



Re-sinalização e interoperabilidade

*Dr. Corinne Braban, IRSE, Paul Codron e Dr. Gérard Yelloz, FIRSE.
Siemens Transportation Systems, França*

Sumário

Nos últimos anos surgiu, em âmbito mundial, o assunto de re-sinalização de redes existentes. Os motivos são diversos, tais como lidar com a obsolescência da tecnologia, com o aumento de capacidade de transporte e com as melhorias gerais da qualidade de serviço em virtude das práticas modernas de operação. Simultaneamente, ainda havia a questão de fazer os fornecedores se comprometerem a longo prazo, depois das vendas, com serviços e compras em um mundo tecnológico rapidamente mutável. Este último ponto fez com que as operadoras de transporte ferroviário percebessem a necessidade de empenhar-se numa política de múltiplos fornecedores ou uma solução de sistemas interoperáveis.

Este documento apresentará as diversas questões que circundam a necessidade de re-sinalização e interoperabilidade. Os diferentes métodos de estratégia de implementação (Hong Kong, Paris, New York, etc.) serão também apresentados, bem como o estado atual de seu progresso.

Para cobrir as questões acima a médio prazo foi lançado um programa chamado UGTMS, seguido por MODURBAN, graças à Comunidade Ferroviária Européia. Várias corporações de trânsito de massa, fornecedores, universidades e centros de pesquisa são membros deste programa. O objetivo é definir e especificar padrões e especificações acordadas, em particular a especificação de arquitetura comum incluindo interfaces entre equipamentos intercambiáveis. O conteúdo e status deste projeto será apresentado.

Documento completo

Nos últimos anos, re-sinalizar linhas em operação comercial tornou-se uma realidade para as autoridades de transporte de massa. A necessidade de re-sinalização origina-se de um problema de obsolescência – o tempo de vida dos equipamentos foi superado e conseqüentemente os sistemas não são mais confiáveis, precisando de mais manutenção e mais tempo para reparos – ou de uma busca pelo aperfeiçoamento da qualidade de serviço – aumento do throughput, segurança e disponibilidade do sistema.

Reconhecendo a necessidade de atualização, o New York City Transit (NYCT) e a Paris Transport Authority (RATP) empreenderam os programas de re-sinalização mais maciços já vistos. Seus principais objetivos são aumentar a segurança operacional e atualizar o sistema de sinalização de acordo com os padrões. O que também se tornou uma outra realidade é que essas autoridades em grande escala estão tomando a dianteira na próxima geração de sistemas de controle de trens. De fato, por causa do tamanho e complexidade das redes, eles estão solicitando soluções padronizadas de múltiplos fornecedores.

Na verdade, a Hong-Kong MTR Corporation e a RATP são as primeiras autoridades de transportes que implementaram uma estratégia de múltiplos fornecedores com o SACEM. Então, alguns anos depois, seguiram o NYCT e a RATP com a tecnologia CBTC. Mesmo o objetivo geral destas estratégias sendo evitar ficar “preso” a um único fornecedor, elas divergem na implementação.



PARIS e SACEM em RERA

Isto tudo começou no final da década de 80, quando a RATP, junto com a French National Railways (SNCF), escolheu um consórcio formado pela Alstom, a Siemens Transportation Systems (anteriormente Matra Transport International) e a CSEE para projetar conjuntamente o SACEM para melhorar o throughput do RER A de Paris em 20%. Duas restrições principais foram claramente identificadas: a) fazer a interface do SACEM com o sistema de sinalização existente, b) minimizar a perturbação do atendimento aos passageiros durante a atualização.

Alguns anos depois, o SACEM não só atingiu os objetivos operacionais pretendidos, como possibilitou à RATP e à SNCF uma diversificação de fornecedores. De fato, na RER B, a SNCF fez uso deste recurso importantíssimo concedendo à Alstom ou à Siemens a provisão de equipamentos instalados na via ou em bordo.

HONG-KONG e SACEM

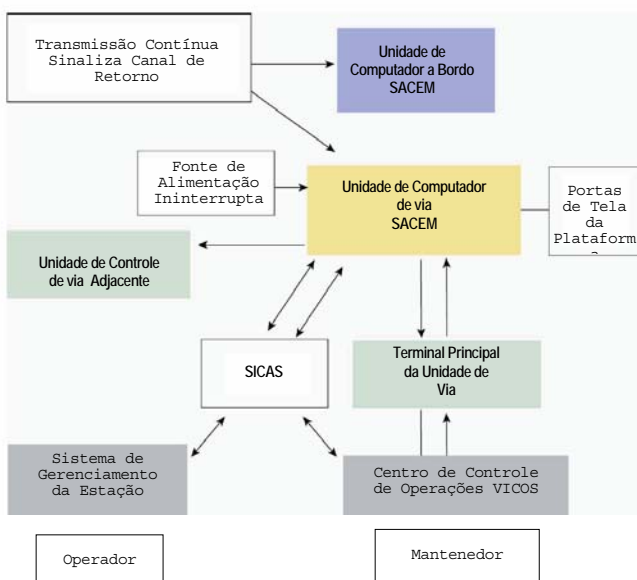
Enquanto isso, a MTR Corporation estava preparando uma licitação para atualizar as linhas desta rede equipada com tecnologia de código de velocidade Westinghouse. Embora a licitação seja aberta para qualquer tecnologia de ATC, a MTRC tinha claramente em mente elaborar uma estratégia de compra de múltiplos fornecedores para a rede toda, o que possibilitaria: a) forçar uma competição de preços, b) assegurar uma garantia a longo prazo para ampliações, manutenção e compras, c) encurtar o retorno sobre o investimento.

Como uma primeira etapa, a MTR Corporation concedeu à Alstom o contrato para equipar três linhas com SACEM. Nesta busca de fornecedores de ATC de múltiplas origens, a escolha do SACEM não foi uma surpresa, uma vez que ele podia ser fornecido por três fornecedores diferentes. A idéia da segunda etapa era obter economias de custo promovendo uma verdadeira concorrência entre os fornecedores para ampliações de linha. Em 1999, foi concedida à Siemens Transportation Systems a Linha Tseung Kwan O. O contrato não só incluía o equipamento de novas seções de trilhos (total de 13 km) e de 13 trens de 8 vagões, como também a demonstração de interoperabilidade entre os equipamentos de via e o de bordo, tanto fornecido pela Siemens como pela Alstom. O comissionamento foi feito passo a passo, começando em agosto de 2001 de Lam Tim a North Point, em agosto de 2002 de Po Lam para North Point e em setembro de 2002 para a estação ferroviária localizada em Tseung Kwan O South.

Foco técnico em SACEM para a Linha Tseung Kwan O

Princípio SACEM

A segurança do movimento do trem é garantida por princípios de blocos fixos. O ponto-alvo de um trem – isto é, o ponto que o trem não ultrapassará – é a entrada do primeiro circuito de via desocupado à frente. A distância a percorrer é aquela que separa a extremidade dianteira do trem e seu ponto-alvo correspondente. É feita uma subdivisão dos blocos nas vizinhanças das estações e nas estações. Portanto, um vagão entra numa estação antes que o primeiro trem tenha saído do sub-bloco na outra extremidade da estação. Esta especificidade possibilita intervalos de tempo menores entre os trens.





A arquitetura do sistema está ilustrada na figura ao lado.

1. Equipamento SACEM a bordo

A inteligência do SACEM está a bordo, de maneira que o trem computa sua própria curva de velocidade segundo:

- Informações sobre ocupação de blocos fixos, transmitidas para o equipamento ATC a bordo por uma comunicação contínua da via com o trem.
- Informações descrevendo a operação da linha, tais como: pontos de parada, locais de circuitos de via, limite de velocidade, restrições temporárias de limite de velocidade...
- Características individuais do trem.

2. Equipamento SACEM ao longo da via

O papel da Unidade de Controle na Via está principalmente limitado a fornecer informações dos equipamentos na via (ocupação dos circuitos de via, pontos de parada, posições dos transponders...) para a unidade do computador a bordo. Ela também faz interface com os intertravamentos. Cada equipamento de via é responsável por uma zona geográfica específica.

Os circuitos de via utilizados são os de audiofrequência FTG tipo S da Siemens.

São utilizados Sinais de Túnel S140 combinados de uma maneira modular de acordo com os requisitos da MTR Corporation para exibição visual de cada aspecto.

3. Sistema de Comunicação de Dados

A transmissão contínua da via para bordo é assegurada por circuitos elétricos indutivos contínuos na linha férrea. Para uma comunicação de bordo para a via, os trilhos são utilizados como um meio intermediário de transmissão. Um cabo coaxial garante a transmissão da informação dos trilhos para a Unidade de Controle instalada na via.

4. Centro de Controle de Operações

O Centro de Controle de Operações VICOS (da Siemens), monitora os trens para manter os horários e fornece dados para ajustar o serviço e minimizar as inconveniências causadas por irregularidades (atividades regulamentares). Ele executa funções importantes tais como rastreamento de trens, regulamentação automática de trens, definição de rota automática, gerenciamento de horário, monitoração de sistema e exibição, diagnóstico de manutenção.

5. Intertravamentos

O SACEM faz a interface com o sistema de intertravamento SICAS (Siemens Computer Aided Signalling - Sinalização Auxiliada por Computador da Siemens) com base em uma plataforma vital 2-out-of-3. O SICAS inclui um console de operador, um computador de intertravamento, sistemas de módulos operacionais de elementos e o equipamento externo relacionado. Um sistema de barramento-padrão permite a comunicação com os sistemas ATC e o Centro de Controle de Operações.

Requisito de interoperabilidade

A interoperabilidade do SACEM é a tradução técnica da estratégia de compras de múltiplos fornecedores. O SACEM é dividido entre o equipamento de via e um equipamento de bordo que pode ser desenvolvido pelos fornecedores que possuam a tecnologia. O desafio é assegurar a interoperabilidade entre o equipamento de via e de bordo fornecido por duas empresas diferentes, isto é, assegurar que o desempenho global, inclusive as questões de segurança do ATC



(Automatic Train Control – Controle Automático de Trens) atenda aos requisitos da MTR Corporation. O que foi conseguido para Hong Kong é:

- *Entre Yau Ma Tei e Lam Tin:* Assegurar a interoperabilidade entre os trens equipados com SACEM da Siemens e o sistema de via que equipa a linha.
- *Entre North Point e Po Lam:* Assegurar a interoperabilidade entre o equipamento de via SACEM da Siemens e os trens já equipados.
- *Entre Lam Tin e Quarry Bay:* Assegurar a migração à noite, de modo a evitar a interrupção do tráfego.

NEW YORK CITY TRANSIT E CBTC

No caso específico do NYCT, a estratégia de compras é fortemente limitada pelas preocupações operacionais, o que torna a interoperabilidade realmente um problema. De fato, a rede de metrô da cidade de Nova York compreende linhas interligadas e a interoperabilidade é um modo de manter tal flexibilidade. A estratégia de compras implementada pelo NYCT não só visa reter a flexibilidade operacional, mas também promover a concorrência verdadeira entre fornecedores, dado o tamanho da rede.

Como uma primeira etapa, foi feita, em todo o mundo, uma investigação da tecnologia ATC existente, tendo em mente as questões operacionais e de efetividade de custo. Foi escolhida a tecnologia de Communications-Based Train Control (Controle de Trens Baseado em Comunicações). Como uma segunda etapa, os fornecedores da curta lista foram solicitados a demonstrar sua habilidade para construir tal tecnologia, tendo em mente as necessidades a serem atendidas. A idéia da terceira etapa era selecionar um sistema a ser encarado como a solução-padrão que serve como referência para atualizar toda a rede do NYCT. Em dezembro de 1999, o sistema CBTC projetado pela Siemens foi escolhido pelo NYCT para a modernização da Linha Canarsie, que prenuncia o padrão de todo o metrô. A Siemens recebeu o contrato de *liderança*. Como uma quarta etapa, os outros fornecedores (Alcatel e Alstom, que se afastaram desde então) receberam os contratos de *seguidores*, significando que lhes é pedido que projetem novamente seu sistema de maneira que seja interoperável com a da líder.

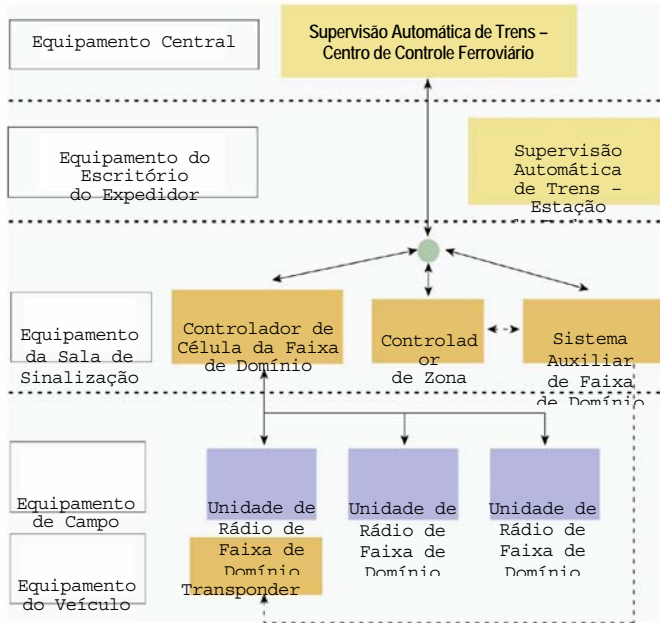
O contrato da Linha Canarsie inclui projeto, suprimento e instalação do equipamento CBTC para operação de frota mista, atualização de intertravamentos existentes para o recebimento do sistema CBTC e fornecimento de seis sistemas novos de intertravamento. Serão equipados 17 km de linha com CBTC juntamente com 50 trens. O cronograma para o comissionamento é o seguinte. O modo de sombra (formalmente) começa em Setembro de 2005 juntamente com o treinamento dos operadores dos trens. O ATS estará em operação a partir de Janeiro de 2006. A linha operará no modo CBTC total a partir de Abril de 2006. A operação do CBTC no pátio começará a partir de Agosto de 2006.

Até onde diz respeito à demonstração de interoperabilidade, os testes com o CBTC da Alcatel serão feitos até o fim de 2005.

Foco técnico sobre CBTC na Linha Canarsie

O CBTC em Nova York é composto de cinco sistemas principais

1. Sistema a Bordo
2. Sistema de Via
3. Supervisão Automática de Trens (ATS)
4. Sistema de Comunicação de Dados
5. Sistema Auxiliar de Via (Intertravamento)



A arquitetura do sistema está ilustrada ao lado.

1. Sistemas a bordo

Com a tecnologia CBTC, a inteligência está a bordo dos trens. Sistema a bordo:

- Computa a localização do trem na rede graças às informações de Digilioc® e

Osmes®.

- Protege o movimento do trem nos diversos modos operacionais, inclusive o modo ATO, e computa seu perfil de velocidade.
- Supervisiona o subsistema de tração
- Fornece ao ATS dados operacionais e de manutenção.
- Gerencia a configuração do trem.
- Executa o processo de estação.
- Exibe informações para o operador e condutor do trem.

2. Sistemas de Via

Um controlador de zona está a cargo das funções do CBTC de via para uma área específica. Ele assegura:

- Rastreamento vital de trens.
- Blocos Móveis anticolisão.
- Supervisão do equipamento de via e relatório de falhas.
- Gerenciamento de falhas críticas dos circuitos de via.

3. Supervisão Automática de Trens

As principais funções do ATS são:

- Controle e supervisão da fonte de alimentação
- Monitoração e supervisão dos equipamentos dos trens e da via
- Regulamentação de tráfego
- Cumprimento do horário



- Estabelecimento de Rota
- Rastreamento de trens
- Gerenciamento da missão dos trens
- Gerenciamento das interfaces com outros sistemas (Sistemas de Aviso ao Público, SCADA e etc).

4. Sistema de Comunicação de Dados

A comunicação de dados contínua e bidirecional é executada pela Airlink®, o sistema de comunicação de dados de rádio de propagação livre projetada pela Siemens Transportation Systems.

5. Sistema Auxiliar de Via

O equipamento Auxiliar de Via é um sistema reduzido de sinalização e intertravamento com base em relé convencional, fundamentado nos princípios atuais utilizados em toda a rede de trilhos do NYCT. Ele se destina aos trens não equipados com CBTC.

A RATP E O CBTC

Em sua busca pela solução padronizada, a RATP está lidando diretamente com o problema de obsolescência por meio da definição do conceito de permutabilidade e de esforços consideráveis em comitês de padronização.

Para proteger-se da obsolescência, a RATP empreendeu um vasto programa de re-sinalização, chamado OURAGAN, com base na permutabilidade. A idéia subjacente está em dividir o sistema CBTC em um número predefinido de subsistemas (sistemas de via, de bordo e o de comunicação entre os sistemas CBTC de via e de bordo) que serão fáceis de substituir por uma abordagem plug-and-play por fornecedores selecionados. Embora a interoperabilidade do NYCT origine-se primeiramente de uma preocupação operacional, a permutabilidade não é derivada daí, uma vez que a RATP opera uma rede que consiste de linhas autocontroladas. A principal preocupação da permutabilidade é a economia de custo na estratégia de compra.

Dependendo das características do material rodante em operação nas linhas 3, 5, 9, 10 e 12 concernentes com OURAGAN, os sistemas CBTC a serem fornecidos são desdobrados em cinco porções permutáveis, alocadas para cinco fornecedores diferentes:

- Porção 1: sistema de comunicação de dados entre as 5 linhas
- Porção 2: CBTC de via para linhas 3, 10 e 12
- Porção 3: CBTC de bordo para linhas 3, 10 e 12 (material rodante tipo MF67)
- Porção 4: CBTC de via para linhas 5 e 9
- Porção 5: CBTC de bordo para linhas 5 e 9 (material rodante tipo MF2000)

Em fevereiro de 2004, a Siemens Transportation Systems recebeu três das cinco porções, isto é:



- Porção 1: Sistema de comunicação de dados, consistindo da rede de via e do sistema de transmissão de via para bordo. Todas as 5 linhas, isto é, 150 km de via férrea e 234 trens, serão equipados com Airlink.
- Porção 3: CBTC a bordo para linhas 3, 10 e 12, isto é, o equipamento para 117 trens.
- Porção 4: CBTC de via para linhas 5 e 9, isto é, o equipamento para 70 km de via férrea.

Para garantir a permutabilidade entre os três fornecedores diferentes (a CSEE recebendo a porção 2 e a Technicatom a porção 5), foi criado um grupo de trabalho de permutabilidade gerenciado pela RATP.

Foco técnico sobre o CBTC na OURAGAN

A arquitetura de sistema proposta para a OURAGAN é similar àquela na Linha Canarsie, exceto em que a velocidade é medida pela convencional roda codificada, uma vez que é disponibilizado um eixo livre.

CONCLUSÕES EM PERSPECTIVA

Levadas pelas questões operacionais e, mais importante, pelos fatores de economias de custo, as autoridades de trânsito que operam grandes redes como a de Nova Iorque e Paris optaram pela estratégia de compras de múltiplos fornecedores, resultando do projeto dos sistemas CBTC padronizados. Não só a RATP e o NYCT serão beneficiados com tal estratégia de compras, como outras autoridades de trânsito também terão vantagens com tal busca por sistemas padronizados, embora sua preocupação principal a curto prazo seja mais em relação à aquisição de um sistema CBTC comprovadamente de última geração. O equipamento de uma linha com um sistema CBTC em conformidade com os padrões possibilitará que uma autoridade de transportes no futuro (a médio prazo) implemente a estratégia de compras de múltiplos fornecedores ao atualizar o sistema ou ampliar a sua linha.

Do ponto de vista comercial, os fornecedores industriais podem realmente se beneficiar do projeto de sistemas CBTC padronizados somente se tais sistemas estiverem em conformidade com os requisitos dos operadores mundialmente. Várias iniciativas foram tomadas para reunir todos os principais fornecedores de CBTC e autoridades de trânsito para discutir de uma maneira consensual voluntária a sensível questão de se desenvolver padrões para a nova tecnologia de controle de trens. Como parceiros no projeto UGTMS – Urban Guided Transport Management Systems – a Siemens Transportation Systems estabeleceu como referência as necessidades expressas pelas principais autoridades européias de transporte, assim levando-as em consideração no estágio de projeto, tanto nos níveis funcional como de arquitetura. A idéia foi primeiro estabelecer algum grau de padronização no desempenho do sistema e nos requisitos funcionais – por meio de prática de teste de marca de referência – e então desenvolver alguma padronização no nível de arquitetura de sistema. O UGTMS não foi só visto como um foro para troca de informações sobre o projeto técnico de CBTC padronizado futuro. Também foi uma oportunidade para os órgãos de trânsito reunirem-se e discutirem sobre o modo como as redes são operadas, entender suas diferenças em termos de princípios operacionais, procedimentos de sinalização e segurança e para chegar a um acordo comum sobre o quanto as regras e os princípios poderiam ser padronizados. Lançado em Janeiro de 2005, o MODURBAN é a



continuação do trabalho feito no UGTMS. É um projeto europeu, liderado pela UNIFE. Ele tem como objetivo projetar, com base nos resultados do UGTMS, uma solução CBTC permutável para operação assistida pelo condutor que possa ser atualizada para operações “driverless” (sem condutor).