo em uma primeira etapa a proteção automática dos trens
- Solução de sistema evolutível e adaptável a material rodante de diferentes características
- Menos equipamentos ao longo da via, concentrados nas estações, podendo-se iniciar instalação antes da conclusão das vias
- Contínua evolução Tecnológica



- Excelência nos processos e na Gestão dos Projetos
- Excelência Tecnológica
- Comprometimento com o Cronograma da Obra
- Melhoria contínua da Qualidade em todas as áreas
- Segurança em primeiro lugar





● **ATP NO PRAZO  
DE 15 MESES**

**CONCLUSÃO  
EM 24 MESES**

**METRÔ DE MECA**

*IMPLANTAÇÃO EM  
FASES*



● **CBTC COMPLETO PARA  
165 KM DE LINHA**

**INÍCIO DO PROJETO  
2006**

**CONCLUSÃO**

**JUBILEE EM 2009**

**NORTHERN EM 2011**

**METRÔ DE LONDRES**

*RESINALIZAÇÃO,  
PROCESSO GRADUAL  
DE MIGRAÇÃO*





- Tecnologia permite que mais dados vitais e não vitais trafeguem entre a via e o trem
- Controle de trem mais inteligente
- Melhor monitoramento do sistema
- Via mais limpa, Manutenção reduzida
- Foco na parametrização do sistema minimizando novos desenvolvimentos
- Todos os projetos possuem uma equipe local para interface com subcontratados e trabalho conjunto com o operador

# Business Case – Otimização da Infraestrutura

Capital Cost

Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

- ◆ **Plataformas mais curtas (estações menores) com trens mais frequentes e mais curtos**
  - MTR West Rail **economizou US\$ 384 milhões**, numa linha com 9 estações
- ◆ **Melhor aproveitamento da via existente evitando a construção de um novo túnel**
  - San Francisco MUNI não teve que construir um novo túnel, pois com a instalação do CBTC aumentou a capacidade do existente de 23 para 48 trens p/hora, **economizando US\$ 1.3 bilhões**



Kong Kong DRL



San Francisco

## Business Case – Otimização de Equipamento

Capital Cost

Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

- ◆ **Devido à confiabilidade intrínseca, o CBTC não necessita de sistema de reserva ("fallback")**
- ◆ **Menos equipamento ao longo da via devido a funções integradas no CCO e nos Trens**

Capital Cost

Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

Uma vez instalado, o CBTC permite a redução do intervalo entre trens até menos de 90 segundos, sem necessidade de instalação de equipamento de campo adicional

- **Kuala Lumpur PUTRA e Vancouver SkyTrain aumentaram a sua frota sem necessidade de investir em HW e SW do sistema de Sinalização**

A expansão do sistema não está atrelada ao tipo de trem

- **CBTC permite a operação simultânea de diferentes tipos de trens sobre a mesma linha. Vancouver SkyTrain opera 2 gerações diferentes de trens e San Francisco MUNI, 3 gerações**



## Business Case – Aumento da Capacidade

Capital Cost

Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

**Sistemas antigos podem ser modernizados sem necessidade de suspender a operação, aumentando a sua capacidade, através da implantação de CBTC**

- ◆ San Francisco MUNI
- ◆ London Underground é um dos maiores e mais antigos metrô do mundo. Thales SelTrac CBTC está sendo implantado através do maior contrato de Re-Sinalização do mundo:

- Jubilee (2009): 35 km, 63 trens
- Northern (2011): 57 km, 106 trens
- Piccadilly (2015): 71 km, 92 trens
- 20% de aumento de capacidade
- Plano de migração de forma a eliminar o impacto na operação



Capital Cost

Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

### **Perfis de operação Sincronização de partidas e chegadas (aceleração e desacelerações) direcionados à economia de energia e adaptados aos horários (pico, vale), tempos de percurso e dias da semana**

- ◆ No Metro de Istanbul um aumento de 4% no tempo de viagem significou uma redução de 20% no consumo de energia, o que implica numa economia anual de cerca de US\$ 1 milhão
- ◆ Hong Kong economiza US\$ 2 Milhões por ano, em energia, graças à instalação do sistema CBTC - UTO
- ◆ Vancouver SkyTrain: “O consumo de energia por pas.km é cerca da metade da média encontrada em outros sistemas similares, sem CBTC.” “BC Transit Fact Sheet – SkyTrain Performance”, Oct 1991: 95 pas.km/kW.h (Vancouver) x 54 pas.km/kW.h (Boston), o que implica em uma economia anual da ordem de US\$ 1,5 milhões

Capital Cost

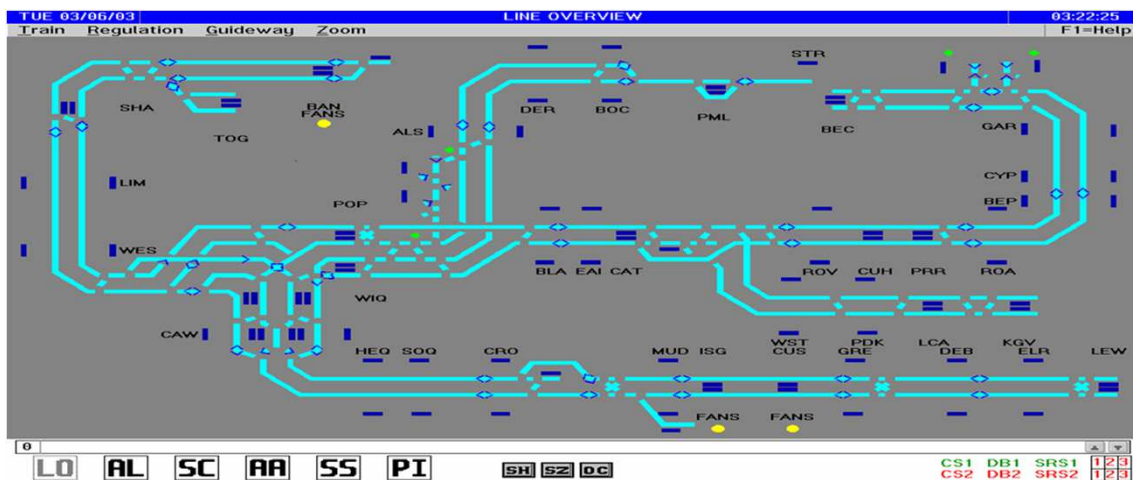
Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

## Gerenciamento automático de cruzamentos



## Recuperação assistida de incidentes

- ◆ Operação Bi-direcional, na mesma via
- ◆ Recuperação automática de desvios da programação diária

## Business Case – Pátio tipo Driverless

Capital Cost

Operating Cost

Capacity

Flexibility

Availability

- ◆ Roteamento automático
- ◆ Modo estacionamento com reinício automático
- ◆ **Preparação da frota em modo automático**
- ◆ **Minimização de deslocamentos no pátio**
- ◆ **Operação automatizada de acoplamento e desacoplamento de trens**
- ◆ Operação automática de lavagem



NY  
Kuala Lumpur



Vancouver

THALES

## 27 / CBTC - Passageiros por Empregado & Custo por Passageiro

### Passageiros por empregado e Custo Operacional por Passageiro

Fonte: APTA

#### SelTrac CBTC

- ◆ Comparação de sistemas similares: Vancouver (com CBTC – 122.000 pax/empregado) é 28% mais eficiente que Boston (sem CBTC – 96.000 pax/empregado), o que representa uma **economia anual de cerca de US\$ 10 milhões**
- ◆ Comparação de sistemas similares: Vancouver (com CBTC – US\$0,79/pax) é 42% mais barato que Boston (sem CBTC – US\$ 1,36/pax), o que representa uma **economia anual de cerca de US\$ 60 milhões**





- ◆ CBTC representa a oportunidade de **aumentar o desempenho e a segurança, com melhores custos totais** de ciclo de vida
- ◆ Driverless CBTC vai de encontro às necessidades de **aumentar a capacidade de transporte e reduzir os custos totais** de forma eficiente e segura
- ◆ CBTC é mais que uma tendência, sendo já uma **preferência mundial** em tecnologia de sinalização, para sistemas urbanos sobre trilhos/guiados

CBTC Blocos Móveis, da Thales oferece

- ◆ **Economia de infraestrutura (Capital e Tempo de Implementação)**
- ◆ **Fácil expansão da linha e da frota (características estáticas e dinâmicas)**
- ◆ **Menores custos de operação (energia e pessoal) e manutenção (material e mão-de-obra)**
- ◆ **Flexibilidade operacional (diferentes programas para diferentes situações)**
- ◆ **Alta confiabilidade e disponibilidade (elementos vitais em configuração 2 de 2 ou 2 de 3)**
- ◆ **Excelentes referências, no tocante à segurança**



## Uma experiência de mais de 25 anos

- 1º CBTC em operação comercial (Vancouver, 1986)
- 1º sistema de comunicações, para controle de trens em standard aberto (Las Vegas, 2004)

## Thales SelTrac CBTC é uma solução provada e voltada ao futuro

- 1.090 km de SelTrac CBTC contratados
- 4.128 km.ano de SelTrac CBTC em operação
- Recordista na implantação de sistemas
- 12 colocações ao serviço em 2009
- 11 colocações ao serviço em 2010

## CBTC Thales, presente nos mais importantes sistemas urbanos do mundo



- ◆ **Confiança e segurança confirmada em mais de 50 linhas nos principais Metrôs do mundo**
- ◆ **Mais de 10 milhões de trensxhora de serviço comercial**
- ◆ **Controla e garante viagens a mais de 3 bilhões de passageiros por ano**
- ◆ **Responsável pela implementação do CBTC nos dois metrôs automatizados com linhas mais longas do mundo (Dubai e Vancouver)**
- ◆ **Parceiro do Metrô de Londres num dos maiores mais desafiadores: Re-sinalização das Linhas Jubilee, Northern e Piccadilly**

## **CBTC Thales, presente nos mais importantes sistemas urbanos do mundo**

- ◆ **Shanghai – a maior rede, em km**
- ◆ **Nova York – a maior rede, em estações**
- ◆ **Londres – a 2ª maior e o mais complexo**
- ◆ **Dubai – o mais avançado (linha UTO mais longa)**
- ◆ **Hong Kong – entre os mais modernos**
- ◆ **Cingapura – entre os 5 maiores e mais eficientes**
- ◆ **Paris – entre os 5 maiores e mais eficientes**
- ◆ **Vancouver – a linha automatizada (UTO) mais longa**
- ◆ **Pequim, Cantão, Kuala Lumpur, San Francisco, Toronto**



# CBTC – Aproveitamento Máximo da sua Infraestrutura

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

THALES – Transportation Systems Division – 20-22 rue Grange Dame Rose – 78141 Vélizy Villacoublay – France



**Muito Obrigado**  
[thomaz.aquino@thalesgroup.com](mailto:thomaz.aquino@thalesgroup.com)